



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/510,437	03/24/2015	8985070	TMCW-10402/08	5228

25006 7590 03/04/2015
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

ISSUE NOTIFICATION

The projected patent number and issue date are specified above.

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b) (application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment is 0 day(s). Any patent to issue from the above-identified application will include an indication of the adjustment on the front page.

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (<http://pair.uspto.gov>).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Application Assistance Unit (AAU) of the Office of Data Management (ODM) at (571)-272-4200.

APPLICANT(s) (Please see PAIR WEB site <http://pair.uspto.gov> for additional applicants):

Manabu Tateno, Sunto-gun, JAPAN;
Eiichi Kamiyama, Mishima-shi, JAPAN;
Naoto Hisaminato, Susono-shi, JAPAN;

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage and facilitate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit SelectUSA.gov.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/510,437	05/17/2012	Manabu Tateno	TMCW-10402/08	5228

25006 7590 02/12/2015
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

EXAMINER

BRAUCH, CHARLES JOSEPH

ART UNIT	PAPER NUMBER
----------	--------------

3747

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
-------------------	---------------

02/12/2015

ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

docket@patlaw.com

<i>Response to Rule 312 Communication</i>	Application No. 13/510,437	Applicant(s) TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3747

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

1. ☒ The amendment filed on January 12, 2015 under 37 CFR 1.312 has been considered, and has been:

a) ☐ entered.

b) ☒ entered as directed to matters of form not affecting the scope of the invention.

c) ☐ disapproved because the amendment was filed after the payment of the issue fee.

Any amendment filed after the date the issue fee is paid must be accompanied by a petition under 37 CFR 1.313(c)(1) and the required fee to withdraw the application from issue.

d) ☐ disapproved. See explanation below.

e) ☐ entered in part. See explanation below.

/STEPHEN K CRONIN/
Supervisory Patent Examiner, Art Unit 3747

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

**Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail Mail Stop ISSUE FEE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885**

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

25006 7590 11/07/2014
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C.
2701 Troy Center Drive, Suite 330
Post Office Box 7021
Troy, Michigan 48007-7021

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/510,437	05/17/2012	Manabu Tateno	TMCW-10402/08	5228

TITLE OF INVENTION: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	\$960	\$0	\$0	\$960	02/09/2015

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
BRAUCH, CHARLES JOSEPH	3747	123-04800B

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363). <input type="checkbox"/> Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached. <input type="checkbox"/> "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. Use of a Customer Number is required.	2. For printing on the patent front page, list (1) The names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively, (2) The name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.	1 Gifford, Krass, Sprinkle, Anderson & Citkowski, P.C. 2 3
--	---	--

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha

Toyota-shi, Japan

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent): ☐ Individual ☒ Corporation or other private group entity ☐ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

- ☒ Issue Fee
☐ Publication Fee (No small entity discount permitted)
☐ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): (Please first reapply any previously paid issue fee shown above)

- ☐ A check is enclosed.
☒ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.
☒ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number 07-1180 (enclose an extra copy of this form).

5. Change in Entity Status (from status indicated above)

- ☐ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29
☐ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27
☐ Applicant changing to regular undiscounted fee status.

NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.
NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.
NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature _____ /Thomas E. Anderson/

Date February 4, 2015

Typed or printed name _____ Thomas E. Anderson

Registration No. 31,318

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	13510437			
Filing Date:	17-May-2012			
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE			
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno			
Filer:	Thomas Ernest Anderson/Teri Tomayko			
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08			
Filed as Large Entity				
Filing Fees for U.S. National Stage under 35 USC 371				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Utility Appl Issue Fee	1501	1	960	960

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				960

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	21392156
Application Number:	13510437
International Application Number:	
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Thomas Ernest Anderson/Teri Tomayko
Filer Authorized By:	Thomas Ernest Anderson
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	04-FEB-2015
Filing Date:	17-MAY-2012
Time Stamp:	08:36:23
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	\$960
RAM confirmation Number	17782
Deposit Account	
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

File Listing:					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	TMCW-10402_08_- _Issue_Fee_Transmittal.pdf	33290	no	1
			ab2720a0d66684d832250ecbfaa77a61123e486e		
Warnings:					
Information:					
2	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30907	no	2
			926e67132fdcc012949cbfa5746c8a89d2d6dbc9		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			64197		
<p>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</p> <p><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</p> <p><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</p>					

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Utility Application of:
Manabu Tateno et al.

Application No.: 13/510,437

Confirmation No.: 5228

Filed: May 17, 2012

Art Unit: 3747

For: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Examiner: C. J. Brauch

AMENDMENT AFTER ALLOWANCE UNDER 37 C.F.R. 1.312

MS Issue Fee
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Madam:

INTRODUCTORY COMMENTS

Prior to issuance of the patent, applicant respectfully requests entry of this amendment under 37 C.F.R. 1.312 for the above-captioned patent application.

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 2 of this paper.

Remarks/Arguments begin on page 5 of this paper.

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

1. (Currently amended) A variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, the engine comprising:

a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, which are fastened to the cylinder block; and

a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, which are fastened to the cylinder block,

wherein the number of said supports of said first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said first cylinder group so that one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned at the two sides of [[the]] center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, the number of said supports of said second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said second cylinder group so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of [[the]] center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view,

wherein due to an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in [[the]] a crankshaft direction, one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in

said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view,

wherein a force acting to push up the cylinder block, in the cylinder axial line direction, at a time of firing of each cylinder, is dispersed to the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder, and

wherein said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different.

2. (Previously presented) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, wherein said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first

cylinder group side by the side view, a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports, said supports of said second relative movement mechanism are comprised of third supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view and fourth supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports.

3. (Previously presented) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, wherein said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

4. (Previously presented) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 2, wherein said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

REMARKS

If it is determined that a telephone conference would expedite the prosecution of this application, the Examiner is invited to telephone the undersigned at the number given below.

In the event the U.S. Patent and Trademark Office determines that an extension is required, applicant petitions for any required relief including extensions of time and authorizes the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to Deposit Account No. 07-1180 referencing docket no. TMCW-10402/08.

Dated: January 12, 2015

Respectfully submitted,

Electronic Signature: /Cesare A. Sclafani/

Cesare A. Sclafani

Registration No.: 59,587

GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON
& CITKOWSKI, P.C.

2701 Troy Center Drive, Suite 330

Post Office Box 7021

Troy, Michigan 48007-7021

(248) 647-6000

(248) 647-5210 (Fax)

Attorney for Applicant

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	21182785
Application Number:	13510437
International Application Number:	
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Cesare A. Sclafani/Alisa McCarthy
Filer Authorized By:	Cesare A. Sclafani
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	12-JAN-2015
Filing Date:	17-MAY-2012
Time Stamp:	16:04:16
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		TMCW-10402_08_-_Amendment_After-Allowance_Under_37_CFR_1312.pdf	28206 fa25c6246ae833e5dac3907404ae134690d2083a	yes	5

	Multipart Description/PDF files in .zip description		
	Document Description	Start	End
	Amendment after Notice of Allowance (Rule 312)	1	1
	Claims	2	4
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	5	5

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	28206
-------------------------------------	-------

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

25006 7590 11/07/2014
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C.
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

EXAMINER

BRAUCH, CHARLES JOSEPH

ART UNIT

PAPER NUMBER

3747

DATE MAILED: 11/07/2014

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
-----------------	-------------	----------------------	---------------------	------------------

13/510,437

05/17/2012

Manabu Tateno

TMCW-10402/08

5228

TITLE OF INVENTION: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	\$960	\$0	\$0	\$960	02/09/2015

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED. THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN THREE MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED. SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the ENTITY STATUS shown above. If the ENTITY STATUS is shown as SMALL or MICRO, verify whether entitlement to that entity status still applies.

If the ENTITY STATUS is the same as shown above, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

If the ENTITY STATUS is changed from that shown above, on PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, complete section number 5 titled "Change in Entity Status (from status indicated above)".

For purposes of this notice, small entity fees are 1/2 the amount of undiscounted fees, and micro entity fees are 1/2 the amount of small entity fees.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: **Mail** **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

25006 7590 11/07/2014
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C.
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/510,437	05/17/2012	Manabu Tateno	TMCW-10402/08	5228

TITLE OF INVENTION: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	\$960	\$0	\$0	\$960	02/09/2015

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
BRAUCH, CHARLES JOSEPH	3747	123-04800B

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363). <input type="checkbox"/> Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached. <input type="checkbox"/> "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. Use of a Customer Number is required.	2. For printing on the patent front page, list (1) The names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively, (2) The name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed. 1 _____ 2 _____ 3 _____
---	---

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE (B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ☐ Individual ☐ Corporation or other private group entity ☐ Government

4a. The following fee(s) are submitted: <input type="checkbox"/> Issue Fee <input type="checkbox"/> Publication Fee (No small entity discount permitted) <input type="checkbox"/> Advance Order - # of Copies _____	4b. Payment of Fee(s): (Please first reapply any previously paid issue fee shown above) <input type="checkbox"/> A check is enclosed. <input type="checkbox"/> Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached. <input type="checkbox"/> The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credits any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).
---	---

5. Change in Entity Status (from status indicated above)

☐ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29

☐ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27

☐ Applicant changing to regular undiscounted fee status.

NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.

NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.

NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature _____ Date _____

Typed or printed name _____ Registration No. _____



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/510,437	05/17/2012	Manabu Tateno	TMCW-10402/08	5228

25006	7590	11/07/2014
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C		
PO BOX 7021		
TROY, MI 48007-7021		

EXAMINER	
BRAUCH, CHARLES JOSEPH	

ART UNIT	PAPER NUMBER
3747	

DATE MAILED: 11/07/2014

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b) (Applications filed on or after May 29, 2000)

The Office has discontinued providing a Patent Term Adjustment (PTA) calculation with the Notice of Allowance.

Section 1(h)(2) of the AIA Technical Corrections Act amended 35 U.S.C. 154(b)(3)(B)(i) to eliminate the requirement that the Office provide a patent term adjustment determination with the notice of allowance. See Revisions to Patent Term Adjustment, 78 Fed. Reg. 19416, 19417 (Apr. 1, 2013). Therefore, the Office is no longer providing an initial patent term adjustment determination with the notice of allowance. The Office will continue to provide a patent term adjustment determination with the Issue Notification Letter that is mailed to applicant approximately three weeks prior to the issue date of the patent, and will include the patent term adjustment on the patent. Any request for reconsideration of the patent term adjustment determination (or reinstatement of patent term adjustment) should follow the process outlined in 37 CFR 1.705.

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

OMB Clearance and PRA Burden Statement for PTOL-85 Part B

The Paperwork Reduction Act (PRA) of 1995 requires Federal agencies to obtain Office of Management and Budget approval before requesting most types of information from the public. When OMB approves an agency request to collect information from the public, OMB (i) provides a valid OMB Control Number and expiration date for the agency to display on the instrument that will be used to collect the information and (ii) requires the agency to inform the public about the OMB Control Number's legal significance in accordance with 5 CFR 1320.5(b).

The information collected by PTOL-85 Part B is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Notice of Allowability	Application No. 13/510,437	Applicant(s) TATENO ET AL.	
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3747	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☒ This communication is responsive to Amendment October 20, 2014.
☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.
2. ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
3. ☒ The allowed claim(s) is/are 1-4. As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.
4. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
Certified copies:
a) ☐ All b) ☐ Some *c) ☐ None of the:
1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____.
3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).
* Certified copies not received: _____.

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____.
Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).
6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. <input type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892) 2. <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date _____ 3. <input type="checkbox"/> Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material 4. <input type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date _____	5. <input type="checkbox"/> Examiner's Amendment/Comment 6. <input checked="" type="checkbox"/> Examiner's Statement of Reasons for Allowance 7. <input type="checkbox"/> Other _____
--	---

/CHARLES BRAUCH/ EXAMINER ART UNIT 3747	/LINDSAY LOW/ Supervisory Patent Examiner, Art Unit 3747
--	---

Art Unit: 3747

DETAILED ACTION

1. This action is in response to the Amendment filed October 20, 2014.
2. Claims 1-4 are allowable because the currently amended claims define over the currently cited and searched prior art for at least the following reasons: wherein said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different.

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to CHARLES BRAUCH whose telephone number is (313)446-6511. The examiner can normally be reached on Monday-Friday EST 9:00-6:00.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Lindsay Low can be reached on 517-273-1196. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.


Application/Control Number: 13/510,437

Page 3

Art Unit: 3747

/CHARLES BRAUCH/
Examiner, Art Unit 3747

/LINDSAY LOW/
Supervisory Patent Examiner, Art Unit 3747

Search Notes 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner
F02B75/048; F02B75/045; F02D15/02; F02B75/044; F02B75/04	October 29, 20	BRAUCH

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
123	48B	July 26, 2013	BRAUCH
123	48B	December 18, 2013	BRAUCH
123	48B	June 10, 2014	BRAUCH
123	48B	October 29, 2014	BRAUCH

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
Performed Inventor Search. Performed PLUS Search. Search Terms Used and Databases Attached.	July 26, 2013	BRAUCH
Updated.	December 18, 2013	BRAUCH
Updated	June 10, 2014	BRAUCH
Searched to Amendments. Updated.	October 29, 2014	BRAUCH


INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner

--	--

INTERFERENCE SEARCH

US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner
123	Search Terms Used and Databases Attached.	October 29, 2014	BRAUCH


--	--

Issue Classification 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.	
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3747	

CPC						
Symbol					Type	Version
F02B		75	/	22	F	2013-01-01
F02B		75	/	041	I	2013-01-01
F02D		15	/	02	A	2013-01-01
F02B		75	/	045	A	2013-01-01
F02B		75	/	048	A	2013-01-01
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			

CPC Combination Sets				
Symbol	Type	Set	Ranking	Version

/CHARLES BRAUCH/ Examiner.Art Unit 3747	10/29/14 (Date)	Total Claims Allowed: 4	
/LINDSAY LOW/ Supervisory Patent Examiner.Art Unit 3747	11/03/2014 (Date)	O.G. Print Claim(s) 1	O.G. Print Figure 4

<p align="center"><i>Index of Claims</i></p> 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

<input type="checkbox"/> Claims renumbered in the same order as presented by applicant						<input type="checkbox"/> CPA		<input type="checkbox"/> T.D.		<input type="checkbox"/> R.1.47	
CLAIM		DATE									
Final	Original	07/26/2013	12/18/2013	06/10/2014	10/29/2014						
1	1	✓	✓	✓	=						
2	2	✓	✓	✓	=						
3	3	✓	✓	✓	=						
4	4	✓	✓	✓	=						

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L2	5	variable near20 compression near20 ratio near20 engine near20 front near20 centerline near20 view near20 center near20 crankshaft	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 15:41
L3	849	123/48B.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 16:55
L4	1294	F02B75/048	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 16:57
L5	815	F02B75/045	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 16:57
L6	4037	F02D15/02	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 16:57
L7	450	F02B75/044	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 16:58
L8	7807	F02B75/04	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 16:58
L9	9982	L3 OR L4 OR L5 OR L6 OR L7 OR L8	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/10/29 16:59
S22	0	varaible near20 compression near20 engine near20 (independant or independent or individual\$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2014/10/29 12:02
S23	47	variable near20 compression near20 ratio near20 engine near20 (independant or independent or individual\$3)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2014/10/29 12:03
S24	132	variable near20 compression	US-PGPUB; USPAT;	OR	ON	2014/10/29

		near20 ratio near20 engine near20 (independant or independent or individual\$3)	USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB			12:03
--	--	---	--	--	--	-------

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L10	0	variable and compression and ratio and "V-type" and internal and combustion and engine and joins and cylinder and blocks and two and groups and makes and relatively and crankcase and first and second and relative and movement and mechanism and plurality and supports and fastened and number	US-PGPUB; USPAT; UPAD	OR	ON	2014/10/29 17:51

10/ 29/ 2014 5:52:07 PM
C:\ Users\ cbrauch\ Documents\ EAST\ Workspaces\ APP 13-510437.wsp

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Utility Application of:
Manabu Tateno et al.

Application No.: 13/510,437

Confirmation No.: 5228

Filed: May 17, 2012

Art Unit: 3783

For: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Examiner: C. J. Brauch

AMENDMENT IN RESPONSE TO
NON-FINAL OFFICE ACTION UNDER 37 C.F.R. 1.111

MS Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Madam:

INTRODUCTORY COMMENTS

In response to the Office Action dated June 20, 2014, please amend the above-identified U.S. patent application as follows:

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 2 of this paper.

Remarks/Arguments begin on page 6 of this paper.

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

1. (Currently amended) A variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, the engine comprising:

a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, which are fastened to the cylinder block; and

a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, which are fastened to the cylinder block,

wherein the number of said supports of said first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said first cylinder group so that one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, the number of said supports of said second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said second cylinder group so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, [[and,]]

wherein due to an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction, one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said

second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view,

wherein a force acting to push up the cylinder block, in the cylinder axial line direction, at a time of firing of each cylinder, is dispersed to the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder, and

wherein said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different.

2. (Previously presented) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, wherein said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, a thickness of said first supports is two times a thickness of

said second supports, said supports of said second relative movement mechanism are comprised of third supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view and fourth supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports.

3. (Currently amended) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, ~~wherein said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different~~ wherein said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

4. (Currently amended) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 2, ~~wherein said first relative movement mechanism and said second~~

~~relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different, wherein~~ said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

REMARKS

Status

Claims 1-4 were previously pending in the application. The present amendment amends claims 1 and 3-4, and does not add or cancel any claims. Accordingly, it is claims 1-4, as now amended, which are currently at issue.

Statement of Substance of Interview

A telephone interview occurred on September 16, 2014, between Examiner's Charles Brauch and Lindsay Low and Applicant's representative Cesare A. Sclafani, in which no exhibits were provided. During the interview independent claim 1 was discussed in regard to U.S. Patent 7,036,468 to Kamiyama and U.S. Patent Application Publication 2011/0048383 to Pattakos. A tentative agreement, regarding proposed amendments to the claims which are formally presented herein, was reached to overcome the rejections based on the currently cited prior art. However, the Examiner indicated that an updated search and consideration would be required.

Entry of this statement of substance of interview is requested as this statement is in compliance with 37 C.F.R. §1.133.

The 35 U.S.C. §103 Rejection

In the Office Action dated June 20, 2014, the Examiner rejected independent claim 1 under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over U.S. Patent 7,036,468 to Kamiyama in view of U.S. Patent Application Publication 2011/0048383 to Pattakos. The Examiner also rejected claims 2-4 under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over the combination of Kamiyama and Pattakos in view of varying combinations of U.S. Patent Application Publication 2008/0178857 to Kamiyama and U.S. Patent Application Publication 2009/0241910 to Shin. The Applicant would like to thank the Examiner for his time and consideration during the

telephone interview and the Office Action, including the thorough explanation of the basis of the rejections.

The above identified Office Action has been reviewed, the references carefully considered, and the Examiner's comments thoughtfully weighed. In view thereof, the current amendment is presented. It is respectfully submitted that by the amendments and remarks presented herein, all bases of rejection set forth in the Office Action have been traversed and overcome. Accordingly, reconsideration and withdrawal of all rejections is respectfully requested.

The present invention is directed to a variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase. The variable compression ratio V-type internal combustion engine includes a first relative movement mechanism and a second relative movement mechanism. The first relative movement mechanism is fastened to a first cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports. The second relative movement mechanism is fastened to a second cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports.

Independent claim 1 has been carefully amended to particularly point out and distinctly define additional structural limitations of the engine. Specifically, independent claim 1 has been amended to define that the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism are made independently controllable.

Further, independent claim 1 has been amended to define a first relative movement distance and a second relative movement distance. The first relative movement distance is in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft. The first relative movement distance is caused by the first relative movement mechanism at the first

cylinder group side of the joined cylinder block. The second relative movement distance is caused by the second relative movement mechanism at the second cylinder group side of the joined cylinder block. The second relative movement distance can be made different than the first relative movement distance.

As now defined in independent claim 1, the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism can be independently controlled. Thus, the first relative movement distance at the first cylinder group side of the cylinder block can be different from the second relative movement distance at the second cylinder group side of the cylinder block. Therefore, the mechanical compression ratios of the first and second cylinder groups can be controlled independently from each other.

In the prior prosecution of the application, the Examiner has rejected independent claim 1 as being unpatentable over the combination of the Kamiyama patent and the Pattakos reference. However, as agreed during the telephone interview, the Applicant respectfully submits that the cited references, either alone or in combination, fail to disclose or make obvious each and every limitation regarding independent claim 1.

In sharp contrast to amended independent claim 1, the Kamiyama reference merely discloses that worms 111a and 111b respectively engage with worm wheels 110, 110 set on the pair of cam shafts 109, the worms 111a and 111b are linked with an output shaft of a single servo motor 112, which is rotatable in both normal in inverse directions (Col. 7, Lines 7-11).

Accordingly, what the Examiner is equating to the claimed first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism of the Kamiyama reference are not made independently controllable.

Further, as the movement distance provided by the cam shafts are equal, as clearly illustrated in Figure 5, it would not have been obvious to one of ordinary skill in the art to modify the Kamiyama reference to result in the first relative movement distance being made different from the second relative movement distance. Specifically, as the Kamiyama reference is entirely void of any disclosure regarding having what the Examiner is equating to the claimed first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism, and such modification of the Kamiyama reference to result in the claimed invention would be based solely upon the use of impermissible hindsight.

Moreover, the Pattakos reference fails to cure the defects of the Kaiymama reference in disclosing or making obvious that the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism can be independently controlled.

Due to the cited references failure to disclose or make obvious the claimed invention, the Applicant respectfully submits that it would not have been obvious to one of ordinary skill in the art to modify the cited references to result in the claimed invention as such modification would be based solely upon the use of impermissible hindsight.

Further, the remainder of the references fails to cure the defects of the Kamiyama patent and the Pattakos reference. Specifically, they fail to disclose or make obvious, either alone or in combination, the limitations regarding the specific structural configuration of the supports of the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism which are made independently controllable.

In view of the foregoing, the Applicant respectfully submits that the combination of the cited references fails to disclose or make obvious the claimed invention. As such, the Applicant respectfully submits that independent claim 1 can no longer be rejected as obvious by the

combination of the cited references. Therefore, the Applicant respectfully requests that the rejections be withdrawn and independent claim 1, and any claims depending thereon, be held in condition for allowance.

Conclusion

In view of the claim amendments and remarks presented herein, the Applicant respectfully submits that claims 1-4 are now in condition for allowance. Any questions, comments, or suggestions the Examiner may have which would place the application in a better condition for allowance should be directed to the undersigned attorney.

The Director is hereby authorized to charge any deficiency in the fees filed, asserted to be filed or which should have been filed herewith (or with any paper hereafter filed in this application by this firm) to our Deposit Account No. 07-1180.

Dated: October 20, 2014

Respectfully submitted,

Electronic signature: /Cesare A. Sclafani/
Cesare A. Sclafani

Registration No.: 59,587
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON
& CITKOWSKI, P.C.
2701 Troy Center Drive, Suite 330
Post Office Box 7021
Troy, Michigan 48007-7021
(248) 647-6000
(248) 647-5210 (Fax)
Attorney for Applicant

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PETITION FOR EXTENSION OF TIME UNDER 37 CFR 1.136(a)		Docket Number (Optional) TMCW-10402/08	
Application Number 13/510,437-Conf. #5228		Filed May 17, 2012	
For VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE			
Art Unit 3747		Examiner C. J. Brauch	

This is a request under the provisions of 37 CFR 1.136(a) to extend the period for filing a reply in the above-identified application.

The requested extension and fee are as follows (check time period desired and enter the appropriate fee below):

	<u>Fee</u>	<u>Small Entity Fee</u>	<u>Micro Entity Fee</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> One month (37 CFR 1.17(a)(1))	\$200	\$100	\$50	\$ 200.00
<input type="checkbox"/> Two months (37 CFR 1.17(a)(2))	\$600	\$300	\$150	\$
<input type="checkbox"/> Three months (37 CFR 1.17(a)(3))	\$1,400	\$700	\$350	\$
<input type="checkbox"/> Four months (37 CFR 1.17(a)(4))	\$2,200	\$1,100	\$550	\$
<input type="checkbox"/> Five months (37 CFR 1.17(a)(5))	\$3,000	\$1,500	\$750	\$

☐ Applicant asserts small entity status. See 37 CFR 1.27.

☐ Applicant certifies micro entity status. See 37 CFR 1.29.
Form PTO/SB/15A or B or equivalent must either be enclosed or have been submitted previously.

☐ A check in the amount of the fee is enclosed.

☒ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

☐ The Director has already been authorized to charge fees in this application to a Deposit Account.

☒ The Director is hereby authorized to charge any fees which may be required, or credit any overpayment, to Deposit Account Number 07-1180.

☒ Payment made via EFS-Web.

WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.

I am the

☐ applicant/inventor.

☐ assignee of record of the entire interest. See 37 CFR 3.71. 37 CFR 3.73(b) statement is enclosed (Form PTO/SB/96).

☒ attorney or agent of record. Registration number 59,587.

☐ attorney or agent acting under 37 CFR 1.34. Registration number _____.

<u>/Cesare A. Sclafani/</u> Signature	<u>October 20, 2014</u> Date
<u>Cesare A. Sclafani</u> Typed or printed name	<u>(248) 647-6000</u> Telephone Number

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications. Submit multiple forms if more than one signature is required, see below*.

☐ * Total of 1 forms are submitted.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	13510437			
Filing Date:	17-May-2012			
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE			
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno			
Filer:	Cesare A. Sclafani/Alisa McCarthy			
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08			
Filed as Large Entity				
U.S. National Stage under 35 USC 371 Filing Fees				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Extension - 1 month with \$0 paid	1251	1	200	200

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				200

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	20461800
Application Number:	13510437
International Application Number:	
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Cesare A. Sclafani/Alisa McCarthy
Filer Authorized By:	Cesare A. Sclafani
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	20-OCT-2014
Filing Date:	17-MAY-2012
Time Stamp:	15:51:46
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	\$ 200
RAM confirmation Number	2471
Deposit Account	
Authorized User	

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
-----------------	----------------------	-----------	-------------------------------------	------------------	------------------

1		TMCW-10402_08_-_Amendment_in_reply_to_OA_6-20-2014.pdf	44696 090a4726a6fc444b6966230910b734c64f92b17e	yes	10
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start	End	
	Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject		1	1	
	Claims		2	5	
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment		6	10	
Warnings:					
Information:					
2	Extension of Time	Petition_for_EOT_re_OA_dated_06-20-2014.pdf	23259 9095ff1a12c3d388bff2faaa8ae2c124705d1a57	no	1
Warnings:					
Information:					
3	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30673 09998ab5833ef95d1cacfe58749b28b1d931f469	no	2
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			98628		
<p>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</p> <p><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</p> <p><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</p>					

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 13/510,437	Filing Date 05/17/2012	<input type="checkbox"/> To be Mailed
---	---	----------------------------------	---------------------------------------

 ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO

APPLICATION AS FILED – PART I

FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE (\$)	FEE (\$)
<input type="checkbox"/> BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A	
<input type="checkbox"/> SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (l), or (m))	N/A	N/A	N/A	
<input type="checkbox"/> EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X \$ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X \$ =	
<input type="checkbox"/> APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$310 (\$155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).			
<input type="checkbox"/> MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))				
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)
	10/20/2014	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT					
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 4	Minus	** 20	= 0	X \$80 =	0
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 1	Minus	***3	= 0	X \$420 =	0
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
TOTAL ADD'L FEE							0

AMENDMENT	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)
		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT					
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X \$ =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X \$ =	
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
TOTAL ADD'L FEE							

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

 LIE
/ROZENIA HARMON/

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
-----------------	-------------	----------------------	---------------------	------------------

13/510,437

05/17/2012

Manabu Tateno

TMCW-10402/08

5228

25006

7590

10/01/2014

GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C

PO BOX 7021

TROY, MI 48007-7021

EXAMINER

BRAUCH, CHARLES JOSEPH

ART UNIT

PAPER NUMBER

3783

NOTIFICATION DATE

DELIVERY MODE

10/01/2014

ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

docket@patlaw.com

<i>Applicant-Initiated Interview Summary</i>	Application No. 13/510,437	Applicant(s) TATENO ET AL.	
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783	

All participants (applicant, applicant's representative, PTO personnel):

(1) CHARLES BRAUCH. (3) CESARE SCLAFANI.

(2) LINDSAY LOW. (4) _____.

Date of Interview: 16 September 2014.

Type: ☒ Telephonic ☐ Video Conference
 ☐ Personal [copy given to: ☐ applicant ☐ applicant's representative]

Exhibit shown or demonstration conducted: ☐ Yes ☒ No.
 If Yes, brief description: _____.

Issues Discussed ☐ 101 ☐ 112 ☐ 102 ☒ 103 ☐ Others
 (For each of the checked box(es) above, please describe below the issue and detailed description of the discussion)

Claim(s) discussed: 1.

Identification of prior art discussed: Kamiyama and Pattakos.

Substance of Interview
 (For each issue discussed, provide a detailed description and indicate if agreement was reached. Some topics may include: identification or clarification of a reference or a portion thereof, claim interpretation, proposed amendments, arguments of any applied references etc...)

Applicant argued strongly that the combination of the references was improper. The Office held its position that the combination of references was proper. The Applicant proposed some tentative amendments and came to a tentative agreement with the Office on those amendments.

Applicant recordation instructions: The formal written reply to the last Office action must include the substance of the interview. (See MPEP section 713.04). If a reply to the last Office action has already been filed, applicant is given a non-extendable period of the longer of one month or thirty days from this interview date, or the mailing date of this interview summary form, whichever is later, to file a statement of the substance of the interview

Examiner recordation instructions: Examiners must summarize the substance of any interview of record. A complete and proper recordation of the substance of an interview should include the items listed in MPEP 713.04 for complete and proper recordation including the identification of the general thrust of each argument or issue discussed, a general indication of any other pertinent matters discussed regarding patentability and the general results or outcome of the interview, to include an indication as to whether or not agreement was reached on the issues raised.

☐ Attachment

/CHARLES BRAUCH/ EXAMINER ART UNIT 3783	/LINDSAY LOW/ Supervisory Patent Examiner, Art Unit 3783
--	---

Summary of Record of Interview Requirements

Manual of Patent Examining Procedure (MPEP), Section 713.04, Substance of Interview Must be Made of Record

A complete written statement as to the substance of any face-to-face, video conference, or telephone interview with regard to an application must be made of record in the application whether or not an agreement with the examiner was reached at the interview.

Title 37 Code of Federal Regulations (CFR) § 1.133 Interviews

Paragraph (b)

In every instance where reconsideration is requested in view of an interview with an examiner, a complete written statement of the reasons presented at the interview as warranting favorable action must be filed by the applicant. An interview does not remove the necessity for reply to Office action as specified in §§ 1.111, 1.135. (35 U.S.C. 132)

37 CFR §1.2 Business to be transacted in writing.

All business with the Patent or Trademark Office should be transacted in writing. The personal attendance of applicants or their attorneys or agents at the Patent and Trademark Office is unnecessary. The action of the Patent and Trademark Office will be based exclusively on the written record in the Office. No attention will be paid to any alleged oral promise, stipulation, or understanding in relation to which there is disagreement or doubt.

The action of the Patent and Trademark Office cannot be based exclusively on the written record in the Office if that record is itself incomplete through the failure to record the substance of interviews.

It is the responsibility of the applicant or the attorney or agent to make the substance of an interview of record in the application file, unless the examiner indicates he or she will do so. It is the examiner's responsibility to see that such a record is made and to correct material inaccuracies which bear directly on the question of patentability.

Examiners must complete an Interview Summary Form for each interview held where a matter of substance has been discussed during the interview by checking the appropriate boxes and filling in the blanks. Discussions regarding only procedural matters, directed solely to restriction requirements for which interview recordation is otherwise provided for in Section 812.01 of the Manual of Patent Examining Procedure, or pointing out typographical errors or unreadable script in Office actions or the like, are excluded from the interview recordation procedures below. Where the substance of an interview is completely recorded in an Examiners Amendment, no separate Interview Summary Record is required.

The Interview Summary Form shall be given an appropriate Paper No., placed in the right hand portion of the file, and listed on the "Contents" section of the file wrapper. In a personal interview, a duplicate of the Form is given to the applicant (or attorney or agent) at the conclusion of the interview. In the case of a telephone or video-conference interview, the copy is mailed to the applicant's correspondence address either with or prior to the next official communication. If additional correspondence from the examiner is not likely before an allowance or if other circumstances dictate, the Form should be mailed promptly after the interview rather than with the next official communication.

The Form provides for recordation of the following information:

- Application Number (Series Code and Serial Number)
- Name of applicant
- Name of examiner
- Date of interview
- Type of interview (telephonic, video-conference, or personal)
- Name of participant(s) (applicant, attorney or agent, examiner, other PTO personnel, etc.)
- An indication whether or not an exhibit was shown or a demonstration conducted
- An identification of the specific prior art discussed
- An indication whether an agreement was reached and if so, a description of the general nature of the agreement (may be by attachment of a copy of amendments or claims agreed as being allowable). Note: Agreement as to allowability is tentative and does not restrict further action by the examiner to the contrary.
- The signature of the examiner who conducted the interview (if Form is not an attachment to a signed Office action)

It is desirable that the examiner orally remind the applicant of his or her obligation to record the substance of the interview of each case. It should be noted, however, that the Interview Summary Form will not normally be considered a complete and proper recordation of the interview unless it includes, or is supplemented by the applicant or the examiner to include, all of the applicable items required below concerning the substance of the interview.

A complete and proper recordation of the substance of any interview should include at least the following applicable items:

- 1) A brief description of the nature of any exhibit shown or any demonstration conducted,
- 2) an identification of the claims discussed,
- 3) an identification of the specific prior art discussed,
- 4) an identification of the principal proposed amendments of a substantive nature discussed, unless these are already described on the Interview Summary Form completed by the Examiner,
- 5) a brief identification of the general thrust of the principal arguments presented to the examiner,
(The identification of arguments need not be lengthy or elaborate. A verbatim or highly detailed description of the arguments is not required. The identification of the arguments is sufficient if the general nature or thrust of the principal arguments made to the examiner can be understood in the context of the application file. Of course, the applicant may desire to emphasize and fully describe those arguments which he or she feels were or might be persuasive to the examiner.)
- 6) a general indication of any other pertinent matters discussed, and
- 7) if appropriate, the general results or outcome of the interview unless already described in the Interview Summary Form completed by the examiner.

Examiners are expected to carefully review the applicant's record of the substance of an interview. If the record is not complete and accurate, the examiner will give the applicant an extendable one month time period to correct the record.

Examiner to Check for Accuracy

If the claims are allowable for other reasons of record, the examiner should send a letter setting forth the examiner's version of the statement attributed to him or her. If the record is complete and accurate, the examiner should place the indication, "Interview Record OK" on the paper recording the substance of the interview along with the date and the examiner's initials.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
-----------------	-------------	----------------------	---------------------	------------------

13/510,437

05/17/2012

Manabu Tateno

TMCW-10402/08

5228

25006

7590

06/20/2014

GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C

PO BOX 7021

TROY, MI 48007-7021

EXAMINER

BRAUCH, CHARLES JOSEPH

ART UNIT

PAPER NUMBER

3783

NOTIFICATION DATE

DELIVERY MODE

06/20/2014

ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

docket@patlaw.com

Office Action Summary	Application No. 13/510,437	Applicant(s) TATENO ET AL.	
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

- 1) ☒ Responsive to communication(s) filed on RCE dated April 4, 2014.
☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.
- 2a) ☐ This action is **FINAL**. 2b) ☒ This action is non-final.
- 3) ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
- 4) ☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims*

- 5) ☒ Claim(s) 1-4 is/are pending in the application.
5a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.
- 6) ☐ Claim(s) _____ is/are allowed.
- 7) ☒ Claim(s) 1-4 is/are rejected.
- 8) ☐ Claim(s) _____ is/are objected to.
- 9) ☐ Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

* If any claims have been determined allowable, you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

- 10) ☐ The specification is objected to by the Examiner.
- 11) ☒ The drawing(s) filed on May 17, 2012 is/are: a) ☒ accepted or b) ☐ objected to by the Examiner.
Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).
Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

Priority under 35 U.S.C. § 119

- 12) ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

Certified copies:

- a) ☐ All b) ☐ Some** c) ☐ None of the:
1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
 2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____.
 3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

** See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

- | | |
|---|---|
| 1) <input type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892) | 3) <input type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413)
Paper No(s)/Mail Date. _____ |
| 2) <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08a and/or PTO/SB/08b)
Paper No(s)/Mail Date _____ | 4) <input type="checkbox"/> Other: _____ |

Art Unit: 3783

DETAILED ACTION

1. This Non-Final Office Action is in response to the Request for Continued Examination filed on April 4, 2014.

Claim Rejections - 35 USC § 103

2. The following is a quotation of pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) which forms the basis for all obviousness rejections set forth in this Office action:

(a) A patent may not be obtained though the invention is not identically disclosed or described as set forth in section 102 of this title, if the differences between the subject matter sought to be patented and the prior art are such that the subject matter as a whole would have been obvious at the time the invention was made to a person having ordinary skill in the art to which said subject matter pertains. Patentability shall not be negated by the manner in which the invention was made.

3. Claim 1 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383).

4. Kamiyama discloses claim 1 of a variable compression ratio V-type internal combustion engine (Column 16, lines 46-52) which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase (See Pattakos below) characterized in that the engine is provided with a first relative movement mechanism (112, 110, 109, 132, 105, 130) which is fastened to a first cylinder group (FIG. 1—see below) side of said joined cylinder block through a plurality of supports (132, 130), which are fastened to the cylinder block; and a second relative movement mechanism (112, 110, 109a, 132, 105, 130) which is fastened to a second cylinder group side (Column 16, lines 46-52) of said joined cylinder block (See Pattakos below) through a plurality of supports (132, 130), which are fastened to the cylinder block, wherein the number of said supports (FIG. 1) of said first relative movement mechanism (FIG. 1) is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said first cylinder group (FIG. 1—five supports and four cylinders) so that one of said supports of said first relative movement mechanism (FIG. 1) is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos), the number of said supports of said second relative movement mechanism (FIG. 1) is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said second cylinder group (FIG.

Art Unit: 3783

1—five also) so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos), and, due to an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction (Pattakos), one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos), wherein a force acting to push up the cylinder block, in the cylinder axial line direction, at a time of firing of each cylinder, is dispersed to the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder. Please see response to the amendments below in the Response to Arguments section.

Kamiyama disclose a first cylinder group (2) having four cylinders that can move relative to a crankcase and teaching that a V-type engine could be used with a variable compression ratio apparatus. Kamiyama is silent, however, concerning a V-type variable compression ratio engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase. Pattakos teaches a V-type compression ratio engine and discloses in (FIG. 9—see below) two offset rows of cylinders joined together for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide two offset rows of four cylinders each that are joined together for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the convention eight cylinder balance.

Kamiyama also discloses supports but is silent on whether the supports are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first and second cylinder groups when viewing said first cylinder group side by the side view. Pattakos teaches in (FIG. 9) two offset rows of cylinders and in (FIG. 6—see below) discloses how the supports have exactly one more support than the number of cylinders which therefore teaches that the supports are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinder in said first and second cylinder groups when viewing said first cylinder group side by

Art Unit: 3783

the side view for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide supports that are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinder in said first and second cylinder groups for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Kamiyama discloses a group of four cylinders, but is silent concerning an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction. Pattakos in (FIG. 9) teaches two groups of cylinders having an offset between the two groups of cylinders in the crankshaft direction for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide two groups of cylinders having an offset between the two groups of cylinders in the crankshaft direction for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Kamiyama discloses a group of four cylinders with a group of supports one more than the cylinders on the side, but is silent concerning one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view. Pattakos teaches in (FIG. 1—see below) a group of cylinders having an additional support also. The nature of the spacing of the supports in (FIG. 1) requires that one of the supports of the first relative movement mechanism is along the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing from side by the side view and vice versa for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art to provide one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each

Art Unit: 3783

cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Please see response to amendments below in the Response to Arguments section.

5. Claim 2 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Kamiyama (2008/0178857).

6. Regarding claim 2, claim 2 depends from claim 1 which is obvious in light of Kamiyama in view of Pattakos. Claim 2 further requires wherein in that said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports (50) which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos) and second supports (52) which are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos), a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports (Kamiyama 2008), said supports (50) of said second relative movement mechanism are comprised of third supports (50) which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos) and fourth supports (52) which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos), and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports (Kamiyama 2008).

Kamiyama '468 discloses supports for the first and second relative movement mechanisms, but it is silent concerning their positioning relative to the cylinders. Pattakos teaches that the first and third supports are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view and the second and fourth supports are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view (FIGS. 1, 6, 9) for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the

Art Unit: 3783

art at the time of the invention to provide first and third supports positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view and the second and fourth supports are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view (FIGS. 1, 6, 9) for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Kamiyama '468 and Pattakos both are silent concerning thickness of first and third supports is two times a thickness of the second and fourth supports. Kamiyama (2008) teaches in (FIG. 3) that supports (25b) are twice as thick as supports (25a2) for the purpose of having the portions (23a2) and (25b) move integrally with the cylinder block in the direction of the cylinder axes relative to the crankcase. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide supports (25b) are twice as thick as supports (25a2) for the purpose of having the portions (23a2) and (25b) move integrally with the cylinder block in the direction of the cylinder axes relative to the crankcase.

7. Claim 3 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Shin (2009/0241910).

8. Regarding claim 3, claim 3 depends from claim 1 which is obvious in light of Kamiyama in view of Pattakos. Claim 3 further requires wherein in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable (Column 16, lines 46-52), a first relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said first cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) and a second relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said second cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) can be made different (Column 16, lines 46-52), said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative

Art Unit: 3783

movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke (Shin).

Kamiyama is silent on the cylinder block being joined. Pattakos teaches a joined cylinder block in (FIG. 9) and [Paragraph 0034] for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Kamiyama discloses changes in relative movement distance via the first and second relative movement mechanisms based on operational factors. Kamiyama and Pattakos are silent concerning control of cylinders while operating a variable compression ratio mechanism. Shin teaches in [Paragraph 0011] that the invention discloses a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage.

9. Claim 4 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Kamiyama (2008/0178857) and further in view of Shin (2009/0241910).

10. Regarding claim 4, claim 4 depends from claim 2 which is obvious in light of Kamiyama and Pattakos and Kamiyama (2008). Claim 3 further requires wherein in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable (Column 16, lines 46-52), a first relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said first cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) and a second relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said second cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) can be made different (Column 16, lines 46-52), said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and

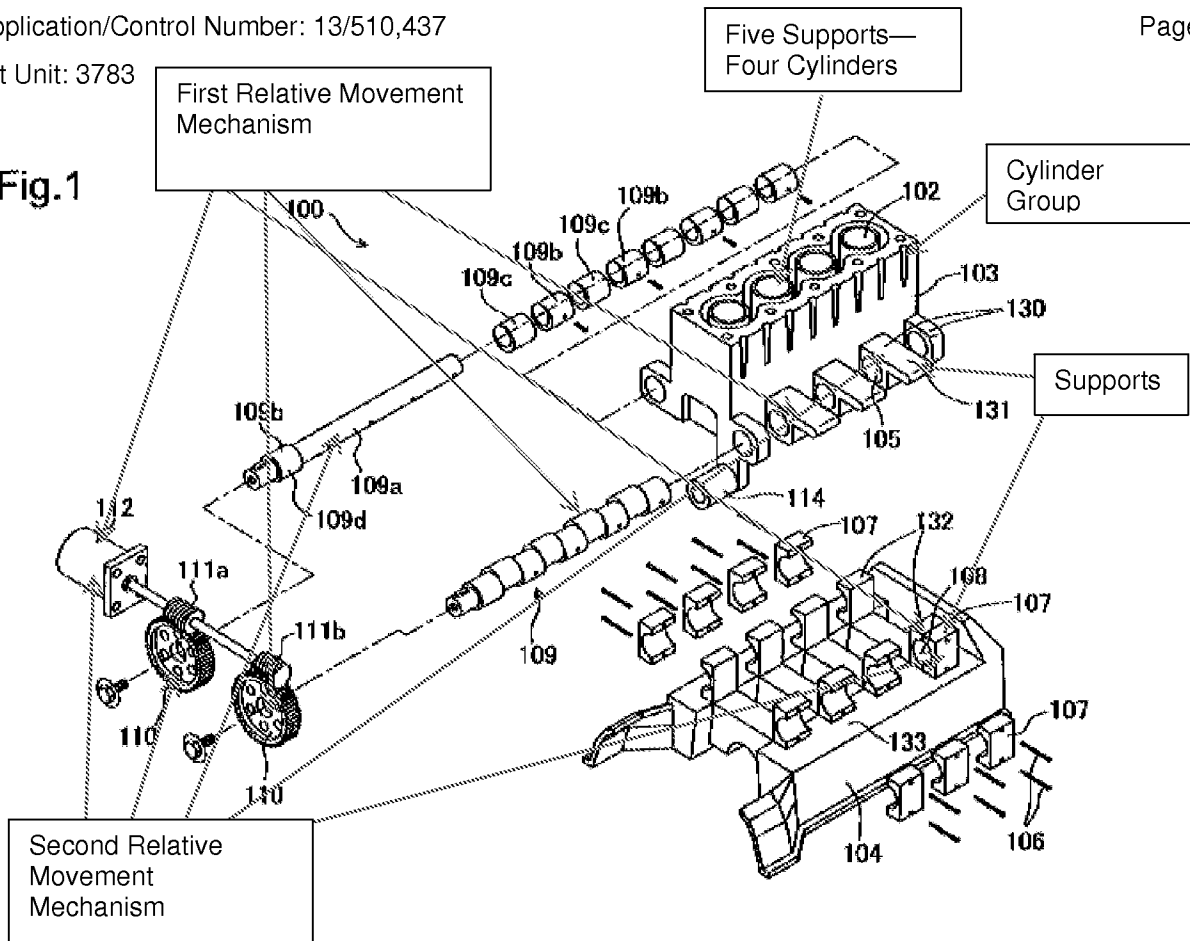
Art Unit: 3783

said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke (Shin).

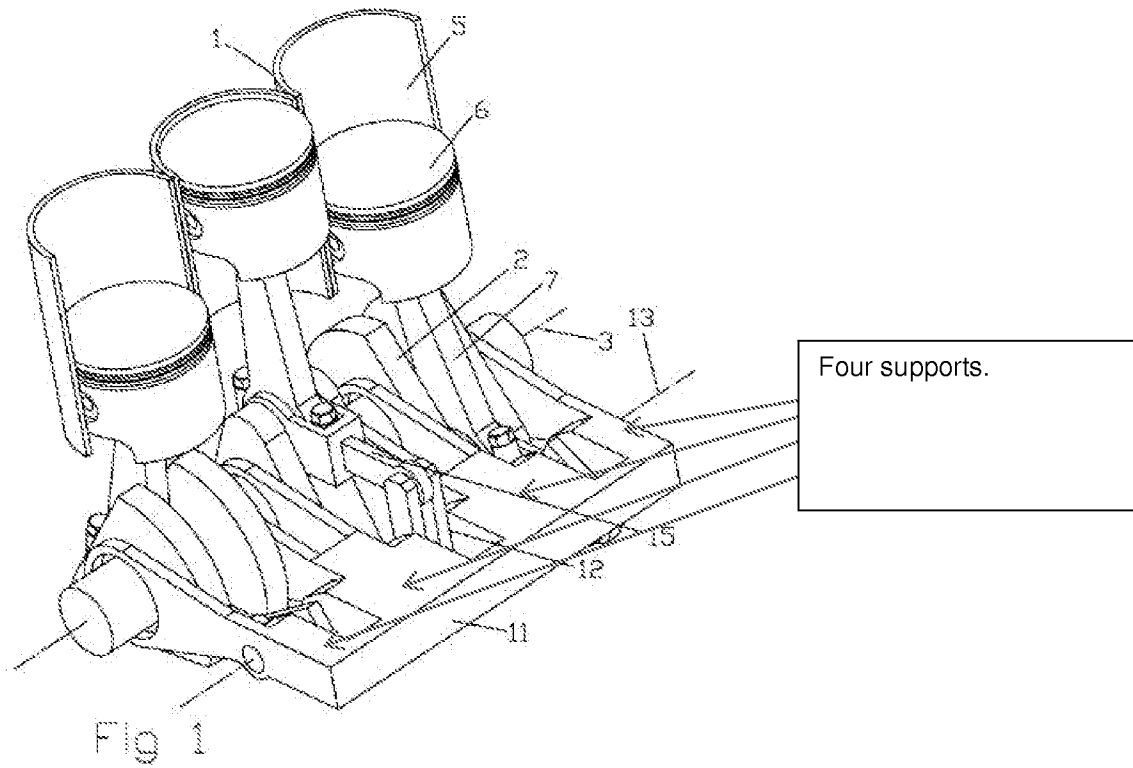
Kamiyama '468 is silent on the cylinder block being joined. Pattakos teaches a joined cylinder block in (FIG. 9) and [Paragraph 0034] for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Kamiyama '468 discloses changes in relative movement distance via the first and second relative movement mechanisms based on operational factors.

Kamiyama '468 Kamiyama (2008) and Pattakos are silent concerning control of cylinders while operating a variable compression ratio mechanism. Shin teaches in [Paragraph 0011] that the invention discloses a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage.

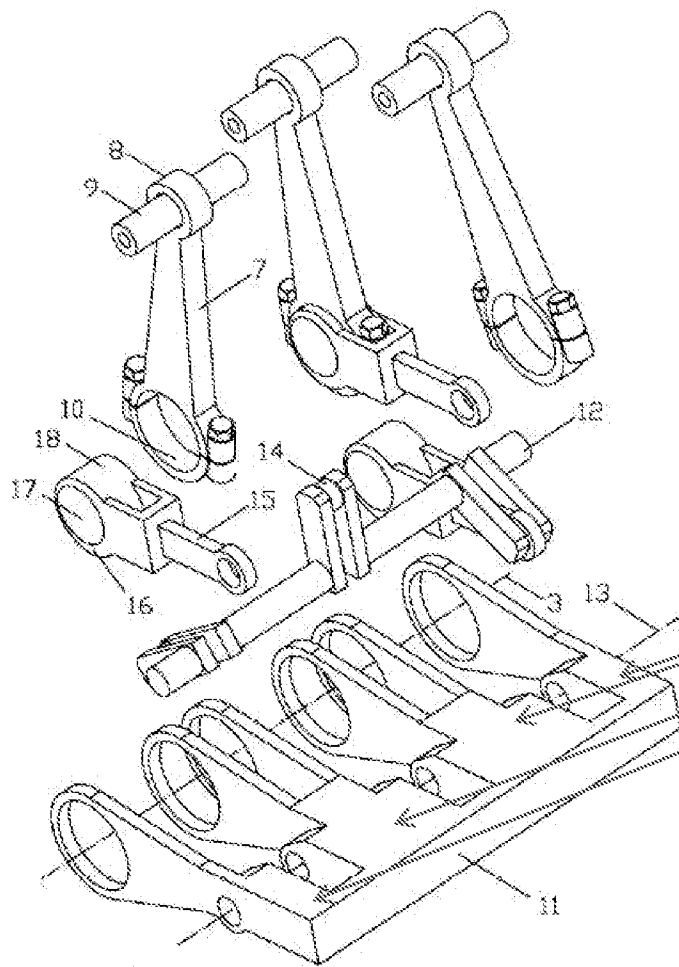
Fig.1



Art Unit: 3783

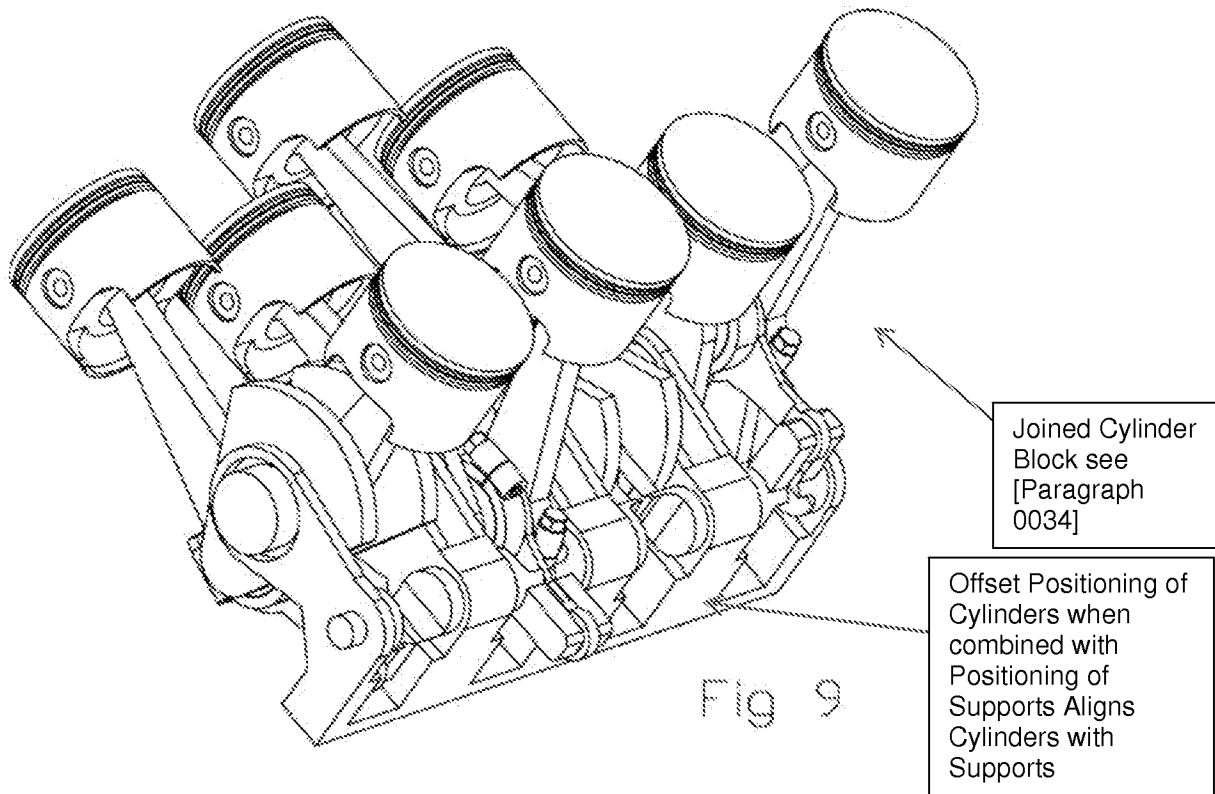


Art Unit: 3783



Four Supports
positioned ensures
that the proper
alignment of supports
relative to the axes of
the cylinders of each
respective group
whether off or on

Fig 6



Response to Arguments

11. Applicant's arguments filed April 4, 2014 have been fully considered but they are not persuasive. Initially it is clear that the supports are fastened to the cylinder block in the Kamiyama reference therefore disclosing the first two amendments to the claims. The Applicant then also states that (FIG. 9) of the Pattakos reference teaches a V-style engine with offset positioning at the top of page 10. The Applicant argues that the Pattakos reference is teaching how offset supports are structured. But the rejection of claim 1 makes it clear that the supports 132 and 130 are disclosed by the Kamiyama reference, not the Pattakos reference. In the rejection on page 3, second paragraph, line 5 the rejection states that "Pattakos teaches a V-type compression ratio engine and discloses (FIG. 9--see below) two offset rows of cylinders joined together." Therefore, the Applicant appears to not be combining the references in the manner described in the rejection.

Concerning the amended paragraph at the end of the claim, the distribution of force timing and pathway is wholly dependent upon structure. And, as the earlier paragraph has stated, so far there has

Art Unit: 3783

been no structure claimed that has not be disclosed or taught by the cited references. Therefore, the new amendments do not free the claims from the prior art and all pending claims are rejected.

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to CHARLES BRAUCH whose telephone number is (313)446-6511. The examiner can normally be reached on Monday-Friday;EST 9:00-6:00.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Lindsay Low can be reached on 571-272-1196. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/CHARLES BRAUCH/
Examiner, Art Unit 3783

/LINDSAY LOW/
Supervisory Patent Examiner, Art Unit 3783

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)


Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	8034	variable near20 compression near20 engine	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/06/10 19:42
L2	823	123/48B.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/06/10 19:42
L3	8465	L1 or L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2014/06/10 19:42

EAST Search History (Interference)

<This search history is empty>


6/ 10/ 2014 7:46:28 PM

C:\ Users\ cbrauch\ Documents\ EAST\ Workspaces\ APP 13-510437.wsp

<i>Index of Claims</i> 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

<input type="checkbox"/> Claims renumbered in the same order as presented by applicant <input type="checkbox"/> CPA <input type="checkbox"/> T.D. <input type="checkbox"/> R.1.47										
CLAIM		DATE								
Final	Original	07/26/2013	12/18/2013	06/10/2014						
	1	✓	✓	✓						
	2	✓	✓	✓						
	3	✓	✓	✓						
	4	✓	✓	✓						

Search Notes 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
123	48B	July 26, 2013	BRAUCH
123	48B	December 18, 2013	BRAUCH
123	48B	June 10, 2014	BRAUCH

SEARCH NOTES			
Search Notes		Date	Examiner
Performed Inventor Search. Performed PLUS Search. Search Terms Used and Databases Attached.		July 26, 2013	BRAUCH
Updated.		December 18, 2013	BRAUCH
Updated		June 10, 2014	BRAUCH

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner

--	--

REQUEST FOR CONTINUED EXAMINATION(RCE)TRANSMITTAL **(Submitted Only via EFS-Web)**

Application Number	13510437	Filing Date	2012-05-17	Docket Number (if applicable)	TMCW-10402/08	Art Unit	3783
First Named Inventor	Manabu Tateno			Examiner Name	C. J. Brauch		

This is a Request for Continued Examination (RCE) under 37 CFR 1.114 of the above-identified application.

Request for Continued Examination (RCE) practice under 37 CFR 1.114 does not apply to any utility or plant application filed prior to June 8, 1995, or to any design application. The Instruction Sheet for this form is located at WWW.USPTO.GOV

SUBMISSION REQUIRED UNDER 37 CFR 1.114

Note: If the RCE is proper, any previously filed unentered amendments and amendments enclosed with the RCE will be entered in the order in which they were filed unless applicant instructs otherwise. If applicant does not wish to have any previously filed unentered amendment(s) entered, applicant must request non-entry of such amendment(s).

☐ Previously submitted. If a final Office action is outstanding, any amendments filed after the final Office action may be considered as a submission even if this box is not checked.

☐ Consider the arguments in the Appeal Brief or Reply Brief previously filed on _____

☐ Other _____

☒ Enclosed

☒ Amendment/Reply

☐ Information Disclosure Statement (IDS)

☐ Affidavit(s)/ Declaration(s)

☐ Other _____

MISCELLANEOUS

☐ Suspension of action on the above-identified application is requested under 37 CFR 1.103(c) for a period of months _____
 (Period of suspension shall not exceed 3 months; Fee under 37 CFR 1.17(i) required)

☐ Other _____

FEES

The RCE fee under 37 CFR 1.17(e) is required by 37 CFR 1.114 when the RCE is filed.

☒ The Director is hereby authorized to charge any underpayment of fees, or credit any overpayments, to
 Deposit Account No 07-1180

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT REQUIRED

☒ Patent Practitioner Signature

☐ Applicant Signature

Doc code: RCEX

Doc description: Request for Continued Examination (RCE)

PTO/SB/30EFS (07-09)

Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Signature of Registered U.S. Patent Practitioner			
Signature	/Cesare A. Sclafani/	Date (YYYY-MM-DD)	2014-04-04
Name	Cesare A. Sclafani	Registration Number	59587

This collection of information is required by 37 CFR 1.114. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	13510437			
Filing Date:	17-May-2012			
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE			
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno			
Filer:	Cesare A. Sclafani/Deanna Mejia			
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08			
Filed as Large Entity				
U.S. National Stage under 35 USC 371 Filing Fees				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Miscellaneous:				
Request for Continued Examination	1801	1	1200	1200
Total in USD (\$)				1200

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	18672298
Application Number:	13510437
International Application Number:	
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Cesare A. Sclafani/Deanna Mejia
Filer Authorized By:	Cesare A. Sclafani
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	04-APR-2014
Filing Date:	17-MAY-2012
Time Stamp:	11:17:46
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	\$ 1200
RAM confirmation Number	8468
Deposit Account	071180
Authorized User	ANDERSON, THOMAS E.

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		TMCW-10402_08_-_Amendment_with_RCE.pdf	49617 fa84dfca7fdbb6184c53ee80cb33096925984d4a	yes	12
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start	End	
	Amendment Submitted/Entered with Filing of CPA/RCE		1	1	
	Claims		2	5	
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment		6	12	
Warnings:					
Information:					
2	Request for Continued Examination (RCE)	Request_for_Continued_Examination_Fillable_PDF.pdf	790967 a66e1e470620484a4b62bdbcb4180e6a01db8d9ad	no	3
Warnings:					
Information:					
3	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30554 65940def5ca9a7e7c4e8a93fbbe1cc03874e7a29	no	2
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			871138		
<p>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</p> <p><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</p> <p><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</p>					

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Utility Application of:
Manabu Tateno et al.

Application No.: 13/510,437

Confirmation No.: 5228

Filed: May 17, 2012

Art Unit: 3783

For: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Examiner: C. J. Brauch

AMENDMENT WITH REQUEST FOR CONTINUED EXAMINATION

MS RCE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Madam:

INTRODUCTORY COMMENTS

In response to the Office Action dated January 6, 2014, please amend the above-identified U.S. patent application as follows:

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 2 of this paper.

Remarks/Arguments begin on page 6 of this paper.

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

1. (Currently amended) A variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, the engine comprising:

a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, which are fastened to the cylinder block; and

a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, which are fastened to the cylinder block,

wherein the number of said supports of said first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said first cylinder group so that one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, the number of said supports of said second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said second cylinder group so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and,

wherein due to an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction, one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of

said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view,

wherein a force acting to push up the cylinder block, in the cylinder axial line direction, at a time of firing of each cylinder, is dispersed to the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder.

2. (Previously presented) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, wherein said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports, said supports of said second relative movement mechanism are comprised of third supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view and fourth supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports.

3. (Previously presented) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, wherein said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different, said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

4. (Previously presented) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 2, wherein said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different, said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement

mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

REMARKS

Status

Claims 1-4 were previously pending in the application. The present amendment amends independent claim 1, and does not add or cancel any claims. Accordingly, it is claims 1-4, as now amended, which are currently at issue.

The 35 U.S.C. §103 Rejection

In the Office Action dated January 6, 2014, the Examiner has essentially repeated his previous rejection of the claims. Specifically, the Examiner has rejected independent claim 1 under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over U.S. Patent 7,036,468 to Kamiyama in view of U.S. Patent Application Publication 2011/0048383 to Pattakos. The Examiner also rejected claims 2-4 under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over the combination of Kamiyama and Pattakos in view of varying combinations of U.S. Patent Application Publication 2008/0178857 to Kamiyama and U.S. Patent Application Publication 2009/0241910 to Shin. The Applicant would like to thank the Examiner for the Office Action, including the thorough explanation of the basis of the rejections.

The above identified Office Action has been reviewed, the references carefully considered, and the Examiner's comments thoughtfully weighed. In view thereof, the current amendment is presented. It is respectfully submitted that by the amendments and remarks presented herein, all bases of rejection set forth in the Office Action have been traversed and overcome. Accordingly, reconsideration and withdrawal of all rejections is respectfully requested.

The present invention is directed to a variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase. The variable compression ratio V-type internal

combustion engine includes a first relative movement mechanism and a second relative movement mechanism. The first relative movement mechanism is fastened to a first cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports. The second relative movement mechanism is fastened to a second cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports.

Independent claim 1 has been carefully amended to particularly point out and distinctly define additional structural limitations of the engine. Specifically, independent claim 1 has been amended to particularly point out and distinctly define that the plurality of supports of the first relative movement mechanism are fastened to the cylinder block. Similarly, independent claim 1 has been amended to particularly point out and distinctly define that the plurality of supports of the second relative movement mechanism are fastened to the cylinder block.

The number of the supports of the first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of the cylinders of the first cylinder group so that one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned at two sides of the center axial lines of the cylinders in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view.

The number of the supports of the second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of the second cylinder group so that one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view.

The cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group are offset from each other in the crankshaft direction. As such, one of the supports of the first

relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view and one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the first cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view.

Accordingly, the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group are offset from each other when viewing in a side view such that one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the first cylinder group and one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group.

Independent claim 1 has been further amended to particularly point out and distinctly define additional configurations of the engine. Specifically, independent claim 1 has been amended to particularly point out and distinctly define that a force acting to push up the cylinder block in the cylinder axial line direction, at a time of firing of each cylinder, is dispersed to the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder.

Due to the specific structural configuration as defined in independent claim 1, a force (lifting force) acting to push up the cylinder block in the cylinder axial line direction at a time of firing of each cylinder, can be reduced. Specifically, as the lifting force acting on the cylinder block in the axial direction of each cylinder, due to combustion in the combustion chamber, is supported by two supports positioned at the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and one support positioned at the cylinder group side opposing the firing cylinder. As

the lifting force upon the cylinder block is supported by three supports the load applied to each support can be decreased.

In the prior prosecution of the application, the Examiner has rejected independent claim 1 as being unpatentable over the combination of the Kamiyama patent and the Pattakos reference. However, the Applicant respectfully submits that the cited references, either alone or in combination, fail to disclose or make obvious each and every limitation regarding independent claim 1.

The Kamiyama patent discloses an in-line four cylinder engine having a variable compression ratio mechanism. In particular, the Kamiyama patent discloses that the variable compression ratio mechanism can be applied to a V-type engine, and in this case one cam shaft is positioned at each bank thereof (column 16, lines 46-55 of Kamiyama). However, the Kamiyama patent does not disclose the positions at which the supports should be disposed.

The Pattakos reference discloses an engine having another variable compression ratio mechanism. However, the Pattakos reference merely discloses that an eccentric ring 17 is provided between a crank pin 4 of a crankshaft 2 and a crankshaft attachment 10 of a connecting rod 7. The Pattakos reference discloses that the compression ratio can be changed by changing the rotation angle of the eccentric ring 17.

In particular, changing the rotation angle of the eccentric ring 17 is performed by changing the relative position of the second crankshaft 12 connected to eccentric ring 17 with respect to crankshaft 2. A control frame 11 is provided for positioning a second crankshaft 12 around the crankshaft 2.

Further, the Pattakos reference discloses, in Figs. 9-13, a V-type engine in which the above variable compression ratio mechanism is applied. In the V-type engine disclosed in Figs.

9-13, the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group are offset from each other.

In the rejection, the Examiner has equated the control frame 11 of the Pattakos reference to the claimed supports of the present invention. Therefore, the Examiner takes the position that the combination of the Kamiyama patent and the Pattakos reference discloses the above feature of the present invention (pages 9 and 10 of the Office Action).

In sharp contrast to the claimed supports of independent claim 1, which are attached to the cylinder block, the Pattakos reference merely discloses that the control frame 11 is attached to the crankshaft. As such, the supports of the present invention are attached to the cylinder block, while the control frame 11 of Pattakos is attached to the crankshaft, and therefore, the basic constructions are different between the present invention and Pattakos. In addition, this difference in the attaching position is based on the difference in the variable compression ratio mechanism, and therefore the variable compression ratio mechanism is completely different between the present invention and Kamiyama.

Further still, the Applicant respectfully submits that the cited references, either alone or in combination, fail to disclose or make obvious the claimed limitation in which a force acting to push up the cylinder block, in the cylinder axial line direction, at a time of firing of each cylinder, is dispersed to the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder. Specifically, as now claimed, independent claim 1 specifically defines the dispersion of the force acting to push up the cylinder block, in the cylinder axial line direction, by the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder, and in which the plurality of supports are now defined as

being fastened to the cylinder block. Accordingly, the Applicant respectfully submits that the cited references either alone or in combination fail to disclose or make obvious the specific limitations of independent claim 1.

Moreover, the Applicant respectfully submits that it would not have been obvious to one of ordinary skill in the art to modify the cited references to result in the claimed invention. Specifically, the references are void of any disclosure whatsoever regarding a dispersion of a force acting to push up the cylinder block, in the cylinder axial line direction, at a time of firing of each cylinder, by the two supports of the cylinder group side corresponding to the firing cylinder and the one support of the cylinder group side opposing the firing cylinder. Specifically, independent claim 1 now particularly points out and distinctly defines the connection of the plurality of supports of the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism are fastened to the cylinder block and the supports, due to their specific structural configuration, are used to disperse and force acting to lift up the cylinder block by two supports on the side corresponding to the firing cylinder and a support on a cylinder group side opposite the firing cylinder.

Due to the cited references failure to disclose or make obvious the claimed invention, the Applicant respectfully submits that it would not have been obvious to one of ordinary skill in the art to modify the cited references to result in the claimed invention as such modification would be based solely upon the use of impermissible hindsight.

Further, the remainder of the references fails to cure the defects of the Kamiyama patent and the Pattakos reference. Specifically, they fail to disclose or make obvious, either alone or in combination, the limitations regarding the specific structural configuration of the supports of the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism.

In view of the foregoing, the Applicant respectfully submits that the combination of the cited references fails to disclose or make obvious the claimed invention. As such, the Applicant respectfully submits that independent claim 1 can no longer be rejected as obvious by the combination of the cited references. Therefore, the Applicant respectfully requests that the rejections be withdrawn and independent claim 1, and any claims depending thereon, be held in condition for allowance.

Conclusion

In view of the claim amendments and remarks presented herein, the Applicant respectfully submits that claims 1-4 are now in condition for allowance. Any questions, comments, or suggestions the Examiner may have which would place the application in a better condition for allowance should be directed to the undersigned attorney.

The Director is hereby authorized to charge any deficiency in the fees filed, asserted to be filed or which should have been filed herewith (or with any paper hereafter filed in this application by this firm) to our Deposit Account No. 07-1180.

Dated: April 4, 2014

Respectfully submitted,

Electronic signature: /Cesare A. Sclafani/

Cesare A. Sclafani

Registration No.: 59,587

GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON
& CITKOWSKI, P.C.

2701 Troy Center Drive, Suite 330

Post Office Box 7021

Troy, Michigan 48007-7021

(248) 647-6000

(248) 647-5210 (Fax)

Attorney for Applicant

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 13/510,437	Filing Date 05/17/2012	<input type="checkbox"/> To be Mailed
---	---	----------------------------------	---------------------------------------

 ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO

APPLICATION AS FILED – PART I

FOR	NUMBER FILED (Column 1)	NUMBER EXTRA (Column 2)	RATE (\$)	FEE (\$)
<input type="checkbox"/> BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A	
<input type="checkbox"/> SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A	
<input type="checkbox"/> EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X \$ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X \$ =	
<input type="checkbox"/> APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$310 (\$155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).			
<input type="checkbox"/> MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))				
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)
	04/04/2014	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT					
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 4	Minus	** 20	= 0	X \$80 =	0
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 1	Minus	***3	= 0	X \$420 =	0
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
TOTAL ADD'L FEE						0	
AMENDMENT	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)
		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT					
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X \$ =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X \$ =	
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
TOTAL ADD'L FEE							

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

 LIE
/DENISE LILES/

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/510,437	05/17/2012	Manabu Tateno	TMCW-10402/08	5228

25006 7590 01/06/2014
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

EXAMINER

BRAUCH, CHARLES JOSEPH

ART UNIT	PAPER NUMBER
----------	--------------

3783

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
-------------------	---------------

01/06/2014

ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

docket@patlaw.com

Office Action Summary	Application No. 13/510,437	Applicant(s) TATENO ET AL.	
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

- 1) ☒ Responsive to communication(s) filed on November 5, 2013.
☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.
- 2a) ☒ This action is **FINAL**. 2b) ☐ This action is non-final.
- 3) ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
- 4) ☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims*

- 5) ☒ Claim(s) 1-4 is/are pending in the application.
5a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.
- 6) ☐ Claim(s) _____ is/are allowed.
- 7) ☒ Claim(s) 1-4 is/are rejected.
- 8) ☐ Claim(s) _____ is/are objected to.
- 9) ☐ Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

* If any claims have been determined allowable, you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

- 10) ☐ The specification is objected to by the Examiner.
- 11) ☒ The drawing(s) filed on 17 May 2012 is/are: a) ☒ accepted or b) ☐ objected to by the Examiner.
Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).
Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

Priority under 35 U.S.C. § 119

- 12) ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

Certified copies:

- a) ☐ All b) ☐ Some** c) ☐ None of the:
1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
 2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____.
 3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

** See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

- | | |
|---|---|
| 1) <input type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892) | 3) <input type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413)
Paper No(s)/Mail Date. _____ |
| 2) <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08a and/or PTO/SB/08b)
Paper No(s)/Mail Date _____ | 4) <input type="checkbox"/> Other: _____ |

Art Unit: 3783

DETAILED ACTION

Claim Rejections - 35 USC § 103

1. The following is a quotation of pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) which forms the basis for all obviousness rejections set forth in this Office action:

(a) A patent may not be obtained though the invention is not identically disclosed or described as set forth in section 102 of this title, if the differences between the subject matter sought to be patented and the prior art are such that the subject matter as a whole would have been obvious at the time the invention was made to a person having ordinary skill in the art to which said subject matter pertains. Patentability shall not be negated by the manner in which the invention was made.

2. Claim 1 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383).

3. Kamiyama discloses claim 1 of a variable compression ratio V-type internal combustion engine (Column 16, lines 46-52) which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase (See Pattakos below) characterized in that the engine is provided with a first relative movement mechanism (112, 110, 109, 132, 105, 130) which is fastened to a first cylinder group (FIG. 1—see below) side of said joined cylinder block through a plurality of supports (132, 130), and a second relative movement mechanism (112, 110, 109a, 132, 105, 130) which is fastened to a second cylinder group side (Column 16, lines 46-52) of said joined cylinder block (See Pattakos below) through a plurality of supports (132, 130), the number of said supports (FIG. 1) of said first relative movement mechanism (FIG. 1) is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said first cylinder group (FIG. 1—five supports and four cylinders) so that one of said supports of said first relative movement mechanism (FIG. 1) is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos), the number of said supports of said second relative movement mechanism (FIG. 1) is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said second cylinder group (FIG. 1—five also) so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos), and, due to an offset between the cylinders of

Art Unit: 3783

said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction (Pattakos), one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos).

Kamiyama disclose a first cylinder group (2) having four cylinders that can move relative to a crankcase and teaching that a V-type engine could be used with a variable compression ratio apparatus. Kamiyama is silent, however, concerning a V-type variable compression ratio engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase. Pattakos teaches a V-type compression ratio engine and discloses in (FIG. 9—see below) two offset rows of cylinders joined together for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide two offset rows of four cylinders each that are joined together for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the convention eight cylinder balance.

Kamiyama also discloses supports but is silent on whether the supports are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first and second cylinder groups when viewing said first cylinder group side by the side view. Pattakos teaches in (FIG. 9) two offset rows of cylinders and in (FIG. 6—see below) discloses how the supports have exactly one more support than the number of cylinders which therefore teaches that the supports are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinder in said first and second cylinder groups when viewing said first cylinder group side by the side view for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide supports that are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinder in said first and second cylinder groups for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Art Unit: 3783

Kamiyama discloses a group of four cylinders, but is silent concerning an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction. Pattakos in (FIG. 9) teaches two groups of cylinders having an offset between the two groups of cylinders in the crankshaft direction for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide two groups of cylinders having an offset between the two groups of cylinders in the crankshaft direction for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Kamiyama discloses a group of four cylinders with a group of supports one more than the cylinders on the side, but is silent concerning one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view. Pattakos teaches in (FIG. 1—see below) a group of cylinders having an additional support also. The nature of the spacing of the supports in (FIG. 1) requires that one of the supports of the first relative movement mechanism is along the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing from side by the side view and vice versa for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art to provide one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

4. Claim 2 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Kamiyama (2008/0178857).

Art Unit: 3783

5. Regarding claim 2, claim 2 depends from claim 1 which is obvious in light of Kamiyama in view of Pattakos. Claim 2 further requires wherein in that said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports (50) which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos) and second supports (52) which are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos), a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports (Kamiyama 2008), said supports (50) of said second relative movement mechanism are comprised of third supports (50) which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos) and fourth supports (52) which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos), and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports (Kamiyama 2008).

Kamiyama '468 discloses supports for the first and second relative movement mechanisms, but it is silent concerning their positioning relative to the cylinders. Pattakos teaches that the first and third supports are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view and the second and fourth supports are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view (FIGS. 1, 6, 9) for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide first and third supports positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view and the second and fourth supports are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group

Art Unit: 3783

when viewing said first and second cylinder group side by the side view (FIGS. 1, 6, 9) for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Kamiyama '468 and Pattakos both are silent concerning thickness of first and third supports is two times a thickness of the second and fourth supports. Kamiyama (2008) teaches in (FIG. 3) that supports (25b) are twice as thick as supports (25a2) for the purpose of having the portions (23a2) and (25b) move integrally with the cylinder block in the direction of the cylinder axes relative to the crankcase. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide supports (25b) are twice as thick as supports (25a2) for the purpose of having the portions (23a2) and (25b) move integrally with the cylinder block in the direction of the cylinder axes relative to the crankcase.

6. Claim 3 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Shin (2009/0241910).

7. Regarding claim 3, claim 3 depends from claim 1 which is obvious in light of Kamiyama in view of Pattakos. Claim 3 further requires wherein in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable (Column 16, lines 46-52), a first relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said first cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) and a second relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said second cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) can be made different (Column 16, lines 46-52), said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke (Shin).

Kamiyama is silent on the cylinder block being joined. Pattakos teaches a joined cylinder block in (FIG. 9) and [Paragraph 0034] for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the

Art Unit: 3783

conventional eight cylinder balance. Kamiyama discloses changes in relative movement distance via the first and second relative movement mechanisms based on operational factors. Kamiyama and Pattakos are silent concerning control of cylinders while operating a variable compression ratio mechanism. Shin teaches in [Paragraph 0011] that the invention discloses a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage.

8. Claim 4 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Kamiyama (2008/0178857) and further in view of Shin (2009/0241910).

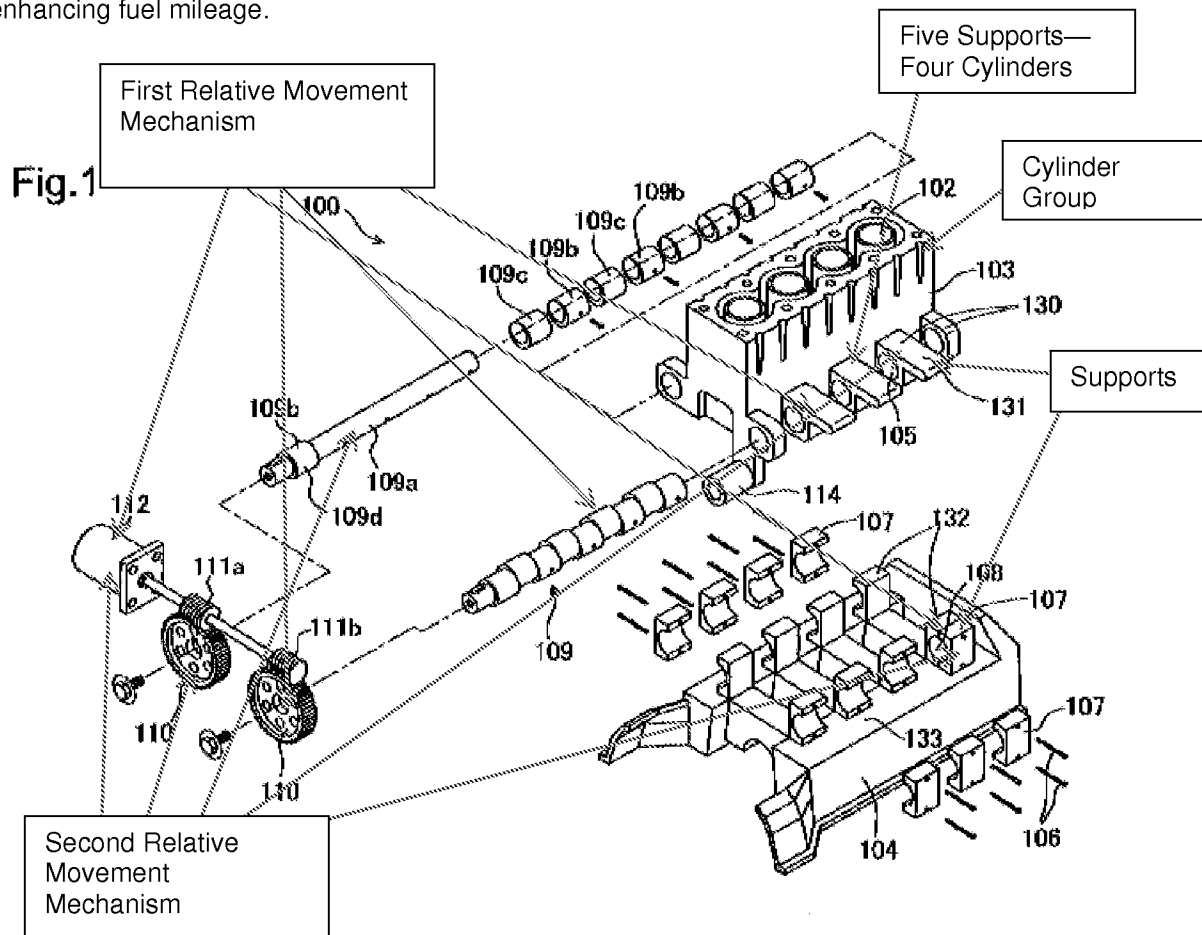
9. Regarding claim 4, claim 4 depends from claim 2 which is obvious in light of Kamiyama and Pattakos and Kamiyama (2008). Claim 3 further requires wherein in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable (Column 16, lines 46-52), a first relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said first cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) and a second relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said second cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) can be made different (Column 16, lines 46-52), said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke (Shin).

Kamiyama '468 is silent on the cylinder block being joined. Pattakos teaches a joined cylinder block in (FIG. 9) and [Paragraph 0034] for the purpose of the balance of the engine remaining as good as

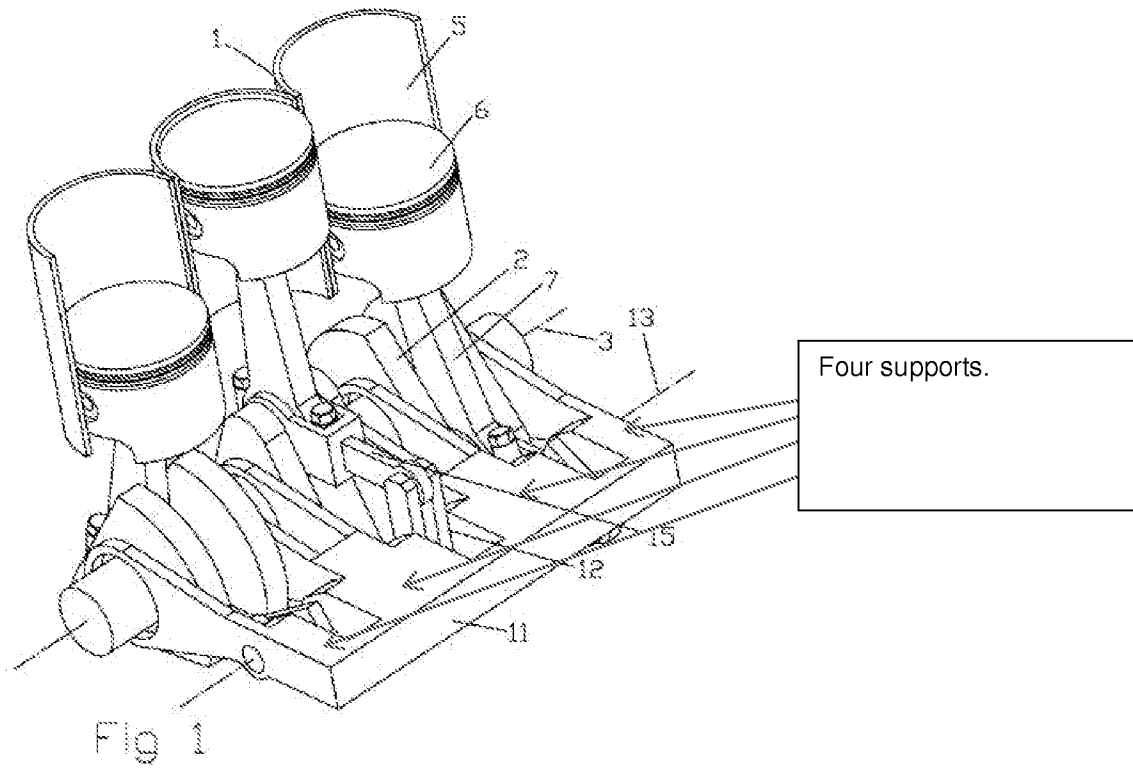
Art Unit: 3783

the conventional eight cylinder balance. Kamiyama '468 discloses changes in relative movement distance via the first and second relative movement mechanisms based on operational factors.

Kamiyama '468 Kamiyama (2008) and Pattakos are silent concerning control of cylinders while operating a variable compression ratio mechanism. Shin teaches in [Paragraph 0011] that the invention discloses a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage.



Art Unit: 3783



Art Unit: 3783

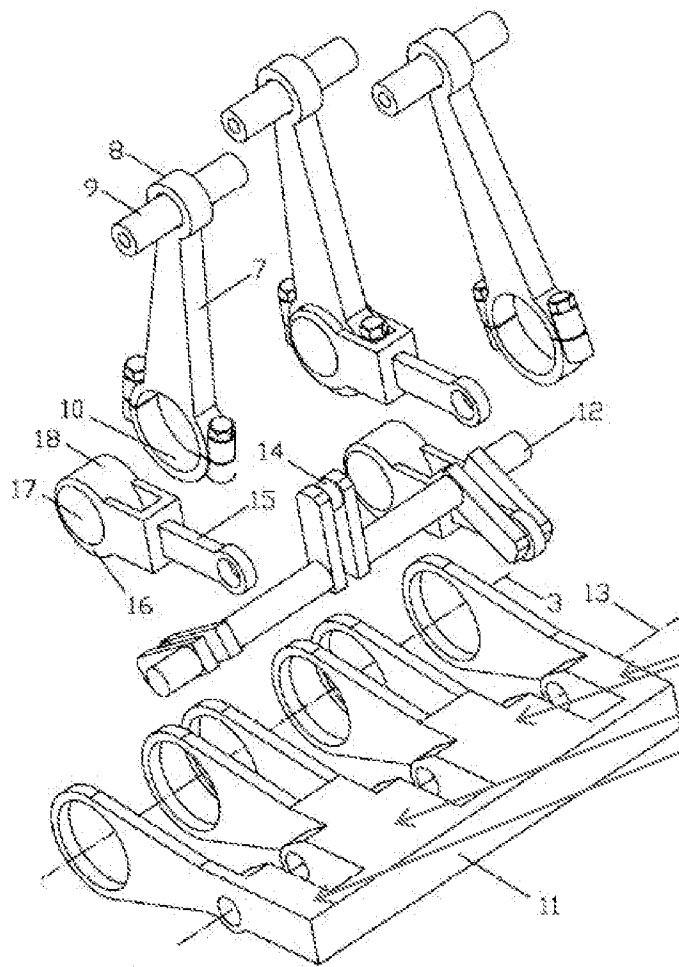
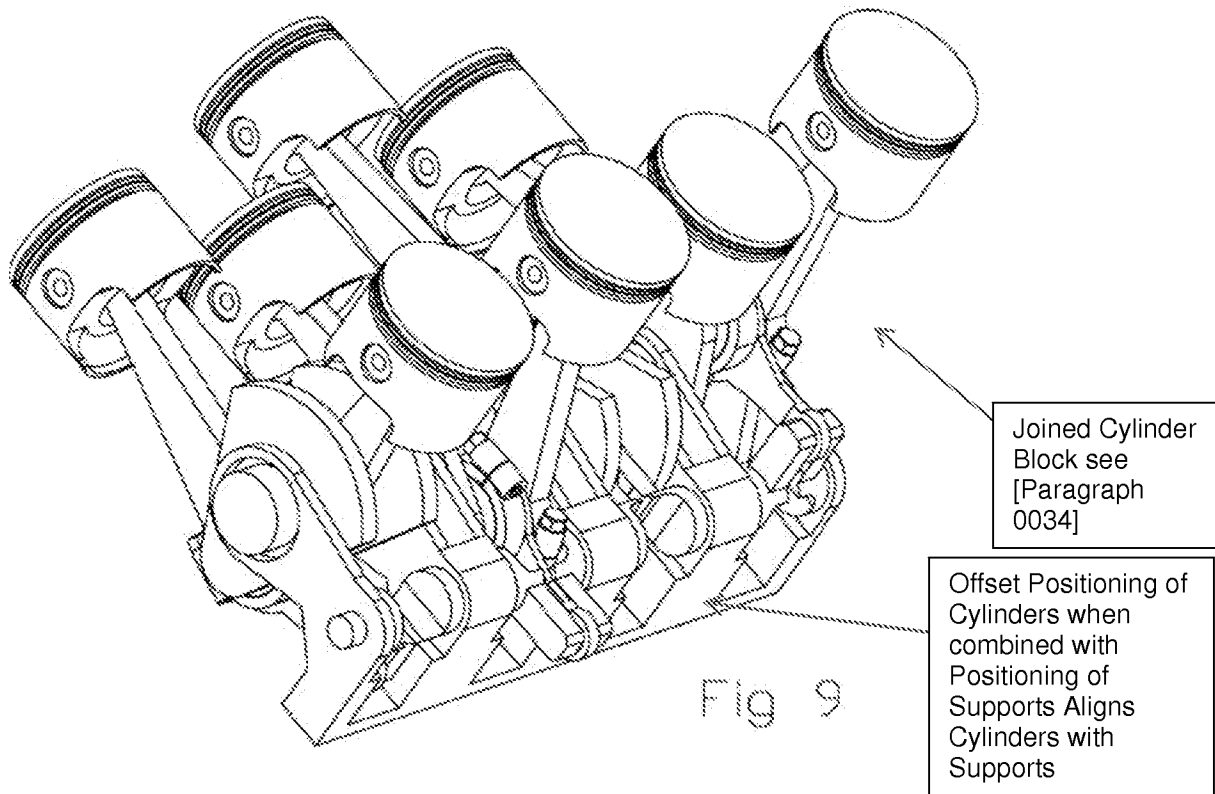


Fig 6

Four Supports
positioned ensures
that the proper
alignment of supports
relative to the axes of
the cylinders of each
respective group
whether off or on

Art Unit: 3783



Response to Arguments

10. The Applicant presents arguments for patentability. First, the Applicant asserts that the claimed supports are attached to the cylinder block. Next, they say wherein "the force lifting up the cylinder block is supported by three supports, and thus the load applied to each support can be decreased," can be obtained. Finally, they say the multiple supports distribute the load. Examiner respectively disagrees with all of these assertions.

Initially, Examiner is unaware of claim language that recites that the supports are directly connected to the cylinder block. The Remarks section of the Amendments alleges independent claim 12, which is assumed to be independent claim 1, states there is a connection to the cylinder block in the claims but Examiner only sees a vague connection. Furthermore the second statement of "the force lifting up . . ." Examiner could not find in the claims. The Applicant states that the cited references connection to the crankshafts (2) and (12) is different. The crankshafts (2) and (12) are securely connected to the block and bear a portion of the load. Looking at the design of FIG. 6 above on Page 10

Art Unit: 3783

it's clear that the load is distributed across many supports. The Applicant states that the design is different and therefore is patentable over the cited art, however, Examiner has failed to see where exactly in the claims these differences are. Accordingly, all rejections are maintained.

Conclusion

11. **THIS ACTION IS MADE FINAL.** Applicant is reminded of the extension of time policy as set forth in 37 CFR 1.136(a).

A shortened statutory period for reply to this final action is set to expire THREE MONTHS from the mailing date of this action. In the event a first reply is filed within TWO MONTHS of the mailing date of this final action and the advisory action is not mailed until after the end of the THREE-MONTH shortened statutory period, then the shortened statutory period will expire on the date the advisory action is mailed, and any extension fee pursuant to 37 CFR 1.136(a) will be calculated from the mailing date of the advisory action. In no event, however, will the statutory period for reply expire later than SIX MONTHS from the mailing date of this final action.

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to CHARLES BRAUCH whose telephone number is (313)446-6511. The examiner can normally be reached on Monday-Friday;EST 9:00-6:00.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Lindsay Low can be reached on 571-272-1196. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

Application/Control Number: 13/510,437

Page 13

Art Unit: 3783

/CHARLES BRAUCH/
Examiner, Art Unit 3783

/LINDSAY LOW/
Supervisory Patent Examiner, Art Unit 3783

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)


Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	5910	variable near20 compression near20 engine	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2013/12/18 18:28
L2	778	123/48B.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2013/12/18 18:28
L3	6327	L1 or L2	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2013/12/18 18:28

EAST Search History (Interference)

<This search history is empty>


12/ 18/ 2013 6:50:53 PM

C:\ Users\ cbrauch\ Documents\ EAST\ Workspaces\ APP 13-510437.wsp

<p align="center"><i>Index of Claims</i></p> 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

<input type="checkbox"/> Claims renumbered in the same order as presented by applicant				<input type="checkbox"/> CPA		<input type="checkbox"/> T.D.		<input type="checkbox"/> R.1.47	
CLAIM		DATE							
Final	Original	07/26/2013	12/18/2013						
	1	✓	✓						
	2	✓	✓						
	3	✓	✓						
	4	✓	✓						

Search Notes 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
123	48B	July 26, 2013	BRAUCH
123	48B	December 18, 2013	BRAUCH

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
Performed Inventor Search. Performed PLUS Search. Search Terms Used and Databases Attached.	July 26, 2013	BRAUCH
Updated.	December 18, 2013	BRAUCH

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner

--	--

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Utility Application of:
Manabu Tateno et al.

Application No.: 13/510,437

Confirmation No.: 5228

Filed: May 17, 2012

Art Unit: 3783

For: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Examiner: C. J. Brauch

AMENDMENT IN RESPONSE TO
NON-FINAL OFFICE ACTION UNDER 37 C.F.R. 1.111

MS Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Madam:

INTRODUCTORY COMMENTS

In response to the Office Action mailed August 5, 2013, please amend the above-identified U.S. patent application as follows:

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 2 of this paper.

Remarks/Arguments begin on page 5 of this paper.

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

1. (Currently amended) A variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, ~~characterized in that the engine is provided with~~ comprising:

a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports; and

a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports,

the number of said supports of said first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said first cylinder group so that one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, the number of said supports of said second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said second cylinder group so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and,

wherein due to an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction, one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line

of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view.

2. (Currently amended) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, wherein ~~characterized in that~~ said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports, said supports of said second relative movement mechanism are comprised of third supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view and fourth supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports.

3. (Currently amended) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1, wherein ~~characterized in that~~ said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at

said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different, said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

4. (Currently amended) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 2, wherein ~~characterized in that~~ said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different, said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

REMARKS

Status

Claims 1-4 were previously pending in the application. The present amendment amends claims 1-4 and does not add or cancel any claims. Accordingly, it is claims 1-4, as now amended, which are currently at issue.

The 35 U.S.C. §103 Rejection

In the Office Action dated August 5, 2013, the Examiner rejected independent claim 1 under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over U.S. Patent 7,036,468 to Kamiyama in view of U.S. Patent Application Publication 2011/0048383 to Pattakos. The Examiner also rejected claims 2-4 under 35 U.S.C. §103(a) as being unpatentable over the combination of Kamiyama and Pattakos in view of varying combinations of U.S. Patent Application Publication 2008/0178857 to Kamiyama and U.S. Patent Application Publication 2009/0241910 to Shin. The Applicant would like to thank the Examiner for the Office Action, including the thorough explanation of the basis of the rejections.

The above identified Office Action has been reviewed, the references carefully considered, and the Examiner's comments thoughtfully weighed. In view thereof, the current amendment is presented. It is respectfully submitted that by the amendments and remarks presented herein, all bases of rejection set forth in the Office Action have been traversed and overcome. Accordingly, reconsideration and withdrawal of all rejections is respectfully requested.

The present invention is directed to a variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase. The variable compression ratio V-type internal

combustion engine includes a first relative movement mechanism and a second relative movement mechanism. The first relative movement mechanism is fastened to a first cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports. The second relative movement mechanism is fastened to a second cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports.

The number of the supports of the first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of the cylinders of the first cylinder group so that one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned at two sides of the center axial lines of the cylinders in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view.

The number of the supports of the second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of the second cylinder group so that one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view.

The cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group are offset from each other in the crankshaft direction. As such, one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view and one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the first cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view.

Accordingly, the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group are offset from each other when viewing in a side view such that one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the first cylinder group and one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group.

As each of the supports of the second relative movement mechanism are positioned on the center axial line of each cylinder in the first cylinder group and each of the supports of the first relative movement mechanism are positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group, the force of lifting up a cylinder block is reduced. Specifically, as the lifting force acting on the cylinder block in the axial direction of each cylinder, due to combustion in the combustion chamber, is supported by two supports positioned at the cylinder group side corresponding to the combustion occurring cylinder and one support positioned at the cylinder group side opposing the combustion occurring cylinder. Accordingly, the lifting force upon the cylinder block is supported by three supports; therefore, the load applied to each support can be decreased.

In the prior prosecution of the application, the Examiner has rejected independent claim 1 as being unpatentable over the combination of the Kamiyama patent and the Pattakos reference. However, the Applicant respectfully submits that the cited references, either alone or in combination, fail to disclose or make obvious each and every limitation regarding independent claim 1.

The Kamiyama patent discloses an in-line four cylinder engine having a variable compression ratio mechanism. In particular, Kamiyama patent discloses that the variable compression ratio mechanism can be applied to a V-type engine, and in this case one cam shaft is

positioned at each bank thereof (column 16, lines 46-55 of Kamiyama). However, the Kamiyama patent does not disclose the positions at which the supports should be disposed.

The Pattakos reference discloses an engine having another variable compression ratio mechanism. However, the Pattakos reference merely discloses that an eccentric ring 17 is provided between a crank pin 4 of a crankshaft 2 and a crankshaft attachment 10 of a connecting rod 7. The Pattakos reference discloses that the compression ratio can be changed by changing the rotation angle of the eccentric ring 17.

In particular, changing the rotation angle of the eccentric ring 17 is performed by changing the relative position of the second crankshaft 12 connected to eccentric ring 17 with respect to crankshaft 2. A control frame 11 is provided for positioning a second crankshaft 12 around the crankshaft 2.

Further, the Pattakos reference discloses, in Figs. 9-13, a V-type engine in which the above variable compression ratio mechanism is applied. In the V-type engine disclosed in Figs. 9-13, the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group are offset from each other.

In the rejection, the Examiner has equated the control frame 11 of the Pattakos reference to the claimed supports of the present invention. Therefore, the Examiner takes the position that the combination of the Kamiyama patent and the Pattakos reference discloses the above feature of the present invention (pages 9 and 10 of the Office Action).

In sharp contrast to the claimed supports of independent claim 12, which are attached to the cylinder block, the Pattakos reference merely discloses that the control frame 11 is attached to the crankshaft. As such, the supports of the present invention are attached to the cylinder block, while the control frame 11 of Pattakos is attached to the crankshaft, and therefore, the

basic constructions are different between the present invention and Pattakos. In addition, this difference in the attaching position is based on the difference in the variable compression ratio mechanism, and therefore the variable compression ratio mechanism is completely different between the present invention and Kamiyama.

Moreover, according to the present invention, the advantageous effects wherein “the force lifting up the cylinder block is supported by three supports, and thus the load applied to each support can be decreased” can be obtained, while such effects cannot be obtained in the Pattakos reference.

Moreover, the Applicant respectfully submits that it would not have been obvious to one of ordinary skill in the art to modify the cited references, either alone or in combination, to result in the claimed invention. Specifically, the references fail to disclose or make obvious the specific configuration that results in three supports being provided around a cylinder such that during combustion, the load applied to each support can be decreased.

Due to the cited references failure to disclose or make obvious the claimed invention, the Applicant respectfully submits that it would not have been obvious to one of ordinary skill in the art to modify the cited references to result in the claimed invention as such modification would be based solely upon the use of impermissible hindsight.

Further, the remainder of the references fails to cure the defects of the Kamiyama patent and the Pattakos reference. Specifically, they fail to disclose or make obvious, either alone or in combination, the limitations regarding the specific structural configuration of the supports of the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism.

In view of the foregoing, the Applicant respectfully submits that the combination of the cited references fails to disclose or make obvious the claimed invention. As such, the Applicant respectfully submits that independent claim 1 can no longer be rejected as obvious by the combination of the cited references. Therefore, the Applicant respectfully requests that the rejections be withdrawn and independent claim 1, and any claims depending thereon, be held in condition for allowance.

Conclusion

In view of the claim amendments and remarks presented herein, the Applicant respectfully submits that claims 1-4 are now in condition for allowance. Any questions, comments, or suggestions the Examiner may have which would place the application in a better condition for allowance should be directed to the undersigned attorney.

The Director is hereby authorized to charge any deficiency in the fees filed, asserted to be filed or which should have been filed herewith (or with any paper hereafter filed in this application by this firm) to our Deposit Account No. 07-1180.

Dated: November 5, 2013

Respectfully submitted,

By /Cesare A. Sclafani/
Cesare A. Sclafani
Registration No.: 59,587
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON
& CITKOWSKI, P.C.
2701 Troy Center Drive, Suite 330
Post Office Box 7021
Troy, Michigan 48007-7021
(248) 647-6000
(248) 647-5210 (Fax)
Attorney for Applicant

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	17319613
Application Number:	13510437
International Application Number:	
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Cesare A. Sclafani/Stephanie Frash
Filer Authorized By:	Cesare A. Sclafani
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	05-NOV-2013
Filing Date:	17-MAY-2012
Time Stamp:	15:52:09
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		TMCW-10402_08_-_Amendment_in_Response_to_Non-Final_Office_Action_Under_37_CFR_1111_1.pdf	44435 4bc8d9f309f4d8a5d57b577e5f46f1ce237175b4	yes	10

	Multipart Description/PDF files in .zip description		
	Document Description	Start	End
	Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject	1	1
	Claims	2	4
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	5	10
Warnings:			
Information:			
Total Files Size (in bytes):		44435	
<p>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</p> <p><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</p> <p><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</p>			



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/510,437	05/17/2012	Manabu Tateno	TMCW-10402/08	5228
25006	7590	08/05/2013		
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C PO BOX 7021 TROY, MI 48007-7021			EXAMINER BRAUCH, CHARLES JOSEPH	
			ART UNIT	PAPER NUMBER
			3783	
			NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
			08/05/2013	ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

docket@patlaw.com

Office Action Summary	Application No. 13/510,437	Applicant(s) TATENO ET AL.	
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783	AIA (First Inventor to File) Status No

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTH(S) OR THIRTY (30) DAYS, WHICHEVER IS LONGER, FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

- 1) ☒ Responsive to communication(s) filed on 17 May 2012.
☒ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on 17 May 2012.
- 2a) ☐ This action is **FINAL**. 2b) ☒ This action is non-final.
- 3) ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on ____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
- 4) ☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims

- 5) ☒ Claim(s) 1-4 is/are pending in the application.
5a) Of the above claim(s) ____ is/are withdrawn from consideration.
- 6) ☐ Claim(s) ____ is/are allowed.
- 7) ☒ Claim(s) 1-4 is/are rejected.
- 8) ☐ Claim(s) ____ is/are objected to.
- 9) ☐ Claim(s) ____ are subject to restriction and/or election requirement.

* If any claims have been determined allowable, you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

- 10) ☐ The specification is objected to by the Examiner.
- 11) ☒ The drawing(s) filed on 17 May 2012 is/are: a) ☒ accepted or b) ☐ objected to by the Examiner.
Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).
Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

Priority under 35 U.S.C. § 119

- 12) ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

Certified copies:

- a) ☐ All b) ☐ Some c) ☐ None of the:
1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
 2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. ____.
 3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

* See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

- | | |
|---|---|
| 1) <input checked="" type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892) | 3) <input type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413)
Paper No(s)/Mail Date. ____. |
| 2) <input checked="" type="checkbox"/> Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08)
Paper No(s)/Mail Date <u>May 17, 2012</u> | 4) <input type="checkbox"/> Other: ____. |

Art Unit: 3783

DETAILED ACTION

Claim Rejections - 35 USC § 103

1. The following is a quotation of pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) which forms the basis for all obviousness rejections set forth in this Office action:

(a) A patent may not be obtained though the invention is not identically disclosed or described as set forth in section 102 of this title, if the differences between the subject matter sought to be patented and the prior art are such that the subject matter as a whole would have been obvious at the time the invention was made to a person having ordinary skill in the art to which said subject matter pertains. Patentability shall not be negated by the manner in which the invention was made.

2. Claim 1 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383).

3. Kamiyama discloses claim 1 of a variable compression ratio V-type internal combustion engine (Column 16, lines 46-52) which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase (See Pattakos below) characterized in that the engine is provided with a first relative movement mechanism (112, 110, 109, 132, 105, 130) which is fastened to a first cylinder group (FIG. 1—see below) side of said joined cylinder block through a plurality of supports (132, 130), and a second relative movement mechanism (112, 110, 109a, 132, 105, 130) which is fastened to a second cylinder group side (Column 16, lines 46-52) of said joined cylinder block (See Pattakos below) through a plurality of supports (132, 130), the number of said supports (FIG. 1) of said first relative movement mechanism (FIG. 1) is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said first cylinder group (FIG. 1—five supports and four cylinders) so that one of said supports of said first relative movement mechanism (FIG. 1) is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos), the number of said supports of said second relative movement mechanism (FIG. 1) is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of said second cylinder group (FIG. 1—five also) so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos), and, due to an offset between the cylinders of

Art Unit: 3783

said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction (Pattakos), one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos).

Kamiyama disclose a first cylinder group (2) having four cylinders that can move relative to a crankcase and teaching that a V-type engine could be used with a variable compression ratio apparatus. Kamiyama is silent, however, concerning a V-type variable compression ratio engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase. Pattakos teaches a V-type compression ratio engine and discloses in (FIG. 9—see below) two offset rows of cylinders joined together for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide two offset rows of four cylinders each that are joined together for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the convention eight cylinder balance.

Kamiyama also discloses supports but is silent on whether the supports are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first and second cylinder groups when viewing said first cylinder group side by the side view. Pattakos teaches in (FIG. 9) two offset rows of cylinders and in (FIG. 6—see below) discloses how the supports have exactly one more support than the number of cylinders which therefore teaches that the supports are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinder in said first and second cylinder groups when viewing said first cylinder group side by the side view for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide supports that are positioned on the two sides of the center axial lines of the cylinder in said first and second cylinder groups for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Art Unit: 3783

Kamiyama discloses a group of four cylinders, but is silent concerning an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction. Pattakos in (FIG. 9) teaches two groups of cylinders having an offset between the two groups of cylinders in the crankshaft direction for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide two groups of cylinders having an offset between the two groups of cylinders in the crankshaft direction for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Kamiyama discloses a group of four cylinders with a group of supports one more than the cylinders on the side, but is silent concerning one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view. Pattakos teaches in (FIG. 1—see below) a group of cylinders having an additional support also. The nature of the spacing of the supports in (FIG. 1) requires that one of the supports of the first relative movement mechanism is along the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing from side by the side view and vice versa for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art to provide one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

4. Claim 2 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Kamiyama (2008/0178857).

Art Unit: 3783

5. Regarding claim 2, claim 2 depends from claim 1 which is obvious in light of Kamiyama in view of Pattakos. Claim 2 further requires wherein in that said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports (50) which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos) and second supports (52) which are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view (Pattakos), a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports (Kamiyama 2008), said supports (50) of said second relative movement mechanism are comprised of third supports (50) which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos) and fourth supports (52) which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view (Pattakos), and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports (Kamiyama 2008).

Kamiyama '468 discloses supports for the first and second relative movement mechanisms, but it is silent concerning their positioning relative to the cylinders. Pattakos teaches that the first and third supports are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view and the second and fourth supports are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view (FIGS. 1, 6, 9) for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide first and third supports positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group when viewing said first and second cylinder group side by the side view and the second and fourth supports are not positioned between center axial lines of the two cylinders adjoining each other in said first and second cylinder group

Art Unit: 3783

when viewing said first and second cylinder group side by the side view (FIGS. 1, 6, 9) for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the conventional eight cylinder balance.

Kamiyama '468 and Pattakos both are silent concerning thickness of first and third supports is two times a thickness of the second and fourth supports. Kamiyama (2008) teaches in (FIG. 3) that supports (25b) are twice as thick as supports (25a2) for the purpose of having the portions (23a2) and (25b) move integrally with the cylinder block in the direction of the cylinder axes relative to the crankcase. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide supports (25b) are twice as thick as supports (25a2) for the purpose of having the portions (23a2) and (25b) move integrally with the cylinder block in the direction of the cylinder axes relative to the crankcase.

6. Claim 3 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Shin (2009/0241910).

7. Regarding claim 3, claim 3 depends from claim 1 which is obvious in light of Kamiyama in view of Pattakos. Claim 3 further requires wherein in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable (Column 16, lines 46-52), a first relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said first cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) and a second relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said second cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) can be made different (Column 16, lines 46-52), said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke (Shin).

Kamiyama is silent on the cylinder block being joined. Pattakos teaches a joined cylinder block in (FIG. 9) and [Paragraph 0034] for the purpose of the balance of the engine remaining as good as the

Art Unit: 3783

conventional eight cylinder balance. Kamiyama discloses changes in relative movement distance via the first and second relative movement mechanisms based on operational factors. Kamiyama and Pattakos are silent concerning control of cylinders while operating a variable compression ratio mechanism. Shin teaches in [Paragraph 0011] that the invention discloses a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage.

8. Claim 4 is rejected under pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Kamiyama (7,036,468) in view of Pattakos (2011/0048383) and further in view of Kamiyama (2008/0178857) and further in view of Shin (2009/0241910).

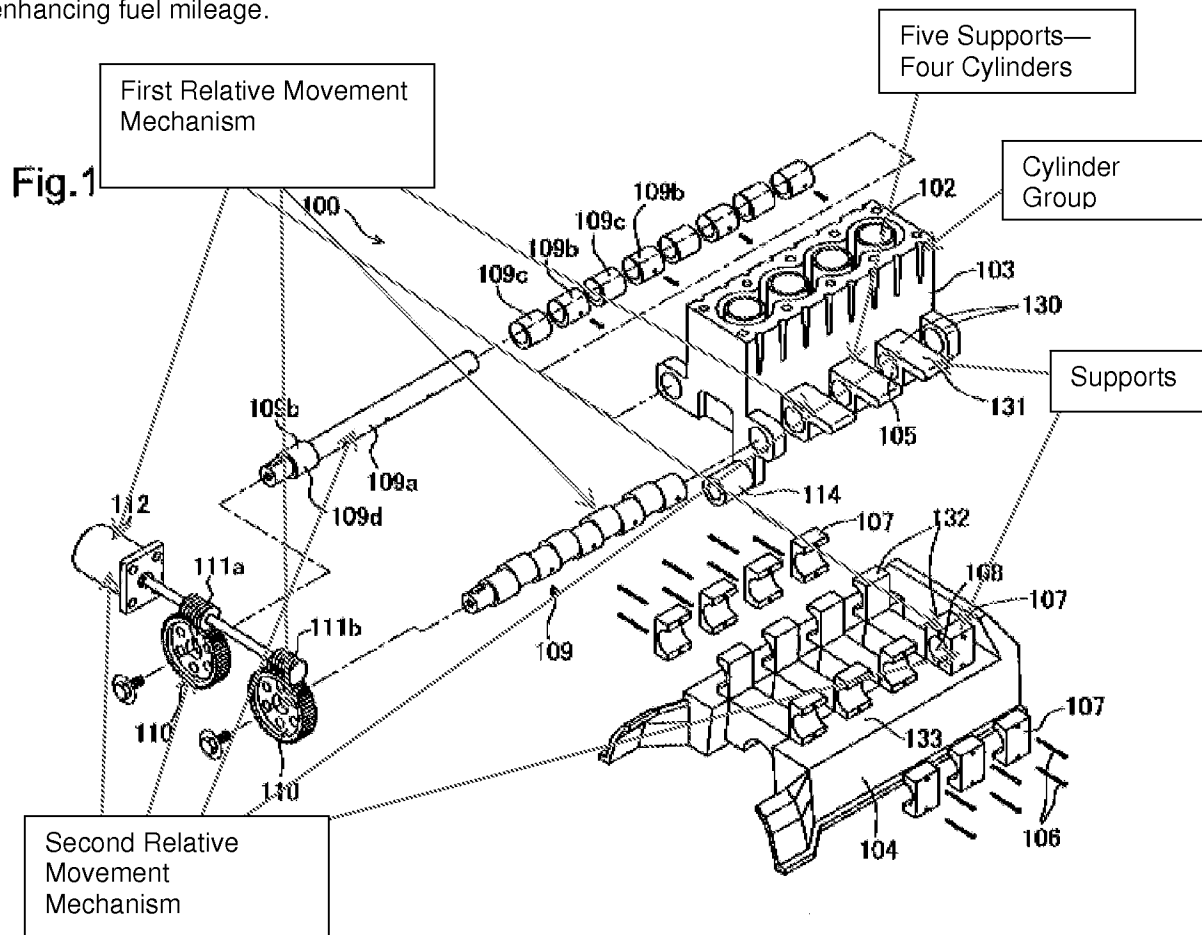
9. Regarding claim 4, claim 4 depends from claim 2 which is obvious in light of Kamiyama and Pattakos and Kamiyama (2008). Claim 3 further requires wherein in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable (Column 16, lines 46-52), a first relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said first cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) and a second relative movement distance (Column 16, lines 46-52) in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism (Column 16, lines 46-52) at said second cylinder group side of said joined cylinder block (Pattakos) can be made different (Column 16, lines 46-52), said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke (Shin).

Kamiyama '468 is silent on the cylinder block being joined. Pattakos teaches a joined cylinder block in (FIG. 9) and [Paragraph 0034] for the purpose of the balance of the engine remaining as good as

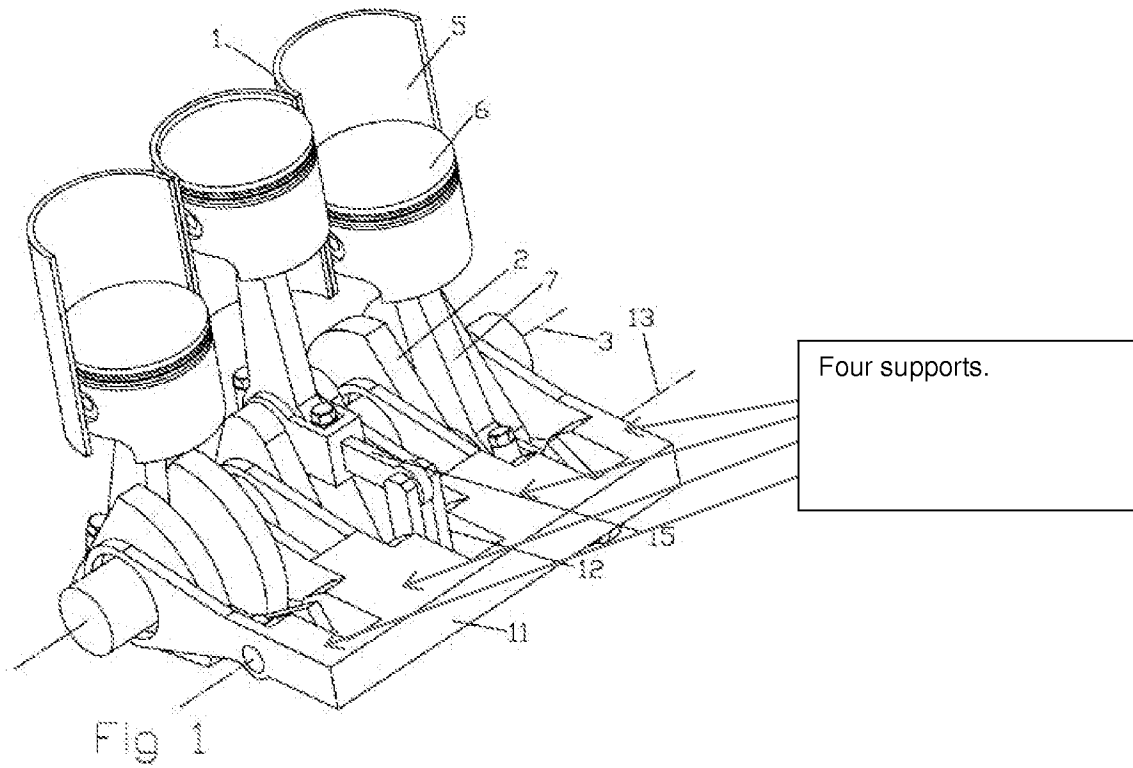
Art Unit: 3783

the conventional eight cylinder balance. Kamiyama '468 discloses changes in relative movement distance via the first and second relative movement mechanisms based on operational factors.

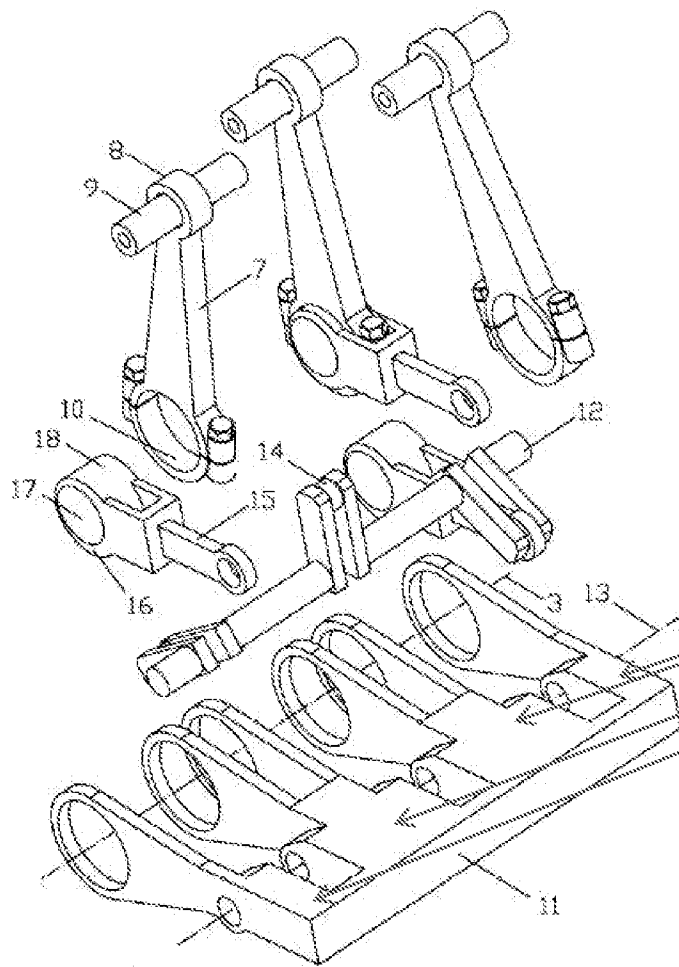
Kamiyama '468 Kamiyama (2008) and Pattakos are silent concerning control of cylinders while operating a variable compression ratio mechanism. Shin teaches in [Paragraph 0011] that the invention discloses a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage. Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to provide a variable compression ratio apparatus having the further advantages of achieving different strokes corresponding to intake/compression/expansion/exhaust strokes for the purpose of enhancing fuel mileage.



Art Unit: 3783



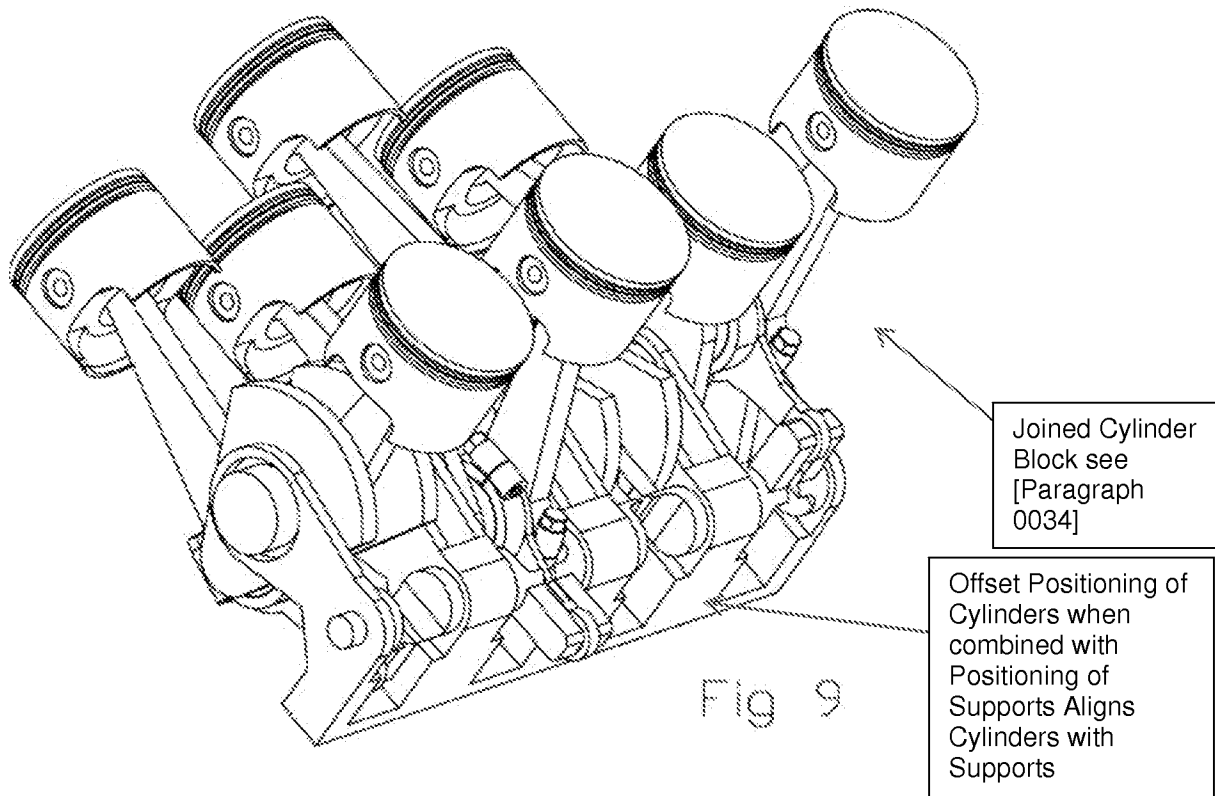
Art Unit: 3783



Four Supports positioned ensures that the proper alignment of supports relative to the axes of the cylinders of each respective group whether off or on

Fig 6

Art Unit: 3783



Conclusion

10. The prior art made of record and not relied upon is considered pertinent to applicant's disclosure. See attached PTO-892 for references.

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to CHARLES BRAUCH whose telephone number is (313)446-6511. The examiner can normally be reached on Monday-Thursday;EST 8:00-7:00.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Rinaldi Rada can be reached on 571-272-4467. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Art Unit: 3783

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/CHARLES BRAUCH/
Examiner, Art Unit 3783

/LINDSAY LOW/
Primary Examiner, Art Unit 3783

Notice of References Cited	Application/Control No. 13/510,437		Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.	
	Examiner CHARLES BRAUCH		Art Unit 3783	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
*	A	US-7,036,468	05-2006	Kamiyama, Eiichi	123/78R
*	B	US-7,917,279	03-2011	Akihisa et al.	701/103
*	C	US-2008/0178857	07-2008	KAMIYAMA, Eiichi	123/78.C
*	D	US-2009/0241910	10-2009	SHIN et al.	123/48.B
*	E	US-2011/0048383	03-2011	Pattakos et al.	123/48.B
	F	US-			
	G	US-			
	H	US-			
	I	US-			
	J	US-			
	K	US-			
	L	US-			
	M	US-			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	42	variable near20 compression near20 engine near20 support	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 13:59
L2	318	variable near20 compression near20 engine near20 expansion	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 14:26
L3	81	variable near20 compression near20 engine near20 expansion near20 stroke	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 14:26
L4	5748	variable near20 compression near20 engine	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2013/07/26 15:19
L5	749	123/48B.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2013/07/26 15:19
L6	6155	L4 or L5	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2013/07/26 15:19
L7	64	L6 and "V-type"	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2013/07/26 15:20
S1	1	("7036468").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2013/07/26 11:41
S2	5	("6550441").PN. OR ("7036468").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 11:42
S3	5	("6550441").PN. OR ("7036468").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 11:42
S4	6	("20040211374" "4174683" "6152090" "6880499" "7036468" "7322320").PN. OR ("7721688").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 11:43
S5	55	("1129616" "1415374" "1497206" "1525956" "1527001" "1710291" "1819897" "2142466" "2670595" "3475905" "4033304").PN. OR ("4174683").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 11:45
S6	4	("20050087155" "4174683" "5572959").PN. OR ("7917279").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 11:55
S7	8	("20040083992" "20050087155" "20070095313" "20100139622" "6932054" "7917279" "8011332"	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 12:00

		"8109243").PN. OR ("8302569").URPN.				
S8	32	variable near20 compression near20 V near20 engine	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2013/07/26 12:05

7/ 26/ 2013 3:22:32 PM
C:\ Users\ cbrauch\ Documents\ EAST\ Workspaces\ APP 13-510437.wsp



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
 United States Patent and Trademark Office
 Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
 P.O. Box 1450
 Alexandria, Virginia 22313-1450
 www.uspto.gov

BIB DATA SHEET

CONFIRMATION NO. 5228

SERIAL NUMBER 13/510,437	FILING or 371(c) DATE 05/17/2012 RULE	CLASS 123	GROUP ART UNIT 3783	ATTORNEY DOCKET NO. TMCW-10402/08	
APPLICANTS Manabu Tateno, Sunto-gun, JAPAN; Eiichi Kamiyama, Mishima-shi, JAPAN; Naoto Hisaminato, Susono-shi, JAPAN; ** CONTINUING DATA ***** This application is a 371 of PCT/JP2009/069753 11/17/2009 ** FOREIGN APPLICATIONS ***** ** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ** 07/06/2012					
Foreign Priority claimed <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No 35 USC 119(a-d) conditions met <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No Verified and /CHARLES JOSEPH BRAUCH/ Acknowledged Examiner's Signature	<input type="checkbox"/> Met after Allowance Initials	STATE OR COUNTRY JAPAN	SHEETS DRAWINGS 6	TOTAL CLAIMS 4	INDEPENDENT CLAIMS 1
ADDRESS GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C PO BOX 7021 TROY, MI 48007-7021 UNITED STATES					
TITLE VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE					
FILING FEE RECEIVED 1120	FEES: Authority has been given in Paper No. _____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No. _____ for following:		<input type="checkbox"/> All Fees <input type="checkbox"/> 1.16 Fees (Filing) <input type="checkbox"/> 1.17 Fees (Processing Ext. of time) <input type="checkbox"/> 1.18 Fees (Issue) <input type="checkbox"/> Other _____ <input type="checkbox"/> Credit		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number			
	Filing Date			
	First Named Inventor	Manabu Tateno		
	Art Unit	N/A		
	Examiner Name	Not Yet Assigned /Charles Brauch/		
	Attorney Docket Number	TMCW-10402/08		

U.S.PATENTS						Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/C.B./	1	7036468	B2	2006-05-02	Kamiyama	corresponds to JP 2004-324464 A

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.

Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS						Remove
Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.

Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS								Remove
Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ²	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
/C.B./	1	2009-052455	JP	A	2009-03-12	Toyota Motor Corp.	cited in ISR	<input type="checkbox"/>
/C.B./	2	2004-324464	JP	A	2004-11-18	Toyota Motor Corp.	cited in ISR	<input type="checkbox"/>
/C.B./	3	2005-113743	JP	A	2005-04-28	Toyota Motor Corp.	see specification	<input type="checkbox"/>

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		13510437 - GAU: 3783	
	Filing Date			
	First Named Inventor	Manabu Tateno		
	Art Unit	N/A		
	Examiner Name	Not Yet Assigned /Charles Brauch/		
	Attorney Docket Number	TMCW-10402/08		

/C.B./	4	2002-250241	JP	A	2002-09-06	Nissan Motor Co. Ltd.	see attached Information List	<input type="checkbox"/>
/C.B./	5	2008-175135	JP	A	2008-07-31	Nissan Motor Co. Ltd.	see attached Information List	<input type="checkbox"/>
/C.B./	6	2009-097449	JP	A	2009-05-07	Toyota Motor Corp.	see attached Information List	<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button **Add**

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Remove

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ⁵
	1		<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button **Add**

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	/Charles Brauch/	Date Considered	07/26/2013
--------------------	------------------	-----------------	------------

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

**INFORMATION DISCLOSURE
STATEMENT BY APPLICANT**
(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	13510437 - GAU: 3783		
Filing Date			
First Named Inventor	Manabu Tateno		
Art Unit	N/A		
Examiner Name	Not Yet Assigned /Charles Brauch/		
Attorney Docket Number	TMCW-10402/08		

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

☐ That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

☐ See attached certification statement.

☐ The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

☒ A certification statement is not submitted herewith.

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Thomas E. Anderson/	Date (YYYY-MM-DD)	2012-05-17
Name/Print	Thomas E. Anderson	Registration Number	31318


This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

<p><i>Index of Claims</i></p> 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

<input type="checkbox"/> Claims renumbered in the same order as presented by applicant		<input type="checkbox"/> CPA		<input type="checkbox"/> T.D.		<input type="checkbox"/> R.1.47			
CLAIM		DATE							
Final	Original	07/26/2013							
	1	✓							
	2	✓							
	3	✓							
	4	✓							


Information List (Form 1)

US Serial No.	
Our Ref.	W754-US

The following is a List of References provided by the Applicant. Please file an Information Disclosure Statement using this Information.

	Document Number	Publication Date	Brief Explanation or Page(s) & Line(s) of Related Part(s)
/C.B./	Japanese Unexamined Patent Publication No. 2005-113743"	28-Apr-05	This document is disclosed in the specification.
/C.B./	Japanese Unexamined Patent Publication No. 2002-250241"	6-Sep-02	This document discloses that in a V-type internal combustion engine, the mechanical compression ratio is changed.
/C.B./	Japanese Unexamined Patent Publication No. 2008-175135"	31-Jul-08	This document discloses that in a V-type internal combustion engine, cylinders of one bank and cylinders of the other bank are alternatively arranged and the mechanical compression ratio is changed by a connecting rod between a piston and a crankshaft, which have a plurality of links.
/C.B./	Japanese Unexamined Patent Publication No. 2009-097449	7-May-09	This document discloses that the cylinder block of an in-line engine is moved relatively to the crankcase by one pair of cam mechanisms in order to change the mechanical compression ratio.

SEIWA PATENT & LAW

Search Notes 	Application/Control No. 13510437	Applicant(s)/Patent Under Reexamination TATENO ET AL.
	Examiner CHARLES BRAUCH	Art Unit 3783

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
123	48B	July 26, 2013	BRAUCH

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
Performed Inventor Search. Performed PLUS Search. Search Terms Used and Databases Attached.	July 26, 2013	BRAUCH

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner

--	--

PLUS Search Results for S/N 13510437, Searched Fri Jul 26 11:36:52 EDT 2013

The Patent Linguistics Utility System (PLUS) is a USPTO automated search system for U.S. Patents from 1971 to the present PLUS is a query-by-example search system which produces a list of patents that are most closely related linguistically to the application searched. This search was prepared by the staff of the Scientific and Technical Information Center, SIRA.

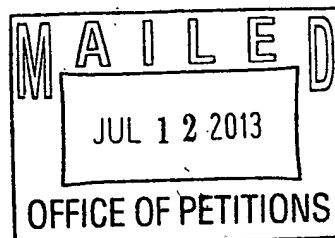
5375866 99	4303014 98
6098580 99	
4245722 99	
4299294 99	
4324187 99	
4510845 99	
4537374 99	
4576128 99	
4929073 99	
4966417 99	
4982919 99	
5010753 99	
5303621 99	
5450823 99	
5531090 99	
5895670 99	
5950522 99	
5961085 99	
6058534 99	
6058835 99	
6058835 99	
6058534 99	
6149726 99	
6202774 99	
3872678 98	
4030311 98	
4130077 98	
4243469 98	
4245732 98	
4247242 98	
4248560 98	
4249456 98	
4251035 98	
4253799 98	
4254725 98	
4260318 98	
4265438 98	
4267675 98	
4267674 98	
4281720 98	
4284037 98	
4285132 98	
4289281 98	
4293248 98	
4296674 98	
4298128 98	
4300751 98	
4301716 98	
4301856 98	



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark Office
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450
www.uspto.gov

GIFFORD, KRASS,
SPRINKLE, ANDERSON
& CITKOWSKI, P.C
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021



In re Application of
Manabu Tateno, et al.
Application No.: 13/510,437
Filed: 17 May 2012
Attorney Docket No.: TMCW-10402/08
For: VARIABLE COMPRESSION RATIO
V-TYPE INTERNAL COMBUSTION
ENGINE

DECISION ON REQUEST TO
PARTICIPATE IN THE PATENT
PROSECUTION HIGHWAY
PROGRAM AND PETITION
TO MAKE SPECIAL UNDER
37 CFR 1.102(a)

This is a decision on the request to participate in the Patent Prosecution Highway (PPH) program and the petition under 37 CFR 1.102(a), filed 14 May 2013 and renewed 26 June 2013, to make the above-identified application special.

The request and petition are **GRANTED**.

DISCUSSION

A grantable request to participate in the PPH pilot program and petition to make special require:

1. The U.S. application and the corresponding application filed in the PPH 2.0 participating office (with the allowable/patentable claim(s)) must have the same priority/filing date. In particular, the U.S. application (including national stage entry of a PCT application and a so-called bypass application filed under 35 U.S.C. 111 which validly claims benefit under 35 U.S.C. 120 to a PCT application):
 - a. is an application that validly claims priority under 35 U.S.C. § 119(a) and 37 CFR 1.55 to one or more applications filed with the PPH 2.0 participating office, or
 - b. is an application which is the basis of a valid priority claim under the Paris Convention for the application filed in the PPH 2.0 participating office, or
 - c. is an application which shares a common priority document with the application filed in the PPH 2.0 participating office, or

- d. the application filed in the PPH 2.0 participating office are derived from/related to a PCT application having no priority claim.
- 2. Applicant must:
 - a. Ensure all the claims in the U.S. application must sufficiently correspond or be amended to sufficiently correspond to the allowable/patentable claim(s) in the PPH 2.0 participating office application(s) and
 - b. Submit a claims correspondence table in English;
- 3. Examination of the U.S. application has not begun;
- 4. Applicant must submit:
 - a. Documentation of prior office action:
 - i. a copy of the office action(s) just prior to the "Decision to Grant a Patent" from each of the PPH 2.0 participating office application(s) containing the allowable/patentable claim(s) or
 - ii. if the allowable/patentable claims(s) are from a "Notification of Reasons for Refusal" then the Notification of Reasons for Refusal or
 - iii. if the PPH 2.0 participating office application is a first action allowance then no office action from the PPH 2.0 participating office is necessary should be indicated on the request/petition form;
 - b. An English language translation of the PPH 2.0 participating office action from (4)(a)(i)-(ii) above
- 5. Applicant must submit:
 - a. An IDS listing the documents cited by the PPH 2.0 participating office examiner in the PPH 2.0 participating office action (unless already submitted in this application)
 - b. Copies of the documents except U.S. patents or U.S. patent application publications (unless already submitted in this application);

On reconsideration, the request to participate in the PPH pilot program and petition comply with the above requirements. Accordingly, the above-identified application has been accorded "special" status.

Telephone inquiries concerning this decision should be directed to the undersigned at (571) 272-3204. All other inquiries concerning the examination or status of the application is accessible in the PAIR system at <http://www.uspto.gov/ebc/index.html>.

This application will be forwarded to the examiner for action on the merits commensurate with this decision.

/SDB/

Sherry D. Brinkley
Petitions Examiner
Office of Petitions

REQUEST FOR PARTICIPATION IN THE PATENT PROSECUTION HIGHWAY (PPH) PROGRAM BETWEEN THE JAPAN PATENT OFFICE (JPO) AND THE USPTO

Application No.:	13/510,437	First Named Inventor:	Manabu Tateno
Filing Date:	5-17-2012	Attorney Docket No.:	TMCW-10402/08
Title of the Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		

THIS REQUEST FOR PARTICIPATION IN THE PPH PROGRAM ALONG WITH THE REQUIRED DOCUMENTS MUST BE SUBMITTED VIA EFS-WEB. INFORMATION REGARDING EFS-WEB IS AVAILABLE AT [HTTP://WWW.USPTO.GOV/EBS/EF5_HELP.HTML](http://www.uspto.gov/ebs/efs_help.html).

APPLICANT HEREBY REQUESTS PARTICIPATION IN THE PATENT PROSECUTION HIGHWAY (PPH) PROGRAM AND PETITIONS TO MAKE THE ABOVE-IDENTIFIED APPLICATION SPECIAL UNDER THE PPH PROGRAM.

The above-identified application and the corresponding JP application(s) have the same priority/filing date. If JPO is not the office of first filing (OFF), identify the OFF and the OFF application no.

The JP application number(s) is/are: JP2011-541780
(OFF PCT/JP2009/069753)

The filing date of the JP application(s) is/are: January 30, 2012
(OFF November 17, 2009)

I. List of Required Documents:

- a. A copy of the latest JP office action prior to the "Decision to Grant a Patent" in the above-identified JP application(s) along with an English translation (if the office action is not in the English language)

- ☐ is attached.
- ☐ is not attached because applicant hereby requests the USPTO to obtain the required office action and any required translation thereof via the Dossier Access System.
- ☒ is not attached because the JP application was allowed in a first office action.

Notes:

- It is not necessary to submit a copy of the "Decision to Grant a Patent" and an English translation thereof.
- The English translation of the office action may be a machine translation.
- An accuracy statement for the English language translation of the office action is not required.

- b. (1) An information disclosure statement listing the documents cited in the JP office action

- ☐ is attached.
- ☒ has already been filed in the above-identified U.S. application on May 17, 2012.

(2) Copies of all documents (except for U.S. patents or U.S. patent application publications)

- ☐ are attached.
- ☒ have already been filed in the above-identified U.S. application on May 17, 2012.

REQUEST FOR PARTICIPATION IN THE PPH PROGRAM BETWEEN JPO AND THE USPTO <small>(continued)</small>					
Application No.:		13/510,437		First Named Inventor: Manabu Tateno et al.	
II. Claims Correspondence Table:					
Claims in US Application		Patentable Claims in JP Application		Explanation regarding the correspondence	
1		1		US claim 1 sufficiently corresponds to JP claim 1	
2		2		US claim 2 sufficiently corresponds to JP claim 2	
3		3		US claim 3 sufficiently corresponds to JP claim 3	
4		4		US claim 4 sufficiently corresponds to JP claim 4	
III. All the claims in the US application sufficiently correspond to the patentable/allowable claims in the JP application.					

Date June 26, 2013

Registration Number **59587**

Privacy Act Statement

The **Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579)** requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (*i.e.*, GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	16155163
Application Number:	13510437
International Application Number:	
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Cesare A. Sclafani/Stephanie Frash
Filer Authorized By:	Cesare A. Sclafani
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	26-JUN-2013
Filing Date:	17-MAY-2012
Time Stamp:	13:47:08
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Petition to make Special under PCT- Patent Pros Hwy	TMCW_10402_08_PPH_Correct ed.pdf	154493 4ac1bde4bcf62123f169e751f6db7a17b812 8f56	no	3

Warnings:

Information:

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

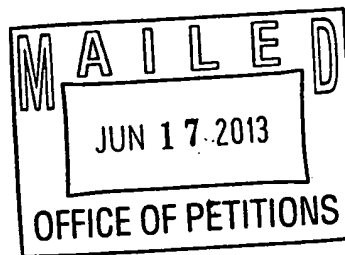
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark Office
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450
www.uspto.gov

GIFFORD, KRASS,
SPRINKLE, ANDERSON
& CITKOWSKI, P.C
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021



In re Application of
Manabu Tateno, et al.
Application No.: 13/510,437
Filed: 17 May 2012
Attorney Docket No.: TMCW-10402/08
For: VARIABLE COMPRESSION RATIO
V-TYPE INTERNAL COMBUSTION
ENGINE

: DECISION ON REQUEST TO
: PARTICIPATE IN THE PATENT
: PROSECUTION HIGHWAY
: PROGRAM AND PETITION
: TO MAKE SPECIAL UNDER
: 37 CFR 1.102(a)
:
:

This is a decision on the request to participate in the Patent Prosecution Highway (PPH) program and the petition under 37 CFR 1.102(a), filed 14 May 2013, to make the above-identified application special.

The request and petition are **DISMISSED**.

Discussion

A grantable request to participate in the PPH pilot program and petition to make special require:

1. The U.S. application and the corresponding application filed in the PPH 2.0 participating office (with the allowable/patentable claim(s)) must have the same priority/filing date. In particular, the U.S. application (including national stage entry of a PCT application and a so-called bypass application filed under 35 U.S.C. 111 which validly claims benefit under 35 U.S.C. 120 to a PCT application):
 - a. is an application that validly claims priority under 35 U.S.C. § 119(a) and 37 CFR 1.55 to one or more applications filed with the PPH 2.0 participating office, or
 - b. is an application which is the basis of a valid priority claim under the Paris Convention for the application filed in the PPH 2.0 participating office, or
 - c. is an application which shares a common priority document with the application filed in the PPH 2.0 participating office, or

- d. the application filed in the PPH 2.0 participating office are derived from/related to a PCT application having no priority claim.
- 2. Applicant must:
 - a. Ensure all the claims in the U.S. application must sufficiently correspond or be amended to sufficiently correspond to the allowable/patentable claim(s) in the PPH 2.0 participating office application(s) and
 - b. Submit a claims correspondence table in English;
- 3. Examination of the U.S. application has not begun;
- 4. Applicant must submit:
 - a. Documentation of prior office action:
 - i. a copy of the office action(s) just prior to the "Decision to Grant a Patent" from each of the PPH 2.0 participating office application(s) containing the allowable/patentable claim(s) or
 - ii. if the allowable/patentable claims(s) are from a "Notification of Reasons for Refusal" then the Notification of Reasons for Refusal or
 - iii. if the PPH 2.0 participating office application is a first action allowance then no office action from the PPH 2.0 participating office is necessary should be indicated on the request/petition form;
 - b. An English language translation of the PPH 2.0 participating office action from (4)(a)(i)-(ii) above
- 5. Applicant must submit:
 - a. An IDS listing the documents cited by the PPH 2.0 participating office examiner in the PPH 2.0 participating office action (unless already submitted in this application)
 - b. Copies of the documents except U.S. patents or U.S. patent application publications (unless already submitted in this application);

Conditions 1 and 3 are considered to have been met; however, the request to participate in the PPH pilot program and petition fails meet conditions 4.

In this regard, a copy of the office action(s) just prior to the "Decision to Grant a Patent" from each of the JPO application(s) containing the allowable/patentable claim(s), including an English translation thereof was not received. It is noted that petitioner requested that the Office retrieved the Office actions and translations from the Dossier Access System; however, we were unable to retrieve the document via the Dossier Access System. Accordingly, applicant must provide a copy of the office action(s), along with an English translation.

In view of the above, it cannot be determined if conditions 2 and 5 have been satisfied.

Applicant is given **ONE** opportunity within a time period of **ONE MONTH or THIRTY DAYS**, whichever is longer, from the mailing date of this decision to correct the deficiencies. **NO EXTENSION OF TIME UNDER 37 CFR 1.136 IS PERMITTED.** If the deficiencies are not corrected with the time period given, the application will await action in its regular turn.

Response must be filed via the Electronic Filing System (EFS) using the document description: Petition to make special under Patent Pros Hwy. Any preliminary amendments and IDS

submitted with the PPH documents must be separately indexed as a preliminary amendment and IDS, respectively.

Telephone inquiries concerning this decision should be directed to the undersigned at 571-272-3204.

All other inquiries concerning the examination or status of the application is accessible in the PAIR system at <http://www.uspto.gov/ebc/index.html>.

/SDB/

Sherry D. Brinkley
Petitions Examiner
Office of Petitions

REQUEST FOR PARTICIPATION IN THE PATENT PROSECUTION HIGHWAY (PPH) PROGRAM BETWEEN THE JAPAN PATENT OFFICE (JPO) AND THE USPTO

Application No.:	13/510,437	First Named Inventor:	Manabu Tateno
Filing Date:	5-17-2012	Attorney Docket No.:	TMCW-10402/08
Title of the Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		

THIS REQUEST FOR PARTICIPATION IN THE PPH PROGRAM ALONG WITH THE REQUIRED DOCUMENTS MUST BE SUBMITTED VIA EFS-WEB. INFORMATION REGARDING EFS-WEB IS AVAILABLE AT [HTTP://WWW.USPTO.GOV/EBS/EF5_HELP.HTML](http://www.uspto.gov/ebs/efs_help.html).

APPLICANT HEREBY REQUESTS PARTICIPATION IN THE PATENT PROSECUTION HIGHWAY (PPH) PROGRAM AND PETITIONS TO MAKE THE ABOVE-IDENTIFIED APPLICATION SPECIAL UNDER THE PPH PROGRAM.

The above-identified application and the corresponding JP application(s) have the same priority/filing date. If JPO is not the office of first filing (OFF), identify the OFF and the OFF application no.

The JP application number(s) is/are: JP2011-541780
(OFF PCT/JP2009/069753)

The filing date of the JP application(s) is/are: January 30, 2012
(OFF November 17, 2009)

I. List of Required Documents:

- a. A copy of the latest JP office action prior to the "Decision to Grant a Patent" in the above-identified JP application(s) along with an English translation (if the office action is not in the English language)

- ☐ is attached.
- ☒ is not attached because applicant hereby requests the USPTO to obtain the required office action and any required translation thereof via the Dossier Access System.
- ☐ is not attached because the JP application was allowed in a first office action.

Notes:

- It is not necessary to submit a copy of the "Decision to Grant a Patent" and an English translation thereof.
- The English translation of the office action may be a machine translation.
- An accuracy statement for the English language translation of the office action is not required.

- b. (1) An information disclosure statement listing the documents cited in the JP office action

- ☐ is attached.
- ☒ has already been filed in the above-identified U.S. application on May 17, 2012.

(2) Copies of all documents (except for U.S. patents or U.S. patent application publications)

- ☐ are attached.
- ☒ have already been filed in the above-identified U.S. application on May 17, 2012.

Application No.:	13/510,437	First Named Inventor:	Manabu Tateno et al.
------------------	------------	-----------------------	----------------------

[illegible][illegible]

Signature /Cesare A. Sclafani/	Date May 14, 2013
Name (Print/Typed) Cesare A. Sclafani	Registration Number 59587

Privacy Act Statement

The **Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579)** requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (*i.e.*, GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	15773964
Application Number:	13510437
International Application Number:	
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Cesare A. Sclafani/Stephanie Frash
Filer Authorized By:	Cesare A. Sclafani
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	14-MAY-2013
Filing Date:	17-MAY-2012
Time Stamp:	16:02:11
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Petition to make special under Patent Prosecution Hwy	TMCT_10402_08_PPH.pdf	154123 f5c3deaaaaadb3aa457eff31b9c77871d966e1134	no	3

Warnings:

Information:

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
13/510,437	05/17/2012	Manabu Tateno	TMCW-10402/08

CONFIRMATION NO. 5228

25006
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

PUBLICATION NOTICE



OC000000057149563

Title:VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Publication No.US-2012-0260890-A1

Publication Date:10/18/2012

NOTICE OF PUBLICATION OF APPLICATION

The above-identified application will be electronically published as a patent application publication pursuant to 37 CFR 1.211, et seq. The patent application publication number and publication date are set forth above.

The publication may be accessed through the USPTO's publically available Searchable Databases via the Internet at www.uspto.gov. The direct link to access the publication is currently <http://www.uspto.gov/patft/>.

The publication process established by the Office does not provide for mailing a copy of the publication to applicant. A copy of the publication may be obtained from the Office upon payment of the appropriate fee set forth in 37 CFR 1.19(a)(1). Orders for copies of patent application publications are handled by the USPTO's Office of Public Records. The Office of Public Records can be reached by telephone at (703) 308-9726 or (800) 972-6382, by facsimile at (703) 305-8759, by mail addressed to the United States Patent and Trademark Office, Office of Public Records, Alexandria, VA 22313-1450 or via the Internet.

In addition, information on the status of the application, including the mailing date of Office actions and the dates of receipt of correspondence filed in the Office, may also be accessed via the Internet through the Patent Electronic Business Center at www.uspto.gov using the public side of the Patent Application Information and Retrieval (PAIR) system. The direct link to access this status information is currently <http://pair.uspto.gov/>. Prior to publication, such status information is confidential and may only be obtained by applicant using the private side of PAIR.

Further assistance in electronically accessing the publication, or about PAIR, is available by calling the Patent Electronic Business Center at 1-866-217-9197.

Office of Data Management, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

U.S. APPLICATION NUMBER NO.	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO.
13/510,437	Manabu Tateno	TMCW-10402/08

25006

GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C.
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

INTERNATIONAL APPLICATION NO.

PCT/JP2009/069753

I.A. FILING DATE

11/17/2009

PRIORITY DATE

CONFIRMATION NO. 5228
371 ACCEPTANCE LETTER



Date Mailed: 07/12/2012

NOTICE OF ACCEPTANCE OF APPLICATION UNDER 35 U.S.C 371 AND 37 CFR 1.495

The applicant is hereby advised that the United States Patent and Trademark Office in its capacity as a Designated / Elected Office (37 CFR 1.495), has determined that the above identified international application has met the requirements of 35 U.S.C. 371, and is ACCEPTED for national patentability examination in the United States Patent and Trademark Office.

The United States Application Number assigned to the application is shown above and the relevant dates are:

05/17/2012
DATE OF RECEIPT OF 35 U.S.C. 371(c)(1),
(c)(2) and (c)(4) REQUIREMENTS

05/17/2012
DATE OF COMPLETION OF ALL
35 U.S.C. 371 REQUIREMENTS

A Filing Receipt (PTO-103X) will be issued for the present application in due course. **THE DATE APPEARING ON THE FILING RECEIPT AS THE " FILING DATE" IS THE DATE ON WHICH THE LAST OF THE 35 U.S.C. 371 (c)(1), (c)(2) and (c)(4) REQUIREMENTS HAS BEEN RECEIVED IN THE OFFICE. THIS DATE IS SHOWN ABOVE.** The filing date of the above identified application is the international filing date of the international application (Article 11(3) and 35 U.S.C. 363). Once the Filing Receipt has been received, send all correspondence to the Group Art Unit designated thereon.

The following items have been received:

- Copy of the International Application filed on 05/17/2012
- English Translation of the IA filed on 05/17/2012
- Copy of the International Search Report filed on 05/17/2012
- Preliminary Amendments filed on 05/17/2012
- Information Disclosure Statements filed on 05/17/2012
- Oath or Declaration filed on 05/17/2012
- Request for Immediate Examination filed on 05/17/2012
- U.S. Basic National Fees filed on 05/17/2012
- Assignee Statement for PGPUB filed on 05/17/2012

Applicant is reminded that any communications to the United States Patent and Trademark Office must be mailed to the address given in the heading and include the U.S. application no. shown above (37 CFR 1.5)

VALERIE A JACKSON

Telephone: (703) 756-1443



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING or 371(c) DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D	ATTY. DOCKET NO	TOT CLAIMS	IND CLAIMS
13/510,437	05/17/2012		1120	TMCW-10402/08	4	1

CONFIRMATION NO. 5228

25006
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON & CITKOWSKI, P.C
PO BOX 7021
TROY, MI 48007-7021

FILING RECEIPT



OC000000055249146

Date Mailed: 07/12/2012

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections**

Applicant(s)

Manabu Tateno, Sunto-gun, JAPAN;
Eiichi Kamiyama, Mishima-shi, JAPAN;
Naoto Hisaminato, Susono-shi, JAPAN;

Assignment For Published Patent Application

TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 25006

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a 371 of PCT/JP2009/069753 11/17/2009

Foreign Applications (You may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at the USPTO. Please see <http://www.uspto.gov> for more information.)

If Required, Foreign Filing License Granted: 07/06/2012

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 13/510,437**

Projected Publication Date: 10/18/2012

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

Title

VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Preliminary Class**PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES**

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at <http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html>.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, <http://www.stopfakes.gov>. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4158).

LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER**Title 35, United States Code, Section 184****Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15****GRANTED**

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier

license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign Assets Control, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

NOT GRANTED

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

SelectUSA

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage, facilitate, and accelerate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit SelectUSA.gov.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD

Substitute for Form PTO-875

Application or Docket Number
13/510,437

APPLICATION AS FILED - PART I

(Column 1)		(Column 2)	SMALL ENTITY		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE(\$)	FEE(\$)		RATE(\$)	FEE(\$)
BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A			N/A	380
SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (l), or (m))	N/A	N/A	N/A			N/A	490
EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A			N/A	250
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(j))	4	minus 20 = *			OR	x 60 =	0.00
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	1	minus 3 = *				x 250 =	0.00
APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$310 (\$155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).						0.00
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))							0.00
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL			TOTAL	1120

APPLICATION AS AMENDED - PART II

		(Column 1)		(Column 2)	(Column 3)	SMALL ENTITY		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
AMENDMENT A		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)		RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	x	=	OR	x	=
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	x	=	OR	x	=
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))							OR		
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

		(Column 1)		(Column 2)	(Column 3)	SMALL ENTITY		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
AMENDMENT B		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)		RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	x	=	OR	x	=
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	x	=	OR	x	=
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))							OR		
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest found in the appropriate box in column 1.

MULTIPLE DEPENDENT CLAIM FEE CALCULATION SHEET Substitute for Form PTO-1360 (For use with Form PTO/SB/06)							Application Number		Filing Date				
							13510437						
							Applicant(s) Manabu Tateno						
							* May be used for additional claims or amendments						
CLAIMS	AS FILED		AFTER FIRST AMENDMENT		AFTER SECOND AMENDMENT			*		*		*	
	Indep	Depend	Indep	Depend	Indep	Depend		Indep	Depend	Indep	Depend	Indep	Depend
1	1		1					51					
2	1			1				52					
3		2		1				53					
4				1				54					
5								55					
6								56					
7								57					
8								58					
9								59					
10								60					
11								61					
12								62					
13								63					
14								64					
15								65					
16								66					
17								67					
18								68					
19								69					
20								70					
21								71					
22								72					
23								73					
24								74					
25								75					
26								76					
27								77					
28								78					
29								79					
30								80					
31								81					
32								82					
33								83					
34								84					
35								85					
36								86					
37								87					
38								88					
39								89					
40								90					
41								91					
42								92					
43								93					
44								94					
45								95					
46								96					
47								97					
48								98					
49								99					
50								100					
Total Indep	2		1		0								
Total Depend	2		3		0								
Total Claims	4		4		0								

TRANSMITTAL LETTER TO THE UNITED STATES DESIGNATED/ELECTED OFFICE (DO/EO/US) CONCERNING A SUBMISSION UNDER 35 U.S.C. 371		ATTORNEY'S DOCKET NUMBER TMCW-10402/08 U.S. APPLICATION NO. (if known, see 37 CFR 1.5)
INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP2009/069753	INTERNATIONAL FILING DATE 17 November 2009	PRIORITY DATE CLAIMED
TITLE OF INVENTION VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		
APPLICANT(S) FOR DO/EO/US Manabu Tateno et al.		
Applicant herewith submits to the United States Designated/Elected Office (DO/EO/US) the following items and other information:		
1. <input checked="" type="checkbox"/> This is a FIRST submission of items concerning a submission under 35 U.S.C. 371. 2. <input type="checkbox"/> This is a SECOND or SUBSEQUENT submission of items concerning a submission under 35 U.S.C. 371. 3. <input checked="" type="checkbox"/> This is an express request to begin national examination procedures (35 U.S.C. 371(f)). The submission must include items (5), (6), (9) and (21) indicated below. 4. <input type="checkbox"/> The US has been elected (Article 31). 5. <input checked="" type="checkbox"/> A copy of the International Application as filed (35 U.S.C. 371 (c)(2)) a. <input type="checkbox"/> is attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau). b. <input checked="" type="checkbox"/> has been communicated by the International Bureau. c. <input type="checkbox"/> is not required, as the application was filed in the United States Receiving Office (RO/US). 6. <input checked="" type="checkbox"/> An English language translation of the International Application as filed (35 U.S.C. 371(c)(2)). a. <input checked="" type="checkbox"/> is attached hereto. b. <input type="checkbox"/> has been previously submitted under 35 U.S.C. 154(d)(4). 7. <input checked="" type="checkbox"/> Amendments to the claims of the International Application under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)) a. <input type="checkbox"/> are attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau). b. <input type="checkbox"/> have been communicated by the International Bureau. c. <input type="checkbox"/> have not been made; however, the time limit for making such amendments has NOT expired. d. <input checked="" type="checkbox"/> have not been made and will not be made. 8. <input type="checkbox"/> An English language translation of the amendments to the claims under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)). 9. <input checked="" type="checkbox"/> An oath or declaration of the inventor(s) (35 U.S.C. 371(c)(4)). 10. <input type="checkbox"/> An English language translation of the annexes of the International Preliminary Examination Report under PCT Article 36 (35 U.S.C. 371(c)(5)).		
Items 11 to 20 below concern document(s) or information included:		
11. <input checked="" type="checkbox"/> An Information Disclosure Statement under 37 CFR 1.97 and 1.98. 12. <input type="checkbox"/> An assignment document for recording. A separate cover sheet in compliance with 37 CFR 3.28 and 3.31 is included. 13. <input checked="" type="checkbox"/> A preliminary amendment. 14. <input checked="" type="checkbox"/> An Application Data Sheet under 37 CFR 1.76. 15. <input type="checkbox"/> A substitute specification. 16. <input type="checkbox"/> A power of attorney and/or change of address letter. 17. <input type="checkbox"/> A computer-readable form of the sequence listing in accordance with PCT Rule 13ter.2 and 37 CFR 1.821 – 1.825. 18. <input type="checkbox"/> A second copy of the published International Application under 35 U.S.C. 154(d)(4). 19. <input type="checkbox"/> A second copy of the English language translation of the international application under 35 U.S.C. 154(d)(4).		

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

U.S. APPLICATION NO. (if known, see 37 CFR 1.5)	INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP2009/069753	ATTORNEY'S DOCKET NUMBER TMCW-10402/08
20. Other items or information: copy of international search report		
The following fees have been submitted		
21. <input checked="" type="checkbox"/> Basic national fee (37 CFR 1.492(a)) \$380	CALCULATIONS \$ 380.00	PTO USE ONLY
22. <input checked="" type="checkbox"/> Examination fee (37 CFR 1.492(c)) If the written opinion prepared by ISA/US or the international preliminary examination report prepared by IPEA/US indicates all claims satisfy provisions of PCT Article 33(1)-(4) \$0 All other situations \$250	\$ 250.00	
23. <input checked="" type="checkbox"/> Search fee (37 CFR 1.492(b)) If the written opinion of the ISA/US or the international preliminary examination report prepared by IPEA/US indicates all claims satisfy provisions of PCT Article 33(1)-(4) \$0 Search fee (37 CFR 1.445(a)(2)) has been paid on the international application to the USPTO as an International Searching Authority \$120 International Search Report prepared by an ISA other than the US and provided to the Office or previously communicated to the US by the IB \$490 All other situations \$620	\$ 490.00	
TOTAL OF 21, 22 and 23 =		1,120.00
<input type="checkbox"/> Additional fee for specification and drawings filed in paper over 100 sheets (excluding sequence listing in compliance with 37 CFR 1.821(c) or (e) or in an electronic medium or computer program listing in an electronic medium) (37 CFR 1.492(j)). The fee is \$310 for each additional 50 sheets of paper or fraction thereof.		
Total Sheets	Extra Sheets	Number of each additional 50 or fraction thereof (round up to a whole number)
- 100 =	/50 =	x \$310
Surcharge of \$130 for furnishing any of the search fee, examination fee, or the oath or declaration after the date of commencement of the national stage (37 CFR 1.492(h)).		\$
CLAIMS	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA
Total claims	- 20 =	0
Independent claims	- 3 =	0
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM(S) (if applicable)		+ \$450
TOTAL OF ABOVE CALCULATIONS =		\$ 1,120.00
<input type="checkbox"/> Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27. Fees above are reduced by 1/2.		
SUBTOTAL =		\$ 1,120.00
Processing fee of \$130.00 for furnishing the English translation later than 30 months from the earliest claimed priority date (37 CFR 1.492(i)).		\$
TOTAL NATIONAL FEE =		\$ 1,120.00
Fee for recording the enclosed assignment (37 CFR 1.21(h)). The assignment must be accompanied by an appropriate cover sheet (37 CFR 3.28, 3.31). \$40.00 per property		\$
		\$
TOTAL FEES ENCLOSED =		\$ 1,120.00
		Amount to be refunded: \$
		Amount to be charged \$

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

- a. ☐ A check in the amount of \$ _____ to cover the above fees is enclosed.
- b. ☐ Please charge my Deposit Account No. 07-1180 in the amount of \$ _____ to cover the above fees.
- c. ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required, or credit any overpayment to Deposit Account No. 07-1180.
- d. ☒ Fees are to be charged to a credit card. **WARNING:** Information on this form may become public. **Credit card information should not be included on this form.** Provide credit card information and authorization on PTO-2038. The PTO-2038 should only be mailed or faxed to the USPTO. However, when paying the basic national fee, the PTO-2038 may NOT be faxed to the USPTO.

ADVISORY: If filing by EFS-Web, do **NOT** attach the PTO-2038 form as a PDF along with your EFS-Web submission. Please be advised that this is **not** recommended and by doing so your **credit card information may be displayed via PAIR**. To protect your information, it is recommended paying fees online by using the electronic payment method.

NOTE: Where an appropriate time limit under 37 CFR 1.495 has not been met, a petition to revive (37 CFR 1.137(a) or (b)) must be filed and granted to restore the International Application to pending status.

SEND ALL CORRESPONDENCE TO:

/Thomas E. Anderson/
SIGNATURE

Thomas E. Anderson
NAME

CUSTOMER NUMBER: 25006

31,318
REGISTRATION NUMBER

TRANSMITTAL LETTER TO THE UNITED STATES DESIGNATED/ELECTED OFFICE (DO/EO/US) CONCERNING A SUBMISSION UNDER 35 U.S.C. 371		ATTORNEY'S DOCKET NUMBER TMCW-10402/08 U.S. APPLICATION NO. (if known, see 37 CFR 1.5)
INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP2009/069753	INTERNATIONAL FILING DATE 17 November 2009	PRIORITY DATE CLAIMED
TITLE OF INVENTION VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		
APPLICANT(S) FOR DO/EO/US Manabu Tateno et al.		
Applicant herewith submits to the United States Designated/Elected Office (DO/EO/US) the following items and other information:		
1. <input checked="" type="checkbox"/> This is a FIRST submission of items concerning a submission under 35 U.S.C. 371. 2. <input type="checkbox"/> This is a SECOND or SUBSEQUENT submission of items concerning a submission under 35 U.S.C. 371. 3. <input checked="" type="checkbox"/> This is an express request to begin national examination procedures (35 U.S.C. 371(f)). The submission must include items (5), (6), (9) and (21) indicated below. 4. <input type="checkbox"/> The US has been elected (Article 31). 5. <input checked="" type="checkbox"/> A copy of the International Application as filed (35 U.S.C. 371 (c)(2)) a. <input type="checkbox"/> is attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau). b. <input checked="" type="checkbox"/> has been communicated by the International Bureau. c. <input type="checkbox"/> is not required, as the application was filed in the United States Receiving Office (RO/US). 6. <input checked="" type="checkbox"/> An English language translation of the International Application as filed (35 U.S.C. 371(c)(2)). a. <input checked="" type="checkbox"/> is attached hereto. b. <input type="checkbox"/> has been previously submitted under 35 U.S.C. 154(d)(4). 7. <input checked="" type="checkbox"/> Amendments to the claims of the International Application under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)) a. <input type="checkbox"/> are attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau). b. <input type="checkbox"/> have been communicated by the International Bureau. c. <input type="checkbox"/> have not been made; however, the time limit for making such amendments has NOT expired. d. <input checked="" type="checkbox"/> have not been made and will not be made. 8. <input type="checkbox"/> An English language translation of the amendments to the claims under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)). 9. <input checked="" type="checkbox"/> An oath or declaration of the inventor(s) (35 U.S.C. 371(c)(4)). 10. <input type="checkbox"/> An English language translation of the annexes of the International Preliminary Examination Report under PCT Article 36 (35 U.S.C. 371(c)(5)).		
Items 11 to 20 below concern document(s) or information included:		
11. <input checked="" type="checkbox"/> An Information Disclosure Statement under 37 CFR 1.97 and 1.98. 12. <input type="checkbox"/> An assignment document for recording. A separate cover sheet in compliance with 37 CFR 3.28 and 3.31 is included. 13. <input checked="" type="checkbox"/> A preliminary amendment. 14. <input checked="" type="checkbox"/> An Application Data Sheet under 37 CFR 1.76. 15. <input type="checkbox"/> A substitute specification. 16. <input type="checkbox"/> A power of attorney and/or change of address letter. 17. <input type="checkbox"/> A computer-readable form of the sequence listing in accordance with PCT Rule 13ter.2 and 37 CFR 1.821 – 1.825. 18. <input type="checkbox"/> A second copy of the published International Application under 35 U.S.C. 154(d)(4). 19. <input type="checkbox"/> A second copy of the English language translation of the international application under 35 U.S.C. 154(d)(4).		

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

U.S. APPLICATION NO. (if known, see 37 CFR 1.5)	INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP2009/069753	ATTORNEY'S DOCKET NUMBER TMCW-10402/08
20. Other items or information: copy of international search report		
The following fees have been submitted		
21. <input checked="" type="checkbox"/> Basic national fee (37 CFR 1.492(a)) \$380	CALCULATIONS \$ 380.00	PTO USE ONLY
22. <input checked="" type="checkbox"/> Examination fee (37 CFR 1.492(c)) If the written opinion prepared by ISA/US or the international preliminary examination report prepared by IPEA/US indicates all claims satisfy provisions of PCT Article 33(1)-(4) \$0 All other situations \$250	\$ 250.00	
23. <input checked="" type="checkbox"/> Search fee (37 CFR 1.492(b)) If the written opinion of the ISA/US or the international preliminary examination report prepared by IPEA/US indicates all claims satisfy provisions of PCT Article 33(1)-(4) \$0 Search fee (37 CFR 1.445(a)(2)) has been paid on the international application to the USPTO as an International Searching Authority \$120 International Search Report prepared by an ISA other than the US and provided to the Office or previously communicated to the US by the IB \$490 All other situations \$620	\$ 490.00	
TOTAL OF 21, 22 and 23 =		1,120.00
<input type="checkbox"/> Additional fee for specification and drawings filed in paper over 100 sheets (excluding sequence listing in compliance with 37 CFR 1.821(c) or (e) or in an electronic medium or computer program listing in an electronic medium) (37 CFR 1.492(j)). The fee is \$310 for each additional 50 sheets of paper or fraction thereof.		
Total Sheets	Extra Sheets	Number of each additional 50 or fraction thereof (round up to a whole number)
- 100 =	/50 =	x \$310
Surcharge of \$130 for furnishing any of the search fee, examination fee, or the oath or declaration after the date of commencement of the national stage (37 CFR 1.492(h)).		\$
CLAIMS	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA
Total claims	- 20 =	0
Independent claims	- 3 =	0
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM(S) (if applicable)		+ \$450
TOTAL OF ABOVE CALCULATIONS =		\$ 1,120.00
<input type="checkbox"/> Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27. Fees above are reduced by 1/2.		
SUBTOTAL =		\$ 1,120.00
Processing fee of \$130.00 for furnishing the English translation later than 30 months from the earliest claimed priority date (37 CFR 1.492(i)).		\$
TOTAL NATIONAL FEE =		\$ 1,120.00
Fee for recording the enclosed assignment (37 CFR 1.21(h)). The assignment must be accompanied by an appropriate cover sheet (37 CFR 3.28, 3.31). \$40.00 per property		\$
		\$
TOTAL FEES ENCLOSED =		\$ 1,120.00
		Amount to be refunded: \$
		Amount to be charged \$

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

- a. ☐ A check in the amount of \$ _____ to cover the above fees is enclosed.
- b. ☐ Please charge my Deposit Account No. 07-1180 in the amount of \$ _____ to cover the above fees.
- c. ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required, or credit any overpayment to Deposit Account No. 07-1180.
- d. ☒ Fees are to be charged to a credit card. **WARNING:** Information on this form may become public. **Credit card information should not be included on this form.** Provide credit card information and authorization on PTO-2038. The PTO-2038 should only be mailed or faxed to the USPTO. However, when paying the basic national fee, the PTO-2038 may NOT be faxed to the USPTO.

ADVISORY: If filing by EFS-Web, do **NOT** attach the PTO-2038 form as a PDF along with your EFS-Web submission. Please be advised that this is **not** recommended and by doing so your **credit card information may be displayed via PAIR**. To protect your information, it is recommended paying fees online by using the electronic payment method.

NOTE: Where an appropriate time limit under 37 CFR 1.495 has not been met, a petition to revive (37 CFR 1.137(a) or (b)) must be filed and granted to restore the International Application to pending status.

SEND ALL CORRESPONDENCE TO:

_____/Thomas E. Anderson/
SIGNATURE

Thomas E. Anderson
NAME

CUSTOMER NUMBER: 25006

31,318
REGISTRATION NUMBER

Docket No.: TMCW-10402/08
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Manabu Tatenno et al.

Application No.: National Stage of
PCT/JP2009/069753

Confirmation No.: N/A

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Examiner: Not Yet Assigned

FIRST PRELIMINARY AMENDMENT

MS Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

INTRODUCTORY COMMENTS

Prior to examination on the merits, please amend the above-identified U.S. patent application as follows:

Amendments to the Abstract begin on page 2 of this paper.

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 3 of this paper.

Remarks/Arguments begin on page 6 of this paper.

AMENDMENTS TO THE ABSTRACT

Please cancel the previous abstract and insert the following new abstract:

The present variable compression ratio V-type internal combustion engine is a variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, wherein the engine is provided with a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports and a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports. The number of the supports in each of the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one than the number of cylinders of the first cylinder group and the second cylinder group, respectively.

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

1. (Currently amended) A variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, characterized in that the engine is provided with a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports and a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, the number of said supports of said first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one ["1"] than the number of cylinders of said first cylinder group so that one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, the number of said supports of said second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly one ["1"] than the number of cylinders of said second cylinder group so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and, due to an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction, one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of

each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view.

2. (Currently amended) The [[A]] variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1 characterized in that said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports, said supports of said second relative movement mechanism are comprised of third supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view and fourth supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports.

3. (Currently amended) The [[A]] variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1 [[or 2]] characterized in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at

said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different, said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

4. (New) The variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 2 characterized in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative movement mechanism at said second cylinder group side of said joined cylinder block can be made different, said first relative movement mechanism changes said first relative movement distance when none of the cylinders of said first cylinder group is in an expansion stroke, and said second relative movement mechanism changes said second relative movement distance when none of the cylinders of said second cylinder group is in an expansion stroke.

REMARKS

In view of the above amendment, applicant believes the pending application is in condition for allowance.

Dated: May 17, 2012

Respectfully submitted,

/Thomas E. Anderson/
Thomas E. Anderson
Registration No.: 31,318
GIFFORD, KRASS, SPRINKLE, ANDERSON
& CITKOWSKI, P.C.
2701 Troy Center Drive, Suite 330
Post Office Box 7021
Troy, Michigan 48007-7021
(248) 647-6000
(248) 647-5210 (Fax)
Attorney for Applicant

DESCRIPTION

VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

5

TECHNICAL FIELD

The present invention relates to a variable compression ratio V-type internal combustion engine.

10

BACKGROUND ART

15

In general, the lower the engine load, the worse the heat efficiency, so at the time of engine low load operation, the mechanical compression ratio ((top dead center cylinder volume + stroke volume)/top dead center cylinder volume) is preferably raised to raise the expansion ratio and thereby improve the heat efficiency. For this, it has been known to make the cylinder block and crankcase move relative to each other to change the distance between the cylinder block and the crankshaft and thereby make the mechanical compression ratio variable.

20

25

In a V-type internal combustion engine, it has been proposed to make the cylinder block parts of the two cylinder groups move relatively to the crankcase separately along the cylinder centerlines of the cylinder groups, but it is difficult to make different cylinder block parts move relatively to the crankcase by a single link mechanism (or cam mechanism). A pair of link mechanisms (or cam mechanisms) becomes necessary for each cylinder block part, so overall two pairs of link mechanisms end up becoming necessary.

30

35

To reduce the number of link mechanisms, a variable compression ratio V-type internal combustion engine has been proposed which joins the cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to the crankcase by a pair of relative movement mechanisms (for example, a pair of link

mechanisms) (refer to Japanese Patent Unexamined Publication (A) No. 2005-113743, Japanese Patent Unexamined Publication (A) No. 2002-250241, Japanese Patent Unexamined Publication (A) No. 2008-175135, and
5 Japanese Patent Unexamined Publication (A) No. 2009-097449).

The relative movement mechanism at one cylinder group side and the relative movement mechanism at the other cylinder group side respectively have pluralities
10 of supports for fastening to the cylinder block and pluralities of supports for fastening to the crankcase.

In general, the plurality of supports at the cylinder block side in the relative movement mechanism at one cylinder group side and the plurality of supports at
15 the cylinder block side at the relative movement mechanism at the other cylinder group side are arranged symmetrically about a median plane between the two cylinder groups.

20 DISCLOSURE OF THE INVENTION

Incidentally, in the above-mentioned variable compression ratio V-type internal combustion engine, the cylinder block and the crankcase are coupled by just one pair of relative movement mechanisms. The force which
25 tries to push up the cylinder block in the cylinder axial line direction at the time of firing at each cylinder acts on the pair of relative movement mechanisms.

If the supports of the cylinder block sides of the pair of relative movement mechanism are arranged
30 symmetrically as explained above, the force which is generated at the time of firing at each cylinder will act mainly on one or two supports thereby making it necessary to make the supports thicker or otherwise in order to increase the strength of the supports.

Therefore, an object of the present invention is to
35 provide a variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins the cylinder blocks of two

cylinder groups and makes the joined block move relatively to the crankcase wherein it is not necessary to increase the strength of the plurality of supports at the cylinder block sides of the pair of relative movement mechanisms that much.

A variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 1 of the present invention is provided, characterized in that the variable compression ratio V-type internal combustion engine joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, and is provided with a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports and a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of the joined cylinder block through a plurality of supports, the number of the supports of the first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of the first cylinder group so that one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view, the number of the supports of the second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of the second cylinder group so that one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view, and, due to an offset between the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group in the crankshaft direction, one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing the

first cylinder group side by the side view and one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the first cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view.

A variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 2 of the present invention is provided as the variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 1 characterized in that the supports of the first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view, a thickness of the first supports is two times a thickness of the second supports, the supports of the second relative movement mechanism are comprised of third supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view and fourth supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view, and a thickness of the third supports is two times a thickness of the fourth supports.

A variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 3 of the present invention is provided as the variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 1 or 2 characterized in that the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative

movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by the first relative movement mechanism at the first cylinder group side of the joined cylinder block and a second relative movement distance in the engine centerline direction which is caused by the second relative movement mechanism at the second cylinder group side of the joined cylinder block can be made different, the first relative movement mechanism changes the first relative movement distance when none of the cylinders of the first cylinder group is in an expansion stroke, and the second relative movement mechanism changes the second relative movement distance when none of the cylinders of the second cylinder group is in an expansion stroke.

According to the variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 1 of the present invention, the number of the supports to fasten the first relative movement mechanism to the first cylinder group side of the joined cylinder block is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of the first cylinder group so that one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view, the number of the supports to fasten the second relative movement mechanism to the second cylinder group side of the joined cylinder block is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of the second cylinder group so that one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view, and, due to an offset between the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group in the crankshaft direction, one of the supports of the first

relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view and one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the first cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view. Due to this, the force which tries to push up the cylinder block in the cylinder axial line direction at the time of firing of each cylinder acts on the two supports adjoining the firing cylinder when viewing the cylinder group side corresponding to the firing cylinder by the side view and the one support which is positioned on the center axial line of the firing cylinder when viewing the other cylinder group side by the side view, so it is not necessary to increase the strength of the supports of the first relative movement mechanism and second relative movement mechanism that much compared with the case where the force acts on mainly one or two supports.

According to the variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 2 of the present invention, in the variable compression ratio V-type internal combustion engine as set forth in claim 1, the supports of the first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view, the first supports are close in common to two cylinders adjoining each other, so the force at the time of firing of the two cylinders acts on them and therefore the force at the time of firing acts on them a number of times two times greater than the second supports which are close to just one cylinder, so a thickness of the

first supports is made two times a thickness of the
second supports to make the strength two times as well,
further the supports of the second relative movement
mechanism are comprised of third supports which are
5 positioned between center axial lines of two cylinders
adjoining each other in the second cylinder group when
viewing the second cylinder group side by the side view
and fourth supports which are not positioned between
center axial lines of two cylinders adjoining each other
10 in the second cylinder group when viewing the second
cylinder group side by the side view, the third supports
are close in common to two cylinders adjoining each
other, so the force at the time of firing of the two
cylinders act on them and therefore the force at the time
15 of firing act on them a number of times two times greater
than the fourth supports which are close to just one
cylinder, so a thickness of the third supports is made
two times a thickness of the fourth supports to make the
strength two times as well.

20 According to the variable compression ratio V-type
internal combustion engine as set forth in claim 3 of the
present invention, in the variable compression ratio V-
type internal combustion engine as set forth in claim 1
or 2, the first relative movement mechanism and the
25 second relative movement mechanism are made independently
controllable, a first relative movement distance in a
front view engine centerline direction which passes
through a center of a crankshaft which is caused by the
first relative movement mechanism at the first cylinder
30 group side of the joined cylinder block and a second
relative movement distance in the engine centerline
direction which is caused by the second relative movement
mechanism at the second cylinder group side of the joined
cylinder block can be made different, when none of the
35 cylinders of the first cylinder group is in an expansion
stroke, one of the cylinders of the second cylinder group
is in the expansion stroke and the force of that firing

cylinder does not act that much on the first relative movement mechanism where the moment length becomes longer compared with the second relative movement mechanism, so the first relative movement mechanism can easily change the first relative movement distance, while when none of the cylinders of the second cylinder group is in an expansion stroke, one of the cylinders of the first cylinder group is in the expansion stroke and the force of that firing cylinder does not act that much on the second relative movement mechanism where the moment length becomes longer compared with the first relative movement mechanism, so the second relative movement mechanism can easily change the second relative movement distance.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

FIG. 1 is a perspective view showing part of a variable compression ratio V-type internal combustion engine according to the present invention.

FIG. 2 is a disassembled perspective view of a first relative movement mechanism which is provided at the variable compression ratio V-type internal combustion engine of FIG. 1.

FIG. 3 is a disassembled perspective view of a second relative movement mechanism which is provided at the variable compression ratio V-type internal combustion engine of FIG. 1.

FIG. 4 is a front view showing part of a variable compression ratio V-type internal combustion engine according to the present invention.

FIG. 5 is a view explaining the operations of the first relative movement mechanism and the second relative movement mechanism.

FIG. 6 is a plan view of a cylinder block of the variable compression ratio V-type internal combustion engine according to the present invention.

FIG. 7 is a front view of a cylinder block which

shows still another embodiment of the variable compression ratio V-type internal combustion engine according to the present invention.

5 FIG. 8 is a time chart which shows the relationship between the strokes of the cylinders.

DESCRIPTION OF EMBODIMENTS

10 FIG. 1 is a perspective view showing part of a variable compression ratio V-type internal combustion engine according to the present invention. In FIG.1, 10 indicates a cylinder block, 20 a crankcase, 30 a first relative movement mechanism of a first cylinder group side, and 40 a second relative movement mechanism of a second cylinder group side. The cylinder block 10 is
15 comprised of a first cylinder group side part 10a and a second cylinder group side part 10b formed integrally. Inside first cylinder group side cylinder bores 11 and second cylinder group side cylinder bores 12, pistons 13 are arranged. The pistons 13 are connected by a
20 connecting rod 14 to a crank shaft 15.

25 This V-type internal combustion engine is a spark ignition type. The first cylinder group side part 10a and the second cylinder group side part 10b of the cylinder block 10 are mounted with cylinder heads (not shown). At the cylinder heads, spark plugs are provided for the
30 cylinder bores. At each cylinder head, intake ports and exhaust ports are formed. Each intake port is communicated through an intake valve to a corresponding cylinder bore, while each exhaust port is communicated through an exhaust valve to a corresponding cylinder bore
35 11. For each cylinder head, an intake manifold and exhaust manifold are connected. The intake manifolds open to the atmosphere either independently of each other or by merging via an air cleaner, while the exhaust manifolds are also open to the atmosphere either independently of each other or by merging via a catalyst device. Further, the V-type internal combustion engine

may be a diesel engine as well.

In general, the lower the engine load is, the worse the heat efficiency becomes, so at the time of engine low load operation, if raising the mechanical compression ratio to raise the expansion ratio, it is possible to improve the heat efficiency due to the work time of the pistons in the expansion stroke becoming longer. The mechanical compression ratio becomes the ratio $(V1+V2)/V1$ of the sum of the cylinder volume $V1$ at the top dead center crank angle and the stroke volume $V2$ with respect to the cylinder volume $V1$ at the top dead center crank angle, and is equal to the expansion ratio of the expansion stroke. Due to this, the V-type internal combustion engine uses the first relative movement mechanism 30 and the second relative movement mechanism 40 to make the cylinder block 10 move relatively to the crankcase 20. By changing the distance between the cylinder block 10 and the crank shaft 15, the mechanical compression ratios of the first cylinder group and the second cylinder group are made variable. For example, the mechanical compression ratios are controlled so that the lower the engine load is, the higher the mechanical compression ratio is made.

The first relative movement mechanism 30, as shown in FIG. 2, has a plurality of cylinder block side supports 31 which are fastened to the bottom part of the side surface of the first cylinder group side part 10a of the cylinder block 10 and a plurality of crankcase side supports 32 which are fastened to the top part of the side surface of the first cylinder group side of the crankcase 20. The cylinder block side supports 31 and crankcase side supports 32 are alternately positioned and support a single first shaft 33. In this way, the first cylinder group side part 10a of the cylinder block 10 and the first cylinder group side of the crankcase 20 are connected through the first relative movement mechanism 30.

The cylinder block side supports 31 and the crankcase side supports 32 are split into the two pieces 31a and 31b and 32a and 32b to enable support of the first shaft 33. The first shaft 33 has a plurality of cylinder block side support parts 33a which are supported by the cylinder block side supports 31 and a plurality of crankcase side support parts 33b which are supported by the crankcase side supports 32. The cylinder block side support parts 33a are concentric with each other, while the crankcase side support parts 33b are concentric with each other. However, the cylinder block side support parts 33a and the crankcase side support parts 33b are eccentric. Reference numeral 34 shows bearing elements which are fit at the cylinder block side support parts 33a, while 35 shows bearing elements which are fit at the crankcase side support parts 33b. These are split into two to enable fitting at the cylinder block side support parts 33a and crankcase side support parts 33b. Reference numeral 33c shows a fan-shaped gear which is concentric with the crankcase side support part 33b of the first shaft 33.

As shown in FIG. 4, the fan-shaped gear 33c engages with the small diameter gear 36, while a large diameter gear 37 concentric with the small diameter gear 36 engages with a worm gear 38 of a first motor 39. By operating the first motor 39 and making the worm gear 38 rotate in this way, it is possible to make the first shaft 33 rotate about the crankcase side support part 33b through the large diameter gear 37, small diameter gear 36, and the fan-shaped gear 33c.

On the other hand, the second relative movement mechanism 40, as shown in FIG. 3, has a plurality of cylinder block side supports 41 which are fastened to the bottom part of the side surface of the second cylinder group side part 10b of the cylinder block 10 and a plurality of crankcase side supports 42 which are fastened to the top part of the side surface of the

second cylinder group side of the crankcase 20. Each crankcase side support 42 has two bearings 42a. Between the two bearings 42a, an arm 43 is inserted. The arm 43 has at its ends a first through hole 43a and a second through hole 43b. Inside the first through hole 43a, an eccentric boss 43c is inserted. A second shaft 44 passes through the two bearings 42a of the crankcase side supports 42 and passes through the eccentric holes of the eccentric bosses 43c which are inserted into the first through holes 43a of the arms 43. Further, a third shaft 45 passes through the cylinder block side supports 41 and second through holes 43b of the arms 43 positioned between two cylinder block side supports 41. In this way, the second cylinder group side part 10b of the cylinder block 10 and the second cylinder group side of the crankcase 20 are connected through the second relative movement mechanism 40.

The bearings 42a of the cylinder block side supports 41 and the crankcase side supports 42 are provided with bearing elements. Reference numeral 44a shows a fan-shaped gear which is concentric with the second shaft 44. As shown in FIG. 4, the fan-shaped gear 44a engages with the small diameter gear 46, while a large diameter gear 47 which is concentric with the small diameter gear 46 engages with a worm gear 48 of the second motor 49. In this way, the second motor 49 is operated to make the worm gear 48 rotate, whereby the second shaft 44 is made to rotate through the large diameter gear 47, the small diameter gear 46, and the fan-shaped gear 44a. The eccentric bosses 43c, which are joined with the second shaft 44 by insertion into the eccentric holes, can be made to rotate about the second shaft 44 at the first through holes 43a of the arms 43.

In FIG. 4, CE is the engine centerline which passes through the center of the crankshaft 15 in the front view and in general is a vertical line passing through the center of the crankshaft. In the present embodiment, at

the lowest position of the cylinder block 10 which is shown in FIG. 5 where the cylinder block 10 and the crankcase 20 abut against each other, in the front view, the cylinder block centerline CB between the cylinder centerline of the first cylinder group and the cylinder centerline of the second cylinder group and the engine centerline CE match. Further, in the front view, the intersecting point of the cylinder centerline of the first cylinder group and the cylinder centerline of the second cylinder group, that is, the front view intersecting point, and the crankshaft center match.

As shown in FIG. 5, in the variable compression ratio V-type internal combustion engine of the present embodiment, to change the mechanical compression ratio, the first motor 39 of the first relative movement mechanism 30 is made to operate to make the first shaft 33 turn about the crankcase side support part 33b. Due to this, the first relative movement mechanism 30 acts as a link mechanism with a single degree of freedom to make the first cylinder group side of the cylinder block 10 move with respect to the crankcase 20 in the engine centerline CE direction by exactly the first set distance D1 through the cylinder block side support part 33a which is eccentric with respect to the crankcase side support part 33b. Simultaneously with this, the second motor 49 of the second relative movement mechanism 40 is made to operate to make the second shaft 44 turn. Due to this, the second relative movement mechanism 40 acts as a link mechanism with two degrees of freedom to make the second cylinder group side of the cylinder block 10 move with respect to the crankcase 20 in the engine centerline CE direction by exactly the second set distance D2 smaller than the first set distance D1 by the arm 43 through the eccentric boss 43c which is eccentric with respect to the second shaft 44.

In this way, the cylinder block 10' at the lowest position which is shown by the one-dot chain line moves

like the cylinder block 10 which is shown by the solid line. The cylinder block side support part 33a' of the first shaft 33 and the first through hole 43a' and second through hole 43b' of the arm 43 at the lowest position which are shown by the one-dot chain lines also respectively move like the cylinder block side support part 33a, first through hole 43a, and second through hole 43b which are shown by the solid lines.

Since the first relative movement mechanism 30 is made a simple link mechanism with one degree of freedom, the cylinder block 10 is made to move with respect to the crankcase 20 upward (direction of centerline of engine CE) and simultaneously move to the second cylinder group side. With that, both the mechanical compression ratio of the first cylinder group and the mechanical compression ratio of the second cylinder group can be made smaller, but the mechanical compression ratio of the second cylinder group ends up becoming smaller than the mechanical compression ratio of the first cylinder group. Due to this, using the second relative movement mechanism 40, the cylinder block 10 is moved a bit upward at the second cylinder group side compared with the first cylinder group side. In the front view, the cylinder block centerline CB is made to slant with respect to the engine centerline CE. Due to this, even if the cylinder block 10 moves to the second cylinder group side by exactly D, the mechanical compression ratio of the first cylinder group and the mechanical compression ratio of the second cylinder group side can be equally made the desired mechanical compression ratios.

FIG. 6 is a plan view of a cylinder block 10 of a variable compression ratio V-type internal combustion engine according to the present invention. In the present embodiment, the number of cylinder block side supports 31 for fastening the first relative movement mechanism 30 to the first cylinder group side part 10a of the cylinder block 10 is made at least a number greater by exactly "1"

than the number of cylinders of the first cylinder group so that one of the cylinder block side supports 31 is positioned at the two sides of the center axial lines C1, C3, and C5 at the cylinders of the first cylinder group when viewing the first cylinder group side part 10a by the side view, that is, in the present embodiment, since there are three cylinders in the first cylinder group, the number of cylinder block side supports 31 is made four.

Further, the number of cylinder block side supports 41 for fastening the second relative movement mechanism 40 to the second cylinder group side part 10b of the cylinder block 10 is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of the second cylinder group so that one of the cylinder block side supports 41 is positioned at the two sides of the center axial lines C2, C4, and C6 at the cylinders of the second cylinder group when viewing the second cylinder group side part 10b by the side view, that is, in the present embodiment, since there are three cylinders in the second cylinder group, the number of cylinder block side supports 41 is made four.

Further, due to an offset between the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group in the crankshaft direction, one of the supports 31 of the first relative movement mechanism is positioned on each of the center axial lines C2, C4, and C6 of the cylinders in the second cylinder group when viewing the first cylinder group side part 10a by the side view (it is preferable to make centerlines of supports 31 and center axial lines of the center axial line C2, C4, and C6 of the cylinders match) and one of the supports 41 of the second relative movement mechanism is positioned on each of the center axial lines C1, C3, C5 of the cylinders in the first cylinder group when viewing the second cylinder group side part 10a by the side view (it is preferable to make centerlines of

supports 41 and center axial lines of the center axial lines C1, C3, and C5 of the cylinders match).

FIG. 7 is a front view of a cylinder block 10' which shows another embodiment of a variable compression ratio V-type internal combustion engine according to the present invention. The difference from the embodiment shown in FIGS. 4 and 6 is that the cylinder block side supports 31' of the first relative movement mechanism are arranged at the highest part of the side surface of the first cylinder group side part 10a' of the cylinder block 10', while the cylinder block side supports 41' of the second relative movement mechanism are arranged at the highest part of the side surface of the second cylinder group side part 10b' of the cylinder block 10'.

In each embodiment, at the time of firing of a cylinder, as shown in FIG. 7, a force F is produced which tries to push up the cylinder block in the center axial line direction of the firing cylinder. This force F mainly acts at the cylinder block side supports of the first relative movement mechanism and second relative movement mechanism near the firing cylinder. In the arrangement of cylinder block side supports which is shown in FIG. 6, the two cylinder block side supports which adjoin the firing cylinder when viewing the cylinder group side corresponding to the firing cylinder by the side view and the single cylinder block side support which is positioned on the center axial line of the firing cylinder when viewing the other cylinder group side by the side view are acted on. In this way, it is possible to make the force which is produced at the time of firing of each cylinder act dispersed to three cylinder block side supports, so there is no need to increase the strength of the cylinder block side supports 31 and 41 of the first relative movement mechanism and second relative movement mechanism that much. As opposed to this, in general, cylinder block side supports of the first relative movement mechanism and the second relative

movement mechanism are arranged symmetrically with respect to a median plane between the two cylinder groups, so the above-mentioned force F acts mainly against just one or two supports and it is necessary to make the strength of the cylinder block side supports very high.

For example, in FIG. 6, when the #4 cylinder of the second cylinder group which has the center axial line C4 fires, the above-mentioned force F acts against the two cylinder block side supports $41_{(24)}$ and $41_{(46)}$ of the second relative movement mechanism which are positioned at the two sides of the center axial line C4 of the #4 cylinder when viewing the second cylinder group side part 10b by the side view and against the single cylinder block side support $31_{(35)}$ of the first relative movement mechanism which is positioned on the center axial line C4 of the #4 cylinder when viewing the first cylinder group side part 10a by the side view. Further, when the #5 cylinder of the first cylinder group which has the center axial line C5 fires, the above-mentioned force F acts against the two cylinder block side supports $31_{(35)}$ and $31_{(55)}$ of the first relative movement mechanism which are positioned at the two sides of the center axial line C5 of the #5 cylinder when viewing the first cylinder group side part 10a by the side view and against the single cylinder block side support $41_{(46)}$ of the second relative movement mechanism which is positioned on the center axial line C5 of the #5 cylinder when viewing the second cylinder group side part 10b by the side view.

Further, the cylinder block side supports 31 of the first relative movement mechanism 30 are comprised of first supports $31_{(13)}$ and $31_{(35)}$ which are positioned between the center axial lines of two cylinders which adjoin each other in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side part 10a by the side view and second supports $31_{(11)}$ and $31_{(55)}$ which are not positioned between the center axial lines of two

cylinders which adjoin each other in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side part 10a by the side view. The first supports 31₍₁₃₎ and 31₍₃₅₎ are close in common to two cylinders, so the force at the time of firing of the two cylinders acts on them. The force acts on them at the time of firing by a number of times two times that of the second supports 31₍₁₁₎ and 31₍₅₅₎ which are close to just single cylinders, so the thickness e2 of the first supports 31₍₁₃₎ and 31₍₃₅₎ is made two times the thickness e1 of the second supports 31₍₁₁₎ and 21₍₅₅₎ and the strength is made two times that as well.

Further, the cylinder block side supports 41 of the second relative movement mechanism 40 are comprised of third supports 41₍₂₄₎ and 41₍₄₆₎ which are positioned between the center axial lines of two cylinders which adjoin each other in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side part 10b by the side view and fourth supports 41₍₂₂₎ and 41₍₆₆₎ which are not positioned between the center axial lines of two cylinders which adjoin each other in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side part 10b by the side view. The third supports 41₍₂₄₎ and 41₍₄₆₎ are close in common to two cylinders, so the force at the time of firing of the two cylinders acts on them. The force acts on them at the time of firing by a number of times two times that of the fourth supports 41₍₂₂₎ and 41₍₆₆₎ which are close to just single cylinders, so the thickness e2 of the third supports 41₍₂₄₎ and 41₍₄₆₎ is made two times the thickness e1 of the fourth supports 41₍₂₂₎ and 41₍₆₆₎ and the strength is made two times that as well.

Further, the first supports 31₍₁₃₎ and 31₍₃₅₎, the second supports 31₍₁₁₎ and 31₍₅₅₎, the third supports 41₍₂₄₎ and 41₍₄₆₎, and the fourth supports 41₍₂₂₎ and 41₍₆₆₎ all are made separated by the equal distances "d" from the center axial lines C1, C2, C3, C4, C5, and C6 of the cylinders adjoining each other in the side view.

Incidentally, in the embodiment which is shown in

FIG. 7, the cylinder block side supports 31' of the first relative movement mechanism are arranged at the highest part of the side surface of the first cylinder group side part 10a' of the cylinder block 10', while the cylinder block side supports 41' of the second relative movement mechanism are arranged at the highest part of the side surface of the second cylinder group side part 10b' of the cylinder block 10', so when the force F which is produced at the time of firing is divided into the force F_c which acts on the two cylinder block side supports (in FIG. 7, 41') at the cylinder group side of the firing cylinder and the force F_f which acts on the single cylinder block side support (in FIG. 7, 31') of the cylinder group side opposite to the firing cylinder, the moment length L_f up to the working point (center of axial bore) of the single cylinder block side support at the cylinder group side opposite to the firing cylinder can be made relatively longer than the moment length L_c up to the working points (centers of axial bores) of the two cylinder block side supports at the cylinder group side of the firing cylinder.

In this way, from the relationships of $F = F_c + F_f$ and $F_c \cdot L_c = F_f \cdot L_f$, it is possible to make the force F_f which acts on the single cylinder block side support of the cylinder group opposite to the firing cylinder smaller.

FIG. 8 is a time chart which shows the relationship of the strokes of the cylinders. "I" shows an intake stroke, "C" a compression stroke, "X" an expansion stroke, and "E" an exhaust stroke. As shown in FIG. 6, the #1 cylinder, #3 cylinder, and #5 cylinder form the first cylinder group, the #2 cylinder, #4 cylinder, and #6 cylinder form the second cylinder group, and the firing sequence becomes the #1 cylinder-#2 cylinder-#3 cylinder-#4 cylinder-#5 cylinder-#6 cylinder.

As shown in FIG. 8, the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group alternately enter the expansion stroke every 120

degrees crank angle. Due to this, in the 60 degree crank angle range which is shown by t1, none of the cylinders of the first cylinder group are in the expansion stroke, while one of the cylinders of the second cylinder group is in the expansion stroke. The force of a firing cylinder of the second cylinder group acts divided to the corresponding single cylinder block side support of the first relative movement mechanism and the corresponding two cylinder block side supports of the second relative movement mechanism. At this time, the force which acts on the cylinder block side supports of the first relative movement mechanism where the moment length becomes longer than that of the cylinder block side supports of the second relative movement mechanism will not become that large. Due to this, at this time, if using the first relative movement mechanism 30 to make the first cylinder group side of the cylinder block move with respect to the crankcase in the engine centerline CE direction by exactly the first set distance, it is possible to make the first relative movement mechanism operate by a small working force.

Further, in the range of 60 degrees crank angle which is shown by t2, none of the cylinders of the second cylinder group is in the expansion stroke, while one of the cylinders of the first cylinder group is in the expansion stroke, so the force of a firing cylinder of the first cylinder group acts divided to the corresponding single cylinder block side support of the second relative movement mechanism and the corresponding two cylinder block side supports of the first relative movement mechanism. At this time, the force which acts on the cylinder block side support of the second relative movement mechanism where the moment length becomes longer than that of the cylinder block side supports of the first relative movement mechanism will not become that large. Due to this, at this time, if using the second relative movement mechanism 40 to make the second

cylinder group side of the cylinder block move with respect to the crankcase in the engine centerline CE direction by exactly the second set distance, it is possible to make the second relative movement mechanism
5 operate by a small working force.

Of course, it is also possible to make the first relative movement mechanism operate slightly in the crank angle range which is shown by t1, make the second relative movement mechanism operate slightly in the crank
10 angle range which is shown by t2, and repeat these so as to finally make the first cylinder group side of the cylinder block move by exactly the first set distance, make the second cylinder group side of the cylinder block move by exactly the second set distance, and thereby make
15 mechanical compression ratios of the first cylinder group and the second cylinder group the desired mechanical compression ratios.

In the embodiments which were explained up to here, the first relative movement mechanism and the second
20 relative movement mechanism were made separately controllable and the first relative movement distance in the engine centerline direction of the first cylinder group side of the cylinder block and the second relative movement distance in the engine centerline direction of
25 the second cylinder group side of the cylinder block were able to be made different, but when the cylinder block centerline CB and the engine centerline CE always match and the cylinder block moves relatively to the crankcase, the first relative movement mechanism and the second
30 relative movement mechanism may also be made to simultaneously operate by a single actuator. In this case as well, the arrangement of the cylinder block side supports of the first relative movement mechanism and second relative movement mechanism which is shown in FIG.
35 6 is effective.

LIST OF REFERENCE NUMERALS

10: cylinder block
20: crankcase
30: first relative movement mechanism
31: cylinder block side support of first relative
5 movement mechanism
40: second relative movement mechanism
41: cylinder block side support of second relative
movement mechanism

CLAIMS

Claim 1

A variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, characterized in that the engine is provided with a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports and a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side of said joined cylinder block through a plurality of supports, the number of said supports of said first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of said first cylinder group so that one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, the number of said supports of said second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of said second cylinder group so that one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines of the cylinders in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and, due to an offset between the cylinders of said first cylinder group and the cylinders of said second cylinder group in the crankshaft direction, one of said supports of said first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said second cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and one of said supports of said second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in said first cylinder group when viewing said second cylinder group side by the

side view.

Claim 2

A variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1 characterized in that said supports of said first relative movement mechanism are comprised of first supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view and second supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said first cylinder group when viewing said first cylinder group side by the side view, a thickness of said first supports is two times a thickness of said second supports, said supports of said second relative movement mechanism are comprised of third supports which are positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view and fourth supports which are not positioned between center axial lines of two cylinders adjoining each other in said second cylinder group when viewing said second cylinder group side by the side view, and a thickness of said third supports is two times a thickness of said fourth supports.

Claim 3

A variable compression ratio V-type internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized in that said first relative movement mechanism and said second relative movement mechanism are made independently controllable, a first relative movement distance in a front view engine centerline direction which passes through a center of a crankshaft which is caused by said first relative movement mechanism at said first cylinder group side of said joined cylinder block and a second relative movement distance in said engine centerline direction which is caused by said second relative

movement mechanism at said second cylinder group side of
said joined cylinder block can be made different, said
first relative movement mechanism changes said first
relative movement distance when none of the cylinders of
5 said first cylinder group is in an expansion stroke, and
said second relative movement mechanism changes said
second relative movement distance when none of the
cylinders of said second cylinder group is in an
expansion stroke.

ABSTRACT

The present variable compression ratio V-type internal combustion engine is a variable compression ratio V-type internal combustion engine which joins cylinder blocks 10 of two cylinder groups and makes the joined cylinder block move relatively to a crankcase, wherein the engine is provided with a first relative movement mechanism which is fastened to a first cylinder group side 10a of the joined cylinder block through a plurality of supports 31 and a second relative movement mechanism which is fastened to a second cylinder group side 10b of the joined cylinder block through a plurality of supports 41, the number of the supports of the first relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of the first cylinder group so that one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines C1, C3, and C5 of the cylinders in the first cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view, the number of the supports of the second relative movement mechanism is made at least a number greater by exactly "1" than the number of cylinders of the second cylinder group so that one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned at the two sides of the center axial lines C2, C4, and C6 of the cylinders in the second cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view, and, due to an offset between the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group in the crankshaft direction, one of the supports of the first relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each cylinder in the second cylinder group when viewing the first cylinder group side by the side view and one of the supports of the second relative movement mechanism is positioned on the center axial line of each

cylinder in the first cylinder group when viewing the second cylinder group side by the side view.

Fig.1

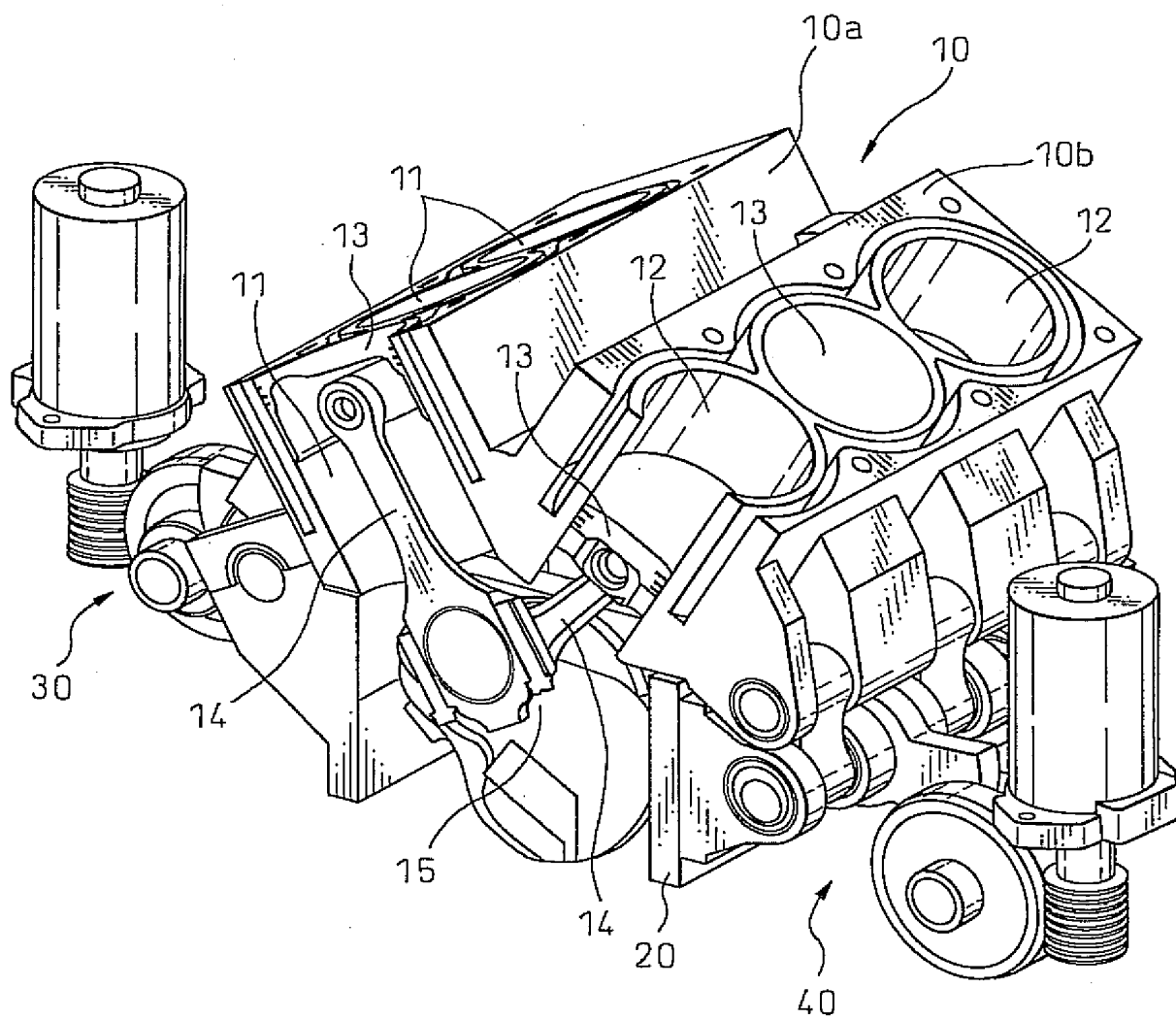


Fig.2

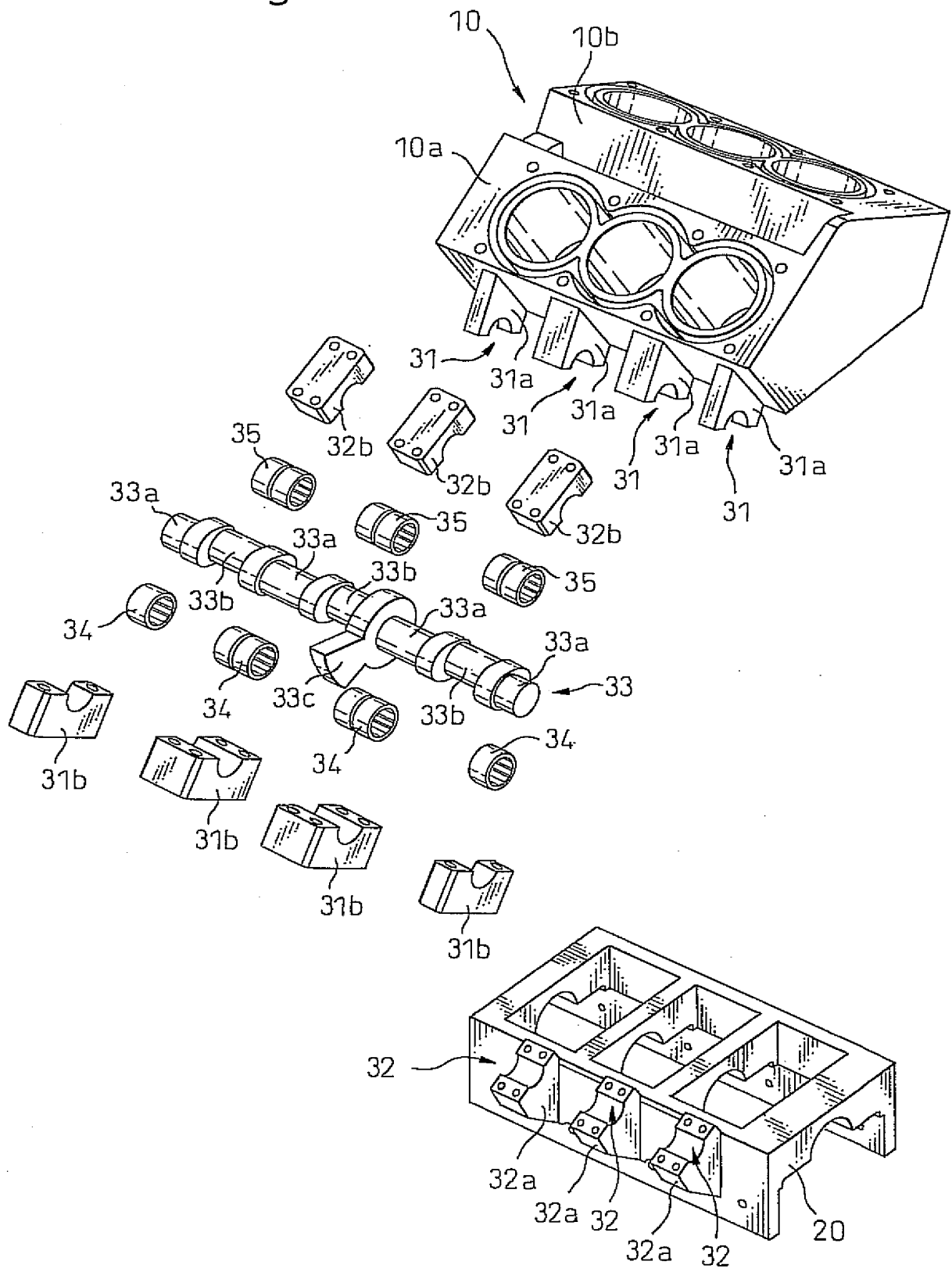


Fig.3

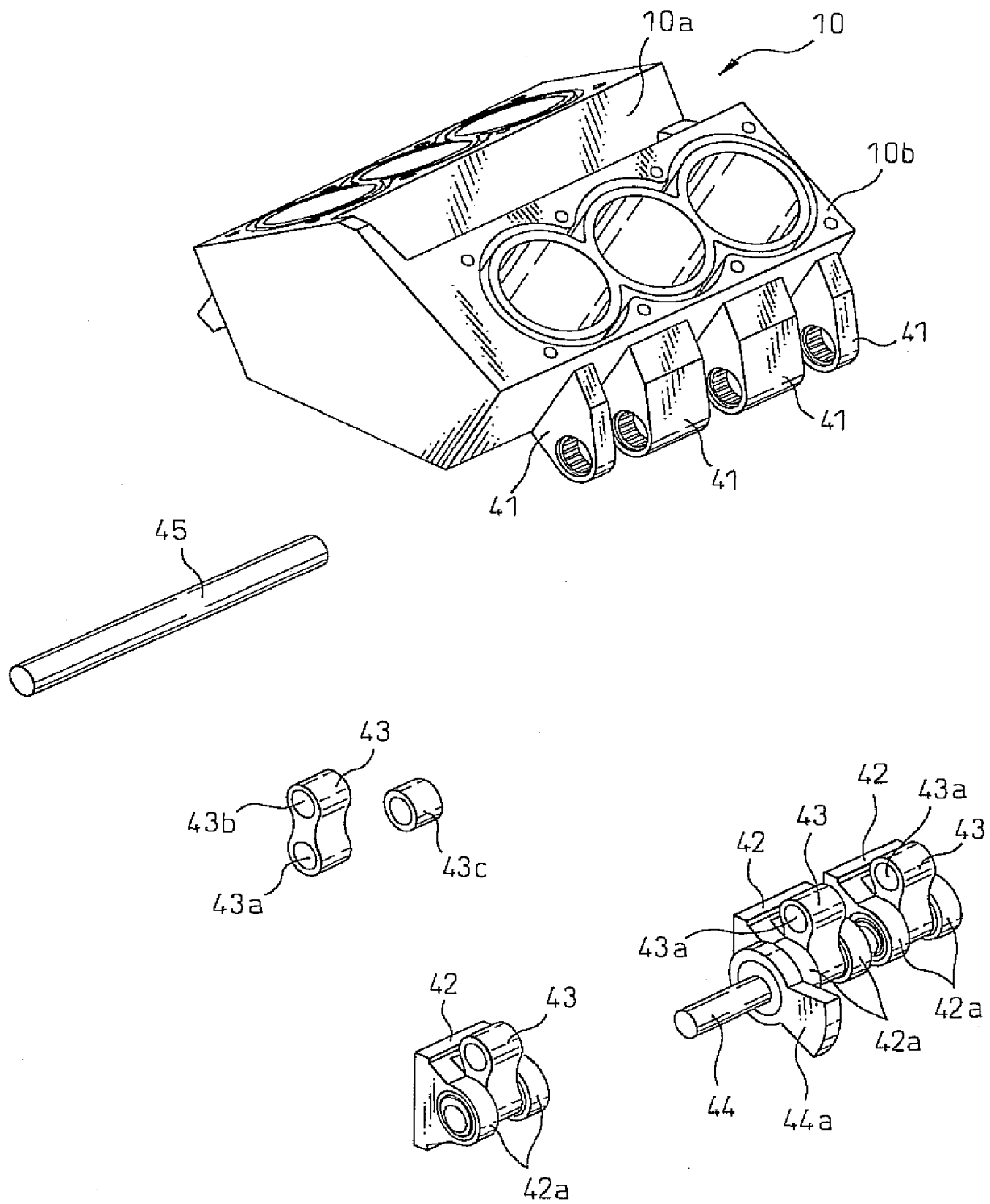


Fig.4

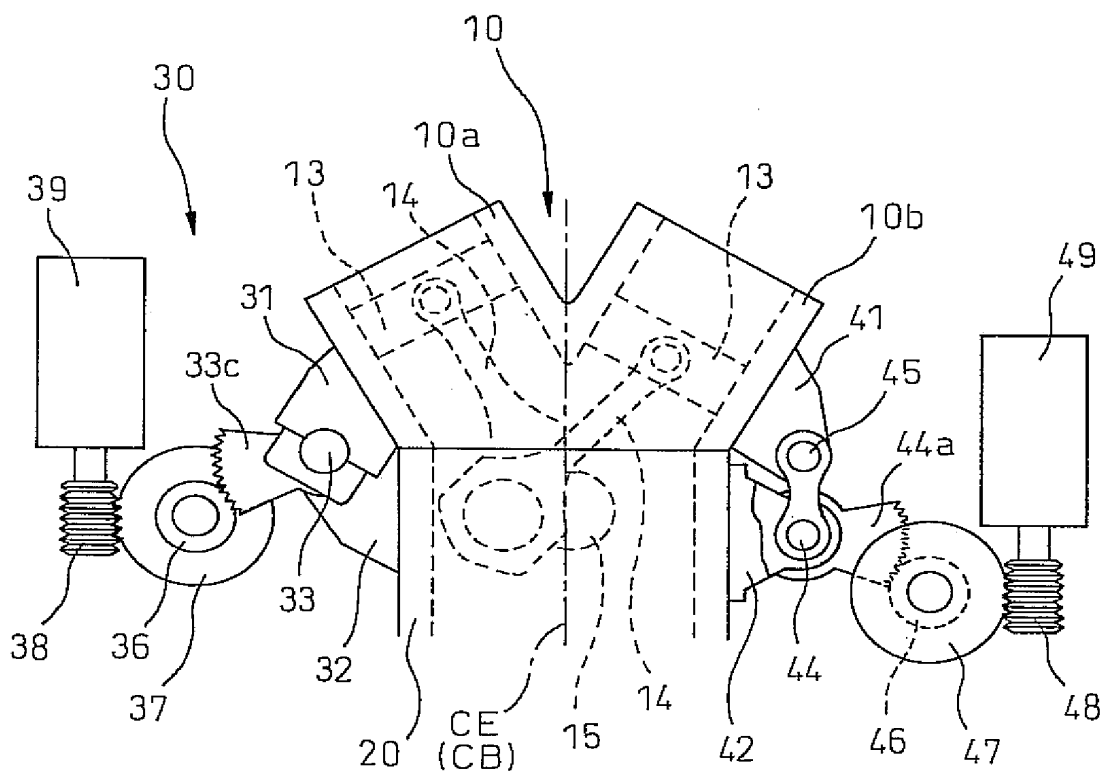


Fig.5

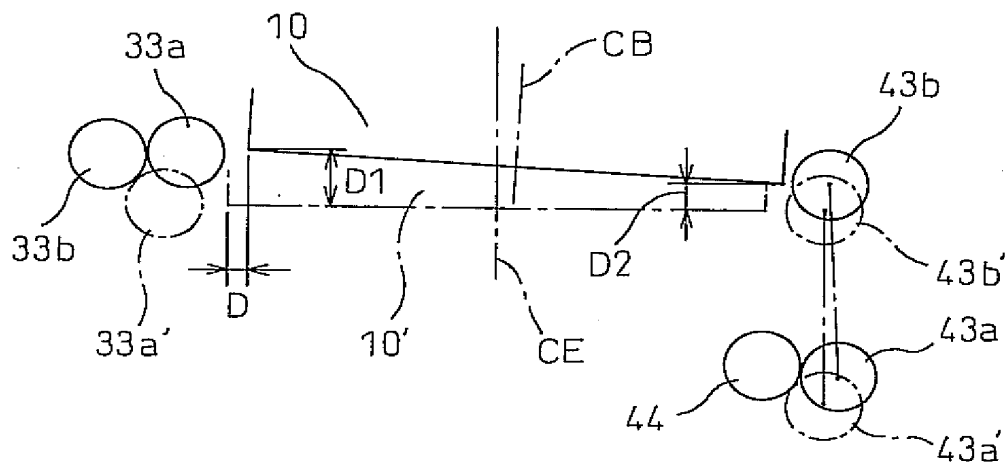


Fig.6

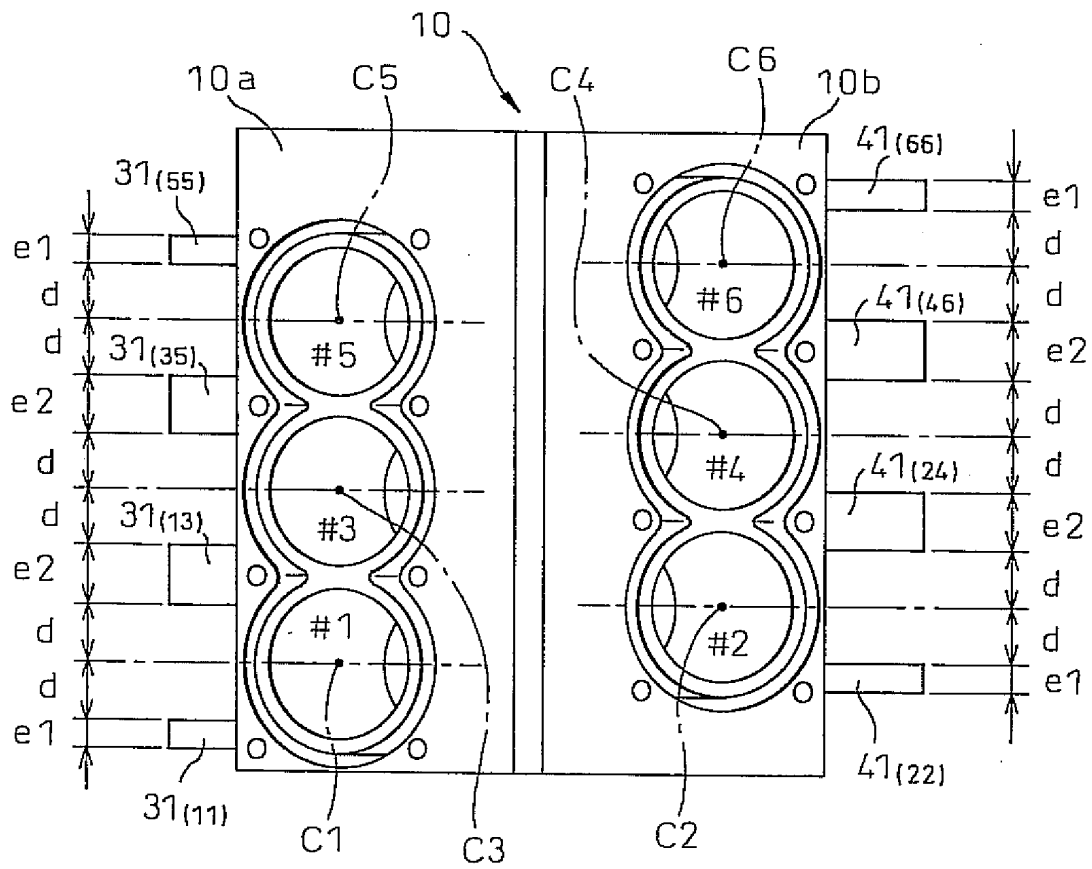


Fig.7

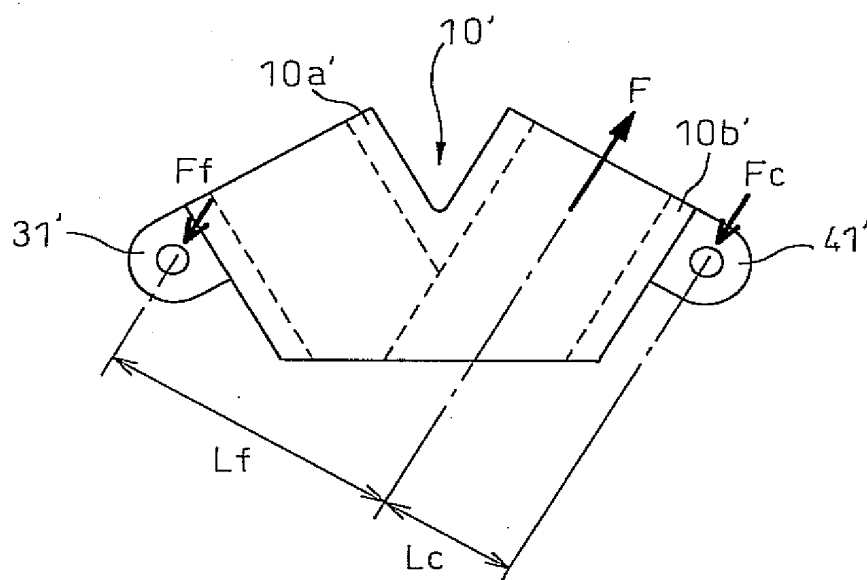
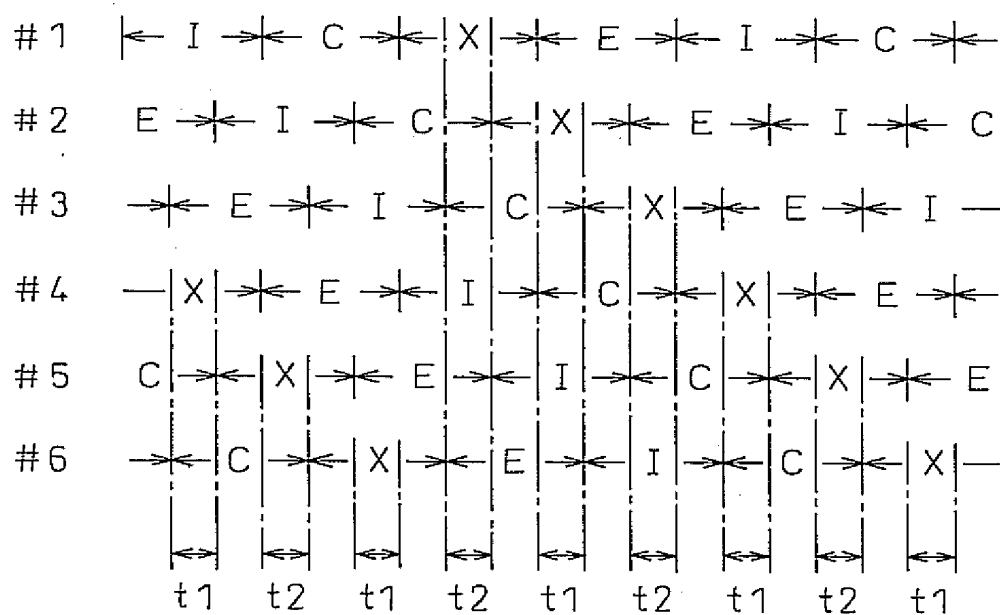


Fig.8



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

米国特許庁

DECLARATION FOR PATENT APPLICATION

特許出願宣言書

As a below named inventor, I hereby declare that:

下記の氏名の発明者として、私は以下の通り宣言します。

My residence, post office address and citizenship are as stated below next to my name.

私の住所、郵便物送付先、国籍は下記の私の氏名の後に記載された通りです。

I believe I am an original, first and joint inventor of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled:

下記の名称の発明に関して請求の範囲に記載され、特許出願している発明内容について、私が最初で、最先かつ共同の発明者であると信じています。

(TITLE) VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
(発明の名称)

☐ the specification of which is attached hereto.

☒ the specification of which was filed on November 17, 2009 with International Application Serial No. PCT/JP2009/069753.

これに付けられる指定

出願番号 PCT/JP2009/069753 として 2009 年 11 月 17 日 に提出された明細書。

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by an amendment, if any, specifically referred to herein.

私は、特許請求の範囲を含め、訂正がある場合は上記訂正後の明細書を検討し、内容を理解していることをここに表明します。

I acknowledge the duty to disclose all information known to me that is material to patentability as defined in 37 CFR 1.56.

私は、連邦規則法典第 37 編第 1 条 56 項に定義されるとおり、特許性の有無について重要な情報を開示する義務があることを認めます。

FOREIGN PRIORITY CLAIM

国外優先権の主張

I hereby claim foreign priority benefits under Title 35, United States Code § 119(a)-(d) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

私は、米国法典第 35 編 119 条 (a) - (d) に基き、下記の特許出願又は発明者証の国外出願についての優先権の利益をここに主張するとともに、優先権主張の基礎となる出願日を有する、本出願の前に出願された特許または発明者証の国外出願を以下にすべて、枠内をマークすることで示しています。

☒ no such foreign applications have been filed
過去に一度も国外出願書を提出したことがない。

☐ such foreign application have been filed as follows:
過去に下記の国外出願書を提出した。

EARLIEST FOREIGN APPLICATION(S), IF ANY FILED WITHIN 12 MONTHS
(6 MONTHS FOR DESIGN) PRIOR TO THIS U.S. APPLICATION

本書類に関する米国特許出願以前に、過去 12 ヶ月以内に出願 (6 ヶ月以内に出願を計画) した国外出願一覧

Application Number 出願番号	Country 国名	Date of Filing 出願日	Priority Claimed Under 35 USC 119 優先権主張 米国法典第 35 編 119 条 に基づく

ALL FOREIGN APPLICATION(S), IF ANY FILED MORE THAN 12 MONTHS
(6 MONTHS FOR DESIGN) PRIOR TO THIS U.S. APPLICATION

本書類に関する米国特許出願以前に、過去 12 ヶ月 (意匠特許の場合は過去 6 ヶ月) より以前に出願した国外出願一覧

Application Number 出願番号	Country 国名	Date of Filing 出願日

CLAIM FOR BENEFIT OF EARLIER U.S. PROVISIONAL APPLICATIONS
過去の米国特許仮出願の利益請求

I hereby claim priority benefits under Title 35, United States Code §119(e), of any United States provisional patent application(s) listed below:

私は米国法典第 35 編 119 条 (e) に基き、以下に挙げる米国特許仮出願書の優先利益をここに請求します。

☒ no such U.S. provisional applications have been filed.

過去に米国特許仮出願書を提出したことがない。

☐ such U.S. provisional application have been filed as follows:

過去に下記の米国特許仮出願書を提出した。

Application Number 出願番号	Date of Filing 出願日	Priority Claimed Under 35 USC 119 米国法典第 35 編 119 条に基づ く優先権主張
		Yes No はい いいえ

CLAIM FOR BENEFIT OF EARLIER U.S./PCT APPLICATION(S)

過去の米国または国際特許出願の利益請求

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, §120 of the United States application(s) listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States application in the manner provided by the first paragraph of Title 35, United States Code, §112, I acknowledge the duty to disclose all information that is material to patentability as defined in 37 CFR 1.56 which became available to me between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of this application:

私は、米国法典第 35 編 120 条に基き、下記の米国特許出願についての優先権の利益をここに主張するとともに、過去の米国特許出願の際、米国法典第 35 編 112 条第 1 段落に記載された方法に開示されていなかった本出願の各請求の範囲において、連邦規則法典第 37 編第 1 条 56 項に定義されるとおり、過去の特許出願申請書と本出願申請書を国内または国際特許出願する日までの間に有効になった、特許性の有無に重要な情報を全て開示する義務を負います。

☒ no such U.S./PCT applications have been filed.

過去に米国または国際特許出願書を提出したことがない。

☐ such U.S./PCT application have been filed as follows:

過去に下記の米国または国際特許出願書を提出した。

Application Number 出願番号	Relationship 関連性	Parent Application 元となる出願	Date of Filing 出願日

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

私は、私自身の知識に基づいて本宣言書中で私が行う表明が真実であり、かつ私の入手した情報と私の信じるところに基づく表明がすべて真実であると信じていること、さらに故意になされた虚偽の表明及びそれと同等の行為は米国法典第 18 編第 1001 条に基づき、罰金または拘禁、もしくはその両方により処罰されること、そしてそのような故意による虚偽の声明を行えば、出願した、又は既に許可された特許の有効性が失われることを認識し、よってここに上記のごとく宣誓します。

I hereby appoint:

私はここに

All practitioners at Customer Number 25006

カスタマー番号 25006 によりすべての弁護人を任命します。

all of **Gifford, Krass, Sprinkle, Anderson & Citkowski, P.C.**, 2701 Troy Center Drive, Suite 330, Post Office Box 7021, Troy, Michigan 48007-7021, jointly, and each of them severally, my attorneys at law/patent agent(s), with full power of substitution, delegation and revocation, to prosecute this application, to make alterations and amendments therein, to receive the patent, and to transact all business in the U.S. Patent and Trademark Office connected therewith.

弁護人 **Gifford, Krass, Sprinkle, Anderson, Citkowski** 特許事務所(住所 2701 Troy Center Drive, Suite 330, Post Office Box 7021, Troy, Michigan 48007-7021) は、共同、および個々に私の法的および特許申請弁護人として、本申請書の全代行権、委任権、撤回権を担い、特許受理に関わる変更および訂正、米国特許庁に関わるすべての手続きの実行を担います。

Please mail all correspondence to Thomas E. Anderson, whose address is:

本件に関する連絡窓口は、Thomas E. Anderson です。住所：

Gifford, Krass, Sprinkle, Anderson & Citkowski, P.C.
2701 Troy Center Drive, Suite 330
Post Office Box 7021
Troy, Michigan 48007-7021

Please direct telephone calls to: Thomas E. Anderson at (248) 647-6000.

直通電話番号：Thomas E. Anderson (248) 647-6000

Please direct facsimiles to: (248) 647-5210

直通 FAX：(248) 647-5210

Full name of sole or first inventor/単独または最初の発明者の氏名 Manabu Tateno	
Sole or first inventor's signature/単独または最初の発明者の署名 <i>Manabu Tateno</i>	Date/日付 April 12, 2012
Residence/住所 Sunto-gun, Shizuoka, Japan	
Citizenship/国籍 Japanese	
Mailing Address/郵送先住所 c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 471-8571, Japan	

Full name of second inventor, if any/第二発明者がいる場合その氏名 Eiichi Kamiyama	
Second inventor's signature/第二発明者の署名 <i>Eiichi Kamiyama</i>	Date/日付 April 12, 2012
Residence/住所 Mishima-shi, Shizuoka, Japan	
Citizenship/国籍 Japanese	
Mailing Address/郵送先住所 c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 471-8571, Japan	

Full name of third inventor, if any/第三発明者がいる場合その氏名 Naoto Hisaminato	
Third inventor's signature/第三発明者の署名 <i>Naoto Hisaminato</i>	Date/日付 April 12, 2012
Residence/住所 Susono-shi, Shizuoka, Japan	
Citizenship/国籍 Japanese	
Mailing Address/郵送先住所 c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 471-8571, Japan	

Full name of fourth inventor, if any/第四発明者がいる場合その氏名	
Fourth inventor's signature/第四発明者の署名	Date/日付
Residence/住所	
Citizenship/国籍	
Mailing Address/郵送先住所	

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number			
	Filing Date			
	First Named Inventor	Manabu Tateno		
	Art Unit	N/A		
	Examiner Name	Not Yet Assigned		
	Attorney Docket Number	TMCW-10402/08		

U.S.PATENTS						Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	7036468	B2	2006-05-02	Kamiyama	corresponds to JP 2004-324464 A

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.

Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS						Remove
Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.

Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS								Remove
Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ² i	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	2009-052455	JP	A	2009-03-12	Toyota Motor Corp.	cited in ISR	<input type="checkbox"/>
	2	2004-324464	JP	A	2004-11-18	Toyota Motor Corp.	cited in ISR	<input type="checkbox"/>
	3	2005-113743	JP	A	2005-04-28	Toyota Motor Corp.	see specification	<input type="checkbox"/>

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number			
	Filing Date			
	First Named Inventor	Manabu Tateno		
	Art Unit	N/A		
	Examiner Name	Not Yet Assigned		
	Attorney Docket Number	TMCW-10402/08		

	4	2002-250241	JP	A	2002-09-06	Nissan Motor Co. Ltd.	see attached Information List	<input type="checkbox"/>
	5	2008-175135	JP	A	2008-07-31	Nissan Motor Co. Ltd.	see attached Information List	<input type="checkbox"/>
	6	2009-097449	JP	A	2009-05-07	Toyota Motor Corp.	see attached Information List	<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button **Add**

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS			Remove
Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ⁵
	1		<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button **Add**

EXAMINER SIGNATURE	
Examiner Signature	Date Considered

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

**INFORMATION DISCLOSURE
STATEMENT BY APPLICANT**
(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	
Filing Date	
First Named Inventor	Manabu Tateno
Art Unit	N/A
Examiner Name	Not Yet Assigned
Attorney Docket Number	TMCW-10402/08

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

☐ That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

☐ See attached certification statement.

☐ The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

☒ A certification statement is not submitted herewith.

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Thomas E. Anderson/	Date (YYYY-MM-DD)	2012-05-17
Name/Print	Thomas E. Anderson	Registration Number	31318

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Information List (Form 1)

US Serial No.	
Our Ref.	W754-US

The following is a List of References provided by the Applicant. Please file an Information Disclosure Statement using this Information.

Document Number	Publication Date	Brief Explanation or Page(s) & Line(s) of Related Part(s)
Japanese Unexamined Patent Publication No. 2005-113743"	28-Apr-05	This document is disclosed in the specification.
Japanese Unexamined Patent Publication No. 2002-250241"	6-Sep-02	This document discloses that in a V-type internal combustion engine, the mechanical compression ratio is changed.
Japanese Unexamined Patent Publication No. 2008-175135"	31-Jul-08	This document discloses that in a V-type internal combustion engine, cylinders of one bank and cylinders of the other bank are alternatively arranged and the mechanical compression ratio is changed by a connecting rod between a piston and a crankshaft, which have a plurality of links.
Japanese Unexamined Patent Publication No. 2009-097449	7-May-09	This document discloses that the cylinder block of an in-line engine is moved relatively to the crankcase by one pair of cam mechanisms in order to change the mechanical compression ratio.

SEIWA PATENT & LAW



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2009052455 A**

(43) Date of publication of application: 12.03.09

(51) Int. Cl. **F02B 75/04 20060101**
F02F 7/00 20060101
F02B 23/00 20060101
F02D 15/04 20060101

(21) Application number: 2007219282

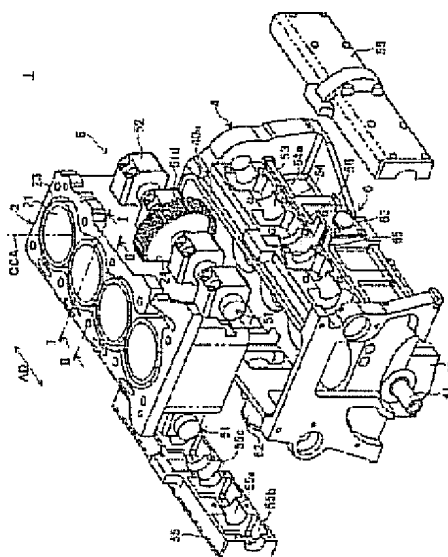
(22) Date of filing: 27.08.07

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(72) Inventor: **KAMIYAMA EIICHI****(54) VARIABLE COMPRESSION RATIO INTERNAL COMBUSTION ENGINE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the mountability of mechanisms driven for changing a compression ratio in a variable compression ratio internal combustion engine.

SOLUTION: This internal combustion engine 1 comprises a cylinder block 2, a crankcase 4, the connection mechanism 5, and the drive mechanism 6. The cylinder block 2 and the crankcase 4 are connected to each other through the connection mechanism 5. The connection mechanism 5 moves the cylinder block 2 and the crankcase 4 relative to each other along the cylinder center axis (CCA). The drive mechanism 6 moves the cylinder block 2 and the crankcase 4 relative to each other along the center axis by driving the connection mechanism 5. The drive mechanism 6 is installed near the axial center of the crankcase 4.

COPYRIGHT: (C)2009,JPO&INPIT



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-52455

(P2009-52455A)

(43) 公開日 平成21年3月12日(2009.3.12)

(51) Int. Cl.			F 1			テーマコード (参考)	
F02B	75/04	(2006.01)	F02B	75/04		3G023	
F02F	7/00	(2006.01)	F02F	7/00	301A	3G024	
F02B	23/00	(2006.01)	F02B	23/00	P	3G092	
F02D	15/04	(2006.01)	F02D	15/04	D		

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2007-219282 (P2007-219282)
 (22) 出願日 平成19年8月27日 (2007.8.27)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (72) 発明者 神山 栄一
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 3G023 AA19 AD03 AD12
 3G024 AA42 CA01 DA08 FA14 GA35
 3G092 AA12 DD07 DG08 FA11 FA50
 HA14X

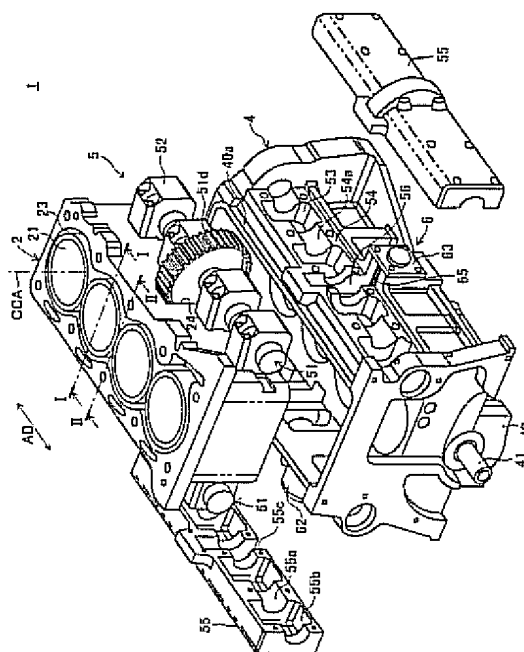
(54) 【発明の名称】 可変圧縮比内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 可変圧縮比内燃機関において、圧縮比を変更するために駆動される機構の搭載性を向上する。

【解決手段】 内燃機関(1)は、シリンダブロック(2)と、クランクケース(4)と、連結機構(5)と、駆動機構(6)と、を備えている。シリンダブロック(2)とクランクケース(4)とは、連結機構(5)によって連結されている。この連結機構(5)は、シリンダブロック(2)とクランクケース(4)とを、シリンダ中心軸(CCA)に沿って相対移動させ得るように構成されている。駆動機構(6)は、連結機構(5)を駆動することで、シリンダブロック(2)とクランクケース(4)とを中心軸に沿って相対移動させ得るように構成されている。駆動機構(6)は、クランクケース(4)の長手方向における中央寄りの位置に設けられている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピストンを往復移動可能に収容するシリンダが形成された、シリンダブロックと、
前記ピストンの上死点側の、前記シリンダブロックの端部にて、当該シリンダブロック
に固定された、シリンダヘッドと、
前記ピストンの往復移動に基づいて回転駆動されるクランクシャフトを、回転可能に支持
するように構成された、クランクケースと、
前記シリンダブロックと前記クランクケースとを、前記シリンダの中心軸に沿って相対
移動可能に連結するように構成された、連結機構と、
アクチュエータを備えていて、前記クランクケースの長手方向における中央寄りの位置
に設けられ、前記連結機構を駆動することで前記シリンダブロックと前記クランクケース
とを相対移動させ得るように構成された、駆動機構と、
を備えたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、
前記アクチュエータは、
前記クランクケースの外部に向けて露出されるように、当該クランクケースに装着され
ていて、
前記クランクシャフトの回転に基づいて回転駆動される回転体と対向するように設けら
れていることを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、
前記アクチュエータは、外部に向けて突出するように前記シリンダブロック又は前記ク
ランクケースに設けられた他のエンジン補機と、当該エンジン補機と同じ側に突出するよ
うに設けられた駆動力出力部と、によって囲まれるように設けられていることを特徴とす
る、可変圧縮比内燃機関。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載の、可変圧縮比内燃機関であって
、
前記アクチュエータは、吸気マニホールド側に設けられていることを特徴とする、可変
圧縮比内燃機関。

30

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のうちのいずれか 1 項に記載の、可変圧縮比内燃機関であって
、
前記駆動機構は、
前記アクチュエータとしてのモータと、
前記モータにより回転駆動される駆動シャフトと、
を備え、
前記駆動シャフトは、隣り合う前記シリンダの間の位置にて、前記中心軸と交差し且つ
複数の前記シリンダの配列方向と交差するように設けられていることを特徴とする、可変
圧縮比内燃機関。

40

【請求項 6】

請求項 5 に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、
前記駆動シャフトは、前記クランクシャフトを回転可能に支持する軸受部を貫通するよ
うに設けられていることを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、
2 つの前記シリンダブロックが、略 V 字状に配列され、
前記軸受部は、
半円柱状の凹部を有する略 U 字状の軸受キャップと、

50

前記クランクケース側に設けられていて、半円柱状の凹部を有し、前記軸受キャップが固定され得るように構成された、キャップ固定部と、

を備え、

前記駆動シャフトは、前記軸受キャップを貫通するように設けられていることを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項 8】

請求項 5 ないし請求項 7 のうちのいずれか 1 項に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記モータが 2 つ設けられていて、

前記駆動シャフトの両端部のそれぞれに前記モータが連結されていることを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

10

【請求項 9】

請求項 5 ないし請求項 8 のうちのいずれか 1 項に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記駆動シャフトは、前記モータの回転中心軸と同軸に設けられていることを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項 10】

請求項 5 ないし請求項 8 のうちのいずれか 1 項に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記駆動シャフトは、前記モータの回転中心軸と交差するように設けられていることを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

20

【請求項 11】

請求項 5 ないし請求項 10 のうちのいずれか 1 項に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記連結機構は、

円板状の歯車であるウォームホイールと、前記ウォームホイールとともに回転駆動されるように構成された円柱状のジャーナル部と、前記ジャーナル部から突出するように設けられたカム部と、を備えた、一对のカムシャフトと、

前記カム部及び前記ジャーナル部のうちの一方と当接し得るように構成されていて、前記シリンダブロック側に設けられた、ブロック側支持部と、

30

他方と当接し得るように構成されていて、前記クランクケース側に設けられた、クランクケース側支持部と、

を備え、

前記ウォームホイールは、前記カムシャフトの回転中心軸方向における略中央部に設けられ、

前記駆動機構は、

前記ウォームホイールと噛み合うように構成された円柱状の歯車であって、前記駆動シャフトの両端部に設けられたウォームを備えたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

40

前記ウォームホイールは、隣り合う前記シリンダの間の位置に設けられていることを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可変圧縮比内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の内燃機関として、例えば、特開 2003-206771 号公報、特開 2005-146891 号公報、特開 2005-23882 号公報、特開 2005-76555 号

50

公報、特開 2006-257876 号公報、等に開示されたものが知られている。

【0003】

特開 2003-206771 号公報や特開 2005-146891 号公報に開示された内燃機関は、クランクケース（ロアケースとも称される）とシリンダブロックとを相対移動させることで圧縮比を変更可能に構成されている。具体的には、かかる内燃機関においては、前記クランクケースと前記シリンダブロックとが相対移動可能に連結されている。また、この連結部分には、スライド機構が設けられている。

【0004】

前記スライド機構は、前記クランクケースに対して前記シリンダブロックをスライドさせ得るように構成されている。このスライド機構は、カムシャフトと、このカムシャフトを回転駆動するためのモータと、を備えている。具体的には、前記カムシャフトの一端には、ウォームホイールが取り付けられている。また、前記モータの出力シャフトには、前記ウォームホイールを回転駆動するためのウォームが取り付けられている。

【特許文献 1】特開 2003-206771 号公報

【特許文献 2】特開 2005-146891 号公報

【特許文献 3】特開 2005-23882 号公報

【特許文献 4】特開 2005-76555 号公報

【特許文献 5】特開 2006-257876 号公報

【発明の開示】

【0005】

この種の内燃機関には、上述のように、圧縮比を変更するために駆動される機構（上述の例では前記スライド機構）が備えられている。しかしながら、従来の内燃機関においては、この種の機構の搭載性が必ずしも良好とはいえなかった。

【0006】

例えば、この種の機構を設けるために、当該内燃機関が大型化してしまうという問題が生じ得る。あるいは、前記内燃機関の運転に伴う、燃料の燃焼や摩擦等によって、熱が生じる。この熱の影響により、この種の機構のうちの熱に弱い部分（例えば前記モータ等）において、誤作動などの不具合が発生するという問題が生じ得る。

【0007】

本発明は、かかる課題を解決するためのなされたものである。すなわち、本発明の目的は、可変圧縮比内燃機関において、圧縮比を変更するために駆動される機構の搭載性を向上することにある。

【0008】

かかる目的を達成するため、本発明の可変圧縮比内燃機関（以下、単に「内燃機関」と称する。）は、以下の構成を備えている。

【0009】

・本発明の内燃機関は、シリンダブロックと、シリンダヘッドと、クランクケースと、連結機構と、駆動機構と、を備えている。

【0010】

前記シリンダブロックには、ピストンを往復移動可能に収容するシリンダが形成されている。前記シリンダブロックにおける、前記ピストンの上死点側の端部には、シリンダヘッドが固定されている。前記クランクケースは、クランクシャフトを回転可能に支持するように構成されている。このクランクシャフトは、前記ピストンの往復移動に基づいて回転駆動されるように構成されている。

【0011】

前記シリンダブロックと前記クランクケースとは、前記連結機構によって連結されている。この連結機構は、前記シリンダブロックと前記クランクケースとを、前記シリンダの中心軸に沿って相対移動させ得るように構成されている。

【0012】

前記駆動機構は、アクチュエータを備えている。この駆動機構は、前記連結機構を駆動

10

20

30

40

50

することで、前記シリンダブロックと前記クランクケースとを、前記中心軸に沿って相対移動させ得るように構成されている。

【0013】

本発明の特徴は、前記駆動機構が、前記クランクケースの長手方向における中央寄りの位置に設けられていることにある。かかる構成によれば、当該内燃機関に対する前記駆動機構の搭載性が向上する。

【0014】

・前記内燃機関は、以下のように構成され得る：前記アクチュエータは、前記クランクケースに装着されている。このアクチュエータは、前記クランクケースの外部に向けて露出されるように設けられている。また、このアクチュエータは、回転体と対向するように設けられている。この回転体は、前記クランクシャフトの回転に基づいて回転駆動されるように構成されている。

10

【0015】

かかる構成においては、前記内燃機関の運転（前記シリンダ内での前記ピストンの往復運動）に伴って、前記クランクシャフトが回転駆動される。これにより、前記回転体が回転駆動される。すると、この回転体の回転に伴って、前記アクチュエータの周囲に、空気流が生じる。この空気流により、前記アクチュエータが良好に冷却され得る。

【0016】

・前記アクチュエータは、他のエンジン補機と、駆動力出力部と、によって囲まれるように設けられ得る。ここで、当該エンジン補機は、外部に向けて突出するように、前記シリンダブロック及び／又は前記クランクケースに設けられている。また、前記駆動力出力部は、前記エンジン補機と同じ側に突出するように設けられている。

20

【0017】

かかる構成によれば、前記エンジン補機の搭載状態に影響を与えることを可及的に抑制しつつ、前記駆動機構が当該内燃機関に搭載され得る。すなわち、既存の前記エンジン補機の搭載位置の変更をすることなく、あるいは、当該搭載位置の変更量を必要最小限としつつ、前記駆動機構（前記アクチュエータ）を当該内燃機関に搭載することができる。

【0018】

あるいは、かかる構成によれば、前記アクチュエータが、前記エンジン補機と前記駆動力出力部とによって保護され得る。よって、圧縮比変更動作が確実に行われ得る。

30

【0019】

・前記アクチュエータは、吸気マニホールド側に設けられ得る。この吸気マニホールドは、当該内燃機関の本体部を挟んで、排気マニホールドと対向するように設けられている。

【0020】

かかる構成によれば、当該内燃機関の運転に伴って生じる熱（特に排気マニホールドからの放射熱）による、前記アクチュエータの過熱（オーバーヒート）が、可及的に抑制され得る。

【0021】

・前記駆動機構は、以下のように構成され得る：この駆動機構は、前記アクチュエータとしてのモータと、前記モータにより回転駆動される駆動シャフトと、を備えている。この駆動シャフトは、隣り合う前記シリンダの間の位置に設けられている。また、この駆動シャフトは、前記中心軸と交差し、且つシリンダ配列方向と交差するように設けられている。ここで、前記シリンダ配列方向とは、複数の前記シリンダが配列されている方向である。

40

【0022】

・前記駆動シャフトは、軸受部を貫通するように設けられ得る。この軸受部は、前記クランクシャフトを回転可能に支持するように構成されている。具体的には、この軸受部は、軸受キャップと、キャップ固定部、とから構成され得る。

【0023】

50

前記軸受キャップは、半円柱状の凹部を有する略U字状の部材である。この凹部は、前記クランクシャフトの径に対応する径に形成されている。前記キャップ固定部は、前記クランクケースの本体側に設けられている。このキャップ固定部は、半円柱状の凹部を有し、前記軸受キャップが固定され得るように構成されている。この凹部も、前記クランクシャフトの径に対応する径に形成されている。

【0024】

ここで、本内燃機関において、2つの前記シリンダブロックが略V字状に配置されている場合（いわゆるV型エンジン：バンク角が180度の水平対向エンジンを含む）、前記駆動シャフトは、前記軸受キャップを貫通するように設けられ得る。一方、本内燃機関において、前記シリンダブロックが1つだけしか設けられていないか、複数の前記シリンダブロックが長手方向に沿って一列に配列されている場合（いわゆる直列型エンジン）、前記駆動シャフトは、前記キャップ固定部を貫通するように設けられ得る。

10

【0025】

かかる構成によれば、当該内燃機関の大型化を抑制しつつ、圧縮比変更動作のための前記駆動機構を設けることができる。すなわち、当該内燃機関に対する前記駆動機構の搭載性が向上する。

【0026】

・前記駆動機構は、以下のように構成され得る：前記モータが2つ設けられている。そして、前記駆動シャフトの両端部のそれぞれに、前記モータが連結されている。

【0027】

かかる構成によれば、前記駆動シャフトを駆動するための前記モータのトルクが低減され得る。よって、前記モータの小型化や、前記駆動シャフトの小径化が、良好に行われ得る。

20

【0028】

あるいは、かかる構成によれば、一方の前記モータに異常が生じた場合であっても、圧縮比変更動作が良好に行われ得る。よって、圧縮比可変機構の信頼性が向上し得る。

【0029】

・前記駆動シャフトは、前記モータの回転中心軸と同軸に設けられ得る。この場合、前記駆動機構が、簡略な装置構成によって実現され得る。

【0030】

・前記駆動シャフトは、前記モータの回転中心軸と交差するように設けられ得る。この場合、前記モータの出力シャフト（これは前記回転中心軸と同軸に設けられている）と、前記駆動シャフトとは、ベベルギヤによって連結され得る。かかる構成によれば、圧縮比変更動作がスムーズに行われ得る。

30

【0031】

・前記内燃機関は、以下のように構成され得る。

【0032】

前記連結機構は、ブロック側支持部と、クランクケース側支持部と、一対のカムシャフトと、を備えている。前記カムシャフトは、ウォームホイールと、ジャーナル部と、カム部と、を備えている。

40

【0033】

前記ウォームホイールは、円板状の歯車である。このウォームホイールは、前記カムシャフトの回転中心軸方向における略中央部に設けられている。前記ジャーナル部は、円柱状の部材であって、前記ウォームホイールとともに回転駆動されるように構成されている。前記カム部は、前記ジャーナル部から突出するように設けられている。

【0034】

前記ブロック側支持部は、前記シリンダブロック側に設けられている。このブロック側支持部は、前記カム部及び前記ジャーナル部のうち的一方と当接し得るように構成されている。前記クランクケース側支持部は、前記クランクケース側に設けられている。このクランクケース側支持部は、前記カム部及び前記ジャーナル部のうちの他方（前記一方とは

50

異なる方)と当接し得るように構成されている。

【0035】

前記駆動機構は、ウォームを備えている。このウォームは、前記ウォームホイールと噛み合うように構成された円柱状の歯車である。このウォームは、前記駆動シャフトの両端部にそれぞれ設けられている。

【0036】

ここで、前記ウォームホイールは、隣り合う前記シリンダの間の位置に設けられ得る。かかる構成によれば、当該内燃機関の大型化を抑制しつつ、前記駆動機構を設けることができる。すなわち、当該内燃機関に対する前記駆動機構の搭載性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0037】

以下、本発明の実施形態（本願の出願時点において出願人が最良と考えている実施形態）について、図面を参照しつつ説明する。

【0038】

なお、以下の実施形態に関する記載は、法令で要求されている明細書の記載要件（記述要件・実施可能要件）を満たすために、本発明の具体化の単なる一例を、可能な範囲で具体的に記述しているものにすぎない。よって、後述するように、本発明が、以下に説明する実施形態の具体的構成に何ら限定されるものではないことは、全く当然である。本実施形態に対して施され得る各種の変更（modification）は、当該実施形態の説明中に挿入されると、首尾一貫した実施形態の説明の理解が妨げられるので、末尾にまとめて記載されている。

20

【0039】

＜実施形態の可変圧縮比内燃機関の概略構成＞

図1及び図2は、本発明の可変圧縮比内燃機関の一実施形態であるエンジン1の概略構成を示す側断面図である。図3は、図1及び図2に示されているエンジン1の分解斜視図である。なお、図1は、図3におけるI-I断面図に相当する。また、図2は、図3におけるII-II断面図に相当する。以下、図1ないし図3を参照しつつ、本実施形態のエンジン1の構成について説明する。

【0040】

本実施形態のエンジン1は、シリンダブロック2と、シリンダヘッド3と、クランクケース4と、連結機構5と、駆動機構6と、を備えている。

30

【0041】

＜シリンダブロック＞

シリンダブロック2は、略直方体状に形成されている。このシリンダブロック2の内部には、シリンダ21が形成されている。シリンダ21は、略円柱形状の貫通孔である。このシリンダ21の内部には、ピストン22が、シリンダ中心軸C C Aに沿って往復移動可能に收容されている。

【0042】

図3に示されているように、本実施形態のエンジン1におけるシリンダブロック2には、4つのシリンダ21が、シリンダ配列方向A Dに沿って一列に設けられている。すなわち、本エンジン1は、いわゆる直列4気筒エンジンである。このシリンダブロック2は、シリンダ配列方向A Dと平行な長手方向を有するように形成されている。このシリンダ配列方向A Dは、すべてのシリンダ21におけるシリンダ中心軸C C Aと直交する方向である。

40

【0043】

シリンダブロック2の内部には、ウォータージャケット23が設けられている。ウォータージャケット23は、エンジン1を冷却するための冷却媒体（冷却水）が通過し得る空間である。このウォータージャケット23は、シリンダ21の外側を囲むように設けられている。

【0044】

50

シリンダブロック 2 の長手方向（シリンダ配列方向 A D と平行な方向）における略中央部であって、隣り合う 2 番目のシリンダ 2 1 と 3 番目のシリンダ 2 1 との間の位置には、ウォームホイール収容部 2 4 が形成されている。ウォームホイール収容部 2 4 は、側断面視にて略 D 字状の凹部であって、側方に向けて開口するように設けられている。また、このウォームホイール収容部 2 4 は、ウォータージャケット 2 3 と連通しないように設けられている。

【0045】

<<シリンダヘッド>>

シリンダブロック 2 の上端部（ピストン 2 2 の上死点側の、シリンダブロック 2 の端部）には、シリンダヘッド 3 が接合されている。シリンダヘッド 3 は、シリンダブロック 2 と相対移動しないように、シリンダブロック 2 の前記上端部に対して、図示しないボルトによって固定されている。

10

【0046】

シリンダヘッド 3 には、複数の凹部 3 1 が形成されている。各凹部 3 1 は、各シリンダ 2 1 に対応する位置に設けられている。この凹部 3 1 は、シリンダ 2 1 と連通するように設けられている。すなわち、燃焼室 C C は、シリンダヘッド 3 がシリンダブロック 2 に固定された状態における、ピストン 2 2 の頂面より上側のシリンダ 2 1 の内部の空間と、凹部 3 1 と、によって形成されている。

【0047】

シリンダヘッド 3 には、上述の燃焼室 C C に連通するように、吸気ポート 3 2 及び排気ポート 3 3 が形成されている。また、シリンダヘッド 3 には、これらの吸気ポート 3 2 及び排気ポート 3 3 を開閉するための、吸気バルブ 3 4 及び排気バルブ 3 5 が装着されている。

20

【0048】

<<クランクケース>>

クランクケース 4 には、筒状のフレーム 4 0 a が設けられている。フレーム 4 0 a は、図中上方に向けて開口していて、その内部にシリンダブロック 2 を図中上方から挿入し得るように構成されている。このフレーム 4 0 a は、シリンダブロック 2 の下端部から上端部までを覆うように形成されている。

【0049】

フレーム 4 0 a は、平面視にて略矩形状に形成されている。このフレーム 4 0 a は、シリンダ配列方向 A D と平行な長手方向を有するように形成されている。すなわち、クランクケース 4 は、シリンダ配列方向 A D と平行な長手方向を有するように形成されている。

30

【0050】

フレーム 4 0 a は、シリンダブロック 2 の外表面を所定のクリアランスを隔てて囲むように構成されている。このクリアランスは、シリンダブロック 2 とクランクケース 4 との相対移動がスムーズに行われつつ、両者の間にガタつきが生じない程度（触れるか触れないか程度：例えば 0. 数ミリ程度）に設定されている。

【0051】

フレーム 4 0 a の下方には、軸受部 4 0 b が設けられている。軸受部 4 0 b は、軸受キャップ 4 0 c と、キャップ固定部 4 0 d と、から構成されている。

40

【0052】

軸受キャップ 4 0 c は、クランクシャフト 4 1 の径と対応する径の半円柱状の凹部 4 0 c 1 を有する、略 U 字状の部材である。この軸受キャップ 4 0 c は、クランクケース 4 の本体側に設けられたキャップ固定部 4 0 d に固定され得るように構成されている。

【0053】

キャップ固定部 4 0 d は、クランクケース 4 の下端部の、板状（リブ状）の部分である。このキャップ固定部 4 0 d は、隣り合うシリンダ 2 1 の間の位置、及び、シリンダブロック 2 のシリンダ配列方向 A D における両端部に対応する位置に設けられている。キャップ固定部 4 0 d の下端部には、半円柱状の凹部 4 0 d 1 が形成されている。この凹部 4 0

50

d 1 は、軸受キャップ 4 0 c の凹部 4 0 c 1 と同形状に形成されている。

【0054】

クランクシャフト 4 1 は、軸受部 4 0 b によって回転可能に支持されている。すなわち、軸受キャップ 4 0 c がクランクシャフト 4 1 を挟んでキャップ固定部 4 0 d と対向するように配置された状態で、軸受キャップ 4 0 c がキャップ固定部 4 0 d に固定されることで、軸受キャップ 4 0 c の凹部 4 0 c 1 とキャップ固定部 4 0 d の凹部 4 0 d 1 とによって形成された軸受孔内にてクランクシャフト 4 1 が回転可能に支持されている。

【0055】

クランクシャフト 4 1 は、ピストン 2 2 のシリンダ中心軸 C C A に沿った往復移動に基づいて回転駆動されるように、コンロッド 4 2 を介してピストン 2 2 と機械的に連結されている。

10

【0056】

<実施形態の可変圧縮比機構の具体的な構成>

シリンダブロック 2 とクランクケース 4 とは、連結機構 5 によって連結されている。この連結機構 5 は、シリンダブロック 2 とクランクケース 4 とを、シリンダ中心軸 C C A に沿って相対移動させ得るように構成されている。駆動機構 6 は、連結機構 5 を駆動することで、シリンダブロック 2 とクランクケース 4 とをシリンダ中心軸 C C A に沿って相対移動させ得るように構成されている。

【0057】

すなわち、連結機構 5 及び駆動機構 6 によって、可変圧縮比機構が形成されている。以下、本実施形態の可変圧縮比機構における各部の詳細な構成について説明する。

20

【0058】

<<連結機構>>

一対の連結機構 5 が、フレーム 4 0 a のシリンダ配列方向 A D に沿った両側壁及びその近傍に設けられている。すなわち、一対の連結機構 5 が、シリンダブロック 2 を挟んで設けられている。一方の連結機構 5 と、他方の連結機構 5 とは、すべてのシリンダ 2 1 におけるシリンダ中心軸 C C A を通る平面（以下、中心面と称する。）に関してほぼ対称に配置及び構成されている。

【0059】

<<<カムシャフト>>>

連結機構 5 は、カムシャフト 5 1 の回転によって、シリンダブロック 2 とクランクケース 4 とをシリンダ中心軸 C C A に沿って相対的に移動させ得るように構成されている。すなわち、連結機構 5 は、カムシャフト 5 1 の回転によって、シリンダブロック 2 をクランクケース 4 に対して図中上下方向に相対的にスライドさせ得るように構成されている。

30

【0060】

図 4 は、図 1 ないし図 3 に示されているカムシャフト 5 1 を、その一部を分解して示す斜視図である。以下、図 1 ないし図 4 を参照すると、カムシャフト 5 1 は、ジャーナル部 5 1 a と、円形カム部 5 1 b と、偏心シャフト 5 1 c と、ウォームホイール 5 1 d と、から構成されている。

【0061】

ジャーナル部 5 1 a は、円柱状の部材である。このジャーナル部 5 1 a は、カムシャフト 5 1 の回転中心軸（これはクランクシャフト 4 1 の回転中心軸と平行である）と同軸に設けられている。ジャーナル部 5 1 a は、隣り合う円形カム部 5 1 b の間、及びカムシャフト 5 1 の両端部に設けられている。

40

【0062】

円形カム部 5 1 b は、ジャーナル部 5 1 a よりも径が太い円柱状の部材であって、シリンダ 2 1 に対応するように設けられている。すなわち、1つのカムシャフト 5 1 に対して、気筒数と同数（本実施形態では 4 つ）の円形カム部 5 1 b が設けられている。円形カム部 5 1 b は、カムシャフト 5 1 の回転中心軸から偏心して設けられている。すなわち、円形カム部 5 1 b の中心軸が、前記回転中心軸及びジャーナル部 5 1 a の中心軸からずれる

50

ように、円形カム部 5 1 b が配置されている。

【0063】

偏心シャフト 5 1 c は、シリンダ配列方向 A D に沿った長手方向を有する丸棒状の部材である。偏心シャフト 5 1 c は、ジャーナル部 5 1 a の中心軸及び円形カム部 5 1 b の中心軸から偏心した位置にて、これらを挿通するように設けられている。すなわち、偏心シャフト 5 1 c は、図 1 及び図 4 に示されているように、ジャーナル部 5 1 a の一端（図中下端）と円形カム部 5 1 b の一端（図中下端）とが一致した状態で、当該一端寄りの位置（下部）にてジャーナル部 5 1 a 及び円形カム部 5 1 b を挿通するように設けられている。

【0064】

1 本のカムシャフト 5 1 には、1 つのウォームホイール 5 1 d が設けられている。ウォームホイール 5 1 d は、略円板状のギヤであって、偏心シャフト 5 1 c と一体に形成されている。このウォームホイール 5 1 d は、その中心軸がカムシャフト 5 1 の回転中心軸と同軸となるように設けられている。

【0065】

ウォームホイール 5 1 d は、カムシャフト 5 1 の長手方向における略中央部に設けられている。すなわち、ウォームホイール 5 1 d は、偏心シャフト 5 1 c の長手方向における略中央部に設けられている。また、ウォームホイール 5 1 d は、隣り合う 2 番目のシリンダ 2 1 と 3 番目のシリンダ 2 1 との間の位置に設けられている。

【0066】

本実施形態のカムシャフト 5 1 においては、ジャーナル部 5 1 a は、偏心シャフト 5 1 c の回りを回転しないように、偏心シャフト 5 1 c に固定されている。すなわち、ジャーナル部 5 1 a は、ウォームホイール 5 1 d の回転に伴って、カムシャフト 5 1 の回転中心軸を中心として、ウォームホイール 5 1 d と一体的に回転駆動されるように構成されている。

【0067】

一方、円形カム部 5 1 b は、偏心シャフト 5 1 c の回りを自由に回転し得るように構成されている。すなわち、円形カム部 5 1 b は、ジャーナル部 5 1 a に対して相対的に回転し得るように構成されている。

【0068】

<<<ブロック側支持部>>>

再び図 1 ないし図 3 を参照すると、円形カム部 5 1 b は、ブロック側支持部 5 2 に収容されている。ブロック側支持部 5 2 には、軸受孔 5 2 a が形成されている。この軸受孔 5 2 a は、円形カム部 5 1 b の外径に対応する（円形カム部 5 1 b の周面と摺動し得るような）内径を有する貫通孔である。すなわち、ブロック側支持部 5 2 は、円形カム部 5 1 b の周面と当接（摺動）しつつ、当該円形カム部 5 1 b を回動可能に支持するように構成されている。

【0069】

フレーム 4 0 a には、開口部 5 3 が設けられている。開口部 5 3 は、貫通孔であって、ブロック側支持部 5 2 がフレーム 4 0 a の外側に突出し得るように設けられている。また、開口部 5 3 は、ブロック側支持部 5 2 がシリンダ中心軸 C C A に沿って往復移動し得るように、ブロック側支持部 5 2 の高さ寸法（シリンダ中心軸 C C A に沿った方向の寸法）よりも大きい高さ寸法に形成されている。本実施形態においては、ブロック側支持部 5 2 と同数の複数の開口部 5 3 が、シリンダ配列方向 A D に沿って配列されている。

【0070】

<<<クランクケース側支持部>>>

フレーム 4 0 a には、複数のフレーム側支持部 5 4 が形成されている。各フレーム側支持部 5 4 は、開口部 5 3 に隣接するように設けられている。すなわち、複数のフレーム側支持部 5 4 が、各開口部 5 3 の両側に設けられ、且つシリンダ配列方向 A D に沿って配列されている。

10

20

30

40

50

【0071】

フレーム側支持部54には、ジャーナル支持凹部54aが設けられている。ジャーナル支持凹部54aは、ジャーナル部51aの外径に対応する内径を有する半円柱形状の凹部であって、外部に向けて開口するように形成されている。このジャーナル支持凹部54aは、ジャーナル部51aの周面と当接（摺動）し得るように構成されている。

【0072】

フレーム40aには、カバー部55が装着されている。カバー部55は、カムシャフト51（ジャーナル部51a）を挟んでフレーム側支持部54と対向するように設けられている。このカバー部55は、カムシャフト51（ウォームホイール51dを含む）を覆うように構成及び配置されている。なお、図1及び図2においては、図示の複雑化を避けるため、カバー部55の断面図の図示が省略されている。

10

【0073】

カバー部55は、複数のフレーム側支持部54（1つの連結機構5におけるすべてのフレーム側支持部54）に対応するように、一体（シームレス）に形成されている。このカバー部55には、ジャーナル支持凹部55aと、軸受収容部55bと、ウォームホイール収容部55cと、が形成されている。

【0074】

ジャーナル支持凹部55aは、フレーム側支持部54におけるジャーナル支持凹部54aと対向する位置に設けられている。このジャーナル支持凹部55aは、ジャーナル支持凹部54aと対称な形状の、半円柱形状の凹部である。このジャーナル支持凹部55aは、その内径が、ジャーナル部51aの外径に対応するように形成されている。すなわち、ジャーナル支持凹部55aは、ジャーナル部51aの周面と当接（摺動）し得るように構成されている。

20

【0075】

本実施形態においては、カバー部55がフレーム側支持部54に接合されて図示しないボルトによって固定されることで、これらの接合体の内側に、ジャーナル部51aを回転可能に支持する軸受孔が形成されるように、フレーム側支持部54及びカバー部55が構成されている。すなわち、フレーム側支持部54とカバー部55とによって、本発明のクランクケース側支持部が構成されている。

【0076】

軸受収容部55bは、ブロック側支持部52と対向する位置に設けられた凹部である。この軸受収容部55bは、開口部53から突出したブロック側支持部52を、シリンダ中心軸CCAに沿って往復移動可能に収容し得るように形成されている。

30

【0077】

ウォームホイール収容部55cは、フレーム40aに設けられたウォームギヤ収容部56と対向する位置に設けられた、側断面視にて略D字状の凹部である。ウォームギヤ収容部56は、クランクケース4の長手方向における略中央部に設けられた開口部であって、フレーム40aの上部からキャップ固定部40dにわたって形成されている。

【0078】

ウォームギヤ収容部56は、ウォームホイール51dをフレーム40aの外部に向けて突出させ得るように形成されている。また、ウォームギヤ収容部56は、シリンダブロック2におけるウォームホイール収容部24と対向する位置に設けられている。すなわち、ウォームホイール収容部24、ウォームホイール収容部55c、及びウォームギヤ収容部56は、ウォームホイール51dを収容し得るように形成されている。

40

【0079】

<<駆動機構>>

駆動機構6は、上述のクランクケース4の長手方向における略中央部に設けられている。この駆動機構6は、駆動シャフト61と、本発明のアクチュエータとしてのモータ62と、を備えている。

【0080】

50

駆動シャフト 6 1 は、シリンダ配列方向 A D 及びシリンダ中心軸 C C A と直交するように配置されている。この駆動シャフト 6 1 は、直列 4 気筒における 2 番目のシリンダ 2 1 と 3 番目のシリンダ 2 1 との間の位置に対応するキャップ固定部 4 0 d を貫通するように設けられている。本実施形態においては、駆動シャフト 6 1 は、モータ 6 2 の回転中心軸と同軸に設けられている。また、駆動シャフト 6 1 は、その両端部が、外側軸受 6 3 によって回転可能に支持されている。

【0081】

モータ 6 2 は、駆動シャフト 6 1 を回転駆動し得るように構成されている。このモータ 6 2 は、一方の外側軸受 6 3 を介して、クランクケース 4 に固定されている。また、モータ 6 2 は、クランクケース 4 の外部に向けて露出されるように設けられている。なお、駆動シャフト 6 1 の長手方向における中央部分は、一対の内側軸受 6 4 によって回転可能に支持されている。この内側軸受 6 4 は、キャップ固定部 4 0 d に固定されている。

【0082】

駆動シャフト 6 1 の一端部には、ウォーム 6 5 が設けられている。また、駆動シャフト 6 1 の他端部には、ウォーム 6 6 が設けられている。ウォーム 6 5 は、らせん状の歯が形成された円柱形状のギヤであって、ウォームホイール 5 1 d と噛み合うように形成されている。ウォーム 6 6 は、ウォーム 6 5 とは逆巻きのらせん状の歯が形成された円柱形状のギヤであって、ウォームホイール 5 1 d と噛み合うように形成されている。

【0083】

ウォーム 6 5 及び 6 6 は、ウォームギヤ収容部 5 6 を介して、クランクケース 4 の外部に向けて露出されるように設けられている。すなわち、ウォーム 6 5 及び 6 6 は、ウォームホイール 5 1 d と噛み合うように、ウォームホイール 5 1 d と対向して設けられている。

【0084】

また、本実施形態においては、駆動シャフト 6 1 における、ウォーム 6 5 の両側は、外側軸受 6 3 と内側軸受 6 4 とによって支持されている。同様に、駆動シャフト 6 1 における、ウォーム 6 6 の両側も、外側軸受 6 3 と内側軸受 6 4 とによって支持されている。

【0085】

<実施形態の可変圧縮比機構の動作説明>

図 5 ないし図 7 は、図 1 に示されているエンジン 1 における圧縮比変化の様子を示す図である。以下、各図を参照しつつ、本エンジン 1 における圧縮比変更動作について、簡単に説明する。

【0086】

エンジン回転数 N_e や負荷 T_e 等のエンジンパラメータに基づいて、図示しないエンジンコントロールコンピュータによって、設定されるべき圧縮比が決定される。ここで、モータ 6 2 の回転位相と、カムシャフト 5 1 の回転位相と、圧縮比と、の間には、所定の対応関係がある。この対応関係は、上述のエンジンコントロールコンピュータにおける ROM (リードオンリーメモリ) に格納されている。

【0087】

決定された圧縮比に応じて、上述のエンジンコントロールコンピュータによる制御下で、駆動シャフト 6 1 がモータ 6 2 によって適宜回転駆動される。これにより、ウォーム 6 5 及び 6 6 が回転駆動され、一対のカムシャフト 5 1 が互いに逆の方向に回転する。すなわち、例えば、図中右側のカムシャフト 5 1 が反時計回りに回転するとともに、図中左側のカムシャフト 5 1 が時計回りに回転する。

【0088】

カムシャフト 5 1 の回転の際に、ジャーナル部 5 1 a は、当該カムシャフト 5 1 の回転中心軸を中心として回転する。偏心シャフト 5 1 c は、ジャーナル部 5 1 a と一体的に回転する。このとき、偏心シャフト 5 1 c は、当該回転中心軸の周りを回転する。

【0089】

一方、円形カム部 5 1 b は、軸受孔 5 2 a の内面と当接 (摺動) しながら、前記回転中

10

20

30

40

50

心軸とは異なる軸を中心として回転する。また、円形カム部 5 1 b は、偏心シャフト 5 1 c に対して相対的に回転する。すなわち、円形カム部 5 1 b は、偏心シャフト 5 1 c の中心軸を中心として、ジャーナル部 5 1 a に対して相対的に回転する。これにより、円形カム部 5 1 b のジャーナル部 5 1 a に対する相対的な位置が変化する。

【0090】

このとき、円形カム部 5 1 b は、ブロック側支持部 5 2 によって、エンジン幅方向（図 5 ないし図 7 における左右方向）についての移動が拘束されている。また、ジャーナル部 5 1 a の位置は不変である。よって、カムシャフト 5 1 が回転駆動されると、図 5 ないし図 7 に示されているように、カムシャフト 5 1 の回転中心軸の周りの偏心シャフト 5 1 c の回転による、偏心シャフト 5 1 c の上下動に伴って、円形カム部 5 1 b が上下動する。

10

【0091】

エンジン 1 の圧縮比が最高である状態においては、図 5 に示されているように、偏心シャフト 5 1 c が最も下方に位置している。この場合、円形カム部 5 1 b も、最も下方に位置することとなる。

【0092】

図 5 に示されている状態から、図中矢印で示されているようにカムシャフト 5 1 が回転駆動される（図中右側のカムシャフト 5 1 が反時計回りに回転駆動され且つ図中左側のカムシャフト 5 1 が時計回りに回転駆動される）。これにより、偏心シャフト 5 1 c が、図 5 に示されている位置から上昇するとともに、円形カム部 5 1 b が上昇する。

20

【0093】

すると、図 6 に示されているように、カムシャフト 5 1 の回転による円形カム部 5 1 b の上昇に伴って、ブロック側支持部 5 2 が上昇する。これにより、シリンダブロック 2 がクランクケース 4 に対して相対的に上昇する。このシリンダブロック 2 の上昇によってシリンダヘッド 3 がクランクケース 4 から離隔すると、ピストン 2 2 の上死点位置とシリンダヘッド 3 の下端面との距離が伸びる。すなわち、エンジン 1 の圧縮比が低下する。

【0094】

図 6 に示されているように、偏心シャフト 5 1 c の位置が最上方と最下方との間であると、圧縮比も最高値と最低値との間の値となる。図 7 に示されているように、偏心シャフト 5 1 c の位置が最も上方に達すると、圧縮比が最低となる。エンジン 1 の圧縮比が最低である図 7 に示されている状態から、圧縮比が高くされる場合、カムシャフト 5 1 がさらに上述と同方向に回転駆動されるか、あるいはカムシャフト 5 1 が上述と逆方向に回転駆動される。

30

【0095】

＜実施形態の構成による効果＞

・本実施形態のエンジン 1 においては、連結機構 5 を駆動するための駆動機構 6 が、エンジン 1（クランクケース 4）の長手方向における中央寄りの位置に設けられている。

【0096】

具体的には、駆動シャフト 6 1 及びモータ 6 2 が、クランクケース 4 の長手方向における略中央部に設けられている。また、駆動シャフト 6 1 が、隣り合う 2 番目のシリンダ 2 1 と 3 番目のシリンダとの間の位置に対応する軸受部 4 0 b（キャップ固定部 4 0 d）を貫通するように設けられている。すなわち、駆動シャフト 6 1 が、クランクケース 4 の長手方向における略中央部に設けられたリブ状のキャップ固定部 4 0 d によって収容され且つ回転可能に支持されている。

40

【0097】

かかる構成によれば、駆動シャフト 6 1 を配置するための特別なスペースを設けることによる、クランクケース 4 の長手方向における冗長化が、可及的に回避され得る。すなわち、クランクケース 4 に通常設けられている、クランクシャフト 4 1 を回転可能に支持するための軸受部 4 0 b が、駆動シャフト 6 1 の配置に際して有効利用され得る。換言すれば、駆動シャフト 6 1 の配置のために、隣り合うシリンダ 2 1 の間の空間が、有効に活用され得る。したがって、可変圧縮比のエンジン 1 の小型化が、良好に実現され得る。

50

【0098】

また、かかる構成によれば、駆動シャフト61がクランクケース4によって確実に支持される。よって、駆動機構6がスムーズに動作する。すなわち、圧縮比可変機構がスムーズに動作する。

【0099】

さらに、かかる構成によれば、ウォームホイール51dがカムシャフト51の長手方向における略中央部に設けられる。これにより、ウォーム65又は66によるウォームホイール51dの回転駆動の際に、カムシャフト51の回転トルクがウォームホイール51dの両側でほぼ均等となる。また、最大トルクが小さくなる。よって、カムシャフト51の回転駆動がスムーズに行われる。

10

【0100】

このように、本実施形態の構成によれば、エンジン1に対する駆動機構6の搭載性が向上する。また、当該駆動機構6を含む可変圧縮比機構及びその周りの剛性が良好に向上される。したがって、本実施形態の構成によれば、可変圧縮比機構がスムーズに動作し、圧縮比変更制御の応答性や確実性が向上する。

【0101】

・本実施形態のエンジン1においては、シリンダブロック2の長手方向における略中央部であって、隣り合うシリンダ21の間の位置に、ウォームホイール51dを収容するためのウォームホイール収容部24が設けられている。また、フレーム40aの、ウォームホイール収容部24に対向する位置には、ウォームギヤ収容部56が設けられている。そして、ウォームホイール51dが、隣り合うシリンダ21の間の位置に設けられている。

20

【0102】

かかる構成によれば、ウォームホイール51dを備えたカムシャフト51を設ける場合の、シリンダブロック2やクランクケース4の長手方向における冗長化が、可及的に回避され得る。したがって、可変圧縮比のエンジン1の小型化が、良好に実現され得る。

【0103】

・本実施形態のエンジン1においては、駆動シャフト61が、モータ62の回転中心軸と同軸に設けられている。これにより、駆動機構6が、簡略な装置構成によって比較的安価に実現され得る。

【0104】

・本実施形態のエンジン1においては、駆動シャフト61は、ウォーム65及び66の両側にて、外側軸受63及び内側軸受64によって支持されている。かかる構成によれば、駆動シャフト61の撓みが抑制される。よって、駆動機構6の動作がよりスムーズに行われる。

30

【0105】

<変形例の例示列举>

なお、上述の実施形態は、上述した通り、出願人が本願の出願時点において最良であると考えた本発明の具体的構成例を単に例示したものにすぎないのであって、本発明はもとより上述の実施形態によって何ら限定されるべきものではない。よって、上述の実施形態に示された具体的構成に対して、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、種々の変形が施され得ることは、当然である。

40

【0106】

以下、変形例について幾つか例示する。ここで、以下の変形例の説明において、上述の実施形態における各構成要素と同様の構成・機能を有する構成要素については、当該変形例においても同一の名称及び同一の符号が付されているものとする。そして、当該構成要素の説明については、上述の実施形態における説明が、矛盾しない範囲で適宜援用され得るものとする。

【0107】

もっとも、変形例とて、下記のものに限定されるものではないことは、いうまでもない。本発明を、上述の実施形態や下記変形例の記載に基づいて限定解釈することは、（特に

50

先願主義の下で出願を急ぐ) 出願人の利益を不当に害する反面、模倣者を不当に利するものであって、許されない。

【0108】

また、上述の実施形態の構成、及び下記の各変形例に記載された構成は、技術的に矛盾しない範囲において、適宜複合して適用され得ることも、いうまでもない。

【0109】

(1) 本発明は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、メタノールエンジン、バイオエタノールエンジン、その他の任意のタイプの内燃機関に適用され得る。気筒数、気筒配列方式(直列、V型、水平対向)、エンジン積載方式(縦置き/横置き、FF/FR/RR/MR)も、特に限定はない。

10

【0110】

(2) カムシャフト51の構成や、カムシャフト51の各部とブロック側支持部52及びフレーム側支持部54との対応関係は、上述の実施形態のものから適宜変更され得る。

【0111】

例えば、上述の実施形態の場合とは逆に、ジャーナル部51aがブロック側支持部52に当接し、円形カム部51bがフレーム側支持部54及びカバー部55に当接するように、連結機構5が構成されていてもよい。

【0112】

また、上述の実施形態の場合とは逆に、ジャーナル部51aが偏心シャフト51cに対して相対的に回転可能である一方、円形カム部51bが偏心シャフト51cに固定されていてもよい。

20

【0113】

(3) ブロック側支持部52や、クランクケース側支持部(上述の実施形態ではフレーム側支持部54及びカバー部55)の構成も、特に限定はない。

【0114】

例えば、ブロック側支持部52は、シリンダブロック2と一体且つシームレスにも形成され得る。

【0115】

また、ブロック側支持部52における、カムシャフト51と対向する部分には、耐摩耗性を有する材料(例えば軸受鋼)からなる、コーティング、スリーブ、あるいはライナーが設けられていてもよい。フレーム側支持部54及びカバー部55における、カムシャフト51と対向する部分も同様である。

30

【0116】

また、カバー部55は、複数のフレーム側支持部54に対応した数に分割されていてもよい。このとき、カバー部55に、軸受収容部55bやウォームホイール収容部55cが設けられないことがあり得る。

【0117】

(4) 図8は、図2に示されているエンジン1の一つの変形例の構成を示す側断面図である。

【0118】

図8に示されているように、駆動シャフト61は、モータ62の回転中心軸と交差するように設けられ得る。具体的には、モータ62は、その回転中心軸が、駆動シャフト61と直交するように設けられ得る。換言すれば、モータ62の回転中心軸が、図3におけるシリンダ配列方向ADに沿った方向となるように(シリンダ配列方向ADと平行になるように)、モータ62が配置されている。

40

【0119】

この場合、モータ62の出力シャフトには、ベベルギヤ67が装着されている。また、駆動シャフト61におけるモータ62側の端部には、ベベルギヤ68が装着されている。そして、ベベルギヤ67及び68を介して、モータ62の回転駆動力が駆動シャフト61に伝達されるようになっている。

50

【0120】

かかる構成によれば、モータ62の回転駆動力が駆動シャフト61にスムーズに伝達される。よって、圧縮比変更動作がスムーズに行われ得る。また、モータ62の回転方向を適宜設定（最高圧縮比からの圧縮比の低下動作の場合の例：図8の場合は反時計回り）して、圧縮比変更の際にクランクケース4に作用する反力（図中下向きの力）と、モータ62の回転による反モーメント（図中上向きに作用）とを相殺させることで、圧縮比変更動作の際の衝撃の発生を軽減することが可能になる。

【0121】

（5）図9は、図2に示されているエンジン1の他の変形例の構成を示す側断面図である。

10

【0122】

図9に示されているように、駆動シャフト61は、側面視にて傾斜するように設けられ得る。かかる構成によれば、圧縮比変更動作に影響を与えることなく、モータ62の搭載位置が、他のエンジン補機との干渉を避けるように設定され得る。

【0123】

（6）図10は、図2に示されているエンジン1のさらに他の変形例の構成を示す側断面図である。

【0124】

図10に示されているように、2つのモータ62が、駆動シャフト61の両端部のそれぞれに連結されていてもよい。

20

【0125】

かかる構成によれば、駆動シャフト61を駆動するための各モータ62のトルクが低減され得る。よって、圧縮比変更動作がスムーズ且つ確実に実行され得る。また、モータ62の小型化や、駆動シャフト61の小径化が、良好に行われ得る。

【0126】

また、かかる構成においては、ウォーム65とウォーム66とが、駆動シャフト61によって結合されている。よって、2つのモータ62の動作がそれぞれ個別に制御されていなくても、シリンダ中心軸CCAが図中左右方向に倒れるようなシリンダブロック2の傾きが発生し難い。よって、制御回路が簡略化され得る。

【0127】

さらに、かかる構成においては、一方のモータ62に異常が生じた場合であっても、他方のモータ62を用いることで、圧縮比変更動作が行われ得る。よって、圧縮比可変機構の信頼性が向上する。

30

【0128】

この場合、モータ62と駆動シャフト61との間にクラッチ又はトルクリミッタが設けられることが好適である。これにより、一方のモータ62に異常が生じて他方のモータ62のみで駆動機構6が駆動される場合に、他方のモータ62がクラッチ又はトルクリミッタによって切り離される。よって、モータ62の負荷が良好に軽減され得る。

【0129】

なお、駆動シャフト61が、ウォーム65とウォーム66との間の位置にて、分割されていても差し支えない。この場合、上述のようなシリンダブロック2の傾きが発生しないように、2つのモータ62の動作が、それぞれ個別に制御される。

40

【0130】

（7）直列4気筒エンジンの場合、上述の実施形態のように、2番目のシリンダ21と3番目のシリンダ21との間の位置に駆動機構6が設けられることが好適である。しかしながら、本発明はこれに限定されない。例えば、1番目のシリンダ21と2番目のシリンダ21との間の位置、あるいは、3番目のシリンダ21と4番目のシリンダ21との間の位置に、駆動機構6が設けられ得る。

【0131】

直列2気筒エンジンの場合は、1番目のシリンダ21と2番目のシリンダ21との間の

50

位置に、駆動機構 6 が設けられる。直列 3 気筒エンジンの場合は、1 番目のシリンダ 2 1 と 2 番目のシリンダ 2 1 との間の位置、あるいは、2 番目のシリンダ 2 1 と 3 番目のシリンダ 2 1 との間の位置に、駆動機構 6 が設けられ得る。

【0132】

直列 5 気筒エンジンの場合、2 番目のシリンダ 2 1 と 3 番目のシリンダ 2 1 との間の位置、あるいは、3 番目のシリンダ 2 1 と 4 番目のシリンダ 2 1 との間の位置に駆動機構 6 が設けられることが好適であるが、これに限定されない。また、直列 6 気筒エンジンの場合、3 番目のシリンダ 2 1 と 4 番目のシリンダ 2 1 との間の位置に駆動機構 6 が設けられることが好適であるが、これに限定されない。

【0133】

(8) 図 1 1 は、図 2 に示されているエンジン 1 のさらに他の変形例の構成を示す側断面図である。

【0134】

図 1 1 に示されているように、V 型エンジンの場合、駆動シャフト 6 1 は、軸受キャップ 4 0 c によって回転可能に支持され得る。すなわち、この場合、駆動シャフト 6 1 は、軸受キャップ 4 0 c を貫通するように設けられている。本変形例の軸受キャップ 4 0 c の両端部には、内側軸受 6 4 が装着されている。外側軸受 6 3 は、クランクケース 4 (図 1 1 においては図示略) の外壁部に装着されている。

【0135】

かかる構成によれば、V 型エンジン (特にバンク角が 7 ~ 15 度の狭角である場合) に対しても、駆動機構 6 が良好に搭載され得る。

【0136】

なお、この場合、図 1 0 に示されている変形例のように、駆動シャフト 6 1 の両端部にそれぞれモータ 6 2 を設けることで、駆動シャフト 6 1 が良好に小径化され得る。これにより、V 型エンジンにおける駆動機構 6 の搭載性がいっそう向上する。

【0137】

(9) 図 1 2 は、図 2 に示されているエンジン 1 における、モータ 6 2 の搭載例を示す外観図である。

【0138】

図 1 2 を参照すると、本例におけるエンジン 1 は、その長手方向が車幅方向と平行となるように、車両に搭載されている (いわゆる「横置き」搭載)。

【0139】

具体的には、エンジン 1 の前記長手方向における一端部には、本発明の駆動力出力部としてのトランスアクスル 7 0 が接続されている。トランスアクスル 7 0 の本体部における一端部である突出部 7 0 a は、車両の前後方向に沿ってエンジン 1 の外壁から突出するように設けられている。この突出部 7 0 a には、ドライブシャフト 7 1 と、ブーツ 7 2 と、が装着されている。

【0140】

ドライブシャフト 7 1 は、平面視にて、車幅方向に沿って、すなわち、エンジン 1 の前記長手方向に沿って、配置されている。ブーツ 7 2 は、ドライブシャフト 7 1 が突出部 7 0 a から突出する部分を覆うように設けられている。

【0141】

トランスアクスル 7 0 は、クランクシャフト 4 1 (図 2 参照) にて発生している回転駆動力をドライブシャフト 7 1 に伝達するように構成されている。すなわち、本発明の回転体としてのドライブシャフト 7 1 は、クランクシャフト 4 1 の回転に基づいて回転駆動されるように構成されている。また、本発明の回転体としてのブーツ 7 2 は、ドライブシャフト 7 1 とともに回転するように構成されている。

【0142】

図 1 2 に示されているように、本例においては、モータ 6 2 は、エンジン 1 の外壁から、突出部 7 0 a と同じ側に突出するように設けられている。すなわち、モータ 6 2 は、ド

10

20

30

40

50

ドライブシャフト 7 1 及びブーツ 7 2 と対向するように設けられている。

【0143】

かかる構成においては、図 2 を参照すると、エンジン 1 の運転による、シリンダ 2 1 内のピストン 2 2 の往復運動に伴って、クランクシャフト 4 1 が回転駆動される。

【0144】

再び図 1 2 を参照すると、このようにしてクランクシャフト 4 1 に発生した回転駆動力が、トランスアクスル 7 0 を介して、ドライブシャフト 7 1 に伝達される。これにより、ドライブシャフト 7 1 及びブーツ 7 2 が回転する。

【0145】

かかる構成においては、上述のようなドライブシャフト 7 1 及びブーツ 7 2 の回転に伴って、空気の流れが生じる。この空気の流れによって、モータ 6 2 が良好に冷却され得る。すなわち、モータ 6 2 の過熱（オーバーヒート）が、可及的に抑制され得る。また、モータ 6 2 が、トランスアクスル 7 0 における突出部 7 0 a によって保護される。

【0146】

これにより、圧縮比変更動作の確実性が向上し得る。また、モータ 6 2 の過熱（オーバーヒート）が抑制されることで、比較的小型で出力及び熱容量の小さなモータ 6 2 が用いられ得る。よって、エンジン 1 の小型化が良好に行われ得る。

【0147】

なお、図 1 3 に示されているように、ブーツ 7 2 の外壁にファン 7 3 が設けられていてもよい。これにより、ブーツ 7 2 の回転に伴う空気流がより強くなり、モータ 6 2 の冷却効果が向上する。

【0148】

図 1 4 は、図 2 に示されているエンジン 1 における、モータ 6 2 の異なる搭載例を示す、モータ 6 2 の周囲の拡大外観図である。

【0149】

図 1 4 に示されているように、モータ 6 2 は、トランスファ 7 4 と対向する位置に設けられていてもよい。ここで、トランスファ 7 4 は、4 輪駆動車における前後輪の駆動力を分配する装置である。

【0150】

かかる構成によれば、上述の図 1 2 の場合と同様に、トランスファ 7 4 の継手部分の回転に伴って発生する空気流によって、モータ 6 2 が良好に冷却され得る。

【0151】

(10) 図 1 4 を参照すると、モータ 6 2 は、吸気マニホールド 8 1 側に設けられ得る。

【0152】

ここで、吸気マニホールド 8 1 は、吸気ポート 3 2（図 1 参照）と接続された、吸気通路の一部であって、エンジン 1 の本体部（図 2 におけるシリンダブロック 2、シリンダヘッド 3、及びクランクケース 4）の車両後方側（運転席側）に設けられている。

【0153】

また、吸気マニホールド 8 1 は、エンジン 1 の前記本体部における車両前方側（ラジエータ側）に設けられた図示しない排気マニホールドと反対側に設けられている。すなわち、吸気マニホールド 8 1 は、エンジン 1 の前記本体部を挟んで、前記排気マニホールドと対向するように設けられている。換言すれば、吸気マニホールド 8 1 と前記排気マニホールドとは、上述の中心面を挟んで互いに対向するように設けられている。

【0154】

かかる構成によれば、比較的高温な前記排気マニホールドからの放射熱によって、モータ 6 2 の温度が上昇することが、可及的に抑制される。したがって、エンジン 1 の運転に伴って生じる熱による、モータ 6 2 の過熱（オーバーヒート）が、可及的に抑制され得る。これにより、圧縮比変更動作の確実性が向上し得る。また、モータ 6 2 の小型化が良好に行われ得る。

【0155】

10

20

30

40

(11) 図 1 4 を参照すると、モータ 6 2 は、トランスアクスル 7 0 と、本発明のエンジン補機としてのオルタネータ 8 2 と同じ側に設けられている。すなわち、オルタネータ 8 2 は、トランスアクスル 7 0 における突出部 7 0 a と同じ側にて、エンジン 1 の外部に向けて突出するように、クランクケース 4 (図 2 参照) に設けられている。そして、モータ 6 2 は、トランスアクスル 7 0 とオルタネータ 8 2 とによって囲まれるように設けられている。

【0156】

かかる構成によれば、オルタネータ 8 2 を含むエンジン補機の搭載状態に影響を与えることを可及的に抑制しつつ、モータ 6 2 (図 2 における駆動機構 6) をエンジン 1 に良好に搭載することが可能になる。すなわち、オルタネータ 8 2 等のエンジン補機の搭載位置の変更をすることなく、あるいは、当該搭載位置の変更量を必要最小限としつつ、モータ 6 2 をエンジン 1 に搭載することができる。

【0157】

また、かかる構成によれば、モータ 6 2 が、トランスアクスル 7 0 における突出部 7 0 a、及びオルタネータ 8 2 等のエンジン補機によって保護され得る。よって、圧縮比変更動作が確実に行われ得る。

【0158】

(12) モータ 6 2 が配置される位置は、上述のような車両後方側(運転席側)に限定されない。

【0159】

例えば、吸気マニホールド 8 1 が車両前方側(ラジエータ側)に設けられている場合、モータ 6 2 も吸気マニホールド 8 1 と同じ車両前方側(ラジエータ側)に設けられ得る。かかる構成によれば、車両走行時の空気流(ラジエータファンからの空気流を含む)によって、モータ 6 2 の過熱(オーバーヒート)抑制がより効果的に実現され得る。

【0160】

(13) 図 1 2 ないし図 1 4 に示されているように、モータ 6 2 がエンジン 1 の長手方向における略中央部に設けられることで、モータ 6 2 を含む圧縮比可変機構の搭載性が向上する。

【0161】

すなわち、横置き搭載の場合に、車幅方向において、モータ 6 2 が、トランスアクスル 7 0 又はトランスファ 7 4 と、ドライブシャフトセンターベアリング又はエンジン補機と、の間に配置され得る。また、シリンダ中心軸 C C A 方向において、モータ 6 2 が、吸気マニホールド 8 1 と、ドライブシャフト 7 1 と、の間に配置され得る。さらに、車両前後方向において、モータ 6 2 が、シリンダブロック 2 と、排気管(排気通路の一部であって前記排気マニホールドとマフラーとの間を接続する部分)又はフロントサスペンションメンバーと、の間に配置され得る。

【0162】

かかる構成によれば、特に横置き搭載の F F 車において、駆動系部品やエンジンマウントやエンジン補機類の搭載状態への影響を最小限にしつつ、モータ 6 2 を搭載することができる。また、モータ 6 2 が外部からの外力から確実に保護される。

【0163】

(14) その他、特段に言及されていない変形例についても、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、本発明の技術的範囲に含まれることは当然である。

【0164】

例えば、材料の変更は、適宜行われ得る。また、一体(ワンピース)であったものは別体(ツーピース)にされ得るし、その逆もあり得る。さらに、一体であるものは、シームレスなものともされ得るし、シームレスでないもの(接合部あるいは接合媒体が介在するもの)ともされ得る。

【0165】

また、本発明の課題を解決するための手段を構成する各要素における、作用・機能的に

10

20

30

40

50

表現されている要素は、上述の実施形態や変形例にて開示されている具体的構造の他、当該作用・機能を実現可能ないかなる構造をも含む。

【図面の簡単な説明】

【0166】

【図1】本発明の一実施形態であるエンジンの概略構成を示す側断面図（図3におけるI-I断面図）である。

【図2】本発明の一実施形態であるエンジンの概略構成を示す側断面図（図3におけるII-II断面図）である。

【図3】図1及び図2に示されているエンジンの分解斜視図である。

【図4】図1ないし図3に示されているカムシャフトを、その一部を分解して示す斜視図である。

【図5】図1に示されているエンジンにおける圧縮比変化の様子を示す図である。

【図6】図1に示されているエンジンにおける圧縮比変化の様子を示す図である。

【図7】図1に示されているエンジンにおける圧縮比変化の様子を示す図である。

【図8】図2に示されているエンジンの一つの変形例の構成を示す側断面図である。

【図9】図2に示されているエンジンの他の変形例の構成を示す側断面図である。

【図10】図2に示されているエンジンのさらに他の変形例の構成を示す側断面図である。

【図11】図2に示されているエンジンのさらに他の変形例の構成を示す側断面図である。

【図12】図2に示されているエンジンにおける、モータの搭載例を示す外観図である。

【図13】図13に示されているエンジンの一つの変形例の構成を示す外観図である。

【図14】図2に示されているエンジンにおける、モータの異なる搭載例を示す、モータの周囲の拡大外観図である。

【符号の説明】

【0167】

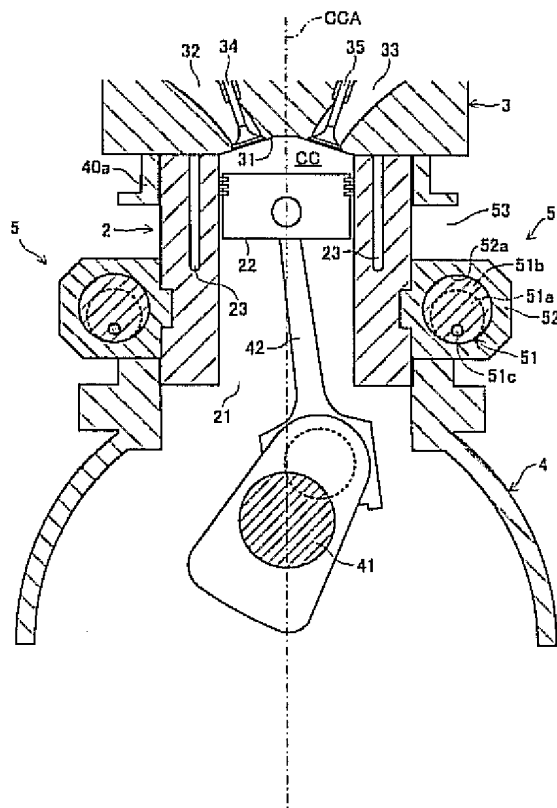
1…エンジン	2…シリンダブロック	21…シリンダ
22…ピストン	3…シリンダヘッド	4…クランクケース
40b…軸受部	40c…軸受キャップ	40c1…凹部
40d…キャップ固定部	40d1…凹部	41…クランクシャフト
5…連結機構	51…カムシャフト	51d…ウォームホイール
52…ブロック側支持部	54…フレーム側支持部	56…ウォームギヤ収容部
6…駆動機構	61…駆動シャフト	62…モータ
63…外部軸受	64…内部軸受	65…ウォーム
66…ウォーム	67…ベベルギヤ	68…ベベルギヤ
70…トランスアクスル	70a…突出部	71…ドライブシャフト
72…ブーツ	73…ファン	74…トランスファ
81…吸気マニホールド	82…オルタネータ	
AD…シリンダ配列方向	CCA…シリンダ中心軸	

10

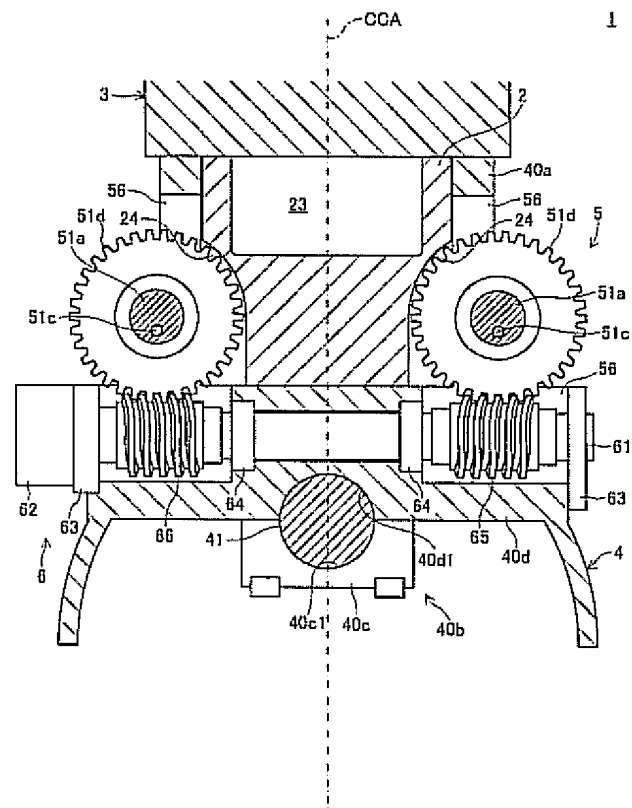
20

30

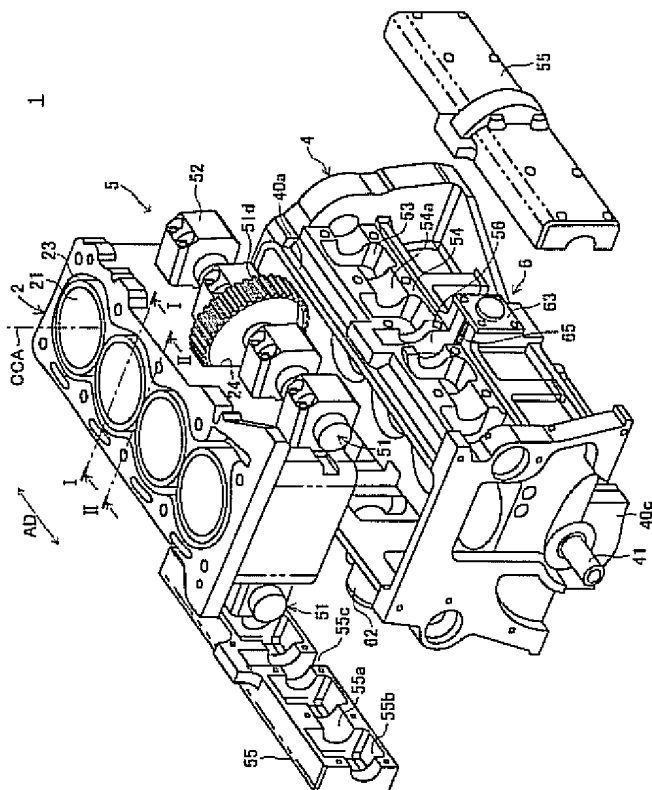
【図 1】



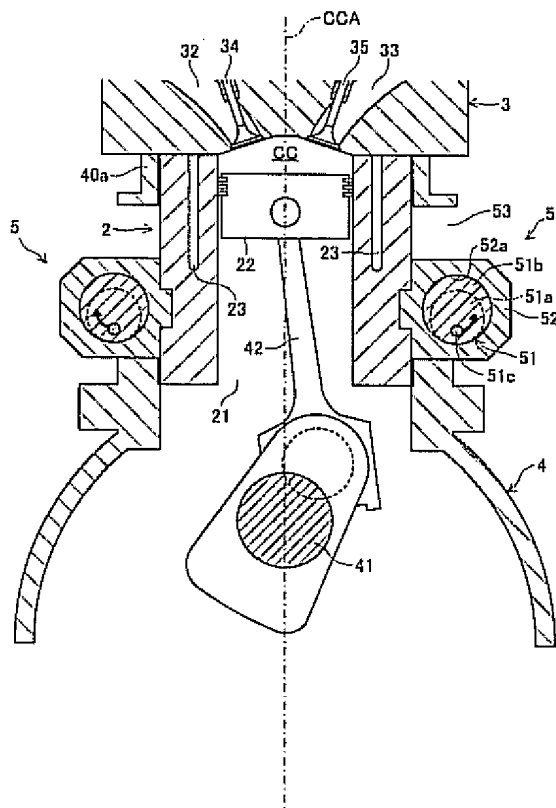
【図 2】



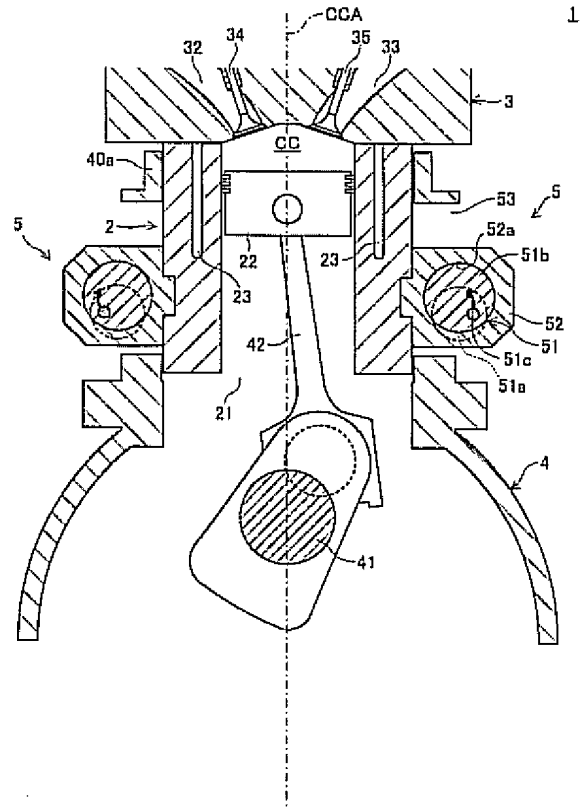
【図 3】



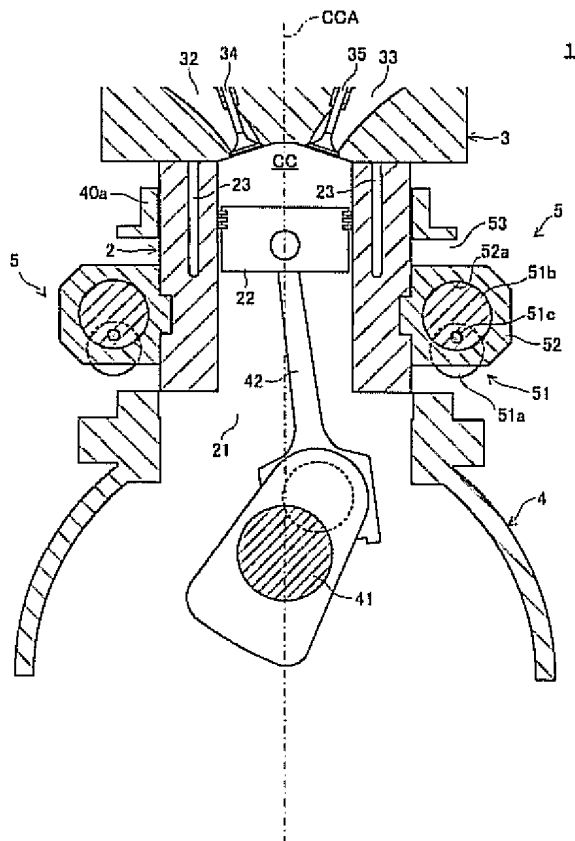
【図 5】



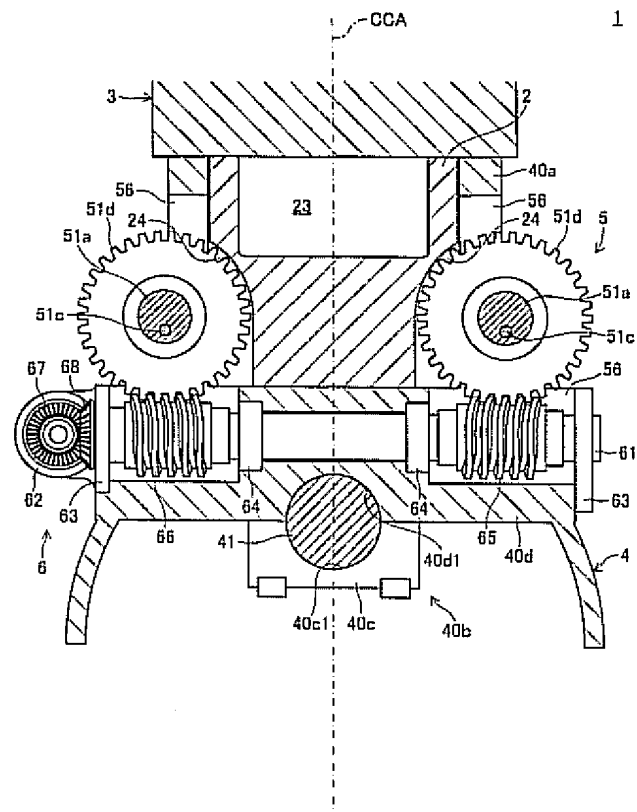
【図 6】



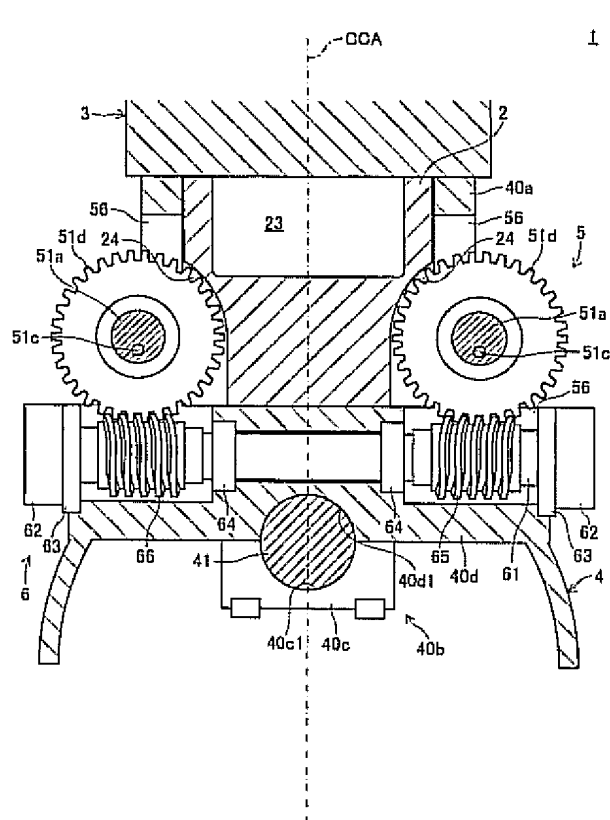
【図 7】



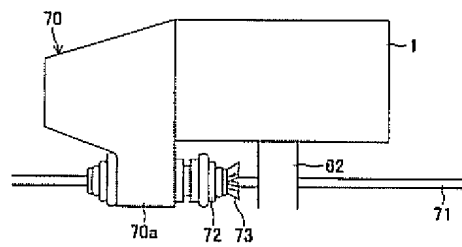
【図 8】



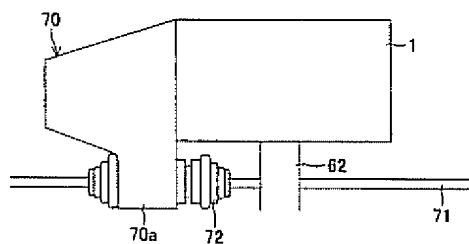
【圖 10】



【图 13】

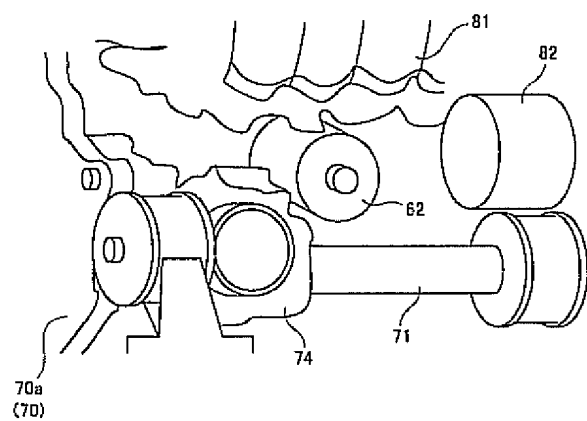


【圖 12】



【図 14】

1





PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2004324464 A**(43) Date of publication of application: **18.11.04**

(51) Int. Cl.

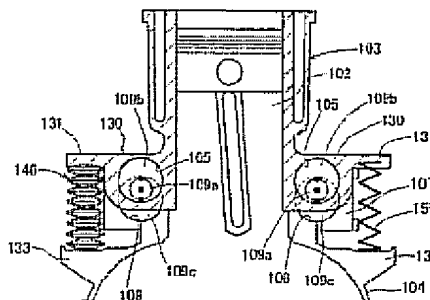
F02D 15/04
F02B 75/04(21) Application number: **2003117297**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(22) Date of filing: **22.04.03**(72) Inventor: **KAMIYAMA EIICHI****(54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH
VARIABLE COMPRESSION RATIO AND
CONTROL METHOD OF COMPRESSION RATIO**

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCPI

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify control when changing the level of a compression ratio of an engine and miniaturize the equipment.

SOLUTION: The engine 100 with variable compression ratio provides a compression ratio changing mechanism to move a cylinder block 103 with respect to a lower case 104, and transmits rotary driving power of a servomotor 112 in the vertical motion direction of the cylinder block 103 with a camshaft 109 having an eccentric cam. A first spring member 140 and a second spring member 150 are arranged at both sides of the slidable cylinder block 103, and spring resultant force presented by both the spring members is applied to the cylinder block 103. The spring resultant force acts so as to assist the change of compression ratio by reducing the transmission torque of the rotary driving force of the motor.



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧縮比変更のための回転駆動力を発生する駆動源と、該回転駆動力を伝達する伝達手段とを備え、該伝達手段から駆動力の伝達を受ける圧縮比変更機構により、ピストンヘッド側の機関部材とクランクケース側の機関部材の少なくとも一方を燃焼圧に抗して駆動することで、前記両機関部材間の相対的な位置関係を変更して燃焼室容積を変え、圧縮比を変更する内燃機関における圧縮比制御方法であって、

前記圧縮比変更機構が圧縮比変更のために駆動する際に、前記両機関部材に及ぶ付勢力を前記両機関部材間の相対的な位置関係の変更状況に応じて発生させ、該付勢力を前記伝達手段による前記駆動源の回転駆動力の伝達トルクが低減するよう前記両機関部材に及ぼして前記圧縮比変更機構による圧縮比変更を補助する圧縮比制御方法。

10

【請求項 2】

圧縮比を変更する内燃機関であって、

圧縮比変更のための回転駆動力を発生する駆動源と、

該回転駆動力を伝達する伝達手段と、

ピストンヘッド側の機関部材とクランクケース側の機関部材の少なくとも一方を、前記伝達手段からの伝達駆動力により駆動することで、前記両機関部材間の相対的な位置関係を変更して燃焼室容積を変え、圧縮比を変更する圧縮比変更機構と、

前記両機関部材間に設けられ、前記両機関部材に及ぶ付勢力を発生させる付勢手段とを備え、

20

該付勢手段は、

前記圧縮比変更機構が圧縮比変更のために駆動する際に、前記両機関部材間の相対的な位置関係の変更状況に応じて前記付勢力を発生させ、該付勢力を前記伝達手段による前記駆動源の回転駆動力の伝達トルクが低減するよう前記両機関部材に及ぼして前記圧縮比変更機構による圧縮比変更を補助する内燃機関。

【請求項 3】

請求項 2 記載の内燃機関であって、

前記付勢手段は、

前記伝達手段から前記圧縮比変更機構への駆動力伝達に関与するよう燃焼圧に起因して発生する第 1 の力と、前記駆動力伝達に関与するよう前記圧縮比変更機構の駆動に伴って発生する第 2 の力と前記付勢力とが協働して前記伝達トルクが低減するよう前記付勢力を前記両機関部材に及ぼす内燃機関。

30

【請求項 4】

請求項 3 記載の内燃機関であって、

前記付勢手段は、

高圧縮比の側から低圧縮比の側へ前記圧縮比変更機構が駆動する状況下で、前記第 1 の力を補うよう調整されたバネ特性を発揮するバネ機構を有する内燃機関。

【請求項 5】

請求項 3 記載の内燃機関であって、

前記付勢手段は、

低圧縮比の側から高圧縮比の側へ前記圧縮比変更機構が駆動する状況下で、前記第 1 の力を緩和するよう調整されたバネ特性を発揮するバネ機構を有する内燃機関。

40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、圧縮比を変更可能な内燃機関とその圧縮比制御方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、圧縮比を変更可能な機能を有する種々の内燃機関が提案されている。圧縮比を高く設定すると効率よく動力を得ることができるが、ノッキングが発生しやすい。このため、

50

圧縮比は、運転条件に応じて変更される。具体的には、内燃機関の負荷が低い場合には、ノッキングが発生しにくいため圧縮比は高く設定される。一方、内燃機関の負荷が高い場合には、ノッキングが発生しやすいため圧縮比は低く設定される。

【0003】

このように圧縮比を変更するに当たり、クランクシャフトを支持するクランクケースと、ピストンヘッド側のシリンダブロックとを、シリンダボア方向に近接・離間する圧縮比変更機構が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平7-26981号公報

【0005】

この特許文献1では、クランクケースとシリンダブロックの両機関部材間に偏心カムシャフトを介装し、このカムシャフトへの動力伝達にウォームとウォームホイールを用いている。そして、ウォームをモータ等の駆動源に連結し、ウォームホイールを駆動対象機器（偏心カムシャフト）に連結し、モータの正逆回転により偏心カムシャフトを回転させ、その偏心カムに倣って上記両機関部材を近接・離間させている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記した従来の可変圧縮比エンジンでは、燃焼室の燃焼圧がピストンとシリンダ、即ちクランクケースとシリンダブロックの相対位置が広がるように作用することから、この燃焼圧に起因する力は、高圧縮比から低圧縮比側への圧縮比変更の際に、圧縮比変更機構に必要とされる駆動力に対して補助的に働くようになる。その一方、圧縮比を低圧縮比から高圧縮比側に変更する場合は、燃焼圧に起因した力は圧縮比変更機構の駆動を妨げるよう作用する。よって、こうした場合は、燃焼圧に抗して圧縮比変更機構を駆動させる必要がある。よって、圧縮比変更機構へは大きな駆動力を伝達することが不可欠となる。つまり、低圧縮比側への圧縮比変更と高圧縮比側への圧縮比変更とでは、圧縮比変更機構に伝達すべき駆動力に大小の相違がある。このため、圧縮比の高低変更を行うに当たっては、駆動源には、伝達すべき最大の駆動力を支障無く発揮できる高い動力特性が必要となる。

【0007】

圧縮比を低圧縮比側へ変更する状況は、エンジン負荷が高負荷であることから、低圧縮比への変更が緩慢では、ノッキングを招きやすい。よって、ノッキング回避の観点から、低圧縮比側への圧縮比変更には迅速性が求められるので、駆動源には、既述した高い動力特性の他、高い応答性や広範囲の回転数での回転特性も必要となる。これらの結果、駆動源の大型化、延いては圧縮比変更機構を含めたエンジン周りの大型化を招いたり、駆動源の回転制御の複雑化を招いていた。

【0008】

ところで、偏心カムシャフトの回転により機関部材間の位置関係を変えて圧縮比を変更する機構では、偏心カムとこれに係合する部材との係合状態、即ち偏心カムシャフトの回転位置に応じて圧縮比が定まる。燃焼圧に起因する力は、上記したように駆動源駆動力に対して補助的或いは妨げとなって偏心カムシャフトに作用するものの、この偏心カムシャフトに対して上記の燃焼圧に起因する力が作用する様子（即ち、シャフトを回転させようとする力の大きさ）は、偏心カム形状であるがために、偏心カムシャフトの回転位置に応じて相違する。

【0009】

また、圧縮比変更に当たっては偏心カムシャフトの回転を伴うことから、その回転に伴う摩擦力や、機関部材の位置変更に伴う摩擦力が発生し、これら摩擦力は、駆動源からの駆動力伝達を阻害するよう作用する。このため、燃焼圧に起因する力が低圧縮比への変更時に駆動源駆動力の補助的に作用したとしても、低圧縮比領域における低圧縮比変更の際には、補助的作用が低下したり、上記した摩擦力の影響を受けて補助的作用を生じないようなこともあり得る。よって、駆動源には、燃焼圧に起因する力を補助的に使わないでも低

10

20

30

40

50

圧縮比側への変更が可能な特性が求められ、このことも駆動源の大型化をもたらす一因でもある。

【0010】

本発明は、上記問題点を解決するためになされ、圧縮比の高低変更の際しての制御の簡略化や、機器の小型化を図ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

かかる課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の圧縮比を変更可能な内燃機関とその圧縮比制御方法では、圧縮比を変更する状況になると、圧縮比変更のための駆動源の回転駆動力を伝達手段を介して伝達駆動力として圧縮比変更機構に伝達する。これにより圧縮比変更機構は、ピストンヘッド側の機関部材とクランクケース側の機関部材の少なくとも一方を駆動して両機関部材間の相対的な位置関係を変更し、これにより燃焼室容積を変えて圧縮比を高圧縮比と低圧縮比との間に亘って変更する。こうした両機関部材の位置関係の変更に基づく圧縮比変更の際し、付勢手段は、付勢力を両機関部材間の相対的な位置関係の変更状況に応じて発生させ、この付勢力を両機関部材に及ぼす。

10

【0012】

この付勢手段による両機関部材への付勢力の及ぼし方は、伝達手段による駆動源の回転駆動力の伝達トルクが低減するようにして、圧縮比変更機構による圧縮比変更を補助するものである。よって、圧縮比変更機構の駆動に必要なとされる駆動源の回転駆動力を不用意に大きくする必要がないので、駆動源には高い動力特性が不要となる。このため、駆動源、延いては圧縮比変更機構を含めた内燃機関回りの小型化を図ることができる。しかも、付勢力の発生および付与に際しては、駆動源に対して特段の回転制御を必要としないので、駆動源制御も簡略化できる。

20

【0013】

上記したように圧縮比変更機構により上記の両機関部材間の位置関係の変更を通して圧縮比を変更する際、燃焼圧に起因して発生する力（第1の力）は、伝達手段から圧縮比変更機構への駆動力伝達に関与し、その関与の様子は、圧縮比の変更の方向に応じて異なる。つまり、低圧縮比の側への圧縮比変更であれば、伝達手段の伝達トルクを低減する側に作用し、高圧縮比の側では伝達トルクを増大する側に作用する。また、圧縮比変更機構の駆動は少なくとも上記の両機関部材の物理的な移動をもたらすので、こうした部材移動に伴い摩擦力（第2の力）が発生し、この摩擦力は圧縮比の変更方向に拘わらず伝達トルクの増大を招く。

30

【0014】

上記した本発明は、こうした力の関係に着目し、前記伝達手段から前記圧縮比変更機構への駆動力伝達に関与するよう燃焼圧に起因して発生する第1の力と、前記駆動力伝達に関与するよう前記圧縮比変更機構の駆動に伴って発生する第2の力と前記付勢力とが協働して前記伝達トルクが低減するよう前記付勢力を前記両機関部材に及ぼす態様を採ることができる。

【0015】

こうすれば、第1の力が圧縮比変更に伴い変化しても、この第1と第2の力および付勢手段の付勢力とが協働して得られる合力については、付勢力の変更を通して合力の変化を抑制するようにすることもできる。例えば、第1の力が伝達手段の伝達トルクを低減する側に作用しつつ、圧縮比の変更推移により、或いは第2の力との関係で第1の力が小さくなっても、この小さくなった分を付勢力で補うことも可能となる。或いは、第1の力が伝達トルクを増大する側に作用すれば、これを緩和することも可能となる。この結果、既述したように駆動源には高い動力特性や特段の回転制御が不要となり、機器の小型化や制御の簡略化を図ることができる。特に、第1の力が伝達手段の伝達トルクを低減する側に作用する状況、即ち、圧縮比を低圧縮比の側に変更する状況では、この第1の力が小さくなっても付勢力で補うので、駆動源の回転駆動力を伝達手段を経て確実に、かつ迅速に圧縮比変更機構に伝達できるので、低圧縮比への圧縮比変更も迅速化できる。

40

50

【0016】

こうした付勢手段は、高圧縮比の側から低圧縮比の側へ前記圧縮比変更機構が駆動する状況下で、前記第1の力を捕うよう調整されたバネ特性を発揮するバネ機構や、低圧縮比の側から高圧縮比の側へ前記圧縮比変更機構が駆動する状況下で、前記第1の力を緩和するよう調整されたバネ特性を発揮するバネ機構を有するものとすることができる。こうすれば、このバネ機構を上記の両機関部材間に組み込めば足りることから、簡便である。この場合、圧縮比変更機構の駆動による圧縮比変更状況と第1の力の発生の様子は、実験的手法で、或いはコンピュータ解析手法等で関連つけることができるので、上記のバネ特性を有するバネ機構を得ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の形態を実施例に基づき説明する。図1は第1実施例に係る可変圧縮比エンジン100の概略分解斜視図、図2はこの可変圧縮比エンジン100の概略構成を示す概略斜視図、図3は可変圧縮比エンジン100の要部を断面視して示す説明図である。

【0018】

この第1実施例の可変圧縮比エンジン100は、シリンダブロック103をロアケース（クランクケース）104に対してシリンダ102の軸方向に移動させることで燃焼室容積を変え、圧縮比を変更する。このため、本実施例の可変圧縮比エンジン100は、ロアケース104に対してシリンダブロック103を移動させる圧縮比変更機構を備える。この圧縮比変更機構については後述する。

【0019】

ロアケース104に対してシリンダブロック103がシリンダ102の軸方向に移動するため、シリンダ102上部に配置された吸排気バルブの開閉を行う図示しないカムシャフトにあっても、ロアケース104に対して移動することとなる。カムシャフトの駆動力は、ロアケース104内に配置されたクランクシャフト115からチェーンやベルトを介して伝達されるため、これに対する考慮も本実施例のエンジンではなされている。こうした構成については、本発明の要旨と直接関係しないので、その説明については省略する。

【0020】

なお、シリンダブロック103がロアケース104に対して移動可能とされていること、および、その移動機構（圧縮比変更機構）を備えていること、カムシャフトへの変動力の伝達、以外の部分に関しては、通常のエンジンと変わるところはない。よって、これらについても説明は省略する。

【0021】

図1に示すように、可変圧縮比エンジン100は、シリンダブロック103の両側下部に複数の隆起部130を備え、この各隆起部130にカム収納孔105を有する。カム収納孔105は、片側に五つずつ形成されている。カム収納孔105は、円形を有しており、シリンダ102の軸方向に対して直角に、かつ、複数のシリンダ102（本実施例の可変圧縮比エンジン100は四気筒エンジン）の配列方向に平行になるようにそれぞれ形成されている。カム収納孔105は、シリンダブロック103の両側に形成されており、片側の複数のカム収納孔105は全て同一軸線上に位置している。そして、シリンダブロック103の両側のカム収納孔105の一对の軸線は平行である。

【0022】

複数個が並んだ隆起部130のうち、中央に位置する隆起部130は、図示するようにカム収納孔105の形成箇所が厚肉とされ、その上端に水平に突出した上端突出片131を有する。この上端突出片131は、ロアケース104に形成されたバネ座面133と対向し、後述するバネ部材をその上端側で固定するよう機能する。

【0023】

ロアケース104には、上述したカム収納孔105が形成された複数の隆起部130の間に位置するように、立壁部132が形成されている。各立壁部132のロアケース104外側に向けられた表面には、半円形の凹部が形成されている。また、各立壁部132には

10

20

30

40

50

、ボルト１０６によって取り付けられるキャップ１０７が用意されており、キャップ１０７にあっても半円形の凹部を有している。各立壁部１３２にキャップ１０７を取り付けると、両部材で円形の軸受収納孔１０８が形成される。軸受収納孔１０８の形状は、上述したカム収納孔１０５と同一である。

【００２４】

複数の軸受収納孔１０８は、カム収納孔１０５と同様に、シリンダブロック１０３をロアケース１０４に取り付けたときにシリンダ１０２の軸方向に対して直角に、かつ、複数のシリンダ１０２の配列方向に平行になる。これらの複数の軸受収納孔１０８も、シリンダブロック１０３の両側に形成されることとなり、片側の複数の軸受収納孔１０８は全て同一軸線上に位置している。軸受収納孔１０８は、片側に四つずつ形成される。そして、シリンダブロック１０３の両側の軸受収納孔１０８の一对の軸線は平行である。また、両側のカム収納孔１０５の間の距離と、両側の軸受収納孔１０８との間の距離は同一である。

【００２５】

交互に配置される二列のカム収納孔１０５と軸受収納孔１０８には、それぞれカム軸１０９が挿通される。カム軸１０９は、図１に示すように、軸部１０９ａに、カム部１０９ｂと可動軸受部１０９ｃとを有する。カム部１０９ｂは、軸部１０９ａの中心軸に対して偏心された状態で軸部１０９ａに固定され、正円形のカムプロフィールを有する。可動軸受部１０９ｃは、このカム部１０９ｂと同一外形を有し、軸部１０９ａに対して回転可能に取り付けられる。本実施例では、カム部１０９ｂと可動軸受部１０９ｃとが交互に配置されている。一对のカム軸１０９は、シリンダ１０２を挟んで鏡像の関係を有している。また、カム軸１０９の端部には、後述するウォームホイール１１０の取付部１０９ｄが形成されている。軸部１０９ａの中心軸と取付部１０９ｄの中心とは偏心しており、全カム部１０９ｂの中心と取付部１０９ｄの中心とは一致している。

【００２６】

可動軸受部１０９ｃも、軸部１０９ａに対して偏心されておりその偏心量はカム部１０９ｂと同一である。実際にカム軸１０９を構築するには、最も端部の一つのカム部１０９ｂが予め一体的に結合された状態でカム軸１０９が製造され、これに可動軸受部１０９ｃと他のカム部１０９ｂとが交互に挿入される。そして、カム部１０９ｂのみが図示するようにビスなどで軸部１０９ａに固定される。この場合、カム部固定は他の方法、例えば、圧入や溶接でも良い。軸部１０９ａ上のカム部１０９ｂの数は、シリンダブロック１０３片側のカム収納孔１０５の数と一致する。また、カム部１０９ｂの厚さも、対応する各カム収納孔１０５の長さとも一致する。同様に、軸部１０９ａ上の可動軸受部１０９ｃの数は、ロアケース１０４片側に形成される軸受収納孔１０８の数と一致する。また、可動軸受部１０９ｃの厚さも、対応する各軸受収納孔１０８の長さとも一致する。

【００２７】

各カム軸１０９において、複数のカム部１０９ｂの偏心方向は同一である。また、可動軸受部１０９ｃの外形は、カム部１０９ｂと同一正円であるので、可動軸受部１０９ｃを回転させることで、複数のカム部１０９ｂの外表面と複数の可動軸受部１０９ｃの外側面とを一致させることができる。この状態で、シリンダブロック１０３とロアケース１０４とを組み合わせて複数のカム収納孔１０５と複数の軸受収納孔１０８とで形成される長孔にカム軸１０９が挿入されて組み立てられる。なお、カム軸１０９をシリンダブロック１０３およびロアケース１０４に対して配置させた後にキャップ１０７を取り付けても良い。

【００２８】

カム収納孔１０５、軸受収納孔１０８、カム部１０９ｂおよび可動軸受部１０９ｃの形状は全て同一の正円形である。また、シリンダブロック１０３は、ロアケース１０４に対してスライド可能であるが、両者の摺動面には、シリンダ内面とピストンとの間の気密を確保するピストンリングのような部材を配置して気密性を確保する。なお、ピストンリング以外の他の手法によって、例えば、Ｏリングのようなゴム製ガスケット等によって、シールを行っても良い。

【００２９】

10

20

30

40

50

各カム軸 109 は、その軸部 109 a 端部の取付部 109 d にウォームホイール 110 を有する。このウォームホイール 110 は、キーにて位置決めされた上で、取付部 109 d にボルト固定されている。

【0030】

一对のカム軸 109 に対応するそれぞれのウォームホイール 110 には、ウォーム 111 a, 111 b が噛み合っている。ウォーム 111 a, 111 b は、正逆回転可能な単一のサーボモータ 112 の出力軸と連結されている。ウォーム 111 a, 111 b は、互いに逆方向に回転する螺旋溝を有している。このため、サーボモータ 112 を回転させると、一对のカム軸 109 は、ウォームホイール 110 の回転を受け、互いに逆方向に回転する。サーボモータ 112 は、シリンダブロック 103 などに固定されており、シリンダブロッ

10

【0031】

上記したように偏心した一对のカム軸 109 をシリンダブロック 103 とロアケース 104 との間に介装して組み付けた可変圧縮比エンジン 100 は、シリンダブロック 103 の側の上端突出片 131 とロアケース 104 におけるバネ座面 133 との間に、図 3 に示すように、第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 とを有する。これらバネ部材は上端突出片 131 を有する隆起部 130 ごとに用意され、上端を上端突出片 131 で、下端をバネ座面 133 で固定されている。このため、第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 は、それぞれのばね力をシリンダブロック 103 とロアケース 104 に及ぼす。

【0032】

第 1 バネ部材 140 は、皿ばねを図示するように交互に向きを変えて重ね合わせて構成され、いわゆる S 字特性のばね特性を有する。本実施例では、こうした S 字特性のうち、変位が大きくなるほどばね荷重が小さくなるような領域で、第 1 バネ部材 140 を用い、第 1 バネ部材 140 は、そのばね荷重（ばね力）がシリンダブロック 103 とロアケース 104 とを近接させる向き（即ち、圧縮側）に作用するよう、ばね力をシリンダブロック 103 とロアケース 104 に及ぼす。図 3 は、圧縮比が低圧縮側の下限値にある状態を示しており、第 1 バネ部材 140 は、この状態においてやや圧縮した状態で組み付けられているので、この圧縮に応じたばね荷重（ばね力）をシリンダブロック 103 とロアケース 104 とを離間させる向きに発生させ、ばね力をこれら部材に作用させる。そして、シリンダブロック 103 とロアケース 104 とが近接して圧縮比が図示する状態から高くなると上端突出片 131 とバネ座面 133 との間の間隔が狭くなり、第 1 バネ部材 140 の圧縮変位は大きくなる。よって、第 1 バネ部材 140 のばね荷重は小さくなり、第 1 バネ部材 140 は、シリンダブロック 103 とロアケース 104 とを離間させる向きに作用するばね力を弱めて、当該ばね力をシリンダブロック 103 とロアケース 104 に及ぼす。

20

30

【0033】

第 2 バネ部材 150 は、コイルばねであり、変位が増すほど大きなばね荷重（ばね力）を発揮する。この第 2 バネ部材 150 にあっては、図 3 の状態において大きな引っ張り変位を与えて組み付けられているので、この図示する状態では、大きなばね荷重（ばね力）をシリンダブロック 103 とロアケース 104 とを近接させる向きに発生させ、この大きなばね力をシリンダブロック 103 とロアケース 104 に及ぼす。そして、圧縮比がこの状態から高くなるほど第 2 バネ部材 150 の引っ張り変位は小さくなるので、第 2 バネ部材 150 のばね荷重は小さくなり、第 2 バネ部材 150 は、シリンダブロック 103 とロアケース 104 とを近接させる向きに作用するばね力を弱めて、当該ばね力をシリンダブロック 103 とロアケース 104 に及ぼす。

40

【0034】

このように、第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 は、それぞれのばね荷重をシリンダブロック 103 とロアケース 104 に対して及ぼすが、この両機関部材に対しては、第 1 バネ部材 140 のばね力と第 2 バネ部材 150 のばね力の合力（ばね合力）が及ぶことになる。

【0035】

50

ところで、圧縮比は、シリンダブロック 103 とロアケース 104 との間隔（即ち、上端突出片 131 とバネ座面 133 との間隔）に対応して定まり、この間隔は上記のバネ部材における変位と対応する。よって、圧縮比推移と上記のバネ部材のばね力との関係は、次のように説明できる。図 4 は圧縮比推移とバネ部材のばね力との関係を説明する説明図である。

【0036】

この図 4 では、横軸は圧縮比 ϵ 並びにばね変位を表し、縦軸はシリンダブロック 103 と第 1 バネ部材 140 の両機関部材に作用するばね力を表す。この場合、ばね力は、両機関部材の離間を図る側の力と近接を図る側の力とがあるので、前者を横軸上方に、後者を横軸下方に表すこととした。

【0037】

本実施例の可変圧縮比エンジン 100 では、圧縮比の可変範囲を横軸上の下限圧縮比 ϵ_L から上限圧縮比 ϵ_M とする。第 1 バネ部材 140 は、この下限圧縮比 ϵ_L の状態（即ち、図 3 に示す状態）から上限圧縮比 ϵ_M にかけて、図中の点 a から点 b を結ぶばね力特性を発揮し、圧縮比（ばね変位）に応じたばね力を、既述したように両機関部材を離間させる側に及ぼす。第 2 バネ部材 150 は、図中の点 c から点 d を結ぶばね力特性を発揮し、圧縮比（ばね変位）に応じたばね力を、既述したように両機関部材を近接させる側に及ぼす。各バネ部材のばね力特性はそれぞれ個別に定まる。つまり、第 1 バネ部材 140 にあっては、それぞれの皿ばねが有する S 字特性に依存したばね力特性となり、図示するばね力推移の様子（傾き）は皿ばね設計により種々のものとすることができる。第 2 バネ部材 150 にあっては、コイルばねのばね定数に依存したばね特性となり、その傾きについてもばね定数変更により種々のものとすることができる。

【0038】

本実施例では、第 1 バネ部材 140 は、高圧縮比側への圧縮比推移（ばね変位推移）によってそのばね力が大きく低減する特性となるようにし、上限圧縮比 ϵ_M であっても上記の両機関部材にこれを離間させるようばね力（点 b）を及ぼす。一方、第 2 バネ部材 150 については、下限圧縮比 ϵ_L で第 1 バネ部材 140 より小さいばね力（点 c）を上記の両機関部材にこれを近接するよう及ぼし、そのバネ定数を小さくしてばね力の低減が少なくなるようにし、上限圧縮比 ϵ_M でもばね力（点 d）を機関部材近接側に及ぼす。従って、シリンダブロック 103 とロアケース 104 には、上記両バネ部材のばね力の合力として、図中の点 e と点 f を結ぶ特性のばね合力が圧縮比推移に応じて及ぶことになり、下限圧縮比 ϵ_L 側では機関部材離間側にばね合力が及び、圧縮比が高くなるに従ってこの合力が小さくなり、下限圧縮比 ϵ_M 側では機関部材近接側にばね合力が及ぶことになる。この場合、それぞれのバネ部材の特性は種々可変であることから、ばね合力特性についても種々設計することができる。

【0039】

次に、本実施例の可変圧縮比エンジン 100 における圧縮比変更の様子について説明する。図 5 は可変圧縮比エンジン 100 にて圧縮比を変更する際の機器駆動の様子を説明する説明図である。なお、図 5 (a) ~ 図 5 (c) に、シリンダブロック 103 と、ロアケース 104 と、これら両者の間に構築されたカム軸 109 などからなる圧縮比変更機構とを断面示す。そして、これら図においては、カム軸 109 における軸部 109 a の中心軸を符号 A で、カム部 109 b の中心を B で、可動軸受部 109 c の中心を C で表す。

【0040】

図 5 (a) は、軸部 109 a の延長線上から見て全てのカム部 109 b および可動軸受部 109 c の外周が一致した状態を示している。このとき、ここでは左右一対の軸部 109 a は、カム収納孔 105 および軸受収納孔 108 の外側に位置している。各軸部がこうした位置関係にある時を、カム軸角度がゼロ度 (0°) とする。

【0041】

図 5 (a) の状態から、軸部 109 a（および軸部 109 a に固定されたカム部 109 b）が図中の矢印 X+ の方向に回転すると、図 5 (b) の状態となる。このとき、軸部 10

10

20

30

40

50

9 a に対して、カム部 109 b と可動軸受部 109 c の偏心方向にズレが生じるので、ロアケース 104 に対してシリンダブロック 103 を上死点側にスライドさせることができる。そして、そのスライド量は、図 5 (c) のような状態となるまでカム軸 109 を矢印 X+ の回転方向に回転させたときが最大となり、カム部 109 b や可動軸受部 109 c の偏心量の二倍となる。カム部 109 b および可動軸受部 109 c は、それぞれカム収納孔 105 および軸受収納孔 108 の内部で回転し、それぞれカム収納孔 105 および軸受収納孔 108 の内部で軸部 109 a の位置が移動するのを許容している。

【0042】

図 5 の各図から明らかなように、図 5 (a) では、シリンダブロック 103 とロアケース 104、延いてはピストン上死点位置との相対距離が短くなるので、燃焼室容積が減少して圧縮比は高い状態である。その一方、図 5 (c) のようにシリンダブロック 103 がピストン上死点位置から離れるほど、燃焼室容積が増えて圧縮比は低い状態となる。つまり、図 5 (a) から図 5 (c) にシリンダブロック 103 が駆動することで、圧縮比は高圧縮比から低圧縮比に推移する。

【0043】

こうした低圧縮比側への圧縮比推移を起こす場合のカム軸 109 の回転方向は図 3 の矢印 X+ 方向であり、この際、サーボモータ 112 は正回転とする。また、図 5 (c) に示す各軸部の位置関係をカム軸角度 +90° とする。

【0044】

シリンダブロック 103 は、このカム軸を経てサーボモータ 112 の回転駆動力を上向きに受けて、ロアケース 104 から離れるよう上昇する。この際、燃焼室の燃焼圧に起因した力は、シリンダブロック 103 をロアケース 104 から上昇させようとする方向に働くことから、低圧縮比側への圧縮比推移の場合には、燃焼圧は、シリンダブロック 103 が受ける駆動力と同じ向きに働くことになる。この場合、上記の各軸部の回転とシリンダブロック 103 のスライド移動を起こすことから、こうした部材移動に伴う摩擦力も起き、この摩擦力は、シリンダブロック 103 の移動、即ちカム軸を介したモータ駆動力伝達を阻害するよう作用する。また、こうした圧力推移を起こしている状況では、第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 は、図 4 に示すばね合力をシリンダブロック 103 とロアケース 104 に及ぼしている。つまり、圧縮比推移の間に種々の力がシリンダブロック 103 とロアケース 104 に作用するが、これらの関係については後述する。

【0045】

なお、カム部 109 b と可動軸受部 109 c とが完全に一致した状態（図 5 (a)）では、一本のカム軸 109 に取り付けられた複数の可動軸受部 109 c が、シリンダを上下にスライドさせずに空転してしまう可能性もある。このため、本実施例のエンジンの圧縮比変更機構では、図 5 (a) のように、カム部 109 b と可動軸受部 109 c とを完全に一致させる状態を生じさせない。例えば、図 5 (a) の状態のカム軸 109 の回転位置を基準 0° とした場合（一対のカム軸 109 で正方向は逆回転方向）、図 5 (c) の状態の回転位置は矢印 X+ に沿った正方向の 90° となるが、図 5 (a) に示す 0° の近辺（例えば、5° 程度）を使用しないようにして 5° ~ 90° の範囲でカム軸回転を実現することで、上述したような問題を解消し得る。実際のシリンダブロック 103 のスライド量は、数 mm とすることを検討しているので、0° ± 5° 程度（同様に 180° ± 5° 程度）が使用できなくても問題はない。

【0046】

また、図 5 (c) の状態からシリンダブロック 103 のスライド量を元の状態に戻して圧縮比を高めるには、サーボモータ 112 を逆回転させる。こうすれば、カム軸 109 の軸部 109 a やカム部 109 b および可動軸受部 109 c は、図中の矢印 X- の方向に逆回転駆動する。これにより、シリンダブロック 103 は図 5 (a) の状態に戻り、圧縮比は高圧縮比から低圧縮比に推移する。こうした正逆のカム軸 109 の制御範囲は、既述したとおり 5° ~ 90° のカム軸角度である。

【0047】

10

20

30

40

50

図5(a)の状態への高圧縮比から低圧縮比への圧縮比推移を起こす場合、シリンダブロック103は、上記のカム軸を経てサーボモータ112の回転駆動力を下向きに受けて、ロアケース104に近づくよう降下する。この際にあっても、燃焼室の燃焼圧は、シリンダブロック103をロアケース104から上昇させようとする方向に働くことから、高圧縮比側への圧縮比推移の場合には、シリンダブロック103は、燃焼圧に抗してロアケース104の側に駆動することになる。

【0048】

なお、ロアケース104に対してシリンダブロック103を下死点側にスライドさせて使用しても良い。この場合のカム軸109の制御範囲は $-5^{\circ} \sim -90^{\circ}$ ($355^{\circ} \sim 270^{\circ}$)のカム軸角度とすればよい。また、ロアケース104に対してシリンダブロック103を上死点側にスライドさせて使用する場合に、カム軸109の制御範囲を $90^{\circ} \sim 175^{\circ}$ 等として使用してもよい。

10

【0049】

上述したような圧縮比変更機構を用いることによって、シリンダブロック103をロアケース104に対して、シリンダ102の軸線方向にスライドさせることができる。この結果、圧縮比を可変制御することが可能となる。ある寸法のエンジンで数mmのスライド量を実現して圧縮比の可変範囲を試算したところ、9~14.5程度の可変範囲を確保できることが算出された。

【0050】

次に、上記した構成を有する可変圧縮比エンジン100における圧縮比変更とその圧縮比推移の間にシリンダブロック103とロアケース104に作用する力の関係について説明する。図6は第1バネ部材140と第2バネ部材150を有しない既存の可変圧縮比エンジンでの圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図、図7は実施例の可変圧縮比エンジン100における圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図である。

20

【0051】

上記した各カム軸部をカム軸角度 $0 \sim 90^{\circ}$ に亘って回転させ、圧縮比を下限圧縮比 ϵ_L ~上限圧縮比 ϵ_M の間で変更する場合、各カム軸部の回転駆動とシリンダブロック103のスライド移動を起こすことから、こうした部材移動に伴う摩擦力が発生する。また、燃焼圧に起因する力も発生する。こうした摩擦力や燃焼圧に起因した力は、上記の各カム軸部のカム軸回転角度(即ち、圧縮比)に対応して定まり、これら力は、上記の各カム軸部の回転を経たシリンダブロック103への駆動トルク伝達に関与する。つまり、上記の摩擦力は、カム軸部の回転駆動やシリンダブロック103のスライド移動を阻害する力であるので、こうした部材移動を起こすためのトルク伝達の妨げとなる。このため、サーボモータ112には、こうした部材移動に伴う摩擦力に抗したトルクが求められ、この様子を図6に+側のトルクとして示す。また、燃焼圧に起因した力については、既述したようにシリンダブロック103をロアケース104から上昇させようとする方向に働くので、低圧縮比側への圧縮比推移に際しては、各カム軸部を介したトルク伝達に有利に作用する。この燃焼圧に起因した力がトルク伝達に関与する様子は、摩擦力の場合と逆となることから、図6には-側のトルクとして示す。

30

40

【0052】

今、圧縮比を上限圧縮比 ϵ_M の側から下限圧縮比 ϵ_L の側に低下させる状況を考える。こうした状況において、高圧縮比の側では、燃焼圧に起因した力が関与するトルクは、摩擦力に抗するためのトルクに勝り、その向きについても低圧縮比への変更側と一致する。よって、サーボモータ112の回転駆動力を、燃焼圧に起因した力の補助を受けてシリンダブロック103に伝達すれば足り、サーボモータ112には、燃焼圧に起因した力が関与するトルクカーブに合わせたトルクを発生させればよい。

【0053】

ところが、圧縮比が低下すると燃焼圧に起因した力も小さくなるので、この燃焼圧に起因した力が関与するトルクより、摩擦力に抗するためのトルクの方が大きくなる。このため

50

、図示するカム軸角度 60° より低圧縮比側の領域 SK では、サーボモータ 112 の回転駆動力伝達に燃焼圧に起因した力の補助を受けることができなくなる。よって、この領域 SK では、サーボモータ 112 には、負荷がかかる。

【0054】

なお、下限圧縮比 ϵ の側から上限圧縮比 ϵ_M の側への圧縮比の変更に際しては、摩擦力と燃焼圧に起因した力に抗するためのトルクが必要となるので、サーボモータ 112 には、燃焼圧に起因した力が関与するトルクカーブに、摩擦力に抗するためのトルクを合わせたようなトルクを発生させる必要がある。

【0055】

本実施例のように第1バネ部材 140 や第2バネ部材 150 を有しないのであれば、図 6 に示したようなトルク特性、即ち高圧縮比化時のトルク特性と低圧縮比化時のトルク特性の両者を発揮できるようなサーボモータ 112 を採用する必要があるが、本実施例では、次のようになる。

【0056】

本実施例では、上限圧縮比 ϵ_M から下限圧縮比 ϵ_L までの間において、シリンダブロック 103 には、図 4 に示す第1バネ部材 140 と第2バネ部材 150 のばね合力が作用している。図 4 では、シリンダブロック 103 をロアケース 104 に対して離間させる側を横軸上方側としたが、シリンダブロック 103 を離間させる力（ばね合力）は、圧縮比を低下させる側のトルク伝達を補助するよう作用する。その逆に、シリンダブロック 103 を近接させる側は、圧縮比を増大させる側のトルク伝達を補助するよう作用する。こうして図 4 のばね合力を、トルク伝達への関与の仕方として図 7 に記すと、上限圧縮比 ϵ_M では図中の点 f と下限圧縮比 ϵ_L では点 e を結ぶようなトルクとして表される。また、この図 7 には、このばね合力と燃焼圧が関与するトルクとを合わせたトルク線図（燃焼圧・ばね合力）も示されている。

【0057】

この図 7 に示すような関係から、本実施例によれば、次の利点がある。

図 6 のように、第1バネ部材 140 や第2バネ部材 150 を有しない場合には、圧縮比を低圧縮比に推移させた図示する領域 SK では、既述したように燃焼圧に起因した力をモータのトルク伝達の補助として用いることができない。これに対し、本実施例では、この領域 SK において、第1バネ部材 140 と第2バネ部材 150 の呈するばね合力と燃焼圧に起因した力とが同じ側であることから、上記のばね合力で燃焼圧に起因した力を補い、このばね合力をトルク伝達の補助とできる。よって、低圧縮比の側の領域 SK において、圧縮比を低圧縮比の側に変更推移させる際のトルクを小さくできる。摩擦力に抗するためのトルクを合わせて説明すると、図中の燃焼圧・ばね合力のトルク線図がこの摩擦力に抗するためのトルク線図とほぼ対称となるので、燃焼圧とばね合力で摩擦力の影響（トルク伝達の妨げ）を低減することになる。

【0058】

また、上限圧縮比 ϵ_M の側からの低圧縮比への推移に際しては、ばね合力は、摩擦力の場合と同様にトルク伝達を阻害するよう作用する。しかし、こうした状況では高圧縮比領域であるが故に燃焼圧に起因した力がトルク伝達を補助する側に大きく作用するので、図示するように特段のトルク増大を招くことはない。むしろ、上限圧縮比 ϵ_M から下限圧縮比 ϵ に亘る圧縮比低減推移の間におけるトルク変動が少なくなり、モータ制御の上から好ましい。こうした現象は、図中の燃焼圧・ばね合力のトルク線図と摩擦力に抗するためのトルク線図との対称性により、燃焼圧に起因した力と摩擦力とばね合力の総和の変動が抑制されることから説明でき、これら総和の力の変動抑制により、モータのトルク変動も抑制できると言える。

【0059】

一方、下限圧縮比 ϵ の側から高圧縮比への推移では、次のようになる。

下限圧縮比 ϵ に近い領域での高圧縮比推移では、ばね合力は、燃焼圧に起因した力と同様に高圧縮へのトルク伝達を妨げるよう作用するので、図 6 に示したトルクより大きなトル

10

20

30

40

50

クを必要とする。しかしながら、高圧縮比側への推移が続けば、ばね合力は高圧縮側へのトルク伝達を補助となるよう反転して作用するので、燃焼圧に起因する力が高圧縮比側へのトルク伝達を妨げるよう作用しても、不用意なトルク増大を招かない。こうした現象も、上記した総和の力の変動抑制により説明できる。

【0060】

以上説明したように、本実施例の可変圧縮比エンジン100によれば、圧縮比の高低変更の際には、サーボモータ112の回転駆動力を低減できるので、サーボモータ112には、高いモータ動力特性が不要となる。しかも、こうした圧縮比の高低変更の際には、サーボモータ112を正逆回転制御すれば足り、特段のトルク制御等を必要としない。これらの結果、サーボモータ112、延いては圧縮比変更機構を含めたエンジン周りの小型化や、モータ制御の簡略化を図ることができる。

10

【0061】

特に、下限圧縮比 ϵ の側において低圧縮比に変更する際には、ばね合力をシリンダブロック103が離間する側、即ち低圧縮比側へのトルク伝達を補助する側に作用させるので、次の利点がある。

低圧縮比への圧縮比変更は、エンジン負荷の増大に伴うものであることから、圧縮比変更が緩慢であると、ノッキングを発生しやすい。よって、低圧縮比への圧縮比変更には、迅速性が求められる。下限圧縮比 ϵ の側における低圧縮比への変更局面は、高いエンジン負荷により圧縮比を低圧縮比としていながら、さらなる負荷上昇により圧縮比をより低圧縮比に変更する局面に該当する。本実施例では、こうした下限圧縮比 ϵ の側における低圧縮比への変更局面において、ばね合力をシリンダブロック103が離間する方向に及ぼしている（図4、図7参照）ので、上記の変更局面において圧縮比を迅速に低圧縮比に変更でき、ノッキングの回避の上からより好ましい。また、サーボモータ112の応答性を不用意に高めなくても、圧縮比を迅速に低圧縮比に変更できることから、モータの小型化の点からも好ましい。

20

【0062】

本実施例の可変圧縮比エンジン100では、既述したように図4に示すばね力特性を種々のものとできるので、次のような利点もある。図8は第1バネ部材140と第2バネ部材150の呈するばね合力特性の他の態様を示す説明図、図9はばね合力を図8に示すようにした場合の圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図である。

30

【0063】

図8に示すように、第1バネ部材140については、そのばね力特性をそのままとし、第2バネ部材150については、ばね定数を大きくする。そして、この第2バネ部材150は、下限圧縮比 ϵ_L で第1バネ部材140とほぼ同じ大きさのばね力（点c）を上記の両機関部材にこれを近接するよう及ぼすようにし、上限圧縮比 ϵ_M では第1バネ部材140のほぼ倍の大きさのばね力（点d）を及ぼすようにする。そうすると、シリンダブロック103とロアケース104には、上記両バネ部材のばね力の合力として、図中の点eと点fを結ぶ特性のばね力が圧縮比推移に応じて及ぶことになり、このばね合力は、シリンダブロック103を近接させる側に常時作用することとなる。

40

【0064】

従って、既述した図7に相当する図9では、このばね合力は、圧縮比の変更範囲に亘って圧縮比を増大させる側のトルク伝達を補助するよう作用し、上限圧縮比 ϵ_M の側ほどその大きさは大きくなる。即ち、図中の燃焼圧・ばね合力のトルク線図は、上記のトルク伝達を妨げるよう作用する燃焼圧に起因する力をばね合力で抑制するような線図となる。こうしたことから、圧縮比を低圧縮比の側から高圧縮比の側に変更する際のモータトルクは、全体に低減し、上限圧縮比 ϵ_M とするに必要な最大のトルクも小さくなるので、モータの小型化の観点から好ましい。この場合、低圧縮比の側への圧縮比変更のモータトルクは増すが、ばね合力によるトルク増は上限圧縮比 ϵ_M の側で大きいものの、この状態では燃焼圧に起因する力も大きいので、モータトルクの特段の増大を招くものではない。

50

【0065】

なお、第1バネ部材140と第2バネ部材150のばね力特性を変更して、両バネ部材のばね力の合力が、図8とは逆に、シリンダブロック103を離間させる側に常時作用するようにすることもできる。こうすれば、圧縮比を低圧縮比とする際のモータトルクを小さくできる。

【0066】

次に、第2実施例について説明する。この実施例は、シリンダブロック103の両側に第2バネ部材150を配設した点に特徴がある。図10は第2実施例に係る可変圧縮比エンジン200の構成を概略的に示す説明図、図11は第2実施例の可変圧縮比エンジン200における図8の相当図、図12は同じく第2実施例の可変圧縮比エンジン200における図9の相当図である。

10

【0067】

図示するように、この可変圧縮比エンジン200では、シリンダブロック103の左右に第2バネ部材150を配設するに当たり、それぞれの第2バネ部材150は、図10の下限圧縮比 ϵ の状態において大きな引っ張り変位を与えて組み付けられている。よって、図示する状態では、大きなばね荷重（ばね力）をシリンダブロック103とロアケース104とを近接させる向きに発生させ、この大きなばね力をシリンダブロック103とロアケース104に及ぼす。そして、圧縮比がこの状態から高くなるほど第2バネ部材150の引っ張り変位は小さくなるので、第2バネ部材150のばね荷重は小さくなり、第2バネ部材150は、シリンダブロック103とロアケース104とを近接させる向きに作用するばね力を弱めて、当該ばね力をシリンダブロック103とロアケース104に及ぼす。

20

【0068】

この実施例にあっても、第2バネ部材150のばね力はシリンダブロック103を近接させる側に常時作用することとなる。

【0069】

従って、既述した図7に相当する図9では、このばね力は、圧縮比の変更範囲に亘って圧縮比を増大させる側のトルク伝達を補助するよう常時作用し、燃焼圧に起因した力を緩和するよう働く。このため、圧縮比を低圧縮比の側から高圧縮比の側に変更する際のモータトルクは、全体に低減し、上限圧縮比 ϵ_M とするに必要な最大のトルクも小さくなる。また、第2バネ部材150のばね力のトルク伝達への影響は下限圧縮比 ϵ の側で大きくなるので、この下限圧縮比 ϵ から圧縮比を高める際のモータトルクを小さくでき、圧縮比を高圧縮比の側に変更する際におけるモータトルクの変動を小さくできる。この結果、モータを不用意に高特性の大型のものとする必要が無くなる。

30

【0070】

以上本発明の実施例について説明したが、本発明は上記の実施例や実施形態になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0071】

例えば、上記の実施例では、ロアケース104に対してシリンダブロック103を上死点側にスライドさせて圧縮比を高低変更し、その際の各カム軸部の制御角度（カム軸角度）を $0^\circ \sim 90^\circ$ としたが、シリンダブロック103を下死点側にスライドさせる構成を採ることもできる。この場合は、各カム軸部の制御角度（カム軸角度）は $-0^\circ \sim -90^\circ$ となる。

40

【0072】

こうした構成を採った場合は、圧縮比変更とその圧縮比推移の間にシリンダブロック103とロアケース104に作用する力の関係は、次のようになる。図13はシリンダブロック103を下死点側にスライドさせた構成での第1バネ部材140と第2バネ部材150を有しない既存の可変圧縮比エンジンでの圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図である。

【0073】

50

シリンダブロック 103 を下死点側にスライドさせて圧縮比を高低変更する場合は、図 5 で説明した各カム軸部の中心軸 A ~ C は、図 5 に示す位置関係と鏡像の関係となる。よって、摩擦力の発生の様子と燃焼圧に起因する力の発生の様子は高圧縮比の側への変更と低圧縮比の側への変更とで逆転する。つまり、図 13 に示すように、摩擦力は、シリンダブロック 103 のスライド移動等を妨げトルク伝達を阻害するが、上記した中心軸の位置関係から、この摩擦力に抗するためのトルクは、上限圧縮比 ϵ_M の側で大きく下限圧縮比 ϵ の側で小さくなる。また、燃焼圧に起因した力については、シリンダブロック 103 をロアケース 104 から上昇させようとする方向に働くので、高圧縮比側への圧縮比推移に際しては、各カム軸部を介したトルク伝達に有利に作用する。従って、シリンダブロック 103 を下死点側にスライドさせる構成では、この燃焼圧に起因した力がトルク伝達に関与する様子は、摩擦力の場合と同じとなり、図 13 に示すように摩擦力に抗するトルクと同じ側のトルクとなり、下限圧縮比 ϵ の側で最も大きくなる。

10

【0074】

このように、シリンダブロック 103 を下死点側にスライドする構成を採れば、摩擦力に抗するトルクの状況や燃焼圧に起因した力が関与するトルクの作用方向等が異なる。しかし、第 1 実施例と同様にシリンダブロック 103 の両側に第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 とを組み込み、それぞれのばね力特性を種々調整することで、第 1 実施例と同様に、第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 の呈するばね合力をサーボモータ 112 の回転駆動力のトルク伝達を補助するよう作用させて、モータトルクの低減、モータトルクの変動抑制等の効果を奏することができる。

20

【0075】

また、上述した第 1 実施例においては、カム部 109 b - シリンダブロック 103、可動軸受部 109 c - ロアケース 104 の組み合わせで圧縮比変更機構を構築したが、カム部 - ロアケース、可動軸受部 - シリンダブロックの組み合わせで圧縮比変更機構を構築しても良い。また、カム部 109 b の形状は正円であることが好ましいが、正円でなくても機能し得る。例えば、上述した実施例において、長径がカム部 109 b と同じ長さを有する楕円や卵形をしていても機能し得る。

【0076】

さらに、上記の実施例の可変圧縮比エンジンにあっては、V 型エンジンや水平対向型エンジンにも容易に適用できる。この場合、各バンク毎に上述した一対のカム軸を配置しても

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例に係る可変圧縮比エンジン 100 の概略分解斜視図である。

【図 2】この可変圧縮比エンジン 100 の概略構成を示す概略斜視図である。

【図 3】可変圧縮比エンジン 100 の要部を断面視して示す説明図である。

【図 4】圧縮比推移とバネ部材のばね力との関係を説明する説明図である。

【図 5】可変圧縮比エンジン 100 にて圧縮比を変更する際の機器駆動の様子を説明する説明図である。

40

【図 6】第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 を有しない既存の可変圧縮比エンジンでの圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図である。

【図 7】実施例の可変圧縮比エンジン 100 における圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図である。

【図 8】第 1 バネ部材 140 と第 2 バネ部材 150 の呈するばね合力特性の他の態様を示す説明図である。

【図 9】ばね合力を図 8 に示すようにした場合の圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図である。

【図 10】第 2 実施例に係る可変圧縮比エンジン 200 の構成を概略的に示す説明図である。

50

【図 1 1】第 2 実施例の可変圧縮比エンジン 2 0 0 における図 8 の相当図である。

【図 1 2】同じく第 2 実施例の可変圧縮比エンジン 2 0 0 における図 9 の相当図である。

【図 1 3】シリンダブロック 1 0 3 を下死点側にスライドさせた構成での第 1 バネ部材 1 4 0 と第 2 バネ部材 1 5 0 を有しない既存の可変圧縮比エンジンでの圧縮比変更と圧縮比変更に関与する種々のトルクの関係を示す説明図である。

【符号の説明】

1 0 0 …可変圧縮比エンジン

1 0 2 …シリンダ

1 0 3 …シリンダブロック

1 0 4 …ロアケース

1 0 5 …カム収納孔

1 0 6 …ボルト

1 0 7 …キャップ

1 0 8 …軸受収納孔

1 0 9 …カム軸

1 0 9 a …軸部

1 0 9 b …カム部

1 0 9 c …可動軸受部

1 0 9 d …取付部

1 1 0 …ウォームホイール

1 1 1 a, 1 1 1 b …ウォーム

1 1 2 …サーボモータ

1 1 5 …クランクシャフト

1 3 0 …隆起部

1 3 1 …上端突出片

1 3 2 …立壁部

1 3 3 …バネ座面

1 4 0 …第 1 バネ部材

1 5 0 …第 2 バネ部材

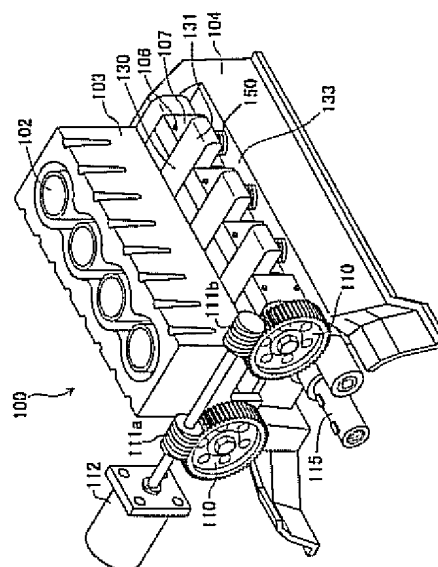
2 0 0 …可変圧縮比エンジン

10

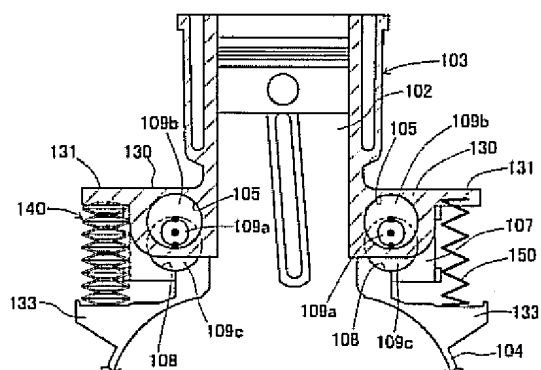
20

30

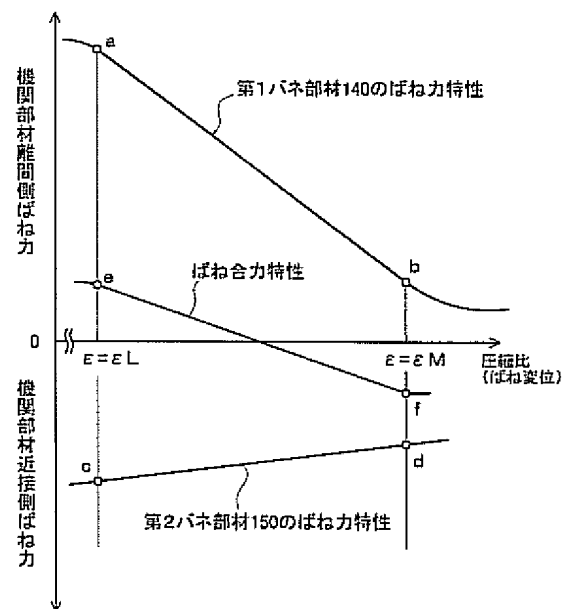
【圖 2】



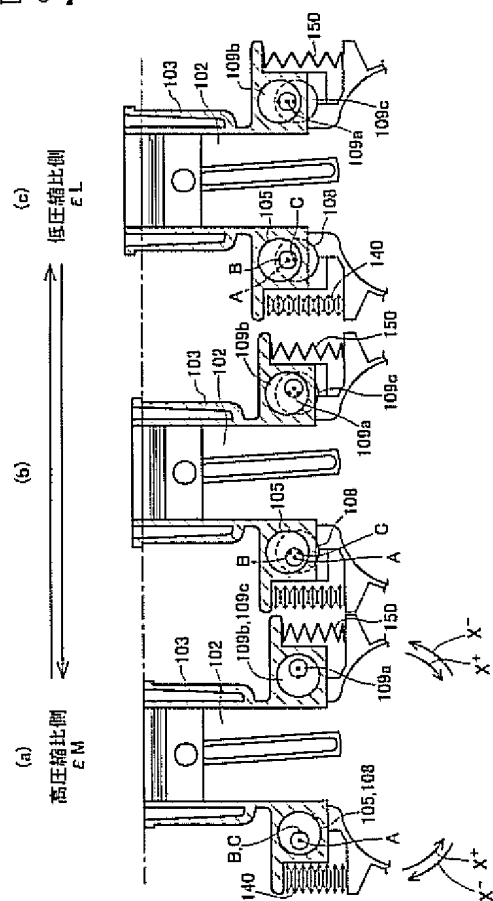
【圖 3】



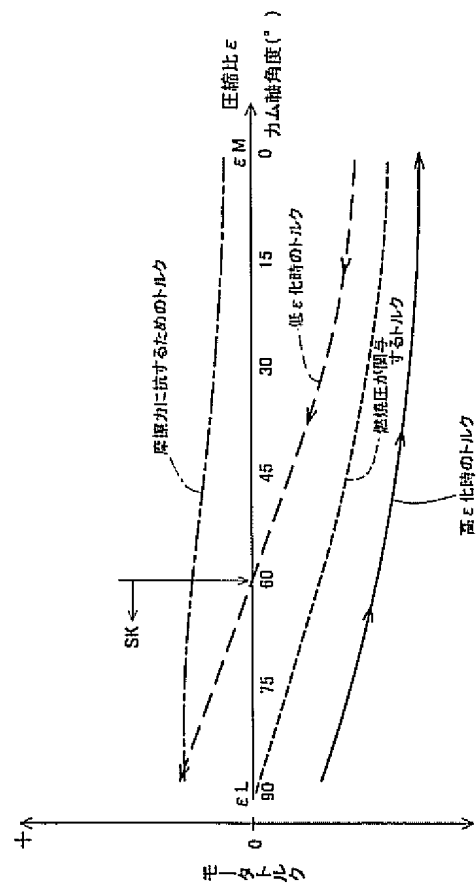
【圖 4】



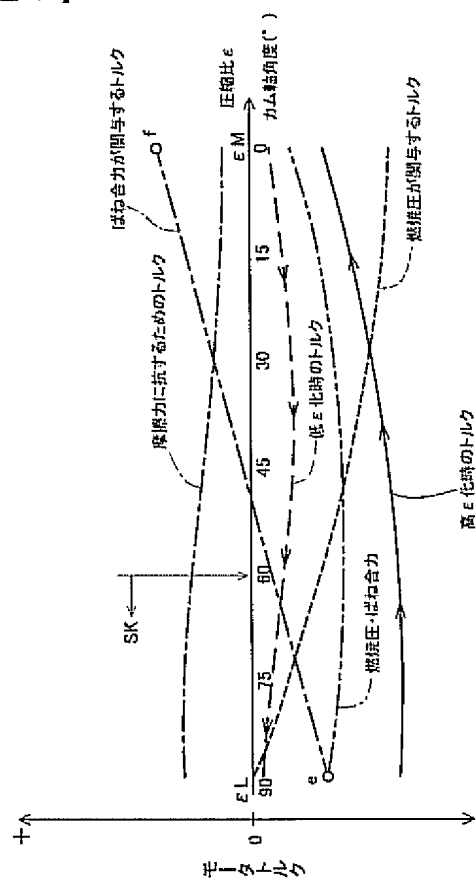
【図 5】



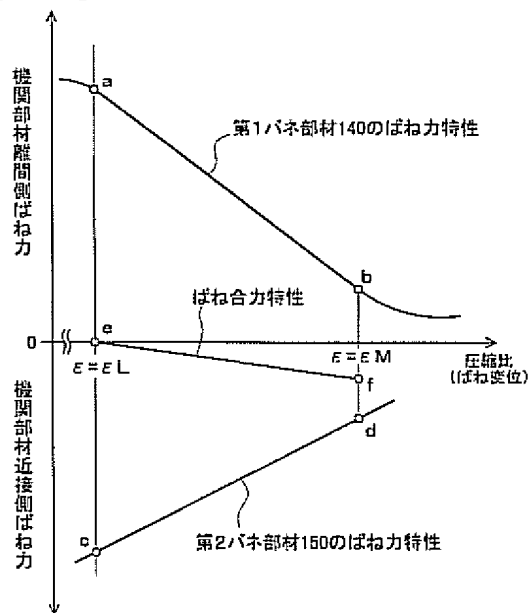
【図 6】



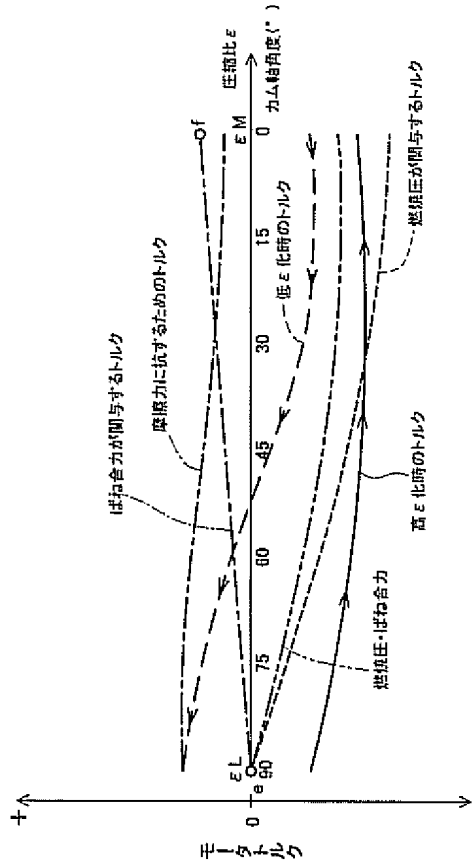
【図 7】



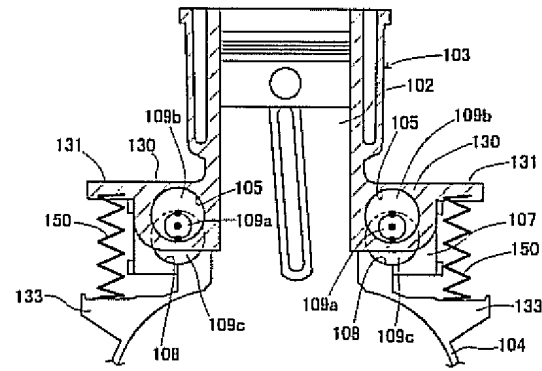
【図 8】



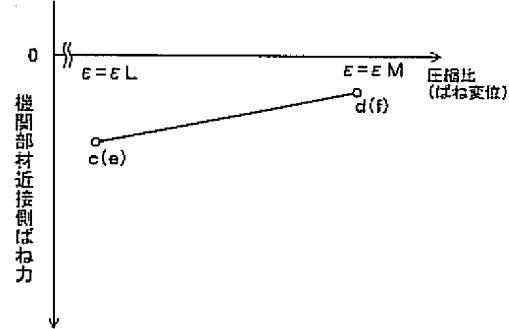
【図 9】



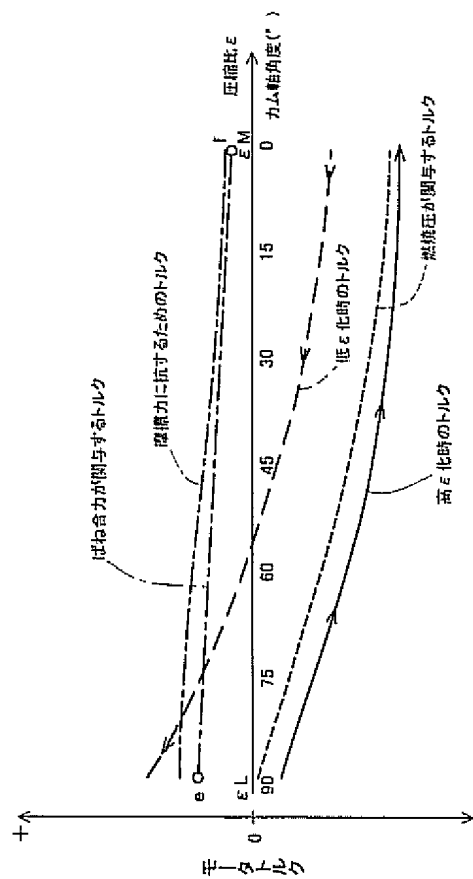
【図 10】



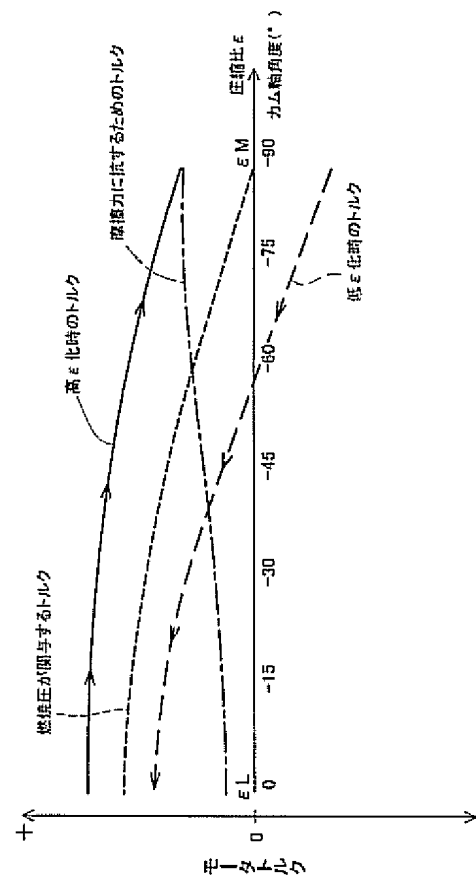
【図 11】



【図 12】



【図 13】





Espacenet

Bibliographic data: JP2005113743 (A) — 2005-04-28

VARIABLE COMPRESSION RATIO INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Inventor(s): KAMIYAMA EIICHI; AKIHISA DAISUKE ±

Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP ±

Classification: - international: *F02B75/04; F02D15/04; F02F1/00; F02F1/18*; (IPC1-7): F02B75/04; F02D15/04; F02F1/00; F02F1/18

- European:

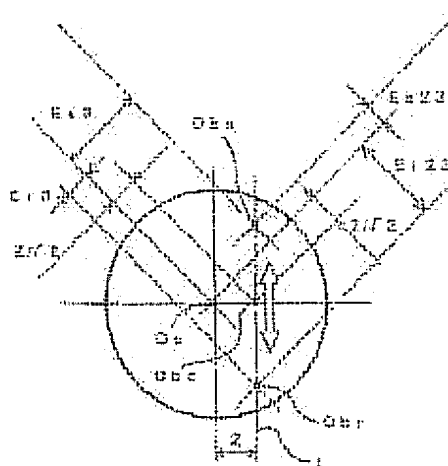
Application number: JP20030347368 20031006

Priority number (s): JP20030347368 20031006

Also published as: JP4535705 (B2)

Abstract of JP2005113743 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide technique for restricting effects of variation of a compression ratio on vibration states of an internal combustion engine and combustion control in a V-type internal combustion engine in which the compression ratio can be varied in simple constitution. ; SOLUTION: In this V-type variable compression ratio internal combustion engine, two inclined cylinder blocks are relatively moved to a crankcase, so that the compression ratio in the respective cylinders in the cylinder blocks are varied. The intersection of center axes of the cylinders in the two cylinder blocks exists at Obs on the cylinder block side to a crankshaft center Oc when the V-type internal combustion engine has the minimum compression ratio, and at Obr on the opposite side of the cylinder blocks to the crankshaft center Oc when the V-type internal combustion engine has the maximum compression ratio. ; COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-113743

(P2005-113743A)

(43) 公開日 平成17年4月28日 (2005.4.28)

(51) Int. Cl. ⁷

F I

テーマコード (参考)

F O 2 D 15/04

F O 2 D 15/04

D

3 G O 2 4

F O 2 B 75/04

F O 2 B 75/04

3 G O 9 2

F O 2 F 1/00

F O 2 F 1/00

P

F O 2 F 1/18

F O 2 F 1/18

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2003-347368 (P2003-347368)

(22) 出願日

平成15年10月6日 (2003.10.6)

(71) 出願人

000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人

100100549

弁理士 川口 嘉之

(74) 代理人

100090516

弁理士 松倉 秀実

(74) 代理人

100098268

弁理士 永田 豊

(74) 代理人

100085006

弁理士 世良 和信

(74) 代理人

100089244

弁理士 遠山 勉

最終頁に続く

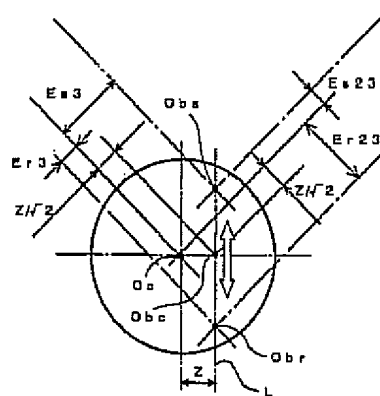
(54) 【発明の名称】 可変圧縮比内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 V型内燃機関において、簡単な機構で、圧縮比を変更することができ、且つ圧縮比の変更が内燃機関の振動状態や燃焼制御に及ぼす影響を抑制できる技術を提供する。

【解決手段】 V型内燃機関における、傾斜した2つのシリンダブロックを、クランクケースに対して相対移動させることにより、シリンダブロックの各シリンダにおける圧縮比を変更するV型可変圧縮比内燃機関であって、前記2つのシリンダブロックにおけるシリンダの中心軸の交点は、前記V型内燃機関が最小圧縮比となるときは、クランク軸中心O cに対して前記2つのシリンダブロック側のO b sにあり、前記V型内燃機関が最大圧縮比となるときは、クランク軸中心O cに対して前記2つのシリンダブロックの逆側のO b rにある。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

V型内燃機関における、傾斜した2つのシリンダブロックを、クランクケースに対して一体的に相対移動させることにより、前記2つのシリンダブロックの各シリンダにおける圧縮比を変更する可変圧縮比内燃機関であって、

前記2つのシリンダブロックにおけるシリンダの中心軸の交点は、前記V型内燃機関が圧縮比可変範囲における最小圧縮比となるときは、クランク軸中心に対して前記2つのシリンダブロック側にあり、前記V型内燃機関が圧縮比可変範囲における最大圧縮比となるときは、クランク軸中心に対して前記2つのシリンダブロックの逆側にあることを特徴とする可変圧縮比内燃機関。

【請求項2】

前記2つのシリンダブロックにおけるシリンダの中心軸の交点は、前記V型内燃機関の圧縮比可変範囲における中央の圧縮比であるときに、前記クランク軸中心に対して最も接近していることを特徴とする請求項1に記載の可変圧縮比内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃焼室容積を変更することにより圧縮比を可変とする可変圧縮比内燃機関に関し、特に、傾斜した2つのシリンダブロックを備えるV型内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の内燃機関においては、燃焼室の容積が一定で圧縮比も一定である。しかし、運転状態に応じて最適な圧縮比を得ることができれば、燃費性能や出力性能を向上させることができる。そこで、圧縮比を可変制御することによってこれらの性能向上を図る可変圧縮比型の内燃機関が提案されている。

【0003】

この圧縮比を可変制御する方法として、シリンダが形成されたシリンダブロックと、クランクケースとを相対移動可能に連結し、このシリンダブロックとクランクケースとの間に介装されたカム機構を用いて、シリンダブロックとクランクケースとを接近あるいは離反させることにより内燃機関の圧縮比を変更する技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照。）。

【特許文献1】 特開平7-26981号公報

【特許文献2】 特開2003-206771号公報

【特許文献3】 特開2002-9040号公報

【特許文献4】 特開2002-250241号公報

【特許文献5】 特開2002-256801号公報

【特許文献6】 特開2002-256802号公報

【特許文献7】 特開2003-515696号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術をV型内燃機関に適用する場合を考えると、圧縮比の変更の際には、2つのシリンダブロックを、クランクケースに対して一体的に相対移動させることが、機構の簡素化の観点から望ましい。しかし、この場合、上記2つのシリンダブロックにおけるシリンダ中心軸に対するクランク軸中心のオフセットの量に変化が生ずる。そして、シリンダ中心軸に対するクランク軸中心のオフセットの量に変化すると、ピストンスラップの状態が変化し、それに伴って、KCS制御などの燃焼制御の制御性が変化する。また、内燃機関に発生する高次不釣り合い力の状態が変化する。結果として、V型内燃機関における振動状態や、燃焼制御へ悪影響を及ぼす場合がある。

【0005】

本発明の目的とするところは、V型内燃機関において、簡単な機構で、圧縮比を変更することができ、且つ圧縮比の変更が内燃機関の振動状態や燃焼制御に及ぼす影響を抑制できる技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するための本発明は、V型内燃機関における傾斜した2つのシリンダブロックを、クランクケースに対して一体的に相対移動させる可変圧縮比内燃機関であって、圧縮比の変更を行う際に、上記2つのシリンダブロックにおけるシリンダの中心軸の交点（以下、「シリンダ中心軸交点」という）は、前記V型内燃機関におけるクランク軸中心を含んだ領域を移動範囲とすることを最大の特徴とする。

【0007】

より詳しくは、V型内燃機関における、傾斜した2つのシリンダブロックを、クランクケースに対して一体的に相対移動させることにより、シリンダブロックの各シリンダにおける圧縮比を変更するV型の可変圧縮比内燃機関であって、シリンダ中心軸交点は、V型内燃機関が最小圧縮比となるときは、クランク軸中心に対して2つのシリンダブロック側にあり、V型内燃機関が最大圧縮比となるときは、クランク軸中心に対して前記2つのシリンダブロックの逆側にあることを特徴とする。

【0008】

ここで、V型内燃機関において圧縮比が変更される際には、前記2つのシリンダブロックを、前記2つのシリンダブロックを上にした状態で、これらのシリンダブロックを垂直方向に一体的に移動させることにより、クランクケースに対して相対移動させることが考えられる。このことが、機構の簡素化の観点から望ましいことは前述のとおりである。

【0009】

そして、この場合において、V型内燃機関の圧縮比が低圧縮比側に変更されるときは、前記シリンダ中心軸交点は、前記2つのシリンダブロックにおけるシリンダの中心軸で構成されるV字の中心線（以下、「シリンダブロック中心線」という）上を上側に移動する。

【0010】

逆に、前記シリンダ中心軸交点は、V型内燃機関の圧縮比が高圧縮比側に変更されるときは、前記シリンダブロック中心線上を下側に移動する。

【0011】

本発明においては、上記のように、V型内燃機関において、2つのシリンダブロックをクランクケースに対して一体的に相対移動させるときに、前記シリンダ中心軸交点は、前記V型内燃機関が最小圧縮比となるときは、クランク軸中心に対して前記2つのシリンダブロック側にあり、前記V型内燃機関が最大圧縮比となるときは、クランク軸中心に対して前記2つのシリンダブロックの逆側にあるようにすることで、前記シリンダ中心軸交点と、クランク軸中心とが圧縮比の変更に伴って離れ過ぎないようにした。

【0012】

このようにすれば、V型内燃機関における2つのシリンダの中心軸に対する、クランク軸中心のオフセットの量（以下、「クランクオフセット量」という。）が、過大にならないようにすることができる。

【0013】

ここで、内燃機関におけるクランクオフセット量は、ピストンスラップの状態や、それと関連するKCS制御などの制御性に影響を及ぼす。また、内燃機関に発生する高次不釣り合い力の大きさにも影響を及ぼす。

【0014】

ピストンスラップとは、内燃機関の上死点付近において、ピストンの傾き角度が変化し、異音が発生する現象をいい、クランクオフセット量により、その発生の程度が変化する。また、KCS制御とは、ノックセンサによって検出されたノッキングの状態に応じて、ECUから最適の点火栓の点火時期信号を出力することによりノッキングの発生を防止す

る制御である。よって、ピストンスラップによる異音や衝撃が増加すると、そのKCS制御の制御性にも悪影響を与える。また、内燃機関に発生する高次不釣り合い力は、カウンターウェイトの付加などにより相殺することができない振動の原因となる慣性力であり、クランクオフセット量が増加すると、その大きさが増大することが分かっている。

【0015】

従って、本発明においては、上記のように、V型内燃機関におけるクランクオフセット量が過大にならないようにできるので、可変圧縮比制御による、ピストンスラップや、KCS制御などの制御性への影響が過大になることを抑制でき、内燃機関の高次不釣り合い力が過大になることを抑制できる。結果として、内燃機関の振動状態や燃焼制御へ影響を及ぼすことなく、且つ簡単な機構で、圧縮比を変更することができる

【0016】

また、ここにおいて、V型内燃機関が左右対称である場合には、前記クランク軸中心は、前記シリンダブロック中心線上にある。しかし、実際には、前述した高次不釣り合い力を極力抑えた上で、ピストンスラップなどの状態を最適にするために、意識的にクランク軸中心をシリンダブロック中心線に対してずらし、2つのシリンダブロックにおけるシリンダの中心軸を、クランク軸中心に対してオフセットさせる場合がある。

【0017】

このとき、クランク軸中心と、シリンダブロック中心線とのずれ量によって、クランクオフセット量は幾何学的に一義的に決定される。従って、クランクオフセット量が、上述の高次不釣り合い力や、ピストンスラップへの影響の観点からの最適値となるように、クランク軸中心と、シリンダブロック中心線とのずれ量が設定される。

【0018】

このような場合についても、本発明においては、前記V型内燃機関が最小圧縮比となるときには、前記シリンダ中心軸交点がクランク軸中心に対して前記2つのシリンダブロック側にあり、前記V型内燃機関が最大圧縮比となるときには、前記シリンダ中心軸交点がクランク軸中心に対して前記2つのシリンダブロックの逆側にあるようにすることにより、クランクオフセット量が、上記の最適値から大きく外れることを抑制できる。従って、可変圧縮比制御が、V型内燃機関における振動状態や、燃焼制御へ悪影響を及ぼすことを抑制できる。

【0019】

なお、本発明においては、前記シリンダ中心軸交点は、前記V型内燃機関の圧縮比可変範囲における中央の圧縮比であるときに、前記クランク軸中心に対して最も接近しているようにするのがよい。

【0020】

こうすれば、前記クランク軸中心に最も接近した点を中心として、前記シリンダ中心軸交点は、略対称な範囲を移動することになるので、前記V型内燃機関の可変圧縮比制御において、おこりうるクランクオフセット量の最大値を抑えることができる。従って、可変圧縮比制御が、V型内燃機関における振動状態や、燃焼制御へ悪影響を及ぼすことをより効果的に抑制できる。

【0021】

また、このときのシリンダ中心軸交点と、クランク軸中心とのずれ量を、上記のようにクランクオフセット量が最適値となるように設定すれば、V型内燃機関の圧縮比可変範囲における中央の圧縮比において、V型内燃機関の振動状態や、燃焼制御の状態を最適な状態にすることができる。

【0022】

この場合は、前記V型内燃機関の可変圧縮比制御においておこりうる、クランクオフセット量の、前記最適値からの最大外れ量を小さくすることができる。従って、V型内燃機関における振動状態や、燃焼制御が最適に近い状態で、可変圧縮比制御を実施することができる。

【0023】

なお、本発明における課題を解決するための手段は、可能な限り組み合わせて使用することができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明にあつては、V型内燃機関において、簡単な機構で、圧縮比を変更することができ、且つ圧縮比の変更が内燃機関の振動状態や燃焼制御に及ぼす影響を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための最良の形態を例示的に詳しく説明する。

【実施例】

【0026】

図1は、本実施例に係るV型可変圧縮比内燃機関である内燃機関1の概略構成を示した図である。本実施例においては、クランクケース4の中心線Lに対して対称に傾斜した、2つのシリンダブロック3、23がV型のバンクを形成している。そして、シリンダブロック3、23の傾き角はそれぞれクランクケース4の中心線Lに対して45度である。また、2つのシリンダブロック3、23には、複数のシリンダが形成されているが、図1には、その中で最も手前のシリンダ3a、23aについての断面図のみを示している。断面図に示さないシリンダの構成も、図1に示された断面図の構成と略同様である。

【0027】

また、本実施例においては、2つのシリンダブロック3、23は、連結部6によって連結されることによって一体化し、V型シリンダブロック2を形成している。そして、クランクケース4に対して、クランクケース4の中心線Lに沿ってV型シリンダブロック2を上下に移動させることによって各バンクにおける圧縮比を変更する。

【0028】

ここで、V型シリンダブロック2の両側下部には、カム機構7a、7bが設けられている。そして、各カム機構7a、7bの、紙面に対して手前方向の一端には破線で示すウォームホイール8a、8bが取り付けられている。また、ウォームホイール8a、8bは、モータ5の出力軸に取り付けられた破線で示すウォーム9a、9bとかみ合っている。

【0029】

そして、モータ5を回転させることにより、前述のウォーム9a、9b、ウォームホイール8a、8bを介してカム機構7a、7bを作動させる。このカム機構7a、7bによって、V型シリンダブロック2を、クランクケース4の中心線Lと平行に移動させる。この一連の動作により、内燃機関1における各シリンダの圧縮比を制御することができる。なお、本実施例においては、クランクケース4の中心線Lは、シリンダブロック中心線と一致する。

【0030】

次に、図2を用いて、本実施例におけるV型内燃機関の圧縮比を変更したときの、シリンダ3a、23aの中心軸の交点とクランク軸中心との位置関係の変化について説明する。

なお、図2における上下方向は、図1における上下方向と一致している。

【0031】

図2においては、クランク軸中心をOcで表す。また、シリンダ3a、23aの中心軸を一点鎖線で表す。そして、内燃機関1における圧縮比を最小にした場合の、シリンダ3a、23aの中心軸の交点をObs、内燃機関1における圧縮比を最大にした場合の、シリンダ3a、23aの中心軸の交点をOb'rで表す。本実施例では、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点は、内燃機関1の圧縮比の変更制御に伴い、ObsとOb'rの間でクランクケース4の中心線L上を移動する。

【0032】

なお、ここで、 Obs は Oc に対して、V型シリンダブロック2側に位置し、 Obr は Oc に対して、V型シリンダブロック2の逆側に位置している。

【0033】

本実施例においては、クランク軸中心 Oc は、クランクケース4の中心線 L に対して水平方向に Z だけずれている。また、クランク軸中心 Oc の、図2の高さ方向の位置は、図2における Obs と Obr を結んだ線分の中点 Obc と同じ位置である。すなわち、内燃機関1における圧縮比が、最大圧縮比と最小圧縮比との中央の圧縮比の場合に、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点がクランク軸中心 Oc に最も近くなり、その時のずれ量が Z になるように構成されている。

【0034】

上記のずれ量 Z は、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点が Obc に位置するときに、内燃機関1における、クランク軸中心 Oc の、シリンダ3a、23aの中心軸に対するオフセットの量が、ピストンスラップへの状態や、高次不釣合い力の大きさの観点から最適な値になるように設定された値である。なお、このときの、クランク軸中心 Oc の、シリンダ3a、23aの中心軸に対するオフセットの量は幾何学的に $Z/\sqrt{2}$ になる。換言すると、クランク軸中心 Oc の、シリンダ3a、23aの中心軸に対するオフセットの量の最適値は $Z/\sqrt{2}$ である。

【0035】

ここで、内燃機関1の圧縮比が最小となった場合について考える。このとき、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点は Obs にある。そして、このときの、シリンダ3aの中心軸と、クランク軸中心 Oc との間のオフセットの量は、図中に示すように、 $Es3$ で表される。同様に、シリンダ23aの中心軸と、クランク軸中心 Oc とのオフセットの量は、 $Es23$ で表される。

【0036】

その状態から内燃機関1の圧縮比を上昇させていった場合、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点は、 Obs から Obr に向かってクランクケース4の中心線 L 上を移動する。この間、シリンダ3a及び、シリンダ23aの中心軸と、クランク軸中心 Oc との間のオフセットの量は、一旦減少する。そして、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点が Obc に達したとき、シリンダ3a、23aの中心軸に対するクランク軸中心 Oc のオフセットの量は双方 $Z/\sqrt{2}$ になる。その後、さらに圧縮比を上昇させ、内燃機関1の圧縮比が最大となった場合には、シリンダ3a及びシリンダ23aの中心軸の交点は、 Obr に達する。このときのシリンダ3a及び23aの中心軸とクランク軸中心 Oc との間のオフセットの量は、図中に示すように、それぞれ $Er3$ 及び $Er23$ で表される。

【0037】

以上のように、本実施例においては、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点は、内燃機関1が最小圧縮比となるときは、クランク軸中心 Oc に対してV型シリンダブロック2側にあり、内燃機関1が最大圧縮比となるときは、クランク軸中心 Oc に対してV型シリンダブロック2の逆側にあるので、クランク軸中心 Oc を、図2における水平方向に関して、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点の移動範囲の中に含めることができる。

【0038】

これにより、クランク軸中心 Oc が、図2における水平方向に関して、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点の移動範囲より上側または下側に位置する場合と比較して、シリンダ3a、23aの中心軸とクランク軸中心との間のオフセットの量が、ピストンスラップや、高次不釣合いなどを考慮した最適のオフセットの量である $Z/\sqrt{2}$ から大きく外れない構成となっている。

【0039】

さらに、図2に示すように、内燃機関1の圧縮比が、その可変範囲の中央の圧縮比であるときに、クランク軸中心 Oc と、シリンダ3a及び23aの中心軸の交点とが最も接近し、その距離が Z となるようにしているので、内燃機関1における圧縮比変更制御の中でおこりうるオフセットの量と、最適なオフセットの量である $Z/\sqrt{2}$ との差の最大値を抑

えることができる。

【0040】

次に、上記で説明したように圧縮比を変更した場合の、シリンダ3 aの中心軸と、クランク軸中心O cとの間のオフセットの量の変化について図3のグラフに基づいて説明する。図3は、内燃機関1における圧縮比を横軸に、シリンダ3 aの中心軸と、クランク軸中心O cとの間のオフセットの量を縦軸にしたグラフである。

【0041】

図3において、内燃機関1における圧縮比が最小の ϵs であるときは、シリンダ3 a及び、23 aの中心軸の交点はO b sにあるので、シリンダ3 aの中心軸と、クランク軸中心O cとのオフセットの量は $E s 3$ である。ここで、圧縮比が増加するに従い、オフセットの量は0に近づく。そして、圧縮比の値が、内燃機関1の圧縮可変範囲における最大圧縮比と、最小圧縮比の中央の圧縮比である ϵm となったときに、オフセットの量は、 $Z/\sqrt{2}$ となる。さらに圧縮比が増加すると、オフセットの量が0となる圧縮比を通過したのち、最大圧縮比 ϵr になる。ここにおいては、シリンダ3 a及び、23 aの中心軸の交点はO b rにあるので、シリンダ3 aの中心軸と、クランク軸中心O cとのオフセットの量は $E r 3$ となる。

【0042】

なお、図3では、シリンダ3 aにおける中心軸と、クランク軸中心O cとの間のオフセットの量について説明したが、シリンダ23 aについても略同様なグラフとなる。

【0043】

図3のグラフからも、本実施例において、内燃機関1の圧縮比可変範囲の中央の圧縮比において、シリンダ3 a、23 aの中心軸とクランク軸中心O cとの間のオフセットの量が、ピストンスラップや、高次不釣合い力などを考慮した最適のオフセットの量である $Z/\sqrt{2}$ になるように設定されていることが理解できる。そして、内燃機関1の圧縮比が変更された場合には、最適オフセットの量 $Z/\sqrt{2}$ を中心として略対称にオフセットの量を振ることとなり、オフセットの量が $Z/\sqrt{2}$ から大きく外れることが抑制されると理解できる。

【0044】

なお、本実施例においては、クランク軸中心O cと、クランクケース4の中心線Lとの水平方向のずれの量をZと設定したが、これを0に設定した場合の、シリンダ3 a、23 aの中心軸の交点とクランク軸中心との位置関係の変化を図4に示す。すなわち図4は、図2において $Z=0$ とした場合の図である。図4においては、クランク軸中心O cは、クランクケース4の中心線L上にある。従って、内燃機関1における圧縮比が可変範囲の中央の圧縮比である場合の、シリンダ3 a及びシリンダ23 aの中心軸の交点O b cは、クランク軸中心O cと一致している。

【0045】

従って、この場合は、可変範囲の中央の圧縮比において、シリンダ3 a、23 aにおけるクランクオフセット量を同時に0にすることができる。また、可変範囲の中央の圧縮比以外の圧縮比においても、シリンダ3 aの中心軸とクランク軸中心O cのオフセットの量及び、シリンダ23 aにおける中心軸とクランク軸中心O cのオフセットの量を等しくすることができる。さらに図4においては、O cとO b sの間の距離と、O cとO b rの間の距離とが同じであるので、結果として $E s 3$ 、 $E s 23$ 、 $E r 3$ 及び $E r 23$ の大きさを全て等しくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本実施例に係るV型可変圧縮比内燃機関である内燃機関の概略構成を示した図である。

【図2】本実施例における2つのシリンダの中心軸の交点とクランク軸中心との位置関係を示す図である。

【図3】本実施例における内燃機関の圧縮比が変化した場合の、シリンダの中心軸と、ク

リンク軸中心との間のオフセットの量の変化を示すグラフである。

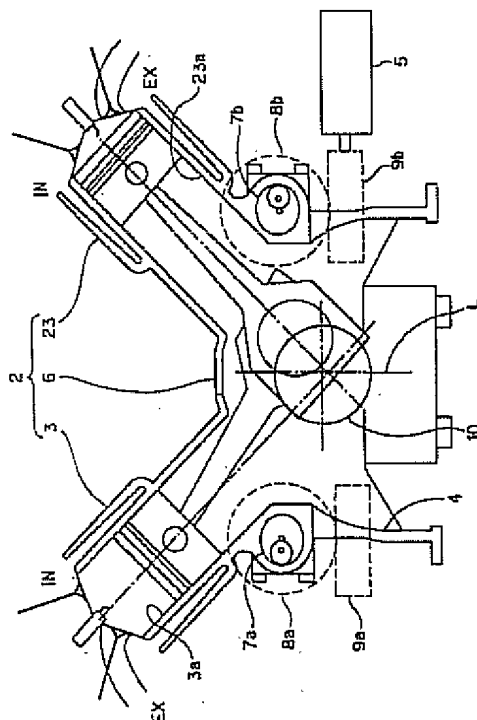
【図4】本実施例におけるクランク軸中心と、クランクケースの中心線との水平方向のずれの量を0とした場合の、2つのシリンダの中心軸の交点とクランク軸中心との位置関係を示す図である。

【符号の説明】

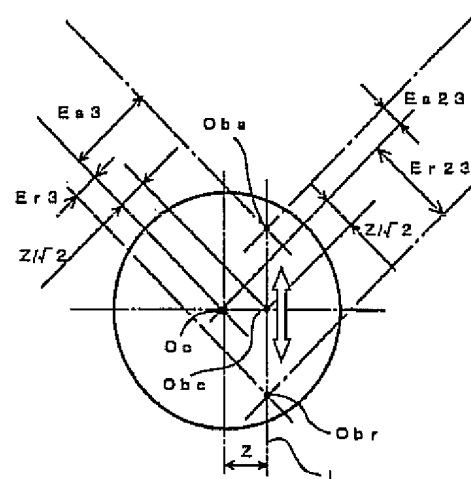
【0047】

- 1・・・内燃機関
- 2・・・V型シリンダブロック
- 3、23・・・シリンダブロック
- 3a、23a・・・シリンダ
- 4・・・クランクケース
- 5・・・モータ
- 6・・・連結部
- 7a、7b・・・カム機構
- 8a、8b・・・ウォームホイール
- 9a、9b・・・ウォーム
- 10・・・クランク軸
- L・・・クランクケース中心線
- Oc・・・クランク軸中心
- Obs、Obc、Obr・・・シリンダ中心軸交点

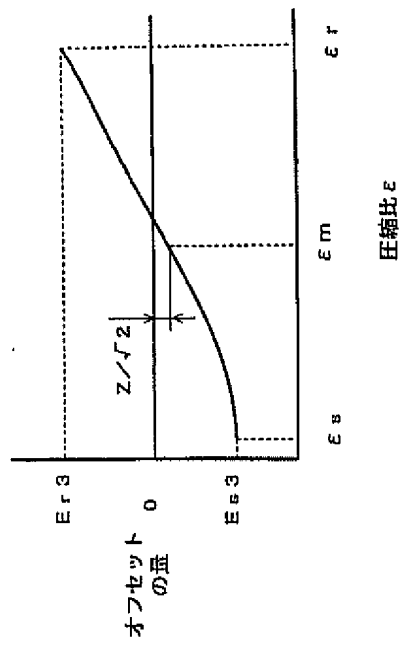
【図1】



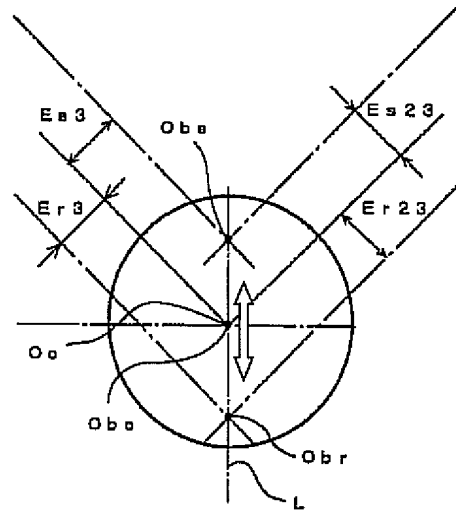
【図2】



【図3】



【図4】



(72)発明者 神山 栄一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 秋久 大輔
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 3G024 AA21 DA19 FA00
3G092 AA12 AA15 DD07 DG08 FA11 FA14 FA15



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002250241 A**(43) Date of publication of application: **06.09.02**

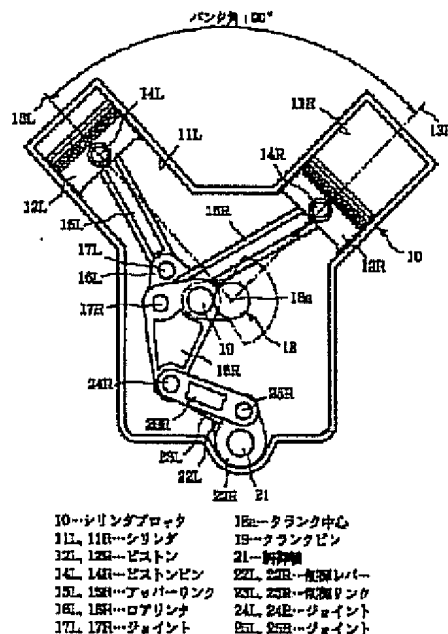
(51) Int. Cl.

F02D 15/02**F02B 75/32****// F02B 75/22**(21) Application number: **2001045916**(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**(22) Date of filing: **22.02.01**(72) Inventor:
**AOYAMA SHUNICHI
MOGI KATSUYA
FUJIMOTO HIROYA****(54) PISTON DRIVE DEVICE OF V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To use a crank pin 19 in common for a pair of cylinders 11L and 11R with regular intervals of explosion.

SOLUTION: Pistons 12L and 12R are slidably disposed inside a pair of the cylinders 11L and 11R with a prescribed bank angle between each other respectively, and a pair of lower links 16L and 16R are connected to a pair of upper links 15L and 15R connected to piston pins 14L and 14R of the pistons 12L and 12R respectively. The lower links 16L and 16R are both attached to one crank pin 19 of a crank shaft 18 in such a way that they can be rotated coaxially. The phase difference between the pistons 12L and 12R is different from the bank angle so that the intervals of explosion are regular.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-250241
(P2002-250241A)

(43)公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	ページコード* (参考)
F 0 2 D 15/02		F 0 2 D 15/02	Z 3 G 0 9 2
F 0 2 B 75/32		F 0 2 B 75/32	A
// F 0 2 B 75/22		75/22	A

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 9 頁)

(21)出願番号	特願2001-45916(P2001-45916)	(71)出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地	
(22)出願日	平成13年2月22日(2001.2.22)	(72)発明者	青山 俊一 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内	日産
		(72)発明者	茂木 克也 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内	日産
		(74)代理人	100062199 弁理士 志賀 富士弥 (外3名)	

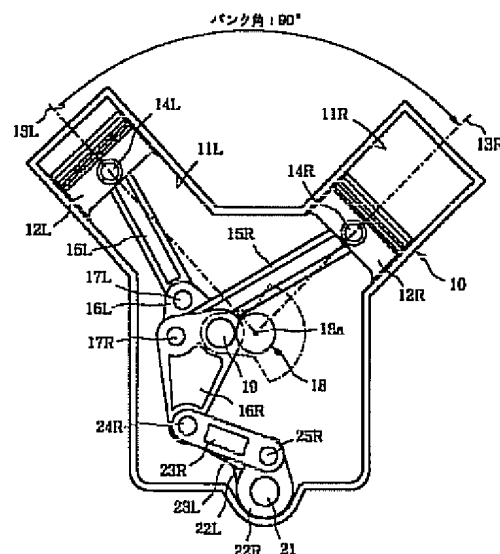
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 V型内燃機関のピストン駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 爆発間隔を等間隔としつつ、一対のシリンダ 11L, 11Rで一つのクランクピン19を共用する。

【解決手段】 所定のバンク角をなす一対のシリンダ11L、11R内にピストン12L、12Rを摺動可能に配設する。各ピストンピン14L、14Rのピストンピン14L、14Rに連結される一対のアップーリンク15L、15Rに、一対のロアリンク16L、16Rを連結する。両ロアリンク16L、16Rをクランクシャフト18の一つのクランクピン19に同軸状に回転可能に取り付ける。爆発間隔が等間隔となるように、一対のピストン12L、12Rの位相差をバンク角と異ならせる。



- | | |
|------------------|----------------|
| 10…シリンドラブロック | 18a…クランク中心 |
| 11L, 11R…シリンドラ | 19…クランクピン |
| 12L, 12R…ピストン | 21…駆動軸 |
| 14L, 14R…ピストンピン | 22L, 22R…制御レバー |
| 15L, 15R…アッパーリンク | 23L, 23R…制御リンク |
| 16L, 16R…ローアリンク | 24L, 24R…ジョイント |
| 17L, 17R…ジョイント | 25L, 25R…ジョイント |

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のバンク角をなす少なくとも一対のシリンダと、各シリンダ内に摺動可能に配設される一対のピストンと、各ピストンのピストンピンに連結される一対のアッパーリンクと、各アッパーリンクに連結される一対のロアリンクと、を有し、これら一対のロアリンクの双方が、クランクシャフトの一つのクランクピンに同軸状に回転可能に取り付けられ、

かつ、爆発間隔が等間隔となるように、上記一対のピストンの位相差を、上記バンク角と異ならせたことを特徴とするV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項2】 機関圧縮比の変更時に上記一対のロアリンクの運動拘束条件を変化させる圧縮比変更手段を有し、この圧縮比変更手段が、機関圧縮比の変更時に回転駆動される一つの制御軸と、この制御軸に固定された一対の制御レバーと、各制御レバーと上記一対のロアリンクとをそれぞれ連結する一対の制御リンクと、を有することを特徴とする請求項1に記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項3】 上記バンク角が約90°でV型6気筒4サイクル式の内燃機関に適用され、上記一対のピストンの位相差を約120°とすることを特徴とする請求項2に記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項4】 上記アッパーリンクとロアリンクとの一対の連結中心が、クランクシャフトの中心に対してクランクピンとほぼ同方向に近接配置されていることを特徴とする請求項3に記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項5】 上記バンク角が約90°でV型6気筒2サイクル式の内燃機関に適用され、上記一対のピストンの位相差を約60°とすることを特徴とする請求項2に記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項6】 上記アッパーリンクとロアリンクの一対の連結中心が、上記クランクピンに対して略対称位置に配置されていることを特徴とする請求項5に記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項7】 上記ロアリンクと制御リンクの一対の連結中心が、上記クランクピンに対して略同方向に近接配置されているとともに、上記制御リンクと制御アームの一対の連結中心が、上記クランクピンに対して同方向に近接配置されていることを特徴とする請求項3～6のいずれかに記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項8】 上記アッパーリンクとロアリンクの一対の連結中心からクランクピンまでの距離を、略同一としたことを特徴とする請求項3～7のいずれかに記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【請求項9】 上記ロアリンクと制御リンクの一対の連結中心からクランクピンまでの距離を、略同一としたこ

とを特徴とする請求項3～8のいずれかに記載のV型内燃機関のピストン駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定のバンク角をなす少なくとも一対のシリンダを有するV型内燃機関のピストン駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えばV型6気筒4サイクル式の内燃機関のクランクシャフトでは、図12に示すように、主に機関全長を短縮する目的で、左右バンクにそれぞれ設けられる少なくとも一対のシリンダのクランクピン（例えばNo. 1ピンとNo. 2ピン）が、メインジャーナルの同じ軸受スパン間（例えばNo. 1ジャーナルとNo. 2ジャーナルの軸受スパン間）に配置される。

【0003】このような6気筒の内燃機関では、典型的にはシリンダの点火順序がNo. 1→No. 2→No. 3→No. 4→No. 5→No. 6となるため、爆発間隔を等間隔とするためには、同じ軸受スパン間に配設される一対のシリンダの位相差（例えば圧縮上死点の位相差）を120°に設定する必要がある。従って、例えばバンク角が90°の場合、一般的には、同じ軸受スパン間に配設される一対のクランクピンを互いに30°オフセットさせており、これらクランクピンの間には補強用のウェブ等が介装される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このように同じ軸受スパン間に配設される一対のクランクピンが互いにオフセットしていると、補強用ウェブ等を介装する分、機関寸法が長くなるとともに、各クランクピンの軸方向に割り当てられる幅が直列気筒配置に比べて短くなる傾向にある。そのため、クランクピン回りのスペースの制約が大きく、その結果として、各部の強度の確保が不十分となり易い。

【0005】ところで、内燃機関のピストン駆動装置として、クランクシャフトのクランクピンとピストンのピストンピンとを複数のリンクで連携した複リンク機構や、この複リンク機構の一つのリンクの運動拘束条件を変化させることにより、シリンダ内の圧縮比を変化させる可変圧縮比機構が、従来より知られている。

【0006】このような複雑な構造のピストン駆動装置では、構成部品を如何にコンパクトに、かつ合理的に配置するかが大きな課題となる、特に、上述したようなV型内燃機関においては、左右バンクのピストンを1本のクランクシャフトで駆動するため、クランクシャフトの周囲に左右バンクのピストン駆動装置のリンク部品が集中する傾向にあり、合理的な配置の工夫が不可欠である。

【0007】本発明の一つの目的は、爆発間隔を等間隔としつつ、左右バンクの一対のシリンダで一つのクラン

クピンを共用し、機関全長の短縮化及び機関搭載性の向上等を図ることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項1の発明に係るV型内燃機関のピストン駆動装置は、所定のバンク角をなす少なくとも一対のシリンダと、各シリンダ内に摺動可能に配設される一対のピストンと、各ピストンのピストンピンに連結される一対のアッパーリンクと、各アッパーリンクに連結される一対のロアリンクと、を有し、これら一対のロアリンクの双方が、クランクシャフトの一つのクランクピンに同軸状に回転可能に取り付けられ、かつ、爆発間隔が等間隔となるように、上記一対のピストンの位相差を、上記バンク角と異ならせたことを特徴としている。

【0009】また、請求項2に係る発明は、機関圧縮比の変更時に上記一対のロアリンクの運動拘束条件を変化させる圧縮比変更手段を有し、この圧縮比変更手段が、機関圧縮比の変更時に回転駆動される一つの制御軸と、この制御軸に固定された一対の制御レバーと、各制御レバーと上記一対のロアリンクとをそれぞれ連結する一対の制御リンクと、を有することを特徴としている。

【0010】請求項3に係る発明は、上記バンク角が約90°でV型6気筒4サイクル式の内燃機関に適用され、上記一対のピストンの位相差を約120°とすることを特徴としている。

【0011】この場合、好ましくは請求項4に係る発明のように、上記アッパーリンクとロアリンクとの一対の連結中心が、クランクシャフトの中心に対してクランクピンとはほぼ同方向に近接配置されている。

【0012】請求項5に係る発明は、上記バンク角が約90°でV型6気筒2サイクル式の内燃機関に適用され、上記一対のピストンの位相差を約60°とすることを特徴としている。

【0013】この場合、請求項6に係る発明のように、上記アッパーリンクとロアリンクの一対の連結中心が、上記クランクピンに対して略対称位置に配置されている。

【0014】より具体的には、請求項7に係る発明のように、上記ロアリンクと制御リンクの一対の連結中心が、上記クランクピンに対して略同方向に近接配置されたとともに、上記制御リンクと制御アームの一対の連結中心が、上記クランクピンに対して同方向に近接配置されている。

【0015】また、請求項8に係る発明のように、上記アッパーリンクとロアリンクの一対の連結中心からクランクピンまでの距離を、略同一とする。

【0016】更には請求項9に係る発明のように、上記ロアリンクと制御リンクの一対の連結中心からクランクピンまでの距離を、略同一とする。

【0017】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、所定のバンク角を有する内燃機関において、クランクピンを共用する一対のシリンダの位相差をバンク角とは異なる適正な値に設定することができる。この結果、爆発間隔を等間隔としつつ、クランクピンの共用化による機関全長の短縮化及び機関搭載性の向上等を図ることができる。

【0018】請求項2に係る発明によれば、圧縮比を変更可能な複リンク式の複雑なリンク構造でありながら、上記請求項1の効果を實現できる。また、圧縮比変更手段の一部としての一本の制御軸を左右バンクで共用しているため、仮に制御軸を各バンク毎に設ける場合に比して、部品点数が抑制され、機関搭載性の向上等を図ることができる。

【0019】請求項3又は4に係る発明によれば、バンク角が約90°でV型6気筒4サイクル式の内燃機関でありながら、一つのピストンピンを共用する一対のシリンダの位相差を120°として、爆発間隔を等間隔とすることができる。

【0020】請求項5又は6に係る発明によれば、バンク角が約90°でV型6気筒2サイクル式の内燃機関でありながら、一つのピストンピンを共用する一対のシリンダの位相差を60°として、爆発間隔を等間隔とすることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕先ず、図1～6を参照して、本発明に係るピストン駆動装置を、バンク角が90°でV型6気筒4サイクル式の内燃機関に適用した第1実施形態について説明する。なお、必要に応じて、左バンクの構成要素には参照符号の後にLを、右バンクの構成要素には参照符号の後にRを付して説明する。また、図3は左バンク側の構成を、図4は右バンク側の構成を抽出して描いている。

【0022】図1に示すように、シリンダブロック10の左バンク及び右バンクには、それぞれ左側シリンダ11L及び右側シリンダ11Rが形成されている。なお、以下の説明では、一対のシリンダ11L、11Rに係わるリンク構造について説明するが、実際にはこのような一対のシリンダ11L、11Rが気筒列方向（紙面直交方向）に合計3組並設されている。

【0023】各シリンダ11L、11Rには、それぞれ左側ピストン12L及び右側ピストン12Rが摺動可能に配設されている。ここで、左バンクのシリンダ軸線（ピストン往復軸線）13Lと、右バンクのシリンダ軸線13Rと、のなす狭角つまりバンク角は、この実施形態では90°に設定されており、例えばバンク角が60°の場合に比して機関の全高を短縮する上で有効である。なお、シリンダ軸線13L、13Rの交点は、必ずしもクランクシャフト18のクランク中心18a上に配置されていない。

【0024】各ピストン12L、12Rのピストンピン

14L, 14Rには、左側アッパーリンク15L及び右側アッパーリンク15Rの先端がそれぞれ回転可能に連結されている。各アッパーリンク15L, 15Rの下端部は、それぞれ左側ロアリンク16L及び右側ロアリンク16Rに、第1ジョイント（連結ピン）17L, 17Rによって回転可能に連結されている。

【0025】そして、これら左側ロアリンク16L及び右側ロアリンク16Rの双方が、クランクシャフト18の一本のクランクピン19に回転可能に取り付けられている。つまり、一対のロアリンク16L, 16Rが、クランク軸心18aに対して偏心するクランクピン19の中心線上つまり同軸状に配置されている。

【0026】また、機関圧縮比の変更時に、ロアリンク16L, 16Rの回転拘束条件を変化させる圧縮比変更手段が設けられている。つまり、この圧縮比変更手段は、シリンダブロック10に回転可能に支持された一本の制御軸21と、この制御軸21に固定された左側制御レバー22L及び右側制御レバー22Rと、各制御レバー22L, 22Rと各ロアリンク16L, 16Rとを連結する左側制御リンク23L及び右側制御リンク23Rと、を有している。各制御リンク23L, 23Rの一端と各ロアリンク16L, 16Rとは、それぞれ第2ジョイント（連結ピン）24L, 24Rにより回転可能に連結されており、各制御リンク23L, 23Rの他端と各制御レバー22L, 22Rの揺動する先端とは、それぞれ第3ジョイント（連結ピン）25L, 25Rにより回転可能に連結されている。

【0027】従って、図外のアクチュエータにより制御軸21を機関本体としてのシリンダブロック10に対して回転駆動すると、制御レバー22L, 22Rも一体的に回転し、各制御レバー22L, 22Rと制御リンク23L, 23Rとを連結する第3ジョイント25L, 25Rの位置、つまり制御リンク23L, 23Rの揺動支点の位置が変化する。この結果、ロアリンク16L, 16Rの運動拘束条件が変化して、アッパーリンク15L, 15Rを介して連携するピストン12L, 12Rのストローク特性が変化することにより、シリンダ11L, 11R内の燃焼室の圧縮比が変化する。

【0028】例えば、図3に示す左バンク側において、圧縮比の変更時に制御軸21を時計回りに回転させれば、制御リンク23Lの揺動支点となる第3ジョイント25Lは図中右方向に移動し、第2ジョイント24Lはクランクピン19を中心として反時計回りに回転する。この結果、第1ジョイント17Lが図中下方に移動し、ピストン12Lの位置が下方へ移動することになる。

【0029】このような本実施形態の第1の特徴は、上述したように、左右バンクの一対のロアリンク16L, 16Rを一つのクランクピン19に同軸状に取り付けている点である。このように一対のロアリンク16L, 16Rでクランクピン19を共用することにより、クラン

クピン19の数を半分（例えばV6の場合には3個）に抑制できるとともに、機関軸方向寸法の増加を招くことなく、クランクピン19の有効幅を十分に大きく確保することができる。このため、圧縮比変更手段を備えた複リンク式の複雑なリンク構成でありながら、比較的コンパクトであり、機関搭載性にも優れている。

【0030】第2の特徴は、クランクピン19を共用する一対のシリンダ11L, 11Rの位相差（例えば圧縮上死点位置の位相差）を、バンク角とは異ならせる設定とし、かつ、シリンダ間の爆発間隔を等間隔としている点にある。

【0031】この点について詳述すると、バンク角が90°のV型6気筒4サイクル式の内燃機関で爆発間隔を等間隔とするためには、一対のシリンダ11L, 11Rの位相差を120°とする必要があるため、従来一般的な構造では、一対のシリンダのクランクピンを互いに30°だけオフセットさせる必要があった。これに対し、本実施形態では、後述するようなリンクアライメントの設定等により、バンク角が90°であるにもかかわらず、クランクピン19を共用する左右一対のシリンダ11L, 11Rの位相差を120°とすることができる。

【0032】第3の特長は、圧縮比変更手段の一部としての一本の制御軸21を左右バンクで共用している点にある。これにより、仮に制御軸を各バンク毎に設ける場合に比して、部品点数が少なくすみ、構成が簡素化される。つまり、本実施形態においては、左右バンクで制御軸21を共用するとともに、左右一対のシリンダでクランクピン19を共用する簡素な構造で、シリンダの爆発間隔を等間隔とすることができる。

【0033】これらの特徴を実現するリンクアライメントを図5に示している。なお、この図5は、クランク角度で60°毎のリンク配置を示す機関後方から見たリンク図であり、図1, 3, 4等とは左右逆になっているように見えるが、実際には同じ構造を描いている。

【0034】この図5にも示すように、左右バンクの各リンクの主要寸法は、アッパーリンク15L, 15Rを除いて左右バンクでほぼ同じ寸法に設定されている。また、第1ジョイント17L, 17R（アッパーリンク15L, 15Rとロアリンク16L, 16Rの連結中心）からクランクピン19までの距離は、左右バンクで略同一に設定されている。更に、第2ジョイント24L, 24R（ロアリンク16L, 16Rと制御リンク23L, 23Rの連結中心）からクランクピン19までの距離も、左右バンクで略同一に設定されている。

【0035】各アッパーリンク15L, 15Rとロアリンク16L, 16Rとを連結する一対の第1ジョイント17L, 17Rは、クランクシャフト18のクランク中心18aに対してクランクピン19と略同方向に互いに近接して配置されている。また、各ロアリンク16L,

16Rと各制御リンク23L, 23Rとを連結する第2ジョイント24L, 24Rは、クランクピン19に対して同方向に互いに近接して配置されている。さらに、各制御リンク23L, 23Rと各制御レバー22L, 22Rとを連結する第3ジョイント25L, 25Rも、クランクピン19に対して同方向に互いに近接して配置されている。

【0036】また、図5(a)に示すように、クランク角度が 90° のときには、クランクピン19が図中略3時の位置に配置されており、この状態からクランクシャフト18が反時計方向へ 60° 回転すると、(b)に示すように、クランクピン19も回転し、図中上方に移動する。この場合、制御リンク23L, 23Rが共に反時計回り方向、つまりクランクピン19と同方向に揺動する関係で、ロアリンク16L, 16Rのクランクピン回りの回転運動は、同じ方向に拘束を受ける。

【0037】このような各リンクの寸法関係や動作を全て説明することは難しいが、各リンクの寸法関係を適正に選定したシミュレーション結果が図5の特性であり、その動作をクランク角度毎に追っていくと、そのメカニズムを理解できるであろう。

【0038】図6は、クランク角に対する左右バンクのピストンストローク特性を示す。同図に示すように、左右バンク共に、滑らかな正弦波形に近い略同一のピストンストローク特性が得られており、かつ、バンク角が 90° であるにもかかわらず左右バンクの位相差（例えば圧縮上死点位置の位相差）もクランク角度で 120° となっており、等間隔爆発を実現できる。

【0039】〔第2実施形態〕次に、図7～11を参照して、本発明に係るピストン駆動装置を、バンク角が 90° のV型6気筒2サイクル式内燃機関に適用した第2実施形態について説明する。つまり、上記の第1実施形態では4サイクル式の内燃機関に適用しているのに対し、この第2実施形態では2サイクル式の内燃機関に適用している点が大きく異なっている。なお、基本的な構成は第1実施形態と同様であり、実質的に同じ構成要素には同じ参照符号を付して重複する説明を適宜省略する。

【0040】この第2実施形態では、V型6気筒の2サイクル機関であるため、等間隔爆発が得られるのは、左右バンクの一对のシリンダの位相差が 60° の場合である。そこで本実施形態では、バンク角が 90° の左右バンクの一对のシリンダで一つのクランクピン19を共用しつつ、一对のシリンダの位相差が 60° となるように、各リンクの主要寸法等を適宜に設定している（図10参照）。

【0041】例えば左バンク側では、図8に示すように、制御軸21を時計回りに回転させれば、制御リンク23Lの揺動支点である第3ジョイント25Lが図中右方向に移動するために、第2ジョイント24Lはクラン

クピン19を中心として反時計回りに回転する。この結果、第1ジョイント17Lが図中下方に移動し、ピストン12Lの位置が下方へ移動する。

【0042】そして、この第2実施形態では、主にロアリンク16L, 16Rの主要寸法が左右バンクで大きく異なっている。すなわち、図8に示す左バンク側のロアリンク16Lでは、第1ジョイント17Lと第2ジョイント24Lとがクランクピン19に対して大きく開いた角度で配置されているが、図9に示す右バンク側のロアリンク16Rでは、第1ジョイント17Rと第2ジョイント24Rとがクランクピン19に対してほぼ同じ方向に配置されており、その開き角度が小さく設定されている。

【0043】また、図7に示すように、左右の第1ジョイント17L, 17Rは、クランクピン19に対して略対称（逆側）の位置に配置されている。一方、第2ジョイント24L, 24Rは、クランクピン19に対してほぼ同方向に近接配置されており、第3ジョイント25L, 25Rも、クランクピン19に対してほぼ同方向に近接配置されている。

【0044】図10は、各クランク角におけるリンク姿勢を示している。さらに、図11は、クランク角に対する左右バンクのピストンストローク特性を示している。同図に示すように、左右バンクで略同一の滑らかな正弦波形に近いピストンストローク特性が得られており、ピストンの位相差も 60° となっている。これにより、バンク角 90° のV型6気筒の2サイクル機関において、左右一对のシリンダ11L, 11Rでピストンピン19を共用しつつ、爆発間隔を等間隔にすることができる。

【0045】なお、図5, 6, 10, 11において、クランク角の値は、上死点や下死点を基準としたものではない。また、図6及び図10は、それぞれ高圧縮比の設定状態に対応している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る内燃機関のピストン駆動装置を示す概略構成図。

【図2】上記第1実施形態のピストン駆動装置の要部を示す側面対応図。

【図3】上記第1実施形態の左バンク側の構成を示す構成図。

【図4】上記第1実施形態の右バンク側の構成を示す構成図。

【図5】上記第1実施形態に係る 60° 毎のリンク配置を示す説明図。

【図6】上記第1実施形態に係る左右バンクのピストンストローク特性を示す特性図。

【図7】本発明の第2実施形態に係る内燃機関のピストン駆動装置を示す概略構成図。

【図8】上記第2実施形態の左バンク側の構成を示す構成図。

【図9】上記第2実施形態の右バンク側の構成を示す構成図。

【図10】上記第2実施形態に係る60°毎のリンク配置を示す説明図。

【図11】上記第2実施形態に係る左右バンクのピストンストローク特性を示す特性図。

【図12】従来例に係るクランクシャフトを示す説明図。

【符号の説明】

11L, 11R…シリンダ

12L, 12R…ピストン

14L, 14R…ピストンピン

15L, 15R…アッパーリンク

16L, 16R…ロアリンク

17L, 17R…第1ジョイント（連結中心）

19…クランクピン

21…制御軸

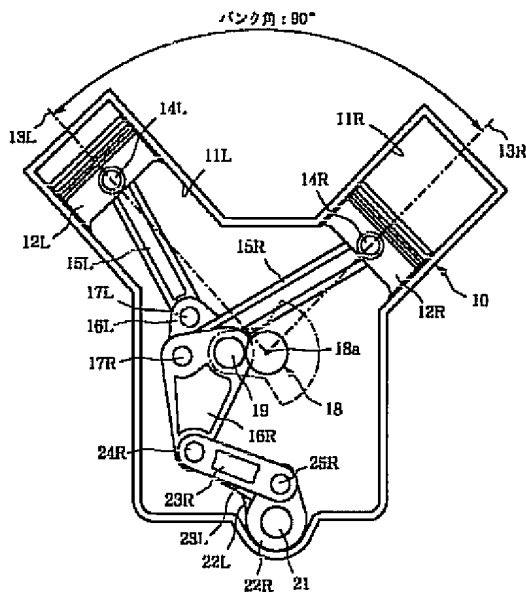
22L, 22R…制御レバー

23L, 23R…制御リンク

24L, 24R…第2ジョイント（連結中心）

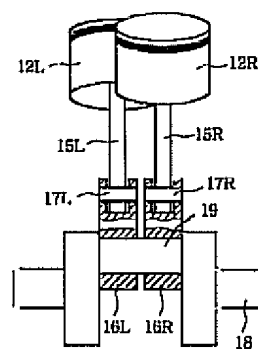
25L, 25R…第3ジョイント（連結中心）

【図1】

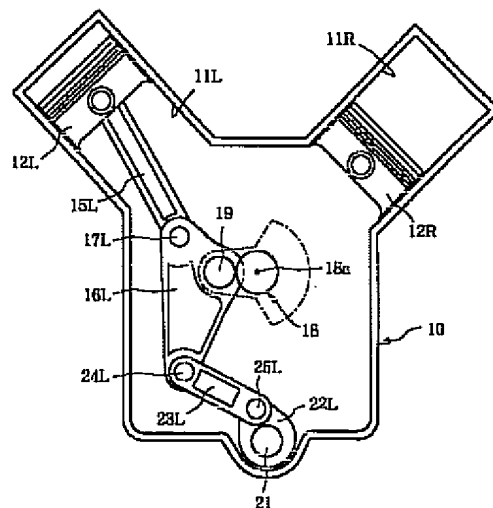


10…シリンダブロック
11L, 11R…シリンダ
12L, 12R…ピストン
14L, 14R…ピストンピン
15L, 15R…アッパーリンク
16L, 16R…ロアリンク
17L, 17R…ジョイント
18a…クランク中心
19…クランクピン
21…制御軸
22L, 22R…制御レバー
23L, 23R…制御リンク
24L, 24R…ジョイント
25L, 25R…ジョイント

【図2】

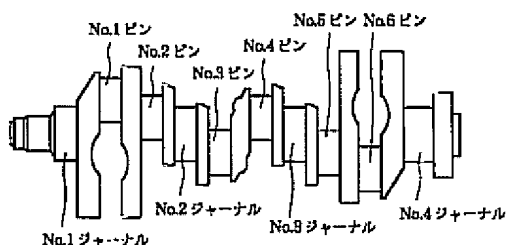


【図3】

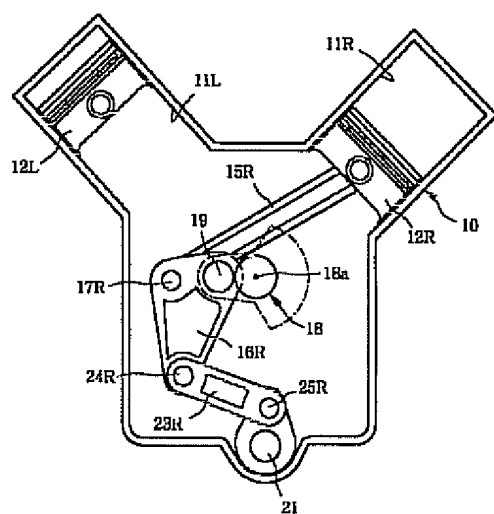


【図12】

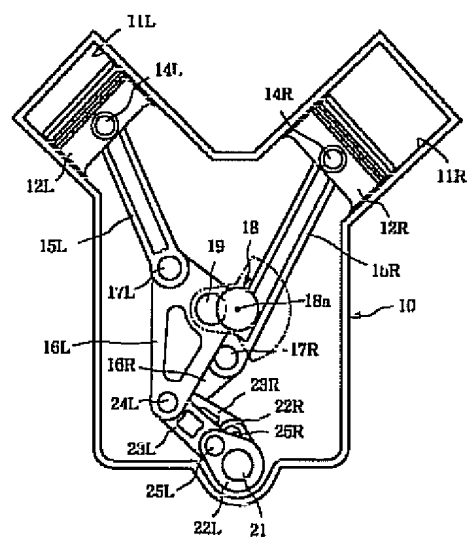
V6機関のクランクシャフト



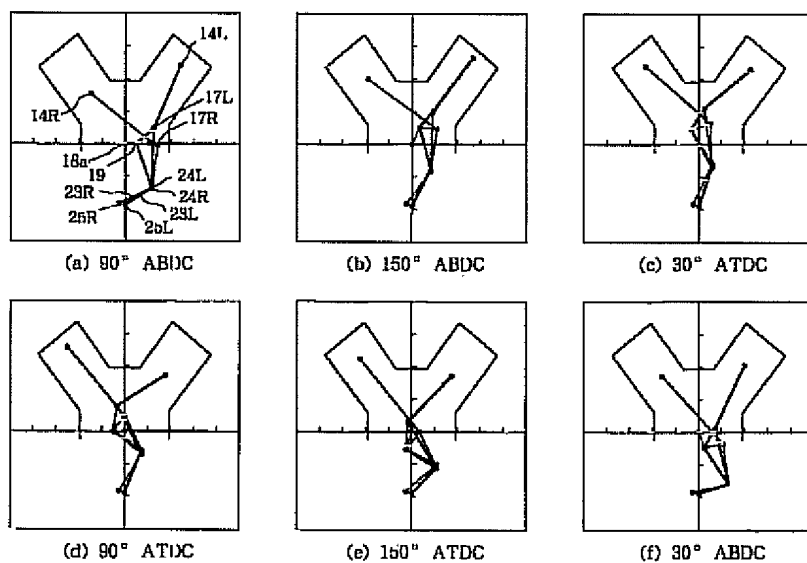
【图4】



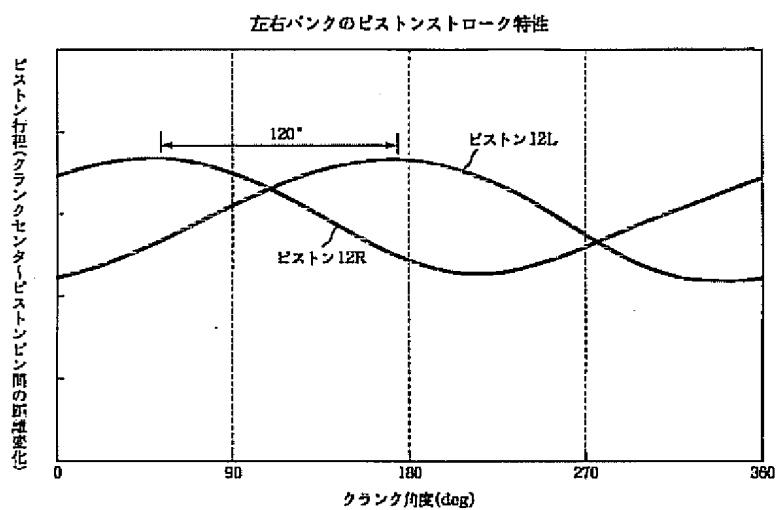
【図7】



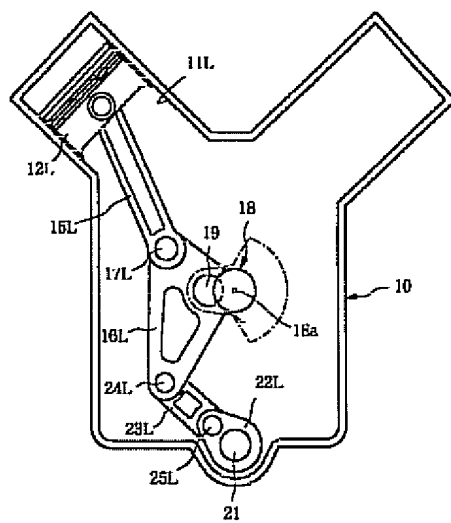
【图5】



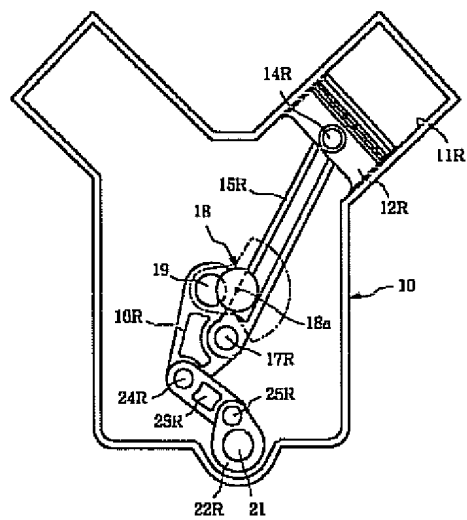
【図6】



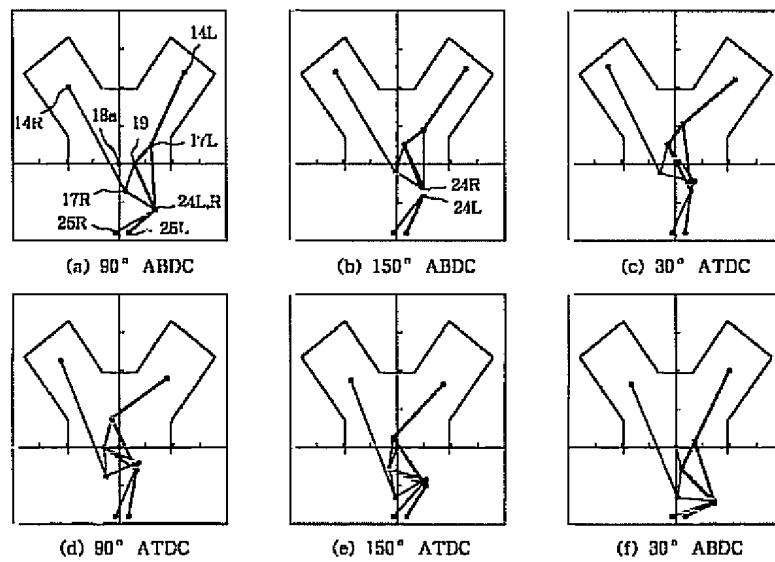
【図8】



【図9】

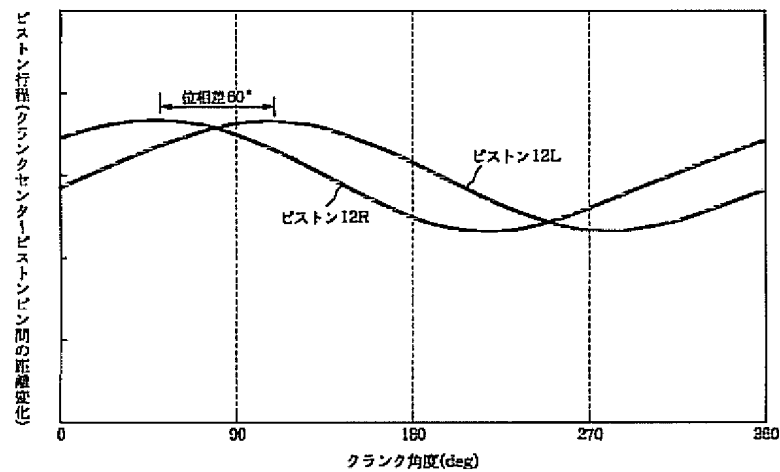


【図10】



【図11】

ピストンのストローク特性



フロントページの続き

(72)発明者 藤本 博也
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G092 AA12 DD04 FA50



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2008175135 A**(43) Date of publication of application: **31.07.08**

(51) Int. Cl.	F02B 75/04	20060101
	F02B 75/22	20060101
	F02B 75/32	20060101
	F02D 15/02	20060101
	F01B 9/04	20060101
	F01B 31/14	20060101
	F16H 21/34	20060101

(21) Application number: **2007009346**(22) Date of filing: **18.01.07**(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**

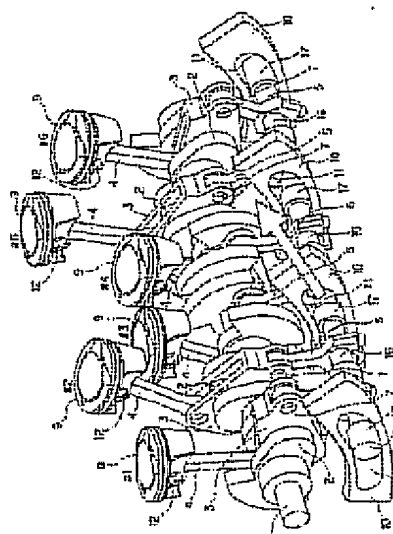
(72) Inventor:
HARA MASAYUKI
USHIJIMA KENJI
TAKAHASHI NAOKI

(54) V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To equalize compression ratio change amount of a right and a left bank when a multilink type variable compression ratio mechanism is applied to a V-type internal combustion engine.

SOLUTION: This engine is provided with: an upper link 4; a lower link 3; a control link 5; a control shaft 6 oscillatably supporting the other end of the control link 5; and a multilink mechanism variably controlling an engine compression ratio by relatively changing an oscillation center position of the control link 5. Link geometries constructed by each link 3, 4, 5 are the same for a right and a left bank 18, 19 if heights of pistons in cylinders are the same, and are set to overlap each other when they are rotated around a rotation axis of a crankshaft by a bank angle. The control shaft 6 is moved to draw a circular arc locus around the rotation axis of the crankshaft 1 to change engine compression ratio.



COPYRIGHT: (C)2008,JPO&INPIT

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-175135

(P2008-175135A)

(43) 公開日 平成20年7月31日 (2008.7.31)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 0 2 B 75/04 (2006.01)	F 0 2 B 75/04	3 G 0 9 2
F 0 2 B 75/22 (2006.01)	F 0 2 B 75/22 A	3 J 0 6 2
F 0 2 B 75/32 (2006.01)	F 0 2 B 75/32 A	
F 0 2 D 15/02 (2006.01)	F 0 2 D 15/02 C	
F 0 1 B 9/04 (2006.01)	F 0 2 B 75/22 G	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-9346 (P2007-9346)	(71) 出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成19年1月18日 (2007.1.18)	(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
		(74) 代理人	100114236 弁理士 藤井 正弘
		(74) 代理人	100120178 弁理士 三田 康成
		(74) 代理人	100120260 弁理士 飯田 雅昭
		(72) 発明者	原 雅之 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

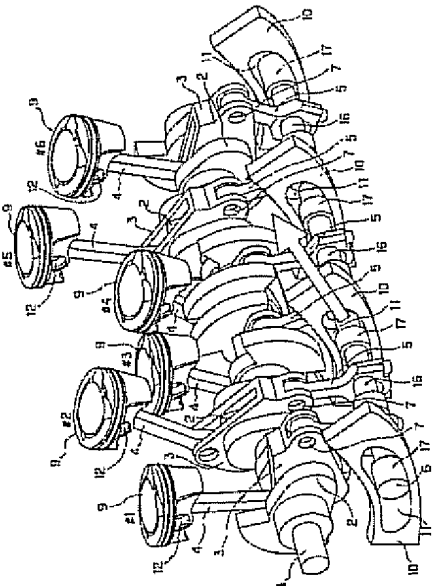
(54) 【発明の名称】 V型内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 V型内燃機関に複リンク式の可変圧縮比機構を適用する際に、左右バンクの圧縮比変化量を同一にする。

【解決手段】 アッパーリンク4、ロアリンク3及びコントロールリンク5と、コントロールリンク5の他端を揺動可能に支持するコントロールシャフト6と、コントロールリンク5の揺動中心位置を相対的に変化させることにより機関圧縮比を可変制御し得る複リンク機構と、を備え、各リンク3、4、5が構成するリンクジオメトリを、筒内でのピストン高さが同じであれば左右バンク18、19で同一形状であり、かつクランクシャフト1の回転軸を中心にバンク角分回転させたときに重なるように設定し、機関圧縮比を変化させる場合にはコントロールシャフト6をクランクシャフト1の回転軸を中心とした円弧状の軌跡を描くように移動させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

左バンクと右バンクとを備えるV型内燃機関において、
ピストンにピストンピンを介して連結されるアッパーリンクと、
一端が前記アッパーリンクに、他端がクランクシャフトのクランクピンにそれぞれ連結されるロアリンクと、
一端が前記ロアリンクに連結され、前記ピストンの挙動に応じて他端を軸として揺動するコントロールリンクと、

気筒列方向に沿って前記クランクシャフトと略平行に延び、全気筒の前記コントロールリンクの他端を揺動可能に支持するコントロールシャフトと、を有し、

前記コントロールシャフトを移動させることによる前記コントロールリンクの揺動中心の相対的な位置変化により機関圧縮比を可変制御し得る複リンク機構を備え、

前記アッパーリンク、前記ロアリンク及び前記コントロールリンクが構成するリンクジオメトリを、筒内でのピストン高さが同じであれば左右バンクで同一形状であり、かつ前記クランクシャフトの回転軸を中心としてバンク角分回転させたときに重なるように設定し、

機関圧縮比を変化させる場合には前記コントロールシャフトを前記クランクシャフトの回転軸を中心とした円弧上を移動させることを特徴とするV型内燃機関。

【請求項2】

前記コントロールシャフトは中心軸からオフセットしたオフセットピンを少なくとも気筒数分だけ備え、

前記オフセットピンのオフセット方向は、左バンクの気筒の前記コントロールリンクを連結するオフセットピン群のオフセット方向と、右バンクの気筒の前記コントロールリンクを連結するオフセットピン群のオフセット方向の2方向であることを特徴とする請求項1に記載のV型内燃機関。

【請求項3】

前記クランクシャフトの回転軸を中心とした円弧状のレール部材を備え、

機関圧縮比を変化させる場合には、前記コントロールシャフトを前記レール部材に沿って円弧軌跡上を移動させることを特徴する請求項1又は2に記載のV型内燃機関。

【請求項4】

前記コントロールシャフトの少なくとも前後端のいずれか一方に接続され前記クランクシャフトの回転軸を中心として揺動可能なアーム部材を備え、

機関圧縮比を変化させる場合には、前記アーム部材を前記クランクシャフトの回転軸を中心として揺動させることによって、前記コントロールシャフトが円弧軌跡上を移動するようにすることを特徴とする請求項1又は2に記載のV型内燃機関。

【請求項5】

前記クランクシャフトの回転軸が左右のバンクのシリンダ軸線から同一量だけオフセットしており、前記コントロールシャフトが前記クランクシャフトに対して前記左右バンクとは反対側に位置することを特徴とする請求項1から4のいずれか一つに記載のV型内燃機関。

【請求項6】

バンク角が、前面投影図で左右バンクの少なくともアッパーデッキ上端付近がオーバーラップする程度に狭いことを特徴とする請求項1から5のいずれか一つに記載のV型内燃機関。

【請求項7】

左バンクと右バンクとで、点火順序が前後方向逆周りでであることを特徴とする請求項1から6のいずれか一つに記載のV型内燃機関。

【請求項8】

前記V型内燃機関はV型6気筒内燃機関であって、

前記クランクシャフトのクランクピン配列は、点火順序が1番目の気筒のクランクピンを基準として、エンジンリア側から見たときに時計回転方向に120度オフセットした位置に点火順序が2番目の気筒のクランクピン、そこから時計回転方向に120度オフセットした位置に点火順序が3番目の気筒のクランクピン、そこから120度+バンク角だけオフセットした位置に点火順序が4番目の気筒のクランクピン、そこから120度オフセットした位置に点火順序が5番目の気筒のクランクピン、そこから120度オフセットした位置に点火順序が6番目の気筒のクランクピン、という配列、又は前記配列とは逆回転方向の配列であることを特徴とする請求項1から7のいずれか一つに記載のV型内燃機関

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリンダの軸線が所定のバンク角をなすV型内燃機関に関し、特に機関圧縮比を可変に変更可能な複リンク式のピストン駆動装置を備える内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

ピストンとクランクシャフトとを複数のリンクを介して連結することで、運転中に機関圧縮比を可変に変更可能にする可変圧縮比機構が知られている。この可変圧縮比機構によれば、低中速・低中負荷域での高圧縮比による燃費向上や、過渡運転条件時の高圧縮比化による過渡トルク増大等の効果が得られる。

【0003】

ところで、上記可変圧縮比機構は複数のリンクで構成され構成部品点数が多くなるため、特に、V型エンジンのようにクランクピン周りのスペースに制約がある内燃機関に適用する際には、各構成物品のコンパクト化や合理的な配置が課題となっていた。

【0004】

当該課題を解決するための技術として、V型内燃機関に可変圧縮比機構を適用したものが特許文献1に開示されている。

【0005】

具体的には、ピストン上死点位置を変更するためのリンク類（引用文献1中の「ロアリンク」、「制御リンク」、「制御軸」）を左右バンクで共有し、これにより必要最小限の簡素なリンク構成としている。

【特許文献1】特開2002-256802号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に開示された構成では、左右バンクのピストン挙動、ピストンスピードが異なるにもかかわらず制御リンク及び制御軸を左右バンクで共有しているので、圧縮比を変更する際に、左右バンクの圧縮比の変化量を同一にすることが困難であった。

【0007】

そこで、本発明ではV型内燃機関に複リンク式の可変圧縮比機構を適用する際に、左右バンクの圧縮比変化量を同一にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のV型内燃機関は、ピストンにピストンピンを介して連結されるアッパーリンクと、一端が前記アッパーリンクに他端がクランクシャフトのクランクピンにそれぞれ連結されるロアリンクと、一端が前記ロアリンクに連結され前記ピストンの挙動に応じて他端を軸として揺動するコントロールリンク（特許文献1の「制御リンク」と、気筒列方向に沿って前記クランクシャフトと略平行に延び全気筒の前記コントロールリンクの他端を揺動可能に支持するコントロールシャフト（特許文献1の「制御軸」）と、前記コントロールシャフトを移動させることによる前記コントロールリンクの揺動中心の相対的な位置変

化により機関圧縮比を可変制御し得る複リンク機構と、を備え、前記アッパーリンク、前記ロアリンク及び前記コントロールリンクが構成するリンクジオメトリを、筒内でのピストン高さが同じであれば左右バンクで同一形状であり、かつ前記クランクシャフトの回転軸を中心としてバンク角分回転させたときに重なるように設定し、機関圧縮比を変化させる場合には前記コントロールシャフトを前記クランクシャフトの回転軸を中心とした円弧上を移動させる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、左右バンクで1本のコントロールシャフトを共有するにもかかわらず、コントロールシャフトを移動した際にも左右バンクのリンクジオメトリは同一形状のままとなる。すなわち、圧縮比の変化量が同一となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0011】

図1は第1実施形態の構成を表す図であり、V型6気筒エンジンのピストンクランク機構を模式的に表した図である。なお、図面左側をエンジンのフロント側とし、フロント側から順に、#1～#6気筒とする。図2は#1、#2気筒についてフロント側から見た断面図である。

【0012】

1はクランクシャフト、2はクランクピン、3はロアリンク、4はアッパーリンク、5はコントロールリンク、6はコントロールシャフト、9はピストン、10はレール、18は右バンク、19は左バンクである。なお、右バンク18のフロント側から#1、#3、#5気筒、そして左バンク19のフロント側から#2、#4、#6気筒とし、左右バンク18、19の挟み角、すなわち、いわゆるバンク角は前面投影図で左右バンクのアッパーデッキ上端がオーバーラップする狭いバンク角、例えば15度とする。また、各リンク3、4、5は左右バンク18、19で同一形状のものを使用し、クランクシャフト1のアーム長さ、すなわちクランクピン2の回転半径は全気筒同一とする。

【0013】

ピストン9は、アッパーリンク4及びロアリンク3を介してクランクシャフト1に連結される。ピストン9はアッパーリンク4の一端にピストンピン12を介して回転可能に連結され、アッパーリンク4の他端とロアリンク3とはアッパーピン8を介して連結されている。ロアリンク3は、略中央をクランクシャフト1のクランクピン2に回転可能に締結され、クランクシャフト1とともに回転する。また、ロアリンク3のアッパーリンク4と反対側には、コントロールリンク5がコントロールピン7を介して回転可能に締結され、コントロールリンク5はコントロールシャフト6のコントロールシャフトピン16（オフセットピン）に回転可能に締結される。コントロールシャフト6の中心軸とコントロールシャフトピン16の軸とは偏心している。レール10は図示しないシリンダブロックの下部に締結されるラダーフレームやオイルパン等の内燃機関本体の構造部材に固定又は一体化されており、また、クランクシャフト1の回転軸を中心とする円弧状の長孔（以下、円弧状長孔という）11が設けられる。

【0014】

図2に示すように、クランクシャフト1の回転軸は右バンク18と左バンク19のそれぞれシリンダ軸線から図中右側にオフセットしており、かつ、クランクシャフト1の回転軸に対してシリンダ軸線とは反対側にコントロールシャフト6を配置する。ここで、左右バンク18、19のオフセット量は同一とする。

【0015】

図3はコントロールシャフト6の単品図面である。図3に示すように、コントロールシャフト6は、コントロールシャフト6の中心軸から偏心したコントロールシャフトピン16を気筒数分だけ、すなわち6箇所備える。そして、#1、#3、#5気筒用の各コント

ローラシャフトピン16は、コントロールシャフト6の中心軸に対して同一方向に同一量だけ偏心している。#2、#4、#6気筒用の各コントロールシャフトピン16も同様である。

【0016】

また、#1、#3、#5気筒用の各コントロールシャフトピン16の中心軸と#2、#4、#6気筒用の各コントロールシャフトピン16の中心軸は、クランクシャフト1の回転軸とコントロールシャフト6の中心軸とを結ぶ直線に対して互いに対称となる位置であって、かつクランクシャフト1の回転軸を中心とする円周上に位置する。

【0017】

コントロールシャフト6の両端及び各コントロールシャフトピン16の間には、コントロールシャフト6と同軸のメインジャーナル17を備える。

【0018】

図4はクランクシャフト1の単品図面である。図4に示すようにクランクピン2が設けられる。クランクピン2の配置については図5を参照して説明する。図5はクランクシャフト1をエンジンリア側から見た場合のクランクピン2の配置の模式図である。なお、エンジン回転方向は図中反時計回りとする。

【0019】

#1気筒のクランクピン位置を基準とすると、#2気筒のクランクピン位置は#1気筒のクランクピン位置から時計回り方向に120度+バンク角(=135度)だけ回転した位置、#3気筒のクランクピン位置は#2気筒のクランクピン位置から時計回り方向に120度-バンク角(=105度)だけ回転した位置、#4気筒のクランクピン位置は#3気筒のクランクピン位置から時計回り方向にバンク角(=15度)だけ回転した位置、#5気筒のクランクピン位置は#4気筒のクランクピン位置から反時計回り方向に120度+バンク角(=135度)だけ回転した位置、#6気筒のクランクピン位置は#5気筒のクランクピン位置から反時計回り方向に120度-バンク角(=105度)だけ回転した位置とする。

【0020】

点火順序は#1-#5-#3-#6-#2-#4とする。すなわち、右バンク18ではリア側の気筒からフロント側の気筒へ順次点火し、右バンク18の3つの気筒を連続して点火した後に、左バンク19ではフロント側の気筒からリア側の気筒へ順次点火する。このように右バンク18と左バンク19とで前後方向逆周りの点火順序で、かつクランクピン2を上述したように配置することにより、点火間隔が120度のいわゆる等点火間隔となる。

【0021】

図1、図2に示したピストン-クランク機構は、各気筒毎についてみれば特開2001-227367や特開2002-61501等に記載された可変圧縮比機構と基本的に同じであるため、機構の概略及びV型エンジン特有の事項についてのみ説明する。

【0022】

まず、左右バンク18、19の各リンク3、4、5が互いになす角度等の位置関係(以下、リンクジオメトリという)について図9を参照して説明する。図9はピストン9が上死点位置となる場合の左右バンク18、19のリンクジオメトリを表す図であり(実際には左右両バンクともにピストンが上死点位置にある状態はない)、円弧Pはエンジン回転に伴うクランクピン2の移動の軌跡、円弧Rは圧縮比変更の際のコントロールシャフト6の軌跡をそれぞれ表している。

【0023】

前述したように、左右バンク18、19の気筒のコントロールシャフトピン16をクランクシャフト1の回転軸とコントロールシャフト6の中心軸とを結ぶ直線に対して対称な位置、すなわちクランクシャフト1の回転軸からの距離が等しくなるように配置する。また、クランクシャフト1の回転軸からクランクピン2までの長さは全気筒で同一にする。そして、各リンク3、4、5は全気筒で同一のものを使用し、アッパーリンク4とロアリ

リンク3とがなす角、及びロアリンク3とコントロールリンク5とがなす角、が左右バンク18、19で等しく、かつ左右バンク18、19のコントロールピン7及びアッパーピン8はそれぞれクランクシャフト1の回転軸からの距離が等しくなるようにリンクジオメトリを設定する。

【0024】

このように左右バンク18、19のリンクジオメトリを設定することで、筒内でのピストン9の位置が同じ状態におけるリンクジオメトリを比較すると、左バンク19のリンクジオメトリをクランクシャフト1の回転軸を中心としてバンク角分回転すると右バンク18のリンクジオメトリに重なる。

【0025】

上記のように構成したV型エンジンを回転させた場合について、図8を参照して説明する。図8は、フロント方向から見た#1、#2気筒のピストン9、各リンク3、4、5等の挙動を表した図であり、左側から順にクランク角度が90度、180度、270度、ゼロ度の状態を表す。なお、クランク角度がゼロ度とは、#1気筒のクランクピン2が図中12時方向を向いた状態であり、このとき#1気筒は上死点となる。

【0026】

#1気筒では、クランク角がゼロ度から90度になるとロアリンク3が図中反時計回りに傾き、これに伴ってアッパーリンク4が下方に移動することでピストン9の位置が下降する。クランク角が180度になると、さらにロアリンク3が反時計回りに傾き、ピストン9の位置が更に下降する。クランク角が270度になると、ロアリンク3はクランク角180度の状態から時計回り方向に傾くのでピストン9の位置は上昇する。そして、クランク角がゼロ度になるまで上昇し続ける。また、コントロールリンク5は、ロアリンク3の傾きの変化に伴ってコントロールリンクジャーナル16を中心として揺動する。

【0027】

#2気筒は、位相のずれはあるものの、各リンク3、4、5及びピストン9の挙動は#1気筒と同じである。そして、他の#3～#6の気筒についても同様の挙動となる。

【0028】

次に、圧縮比を変化させる場合について図6を参照して説明する。図6は左右バンク18、19のいずれか一つの気筒について、ピストンピン12からコントロールシャフト6までのリンクジオメトリを模式的に表した図であり、図6中の破線Rは円弧状長孔11に沿って移動するコントロールシャフト6の軌跡を表している。なお、図6ではピストン上死点位置の変化を明確にするため、シリンダ軸を垂直に表している。

【0029】

コントロールシャフト6のメインジャーナル17が、レール10に設けた円弧状長孔11に沿って移動することにより、連結ピン7が移動し、ロアリンク3の傾きが変わることによりアッパーリンク4及びピストン9の上死点位置が変わる。

【0030】

例えば、コントロールシャフト6が反時計回り方向に移動する場合、すなわち図6(a)の状態から図6(b)の状態に変化する場合には、ロアリンク3はクランクピン2を中心として反時計回りに傾き、これによりロアリンク3と連結されたアッパーリンク4は下方に移動するので、ピストンピン12の位置が低くなって機関圧縮比が低くなる。

【0031】

逆にコントロールシャフト6が時計回り方向に移動する場合、すなわち図6(b)の状態から図6(a)の状態に変化する場合には、ロアリンク3はクランクピン2を中心として時計回り方向に傾き、これによりロアリンク3と連結されたアッパーリンク4は上方に移動するので、ピストンピン12の位置が高くなって機関圧縮比が高くなる。

【0032】

このようにして機関圧縮比を変化させる場合、前述したように左右バンク18、19のリンクジオメトリを設定することにより、変化後のリンクジオメトリもクランクシャフト1の回転軸を中心としてバンク角分だけ回転すると重なり合う形状となる。すなわち、コ

ントロールシャフト6を移動させた場合に、機関圧縮比の変化の挙動は左右バンク18、19で同一となる。

【0033】

なお、コントロールシャフト6は、図示しないモータ付きアクチュエータ等により駆動するものとする。

【0034】

また、コントロールシャフト6が円弧状長孔11に沿って移動する際には、クランクシャフト1の回転軸から各コントロールシャフトピン16の中心軸までの距離は一定のままである。すなわち、コントロールシャフト6がコントロールシャフト6の中心軸を中心として回転することはない。

【0035】

したがって、円弧状長孔11に接するコントロールシャフト6のメインジャーナル17の断面形状は必ずしも円形である必要はなく、例えば、メインジャーナル17と円弧状長孔11との接触部の面圧荷重を低減させるために、図7に示すような円弧状長孔11と同曲率の曲率面を持つ半円弧状台形断面としてもよい。

【0036】

次に、本実施形態のようにピストン9とクランクシャフト1とを複数のリンク3、4を介して連結する複リンク式のエンジンと、従来と同様のコンロッドのみを介して連結する単一リンク式のエンジンとの、起振力差、及び点火順序の影響について比較して説明する。

【0037】

なお、単一リンク式はバンク角60度のV型6気筒エンジンであって点火順序が#1-#2-#3-#4-#5-#6のエンジンとし、複リンク式は、バンク角60度のV型6気筒エンジンであって点火順序が#1-#2-#3-#4-#5-#6のエンジンと、バンク角が15度のV型6気筒エンジンであって点火順序が#1-#2-#3-#4-#5-#6のエンジンと、バンク角が15度のV型6気筒エンジンであって点火順序が#1-#5-#3-#6-#2-#4のエンジンの3つの仕様として比較する。なお、上記の各仕様は、クランクシャフト1が同一の質量及び重心半径をもつカウンターウェイトを有するものとする。

【0038】

起振力としては、慣性力及びピッチングモーメント、ヨーイングモーメントによるモーメント起振力があり、これらは、(アッパーピン8(アッパーピン)～コントロールピン7(コントロールピン)間距離)/(クランクピン2～コントロールピン間距離)で表されるアーム比(以下、この比を荷重増加率という)によるクランクピン2に掛かる荷重の増加、複リンク式による往復質量ピストン12の運動の時間軸軌跡やアッパーピン8の運動の軌跡の変化、及びそれらが6気筒組み合わせられたことによる結果として増加する。

【0039】

ピッチングモーメントは、主にバンク間の点火順序差による影響が大きく、一般的なV型エンジンの点火順序である#1-#2-#3-#4-#5-#6、すなわち、左右バンク18、19で交互に、かつ左右バンク18、19ともにフロント側からリア側に向けて点火する場合に対し、点火順序を#1-#5-#3-#6-#2-#4、すなわち、右バンク18の3つの気筒を連続して点火した後に、左バンク19の3つの気筒を連続して点火し、かつ左右バンク18、19で点火順序の前後方向が逆(右バンク18だけを見ると#1-#5-#3-#1-...の順番であり、左バンク19だけを見ると#6-#2-#4-#6-...の順番)にすると、大幅に振幅が低減する。

【0040】

ヨーイングモーメントは主にバンク角による影響が大きく、狭角になるほどその振幅が低減するが、ピッチングモーメントと同様に、点火順序を#1-#5-#3-#6-#2-#4にすると、さらに低減する。

【0041】

6気筒エンジンの基本次数群である3n次(3次、6次、9次・・・)の成分は、ピッチング、ヨーイング共にモーメント起振力に対してバンク角による感度が大きい。また、全気筒の起振力が同位相であるため、基本次数群3n次は点火順序による改善はない。

【0042】

1次成分は、バンク角を狭角、かつ左右バンク18、19で逆周りの点火順にすることで1次モーメント素質が良好となるので、同一の1次起振力に対しては、質量×重心半径の値が小さい仕様のカウンターウェイトで対応することができる。

【0043】

慣性力は、その各気筒で120度等間隔で行われるピストン9の往復運動により3次成分が大きく、バンク角を狭角にすることで必然的にその上下方向(垂直)成分が悪化する。FR機種では、慣性力を発生するエンジンに対して、リア側のトランスミッションマウント点にとってはモーメントアームの大きいピッチングモーメントとして作用するため、バンク角が狭角になるほど、慣性力の上下方向成分悪化のトランスミッションマウント振動への影響は増大する。

【0044】

一方、先に述べたエンジンそのものに発生するピッチングモーメントは、バンク角を狭角化することにより改善されるため、慣性力悪化によるリア側のトランスミッションマウント点での悪化とトレードオフ関係となる。

【0045】

この結果、バンク角が狭角のV型エンジンでは、バンク角60度のV型エンジンに比べてピッチングモーメント等の起振力は低減し、さらに、点火順序をV型エンジンとして一般的な#1-#2-#3-#4-#5-#6から、#1-#5-#3-#6-#2-#4に変更することで、左右バンク18、19のモーメントを相殺し、図10、図11に示すように、振幅が大きい1次、2次の起振力を含め、3次成分を除く高次まで、パワーブラント振動(フロント右側エンジンマウント及びリアトランスミッションマウントの振動)が低減する。なお、図10は、FR(フロントエンジン-リアドライブ)機種のフロント右側エンジンマウントの振動の計算例を表す図であり、図11は同じくFR機種のリアトランスミッションマウントの振動の計算例を表す図である。

【0046】

以上のように本実施形態によれば、次のような効果を得ることができる。

【0047】

V型内燃機関において、ピストン9にピストンピン12を介して連結されるアッパーリンク4と、一端がアッパーリンク4に他端がクランクピン2に連結されるロアリンクと、一端がロアリンク3に連結され、ピストン9の挙動に応じて他端を軸として揺動するコントロールリンク5と、気筒列方向に沿ってクランクシャフト1と略平行に延び、全気筒のコントロールリンク5の他端を揺動可能に支持するコントロールシャフト6とを有し、コントロールシャフト6を移動させることによるコントロールリンク5の揺動中心の相対的な位置変化により機関圧縮比を可変制御する可変圧縮比機構を備え、アッパーリンク4、ロアリンク3及びコントロールリンク5が構成するリンクジオメトリを、筒内でのピストン高さが同じであれば左右バンク18、19で同一形状であり、かつクランクシャフト1の回転軸を中心としてバンク角分回転させたときに重なるように設定し、機関圧縮比を変化させる場合にはコントロールシャフト6をクランクシャフト1の回転軸を中心とした円弧上を移動させるので、左右バンク18、19で同一の圧縮比可変挙動を実現することができ、さらに、1本のコントロールシャフト6で全気筒の圧縮比を変化させることができるのでコンパクトな構造とすることができる。

【0048】

コントロールシャフト6は中心軸からオフセットしたコントロールシャフトピン16を備え、オフセットピン16のオフセット方向は、左バンク19の気筒のコントロールリンク5を連結するオフセットピン群のオフセット方向と、右バンク18の気筒の前記コントロールリンク5を連結するオフセットピン群のオフセット方向の2方向であり、これらオ

フセットしたピン間にメインジャーナル17を備えるので、コントロールシャフト6を1本化できるだけでなく、さらに、コントロールシャフト6を保持するために高荷重に耐えうる剛性を要求され、重量増を余儀なくされる軸受部や、コントロールシャフト6を駆動するためのアクチュエータ等の数を最小限にすることができるので、V型エンジンに複リンク式のピストンクランク機構を適用することによる重量増加を抑制することができる。

【0049】

左右バンク18、19のボアの軸線が同一量だけクランクシャフト1の回転軸からオフセットしており、コントロールシャフト6がクランクシャフト1に対して左右バンク18、19とは反対側に位置する回転2次成分の振動を低減することができる。

【0050】

さらに、バンク角を狭角に設定することによるピッチングモーメント及びヨーイングモーメント起振力の低減効果と、前面投影図で左右バンク18、19のアップーデッキ上端付近がオーバーラップすることによるシリンダブロックの剛性向上効果とにより、機関全体としての振動を低減することができる。

【0051】

また、バンク角が60度や90度の場合と比較して、対向する気筒のボア下端付近と複リンク機構との干渉を回避することが容易となり、さらに、ピッチングモーメント及びヨーイングモーメント起振力の低減により、小さなカウンターウェイトで済むようになるので、比較的容易にロングストローク化することが可能となる。

【0052】

左バンク19と右バンク18とで点火順序を前後方向逆周りにすることで、左右バンク18、19のモーメントが相殺され、バンク角を狭角に設定することによる特性とあわせて、ピッチングモーメント起振力とヨーイングモーメント起振力の振幅を低減することができるので、複リンク式にすることにより増大する慣性力とピッチングモーメントとヨーイングモーメントによる機関全体の振動増大を低減することができる。

【0053】

クランクシャフト1のクランクピン配列は、点火順序が1番目の気筒のクランクピン2を基準として、エンジンリア側から見たときに時計回転方向に120度オフセットした位置に点火順序が2番目の気筒のクランクピン2、そこから時計回転方向に120度オフセットした位置に点火順序が3番目の気筒のクランクピン2、そこから120度+バンク角だけオフセットした位置に点火順序が4番目の気筒のクランクピン2、そこから120度オフセットした位置に点火順序が5番目の気筒のクランクピン2、そこから120度オフセットした位置に点火順序が6番目の気筒のクランクピン2、という配列、又は前記配列とは逆回転方向の配列とするので、V型6気筒エンジンにおいて120度ごとの等点火間隔とすることができる。これにより、エンジン回転の0.5次の倍数次の起振力の増幅を抑制できるので、バンク角にかかわらず、従来の複リンク式のV型エンジンに比べて振動の増幅を防止することができる。

【0054】

第2実施形態について図12、図13を参照して説明する。

【0055】

図12、図13はそれぞれ図1、図2に相当する図であり、図12は本実施形態のピストンクランク機構を模式的に表した図、図13は図12をフロント側から見た図である。

【0056】

本実施形態の構成は基本的に第1実施形態と同様であるが、コントロールシャフト6を移動させるための機構が異なる。

【0057】

本実施形態では、第1実施形態のレール10に代えてアーム20を用い、これによりコントロールシャフト6をクランクシャフト1の回転軸を中心として移動させる。

【0058】

アーム20は、一方の端部付近がクランクシャフト1の両端付近にクランクシャフト1の回転軸を中心として回転自由に支持され、他方の端部付近はコントロールシャフト6の前後端部付近に接続される。なお、例えば図12のように、#2気筒と#3気筒との間及び#4気筒と#5気筒との間でメインジャーナル17を支持してもよい。

【0059】

そして、クランクシャフト1付近に設けた図示しないモータアクチュエータ等によって、アーム20をクランクシャフト1の回転軸を中心として回転させることにより、コントロールシャフト6はクランクシャフト1の回転軸を中心とした円弧軌跡上を移動する。

【0060】

これにより、第1実施形態と同様に、左右バンク18、19の圧縮比変化量を同一にすることができる。

【0061】

また、コントロールシャフト6がアーム20の先端付近でクランクの回転軸を中心とした円弧の軌跡を描くので、回転挙動であること、及び操作角度に対するコントロールシャフト6のストロークが大きいことから、圧縮比の可変制御を精度良く行うことができる。

【0062】

なお、本発明は上記の実施の形態に限定されるわけではなく、特許請求の範囲に記載の技術的思想の範囲内で様々な変更を成し得ることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】第1実施形態のピストンクランク機構を表す概略図である。

【図2】第1実施形態のピストンクランク機構の前面投影図である。

【図3】コントロールシャフトを表す図である。

【図4】クランクシャフトを表す図である。

【図5】クランクピン配列を表す図である。

【図6】圧縮比を変化させる際の各リンクの動きを説明するための図である。

【図7】コントロールシャフトのメインジャーナル断面形状の一例を表す図である。

【図8】クランクシャフトを回転させたときの複リンクを説明するための図である。

【図9】複リンクのリンクジオメトリを模式的に表した図である。

【図10】バンク角や点火順序等の条件ごとのフロントエンジンマウント振動を表した図である。

【図11】バンク角や点火順序等の条件ごとのリアエンジンマウント振動を表した図である。

【図12】第2実施形態のピストンクランク機構を表す概略図である。

【図13】第2実施形態のピストンクランク機構の前面投影図である。

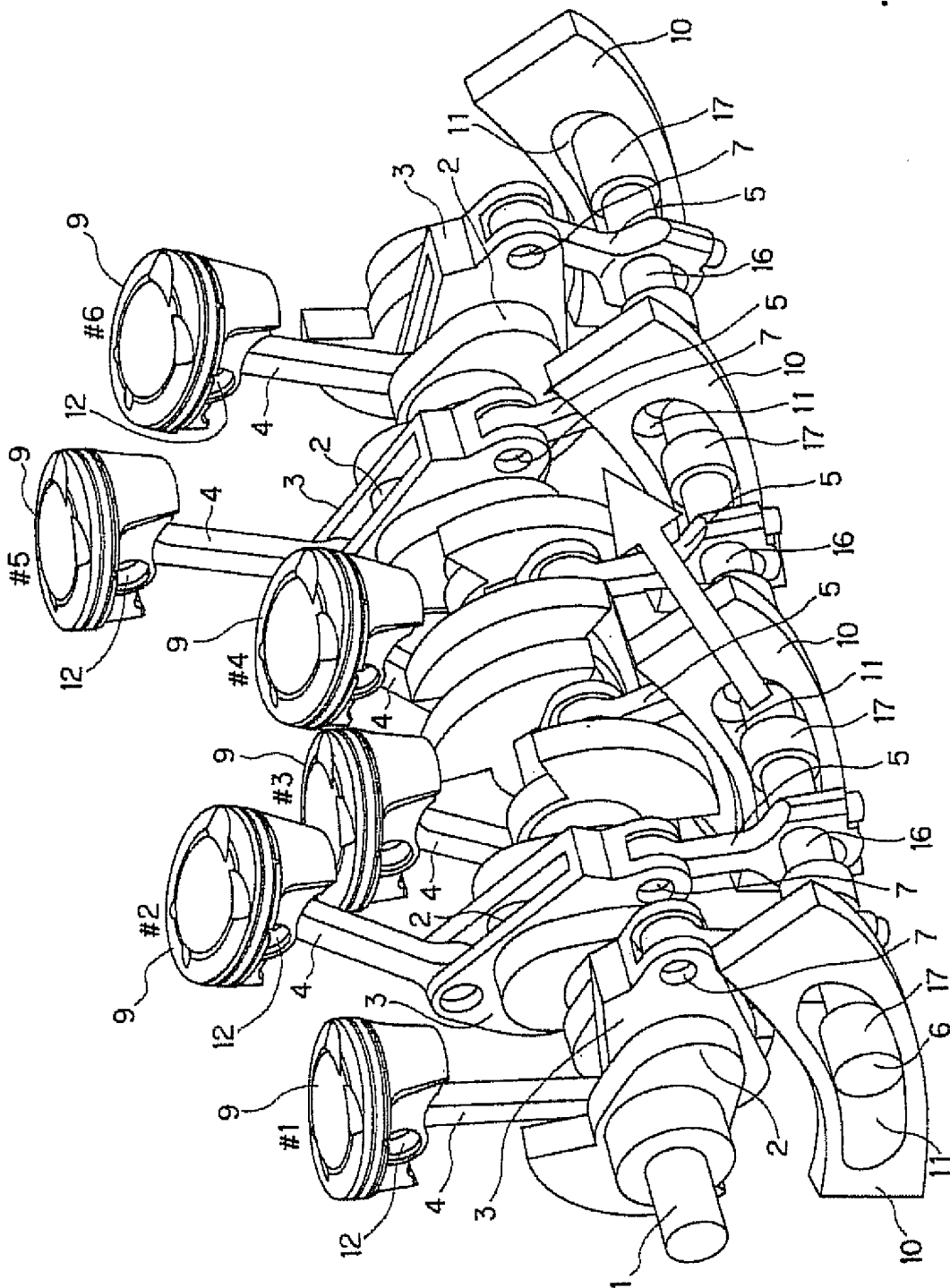
【符号の説明】

【0064】

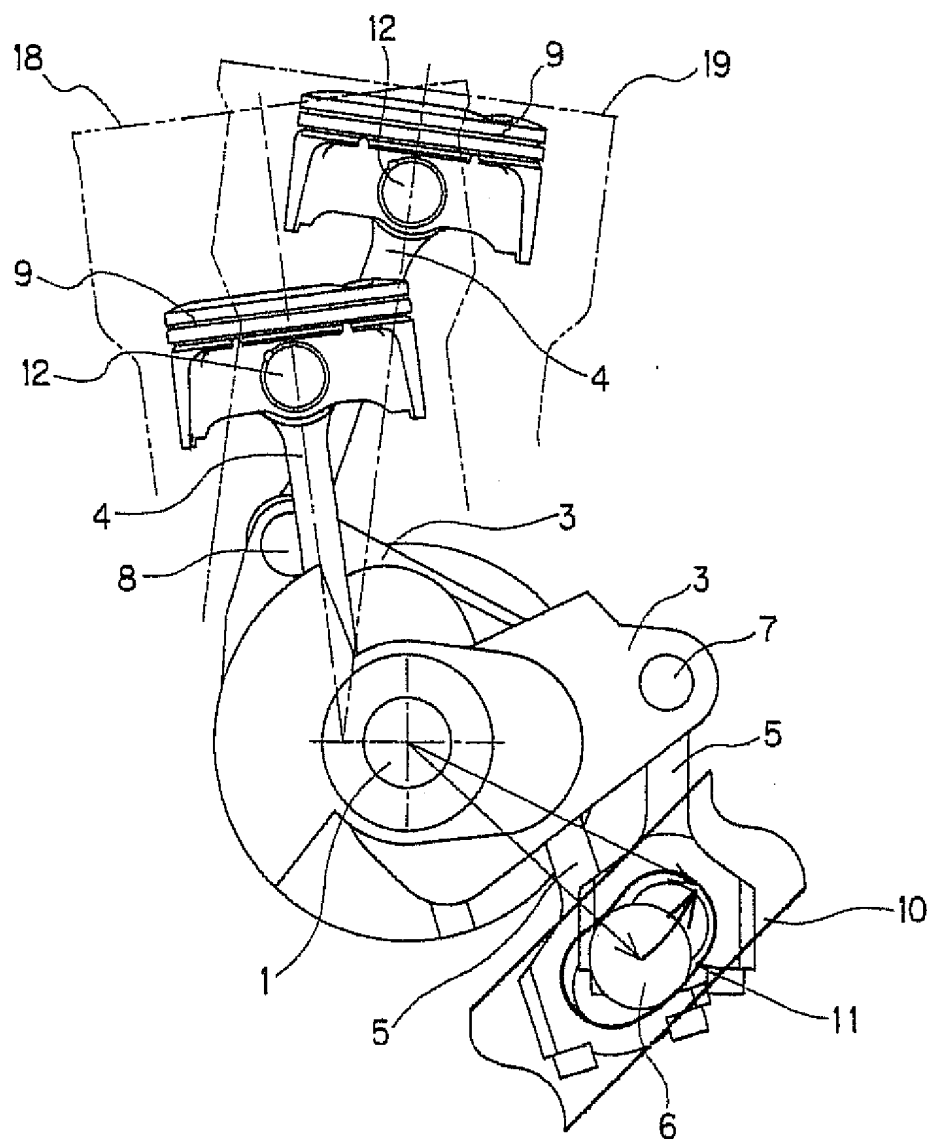
- 1 クランクシャフト
- 2 クランクピン
- 3 ロアリンク
- 4 アッパーリンク
- 5 コントロールリンク
- 6 コントロールシャフト
- 7 コントロールピン
- 8 アッパーピン
- 9 ピストン
- 10 レール
- 11 円弧状長孔
- 12 ピストンピン

- 13 アーム
- 14 ジャーナル加工部
- 15 連結部
- 16 コントロールシャフトピン
- 17 メインジャーナル
- 18 右バンク
- 19 左バンク
- 20 アーム

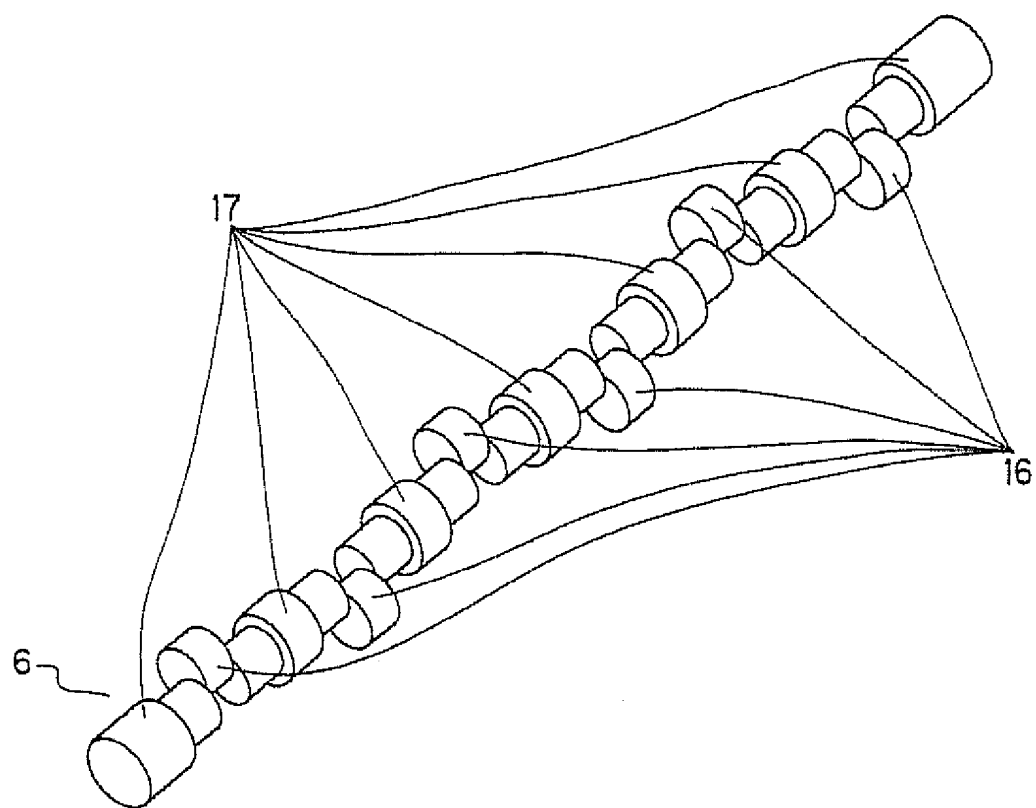
【図1】



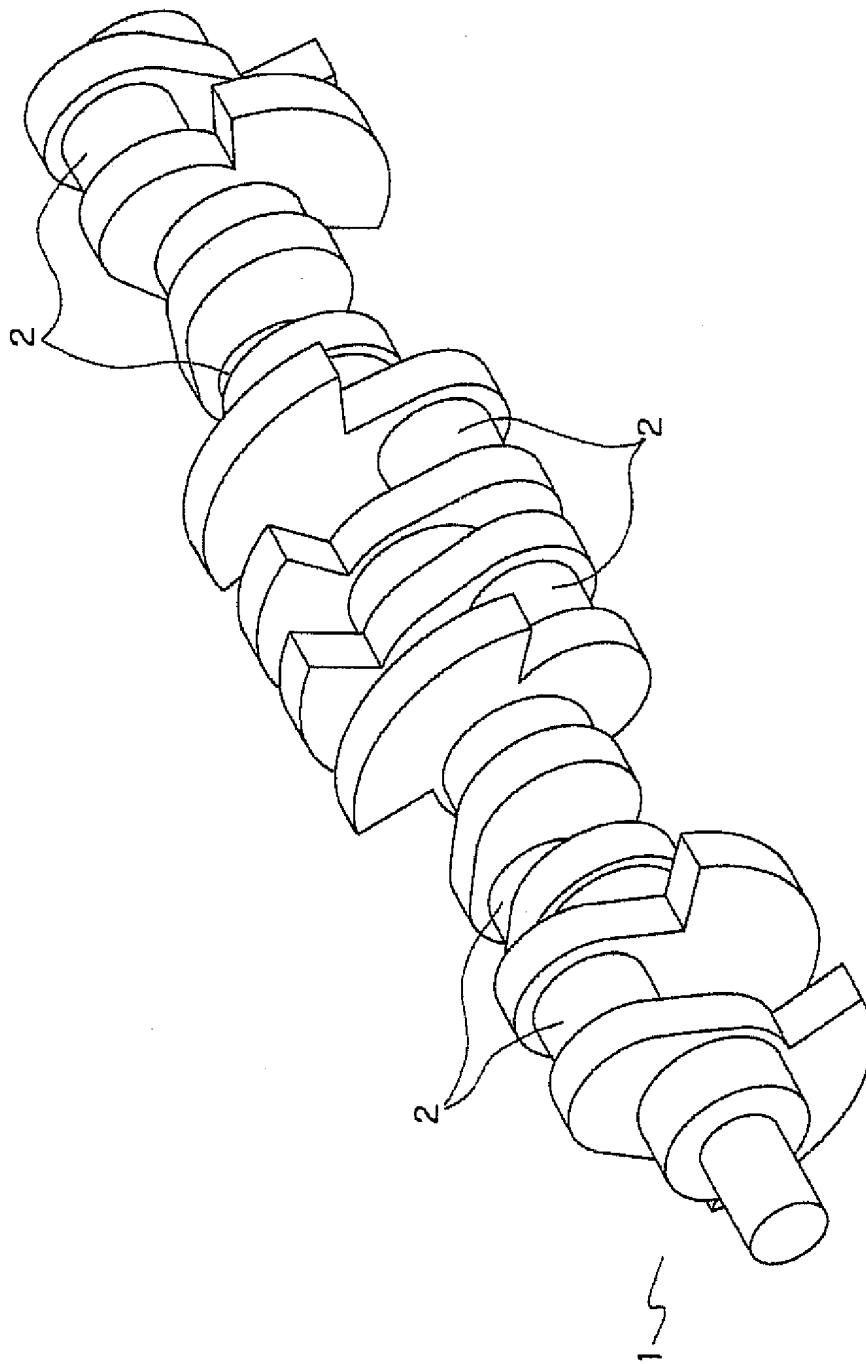
【図2】



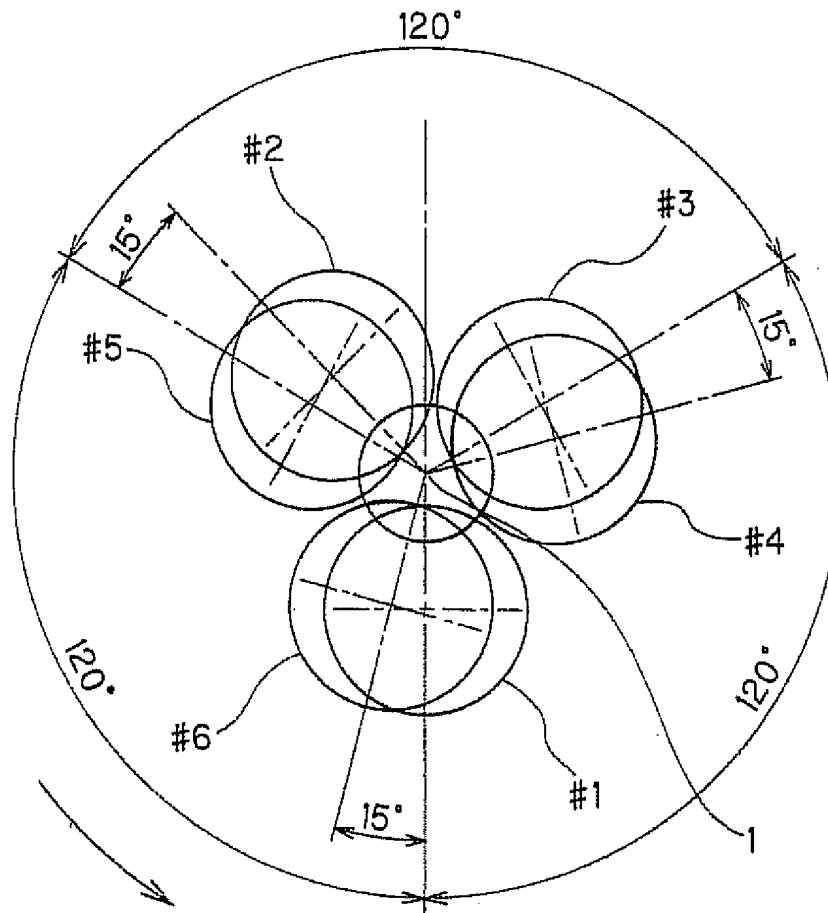
【図3】



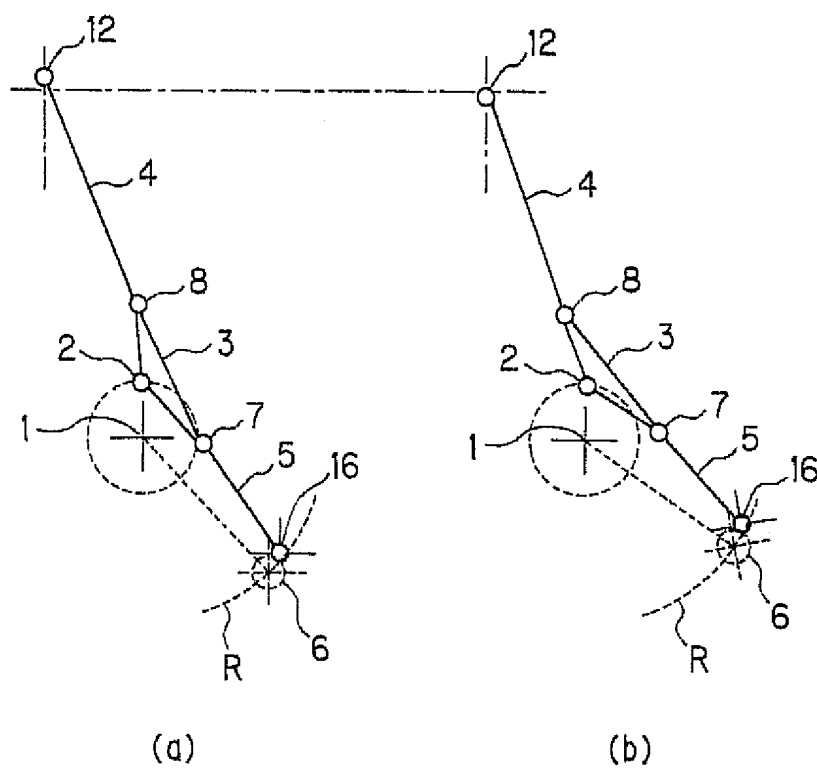
【図4】



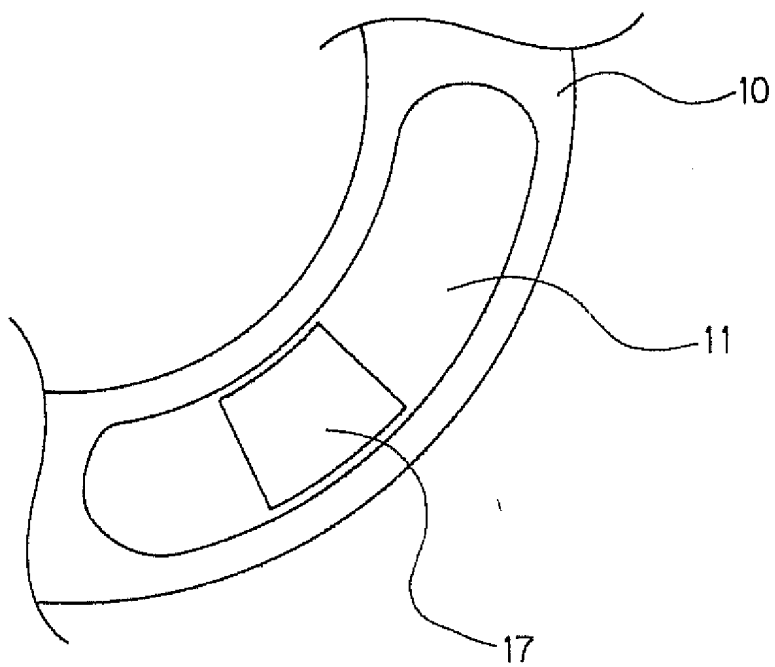
【図5】



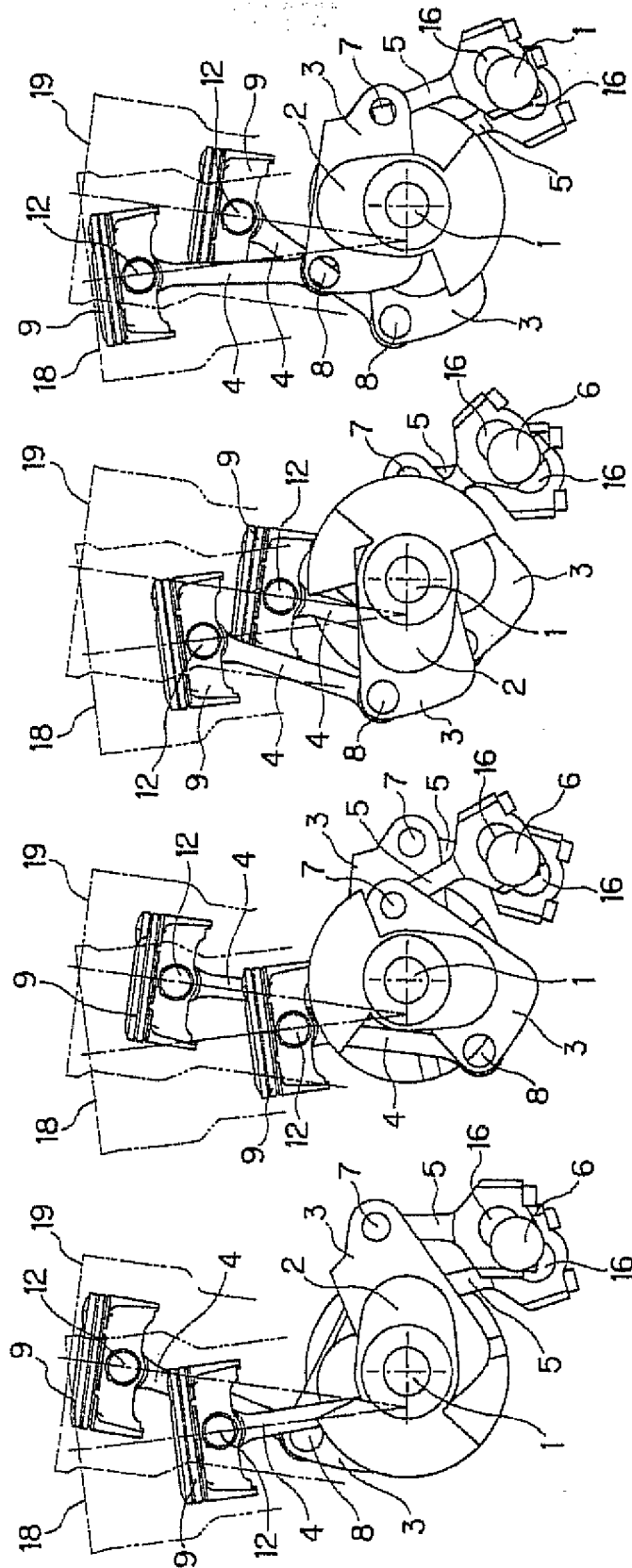
【図6】



【図7】



【図8】



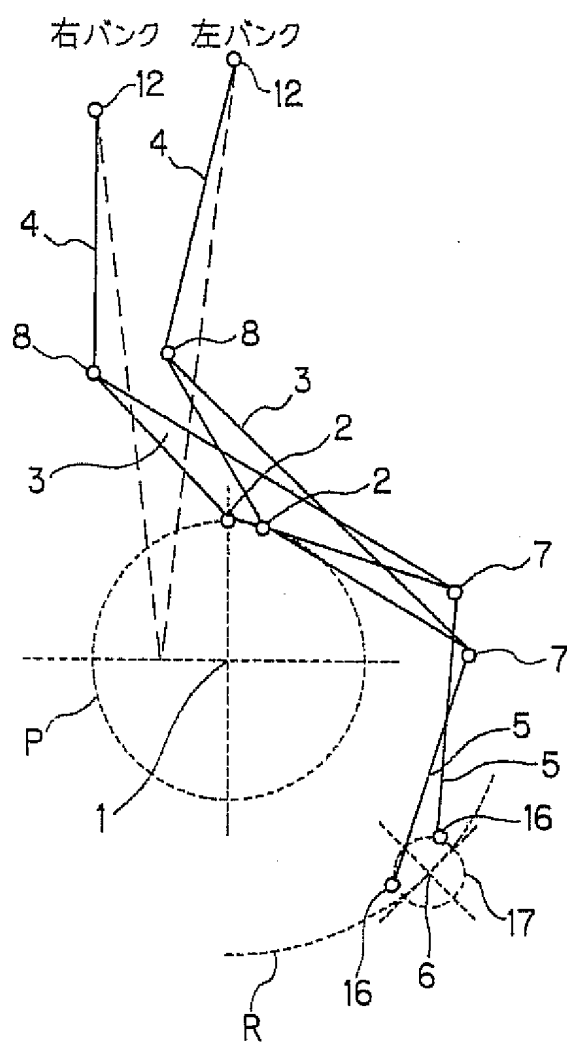
クランク0度位置

クランク270度位置

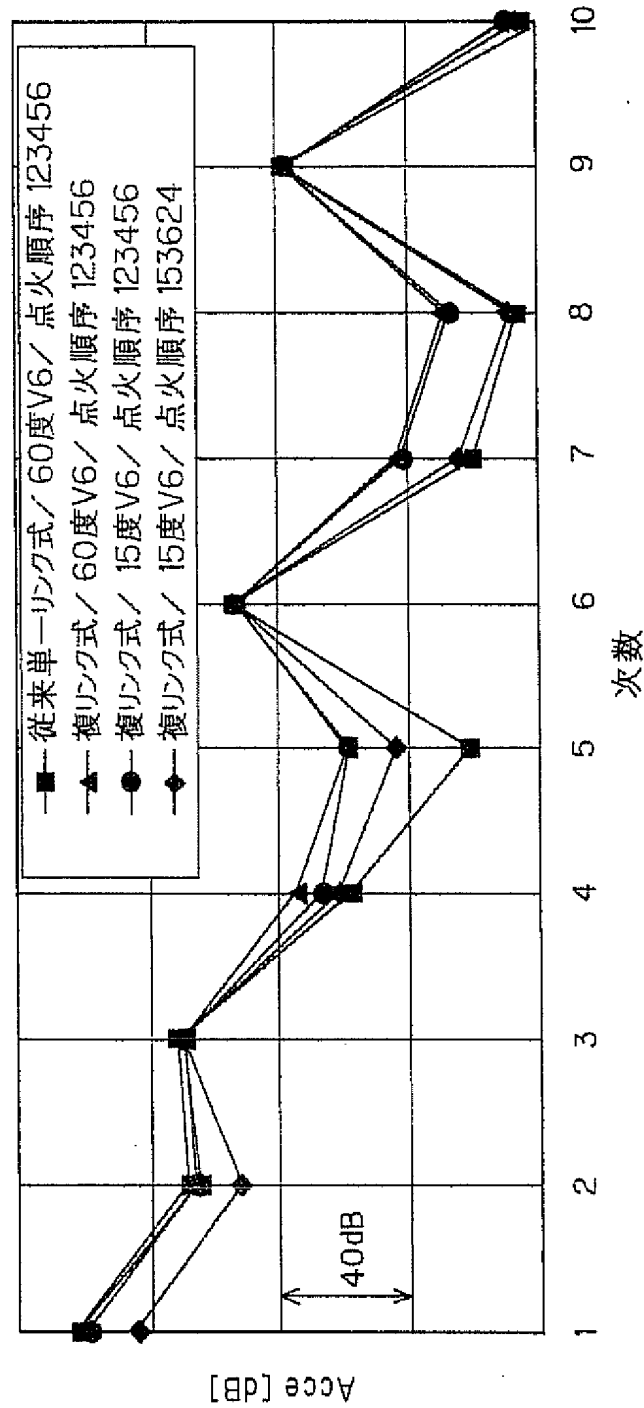
クランク180度位置

クランク90度位置

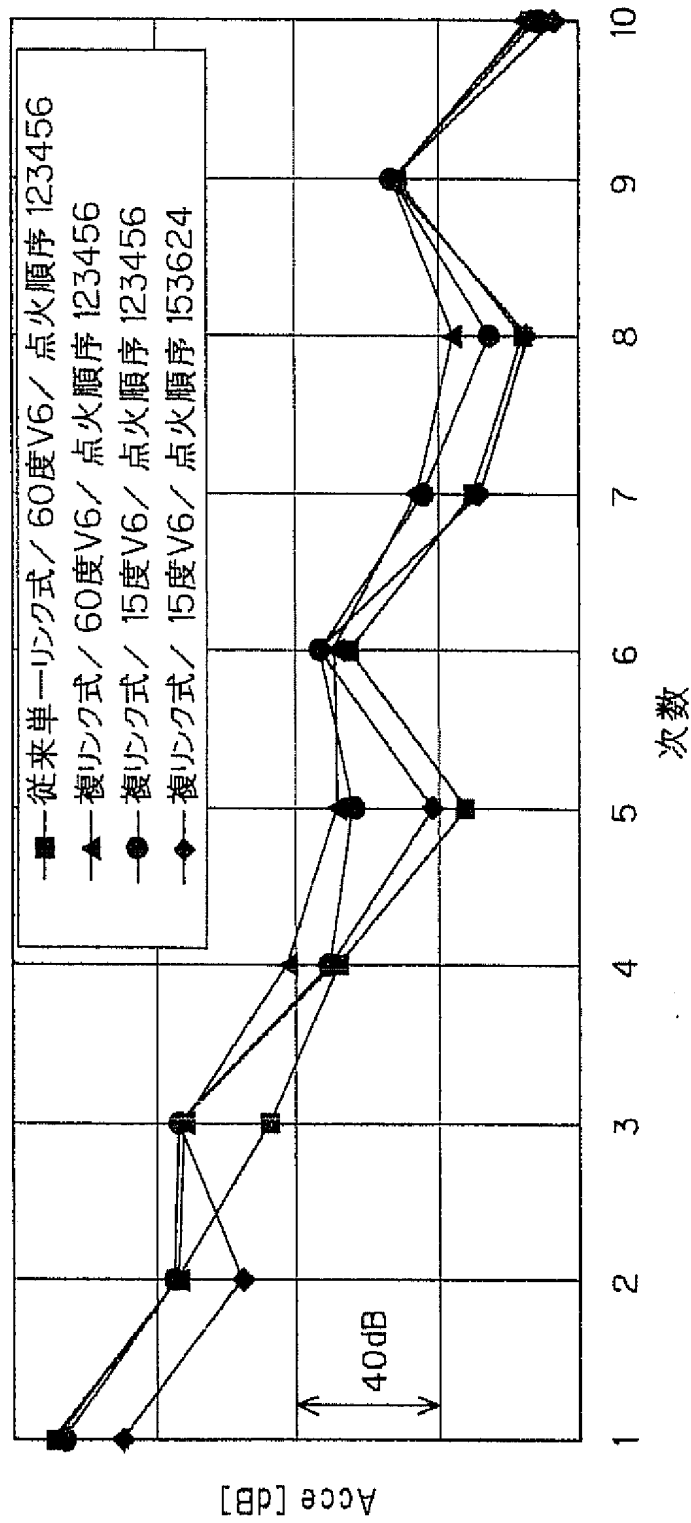
【図9】



【図10】



【図11】





PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2009-097449 A**(43) Date of publication of application: **07.05.2009**

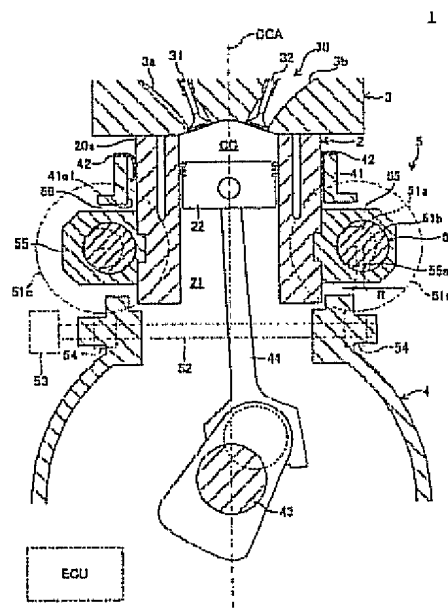
(51) Int. Cl. **F02B 75/04 (2006.01)**
F02D 15/04 (2006.01)
F02F 1/18 (2006.01)
F02F 7/00 (2006.01)

(21) Application number: **2007270548**(22) Date of filing: **17.10.2007**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(72) Inventor: **KAMIYAMA EIICHI****(54) VARIABLE COMPRESSION RATIO INTERNAL COMBUSTION ENGINE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a variable compression ratio internal combustion engine capable of favorably performing the relative movement of a cylinder block and a crankcase and the sealing of a sliding surface between the cylinder block and the crankcase by a simple device constitution.

SOLUTION: The internal combustion engine (1) is constituted to relatively move the cylinder block (2) and the crankcase (4) along the direction of an axis CCA of a cylinder (21) by a moving mechanism (5). The moving mechanism (5) includes a pair of control shafts (51). The control shaft (51) is provided with a journal (51a) and a cam (51b) fixed to each other to rotate in a body, and constituted to satisfy an expression of $0.5 < R/L$ when eccentric amounts of both members are R, and the relative movement amount in the direction of the axis CCA of the cylinder block (2) and the crankcase (4) between the highest compression ratio state and the lowest compression ratio state.

COPYRIGHT: (C)2009,JPO&INPIT



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-97449

(P2009-97449A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int. Cl.

F 1

テーマコード (参考)

F02B 75/04 (2006.01)

F02B 75/04

3G024

F02D 15/04 (2006.01)

F02D 15/04

D

3G092

F02F 1/18 (2006.01)

F02F 1/18

B

F02F 7/00 (2006.01)

F02F 7/00

301A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2007-270548 (P2007-270548)

(22) 出願日 平成19年10月17日 (2007.10.17)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 110000213

特許業務法人プロスペック特許事務所

(72) 発明者 神山 栄一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G024 AA42 DA18 FA14

3G092 AA12 DD07 DG01 DG08 EA01

EA02 EA11 FA11 FA12 FA50

HA14X

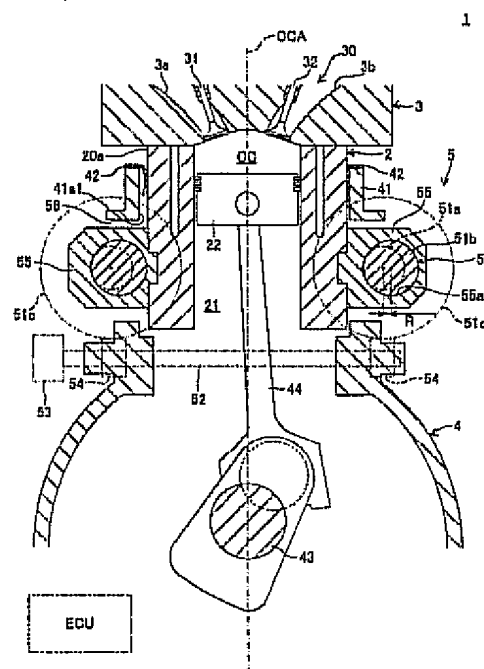
(54) 【発明の名称】 可変圧縮比内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 簡略な装置構成により、シリンダブロックとクランクケースとの相対移動、及びシリンダブロックとクランクケースとの摺動面のシールが、良好に行われ得る、可変圧縮比内燃機関を提供する。

【解決手段】 内燃機関(1)は、移動機構(5)により、シリンダブロック(2)とクランクケース(4)とをシリンダ(21)の軸線(CCA)の方向に沿って相対移動させ得るように構成されている。移動機構(5)は、一対の制御シャフト(51)を備えている。制御シャフト(51)は、一体的に回転するように互いに固定されたジャーナル部(51a)とカム部(51b)とを備えていて、両者の偏心量をRとし、最高圧縮比状態と最低圧縮比状態との間のシリンダブロック(2)とクランクケース(4)との軸線(CCA)の方向の相対移動量をLとした場合に、 $0.5 < R/L$ となるように構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダブロック及びこれに固定されたシリンダヘッドと、クランクケースとが、シリンダの軸線方向に沿って相対移動することで、圧縮比を変更可能に構成された、可変圧縮比内燃機関であって、

円柱状のジャーナル部と、前記ジャーナル部の中心軸から偏心して設けられ且つ当該ジャーナル部と一体的に回転するように当該ジャーナル部と結合された円柱状のカム部と、を備えた、制御シャフトと、

前記カム部及び前記ジャーナル部のうちの一方を回転可能に支持しつつ収容し得るように構成されていて、前記シリンダブロック側に設けられた、ブロック側支持部と、

他方を回転可能に支持しつつ収容し得るように構成されていて、前記クランクケース側に設けられた、クランクケース側支持部と、

を備え、

一対の前記制御シャフトが、前記シリンダブロックの両側にて互いに平行に設けられ、且つ同一方向に回転駆動されることですべての前記カム部が同一方向に指向するように構成され、

前記制御シャフトは、

前記ジャーナル部と前記カム部との偏心量を R とし、圧縮比が最高である状態と最低である状態との間の、前記軸線方向における前記シリンダブロックと前記クランクケースとの相対移動量を L とした場合に、

$0.5 < R/L$ となるように構成されたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項2】

請求項1に記載の、可変圧縮比内燃機関において、

前記シリンダブロックと前記クランクケースとの相対移動量を規制し得るように構成された移動量規制部をさらに備えたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項3】

請求項2に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記移動量規制部は、

前記シリンダブロックの側面と対向するように前記クランクケース側に設けられたストッパ部材を備え、

前記ストッパ部材が前記側面と当接することで、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの相対移動量を規制し得るように構成されたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項4】

請求項3に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記移動量規制部は、

前記クランクケースに装着されていて、前記ストッパ部材を支持するとともに、前記ストッパ部材を前記側面に接近する方向又は前記側面から離隔する方向に移動させ得るように構成された、ストッパ支持部を、さらに備えたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項5】

請求項1ないし請求項4のうちのいずれか1項に記載の、可変圧縮比内燃機関において、

前記クランクケースに回転可能に支持されたクランクシャフトと一体的に回転するように、当該クランクシャフトと結合された、駆動力出力部と、

前記駆動力出力部と係合することで回転駆動力が伝達され得るように構成されているとともに、伝達された回転駆動力を前記シリンダヘッドに設けられた動弁機構に伝達し得るように構成された、中継部と、

前記駆動力出力部と前記中継部との係合状態を調整し得るように構成された、係合状態

調整部と、

をさらに備えたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項6】

請求項5に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記駆動力出力部及び前記中継部は、円板状のギヤを備え、

前記駆動力出力部の前記ギヤと、前記中継部の前記ギヤとは、互いに噛み合うように配置され、

前記係合状態調整部は、

前記シリンダブロックによって揺動可能に支持されていて、前記中継部の前記ギヤを回転可能に支持するように構成された、支持板と、

前記中継部の前記ギヤが、前記駆動力出力部の前記ギヤと当接するように、前記支持板を付勢する、付勢バネと、

を備え、前記駆動力出力部の前記ギヤと前記中継部の前記ギヤとの当接状態を調整するように構成されたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【請求項7】

請求項6に記載の、可変圧縮比内燃機関であって、

前記係合状態調整部は、

前記クランクケース側に設けられていて、円筒面状の表面を有するように構成された、第一ガイド部と、

前記第一ガイド部の前記表面と当接するように前記支持板側に設けられていて、前記中継部が前記表面の形状に倣った略円弧状の軌道上を移動するように前記中継部の前記駆動力出力部に対する相対移動をガイドしつつ、前記駆動力出力部と前記中継部との当接状態を調整するように構成された、第二ガイド部と、

をさらに備えたことを特徴とする、可変圧縮比内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリンダブロック及びこれに固定されたシリンダヘッドと、クランクケースとが、シリンダの軸線方向に沿って相対移動することで、圧縮比を変更可能に構成された、可変圧縮比内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の内燃機関として、例えば、特開2003-206771号公報、特開2005-113839号公報、等の開示されたものが知られている。これらの内燃機関は、前記クランクケース（ロアケースとも称され得る）に対して前記シリンダブロックをスライドさせるスライド機構を備えている。このスライド機構は、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの間に構築されている。

【0003】

具体的には、前記スライド機構は、前記シリンダの両側方にて平行に配置された一対の制御シャフトを備えている（カムを備えることから、上記各公報では、「カム軸 [camshaft] 」という称呼が用いられている。但し、前記シリンダヘッドに備えられた動弁機構における「カムシャフト」と区別するため、本明細書中では、「制御シャフト」の称呼が用いられている。）。また、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの摺動面には、気密性のシールが設けられている。

【0004】

特開2003-206771号公報に開示されている構成においては、前記制御シャフトは、シャフト部と、このシャフト部に対して固定されたカム部と、前記シャフト部に対して回転可能に取り付けられた可動軸受部と、を備えている。前記カム部は、当該制御シャフトの中心軸に対して偏心した円形のカムプロフィールを有している。このカム部は、前記シリンダブロックに形成されたカム収納孔に収納されている。前記可動軸受部は、前記クランクケースに形成された軸受収納孔に収納されている。

【0005】

かかる構成を有する内燃機関においては、一対の前記制御シャフトが、互いに逆方向に回転されることで、前記シリンダブロックが、前記クランクケースに対して、前記軸線方向に沿って相対的にスライドする。これにより、圧縮比が変更される。具体的には、圧縮比が最低である状態（以下、「最低圧縮比状態」と称する。）から、前記制御シャフトが 180° 回転されると、圧縮比が最高である状態（以下、「最高圧縮比状態」と称する。）となる。また、圧縮比が最低あるいは最高である状態から、前記制御シャフトが 90° 回転されると、中間的な圧縮比の状態（以下、「中間圧縮比状態」と称する。）となる。

【0006】

一方、特開2005-113839号公報に開示されている構成においては、前記制御シャフトは、前記シャフト部と前記カム部とからなる単純な構成を有している。かかる構成においては、一対の前記制御シャフトが、互いに同期しつつ、同一方向に回転される。このため、前記シリンダブロックは、半円状の軌跡を描きながら、前記クランクケースに対して相対移動する。

【特許文献1】特開2003-206771号公報

【特許文献2】特開2005-113839号公報

【発明の開示】

【0007】

特開2003-206771号公報に開示されている構成においては、前記シリンダブロックを前記シリンダの前記軸線方向に沿って直線的に移動させるために、(1)前記シャフト部に対して自由に回転可能な前記可動軸受部が前記制御シャフトに設けられ、(2)一対の前記制御シャフトが互いに逆方向に回転される。このため、装置構成が複雑となっていた。

【0008】

すなわち、かかる構成においては、前記制御シャフトを構成する部品が多数にわたり、構造が複雑である。また、かかる構成においては、前記シリンダブロックと前記クランクケースとが、一対の前記制御シャフトによるマルチリンク機構を介して連結された状態となる。このため、前記シリンダブロックが前記クランクケースに対して揺動する可能性がある。このような揺動が生じると、燃焼圧の発生に伴って前記シリンダブロックと前記クランクケースとが衝突し、大きな打撃音が発生するおそれがある。したがって、前記シリンダブロックと前記クランクケースとのスムーズな前記軸線方向の相対移動を実現するためには、幅方向（前記軸線方向と直交し且つ前記制御シャフトの前記中心軸とも直交する方向）における前記シリンダブロックの位置を規制するガイド手段が別途必要であった。

【0009】

一方、特開2005-113839号公報に開示されている構成においては、前記制御シャフトの構造が単純化されている。このため、部品点数が低減され得る。また、前記シリンダブロックの前記幅方向における位置が、前記カム部の姿勢によって決定される。よって、前記シリンダブロックが前記クランクケースに対して揺動する可能性が低くなり、上述のような打撃音の発生も抑制され得る。

【0010】

しかしながら、かかる構成においては、前記シリンダブロックの移動軌跡が半円状となる。よって、前記制御シャフトの回転角が 0° である最低圧縮比状態、あるいは、同回転角が 180° である最高圧縮比状態から、同回転角が 90° である中間圧縮比状態に変更される場合に、前記幅方向に沿って、前記シリンダブロックが大きく移動する。したがって、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの摺動面におけるシールの気密性の確保が困難であった。

【0011】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明の目的は、簡略な装置構成により、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの相対移動、及び前記シリンダブロックと前記クランクケースとの摺動面のシールが、良好に行われ得る、

可変圧縮比内燃機関を提供することにある。

【0012】

本発明の可変圧縮比内燃機関（以下、単に「内燃機関」と称する。）は、シリンダブロック及びこれに固定されたシリンダヘッドと、クランクケースとが、シリンダの軸線方向に沿って相対移動することで、圧縮比を変更可能に構成されている。具体的には、この内燃機関は、制御シャフトと、ブロック側支持部と、クランクケース側支持部と、を備えている。

【0013】

前記制御シャフトは、ジャーナル部と、カム部と、を備えている。前記ジャーナル部と前記カム部とは、当該制御シャフトの長手方向に沿って並ぶように配列されている。前記ジャーナル部及び前記カム部は、円柱状に形成されている。前記カム部は、前記ジャーナル部の中心軸（当該制御シャフトの回転中心軸：前記長手方向と平行）から偏心して設けられている。また、前記カム部は、前記ジャーナル部と一体的に回転するように、当該ジャーナル部と結合されている。具体的には、例えば、前記カム部は、前記ジャーナル部と一体に形成され得る。あるいは、例えば、前記カム部は、前記ジャーナル部に固定され得る。なお、前記カム部は、前記ジャーナル部から突出するように設けられ得る。

【0014】

ここで、本内燃機関においては、一対の前記制御シャフトが、前記シリンダブロックの両側にて互いに平行に設けられている。これらの制御シャフトは、同一方向に回転駆動されることで、すべての前記カム部が同一方向に指向するように、構成及び配置されている。

【0015】

前記制御シャフトは、さらに、ウォームホイールを備え得る。このウォームホイールは、円板状のギヤであって、前記中心軸と同軸に設けられている。また、このウォームホイールは、前記ジャーナル部と一体的に回転するように、当該ジャーナル部と結合されている。この場合、本内燃機関は、駆動シャフトと、一対のウォームと、を備えている。前記駆動シャフトは、一対の前記制御シャフトの各々と直交するように配置されている。前記ウォームは、前記ウォームホイールと噛み合う螺旋状の歯形を有する円筒状のギヤであって、前記駆動シャフトと一体的に回転するように当該駆動シャフトに固定されている。一対の前記ウォームは、一対の前記制御シャフトにおける前記ウォームホイールのそれぞれに対応する位置に設けられている。また、一対の前記ウォームは、その歯形が、同一方向の螺旋形状に形成されている。すなわち、一対の前記ウォームは、その歯形が同一であって、一対の前記ウォームホイールを同一方向に回転させ得るように形成されている。

【0016】

前記ブロック側支持部は、前記シリンダブロック側に設けられている。前記クランクケース側支持部は、前記クランクケース側に設けられている。前記カム部及び前記ジャーナル部のうちの、一方は前記ブロック側支持部によって、他方は前記クランクケース側支持部によって、それぞれ回転可能に支持されつつ収容されている。

【0017】

本発明の特徴は、以下の構成にある：前記制御シャフトは、前記ジャーナル部と前記カム部との偏心量を R とし、最高圧縮比状態と最低圧縮比状態との間の、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの前記軸線方向における相対移動量（以下、最大リフト量と称する。）を L とした場合に、

$0.5 < R/L$ となるように構成されている。ここで、前記制御シャフトは、

好ましくは、 $0.7 \leq R/L \leq 1.3$ となるように構成され、

より好ましくは、 $0.8 \leq R/L \leq 1.2$ となるように構成され、

さらに好ましくは、 $0.9 \leq R/L \leq 1.1$ となるように構成され得る。

【0018】

かかる構成を備えた本発明の内燃機関においては、圧縮比が変更される場合、一対の前記制御シャフトは、すべての前記カム部が同一方向に指向するように互いに同期しつつ、

同一方向に回転される。例えば、前記駆動シャフトがモータ等によって回転駆動されることで、同一方向の螺旋形状の歯形を有する一对の前記ウォームが、同一方向に回転する。すると、これらのウォームと対向する前記ウォームホイールの各々が、互いに同期しつつ、同一方向に回転する。これにより、一对の前記制御シャフトが、互いに同期しつつ、同一方向に回転する。

【0019】

このようにして、一对の前記制御シャフトが同一方向に同期して回転すると、前記カム部の各々が、前記制御シャフトの中心軸を中心とした円弧状の軌道上を移動するように回転する。これにより、前記シリンダブロックは、円弧状の軌跡を描きながら、前記クランクケースに対して、前記軸線方向及び幅方向（前記軸線方向と直交し且つ前記制御シャフトの前記中心軸とも直交する方向）に沿って相対移動する。そして、前記カム部の姿勢によって、前記軸線方向及び前記幅方向における前記シリンダブロックの位置が決定される。

【0020】

ここで、前記カム部の指向方向が前記幅方向となった状態、すなわち、前記カム部の偏心方向が前記幅方向となった状態を、中間圧縮比状態とする。このときの前記制御シャフトの回転角を 0° とする。また、前記制御シャフトが中間圧縮比状態（回転角 $\theta = 0^\circ$ ）から所定方向に角度 $\theta 1$ （ $< 90^\circ$ ）回転された場合に最高圧縮比状態となり、前記制御シャフトが前記所定方向とは逆の方向に角度 $\theta 2 = \theta 1$ 回転された場合に最低圧縮比状態となるものとする（なお、本発明の構成においては、 $\theta 2 \neq \theta 1$ の場合もあり得る。この場合、 $\theta = 0$ の状態は、厳密には最高圧縮比と最低圧縮比との中間値とはならない。もっとも、 $\theta 2 \neq \theta 1$ の場合であっても、便宜上、 $\theta = 0$ のときの圧縮比は最高圧縮比と最低圧縮比との「中間的」な値となる。よって、 $\theta = 0$ の状態を「中間圧縮比状態」と称しても差し支えない。）。

【0021】

このとき、中間圧縮比状態から、最高圧縮比状態又は最低圧縮比状態までに、前記シリンダブロックは、前記軸線方向に $L/2$ 移動する。このときの、前記シリンダブロックの前記幅方向の移動量 δ は、以下ようになる。

$$\delta = R(1 - \cos \theta) = R - (4R^2 - L^2)^{1/2} / 2$$

【0022】

従来の構成（特開2005-113839号公報： $R = L/2$ ）においては、 $\delta = L/2$ であった。これに対し、本発明においては、例えば、 $R = 0.7L$ で δ はほぼ $0.21L$ となり、 $R = 0.8L$ で δ はほぼ $0.18L$ となり、 $R = 0.9L$ で δ はほぼ $0.15L$ となり、 $R = L$ で δ はほぼ $0.13L$ となり、 $R = 1.1L$ で δ はほぼ $0.12L$ となり、 $R = 1.2L$ で δ はほぼ $0.11L$ となり、 $R = 1.3L$ で $\delta = 0.1L$ となる。このように、本発明の構成によれば、前記シリンダブロックの、前記クランクケースに対する、前記幅方向における相対移動量は、前記軸線方向における相対移動量よりもかなり小さくなる。すなわち、前記シリンダブロックの前記クランクケースに対する相対移動は、実質的に前記軸線方向に沿って行われるようになる。

【0023】

ここで、最大リフト量 L は、通常、数mmあるいは5～6mm程度である。よって、従来の構成では、前記幅方向の相対移動量が1～3mmにも達していたのに対し、本発明においては、最大リフト量を5～6mm程度に大きくしたとしても、前記幅方向の相対移動量が従来よりもかなり小さく（1mm未満、例えば0.5mm程度と）され得る。

【0024】

したがって、本発明によれば、簡略な装置構成により、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの相対移動が良好に行われつつ、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの摺動面のシールが良好に行われ得る。

【0025】

前記内燃機関は、移動量規制部をさらに備え得る。この移動量規制部は、前記シリンダ

ブロックと前記クランクケースとの相対移動量を規制し得るように構成されている。この移動量規制部は、前記シリンダブロックの移動範囲、あるいは、前記制御シャフトの回転範囲（前記ウォームホイールの回転範囲等）を規制し得るように構成され得る。

【0026】

具体的には、前記移動量規制部は、ストッパ部材を備え得る。このストッパ部材は、前記シリンダブロックの側面と対向するように、前記クランクケース側に設けられ得る。この場合、前記ストッパ部材は、前記シリンダブロックの前記側面と当接することで、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの相対移動量を規制し得るように構成されている。

【0027】

かかる構成においては、前記ストッパ部材が前記シリンダブロックの前記側面と当接することで、前記シリンダブロックと前記クランクケースとの相対移動量が規制されるとともに、最高圧縮比状態や最低圧縮比状態が規定される。したがって、最高圧縮比状態や最低圧縮比状態が、簡略な装置構成によって規定され得る。

【0028】

前記移動量規制部は、ストッパ支持部をさらに備え得る。前記ストッパ支持部は、前記クランクケースに装着されている。このストッパ支持部は、前記ストッパ部材を支持するとともに、前記ストッパ部材を前記側面に接近する方向又は前記側面から離隔する方向に移動させ得るように構成されている。すなわち、前記ストッパ支持部は、前記ストッパ部材の位置を前記幅方向に沿って調整し得るように構成されている。

【0029】

かかる構成においては、前記ストッパ支持部によって、前記ストッパ部材の位置が、前記幅方向に沿って調整され得る。これにより、最高又は最低圧縮比状態となるような前記シリンダブロックの位置が、簡略な装置構成によって簡易に調整され得る。

【0030】

前記内燃機関は、駆動力出力部と、中継部と、係合状態調整部と、を備え得る。前記駆動力出力部は、前記クランクケースに回転可能に支持されたクランクシャフトと一体的に回転するように、当該クランクシャフトと結合されている。前記中継部は、前記駆動力出力部と係合することで回転駆動力が伝達され得るように構成されている。また、前記中継部は、前記駆動力出力部から伝達された回転駆動力を、前記シリンダヘッドに設けられた動弁機構に伝達し得るように構成されている。前記係合状態調整部は、前記駆動力出力部と前記中継部との係合状態を調整し得るように構成されている。

【0031】

ここで、（１）前記中継部は、前記駆動力出力部と直接的に係合するように構成され得る。すなわち、例えば、前記駆動力出力部及び前記中継部は、円板状のギヤを備え得る。この場合、前記駆動力出力部の前記ギヤと、前記中継部の前記ギヤとは、互いに噛み合うように配置されている。また、前記係合状態調整部は、支持板と、付勢バネと、を備えていて、前記駆動力出力部の前記ギヤと前記中継部の前記ギヤとの当接状態（噛み合い状態）を調整するように構成され得る。前記支持板は、前記中継部の前記ギヤを回転可能に支持するように構成されている。この支持板は、前記シリンダブロックによって揺動可能に支持されている。すなわち、前記中継部は、前記シリンダブロックによって揺動可能且つ回転自在に支持されている。また、前記中継部の前記ギヤが、前記駆動力出力部の前記ギヤと当接するように（噛み合うように）、前記支持板は、前記付勢バネによって付勢されている。あるいは、（２）前記中継部は、ベルトやチェーン等の中間媒体を介して前記駆動力出力部と連結（間接的に前記駆動力出力部と係合）するように構成され得る。

【0032】

かかる構成においては、圧縮比を変更するために、前記シリンダブロックが円弧状の軌跡を描くように前記クランクケースに対して相対移動した場合であっても、前記駆動力出力部と前記中継部との係合状態が、適切に調整され得る。よって、前記駆動力出力部から前記動弁機構への動力伝達が、前記中継部を介して良好に行われ得る。

【0033】

ここで、前記係合状態調整部は、第一ガイド部と、第二ガイド部と、を備え得る。前記第一ガイド部は、前記クランクケース側に設けられていて、円筒面状の表面を有するように構成されている。前記第二ガイド部は、前記第一ガイド部の前記表面と当接するように、前記支持板側に設けられている。この第二ガイド部は、前記表面と当接することで、以下の機能を奏するように構成されている：前記表面の形状に倣った略円弧状の軌道上を前記中継部が移動するように、前記第二ガイド部は、前記中継部の前記駆動力出力部に対する相対移動をガイドする。また、前記第二ガイド部は、前記駆動力出力部と前記中継部との当接状態を調整する。

【0034】

かかる構成においては、圧縮比の変更の際に、前記シリンダブロックが、円弧状の軌跡を描くように、前記クランクケースに対して相対移動する。すると、前記中継部も、前記第二ガイド部の前記表面の形状に倣った略円弧状の軌跡を描くように、前記駆動力出力部の周りを移動する。これにより、前記駆動力出力部と前記中継部との当接状態が調整される。よって、かかる構成によれば、前記駆動力出力部と前記中継部との過度の押圧が良好に回避される。また、圧縮比の変更の前後での、両者の係合状態（ギヤ同士のかみ合い状態）が、ほぼ一定に保たれ得る。したがって、前記中継部を介しての、前記駆動力出力部から前記動弁機構への動力伝達が、より良好に行われ得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、本発明の実施形態（本願の出願時点において出願人が最良と考えている実施形態）について、図面を参照しつつ説明する。

【0036】

なお、以下の実施形態に関する記載は、法令で要求されている明細書の記載要件（記述要件・実施可能要件）を満たすために、本発明の具体化の単なる一例を、可能な範囲で具体的に記述しているものにすぎない。よって、後述するように、本発明が、以下に説明する実施形態の具体的構成に何ら限定されるものではないことは、全く当然である。実施形態に対する変形例（modification）は、実施形態の説明中に挿入されると、首尾一貫した実施形態の説明の理解が妨げられるので、末尾にまとめて記載されている。

【0037】

＜第一の実施形態の内燃機関の構成＞

図1は、本発明の可変圧縮比内燃機関の第一の実施形態であるエンジン1の概略構成を示す側断面図である。図2は、図1に示されているエンジン1の概略構成を示す側面図である。図3は、図1及び図2に示されているエンジン1の分解斜視図である。なお、図1及び図2においては、中間圧縮比状態が示されているものとする。

【0038】

図1ないし図3を参照すると、本実施形態のエンジン1は、シリンダブロック2と、シリンダヘッド3と、クランクケース4と、移動機構5と、駆動力伝達機構6と、を備えている。このエンジン1は、移動機構5によって、シリンダブロック2及びシリンダヘッド3をクランクケース4に対してエンジン高さ方向（シリンダ中心軸C-C Aと平行な方向：本発明の軸線方向に対応する）に沿って相対的に移動（スライド）させることで、圧縮比を変更可能に構成されている。

【0039】

＜＜シリンダブロック＞＞

シリンダブロック2は、平面視にて略矩形状の、略直方体状の部材であって、アルミニウム合金によって一体に形成されている。シリンダブロック2の外側面20aは、シリンダ21の内側表面と同程度に平滑な表面として形成されている。シリンダ21は、略円柱形状の貫通孔である。本実施形態においては、複数（本実施形態においては4つ）のシリンダ21が、気筒配列方向ADに沿って一列に設けられている。このシリンダブロック2は、気筒配列方向AD（図3参照）と平行な長手方向を有するように形成されている。シ

リンダ21の内部には、ピストン22が、気筒配列方向ADと直交するシリンダ中心軸CAに沿って往復移動可能に収容されている。

【0040】

<<シリンダヘッド>>

シリンダブロック2の上端面には、シリンダヘッド3が接合されている。シリンダヘッド3は、アルミニウム合金によって一体に形成されている。シリンダヘッド3は、シリンダ21における、ピストン22の上死点側の端（図中上側の端）を覆うように、シリンダブロック2に固定されている。すなわち、シリンダヘッド3は、シリンダブロック2に対して相対移動しないように（シリンダブロック2とともに上下動するように）、シリンダブロック2の上端部に、ボルト（図示せず）等によって固定されている。

【0041】

シリンダヘッド3には、複数の凹部が形成されている。各凹部は、各シリンダ21に対応する位置に設けられている。この凹部と、ピストン22の頂面より上側のシリンダ21の内部の空間と、によって、燃焼室CCが形成されている。また、シリンダヘッド3には、吸気ポート3a及び排気ポート3bが、燃焼室CCと連通するように設けられている。

【0042】

さらに、シリンダヘッド3には、動弁機構30が備えられている。図1及び図2を参照すると、動弁機構30は、吸気バルブ31と、排気バルブ32と、吸気カムシャフト33と、排気カムシャフト34と、を備えている。吸気バルブ31は、吸気カムシャフト33の回転角度に応じて、吸気ポート3aを開閉し得るように構成及び配置されている。排気バルブ32は、排気カムシャフト34の回転角度に応じて、排気ポート3bを開閉し得るように構成及び配置されている。

【0043】

<<クランクケース>>

再び図1ないし図3を参照すると、クランクケース4は、アルミニウム合金によって一体に形成されている。本実施形態におけるクランクケース4は、その内側にシリンダブロック2を収容し得るように構成されている。具体的には、クランクケース4の上部には、フレーム41が設けられている。フレーム41は、エンジン高さ方向に沿った軸線方向を有する筒状部材であって、気筒配列方向ADと平行な長手方向を有するように形成されている。フレーム41の内側には、シリンダブロック収容部41aが形成されている。シリンダブロック収容部41aは、シリンダブロック2を収容し得るように設けられた、平面視にて略矩形状の空間であって、エンジン高さ方向に沿って設けられている。

【0044】

シリンダブロック収容部41aの内壁面41a1（以下、「フレーム41の内壁面41a1」と称されることもある。）は、シリンダブロック2の外側面20aと対向するように設けられている。この内壁面41a1も、シリンダブロック2の外側面20aと同様に、平滑な表面として形成されている。シリンダブロック2の外側面20aと、フレーム41の内壁面41a1との間には、移動機構5の作動によってシリンダブロック収容部41a内にてシリンダブロック2が気筒配列方向ADと直交する平面内の円弧状の軌道上を移動し得るように、数mm程度のクリアランスが設けられている。

【0045】

フレーム41の上端部には、上述のクリアランスからのオイルミストの漏出を抑制するように、オイルシール42が装着されている。オイルシール42は、弾性変形が可能で、平滑な平面を有する、硬質ゴム製の板材からなり、シリンダブロック2の外側面20aに向けて凸状に形成されている。このオイルシール42は、上述の凸状の部分の表面がシリンダブロック2の外側面20aに弾性的に押圧されつつ密着することで、オイルミストの漏出を抑制し得るように構成されている。また、このオイルシール42は、圧縮比の変更に伴うシリンダブロック2のエンジン幅方向（気筒配列方向AD及びエンジン高さ方向と直交する方向：図1における左右方向）の移動に伴って弾性変形することで、上述の凸状の部分の表面がシリンダブロック2の外側面20aと常時密着するように構成されている。

。

【0046】

クランクケース4の下端部には、クランクシャフト43が回転可能に支持されている。クランクシャフト43は、気筒配列方向ADと平行に配置されている。このクランクシャフト43は、ピストン22のシリンダ中心軸CCAに沿った往復運動に基づいて回転駆動されるように、コンロッド44を介して、ピストン22と連結されている。

【0047】

<<移動機構>>

フレーム41の気筒配列方向ADに沿った両側壁及びその近傍には、移動機構5が設けられている。移動機構5は、一対の制御シャフト51を備えている。一対の制御シャフト51は、シリンダブロック2の両側にて互いに平行に設けられている。この移動機構5は、一対の制御シャフト51の回転によって、シリンダブロック2を、気筒配列方向ADと直交する平面内の円弧状の軌道上に沿って移動させ得るように、以下の構成を備えている。

。

【0048】

<<<制御シャフト>>>

図4は、図1及び図3に示されている制御シャフト51の斜視図である。図1、図3、及び図4を参照すると、制御シャフト51は、ジャーナル部51aと、円形カム部51bと、ウォームホイール51cと、から構成されている。ジャーナル部51a、円形カム部51b、及びウォームホイール51cは、制御シャフト51の長手方向（図4にて一点鎖線で示されている方向）に沿って並ぶように配列されている。この制御シャフト51は、ジャーナル部51a、円形カム部51b、及びウォームホイール51cが一体的に回転するように構成されている。すなわち、ジャーナル部51a、円形カム部51b、及びウォームホイール51cは、互いに一体的に結合されている。

【0049】

ジャーナル部51aは、円柱状の部材であって、制御シャフト51の回転中心軸（本発明の「中心軸」に相当する）と同軸に設けられている。ジャーナル部51aは、隣り合う円形カム部51bの間、及び制御シャフト51の長手方向における両端部に設けられている。この回転中心軸は、気筒配列方向ADと平行且つシリンダ中心軸CCAと直交するように設けられていて、図4にて一点鎖線で示されている。

【0050】

円形カム部51bは、シリンダ21に対応した位置にて、ジャーナル部51aから突出するように設けられている。具体的には、円形カム部51bは、ジャーナル部51aよりも径が太い円柱状の部材であって、制御シャフト51の回転中心軸から偏心して設けられている。そして、一対の制御シャフト51は、同一方向に回転駆動されることで、すべての円形カム部51bが同一方向に指向（突出）するように構成及び配置されている。

【0051】

本実施形態においては、本実施形態における制御シャフト51は、ジャーナル部51aと円形カム部51bとの偏心量をRとし、シリンダブロック2の最大リフト量（エンジン高さ方向におけるシリンダブロック2の最大移動量）をLとした場合に、

$0.9 \leq R/L \leq 1.1$ となるように構成されている。具体的には、制御シャフト51は、偏心量が最大リフト量とほぼ等しくなるように構成されている。また、本実施形態においては、図1に示されている通り、中間圧縮比状態において、円形カム部51bの突出方向がエンジン幅方向と平行となるように、一対の制御シャフト51が構成及び配置されている。

【0052】

制御シャフト51の長手方向における略中央部には、ウォームホイール51cが設けられている。ウォームホイール51cは、円板状の歯車であって、制御シャフト51の回転中心軸と同軸に設けられている。

【0053】

<<<制御シャフト駆動部>>>

図1及び図3を参照すると、移動機構5は、また、駆動シャフト52と、モータ53と、一対のウォーム54と、を備えている。

【0054】

駆動シャフト52は、一対の制御シャフト51のそれぞれと直交するように、エンジン幅方向と平行に設けられている。駆動シャフト52の一端(図中左側の端)は、モータ53と連結されている。すなわち、駆動シャフト52は、モータ53によって回転駆動されるように構成及び配置されている。なお、本実施形態においては、モータ53は、電子制御装置(ECU)と電気回路的に接続されている。すなわち、モータ53は、ECU及びエンコーダ等によって回転角度及びその原点が検知され得るように構成されている。そして、モータ53は、シリンダブロック2の外側面20aとフレーム41の内壁面41a1とが直接的に衝突しない範囲内で所定の圧縮比の範囲が実現されるように、ECUによってその回転角度が制御されている。

【0055】

駆動シャフト52の両端部には、一対のウォーム54が設けられている。ウォーム54は、ウォームホイール51cと噛み合う螺旋状の歯形を有する円筒状のギヤであって、駆動シャフト52と一体的に回転するように、駆動シャフト52に固定されている。一対のウォーム54は、一対のウォームホイール51cに対応する位置に設けられている。また、一対のウォーム54は、その歯形が、同一方向の螺旋形状に形成されている。すなわち、駆動シャフト52の回転によって一対のウォームホイール51cが同一方向に回転するように、一対のウォーム54の歯形が同一に形成されている。

【0056】

<<<ブロック側支持部>>>

図1及び図3を参照すると、シリンダブロック2には、ブロック側支持部55が装着されている。ブロック側支持部55は、円形カム部51bと対応する位置に配置されている。すなわち、複数のブロック側支持部55が、シリンダ21に対応するように設けられている。

【0057】

ブロック側支持部55には、軸受孔55aが形成されている。この軸受孔55aは、円形カム部51bの外径に対応する(円形カム部51bの表面と摺動し得るような)内径を有する貫通孔である。すなわち、円形カム部51bは、ブロック側支持部55によって回転可能に支持されつつ収容されている。

【0058】

<<<クランクケース側支持部>>>

フレーム41には、ブロック側支持部55と同数の複数の開口部56が設けられている。開口部56は、フレーム41の気筒配列方向ADに沿った前記側壁を貫通するように設けられた孔であって、シリンダブロック2とともに上述のような円弧状の軌跡を描きながら移動するブロック側支持部55を収容し得るように形成されている。

【0059】

フレーム41には、複数のフレーム側支持部57が形成されている。各フレーム側支持部57は、開口部56に隣接するように設けられている。すなわち、複数のフレーム側支持部57が、各開口部56の両側に設けられ、且つ気筒配列方向ADに沿って配列されている。これらのフレーム側支持部57は、フレーム41の外側(内壁面41a1とは反対側)に設けられている。フレーム側支持部57には、ジャーナル支持凹部57aが設けられている。ジャーナル支持凹部57aは、半円柱形状に対応する形状を有する凹部であって、ジャーナル部51aの外径に対応する内径を有するように形成されている。

【0060】

フレーム41には、カバー部58が装着されている。カバー部58は、制御シャフト51のジャーナル部51aを挟んでフレーム側支持部57と対向するように設けられている。カバー部58は、フレーム41に設けられた開口部56からエンジン1の外部へのオイ

ルミストの漏出を抑制し得るように、フレーム41に対して外側から気密的に接合されている。このカバー部58は、フレーム側支持部57に装着されることで、フレーム側支持部57とともに制御シャフト51（ジャーナル部51a）を回転可能に支持するように構成されている（図1においては図示の明瞭化のためにカバー部58の図示が省略されている。）。

【0061】

カバー部58は、気筒配列方向ADに沿って配列された複数のフレーム側支持部57に対応するように、一体（シームレス）に形成されている。このカバー部58には、ジャーナル支持凹部58aと、軸受収容部58bと、ウォームホイール収容部58cと、が形成されている。

【0062】

ジャーナル支持凹部58aは、フレーム側支持部57のジャーナル支持凹部57aと対称な形状の、半円柱形状の凹部であって、ジャーナル支持凹部57aと対向するように設けられている。すなわち、ジャーナル支持凹部58aとジャーナル支持凹部57aとによって形成された軸受孔によって、ジャーナル部51aが回転可能に支持されつつ収容されている。このように、本実施形態の構成においては、ジャーナル部51aがフレーム41及びカバー部58によって回転可能に支持されることで、シリンダブロック2が、制御シャフト51を介してクランクケース4（フレーム41）に支持されている。

【0063】

軸受収容部58bは、ブロック側支持部55と対向する位置に設けられた凹部である。この軸受収容部58bは、開口部56を貫通してフレーム41の外側に突出していて上述のような円弧状の軌道上を移動するブロック側支持部55を収容し得るように形成されている。ウォームホイール収容部58cは、ウォームホイール51cと対向する位置に設けられた凹部である。このウォームホイール収容部58cは、フレーム41の外側に突出したウォームホイール51cを収容し得るように形成されている。

【0064】

<<駆動力伝達機構>>

図2を参照すると、駆動力伝達機構6は、クランクシャフト43にて発生している回転駆動力を、シリンダヘッド3に設けられた動弁機構30に伝達し得るように、以下のように構成されている。

【0065】

本発明の駆動力出力部としての出力ギヤ61は、円板状の歯車であって、クランクシャフト43と一体的に回転するように、クランクシャフト43の端部と結合されている。吸気タイミングホイール62及び排気タイミングホイール63は、円板状のプーリーであって、タイミングベルト64によって回転駆動されるように構成されている。吸気タイミングホイール62は、吸気カムシャフト33と一体的に回転するように、吸気カムシャフト33の端部と結合されている。同様に、排気タイミングホイール63は、排気カムシャフト34と一体的に回転するように、排気カムシャフト34の端部と結合されている。

【0066】

中継部65は、出力ギヤ61と直接的に係合することで、クランクシャフト43から回転駆動力が伝達され得るように構成されている。また、中継部65は、出力ギヤ61から伝達された回転駆動力を、タイミングベルト64を介して、シリンダヘッド3に設けられた動弁機構30に伝達し得るように構成されている。具体的には、中継部65は、中継ギヤ65aと、中継ホイール65bと、を備えている。中継ギヤ65aは、円板状の歯車であって、出力ギヤ61と噛み合うように構成されている。中継ホイール65bは、円板状のプーリーであって、タイミングベルト64を介して吸気タイミングホイール62及び排気タイミングホイール63を回転駆動し得るように構成されている。中継ギヤ65aと中継ホイール65bとは、同軸に配置されていて、一体的に回転するように互いに結合されている。

【0067】

<<<係合状態調整部>>>

本実施形態における駆動力伝達機構6は、また、出力ギヤ61の中継部65との係合状態(中継ギヤ65aとの噛み合い状態)を調整し得るような、本発明の係合状態調整部に対応する以下の構成を備えている。

【0068】

中継部65は、支持板66の一端部にて回転自在に支持されている。すなわち、中継部65の回転中心軸に沿って設けられた貫通孔には、支持板66の一端部に設けられた支持シャフト66aが挿通されている。一方、支持板66の他端部には、クランクシャフト43と平行な方向に沿った貫通孔が形成されている。この貫通孔には、シリンダブロック2から立設された揺動シャフト66bが挿通されている。すなわち、支持板66は、揺動シャフト66bを中心として揺動し得るよう、シリンダブロック2によって支持されている。

【0069】

支持板66の固定端部(揺動シャフト66b側)には、付勢バネ67が設けられている。付勢バネ67は、ねじりバネであって、支持板66の自由端部(中継部65が支持された一端部)を出力ギヤ61の方向に付勢し得るよう構成及び配置されている。すなわち、付勢バネ67は、支持板66を上述の方向に付勢することで、中継部65を出力ギヤ61に当接させるよう(中継ギヤ65aを出力ギヤ61に噛み合わせるよう)構成されている。具体的には、付勢バネ67は、その本体部であるコイル状の部分が揺動シャフト66bによって挿通されることで、揺動シャフト66bによって支持されている。付勢バネ67の一方のアーム部である固定アーム67aは、シリンダブロック2に固定されている。一方、付勢バネ67の他方のアーム部である揺動アーム67bは、支持板66を上述の方向に付勢し得るよう、支持板66に固定されている。

【0070】

クランクケース4には、本発明の第一ガイド部としてのガイドプレート68aが設けられている。ガイドプレート68aは、支持板66の長手方向における中央部且つ幅方向における端部と対向するよう配置されている。また、ガイドプレート68aは、付勢バネ67によって支持板66が付勢される方向に配置されている。ガイド面68a1は、ガイドプレート68aの、支持板66と対向する側の表面である。このガイド面68a1は、シリンダブロック2がクランクケース4に対して相対移動しても出力ギヤ61と中継ギヤ65aとの中心間距離が一定となるよう、円筒面状に形成されている。

【0071】

支持板66には、本発明の第二ガイド部としてのガイドローラ68bが、クランクシャフト43と平行な軸を中心として回転自在に支持されている。ガイドローラ68bは、ガイドプレート68aと対向するよう設けられている。具体的には、ガイドローラ68bは、支持板66の長手方向における中央部、すなわち、支持シャフト66aと揺動シャフト66bとの中間の位置に設けられている。また、ガイドローラ68bは、支持板66の幅方向における、ガイドプレート68a側の端部(クランクシャフト43側の端部)に設けられている。さらに、ガイドローラ68bは、ガイド面68a1と当接するよう、支持板66から突出して設けられている。

【0072】

ガイドプレート68a及びガイドローラ68bは、中継部65が出力ギヤ61の中心軸(クランクシャフト43の回転中心軸)を中心とした側面視にて円弧状の軌道上を移動するように中継部65の移動をガイドすることで、出力ギヤ61と中継部65との当接状態を調整するよう構成されている。また、本実施形態においては、中間圧縮比状態にて、ガイドローラ68bがガイドプレート68aのエンジン高さ方向における略中央部に位置するよう、ガイドプレート68a及びガイドローラ68bが配置されている。

【0073】

<可変圧縮比動作>

以下、本実施形態のエンジン1における圧縮比変更動作の概要について、図1ないし図

4、及び必要に応じて他の図を参照しつつ説明する。

【0074】

中間圧縮比状態においては、図1に示されているように、円形カム部51bの突出方向が、エンジン幅方向と平行となる。このとき、シリンダブロック2の、クランクケース4（フレーム41）に対する相対位置は、エンジン幅方向について最も偏った位置となる。また、図2に示されているように、ガイドローラ68bは、ガイドプレート68aのエンジン高さ方向における略中央部に位置する。

【0075】

図1及び図2に示されている中間圧縮比状態から、圧縮比が変更される場合、モータ53が起動され、ウォーム54が回転駆動される。すると、一対のウォームホイール51cが、同一方向に同期して回転する。この一対のウォームホイール51cの回転により、一対の制御シャフト51が、同一方向に同期して回転する。

【0076】

一対の制御シャフト51の回転により、ジャーナル部51aは、クランクケース4側の軸受孔（これはフレーム側支持部57のジャーナル支持凹部57aとカバー部58のジャーナル支持凹部58aとによって形成されている）の内側で、制御シャフト51の回転中心軸を中心として回転する。このとき、ジャーナル部51aは、エンジン幅方向及びエンジン高さ方向について、クランクケース4に対して相対移動しない。

【0077】

一方、円形カム部51bは、制御シャフト51の回転により、制御シャフト51の回転中心軸を中心とした側面視にて円弧状の軌道上を移動する。また、円形カム部51bは、ブロック側支持部55における軸受孔55aの内面と摺動しながら、ブロック側支持部55の内側で回転する。よって、シリンダブロック2は、上述のような側面視にて円弧状の軌道上を移動する。これにより、シリンダヘッド3とクランクシャフト43との距離が変動し、圧縮比が変更される。

【0078】

このとき、シリンダブロック2のエンジン幅方向及びエンジン高さ方向における位置は、制御シャフト51の回転角、すなわち、円形カム部51bの突出状態によって決定される。また、フレーム41内でのシリンダブロック2の移動によって、シリンダブロック2の外側面20aと、フレーム41の内壁面41a1と、の間のクリアランスの幅が変動する。

【0079】

もっとも、本実施形態の構成においては、後述するように、シリンダブロック2のエンジン幅方向における移動量がきわめて小さい。よって、フレーム41内でシリンダブロック2が移動しても、オイルシール42の弾性変形、及びオイルシール42の上述の凸状の部分の表面とシリンダブロック2の外側面20aとのすべりにより、オイルシール42がシリンダブロック2の外側面20aに常時密着する。よって、このクリアランスにおけるオイルミストの外部への漏出が良好に抑制される。

【0080】

＜実施形態の構成による作用・効果＞

図1及び図2に示されている中間圧縮比状態から、圧縮比が低く変更される場合、制御シャフト51が図中反時計回りに回転する。これにより、シリンダブロック2は、図5及び図6に示されているように、図1に示されている状態から図中上方かつ左方に移動する。一方、上述の中間圧縮比状態から、圧縮比が高く変更される場合、制御シャフト51が図中時計回りに回転する。これにより、シリンダブロック2は、図7及び図8に示されているように、図1に示されている状態から図中下方かつ左方に移動する。

【0081】

ここで、図5及び図6には、最低圧縮比状態が示されているものとする。また、図7及び図8には、最高圧縮比状態が示されているものとする。さらに、中間圧縮比状態から最低圧縮比状態への制御シャフト51の回転角度と、中間圧縮比状態から最高圧縮比状態へ

の制御シャフト51の回転角度とは、等しいものとする。この場合、最低あるいは最高圧縮比状態においては、円形カム部51bすなわちシリンダブロック2の位置は、図5及び図7に示されているように、中間圧縮比状態から上方あるいは下方に $L/2$ 移動するとともに、左方に δ だけ移動する。このときの、図1及び図2に示されている中間圧縮比状態からの制御シャフト51の回転角を θ とすると、

$$\delta = R(1 - \cos \theta), \quad R \sin \theta = L/2$$

であることから、以下の式が成立する。

$$\delta = R - (4R^2 - L^2)^{1/2} / 2$$

【0082】

図9は、上式に基づいて、偏心率 R と、シリンダブロック2のエンジン幅方向における最大移動量 δ との関係を表したグラフである。図9において、横軸は R/L 、縦軸は δ/L を示している。本実施形態においては、 R はほぼ L と等しいので、 δ はほぼ $0.13L$ となる。ここで、最大リフト量が 6mm である場合、 δ は約 0.78mm となる。これに対し、特開2005-113839号公報に開示されている従来の構成においては、 $\delta = L/2$ であったので、最大リフト量が 6mm である場合、 δ は 3mm にも達していた。このように、本実施形態の構成によれば、従来よりもはるかに小さなエンジン幅方向におけるシリンダブロック2の移動量で、圧縮比が変更され得る。すなわち、シリンダブロック2の外側面20aとフレーム41の内壁面41a1とのクリアランスの変動量が、従来よりも非常に小さくなる。したがって、オイルシール42による、シリンダブロック2の外側面20aとフレーム41の内壁面41a1との間のシールが、良好に行われ得る。例えば、オイルシール42の材質や特性（剛性等）の選択の幅が広がる。

【0083】

また、上述のような圧縮比変更動作の際、ガイドローラ68bは、ガイドプレート68aのガイド面68a1と当接しながら、側面視にて円弧状の軌道上を移動する。すると、中継部65も、出力ギヤ61の中心軸（クランクシャフト43の回転中心軸）を中心とした、側面視にて円弧状の軌道上を移動する。よって、出力ギヤ61と中継部65（中継ギヤ65a）との中心間距離が、ほぼ一定に保持される。すなわち、圧縮比変更の前後で、出力ギヤ61と中継部65（中継ギヤ65a）との係合状態が、ほぼ一定に保持される。これにより、出力ギヤ61と中継ギヤ65aとの噛み合い部分における騒音発生が可及的に抑制され得る。また、出力ギヤ61と中継ギヤ65aとの過度の当接による急速な摩擦の発生が、効果的に防止され得る。

【0084】

また、本実施形態の構成においては、上述のように、シリンダブロック2のエンジン幅方向における位置が、制御シャフト51の回転角によって決定される。また、制御シャフト51は、これと直交する駆動シャフト52との間に設けられた、ウォームホイール51cとウォーム54とからなるウォームギヤ機構によって回転駆動される。よって、制御シャフト51が駆動シャフト52及び上述のウォームギヤ機構によって回転駆動されなければ、シリンダブロック2が自発的にはエンジン幅方向に移動し難い。さらに、シリンダブロック2が、制御シャフト51を介してクランクケース4に支持されているので、シリンダブロック2からクランクケース4への直接的な荷重の伝達や、シリンダブロック2とクランクケース4（フレーム41）との衝突が生じ難い。したがって、本実施形態によれば、燃焼圧の発生に伴ってシリンダブロック2とクランクケース4とが衝突することによる打撃音の発生が、効果的に抑制され得る。

【0085】

<第二の実施形態>

次に、本発明の第二の実施形態について説明する。以下の実施形態の説明においては、上述の第一の実施形態における各構成要素と同様の構成・機能を有する構成要素については、本実施形態においても同一の名称及び同一の符号が付されるとともに、技術的に矛盾しない範囲で、上述の第一の実施形態の説明が適宜援用されるものとする（後述する第三以降の実施形態や変形例においても同様である）。

【0086】

図10は、本実施形態のエンジン1の概略構成を示す側面図（第一の実施形態における図2に相当する図）である。図10を参照すると、本実施形態における駆動力伝達機構6は、クランクシャフト43と中継部65とが、間接的に係合するように構成されている。具体的には、本実施形態においては、クランクシャフト43の端部には、出力ギヤ61（図2参照）に代えて、出力スプロケット61'が結合されている。また、中継ギヤ65a（図2参照）に代えて、中継スプロケット65a'が、中継ホイール65bと同軸に設けられていて、中継ホイール65bと一体的に回転するように結合されている。出力スプロケット61'と中継スプロケット65a'の間には、無端状のチェーン65cが掛け渡されている。すなわち、チェーン65cを介して、クランクシャフト43と中継部65とが連結されている。

【0087】

本実施形態においては、また、支持板66は、シリンダブロック2に固定されている。さらに、チェーン65cが略直線状に掛け渡されている部分の近傍には、チェーンテンショナ69が配置されている。チェーンテンショナ69は、チェーン65cが出力スプロケット61'及び中継スプロケット65a'に巻き付く方向にチェーン65cの上述の部分に付勢するように、構成及び配置されている。

【0088】

かかる構成によれば、上述の第一の実施形態と同様の作用・効果が奏される。特に、本実施形態によれば、シリンダブロック2が、側面視にて円弧状の軌跡を描きながら、クランクケース4に対して相対移動した場合に、チェーン65cの張り具合をチェーンテンショナ69で調整することで、クランクシャフト43と中継部65との係合状態が良好に維持される。したがって、非常に簡略な装置構成で、クランクシャフト43の回転駆動力が動弁機構30に対して良好に伝達される。

【0089】

<第三の実施形態>

次に、本発明の第三の実施形態について説明する。図11は、本実施形態のエンジン1の概略構成を示す側断面図（第一の実施形態における図1に相当する図）である。ここで、図11には、燃焼室CCで燃料混合気が燃焼・膨張する行程において、ピストン22、シリンダヘッド3、制御シャフト51、及び駆動シャフト52が受ける力が、矢印で示されているものとする。

【0090】

<<構成>>

本実施形態においては、フレーム41に、シリンダブロック2とクランクケース4との相対移動量を規制するための移動量規制部45が設けられている。移動量規制部45は、圧縮比が図11に示されているような中間圧縮比状態から変更される際にシリンダブロック2が移動する側に配置されていて、シリンダブロック2のフレーム41内での移動範囲を規制し得るように構成されている。

【0091】

図12は、図11に示されている移動量規制部45の周辺を拡大した側断面図である。図11を参照すると、移動量規制部45は、ストッパ部材45aと、ストッパ支持ボルト45bと、ロックナット45cと、を備えている。

【0092】

ストッパ部材45aは、シリンダブロック2の外側面20aとフレーム41の内壁面41a1との間に配置されていて、外側面20aと対向するように設けられている。このストッパ部材45aは、外側面20aと当接することで、シリンダブロック2とフレーム41との相対移動量を規制し得るように構成されている。ストッパ部材45aは、ストッパ支持ボルト45bの先端部に固定されている。すなわち、ストッパ部材45aは、ストッパ支持ボルト45bによって支持されている。

【0093】

本発明のストッパ支持部としてのストッパ支持ボルト45bは、フレーム41に形成されたネジ孔に螺着されている。ストッパ支持ボルト45bは、フレーム41に対する螺着状態を変更することで、ストッパ部材45aを外側面20aに接近する方向又は外側面20aから離隔する方向に移動させ得るように構成されている。すなわち、ストッパ支持ボルト45bは、ストッパ部材45aの位置をエンジン幅方向に沿って調整することで、最高及び最低圧縮比を調整し得るように構成されている。

【0094】

フレーム41の外壁面と、ストッパ支持ボルト45bの頭部との間には、ロックナット45cが設けられている。ロックナット45cは、ストッパ支持ボルト45bのネジ山に適合するように形成されたナットであって、フレーム41の外壁面に対して密着するように締め込まれることでストッパ支持ボルト45bのフレーム41に対する螺着状態を固定し得るように構成されている。また、ロックナット45cは、ストッパ支持ボルト45bをフレーム41に螺着するための上述のネジ孔からのオイルミストの漏出を抑制し得るように構成されている。

【0095】

再び図11を参照すると、駆動シャフト52の一端(図中左側の端)は、モータ53の出力シャフトと連結されている。駆動シャフト52の他端(図中右側の端)は、燃焼・膨張する行程において駆動シャフト52が受ける力(図中黒塗り矢印参照)に抗する方向に、抗力バネ59によって付勢されている(図中白抜き矢印参照)。

【0096】

<<動作及び作用・効果>>

以下、図11及び図12を参照しつつ、本実施形態の構成の動作及び作用・効果について説明する。ここで、図11における(I-1)及び(II-1)には、中間圧縮比状態が示されているものとする。また、(I-2)及び(II-2)には、最低及び最高圧縮比状態が示されているものとする。

【0097】

エンジン1の停止中は、中間圧縮比状態となるように、シリンダブロック2の位置が設定される。この状態においては、シリンダブロック2の外側面20aは、ストッパ部材45aから離隔している。この状態にて、ロックナット45cを緩めた後に、ストッパ支持ボルト45bのフレーム41に対する螺着状態を変更することで、図11における(I-1)及び(II-1)に示されているように、ストッパ部材45aの位置が調整される。例えば、最大リフト量を大きくして、最高圧縮比を高めるとともに最低圧縮比を低めるためには、ストッパ支持ボルト45bを引き抜く方向に調整することで、ストッパ部材45aの位置が、シリンダブロック2の外側面20aから離隔する方向に変更される。その後、再びロックナット45cがフレーム41の外壁面に対して密着するように締め込まれることで、ストッパ部材45aの位置が固定される。

【0098】

エンジン1の運転中に、最低あるいは最高圧縮比状態に設定される場合、シリンダブロック2がフレーム41に対して図中左方に相対移動する。そして、シリンダブロック2の外側面20aがストッパ部材45aと当接することで、シリンダブロック2の図中左方向への最大移動量が規定される。これにより、図11における(I-2)及び(II-2)に示されているように、ストッパ支持ボルト45bによって調整されたストッパ部材45aの位置に応じて、シリンダブロック2の最大上昇量あるいは最大下降量が規定される。このようにして、最低あるいは最高圧縮比状態が設定される。

【0099】

このように、本実施形態の構成においては、ストッパ部材45aによって、最低及び最高圧縮比が規定される。よって、本実施形態によれば、簡略な装置構成により、最低及び最高圧縮比を規定することができる。

【0100】

また、本実施形態の構成においては、ストッパ支持ボルト45bによってストッパ部材

45aの位置を調整することで、最低及び最高圧縮比が調整される。例えば、バルブスタンプが生じないように、ストッパ支持ボルト45bによってストッパ部材45aの位置が調整されることで、最高圧縮比が調整される。これに合わせて、最低圧縮比も設定される。よって、本実施形態によれば、簡略な装置構成により、最低及び最高圧縮比の調整が、精密且つ確実に行われ得る。この場合、例えば、エンジン1の始動後の、ECUによる圧縮比学習制御において、外側面20aがストッパ部材45aと当接する位置までシリンダブロック2を移動させることで、最低及び最高圧縮比の認識動作を行うことができる。

【0101】

図11を参照すると、燃焼室CCで燃料混合気が燃焼・膨張する行程において、シリンダヘッド3及びこれと結合されたシリンダブロック2は、シリンダ中心軸CCAに沿った上向きの力を受ける（図中上向き矢印参照）。この力は、燃焼圧によるピストン22の押し下げや、シリンダブロック2やシリンダヘッド3の自重によって、シリンダブロック2やシリンダヘッド3を下降させようとする力よりも、はるかに大きい。よって、制御シャフト51には、シリンダブロック2を上昇させて圧縮比を低くする方向（図中反時計回り）に回転するような力（モーメント）が生じる。

【0102】

すると、ウォームホイール51c及びこれと噛み合うウォーム54を介して、駆動シャフト52は、図中右向きの力を受ける（図中黒塗り矢印参照）。もっとも、駆動シャフト52は、これに抗する方向に、抗力バネ59によって常時付勢されている（図中白抜き矢印参照）。これにより、駆動シャフト52の軸方向における荷重が効果的に軽減される。

【0103】

<変形例の例示列举>

なお、上述の各実施形態は、上述した通り、出願人が本願の出願時点において最良であると考えた本発明の具体的構成例を単に例示したものにすぎないのであって、本発明はもとより上述の各実施形態によって何ら限定されるべきものではない。よって、上述の各実施形態に示された具体的構成に対して、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、種々の変形が施され得ることは、当然である。

【0104】

以下、変形例について幾つか例示する。もっとも、変形例とて、下記のものに限定されるものではないことは、いうまでもない。本発明を、上述の実施形態や下記変形例の記載に基づいて限定解釈することは、（特に先願主義の下で出願を急ぐ）出願人の利益を不当に害する反面、模倣者を不当に利するものであって、許されない。

【0105】

また、上述の各実施形態の構成、及び下記の各変形例に記載された構成は、技術的に矛盾しない範囲において、適宜複合して適用され得ることも、いうまでもない。

【0106】

（1）上述の実施形態においては、制御シャフト51は、偏心量をRとし、最大リフト量をLとした場合に、

$0.9 \leq R/L \leq 1.1$ となるように構成されている。具体的には、制御シャフト51は、偏心量が最大リフト量とほぼ等しくなるように構成されている。しかしながら、本発明はこれに限定されない。

【0107】

図9を参照すると、 $0.5 < R/L \leq 0.7$ の範囲においては、偏心量Rの増加にしたがって、シリンダブロック2のエンジン幅方向における最大移動量 δ が大きく減少している。よって、少なくとも $0.5 < R/L$ であれば、本発明の所定の作用効果は奏され得る。もっとも、Rは大きい方が好ましい反面、Rを大きくしすぎると、駆動シャフト52が大型化し、ひいてはエンジン1が大型化する。そこで、 δ をより小さくしつつ、エンジン1（駆動シャフト52）の大型化を抑制するためには、制御シャフト51は、 $0.7 \leq R/L \leq 1.3$ となるように構成されるのが好ましく、 $0.8 \leq R/L \leq 1.2$ となるように構成されるのがより好ましく、 $0.9 \leq R/L \leq 1.1$ となるように構成されるのがさ

らに好ましい。

【0108】

(2) オイルシール4 2は、シリンダブロック2とフレーム4 1との双方に固定されていてもよい。すなわち、オイルシール4 2は、シリンダブロック2とフレーム4 1との間に掛け渡されていて、シリンダブロック2のクランクケース4 (フレーム4 1) に対する相対移動に伴って伸縮するように構成されていてもよい。

【0109】

(3) 第二の実施形態においては、支持板6 6を省略することが可能である。すなわち、中継部6 5が、シリンダブロック2によって直接的に支持され得る。

【0110】

(4) 第三の実施形態において、移動量規制部4 5又は抗力バネ5 9は、省略可能である。

【0111】

(5) 移動量規制部4 5は、シリンダブロック2のエンジン高さ方向における移動範囲を規定するように設けられていてもよい。すなわち、移動量規制部4 5は、シリンダブロック2あるいはブロック側支持部5 5に対して、上方及び／又は下方から当接するように設けられていてもよい。

【0112】

(6) ストップ部材4 5 aは、フレーム4 1に固定されていてもよい。すなわち、シリンダブロック2の移動範囲を規定するためのストップ部材4 5 aの位置が、固定されていてもよい。

【0113】

(7) 移動量規制部4 5は、最低圧縮比と最高圧縮比とがそれぞれ個別に調整され得るように構成されていてもよい。図1 3は、図1 2に示されている移動量規制部4 5の一つの変形例の構成を示す側断面図である。図1 3を参照すると、本変形例においては、シリンダブロック2には、ストップ当接部2 3が、外側面2 0 aから突出するように設けられている。また、移動量規制部4 5は、最高圧縮比を規定するためのストップ部材4 5 a H、ストップ支持ボルト4 5 b H、及びロックナット4 5 c Hと、最低圧縮比を規定するためのストップ部材4 5 a L、ストップ支持ボルト4 5 b L、及びロックナット4 5 c Lと、を備えている。

【0114】

図1 3における(II) に示されている中間圧縮比状態において、ストップ部材4 5 a H、ストップ支持ボルト4 5 b H、及びロックナット4 5 c Hは、ストップ当接部2 3よりも下方に設けられている。ストップ部材4 5 a Hは、圧縮比が中間圧縮比状態から高く変更された場合に、(III) に示されているようにストップ当接部2 3と当接することで、最高圧縮比を規定し得るように構成されている。

【0115】

一方、ストップ部材4 5 a L、ストップ支持ボルト4 5 b L、及びロックナット4 5 c Lは、ストップ当接部2 3よりも上方に設けられている。ストップ部材4 5 a Lは、圧縮比が中間圧縮比状態から低く変更された場合に、(I) に示されているようにストップ当接部2 3と当接することで、最低圧縮比を規定し得るように構成されている。

【0116】

かかる構成においては、ストップ支持ボルト4 5 b Hとストップ支持ボルト4 5 b Lとを個別に調整することで、最低圧縮比と最高圧縮比とが、それぞれ個別に調整される。よって、最低圧縮比と最高圧縮比との個別調整が、簡略な装置構成によって実現され得る。

【0117】

なお、上述のように、ストップ部材4 5 a H及び／又はストップ部材4 5 a Lの位置は、固定されていてもよい。

【0118】

(8) シリンダブロック2の移動範囲は、制御シャフト5 1の回転範囲、すなわち、ウ

ウォームホイール51cの回転範囲によって規制(規定)され得る。ここで、この回転範囲の規制は、上述の第一の実施形態のように、ECUによってモータ53の回転角度が制御されることで電気的に行われてもよいし、ウォームホイール51c等の構成によって機械的に行われてもよい。

【0119】

図14A及び図14Bは、図1に示されているウォームホイール51cの変形例の構成を示す側面図である。例えば、図14Aに示されているように、ウォームホイール51cの略円形の外周のうちの一部にのみ、ギヤの歯形が形成されていてもよい。あるいは、図14Bに示されているように、ウォームホイール51cが扇形に形成されていてもよい。これにより、制御シャフト51の回転範囲が簡略な装置構成によって規制され得る。

【0120】

なお、この場合、高圧縮比側の回転角度を規定するためのウォームホイールストップ24Hや、低圧縮比側の回転角度を規定するためのウォームホイールストップ24Lが設けられていてもよい。ウォームホイールストップ24H及びウォームホイールストップ24Lは、ウォームホイール51cのギヤの歯形の端部、あるいは扇形のウォームホイール51cの端部に当接することで、ウォームホイール51cの回転範囲を確実に規制し得るように構成されている。

【0121】

(9) その他、特段に言及されていない変形例についても、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、本発明の技術的範囲に含まれることは当然である。

【0122】

例えば、本発明は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、メタノールエンジン、バイオエタノールエンジン、その他の任意のタイプの内燃機関に適用可能である。気筒数や気筒配列方式(直列、V型、水平対向)も、特に限定はない。

【0123】

材料の変更は、適宜行われ得る。また、一体(ワンピース)であったものは別体(ツーピース)にされ得るし、その逆もあり得る。一体(ワンピース)のものは、継ぎ目なし(シームレス)に形成され得るし、溶接や接着等による接合層を用いて形成され得る。

【0124】

さらに、本発明の課題を解決するための手段を構成する各要素における、作用・機能的に表現されている要素は、上述の実施形態や変形例にて開示されている具体的構造の他、当該作用・機能を実現可能ないかなる構造をも含む。

【図面の簡単な説明】

【0125】

【図1】本発明の可変圧縮比内燃機関の第一の実施形態であるエンジンの概略構成を示す側断面図である。

【図2】図1に示されているエンジンの概略構成を示す側面図である。

【図3】図1及び図2に示されているエンジンの分解斜視図である。

【図4】図1及び図3に示されている制御シャフトの斜視図である。

【図5】図1に示されているエンジンの動作の様子を示す側断面図である。

【図6】図2に示されているエンジンの動作の様子を示す側断面図である。

【図7】図1に示されているエンジンの動作の様子を示す側断面図である。

【図8】図2に示されているエンジンの動作の様子を示す側断面図である。

【図9】図1に示されているエンジンにおける、偏心量Rと、シリンダブロック2のエンジン幅方向における最大移動量 δ との関係を表したグラフである。

【図10】第二の実施形態のエンジンの概略構成を示す側面図(第一の実施形態における図2に相当する図)である。

【図11】第三の実施形態のエンジンの概略構成を示す側断面図(第一の実施形態における図1に相当する図)である。

【図12】図11に示されている移動量規制部の周辺を拡大した側断面図である。

【図13】図12に示されている移動量規制部の一つの変形例の構成を示す側断面図である。

【図14A】図1に示されているウォームホイールの変形例の構成を示す側面図である。

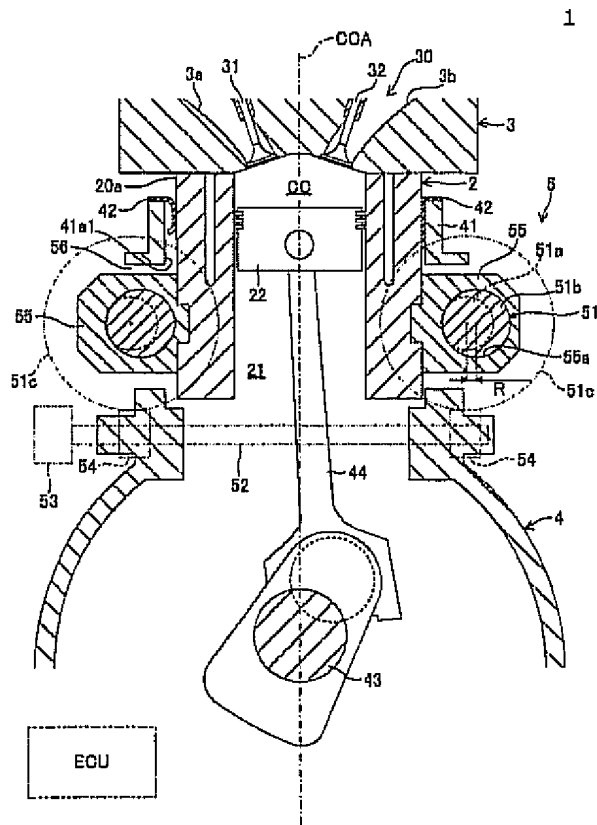
【図14B】図1に示されているウォームホイールの変形例の構成を示す側面図である。

【符号の説明】

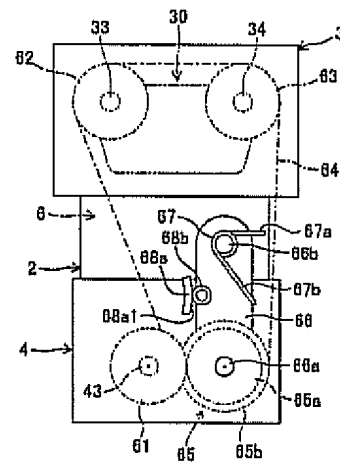
【0126】

1…エンジン	2…シリンダブロック	20a…外側面
21…シリンダ	22…ピストン	
3…シリンダヘッド	30…動弁機構	
4…クランクケース	41…フレーム	41a1…内壁面
42…オイルシール	43…クランクシャフト	45…移動量規制部
45a…ストッパ部材	45b…ストッパ支持ボルト	45c…ロックナット
5…移動機構	51…制御シャフト	51a…ジャーナル部
51b…円形カム部	51c…ウォームホイール	52…駆動シャフト
53…モータ	54…ウォーム	55…ブロック側支持部
55a…軸受孔	56…開口部	57…フレーム側支持部
57a…ジャーナル支持凹部	58…カバー部	58a…ジャーナル支持凹部
6…駆動力伝達機構	61…出力ギヤ	65…中継部
65a…中継ギヤ	65b…中継ホイール	66…支持板
67…付勢バネ	68a…ガイドプレート	68a1…ガイド面
68b…ガイドローラ	CC…燃焼室	CCA…シリンダ中心軸

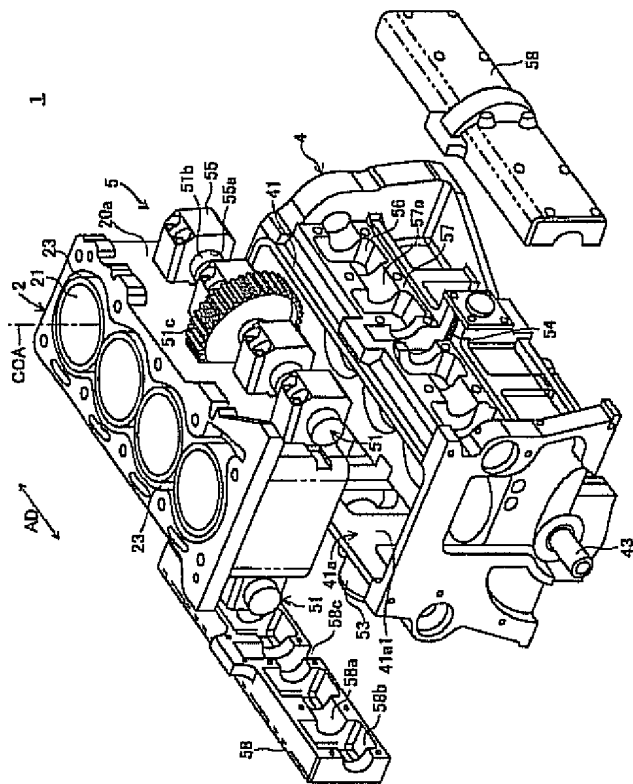
【図1】



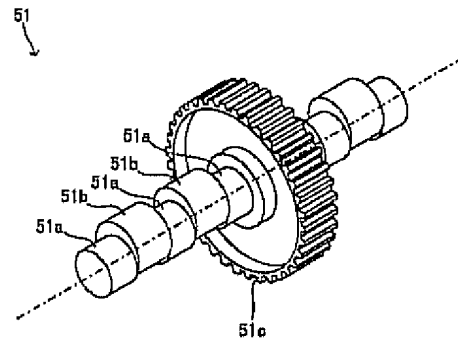
【図2】



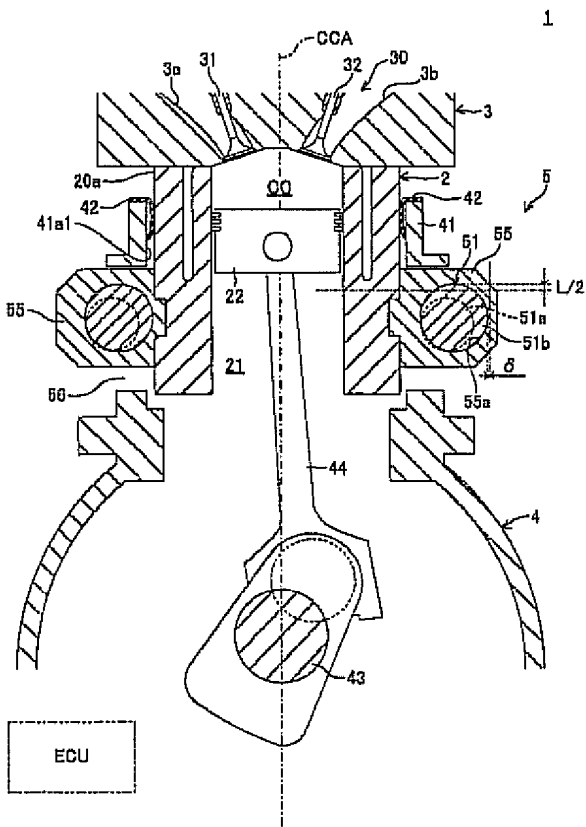
【図3】



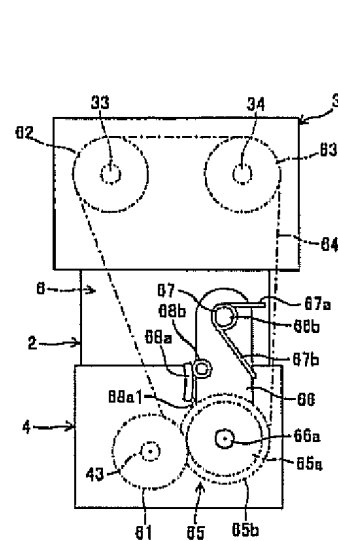
【図4】



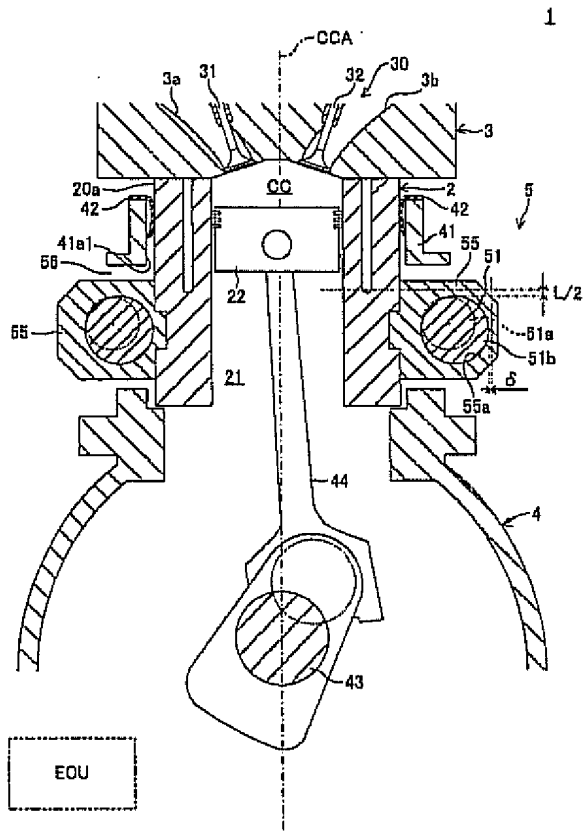
【図5】



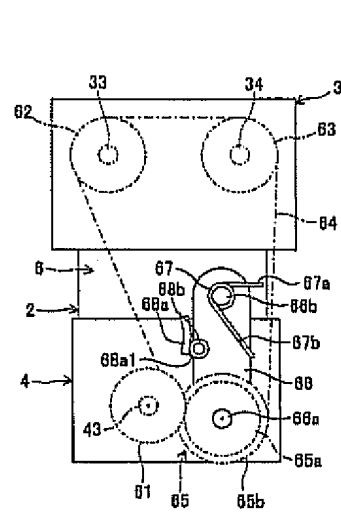
【図6】



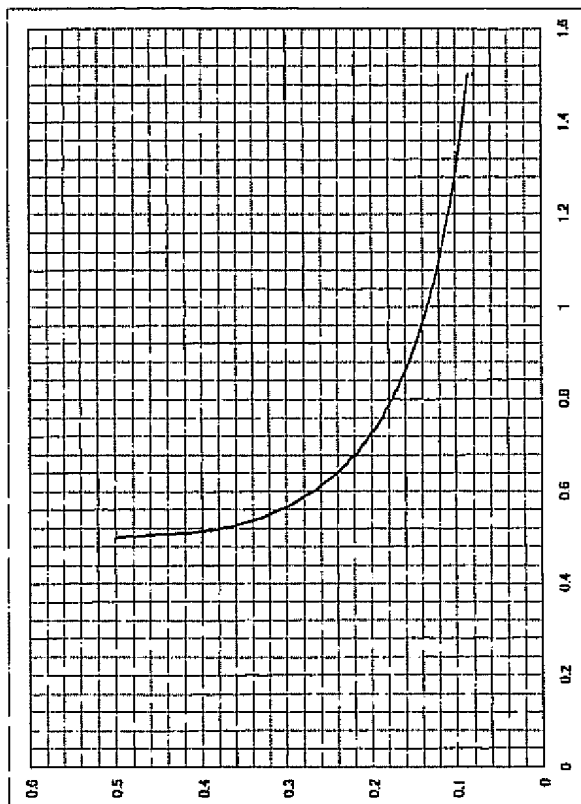
【図7】



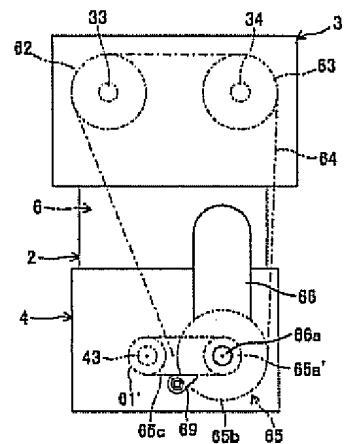
【図8】



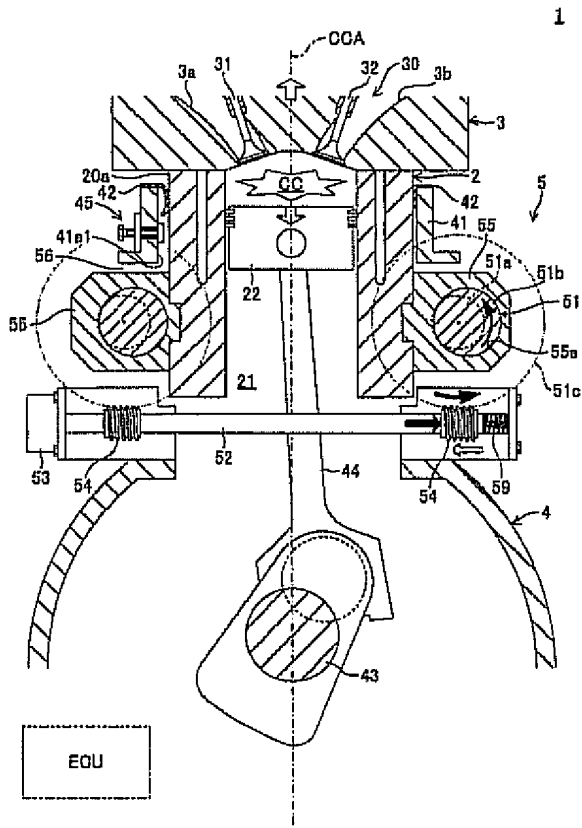
【図9】



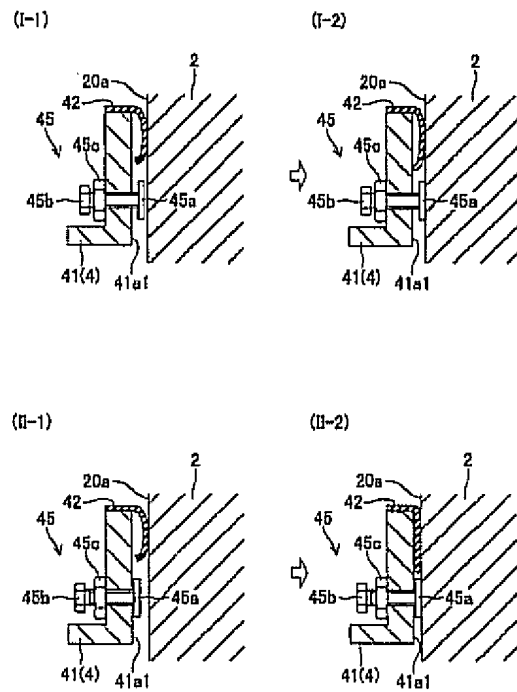
【図10】



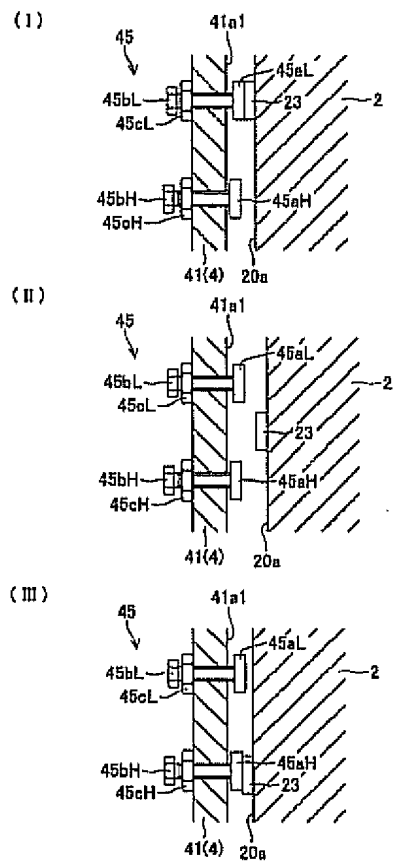
【図11】



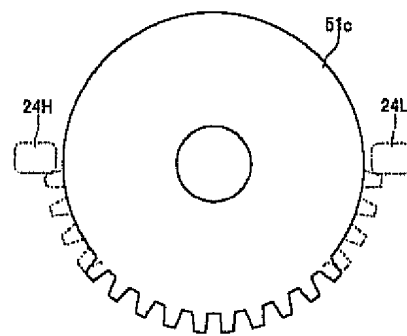
【図12】



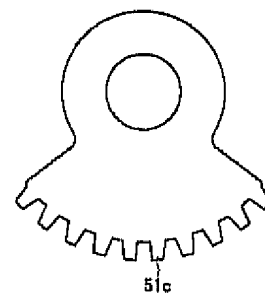
【図13】



【図14A】



【図14B】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02B75/04 (2006.01) i, F02B75/22 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02B75/04, F02B75/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-52455 A (Toyota Motor Corp.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraph [0134]; fig. 11 (Family: none)	1-3
A	JP 2004-324464 A (Toyota Motor Corp.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraph [0022]; fig. 1 & US 2004/0211374 A1 & EP 1471233 A2 & DE 602004002022 D	1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 January, 2010 (05.01.10)

Date of mailing of the international search report

19 January, 2010 (19.01.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02B75/04(2006.01)i, F02B75/22(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02B75/04, F02B75/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-52455 A（トヨタ自動車株式会社）2009.03.12, 段落134、 図11（ファミリーなし）	1-3
A	JP 2004-324464 A（トヨタ自動車株式会社）2004.11.18, 段落22、 図1 & US 2004/0211374 A1 & EP 1471233 A2 & DE 602004002022 D	1-3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.01.2010

国際調査報告の発送日

19.01.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

稲葉 大紀

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

3 T

4 0 1 9

Electronic Patent Application Fee Transmittal				
Application Number:				
Filing Date:				
Title of Invention:		VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		
First Named Inventor/Applicant Name:		Manabu Tateno		
Filer:		Thomas Ernest Anderson/Teri Tomayko		
Attorney Docket Number:		TMCW-10402/08		
Filed as Large Entity				
U.S. National Stage under 35 USC 371 Filing Fees				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
National Stage Fee	1631	1	380	380
Natl Stage Search Fee - Report provided	1642	1	490	490
National Stage Exam - all other cases	1633	1	250	250
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				1120

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	12804037
Application Number:	13510437
International Application Number:	PCT/JP2009/069753
Confirmation Number:	5228
Title of Invention:	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE
First Named Inventor/Applicant Name:	Manabu Tateno
Customer Number:	25006
Filer:	Thomas Ernest Anderson/Teri Tomayko
Filer Authorized By:	Thomas Ernest Anderson
Attorney Docket Number:	TMCW-10402/08
Receipt Date:	17-MAY-2012
Filing Date:	
Time Stamp:	15:12:44
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	\$ 1120
RAM confirmation Number	1614
Deposit Account	071180
Authorized User	ANDERSON,THOMAS E.

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. 1.492 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

File Listing:					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Application Data Sheet	Application_Data_Sheet_Fillable_PDF.pdf	1905721	no	5
			6c57ac45d3385f513d422f56c44c185243014f20		
Warnings:					
Information:					
2	Transmittal of New Application	TMCW-10402_08-transmittal.pdf	52301	no	3
			3cf3629f61e026e13c7c86a8cf423e8f06da74db		
Warnings:					
Information:					
3		TMCW-10402_08-First-Preliminary-Amendment.pdf	38682	yes	6
			b22b985e1b8acd1752259c5e54f50062e2cb723af		
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start	End	
	Preliminary Amendment		1	1	
	Abstract		2	2	
	Claims		3	5	
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment		6	6	
Warnings:					
Information:					
4		Application-PTO.pdf	1122277	yes	38
			1a7e8c0b01e932f6d9e28566935301abf16df5b2		
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start	End	
	Specification		1	22	
	Claims		23	25	
	Abstract		26	27	
	Drawings-only black and white line drawings		28	33	
	Oath or Declaration filed		34	38	

Warnings:					
Information:					
5	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	Information-Disclosure-Statement-fillable-pDF.pdf	612636	no	4
			79cc8c007cbd4db6386fab731475c0f36d3d62c8		
Warnings:					
Information:					
6	Miscellaneous Incoming Letter	InformationSheet.pdf	28355	no	1
			62e96cf0eb81e8e74b6027d83813932877b8fbaa		
Warnings:					
Information:					
7	Foreign Reference	JP2009-052455.pdf	983068	no	25
			55a807bfc7b0563dcb522dc9c77372289a4672b0		
Warnings:					
Information:					
8	Foreign Reference	JP2004-324464.pdf	831429	no	19
			0fee066f0e36ed006e1991b9e24abb13419dd04d		
Warnings:					
Information:					
9	Foreign Reference	JP2005-113743.pdf	385725	no	11
			c7d9a9ad787292d689a1a271f43e3b30399ae882		
Warnings:					
Information:					
10	Foreign Reference	JP2002250241.pdf	390123	no	10
			c64b7f20f5ce2c00d38565a6651eeec29201040a		
Warnings:					
Information:					
11	Foreign Reference	JP2008175135.pdf	583222	no	23
			a1e50325689458f3f13844f8a612bbc8d257475a		
Warnings:					
Information:					
12	Foreign Reference	JP2009-097449.pdf	1150660	no	26
			a0c7083de3ce78a383597505ee38f1ded54eb95c		
Warnings:					
Information:					
13	Documents submitted with 371 Applications	ISR.pdf	1943744	no	2
			2de8ff89e927c40f8bbb586b4ef425a319481dd2		

Warnings:					
Information:					
14	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	33391	no	2
			0ccecc8265b8963676ed57ce435eda508fb9d88		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			10061334		
<p>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</p> <p><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</p> <p><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</p>					

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	TMCW-10402/08
		Application Number	
Title of Invention	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		
<p>The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76.</p> <p>This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.</p>			

Secrecy Order 37 CFR 5.2

☐ Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

Applicant Information:

Applicant 1					Remove
Applicant Authority		<input checked="" type="radio"/> Inventor		<input type="radio"/> Legal Representative under 35 U.S.C. 117	<input type="radio"/> Party of Interest under 35 U.S.C. 118
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name		Suffix
	Manabu		Tateno		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	Sunto-gun, Shizuoka		Country Of Residenceⁱ	JP	
Citizenship under 37 CFR 1.41(b)ⁱ			JP		
Mailing Address of Applicant:					
Address 1		c/o Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha			
Address 2		1, Toyotacho			
City	Toyota-shi, Aichi-Ken		State/Province		
Postal Code		471-8571	Countryⁱ	JP	
Applicant 2					Remove
Applicant Authority		<input checked="" type="radio"/> Inventor		<input type="radio"/> Legal Representative under 35 U.S.C. 117	<input type="radio"/> Party of Interest under 35 U.S.C. 118
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name		Suffix
	Eiichi		Kamiyama		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	Mishima-shi, Shizuoka		Country Of Residenceⁱ	JP	
Citizenship under 37 CFR 1.41(b)ⁱ			JP		
Mailing Address of Applicant:					
Address 1		c/o Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha			
Address 2		1, Toyotacho			
City	Toyota-shi, Aichi-Ken		State/Province		
Postal Code		471-8571	Countryⁱ	JP	
Applicant 3					Remove
Applicant Authority		<input checked="" type="radio"/> Inventor		<input type="radio"/> Legal Representative under 35 U.S.C. 117	<input type="radio"/> Party of Interest under 35 U.S.C. 118
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name		Suffix
	Naoto		Hisaminato		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	Susono-shi, Shizuoka		Country Of Residenceⁱ	JP	

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	TMCW-10402/08	
		Application Number		
Title of Invention	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE			
Citizenship under 37 CFR 1.41(b) i		JP		
Mailing Address of Applicant:				
Address 1	c/o Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha			
Address 2	1, Toyotacho			
City	Toyota-Shi, Aichi-Ken	State/Province		
Postal Code	471-8571	Country ⁱ	JP	
All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the Add button. Add				

Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below. For further information see 37 CFR 1.33(a).			
<input type="checkbox"/> An Address is being provided for the correspondence Information of this application.			
Customer Number	25006		
Email Address	docket@patlaw.com	Add Email	Remove Email

Application Information:

Title of the Invention	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		
Attorney Docket Number	TMCW-10402/08	Small Entity Status Claimed	<input type="checkbox"/>
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Suggested Class (if any)		Sub Class (if any)	
Suggested Technology Center (if any)	N/A		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	6	Suggested Figure for Publication (if any)	

Publication Information:

<input type="checkbox"/> Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)
<input type="checkbox"/> Request Not to Publish. I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application has not and will not be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32). Enter either Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the Customer Number will be used for the Representative Information during processing.			
Please Select One:	<input checked="" type="radio"/> Customer Number	<input type="radio"/> US Patent Practitioner	<input type="radio"/> Limited Recognition (37 CFR 11.9)

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	TMCW-10402/08
		Application Number	
Title of Invention	VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE		
Customer Number	25006		

Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, or 365(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing this information in the application data sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78(a)(2) or CFR 1.78(a)(4), and need not otherwise be made part of the specification.			
Prior Application Status	Pending	Remove	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
	a 371 of international	PCTJP2009069753	2009-11-17
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim benefit of foreign priority and to identify any prior foreign application for which priority is not claimed. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55(a).			
			Remove
Application Number	Country ⁱ	Parent Filing Date (YYYY-MM-DD)	Priority Claimed
			<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Assignee Information:

Providing this information in the application data sheet does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of the CFR to have an assignment recorded in the Office.			
Assignee 1			Remove
If the Assignee is an Organization check here. <input checked="" type="checkbox"/>			
Organization Name	Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha		
Mailing Address Information:			
Address 1	1, Toyota-cho		
Address 2			
City	Toyota-shi, Aichi-ken	State/Province	
Country ⁱ	JP	Postal Code	471-8571
Phone Number		Fax Number	
Email Address			
Additional Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Signature:

A signature of the applicant or representative is required in accordance with 37 CFR 1.33 and 10.18. Please see 37 CFR 1.4(d) for the form of the signature.
--

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number		TMCW-10402/08	
		Application Number			
Title of Invention		VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE			
Signature		/Thomas E. Anderson/		Date (YYYY-MM-DD)	2012-05-17
First Name	Thomas	Last Name	Anderson	Registration Number	31318

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

記録原本

W754-PCT

1/5

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

0	受理官庁記入欄	PCT/JP 2009/069753
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	17.11.2009
0-3	(受付印)	PCT International Application 日本国特許庁
0-4	様式 PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	PCT-SAFE [EASY mode] Version 3.51.043.219 MT/FOP 20091001/0.20.5.17
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	W754-PCT
I	発明の名称	圧縮比可変V型内燃機関
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	トヨタ自動車株式会社
II-4en	Name:	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
II-5ja	あて名	4718571 日本国
II-5en	Address:	愛知県豊田市トヨタ町1番地 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 4718571 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP

W754-PCT

2/5

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 立野学 TATEN0, Manabu 4718571 日本国 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 4718571 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-1-1	この欄に記載した者は	
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4ja	氏名(姓名)	
III-1-4en	Name (LAST, First):	
III-1-5ja	あて名	
III-1-5en	Address:	
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
III-2	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 神山栄一 KAMIYAMA, Eiich 4718571 日本国 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 4718571 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-2-1	この欄に記載した者は	
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	
III-2-4ja	氏名(姓名)	
III-2-4en	Name (LAST, First):	
III-2-5ja	あて名	
III-2-5en	Address:	
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP
III-3	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 久湊直人 HISAMINATO, Naoto 4718571 日本国 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 4718571 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-3-1	この欄に記載した者は	
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	
III-3-4ja	氏名(姓名)	
III-3-4en	Name (LAST, First):	
III-3-5ja	あて名	
III-3-5en	Address:	
III-3-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-3-7	住所(国名)	日本国 JP

W754-PCT

3/5

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)	
IV-1-1ja	氏名(姓名)	青木 篤	
IV-1-1en	Name (LAST, First):	AOKI, Atsushi	
IV-1-2ja	あて名	1058423	
IV-1-2en	Address:	日本国 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 SEIWA PATENT & LAW, Toranomon 37 Mori Bldg., 5-1, Toranomon 3-chome, Minato-ku, Tokyo 1058423 Japan	
IV-1-3	電話番号	03-5470-1900	
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-5470-1911	
IV-1-6	代理人登録番号	100099759	
IV-2	その他の代理人	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with the same address as first named agent)	
IV-2-1ja	氏名	鶴田 準一; 島田 哲郎; 三橋 真二; 三橋 庸良; 伊藤 公一	
IV-2-1en	Name(s)	TSURUTA, Junichi; SHIMADA, Tetsuro; MITSUHASHI, Shinji; MITSUHASHI, Tsuneyoshi; ITO, Kimikazu	
V	国の指定		
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束される全てのPCT締約国を指定し、取得しうるあらゆる種類の保護を求め、及び該当する場合には広域と国内特許の両方を求める国際出願となる。		
VI-1	優先権主張	なし (NONE)	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	—	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国とする場合)	—	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	—	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	5	✓
IX-2	明細書	19	—
IX-3	請求の範囲	2	—
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	6	—
IX-7	合計	33	

W754-PCT

4/5

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	—
IX-18	PCT-SAFE 電子出願	—	✓
IX-19	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	
IX-20	要約とともに提示する図の番号	6	
IX-21	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-1-1	氏名(姓名)	青木篤	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		
X-2	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-2-1	氏名(姓名)	鶴田準一	
X-2-2	署名者の氏名		
X-2-3	権限		
X-3	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-3-1	氏名(姓名)	島田哲郎	
X-3-2	署名者の氏名		
X-3-3	権限		
X-4	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-4-1	氏名(姓名)	三橋真二	
X-4-2	署名者の氏名		
X-4-3	権限		
X-5	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-5-1	氏名(姓名)	三橋庸良	
X-5-2	署名者の氏名		
X-5-3	権限		
X-6	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-6-1	氏名(姓名)	伊藤公一	
X-6-2	署名者の氏名		
X-6-3	権限		

W754-PCT

5/5

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類 の実際の受理の日	17.11.2009
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類 を補完する書類又は図面であつ てその後期間内に提出されたも のの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づ く必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際 調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

PCTNOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92*bis*.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

AOKI, Atsushi
SEIWA PATENT & LAW, Toranomon 37 Mori Bldg.,
5-1, Toranomon 3-chome, Minato-ku, Tokyo
1058423
JAPON

Date of mailing (<i>day/month/year</i>) 04 February 2010 (04.02.2010)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference W754-PCT	
International application No. PCT/JP2009/069753	International filing date (<i>day/month/year</i>) 17 November 2009 (17.11.2009)

1. The following indications appeared on record concerning:			
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input checked="" type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent	<input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address KAMIYAMA, Eiich c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 4718571 Japan		State of Nationality JP	State of Residence JP
		Telephone No.	
		Facsimile No.	
		E-mail address	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:			
<input type="checkbox"/> the person	<input checked="" type="checkbox"/> the name	<input type="checkbox"/> the address	<input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address KAMIYAMA, Eiichi c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, 1, Toyotacho, Toyota-shi, Aichi 4718571 Japan		State of Nationality JP	State of Residence JP
		Telephone No.	
		Facsimile No.	
		E-mail address <input type="checkbox"/> Notifications by e-mail authorized	
3. Further observations, if necessary:			
4. A copy of this notification has been sent to:			
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority		
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned		
<input type="checkbox"/> the Authority(ies) specified for supplementary search	<input type="checkbox"/> the elected Offices concerned		
	<input type="checkbox"/> other:		

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer MITANI Akiko e-mail pt08.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 08
---	---

Facsimile No. +41 22 338 70 10

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 5 月 26 日(26.05.2011)



(10) 国際公開番号
WO 2011/061861 A1

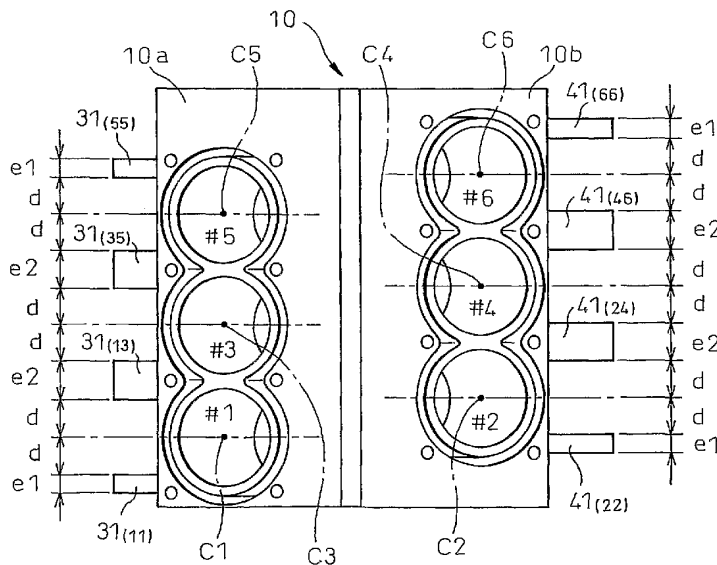
- (51) 国際特許分類:
F02B 75/04 (2006.01) *F02B 75/22* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/069753
- (22) 国際出願日: 2009 年 11 月 17 日(17.11.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 立野学 (TATENO, Manabu) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 神山栄一 (KAMIYAMA, Eiichi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 久湊直人 (HISAMI-NATO, Naoto) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 青木篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE COMPRESSION RATIO V-TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 圧縮比可変 V 型内燃機関

Fig. 6



(57) Abstract: Provided is a variable compression ratio V-type internal combustion engine in which a cylinder block (10) configured from two cylinder groups is integrally relatively moved with respect to a crankcase, the variable compression ratio V-type internal combustion engine being provided with a first relative movement mechanism fixed to the first cylinder group side (10a) of the cylinder block via a plurality of supports (31), and a second relative movement mechanism fixed to the second cylinder group side (10b) of the cylinder block via a plurality of supports (41), wherein the number of supports of the first relative movement mechanism is at least larger than the number of cylinders of the first cylinder group by one such that one of the supports of the first relative movement mechanism is located on each side of the central axis line (C1, C3, C5) of each of cylinders of the first cylinder group in side view on the first cylinder group side, the number of supports of the second relative movement mechanism is at least larger than the number of cylinders of the second

cylinder group by one such that one of the supports of the second relative movement mechanism is located on each side of the central axis line (C2, C4, C6) of each of cylinders of the second cylinder group in side view on the second cylinder group side, and because of the offset in the crankshaft direction between the cylinders of the first cylinder group and the cylinders of the second cylinder group, one of the supports of the first relative movement mechanism is located on the central axis line of each of the cylinders of the second cylinder group in side view on the first cylinder group side, and one of the supports of the second relative movement mechanism is located on the central axis line of each of the cylinders of the first cylinder group in side view on the second cylinder group side.

(57) 要約:

[続葉有]



NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本圧縮比可変V型内燃機関は、二つの気筒群のシリンダブロック10を一体化させてクランクケースに対して相対移動させる圧縮比可変V型内燃機関であって、シリンダブロックの第一気筒群側10aへ複数のサポート31を介して固定される第一相対移動機構と、シリンダブロックの第二気筒群側10bへ複数のサポート41を介して固定される第二相対移動機構とを具備し、第一相対移動機構のサポートの数は、第一気筒群側の側面視において、第一気筒群における各気筒の中心軸線C1、C3、C5の両側に第一相対移動機構のサポートの一つが位置するように少なくとも第一気筒群の気筒数より1だけ多い数とされ、第二相対移動機構のサポートの数は、第二気筒群側の側面視において、第二気筒群における各気筒の中心軸線C2、C4、C6の両側に第二相対移動機構のサポートの一つが位置するように少なくとも第二気筒群の気筒数より1だけ多い数とされ、第一気筒群の各気筒と第二気筒群の各気筒との間のクランク軸方向のオフセットによって、第一気筒群側の側面視において、第二気筒群の各気筒における中心軸線上には、第一相対移動機構のサポートの一つが位置し、第二気筒群側の側面視において、第一気筒群の各気筒における中心軸線上には、第二相対移動機構のサポートの一つが位置するようになっている。

明 細 書

発明の名称

圧縮比可変 V 型内燃機関

技術分野

本発明は、圧縮比可変 V 型内燃機関に関する。

背景技術

一般的に、機関負荷が低いほど熱効率が悪化するために、機関低負荷時の機械圧縮比（（上死点シリンダ容積＋行程容積）／上死点シリンダ容積）を高くして膨張比を高くすることにより熱効率を改善することが望ましい。そのために、シリンダブロックとクランクケースとを相対移動させてシリンダブロックとクランク軸との間の距離を変化させることにより機械圧縮比を可変とすることが公知である。

V 型内燃機関においては、二つの気筒群のそれぞれのシリンダブロック部分を別々に、各気筒群の気筒中心線に沿ってクランクケースに対して相対移動させることが提案されているが、各シリンダブロック部分を一つのリンク機構（又はカム機構）により相対移動させることは困難であり、シリンダブロック部分毎に一对のリンク機構（又はカム機構）が必要となるために全体として二対のリンク機構が必要となってしまう。

リンク機構の数を低減するために、二つの気筒群のシリンダブロックを一体化し、こうして一体化させたシリンダブロックを一对の相対移動機構（例えば、一对のリンク機構）によりクランクケースに対して相対移動させる圧縮比可変 V 型内燃機関が提案されている

（特許文献 1 参照）。

一方の気筒群側の相対移動機構及び他方の気筒群側の相対移動機構は、それぞれに、シリンダブロックへの固定のための複数のサポートと、クランクケースへの固定のための複数のサポートとを有している。

一般的に、一方の気筒群側の相対移動機構におけるシリンダブロック側の複数のサポートと、他方の気筒群側の相対移動機構におけるシリンダブロック側の複数のサポートとは、二つの気筒群の間の中間平面に対して対称配置されている。

先行技術文献

特許文献

特許文献 1

特開 2 0 0 5 - 1 1 3 7 4 3

特許文献 2

特開 2 0 0 2 - 2 5 0 2 4 1

特許文献 3

特開 2 0 0 8 - 1 7 5 1 3 5

特許文献 4

特開 2 0 0 9 - 0 9 7 4 4 9

発明の概要

発明が解決しようとする課題

ところで、前述の圧縮比可変 V 型内燃機関において、シリンダブロックとクランクケースとは、一对の相対移動機構だけによって連結され、各気筒の爆発時に気筒軸線方向にシリンダブロックを押し上げようとする力は、一对の相対移動機構に作用することとなる。

一对の相対移動機構のシリンダブロック側のサポートが前述のよ

うに対称配置されていると、各気筒の爆発時に発生する力は、主の一つ又は二つのサポートに作用することとなり、各サポートを厚くする等して各サポートの強度を高めることが必要となる。

従って、本発明の目的は、二つの気筒群のシリンダブロックを一体化させてクランクケースに対して相対移動させる圧縮比可変V型内燃機関において、一对の相対移動機構のそれぞれのシリンダブロック側の複数のサポートの強度をそれほど高めなくても良いようにすることである。

課題を解決するための手段

本発明による請求項1に記載の圧縮比可変V型内燃機関は、二つの気筒群のシリンダブロックを一体化させてクランクケースに対して相対移動させる圧縮比可変V型内燃機関であって、前記シリンダブロックの第一気筒群側へ複数のサポートを介して固定される第一相対移動機構と、前記シリンダブロックの第二気筒群側へ複数のサポートを介して固定される第二相対移動機構とを具備し、前記第一相対移動機構の前記サポートの数は、前記第一気筒群側の側面視において、前記第一気筒群における各気筒の中心軸線の両側に前記第一相対移動機構の前記サポートの一つが位置するように少なくとも前記第一気筒群の気筒数より1だけ多い数とされ、前記第二相対移動機構の前記サポートの数は、前記第二気筒群側の側面視において、前記第二気筒群における各気筒の中心軸線の両側に前記第二相対移動機構の前記サポートの一つが位置するように少なくとも前記第二気筒群の気筒数より1だけ多い数とされ、前記第一気筒群の各気筒と前記第二気筒群の各気筒との間のクランク軸方向のオフセットによって、前記第一気筒群側の側面視において、前記第二気筒群の各気筒における中心軸線上には、前記第一相対移動機構の前記サポ

ートの一つが位置し、前記第二気筒群側の側面視において、前記第一気筒群の各気筒における中心軸線上には、前記第二相対移動機構の前記サポートの一つが位置するようになっていることを特徴とする。

本発明による請求項 2 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関は、請求項 1 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関において、前記第一相対移動機構の前記サポートは、前記第一気筒群側の側面視において前記第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置する第一サポートと、前記第一気筒群側の側面視において前記第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置していない第二サポートとからなり、前記第一サポートの厚さは、前記第二サポートの厚さの二倍であり、前記第二相対移動機構の前記サポートは、前記第二気筒群側の側面視において前記第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置する第三サポートと、前記第二気筒群側の側面視において前記第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置していない第四サポートとからなり、前記第三サポートの厚さは、前記第四サポートの厚さの二倍であることを特徴とする。

本発明による請求項 3 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関は、請求項 1 又は 2 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関において、前記第一相対移動機構と前記第二相対移動機構とは独立して制御可能とされ、前記第一相対移動機構により前記シリンダブロックの前記第一気筒群側にもたらされるクランク軸中心を通る正面視の機関中心線方向における第一相対移動距離と、前記第二相対移動機構により前記シリンダブロックの前記第二気筒群側にもたらされる前記機関中心線方向における第二相対移動距離とを異ならせることができるようになっており、前記第一気筒群のいずれの気筒も膨張行程となっていない時に前記第一相対移動機構により前記第一相対移動距離を変化

させ、前記第二気筒群のいずれの気筒も膨張行程となっていない時に前記第二相対移動機構により前記第二相対移動距離を変化させることを特徴とする。

発明の効果

本発明による請求項 1 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関によれば、第一相対移動機構をシリンダブロックの第一気筒群側へ固定するためのサポートの数は、第一気筒群側の側面視において、第一気筒群における各気筒の中心軸線の両側に第一相対移動機構のサポートの一つが位置するように少なくとも第一気筒群の気筒数より 1 だけ多い数とされ、第二相対移動機構をシリンダブロックの第二気筒群側へ固定するためのサポートの数は、第二気筒群側の側面視において、第二気筒群における各気筒の中心軸線の両側に第二相対移動機構のサポートの一つが位置するように少なくとも第二気筒群の気筒数より 1 だけ多い数とされ、第一気筒群の各気筒と第二気筒群の各気筒との間のクランク軸方向のオフセットによって、第一気筒群側の側面視において、第二気筒群の各気筒における中心軸線上には、第一相対移動機構のサポートの一つが位置し、第二気筒群側の側面視において、第一気筒群の各気筒における中心軸線上には、第二相対移動機構の前記サポートの一つが位置するようになっている。それにより、各気筒の爆発時に気筒軸線方向にシリンダブロックを押し上げようとする力は、爆発気筒に対応する気筒群側の側面視において爆発気筒に近接する二つのサポートと、もう一つの気筒群側の側面視において爆発気筒の中心軸線上に位置する一つのサポートとに作用するようになり、この力が主に一つ又は二つのサポートに作用する場合に比較して、第一相対移動機構及び第二相対移動機構の各サポートの強度をそれほど高める必要はない。

本発明による請求項 2 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関によれば、請求項 1 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関において、第一相対移動機構のサポートは、第一気筒群側の側面視において第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置する第一サポートと、第一気筒群側の側面視において第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置していない第二サポートとからなり、第一サポートは、隣接する二つの気筒に共通に近接するために、二つの気筒の爆発時の力が作用し、一つの気筒にだけ近接する第二サポートより二倍の回数だけ爆発時の力が作用することとなるために、第一サポートの厚さを第二サポートの厚さの二倍として強度も二倍としており、また、第二相対移動機構のサポートは、第二気筒群側の側面視において第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置する第三サポートと、第二気筒群側の側面視において第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置していない第四サポートとからなり、第三サポートは、隣接する二つの気筒に共通に近接するために、二つの気筒の爆発時の力が作用し、一つの気筒にだけ近接する第四サポートより二倍の回数だけ爆発時の力が作用することとなるために、第三サポートの厚さを第四サポートの厚さの二倍として強度も二倍としている。

本発明による請求項 3 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関は、請求項 1 又は 2 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関において、第一相対移動機構と第二相対移動機構とは独立して制御可能とされ、第一相対移動機構によりシリンダブロックの第一気筒群側にもたらされるクランク軸中心を通る正面視の機関中心線方向における第一相対移動距離と、第二相対移動機構によりシリンダブロックの第二気筒群側にもたらされる機関中心線方向における第二相対移動距離とを異ならせることができるようになっており、第一気筒群のいずれの気筒

も膨張行程となっていない時には、第二気筒群のいずれかの気筒が膨張行程となるが、この爆発気筒の力は第二相対移動機構に比較してモーメント長さが長くなる第一相対移動機構にはそれほど作用せず、第一相対移動機構により容易に第一相対移動距離を変化させることができ、また、第二気筒群のいずれの気筒も膨張行程となっていない時には、第一気筒群のいずれかの気筒が膨張行程となるが、この爆発気筒の力は第一相対移動機構に比較してモーメント長さが長くなる第二相対移動機構にはそれほど作用せず、第二相対移動機構により容易に第二相対移動距離を変化させることができる。

図面の簡単な説明

図 1 本発明による圧縮比可変 V 型内燃機関の一部を示す斜視図である。

図 2 図 1 の圧縮比可変 V 型内燃機関に設けられた第一相対移動機構の分解斜視図である。

図 3 図 1 の圧縮比可変 V 型内燃機関に設けられた第二相対移動機構の分解斜視図である。

図 4 本発明による圧縮比可変 V 型内燃機関の一部を示す正面図である。

図 5 第一相対移動機構及び第二相対移動機構の動作を説明する図である。

図 6 本発明による圧縮比可変 V 型内燃機関のシリンダブロックの平面図である。

図 7 本発明による圧縮比可変 V 型内燃機関のもう一つの実施形態を示すシリンダブロックの正面図である。

図 8 各気筒の行程の関係を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

図 1 は本発明による圧縮比可変 V 型内燃機関の一部を示す斜視図であり、同図において、10 はシリンダブロック、20 はクランクケース、30 は第一気筒群側の第一相対移動機構、40 は第二気筒群側の第二相対移動機構である。シリンダブロック 10 は、第一気筒群側部分 10 a と第二気筒群側部分 10 b とが一体的に形成されており、第一気筒群側のシリンダボア 11 内及び第二気筒群側のシリンダボア 12 内にはそれぞれピストン 13 が配置されている。各ピストン 13 はコンロッド 14 によりクランクシャフト 15 に連結されている。

本 V 型内燃機関は、火花点火式であり、シリンダブロック 10 の第一気筒群側部分 10 a 及び第二気筒群側部分 10 b にはそれぞれシリンダヘッド（図示せず）が取り付けられ、各シリンダヘッドには、シリンダボア毎に点火プラグが取り付けられる。各シリンダヘッドには、吸気ポート及び排気ポートが形成され、各吸気ポートは吸気弁を介して各シリンダボアに連通し、各排気ポートは排気弁を介して各シリンダボア 11 に連通している。シリンダヘッド毎に、吸気マニホルド及び排気マニホルドが接続され、各吸気マニホルドは互いに独立して又は合流してエアクリーナを介して大気へ開放し、各排気マニホルドも互いに独立して又は合流して触媒装置を介して大気へ開放している。また、本 V 型内燃機関はディーゼルエンジンでも良い。

一般的に、機関負荷が低いほど熱効率が悪化するために、機関低負荷時の機械圧縮比を高くして膨張比を高くすれば、膨張行程においてピストンの仕事期間が長くなるために熱効率を改善することができる。機械圧縮比は、上死点クランク角度におけるシリンダ容積 V_1 に対する上死点クランク角度におけるシリンダ容積 V_1 と行程

容積 V_2 との和 $(V_1 + V_2) / V_1$ であり、膨張行程の膨張比と等しい。それにより、本 V 型内燃機関は、第一相対移動機構 30 と第二相対移動機構 40 とによって、シリンダブロック 10 をクランクケース 20 に対して相対移動させ、シリンダブロック 10 とクランク軸 15 との間の距離を変化させることにより、第一気筒群及び第二気筒群の機械圧縮比を可変とし、例えば、機関負荷が低いほど機械圧縮比を高めるように機械圧縮比が制御される。

第一相対移動機構 30 は、図 2 に示すように、シリンダブロック 10 の第一気筒群側部分 10a の側面下部に固定された複数のシリンダブロック側サポート 31 と、クランクケース 20 の第一気筒群側の側面上部に固定された複数のクランクケース側サポート 32 とを有し、シリンダブロック側サポート 31 及びクランクケース側サポート 32 は交互に位置して一つの第一軸 33 を支持する。こうして、第一相対移動機構 30 を介してシリンダブロック 10 の第一気筒群側部分 10a とクランクケース 20 の第一気筒群側とが連結される。

シリンダブロック側サポート及びクランクケース側サポート 32 は、第一軸 33 の支持を可能とするために、それぞれ、31a 及び 31b と、32a 及び 32b とに二分割されている。第一軸 33 は、シリンダブロック側サポート 31 に支持される複数のシリンダブロック側支持部分 33a と、クランクケース側サポート 32 に支持される複数のクランクケース側支持部分 33b とを有し、各シリンダブロック側支持部分 33a は互いに同心であり、各クランクケース側支持部分 33b は互いに同心である。しかしながら、シリンダブロック側支持部分 33a とクランクケース側支持部分 33b とは偏心している。34 は各シリンダブロック側支持部分 33a に嵌装されるベアリングであり、35 は各クランクケース側支持部分 33

bに嵌装されるベアリングである。それぞれ、各シリンダブロック側支持部分 3 3 a 及び各クランクケース側支持部分 3 3 b への嵌装が可能のように二分割されている。3 3 c は第一軸 3 3 のクランクケース側支持部分 3 3 b と同心の扇形状ギヤである。

図 4 に示すように、扇形状ギヤ 3 3 c は小径ギヤ 3 6 と噛合し、小径ギヤ 3 6 と同心の大径ギヤ 3 7 は、第一モータ 3 9 のウォームギヤ 3 8 と噛合している。こうして、第一モータ 3 9 を作動させてウォームギヤ 3 8 を回転させることにより、大径ギヤ 3 7、小径ギヤ 3 6 及び扇形状ギヤ 3 3 c を介して、第一軸 3 3 をクランクケース側支持部分 3 3 b 回りに回動させることができる。

一方、第二相対移動機構 4 0 は、図 3 に示すように、シリンダブロック 1 0 の第二気筒群側部分 1 0 b の側面下部に固定された複数のシリンダブロック側サポート 4 1 と、クランクケース 2 0 の第二気筒群側の側面上部に固定される複数のクランクケース側サポート 4 2 とを有している。クランクケース側サポート 4 2 は、それぞれに二つの軸受 4 2 a を有し、二つの軸受 4 2 a の間にはアーム 4 3 が挿入される。アーム 4 3 は、端部に第一貫通穴 4 3 a 及び第二貫通穴 4 3 b を有し、第一貫通穴 4 3 a には偏心ボス 4 3 c が挿入される。第二軸 4 4 は、各クランクケース側サポート 4 2 の二つの軸受 4 2 a を貫通すると共に、各アーム 4 3 の第一貫通穴 4 3 a 内に挿入された偏心ボス 4 3 c の偏心穴を貫通する。また、第三軸 4 5 は、各シリンダブロック側サポート 4 1 と、二つのシリンダブロック側サポート 4 1 の間に位置する各アーム 4 3 の第二貫通穴 4 3 b を貫通する。こうして、第二相対移動機構 4 0 を介してシリンダブロック 1 0 の第二気筒群側部分 1 0 b とクランクケース 2 0 の第二気筒群側とが連結される。

シリンダブロック側サポート 4 1 及びクランクケース側サポート

4 2 の軸受 4 2 a には、ベアリングが配置されている。4 4 a は第二軸 4 4 と同心の扇形状ギヤである。図 4 に示すように、扇形状ギヤ 4 4 a は小径ギヤ 4 6 と噛合し、小径ギヤ 4 6 と同心の大径ギヤ 4 7 は、第二モータ 4 9 のウォームギヤ 4 8 と噛合している。こうして、第二モータ 4 9 を作動させてウォームギヤ 4 8 を回転させることにより、大径ギヤ 4 7、小径ギヤ 4 6 及び扇形状ギヤ 4 4 a を介して、第二軸 4 4 を回動させ、偏心穴への挿入により第二軸 4 4 と一体化された偏心ボス 4 3 c をアーム 4 3 の第一貫通穴 4 3 a において第二軸 4 4 回りに回動させることができる。

図 4 において、C E は、正面視において、クランク軸 1 5 の中心を通る機関中心線であり、一般的にはクランク軸中心を通る垂直線である。本実施形態では、シリンダブロック 1 0 とクランクケース 2 0 とが当接する図 4 に示すシリンダブロック 1 0 の最下位置において、正面視において第一気筒群の気筒中心線と第二気筒群の気筒中心線との間のシリンダブロック中心線 C B と、機関中心線 C E とは一致し、また、正面視において第一気筒群の気筒中心線と第二気筒群の気筒中心線との交点である正面視交点と、クランク軸中心とが一致している。

図 5 に示すように、本実施形態の圧縮比可変 V 型内燃機関では、機械圧縮比を変更するために、第一相対移動機構 3 0 の第一モータ 3 9 を作動させて、第一軸 3 3 をクランクケース側支持部分 3 3 b 回りに回動させ、それにより、第一相対移動機構 3 0 は、一自由度のリンク機構として、クランクケース側支持部分 3 3 b に対して偏心するシリンダブロック側支持部分 3 3 a を介してシリンダブロック 1 0 の第一気筒群側をクランクケース 2 0 に対して機関中心線 C E 方向に第一設定距離 D 1 だけ移動させる。それと同時に、第二相対移動機構 4 0 の第二モータ 4 9 を作動させて、第二軸 4 4 を回動

させ、それにより、第二相対移動機構 40 は、二自由度のリンク機構として、第二軸 44 に対して偏心する偏心ボス 43 c を介してアーム 43 によりシリンダブロック 10 の第二気筒群側をクランクケース 20 に対して機関中心線 C E 方向に第一設定距離 D1 より小さな第二設定距離 D2 だけ移動させる。

このように、一点鎖線で示す最下位置のシリンダブロック 10' は、実線で示すシリンダブロック 10 のように移動し、一点鎖線で示す最下位置の第一軸 33 のシリンダブロック側支持部分 33 a'、アーム 43 の第一貫通穴 43 a' 及び第二貫通穴 43 b' もそれぞれ実線で示すシリンダブロック側支持部分 33 a、第一貫通穴 43 a 及び第二貫通穴 43 b のように移動する。

第一相対移動機構 30 が簡単な一自由度のリンク機構とされているために、シリンダブロック 10 はクランクケース 20 に対して上方（機関中心線 C E 方向）へ移動させられると同時に第二気筒群側へ移動させられるために、そのままでは、第一気筒群の機械圧縮比及び第二気筒群の機械圧縮比を両方とも小さくすることはできるが、第二気筒群の機械圧縮比は第二気筒群の機械圧縮比より小さくなってしまふ。それにより、第二相対移動機構 40 によって、シリンダブロック 10 は第一気筒群側に比較して第二気筒群側が上方へ小さく移動されるようにし、正面視においてシリンダブロック中心線 C B は機関中心線 C E に対して傾けられる。それにより、シリンダブロック 10 が第二気筒群側へ D だけ移動しても、第一気筒群の機械圧縮比と第二気筒群側の機械圧縮比とを等しく所望機械圧縮比とすることができる。

図 6 は本発明による圧縮比可変 V 型内燃機関のシリンダブロック 10 の平面図である。本実施形態において、第一相対移動機構 30 をシリンダブロック 10 の第一気筒群側部分 10 a へ固定するため

のシリンダブロック側サポート 3 1 の数は、第一気筒群側部分 1 0 a の側面視において、第一気筒群の各気筒における中心軸線 C 1、C 3、C 5 の両側にシリンダブロック側サポート 3 1 の一つが位置するように少なくとも第一気筒群の気筒数より 1 だけ多い数とされ、すなわち、本実施形態において、第一気筒群の気筒数が三つであるためにシリンダブロック側サポート 3 1 の数は四つとされている。

また、第二相対移動機構 4 0 をシリンダブロック 1 0 の第二気筒群側部分 1 0 b へ固定するためのシリンダブロック側サポート 4 1 の数は、第二気筒群側部分 1 0 b の側面視において、第二気筒群の各気筒における中心軸線 C 2、C 4、C 6 の両側にシリンダブロック側サポート 4 1 の一つが位置するように少なくとも第二気筒群の気筒数より 1 だけ多い数とされ、すなわち、本実施形態において、第二気筒群の気筒数が三つであるためにシリンダブロック側サポート 4 1 の数は四つとされている。

また、第一気筒群の各気筒と第二気筒群の各気筒との間のクランク軸方向のオフセットによって、第一気筒群側部分 1 0 a の側面視において、第二気筒群の各気筒における中心軸線 C 2、C 4、C 6 上には、第一相対移動機構のサポート 3 1 の一つが位置し（サポート 3 1 の中心線と各気筒の中心軸線 C 2、C 4、C 6 の中心軸線とを一致させることが好ましい。）、第二気筒群側部分 1 0 b の側面視において、第一気筒群の各気筒における中心軸線上 C 1、C 3、C 5 には、第二相対移動機構の前記サポート 4 1 の一つが位置するようになっている（サポート 4 1 の中心線と各気筒の中心軸線 C 1、C 3、C 5 の中心軸線とを一致させることが好ましい。）。

図 7 は本発明による圧縮比可変 V 型内燃機関のもう一つの実施形態を示すシリンダブロック 1 0' の正面図である。図 4 及び 6 に示

す実施形態との違いは、第一相対移動機構のシリンダブロック側サポート 3 1' がシリンダブロック 1 0' の第一気筒群側部分 1 0 a' の側面の最上部に配置され、第二相対移動機構のシリンダブロック側サポート 4 1' がシリンダブロック 1 0' の第二気筒群側部分 1 0 b' の側面の最上部に配置されていることである。

いずれの実施形態においても、各気筒の爆発時には、図 7 に示すように、爆発気筒の中心軸線方向にシリンダブロックを押し上げようとする力 F が発生する。この力 F は、主に、爆発気筒の近傍の第一相対移動機構及び第二相対移動機構のシリンダブロック側サポートに作用することとなり、図 6 に示すシリンダブロック側サポートの配置では、爆発気筒に対応する気筒群側の側面視において爆発気筒に近接する二つのシリンダブロック側サポートと、他方の気筒群側の側面視において爆発気筒の中心軸線上に位置する一つのシリンダブロック側サポートとに作用するようになり、このように、各気筒の爆発時に発生する力を、三つのシリンダブロック側サポートに分散して作用させることができるために、第一相対移動機構及び第二相対移動機構の各シリンダブロック側サポート 3 1 及び 4 1 の強度をそれほど高める必要はない。これに対して、一般的には、第一相対移動機構及び第二相対移動機構の各シリンダブロック側サポートは、二つの気筒群の間の中間平面に対して対称配置されているために、前述の力 F は主に一つ又は二つのサポートだけに作用することとなり、各シリンダブロック側サポートの強度を非常に高めなければならない。

例えば、図 6 において、中心軸線 C 4 を有する第二気筒群の # 4 気筒が爆発する時には、前述の力 F は、第二気筒群側部分 1 0 b の側面視において # 4 気筒の中心軸線 C 4 の両側に位置する二つの第二相対移動機構のシリンダブロック側サポート 4 1₍₂₄₎ 及び 4 1₍₄₎

6) と、第一気筒群側部分 10 a の側面視において # 4 気筒の中心軸線 C 4 上に位置する一つの第一相対移動機構のシリンダブロック側サポート 3 1₍₃₅₎ とに作用することとなる。また、中心軸線 C 5 を有する第一気筒群の # 5 気筒が爆発する時には、前述の力 F は、第一気筒群側部分 10 a の側面視において # 5 気筒の中心軸線 C 5 の両側に位置する二つの第一相対移動機構のシリンダブロック側サポート 3 1₍₃₅₎ 及び 3 1₍₅₅₎ と、第二気筒群側部分 10 b の側面視において # 5 気筒の中心軸線 C 5 上に位置する一つの第二相対移動機構のシリンダブロック側サポート 4 1₍₄₆₎ とに作用することとなる。

また、第一相対移動機構 30 のシリンダブロック側サポート 3 1 は、第一気筒群側部分 10 a の側面視において第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置する第一サポート 3 1₍₁₃₎ 及び 3 1₍₃₅₎ と、第一気筒群側部分 10 a の側面視において第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置していない第二サポート 3 1₍₁₁₎ 及び 3 1₍₅₅₎ とからなり、第一サポート 3 1₍₁₃₎ 及び 3 1₍₃₅₎ は、二つの気筒に共通に近接するために、二つの気筒の爆発時の力が作用し、一つの気筒にだけ近接する第二サポート 3 1₍₁₁₎ 及び 3 1₍₅₅₎ より二倍の回数だけ爆発時の力が作用することとなるために、第一サポート 3 1₍₁₃₎ 及び 3 1₍₃₅₎ の厚 e 2 を第二サポート 3 1₍₁₁₎ 及び 3 1₍₅₅₎ の厚さ e 1 の二倍として強度も二倍としている。

また、第二相対移動機構 40 のシリンダブロック側サポート 4 1 は、第二気筒群側部分 10 b の側面視において第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置する第三サポート 4 1₍₂₄₎ 及び 3 1₍₄₆₎ と、第二気筒群側部分 10 b の側面視において第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の上に位置していない第四サポー

ト 4 1₍₂₂₎ 及び 3 1₍₆₆₎ とからなり、第三サポート 4 1₍₂₄₎ 及び 4 1₍₄₆₎ は、二つの気筒に共通に近接するために、二つの気筒の爆発時の力が作用し、一つの気筒にだけ近接する第四サポート 4 1₍₂₂₎ 及び 4 1₍₆₆₎ より二倍の回数だけ爆発時の力が作用することとなるために、第三サポート 4 1₍₂₄₎ 及び 4 1₍₄₆₎ の厚さ e_2 を第四サポート 4 1₍₂₂₎ 及び 4 1₍₆₆₎ の厚さ e_1 の二倍として強度も二倍としている。

また、第一サポート 3 1₍₁₃₎ 及び 3 1₍₃₅₎、第二サポート 3 1₍₁₁₎ 及び 3 1₍₅₅₎、第三サポート 4 1₍₂₄₎ 及び 3 1₍₄₆₎、及び、第四サポート 4 1₍₂₂₎ 及び 3 1₍₆₆₎ は、いずれも、側面視において、隣接する各気筒の中心軸線 C 1、C 2、C 3、C 4、C 5、及び C 6 から等距離 d だけ離間するようにしている。

ところで、図 7 に示す実施形態においては、第一相対移動機構のシリンダブロック側サポート 3 1' がシリンダブロック 1 0' の第一気筒群側部分 1 0 a' の側面の最上部に配置され、第二相対移動機構のシリンダブロック側サポート 4 1' がシリンダブロック 1 0' の第二気筒群側部分 1 0 b' の側面の最上部に配置されているために、爆発時に発生する力 F が、爆発気筒の気筒群側の二つのシリンダブロック側サポート（図 7 において 4 1'）に作用する力 F_c と爆発気筒とは反対の気筒群側の一つのシリンダブロック側サポート（図 7 において 3 1'）に作用する力 F_f とに分けられる際に、爆発気筒の気筒群側の二つのシリンダブロック側サポートの作用点（軸孔中心）までのモーメント長さ L_c に対して、爆発気筒とは反対の気筒群側の一つのシリンダブロック側サポートの作用点（軸孔中心）までのモーメント長さ L_f を比較的長くすることができる。

こうして、 $F = F_c + F_f$ 及び $F_c * L_c = F_f * L_f$ の関係から爆発気筒とは反対の気筒群側の一つのシリンダブロック側サポー

トに作用する力 F_f を小さくすることができる。

図 8 は各気筒の行程の関係を示すタイムチャートである。I は吸気行程、C は圧縮行程、X は膨張行程、E は排気行程を示している。図 6 に示すように、# 1 気筒、# 3 気筒、及び # 5 気筒により第一気筒群が構成され、# 2 気筒、# 4 気筒、及び # 6 気筒により第二気筒群が構成され、# 1 気筒－# 2 気筒－# 3 気筒－# 4 気筒－# 5 気筒－# 6 気筒が点火順序である。

図 8 に示すように、第一気筒群の気筒及び第二気筒群の気筒は、交互に 120 クランク角度毎に膨張行程となる。それにより、 t_1 で示す 60 クランク角度範囲においては、第一気筒群のいずれの気筒も膨張行程となっておらず、第二気筒群のいずれかの気筒が膨張行程となって、第二気筒群の爆発気筒の力が第一相対移動機構の対応する一つのシリンダブロック側サポートと第二相対移動機構の対応する二つのシリンダブロック側サポートとに分かれて作用する。この際に、第二相対移動機構のシリンダブロック側サポートに比較してモーメント長さが長くなる第一相対移動機構のシリンダブロック側サポートに作用する力はそれほど大きくなりません。それにより、この時において、第一相対移動機構 30 によりシリンダブロックの第一気筒群側をクランクケースに対して機関中心線 CE 方向に第一設定距離だけ移動させるようにすれば、小さな作動力によって第一相対移動機構の作動させることができる。

また、 t_2 で示す 60 クランク角度範囲においては、第二気筒群のいずれの気筒も膨張行程となっておらず、第一気筒群のいずれかの気筒が膨張行程となって、第一気筒群の爆発気筒の力が第二相対移動機構の対応する一つのシリンダブロック側サポートと第一相対移動機構の対応する二つのシリンダブロック側サポートとに分かれて作用する。この際に、第一相対移動機構のシリンダブロック側サ

ポートに比較してモーメント長さが長くなる第二相対移動機構のシリンダブロック側サポートに作用する力はそれほど大きくならない。それにより、この時において、第二相対移動機構 40 によりシリンダブロックの第二気筒群側をクランクケースに対して機関中心線 C E 方向に第二設定距離だけ移動させるようにすれば、小さな作動力によって第二相対移動機構の作動させることができる。

もちろん、 t_1 で示すクランク角度範囲において第一相対移動機構を僅かに作動させ、 t_2 で示すクランク角度範囲において第二相対移動機構を僅かに作動させ、これを繰り返すことにより最終的に、シリンダブロックの第一気筒群側を第一設定距離だけ移動させ、シリンダブロックの第二気筒群側を第二設定距離だけ移動させて、第一気筒群及び第二気筒群の機械圧縮比を所望機械圧縮比とするようにしても良い。

これまで説明した実施形態では、第一相対移動機構と第二相対移動機構は、別々に制御可能とされ、シリンダブロックの第一気筒群側の機関中心線方向における第一相対移動距離とシリンダブロックの第二気筒群側の機関中心線方向における第二相対移動距離とを異ならせることができるようにしたが、シリンダブロック中心軸 C B と機関中心線 C E とが常に一致してシリンダブロックがクランクケースに対して相対移動する場合には、第一相対移動機構と第二相対移動機構とは一つのアクチュエータにより同時に作動させるようにしても良く、この場合においても、図 6 に示した第一相対移動機構及び第二相対移動機構のシリンダブロック側サポートの配置は有効である。

符号の説明

10 シリンダブロック

- 2 0 クランクケース
- 3 0 第一相対移動機構
- 3 1 第一相対移動機構のシリンダブロック側サポート
- 4 0 第二相対移動機構
- 4 1 第二相対移動機構のシリンダブロック側サポート

請 求 の 範 囲

請求項 1

二つの気筒群のシリンダブロックを一体化させてクランクケースに対して相対移動させる圧縮比可変V型内燃機関であって、前記シリンダブロックの第一気筒群側へ複数のサポートを介して固定される第一相対移動機構と、前記シリンダブロックの第二気筒群側へ複数のサポートを介して固定される第二相対移動機構とを具備し、前記第一相対移動機構の前記サポートの数は、前記第一気筒群側の側面視において、前記第一気筒群における各気筒の中心軸線の両側に前記第一相対移動機構の前記サポートの一つが位置するように少なくとも前記第一気筒群の気筒数より1だけ多い数とされ、前記第二相対移動機構の前記サポートの数は、前記第二気筒群側の側面視において、前記第二気筒群における各気筒の中心軸線の両側に前記第二相対移動機構の前記サポートの一つが位置するように少なくとも前記第二気筒群の気筒数より1だけ多い数とされ、前記第一気筒群の各気筒と前記第二気筒群の各気筒との間のクランク軸方向のオフセットによって、前記第一気筒群側の側面視において、前記第二気筒群の各気筒における中心軸線上には、前記第一相対移動機構の前記サポートの一つが位置し、前記第二気筒群側の側面視において、前記第一気筒群の各気筒における中心軸線上には、前記第二相対移動機構の前記サポートの一つが位置するようになっていることを特徴とする圧縮比可変V型内燃機関。

請求項 2

前記第一相対移動機構の前記サポートは、前記第一気筒群側の側面視において前記第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の間に位置する第一サポートと、前記第一気筒群側の側面視において前

記第一気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の間に位置していない第二サポートとからなり、前記第一サポートの厚さは、前記第二サポートの厚さの二倍であり、前記第二相対移動機構の前記サポートは、前記第二気筒群側の側面視において前記第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の間に位置する第三サポートと、前記第二気筒群側の側面視において前記第二気筒群の隣接する二つの気筒の中心軸線の間に位置していない第四サポートとからなり、前記第三サポートの厚さは、前記第四サポートの厚さの二倍であることを特徴とする請求項 1 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関。

請求項 3

前記第一相対移動機構と前記第二相対移動機構とは独立して制御可能とされ、前記第一相対移動機構により前記シリンダブロックの前記第一気筒群側にもたらされるクランク軸中心を通る正面視の機関中心線方向における第一相対移動距離と、前記第二相対移動機構により前記シリンダブロックの前記第二気筒群側にもたらされる前記機関中心線方向における第二相対移動距離とを異ならせることができるようになっており、前記第一気筒群のいずれの気筒も膨張行程となっていない時に前記第一相対移動機構により前記第一相対移動距離を変化させ、前記第二気筒群のいずれの気筒も膨張行程となっていない時に前記第二相対移動機構により前記第二相対移動距離を変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の圧縮比可変 V 型内燃機関。

Fig.1

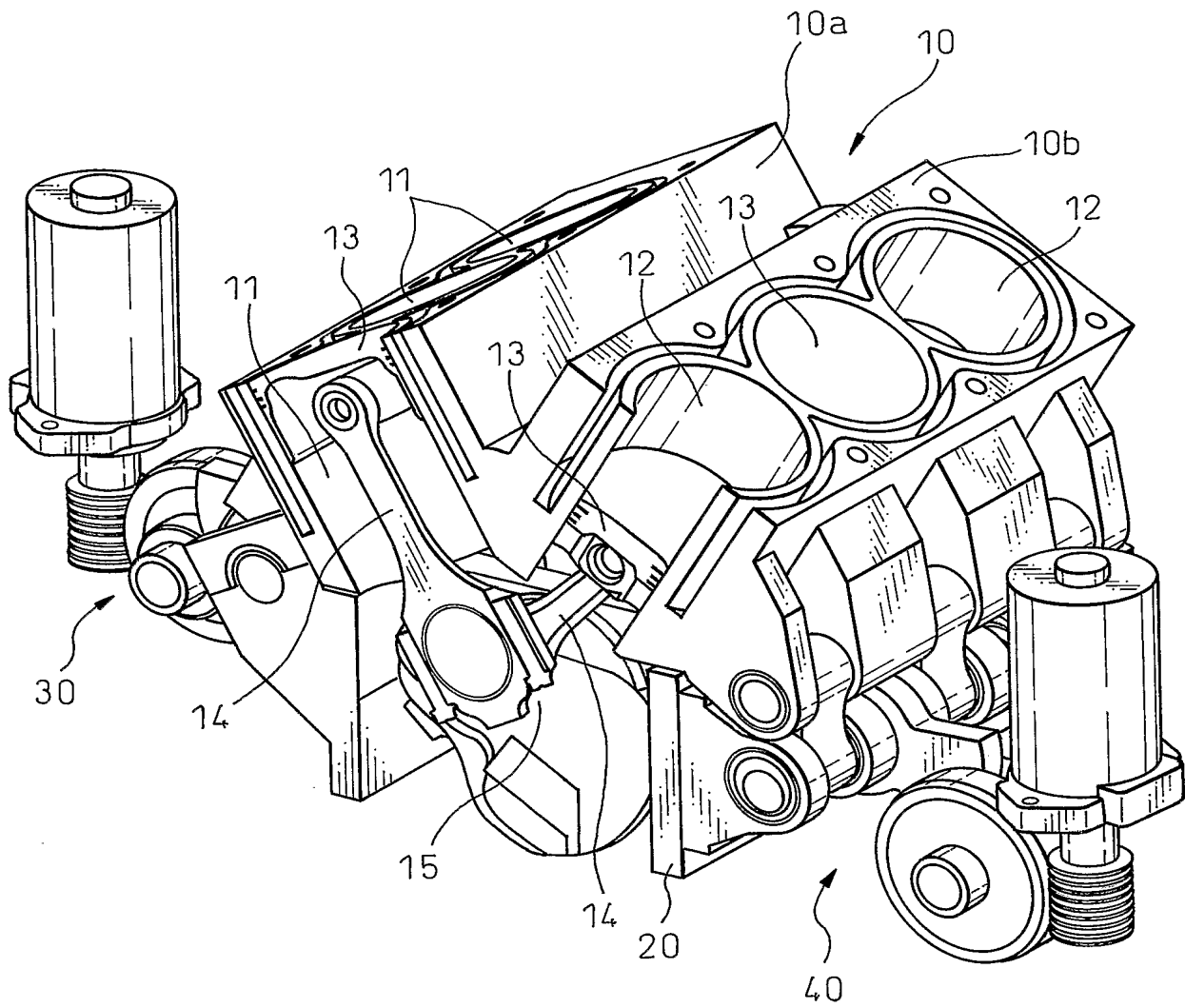


Fig.2

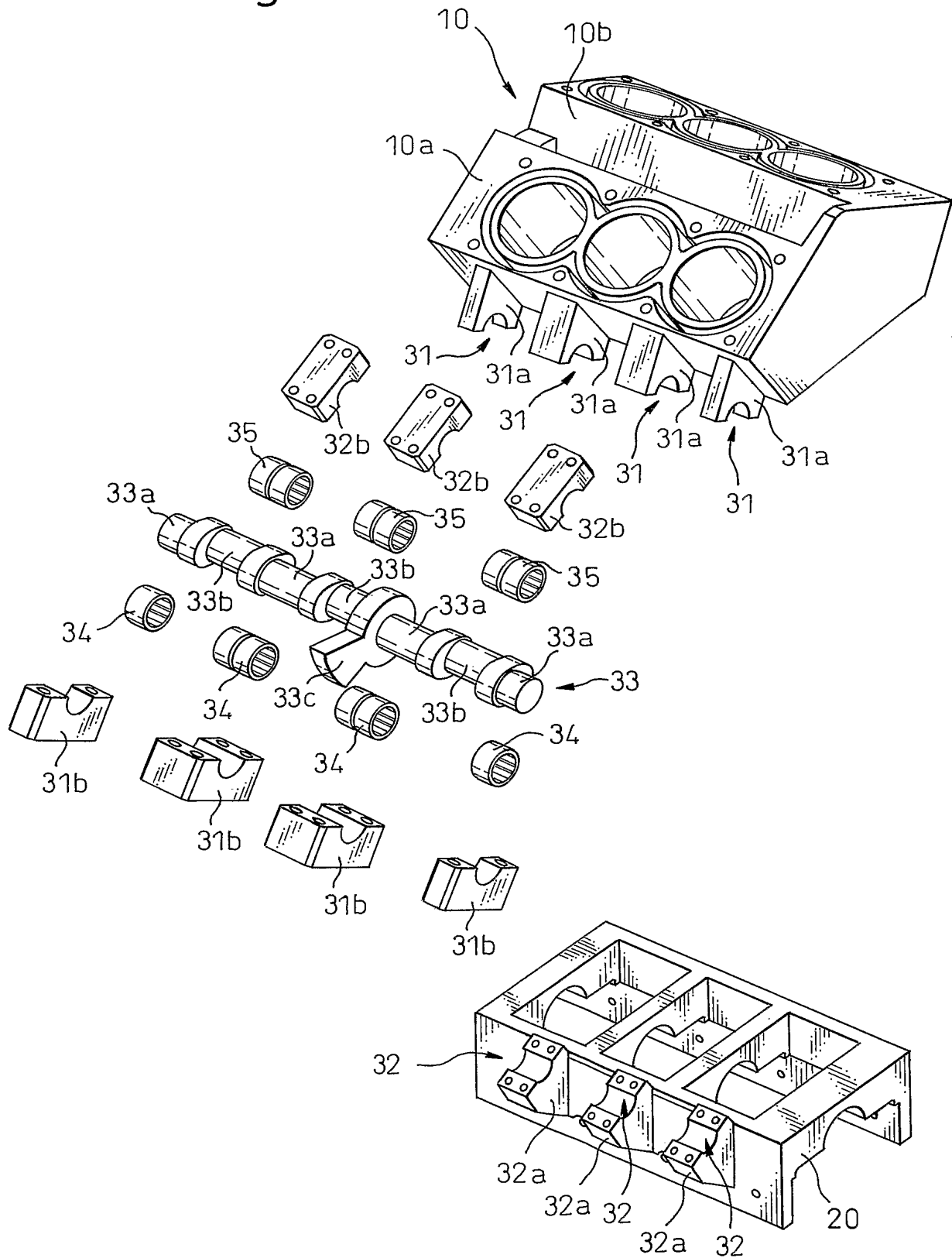


Fig.3

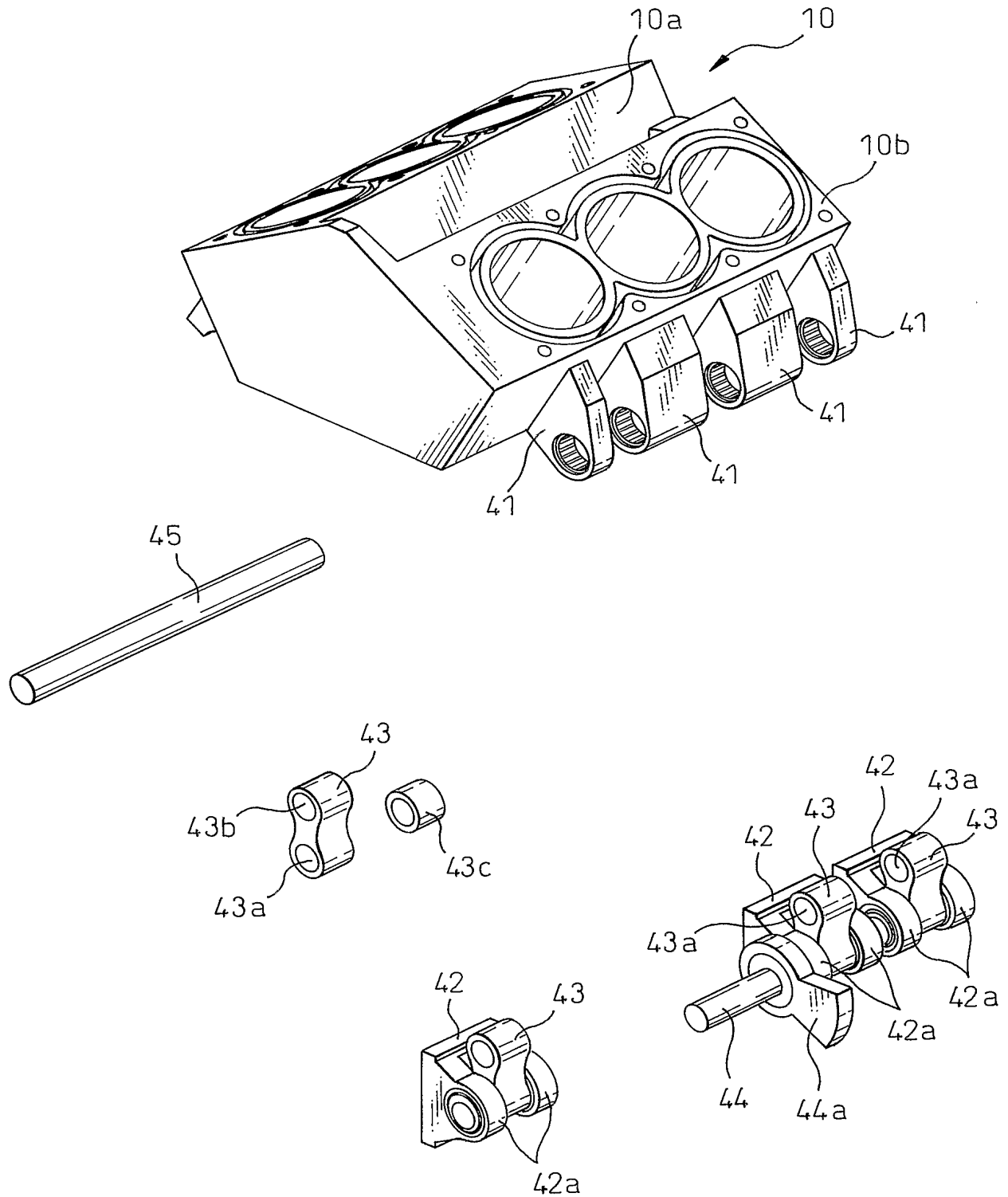


Fig.4

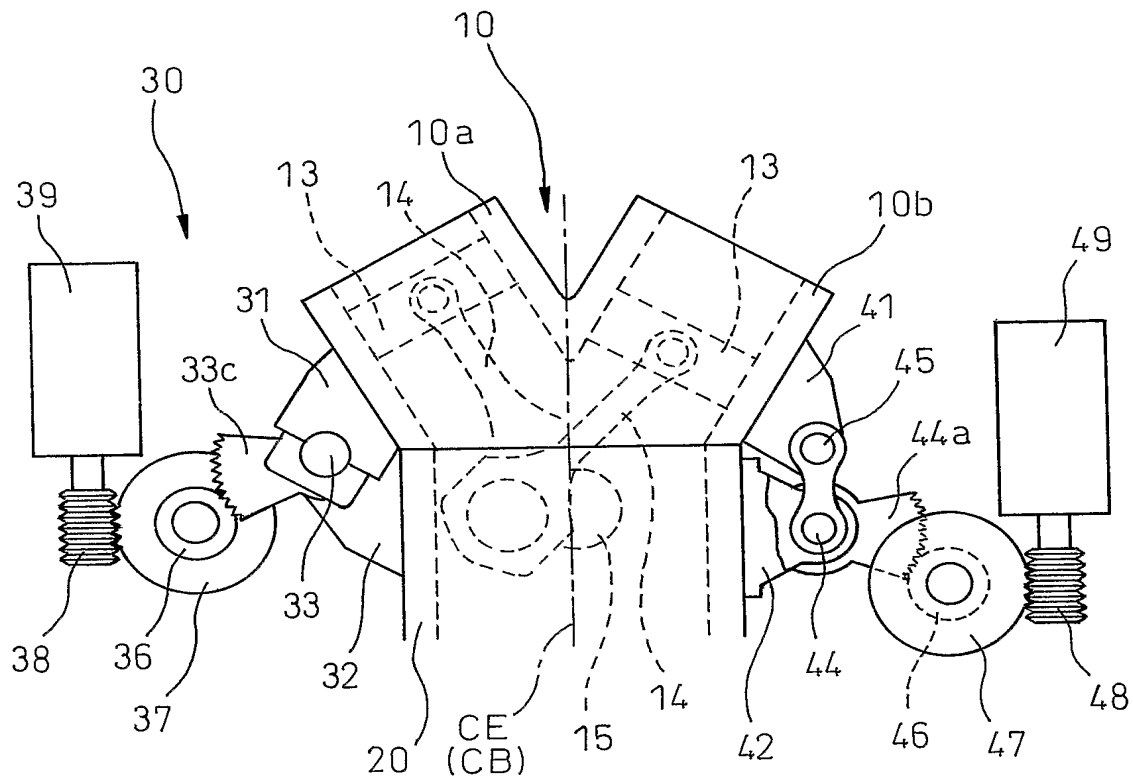


Fig.5

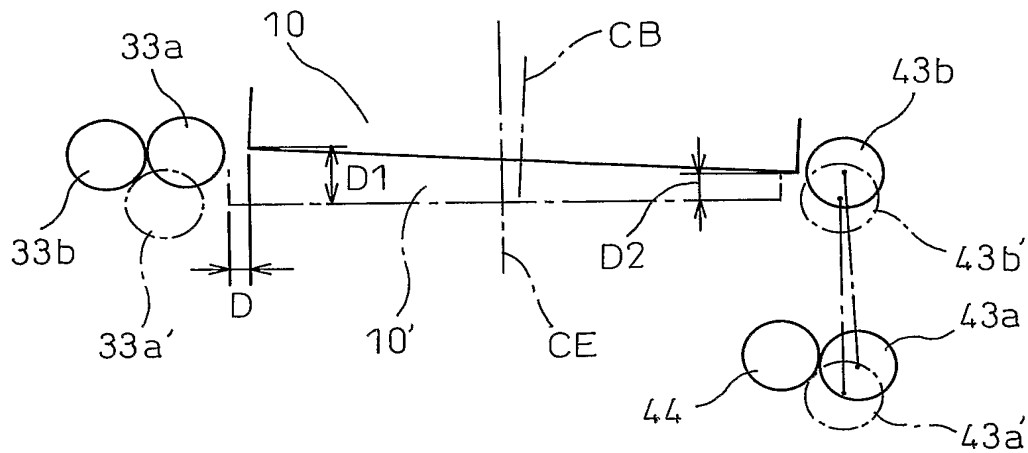


Fig. 6

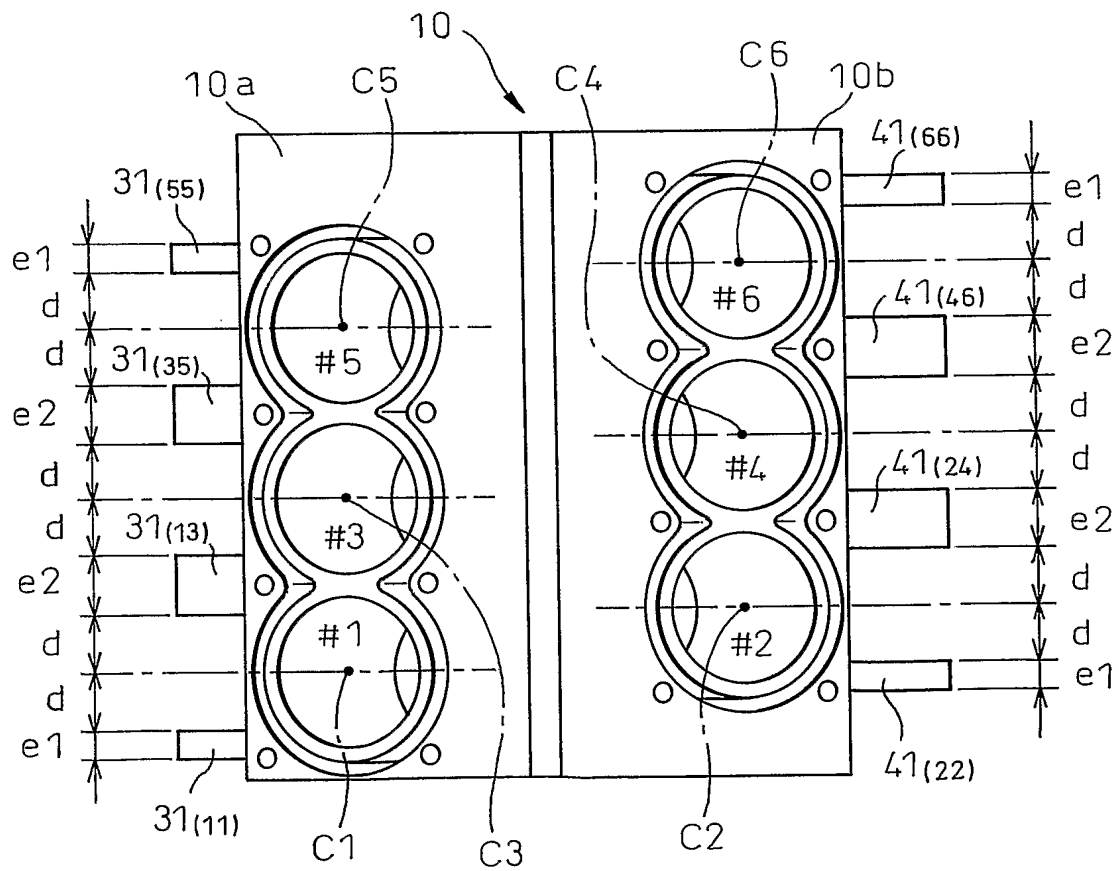


Fig.7

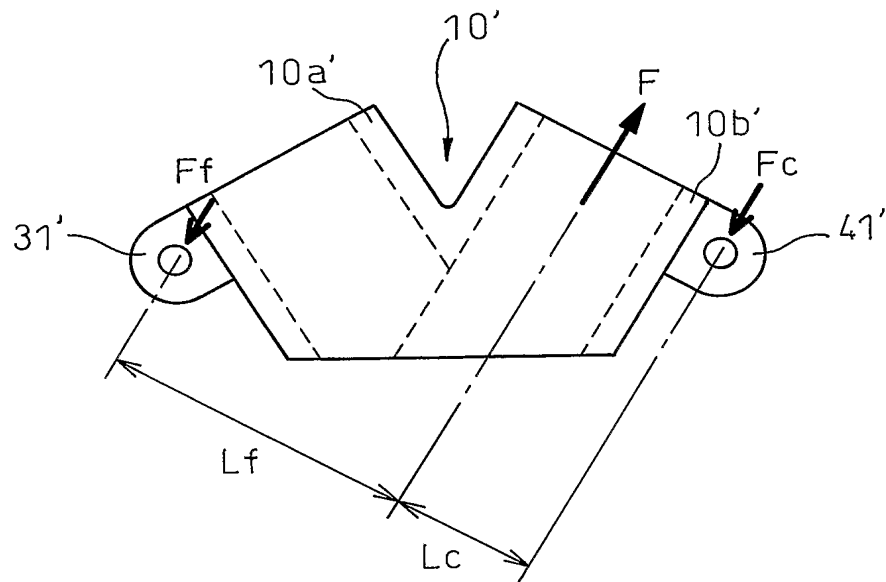
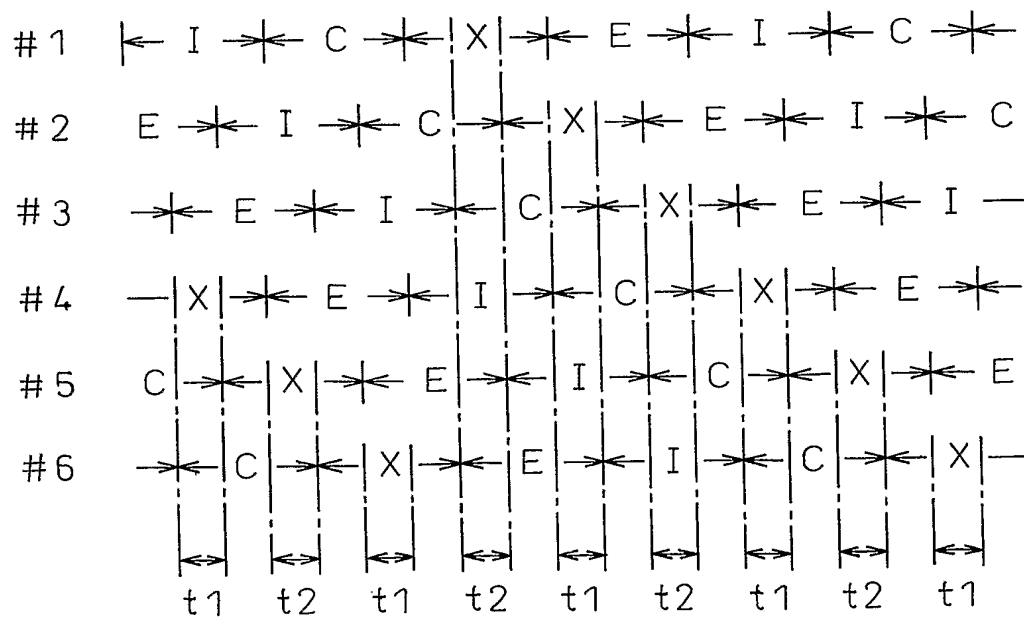


Fig.8



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875					Application or Docket Number 13/510,437		Filing Date 05/17/2012		<input type="checkbox"/> To be Mailed	
APPLICATION AS FILED – PART I										
(Column 1)			(Column 2)			SMALL ENTITY <input type="checkbox"/> OR		OTHER THAN SMALL ENTITY		
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE (\$)	FEE (\$)	OR	RATE (\$)	FEE (\$)			
<input type="checkbox"/> BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A			N/A				
<input type="checkbox"/> SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (l), or (m))	N/A	N/A	N/A			N/A				
<input type="checkbox"/> EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A			N/A				
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(j))	minus 20 =	*	X \$	=	OR	X \$	=			
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X \$	=		X \$	=			
<input type="checkbox"/> APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$250 (\$125 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).									
<input type="checkbox"/> MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))										
			TOTAL			TOTAL				
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.										
APPLICATION AS AMENDED – PART II										
(Column 1)			(Column 2)			SMALL ENTITY OR		OTHER THAN SMALL ENTITY		
AMENDMENT	05/17/2012	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	OR	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 4	Minus	** 20	= 0	X \$	=	OR	X \$60=	0
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 1	Minus	*** 3	= 0	X \$	=	OR	X \$250=	0
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	0
(Column 1)			(Column 2)			SMALL ENTITY OR		OTHER THAN SMALL ENTITY		
AMENDMENT	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	OR	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X \$	=	OR	X \$	=
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X \$	=	OR	X \$	=
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	
<p>* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.</p> <p>** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".</p> <p>*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".</p> <p>The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.</p>										

Legal Instrument Examiner:
/JACQUELYN WILLIAMS/

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.