



(10) DE 10 2011 075 741 A1 2012.11.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2011 075 741.4

(22) Anmeldetag: 12.05.2011

(43) Offenlegungstag: 15.11.2012

(51) Int Cl.: **F16F 15/26** (2011.01)

(71) Anmelder:

**ZF Friedrichshafen AG, 88046, Friedrichshafen,
DE**

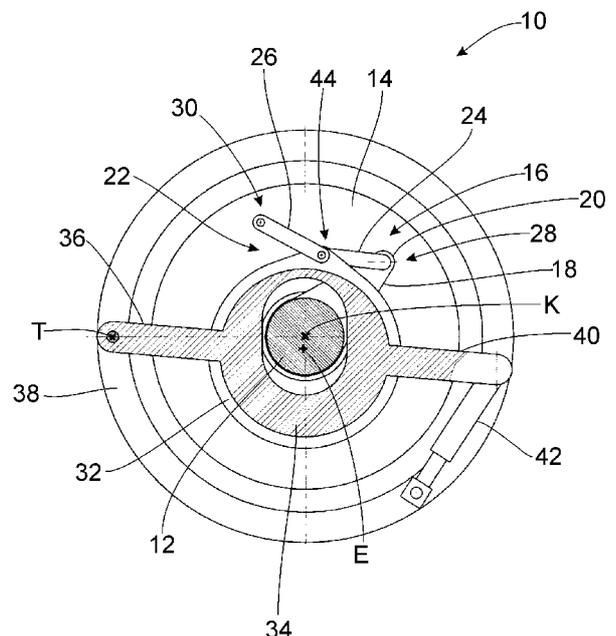
(72) Erfinder:

**Weigand, Thomas, 97421, Schweinfurt, DE;
Kühner, Michael, Dipl. Ing., 97523, Schwanfeld,
DE; Höche, Tobias, 97486, Königsberg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines um eine Drehachse rotierenden Drehorgans, insbesondere Kurbelwelle**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines um eine Drehachse (K) rotierenden Drehorgans (12), insbesondere Kurbelwelle, umfasst eine mittels eines Koppeltriebes (16) mit dem Drehorgan (12) zur Drehung um die Drehachse (K) gekoppelte Ausgleichsmasse (14), wobei durch das Koppeltrieb (16) eine Relativedrehlage der Ausgleichsmasse (14) bezüglich des Drehorgans (12) veränderbar ist, wobei das Koppeltrieb (16) ein mit dem Drehorgan (12) drehbares Antriebsorgan (18) mit einem bezüglich der Drehachse (K) exzentrischen ersten Koppelbereich (28) sowie eine Übertragungsgliederanordnung (22) mit wenigstens zwei gelenkig miteinander verbundenen Übertragungsgliedern (24, 26) umfasst, wobei ein erstes (24) der Übertragungsglieder (24, 26) in dem ersten Koppelbereich (28) mit dem Antriebsorgan (18) gelenkig verbunden ist und ein zweites (26) der Übertragungsglieder (24, 26) in einem zweiten Koppelbereich (30) mit der Ausgleichsmasse (14) gelenkig verbunden ist, wobei das Koppeltrieb (16) ferner ein um eine Exzenterorgandrehachse (E) drehbares Exzenterorgan (32) mit bezüglich der Drehachse (K) des Drehorgans (12) exzentrischem und bei seiner Drehbewegung in seiner Exzentrizität veränderbarem dritten Koppelbereich (44) umfasst, wobei in dem dritten Koppelbereich (44) wenigstens ein Übertragungsglied (24, 26) der Übertragungsgliederanordnung (22) mit dem Exzenterorgan (32) gelenkig verbunden ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Massenträgheitsmoment des Exzenterorgans (22) wenigstens 20 % eines Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse (14) beträgt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines um eine Drehachse rotierenden Drehorgans, insbesondere Kurbelwelle, umfassend eine vermittels eines Koppelgetriebes mit dem Drehorgan zur Drehung um die Drehachse gekoppelte Ausgleichsmasse, wobei durch das Koppelgetriebe eine Relativedrehlage der Ausgleichsmasse bezüglich des Drehorgans veränderbar ist, wobei das Koppelgetriebe ein mit dem Drehorgan drehbares Antriebsorgan mit einem bezüglich der Drehachse exzentrischen ersten Koppelbereich sowie eine Übertragungsgliederanordnung mit wenigstens zwei gelenkig miteinander verbundenen Übertragungsgliedern umfasst, wobei ein erstes der Übertragungsglieder in dem ersten Koppelbereich mit dem Antriebsorgan gelenkig verbunden ist und ein zweites der Übertragungsglieder in einem zweiten Koppelbereich mit der Ausgleichsmasse gelenkig verbunden ist, wobei das Koppelgetriebe ferner ein um eine Exzenterorgandrehachse drehbares Exzenterorgan mit bezüglich der Drehachse des Drehorgans exzentrischem und bei seiner Drehbewegung in seiner Exzentrizität veränderbarem dritten Koppelbereich umfasst, wobei in dem dritten Koppelbereich wenigstens ein Übertragungsglied der Übertragungsgliederanordnung mit dem Exzenterorgan gelenkig verbunden ist.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 10 2007 025 549 A1 bekannt. Eine beispielsweise ringscheibenartig ausgebildete Ausgleichsmasse dieser bekannten Vorrichtung rotiert zusammen mit einer als Drehorgan wirksamen Kurbelwelle um eine Drehachse derselben. Die Drehverbindung zwischen dem Drehorgan, also der Kurbelwelle, und der Ausgleichsmasse ist hergestellt durch ein Koppelgetriebe bzw. zwei gelenkig miteinander verbundenen Übertragungsgliedern des Koppelgetriebes. Eines dieser Übertragungsglieder ist an einem nach radial außen greifenden Arm der Kurbelwelle gelenkig angebunden. Dieser mit der Kurbelwelle um deren Drehachse drehbare Arm dient als Antriebsorgan für die Ausgleichsmasse. Das andere der Übertragungsglieder ist an seinem nicht mit dem erstgenannten Übertragungsglied gelenkig verbundenen Ende mit der Ausgleichsmasse gelenkig verbunden, so dass über die beiden Übertragungsglieder die Kurbelwelle mit ihrem nach radial außen greifenden Arm die Ausgleichsmasse zur Drehung antreibt.

[0003] Ein ringartig ausgebildetes Exzenterorgan ist auf einem Exzenterorganträger zur Drehung um eine Exzenterorgandrehachse getragen. Der Exzenterorganträger ist hebelartig ausgebildet und ist in einem Endbereich um eine Exzenterorganträgerschwenkachse schwenkbar getragen. Im anderen Endbereich greift ein Stellantrieb an dem Exzenterorganträger an, um diesen um seine Exzenterorganträger-

schwenkachse zu verlagern. Bei Verlagerung des Exzenterorganträgers um seine Schwenkachse verlagert sich mit diesem das Exzenterorgan und dessen Exzenterorgandrehachse bezüglich der Drehachse der Kurbelwelle und somit auch der Drehachse der Ausgleichsmasse.

[0004] Über einen nach radial außen greifenden Arm ist das Exzenterorgan mit den beiden Übertragungsgliedern gelenkig verbunden, und zwar im Bereich der gelenkigen Verbindung derselben miteinander.

[0005] Ist der Exzenterorganträger durch den ihm zugeordneten Stellantrieb so positioniert, dass die Exzenterorgandrehachse mit der Drehachse der Kurbelwelle und damit auch der Drehachse der Ausgleichsmasse übereinstimmt, dreht sich das Exzenterorgan zusammen mit der Kurbelwelle und der Ausgleichsmasse um eine gemeinsame Drehachse. Ist der Exzenterorganträger jedoch so positioniert, dass die Drehachse der Kurbelwelle und damit der Ausgleichsmasse nicht mit der Exzenterorgandrehachse übereinstimmt, so dreht sich zwar das Exzenterorgan aufgrund seiner gelenkigen Anbindung an die beiden Übertragungsglieder zusammen mit der Kurbelwelle und der Ausgleichsmasse, jedoch nicht um die gleiche Drehachse wie diese. Dies führt dazu, dass der Anlenkpunkt des Exzenterorgans an die beiden Übertragungsglieder, welcher zur Exzenterorgandrehachse immer den gleichen Radialabstand aufweist, im Verlaufe der Drehung seinen Radialabstand zur Drehachse der Kurbelwelle und damit auch der Ausgleichsmasse verändert. Aufgrund dieser Änderung des Radialabstands, d. h. der Exzentrizität des Anlenkpunkts, ändert sich auch die Winkelage der beiden an das Exzenterorgan angelenkten Übertragungsglieder zueinander, mit der Folge, dass der Umfangsabstand zwischen dem Anlenkpunkt der Übertragungsglieder an den an der Kurbelwelle vorgesehenen Arm und dem Anlenkpunkt an die Ausgleichsmasse sich entsprechend ändert. Dies wiederum hat zur Folge, dass im Verlaufe der Drehung die Ausgleichsmasse phasenweise bezüglich der Kurbelwelle beschleunigt wird und phasenweise bezüglich der Kurbelwelle verzögert wird. Aufgrund des Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse führt dies dazu, dass der Drehbewegung der Kurbelwelle eine Oszillation eines Massenträgheitsmoments überlagert wird, welche so gewählt werden kann, dass sie Oszillationen in der Drehbewegung der Kurbelwelle, beispielsweise hervorgerufen durch die Zündungen in den Zylindern einer Brennkraftmaschine, zumindest teilweise kompensieren kann.

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine gattungsgemäße Vorrichtung mit einem verbesserten Beeinflussungsvermögen bereitzustellen.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines um eine Drehachse rotierenden Drehorgans, insbesondere Kurbelwelle, umfassend eine mittels eines Koppelgetriebes mit dem Drehorgan zur Drehung gekoppelte Ausgleichsmasse, wobei durch das Koppelgetriebe eine Relativedrehlage der Ausgleichsmasse bezüglich des Drehorgans veränderbar ist, wobei das Koppelgetriebe ein mit dem Drehorgan drehbares Antriebsorgan mit einem bezüglich der Drehachse exzentrischen ersten Koppelbereich sowie eine Übertragungsgliederanordnung mit wenigstens zwei gelenkig miteinander verbundenen Übertragungsgliedern umfasst, wobei ein erstes der Übertragungsglieder in dem ersten Koppelbereich mit dem Antriebsorgan gelenkig verbunden ist und ein zweites der Übertragungsglieder in einem zweiten Koppelbereich mit der Ausgleichsmasse gelenkig verbunden ist, wobei das Koppelgetriebe ferner ein um eine Exzenterorgandrehachse drehbares Exzenterorgan mit bezüglich der Drehachse des Drehorgans exzentrischem und bei seiner Drehbewegung in seiner Exzentrizität veränderbarem dritten Koppelbereich umfasst, wobei in dem dritten Koppelbereich wenigstens ein Übertragungsglied der Übertragungsgliederanordnung mit dem Exzenterorgan gelenkig verbunden ist.

[0008] Dabei ist weiter vorgesehen, dass ein Massenträgheitsmoment des Exzenterorgans wenigstens 20 % eines Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse beträgt.

[0009] Die vorliegende Erfindung hat erkannt, dass bei einer derartigen Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens nicht nur die Ausgleichsmasse bzw. deren Massenträgheitsmoment bei oszillierender Auslenkung bezüglich des Drehorgans ein Gegen-Trägheitsmoment generiert, sondern auch das entsprechend periodisch bezüglich des Drehorgans beschleunigte bzw. verzögerte Exzenterorgan. Diesen Effekt nutzt die vorliegende Erfindung dadurch, dass dieses Exzenterorgan mit derartigem Massenträgheitsmoment bereitgestellt wird, dass es einen substantiellen Einfluss auf das Drehverhalten des Drehorgans nehmen kann. Dadurch wird es beispielsweise möglich, die Ausgleichsmasse mit geringerer Masse und mithin geringerem Bauraumanspruch bereitzustellen.

[0010] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Massenträgheitsmoment des Exzenterorgans im Bereich von 50 % bis 200 % des Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse liegt.

[0011] Gemäß einem mit den vorangehenden Aspekten optional kombinierbaren weitergehenden Aspekt der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass wenigstens zwei Übertragungsglieder sich

in Richtung vom dritten Koppelbereich weg im Wesentlichen in der selben Umfangsrichtung erstrecken.

[0012] In Abkehr von der aus dem Stand der Technik bekannten Anordnung, bei welcher zwei mit dem Exzenterorgan gelenkig verbundene Übertragungsglieder sich in entgegengesetzter Richtung, also zueinander entgegengesetzten Umfangsrichtungen erstrecken, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass beide Übertragungsglieder sich in derselben Umfangsrichtung erstrecken, was selbstverständlich nicht exakt die gleiche Orientierung der Übertragungsglieder erzwingt. Auch dadurch kann ein substantieller Einfluss auf das Oszillationsverhalten der Ausgleichsmasse erreicht werden.

[0013] Beispielsweise können im dritten Koppelbereich das erste Übertragungsglied und das zweite Übertragungsglied mit dem Exzenterorgan gelenkig verbunden sein.

[0014] Um bei dieser Erstreckung in der gleichen Umfangsrichtung die alternierende Beschleunigung und Verzögerung der Ausgleichsmasse gewährleisten zu können, kann vorgesehen sein, dass das erste Übertragungsglied und das zweite Übertragungsglied zwischen ihrer gelenkigen Verbindung mit dem Exzenterorgan und mit dem Antriebsorgan einerseits sowie der Ausgleichsmasse andererseits unterschiedliche Längen aufweisen oder/und dass der erste Koppelbereich und der zweite Koppelbereich unterschiedliche Radialabstände zur Drehachse des Drehorgans aufweisen.

[0015] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft diese eine Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines um eine Drehachse rotierenden Drehorgans, insbesondere Kurbelwelle, umfassend eine mittels eines Koppelgetriebes mit dem Drehorgan zur Drehung um die Drehachse gekoppelte Ausgleichsmasse, wobei durch das Koppelgetriebe eine Relativedrehlage der Ausgleichsmasse bezüglich des Drehorgans veränderbar ist, wobei das Koppelgetriebe ein mit dem Drehorgan drehbares Antriebsorgan mit einem bezüglich der Drehachse exzentrischen Koppelbereich sowie ein Übertragungsglied umfasst, wobei das Übertragungsglied in dem Koppelbereich mit dem Antriebsorgan gelenkig verbunden ist, wobei ein um eine Exzenterorgandrehachse drehbares Exzenterorgan einen bezüglich der Drehachse des Drehorgans exzentrischen und bei seiner Drehbewegung in seiner Exzentrizität veränderbaren weiteren Koppelbereich umfasst, wobei in dem weiteren Koppelbereich das Übertragungsglied mit dem Exzenterorgan gelenkig verbunden ist und wobei das Exzenterorgan im Wesentlichen die gesamte Ausgleichsmasse bereitstellt.

[0016] Auch bei dieser Variante zieht die Erfindung Nutzen aus der Erkenntnis, dass auch das Exzenter-

organ selbst ein Massenträgheitsmoment bereitstellt, das bei periodischer Beschleunigung und Verzögerung des Exzenterorgans durch die Ankopplung desselben an das Drehorgan eine entsprechende Beschleunigung bzw. Verzögerung des Drehorgans und mithin eine Vergleichmäßigung von dessen Drehbewegung erreichen kann.

[0017] Der Aufbau kann vorzugsweise derart sein, dass das Exzenterorgan an einem Exzenterorganträger um die Exzenterorgandrehachse drehbar getragen ist, wobei durch Verlagerung des Exzenterorganträgers die Lage der Exzenterorgandrehachse bezüglich der Drehachse des Drehorgans veränderbar ist. Um Reibeffekte und damit eine Beeinträchtigung des Beeinflussungsvermögens der erfindungsgemäßen Vorrichtung so weit als möglich ausschließen zu können, wird weiter vorgeschlagen, dass das Exzenterorgan mittels einer Lagerung an dem Exzenterorganträger drehbar getragen ist, wobei beispielsweise die Lagerung ein Wälzkörperlager, vorzugsweise Kugellager, Tonnenlager oder Nadellager, umfassen kann.

[0018] Die Erfindung betrifft ferner die Kombination eines Antriebsaggregats, insbesondere Brennkraftmaschine, umfassend eine als Drehorgan wirksame Antriebswelle, mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0019] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Figuren detailliert beschrieben. Es zeigt:

[0020] Fig. 1 eine Axialansicht einer Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines Drehorgans;

[0021] Fig. 2 eine prinzipartige Darstellung der Vorrichtung der Fig. 1;

[0022] Fig. 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Funktionalität der Vorrichtung der Fig. 1 und Fig. 2;

[0023] Fig. 4 ein der Fig. 3 entsprechendes Diagramm mit Berücksichtigung des Massenträgheitsmoments eines Exzenterorgans und einer Ausgleichsmasse;

[0024] Fig. 5 eine der Fig. 2 entsprechende prinzipartige Darstellung einer alternativen Ausgestaltungsart;

[0025] Fig. 6 ein der Fig. 4 entsprechendes Diagramm für die Ausgestaltungsform der Fig. 5;

[0026] Fig. 7 das Ergebnis einer Fourier-Analyse für die in Fig. 5 dargestellte Ausgestaltungsvariante;

[0027] Fig. 8 ein der Fig. 2 entsprechendes Diagramm einer alternativen Ausgestaltungsart;

[0028] Fig. 9 eine weitere Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens.

[0029] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung **10** zur Beeinflussung des Drehverhaltens einer als Drehorgan wirkenden und um eine Drehachse K drehbaren Kurbelwelle **12** teilweise geschnitten dargestellt. Zusammen mit der Kurbelwelle **12** und beispielsweise auf dieser gelagert ist eine ringscheibenartig ausgebildete Ausgleichsmasse **14** vorgesehen. Durch ein allgemein mit **16** bezeichnetes Koppelgetriebe wird die Ausgleichsmasse **14** bei Drehung der Kurbelwelle **12** um deren Drehachse K gleichermaßen zur Drehbewegung angetrieben, jedoch, wie im Folgenden dargestellt, gewünschtenfalls mit bezüglich der Drehbewegung der Kurbelwelle **12** oszillierender Drehbewegung.

[0030] Das Koppelgetriebe **16** umfasst ein mit der Kurbelwelle **12** drehfestes und mit dieser um die Drehachse K drehendes Antriebsorgan **18**, in Fig. 1 durch einen nach radial außen bezüglich der Drehachse K greifenden Arm **20** bereitgestellt. Ferner umfasst das Koppelgetriebe **16** eine Übertragungsgliederanordnung **22** mit zwei Übertragungsgliedern **24**, **26**. In einem ersten Koppelbereich **28** ist das Übertragungsglied **24** mit dem Antriebsorgan **18**, also dem Arm **20**, gelenkig verbunden, so dass es grundsätzlich eine Schwenkbewegung bezüglich des Antriebsorgans **18** vorzugsweise um eine zur Drehachse K parallele Schwenkachse durchführen kann. In einem zweiten Koppelbereich **30** ist das Übertragungsglied **26** mit der Ausgleichsmasse **14** gelenkig verbunden, so dass es um eine zur Drehachse K der Ausgleichsmasse **14** im Wesentlichen parallele Schwenkachse verschwenken kann.

[0031] Das Koppelgetriebe **16** umfasst ferner ein ringartig ausgebildetes Exzenterorgan **32**. Dieses ringartige Exzenterorgan **32** ist auf einem hebelartig ausgebildeten Exzenterorganträger **34** beispielsweise in einem zentralen, kreisscheibenartig geformten Bereich desselben drehbar getragen. Dabei ist das Exzenterorgan **32** um eine Exzenterorgandrehachse E auf dem Exzenterorganträger **34** drehbar. Es ist hier darauf hinzuweisen, dass im Sinne der vorliegenden Erfindung die Aussage, dass das Exzenterorgan **32** um eine Exzenterorgandrehachse E drehbar ist, so zu verstehen ist, dass das Exzenterorgan insbesondere mit einem nachfolgend noch erläuterten, daran vorgesehenen Koppelbereich eine Dreh-, also im Wesentlichen eine Kreisbewegung um eine Achse, nämlich die Exzenterorgandrehachse E, ausführt. Dies bedeutet nicht notwendigerweise, dass das Exzenterorgan **32** dazu ringartig oder kreisscheibenartig geschlossen ausgebildet sein muss, wenngleich

dies aus Gründen der Stabilität und der Lagerungsfunktionalität besonders vorteilhaft ist.

[0032] In einem ersten Armabschnitt **36** ist der Exzenterorganträger **34** beispielsweise an einem Motorblock oder einer sonstigen feststehenden Baugruppe **38** um eine Exzenterorganträgerschwenkachse T, welche zur Drehachse K der Kurbelwelle **12** gleichermaßen exzentrisch liegt, schwenkbar. An einem in entgegengesetzter Richtung sich erstreckenden Armabschnitt **40** des Exzenterorganträgers **34** greift ein Stellantrieb **42** an, welcher bezüglich der feststehenden Baugruppe **38** in seinem anderen Endbereich abgestützt ist. Der Stellantrieb **42** kann hydraulisch, pneumatisch, elektromotorisch oder in sonstiger Weise wirken. Durch Erregung des Stellantriebs **42** kann die Schwenklage des Exzenterorganträgers **34** um die Exzenterorganträgerschwenkachse T verändert werden, wodurch auch die Lage der Exzenterorgandrehachse E insbesondere bezüglich der Drehachse K der Kurbelwelle **12** und damit auch der Ausgleichsmasse **14** verändert werden kann. In dem in Fig. 1 dargestellten Zustand ist der Exzenterorganträger **34** derart positioniert, dass die Exzenterorgandrehachse E nicht mit der Drehachse K der Kurbelwelle **12** übereinstimmt. Grundsätzlich kann der Exzenterorganträger **34** jedoch in eine derartige Schwenkposition gebracht werden, so dass diese beiden Drehachsen K und E übereinstimmen.

[0033] In einem dritten Koppelbereich **44** sind die beiden Übertragungsglieder **24, 26** in ihren einander benachbart liegenden Endbereichen miteinander und auch mit dem Exzenterorgan **32** um eine vorzugsweise zur Drehachse K der Kurbelwelle im Wesentlichen parallele Schwenkachse gelenkig verbunden. Durch diese gelenkige Anbindung ist gewährleistet, dass das über das Übertragungsglied **24** an die Kurbelwelle **12** angekoppelte Exzenterorgan **32** zur Drehung um seine Exzenterorgandrehachse E angetrieben wird, und dass weiterhin durch die Ankopplung vermittelt des Übertragungsglieds **26** an das Exzenterorgan **32** die Ausgleichsmasse **14** zur Drehung um die Drehachse K der Kurbelwelle angetrieben wird.

[0034] In einem Zustand, in welchem die Exzenterorgandrehachse E und die Drehachse K der Kurbelwelle **12** und damit auch der Ausgleichsmasse **14** einander deckend liegen, also diese drei Bauteile um die gleiche Drehachse rotieren, rotieren diese drei Bauteile tatsächlich mit zueinander identischer Drehgeschwindigkeit, da der dritte Koppelbereich **44** seinen Radialabstand zur Drehachse K der Kurbelwelle **12** nicht ändert und damit auch die gegenseitige Winkel-lage der beiden Übertragungsglieder **24, 26** des Koppelgetriebes **16** bei der Drehung unverändert bleibt.

[0035] Wird jedoch durch Verschwenkung des Exzenterorganträgers **34** beispielsweise der in Fig. 1 erkennbare Zustand erreicht, ändert sich der Radialab-

stand des dritten Koppelbereichs **44** zur Drehachse K der Kurbelwelle **12** aufgrund der Exzentrizität der Exzenterorgandrehachse E bezüglich der Drehachse K der Kurbelwelle **12** im Verlaufe der Drehung. Dies hat zur Folge, dass entsprechend auch die Winkel-lage der beiden Übertragungsglieder **24, 26** sich während der Drehung der Kurbelwelle **12** und damit auch der Ausgleichsmasse **14** um die Drehachse K periodisch ändert. Die Folge davon ist, dass oszillierend die Ausgleichsmasse **14** bezüglich der Kurbelwelle **12** beschleunigt wird, nämlich dann, wenn der zwischen den beiden Übertragungsgliedern **24, 26** eingeschlossene Winkel abnimmt, und verzögert wird, nämlich dann, wenn dieser Winkel zunimmt, bezogen auf einen Zustand, in welchem die Ausgleichsmasse **14** durch die beiden Übertragungsglieder **24, 26** bei der Drehung gezogen wird.

[0036] Durch diese oszillierende Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsbewegung der Ausgleichsmasse **14** wird aufgrund der trägen Masse bzw. des Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse **14** auf die Kurbelwelle **12** alternierend eine diese beschleunigende und verzögernde Kraft ausgeübt. Durch Abstimmung dieser Oszillation auf beispielsweise die entsprechend oszillierend auf die Kurbelwelle ausgeübten Beschleunigungskräfte der verschiedenen Zylinder wird es möglich, die mit der Zündfrequenz auftretenden oszillierenden Beschleunigungen der Kurbelwelle zu glätten und somit ein gleichmäßigeres Drehverhalten derselben zu erreichen.

[0037] Dabei kann durch Ausgestaltung des Koppelgetriebes **16** eine Abstimmung auf verschiedene anregende Ordnungen erlangt werden. So kann beispielsweise dann, wenn im Verlaufe einer vollständigen Umdrehung die beiden Übertragungsglieder **24, 26** über die Strecklage, also einen Totpunkt hinaus verschwenkt werden, dafür gesorgt werden, dass bei jeder Umdrehung die Ausgleichsmasse **14** zweimal beschleunigt und zweimal verzögert werden. Wird durch die Ausgestaltung des Koppelgetriebes **16** eine derartige Totpunktlage nicht überschritten, wird bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle die Ausgleichsmasse **14** nur einmal beschleunigt und einmal verzögert.

[0038] Es ist darauf hinzuweisen, dass das Koppelgetriebe **16**, insbesondere auch die Ausgestaltung der Übertragungsgliederanordnung **22**, anders gewählt werden kann, als vorangehend dargelegt. So können grundsätzlich die Übertragungsglieder **24, 26** mit anderer geometrischer Konfiguration ausgebildet sein. Es müssen nicht notwendigerweise beide Übertragungsglieder im dritten Koppelbereich **44** mit dem Exzenterorgan **32** um die selbe Schwenkachse schwenkbar verbunden sein. Hier könnte ein Umfangs- bzw. auch ein Radialversatz bei der Anlenkung der beiden Übertragungsglieder an das Exzenterorgan realisiert sein. Auch ist es grundsätzlich möglich,

nur eines der Übertragungsglieder im dritten Koppelbereich an das Exzenterorgan schwenkbar, also gelenkig anzubinden, während das andere der Übertragungsglieder mit dem im dritten Koppelbereich **44** an das Exzenterorgan **32** gelenkig angeordneten Übertragungsglied gelenkig verbunden ist. Beispielsweise könnte das erste Übertragungsglied **24** einerseits im ersten Koppelbereich **28** an das Antriebsorgan **18** gelenkig angeordnet sein und andererseits im dritten Koppelbereich **44** an das Exzenterorgan **32** gelenkig angeordnet sein. Das zweite Übertragungsglied **26** könnte einerseits an die Ausgleichsmasse **14** gelenkig angeordnet sein und könnte andererseits gelenkig mit dem ersten Übertragungsglied **24** verbunden sein, beispielsweise in einem zwischen dem ersten Koppelbereich **28** und dem dritten Koppelbereich **44** liegenden Verbindungsbereich oder in einem über den dritten Koppelbereich **44** hinaus sich erstreckenden Hebelabschnitt des ersten Übertragungsglieds **24**.

[0039] In Fig. 3 ist anhand dreier Kurven a, b und c die Funktionalität einer derartigen Vorrichtung **10** veranschaulicht, wie sie in den Fig. 1 und Fig. 2 in konstruktiver Ausführung und in prinzipieller Weise dargestellt ist.

[0040] Die Kurve a veranschaulicht über einen Drehwinkel der Kurbelwelle **12** von 720° , also zwei vollständige Umdrehungen derselben, die Relativdrehlage der Ausgleichsmasse **14** bezüglich der Kurbelwelle, woraus die durch das Koppelgetriebe **16** generierte oszillierende Relativbewegung erkennbar wird. Die Kurve b veranschaulicht die Relativdrehgeschwindigkeit zwischen der Kurbelwelle **12** und der Ausgleichsmasse **14**. Die Kurve c veranschaulicht das durch die oszillierende Beschleunigung und Verzögerung der Ausgleichsmasse **14** generierte Moment bzw. Gegenmoment, welches zu einer entsprechenden Verzögerung bzw. Beschleunigung der Kurbelwelle **12** beiträgt.

[0041] Das in Fig. 3 dargestellte Beispiel ist für ein Massenträgheitsmoment der Ausgleichsmasse **14** von $0,030 \text{ kgm}^2$ ermittelt, während hier angenommen wurde, dass das Exzenterorgan **32** selbst kein Massenträgheitsmoment besitzt. Diese Annahme ist tatsächlich jedoch unzutreffend. Durch die Wirkung des Koppelgetriebes **16** wird auch das Exzenterorgan **32** zu einer oszillierenden Relativdrehbewegung bezüglich der Kurbelwelle **12** gezwungen, so dass auch unter der Berücksichtigung, dass das Exzenterorgan **32** unvermeidbar eine Masse und damit ein Massenträgheitsmoment besitzt, hier ein durch die Oszillationsbewegung des Exzenterorgans **32** hervorgerufener Einfluss auf das Beschleunigungsverhalten für die Kurbelwelle **12** genommen werden kann. Es sei hier auf die Fig. 8 verwiesen, in welcher in einer Kurve a' die Relativdrehlage des Exzenterorgans bezüglich der Kurbelwelle aufgezeichnet ist und in einer

Kurve c' das durch ein Massenträgheitsmoment von $0,045 \text{ kgm}^2$ generierte Moment bzw. Gegenmoment, welches eine entsprechende Verzögerung bzw. Beschleunigung der Kurbelwelle **12** bewirkt. Diese beiden in den Fig. 3 und Fig. 8 veranschaulichten Effekte überlagern einander in dem in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Aufbau in einem in Fig. 4 erkennbaren Sinne. Dargestellt ist in Fig. 4 ein Fall, bei welchem für die Ausgleichsmasse **14** ein Massenträgheitsmoment von $0,020 \text{ kgm}^2$ und für das Exzenterorgan ein Massenträgheitsmoment von $0,020 \text{ kgm}^2$, also dasselbe Massenträgheitsmoment, wie bei der Ausgleichsmasse **14**, angenommen wurde. Die Kurven c und c' repräsentieren dabei wieder den Momentenbeitrag der beiden rotierenden Bauteile, also der Ausgleichsmasse (Kurve c) und des Exzenterorgans **32** (Kurve c'). Diese beiden Momente überlagern einander zum Erhalt eines Gesamtmoments c", welches trotz kleinerer Einzel-Massenträgheitsmomente vergleichsweise hoch ist.

[0042] Diesen Effekt nutzt die vorliegende Erfindung dadurch, dass durch Bereitstellung eines Exzenterorgans **32** mit vergleichsweise hohem Massenträgheitsmoment von wenigstens 20 % des Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse **14** der in Fig. 4 erkennbare Überlagerungseffekt zum Erhalt eines größeren Gesamtmoments verwendet wird. Somit wird durch entsprechende Auswahl der Massenträgheitsmomente dieser beiden Bauteile und auch der geometrischen Verhältnisse im Koppelgetriebe **16**, insbesondere der Lage bzw. der Länge der beiden Übertragungsglieder **24**, **26** sowie der radialen Abstände der gelenkigen Anbindung derselben in den verschiedenen Koppelbereichen **28**, **30**, **44**, eine Anpassung des Gesamtmoments an die in einem Antriebsaggregat auftretenden schwingungsanregenden Ereignisse und mithin eine optimierte Dämpfungscharakteristik erreichbar.

[0043] Eine insbesondere hinsichtlich der Ausgestaltung des Koppelgetriebes **16** vorgenommene Variation ist in Fig. 5 in prinzipartiger Weise dargestellt. Man erkennt, dass hier die beiden Übertragungsglieder **24**, **26** im dritten Koppelbereich **44** beispielsweise um die gleiche Schwenkachse schwenkbar mit dem Exzenterorgan **32** gelenkig, also schwenkbar gekoppelt sind. Ausgehend von diesem Bereich der gelenkigen Anbindung an das Exzenterorgan **32** erstrecken sich beide Übertragungsglieder **24**, **26** in der gleichen Umfangsrichtung, während bei der in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Variante die beiden Übertragungsglieder **24**, **26** sich ausgehend von ihrer gelenkigen Anbindung an das Exzenterorgan **32** in entgegengesetzter Umfangsrichtung erstrecken.

[0044] Es ist darauf hinzuweisen, dass im Sinne der vorliegenden Erfindung dieses Erstrecken der beiden Übertragungsglieder **24**, **26** ausgehend vom dritten Koppelbereich **44** in der gleichen Richtung auch

den Fall umfasst, dass eines der Übertragungsglieder unmittelbar an das Exzenterorgan **32** gelenkig, also schwenkbar angebunden ist, während das andere Übertragungsorgan beispielsweise nahe dieser gelenkigen Anbindung des erstgenannten Übertragungsorgans an diesem schwenkbar, also gelenkig getragen ist und ausgehend von diesem Bereich der gegenseitigen gelenkigen Verbindung die beiden Übertragungsglieder sich in Richtung vom dritten Koppelbereich weg im Wesentlichen in der gleichen Umfangsrichtung erstrecken.

[0045] Um bei dieser Erstreckung in gleicher Umfangsrichtung die Zwangszillation der Ausgleichsmasse **14** bezüglich der Kurbelwelle **12** zu erhalten, sind die beiden Übertragungsglieder **24**, **26** zwischen ihren jeweiligen gelenkigen Anbindungen an das Exzenterorgan **32** einerseits und das Antriebsorgan **18** bzw. die Ausgleichsmasse **14** andererseits mit unterschiedlicher Länge ausgebildet, wobei mit unterschiedlicher Länge hier der geradlinige Abstand zwischen den jeweiligen Anlenkpunkten angesprochen ist. Alternativ oder zusätzlich kann zum Erhalt der Oszillationsbewegung der Ausgleichsmasse **14** der Radialabstand des ersten Koppelbereichs **28** bezüglich der Drehachse K der Kurbelwelle größer oder kleiner, in jedem Falle anders, gewählt sein, als der entsprechende Radialabstand des Koppelbereichs **30** zur Drehachse K der Kurbelwelle.

[0046] Die [Fig. 6](#) veranschaulicht für das Ausgestaltungsbeispiel der [Fig. 5](#) das durch die Ausgleichsmasse **14** generierte Moment (Kurve c), das durch das Exzenterorgan **32** generierte Moment (Kurve c') sowie das Gesamtmoment, welches einer Überlagerung der beiden Kurven c und c' entspricht (Kurve c"). Deutlich erkennbar ist in [Fig. 6](#), dass die beiden Kurven c und c' zueinander zumindest einen teilweise phasenverschobenen Verlauf aufweisen. Dort, wo die Kurve c' Maxima aufweist, weist näherungsweise die Kurve c Minima auf. Auch hierfür wurde für die Ausgleichsmasse **14** und das Exzenterorgan **32** jeweils ein Massenträgheitsmoment von 0,020 kgm² angenommen.

[0047] Eine Fourieranalyse dieser Gegenmomentenverläufe c, c' und c" zeigt in [Fig. 7](#), dass durch diese Überlagerung bei verschiedenen Ordnungen der anregenden Frequenz stark unterschiedliche Verhalten erreichbar sind. In [Fig. 7](#) veranschaulicht der rechte der drei jeweils bei den verschiedenen Ordnungen vorhandenen Balken den Anteil g" des Gesamtmoments. Der mittlere der Balken veranschaulicht den Anteil g der Ausgleichsmasse **14** und der linke der Balken veranschaulicht den Anteil g', welchen das Massenträgheitsmoment des Exzenterorgans **32** bewirkt.

[0048] Man erkennt in [Fig. 7](#), dass mit den beiden Anteilen g und g' und aufgrund der Tatsache, dass

diese vergleichsweise stark unterschiedliche Beiträge liefern, ein vergleichsweise großes Gesamtmoment erreicht wird. Bei der zweiten Ordnung sind die beiden einander überlagerten Momentenanteile näherungsweise gleich groß, was aufgrund ihrer Phasenlage zu einer nahezu vollständigen gegenseitigen Auslöschung und mithin einem vergleichsweise kleinen Gesamtmoment führt. Bei höheren Ordnungen ist jeweils wieder ein größerer Anteil des Gesamtmoments vorhanden.

[0049] Durch Auswahl der Massenverhältnisse und auch der geometrischen Vorgaben im Koppelgetriebe **16** wird es somit möglich, diejenigen Ordnungen gezielt zu definieren, bei welchen eine vergleichsweise starke Dämpfungswirkung durch ein vergleichsweise großes Gesamtmoment erreicht werden soll, hier beispielsweise die erste Ordnung, bzw. Ordnungen, bei welchen beispielsweise keine durch ein zusätzliches Moment bzw. Gegenmoment bewirkte Beeinflussung erfolgen soll.

[0050] Die vorangehend bereits angesprochene [Fig. 8](#) veranschaulicht das alleine durch das Massenträgheitsmoment des Exzenterorgans **32** generierte Moment anhand der Kurve c'. Die Tatsache, dass bereits durch das Exzenterorgan **32** ein derartiger Effekt erreichbar ist, kann gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung dazu genutzt werden, dass bei der beispielsweise in [Fig. 1](#) dargestellten Vorrichtung **10** die Ausgleichsmasse **14** vollständig weggelassen wird. Die Übertragungsgliederanordnung **22** umfasst dann nur noch das mit dem ersten Koppelbereich **28** und dem dritten Koppelbereich **44** gelenkig verbundene Übertragungsglied **24**. Das Übertragungsglied **26** entfällt. Bei Drehung der Kurbelwelle **12** um die Drehachse K und dabei erzwungener Drehung des Exzenterorgans **32** um die Exzenterorgandrehachse E wird aufgrund der exzentrischen Lage dieser Exzenterorgandrehachse E bezüglich zur Drehachse K der Kurbelwelle **12** diese alternierende Beschleunigung und Verzögerung des Exzenterorgans **32** hervorgerufen. Durch entsprechend erhöhte Masse des Exzenterorgans **32** wird es somit möglich, unter Einsparung eines zusätzlichen Bauteils, nämlich der Ausgleichsmasse **14**, eine das Drehverhalten der Kurbelwelle **12** beeinflussende Beschleunigungs- bzw. Verzögerungscharakteristik bereitzustellen. Bei dieser Ausgestaltungsform stellt im Sinne der vorliegenden Erfindung also das Exzenterorgan **32** im Wesentlichen alleine die Funktionalität der Ausgleichsmasse bereit, bildet also im Sinne der vorliegenden Erfindung die Ausgleichsmasse an sich. Ein weiteres, über das Koppelgetriebe **16** an das Exzenterorgan **32** bzw. auf die Kurbelwelle **12** angekoppeltes Masseteil ist hier nicht vorhanden.

[0051] Die [Fig. 9](#) zeigt ein weiteres Ausgestaltungsbeispiel in der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10**, welche die vorangehend beschriebene Funktionalität

aufweisen kann. Man erkennt hier die auf der Kurbelwelle **12** über eine Lagerung **50** drehbar gelagerte Ausgleichsmasse **14**. Auch das Exzenterorgan **32** ist über eine Lagerung **52** auf dem Exzenterorganträger **34** drehbar gelagert. Diese beiden Lagerungen **50**, **52** können beispielsweise als Wälzkörperlager, wie z. B. Tonnenlager, Nadellager oder Kugellager, ausgebildet sein und vermindern damit Reibeffekte, welche die Beeinflussungscharakteristik der Vorrichtung **10** beeinflussen können.

[0052] Man erkennt hier weiter, dass die Übertragungsgliederanordnung **22** und das Exzenterorgan **32** an unterschiedlichen axialen Seiten der Ausgleichsmasse **14** angeordnet sind. Zur gelenkigen Ankopplung der Übertragungsglieder **24**, **26** an die Ausgleichsmasse **32** im dritten Koppelbereich **44** ist am Exzenterorgan **32** ein Kopplungsbolzen **54** beispielsweise nach Art eines Kugelgelenks vorgesehen, welcher eine Durchgriffsöffnung **56** in der Ausgleichsmasse **14** mit Radial- und Umfangsbewegungsspiel durchgreift und mit den beiden Übertragungsgliedern **24**, **26** gekoppelt ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007025549 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines um eine Drehachse (K) rotierenden Drehorgans (12), insbesondere Kurbelwelle, umfassend eine mittels eines Koppelgetriebes (16) mit dem Drehorgan (12) zur Drehung um die Drehachse (K) gekoppelte Ausgleichsmasse (14), wobei durch das Koppelgetriebe (16) eine Relativedrehlage der Ausgleichsmasse (14) bezüglich des Drehorgans (12) veränderbar ist, wobei das Koppelgetriebe (16) ein mit dem Drehorgan (12) drehbares Antriebsorgan (18) mit einem bezüglich der Drehachse (K) exzentrischen ersten Koppelbereich (28) sowie eine Übertragungsgliederanordnung (22) mit wenigstens zwei gelenkig miteinander verbundenen Übertragungsgliedern (24, 26) umfasst, wobei ein erstes (24) der Übertragungsglieder (24, 26) in dem ersten Koppelbereich (28) mit dem Antriebsorgan (18) gelenkig verbunden ist und ein zweites (26) der Übertragungsglieder (24, 26) in einem zweiten Koppelbereich (30) mit der Ausgleichsmasse (14) gelenkig verbunden ist, wobei das Koppelgetriebe (16) ferner ein um eine Exzenterorgandrehachse (E) drehbares Exzenterorgan (32) mit bezüglich der Drehachse (K) des Drehorgans (12) exzentrischem und bei seiner Drehbewegung in seiner Exzentrizität veränderbarem dritten Koppelbereich (44) umfasst, wobei in dem dritten Koppelbereich (44) wenigstens ein Übertragungsglied (24, 26) der Übertragungsgliederanordnung (22) mit dem Exzenterorgan (32) gelenkig verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Massenträgheitsmoment des Exzenterorgans (32) wenigstens 20 % eines Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse (14) beträgt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Massenträgheitsmoment des Exzenterorgans (32) im Bereich von 50 % bis 200 % des Massenträgheitsmoments der Ausgleichsmasse (14) liegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 oder dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Übertragungsglieder (24, 26) sich in Richtung vom dritten Koppelbereich (44) weg im Wesentlichen in der selben Umfangsrichtung erstrecken.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass im dritten Koppelbereich (44) das erste Übertragungsglied (24) und das zweite Übertragungsglied (26) mit dem Exzenterorgan (32) gelenkig verbunden sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Übertragungsglied (24) und das zweite Übertragungsglied (26) zwischen ihrer gelenkigen Verbindung mit dem Exzenterorgan (32) und mit dem Antriebsorgan (18) einerseits sowie der

Ausgleichsmasse (14) andererseits unterschiedliche Längen aufweisen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Koppelbereich (28) und der zweite Koppelbereich (30) unterschiedliche Radialabstände zur Drehachse (K) des Drehorgans (12) aufweisen.

7. Vorrichtung zur Beeinflussung des Drehverhaltens eines um eine Drehachse (K) rotierenden Drehorgans (12), insbesondere Kurbelwelle, umfassend eine mittels eines Koppelgetriebes (16) mit dem Drehorgan (12) zur Drehung gekoppelte Ausgleichsmasse (32), wobei durch das Koppelgetriebe (16) eine Relativedrehlage der Ausgleichsmasse (32) bezüglich des Drehorgans (12) veränderbar ist, wobei das Koppelgetriebe (16) ein mit dem Drehorgan (12) drehbares Antriebsorgan (18) mit einem bezüglich der Drehachse (K) exzentrischen Koppelbereich (28) sowie ein Übertragungsglied (24) umfasst, wobei das Übertragungsglied (24) in dem Koppelbereich (28) mit dem Antriebsorgan (18) gelenkig verbunden ist, wobei ein um eine Exzenterorgandrehachse (E) drehbares Exzenterorgan (32) einen bezüglich der Drehachse (K) des Drehorgans (12) exzentrischen und bei seiner Drehbewegung in seiner Exzentrizität veränderbaren weiteren Koppelbereich (44) umfasst, wobei in dem weiteren Koppelbereich (44) das Übertragungsglied (24) mit dem Exzenterorgan (32) gelenkig verbunden ist und wobei das Exzenterorgan (32) im Wesentlichen die gesamte Ausgleichsmasse (32) bereitstellt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzenterorgan (32) an einem Exzenterorganträger (34) um die Exzenterorgandrehachse (E) drehbar getragen ist, wobei durch Verlagerung des Exzenterorganträgers (34) die Lage der Exzenterorgandrehachse (E) bezüglich der Drehachse (K) des Drehorgans (12) veränderbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzenterorgan mittels einer Lagerung (52) an dem Exzenterorganträger drehbar getragen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerung (52) ein Wälzkörperlager, vorzugsweise Kugellager, Tonnenlager oder Nadellager, umfasst.

11. Kombination eines Antriebsaggregats, insbesondere Brennkraftmaschine, umfassend eine als Drehorgan (12) wirksame Antriebswelle, mit einer Vorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Fig. 2

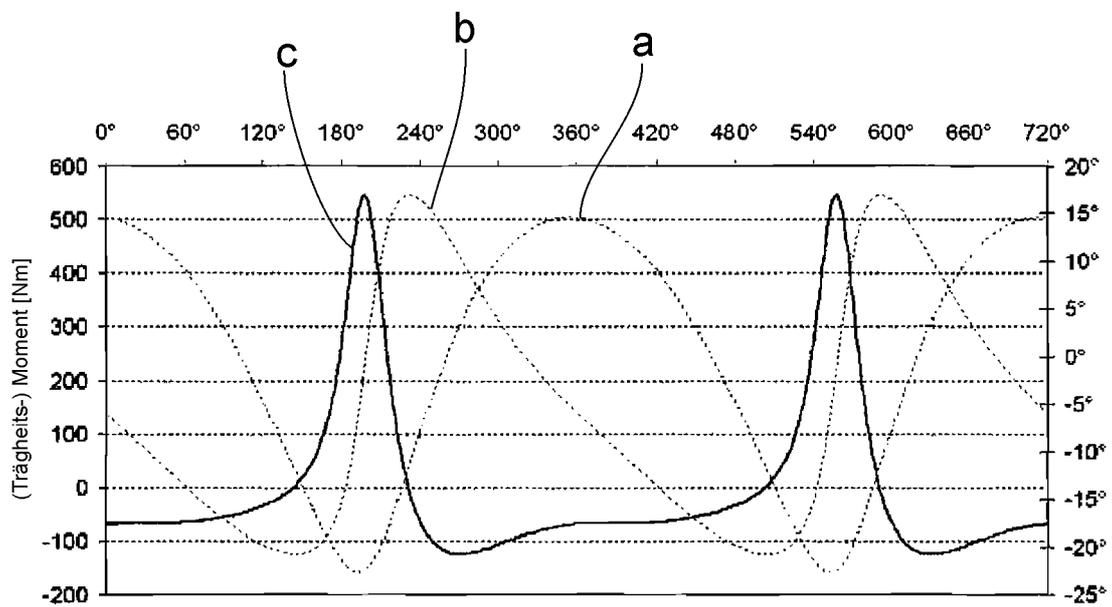
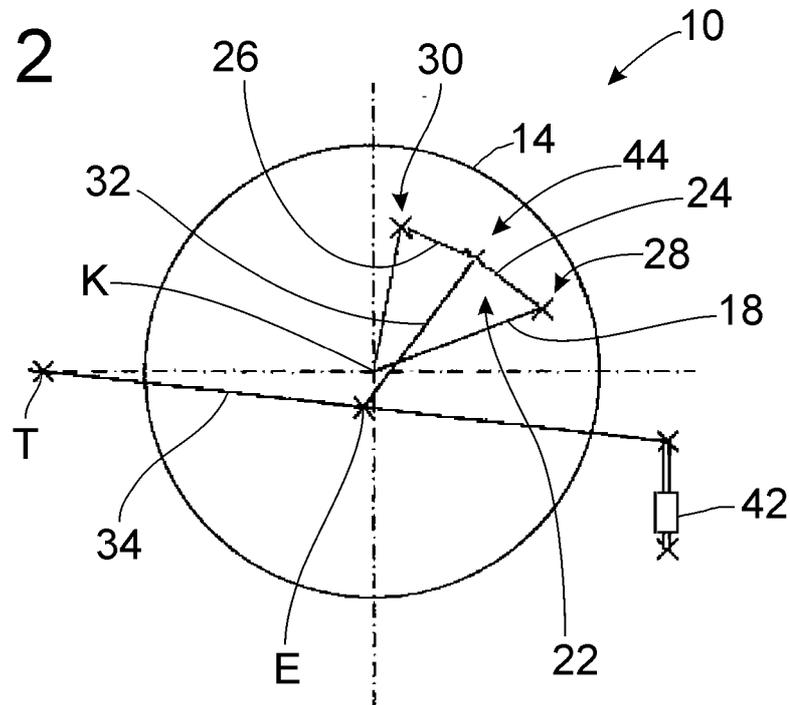


Fig. 3

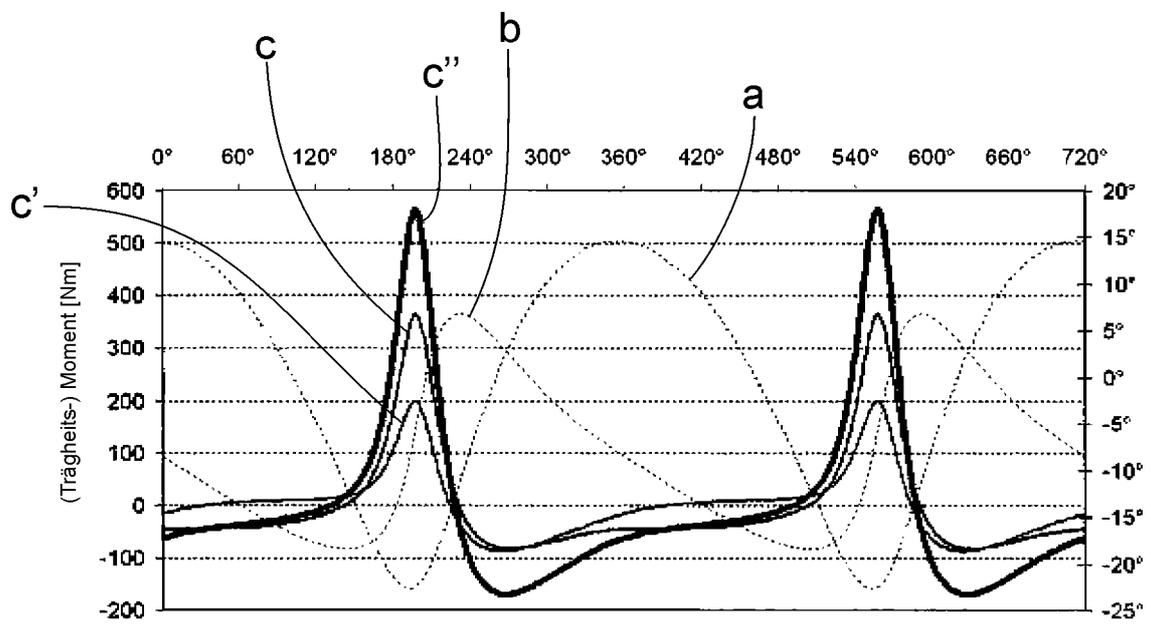


Fig. 4

Fig. 5

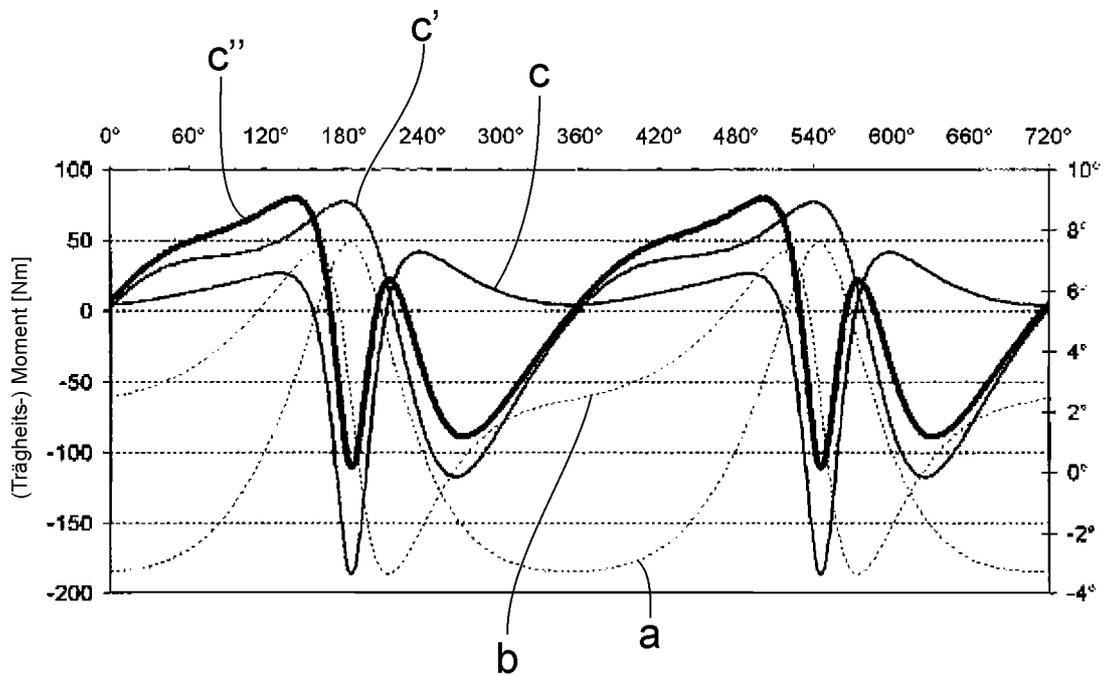
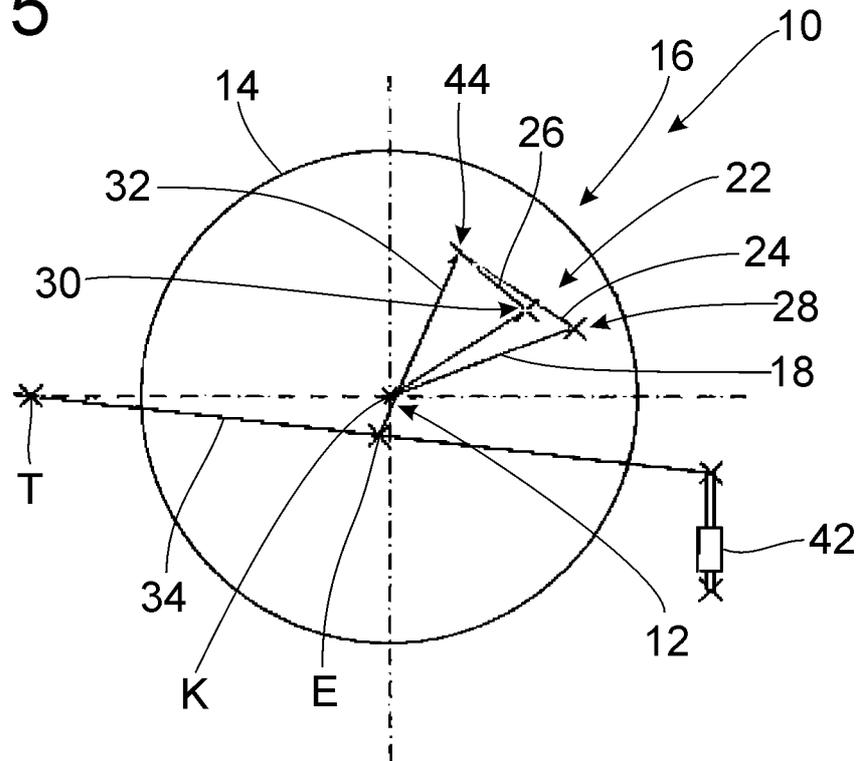


Fig. 6

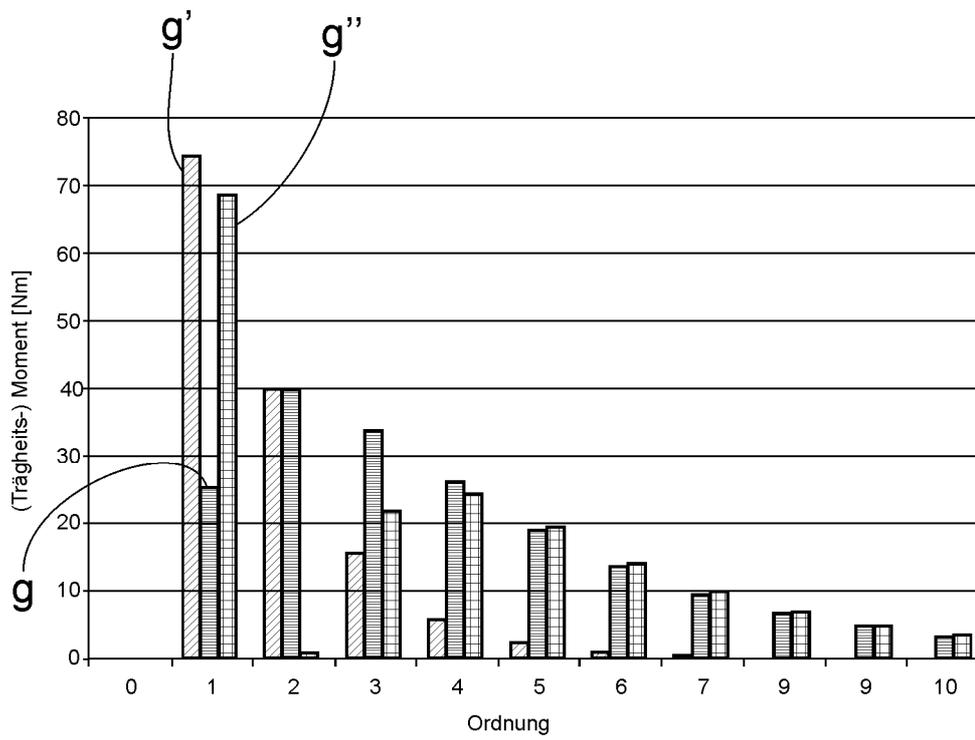


Fig. 7

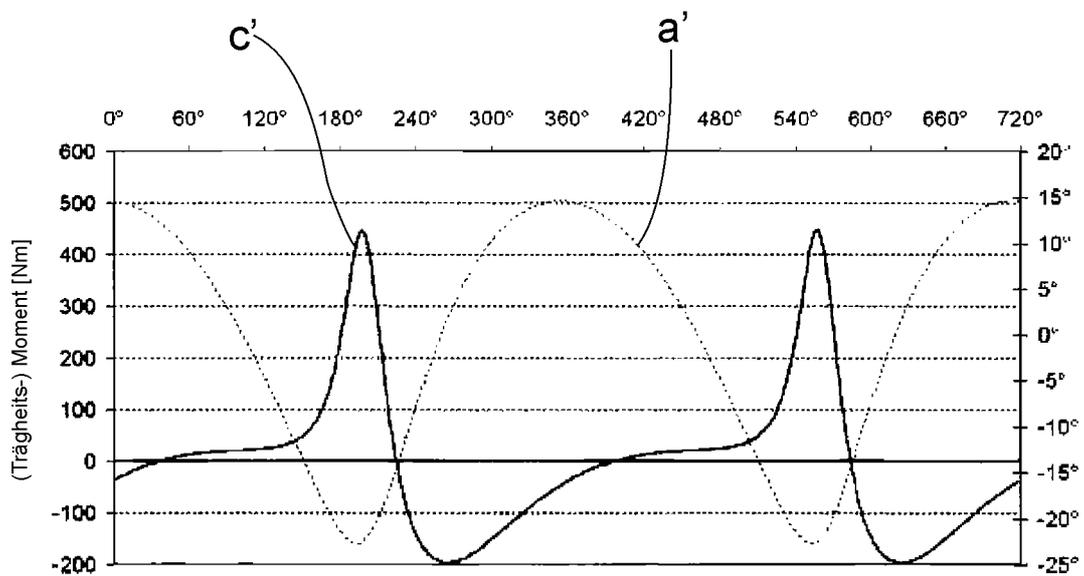


Fig. 8

Fig. 9

