



(11) **EP 3 578 769 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.06.2024 Patentblatt 2024/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01L 1/352 ^(2006.01) **F02B 75/04** ^(2006.01)
F01L 1/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19177202.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01L 1/352; F01L 2001/34483; F01L 2001/3521;
F01L 2800/12

(22) Anmeldetag: **29.05.2019**

(54) **VERSTELLVORRICHTUNG, INSBESONDERE NOCKENWELLENVERSTELLER**

ADJUSTING DEVICE, IN PARTICULAR CAMSHAFT ADJUSTER

DISPOSITIF DE RÉGLAGE, EN PARTICULIER RÉGULATEUR D'ARBRE À CAMES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(74) Vertreter: **Hoffmann, Jürgen**
ARROBA GbR
Bahnhofstraße 2
65307 Bad Schwalbach (DE)

(30) Priorität: **01.06.2018 LU 100818**

(56) Entgegenhaltungen:

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.12.2019 Patentblatt 2019/50

EP-A1- 2 530 260 EP-A1- 2 884 077
EP-A1- 2 927 441 EP-A2- 1 628 006
DE-A1- 10 355 560 DE-A1-102011 004 070
DE-A1-102014 008 198 DE-T5-112015 003 581
JP-A- 2017 145 710

(73) Patentinhaber: **Ovalo GmbH**
65555 Limburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Die Erfinder haben auf ihr Recht verzichtet, als solche bekannt gemacht zu werden.**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verstellvorrichtung, insbesondere einen Nockenwellenversteller, mit einem Verstellmotor und einem Koaxialgetriebe, das einen ersten Getriebeantrieb, einen zweiten Getriebeantrieb und einen Getriebeabtrieb aufweist, wobei der Verstellmotor triebtechnisch mit dem ersten Getriebeantrieb verbunden ist, und mit einer Rückstellvorrichtung, die einen mechanischen Energiespeicher beinhaltet und die bei einem Ausfall und/oder nach einem Abschalten des Verstellmotors eine vorbestimmte Einstellung des Koaxialgetriebes einstellt.

[0002] Aus DE 10 2010 006 392 B3 ist ein Nockenwellenversteller bekannt, der ein Spannungswellengetriebe beinhaltet. Das Spannungswellengetriebe hat wenigstens zwei Eingänge und einen Ausgang, dessen Bewegung aus der Überlagerung der Bewegungen der Eingänge resultiert, wobei einer der Eingänge zum Ausführen einer Hauptbewegung ausgebildet ist und der andere Eingang zum Ausführen einer Verstellbewegung dient, welche die Phasenlage des Ausgangs relativ gegenüber der Phasenlage des die Hauptbewegung ausführenden Eingangs verstellt. Der die Verstellbewegung ausführende Eingang ist gegen die Kraft wenigstens eines Rückstellelementes des Spannungswellengetriebes bewegbar. Das Rückstellelement ist als Schraubenfeder ausgebildet und radial innerhalb der Hohlräder des Spannungswellengetriebes angeordnet.

[0003] Aus EP 2 282 020 B1 ist ein Nockenwellenversteller zum Variieren der Phasenbeziehung zwischen einer Kurbelwelle und einer Nockenwelle in einem Verbrennungsmotor bekannt, der eine Harmonic-Drive-Getriebe-Einheit mit einem Circular Spline und einem Dynamic Spline, einem Flexspline, der in dem Circular Spline und dem Dynamic Spline angeordnet ist, einem Wellengenerator, der in dem Flexspline angeordnet ist, aufweist. Der Nockenwellenversteller weist außerdem einen Rotationsaktuator auf, der mit dem Wellengenerator verbunden ist. Der Nockenwellenversteller beinhaltet außerdem zumindest eine Feder, die mit dem Circular Spline und mit dem Dynamic Spline wirkverbunden ist, um den Nockenwellenversteller in eine Standard-Rotationsposition zu bewegen. Der Nockenwellenversteller beinhaltet außerdem ein Zahnrad, das mit der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors verbindbar ist. Ein Zahnrad-Gehäuse, das das Zahnrad trägt und das an der Harmonic-Drive-Getriebe-Einheit angebracht ist, ist mit einer ersten Lasche mit der Feder verbunden. Eine Nabe, die an der Harmonic-Drive-Getriebe-Einheit angebracht ist und mit einer Nockenwelle des Verbrennungsmotors verbindbar ist, ist mit einer zweiten Lasche der Feder verbunden. Die Feder ist räumlich zwischen der Harmonic-Drive-Getriebe-Einheit und der Nabe angeordnet, die mit einer Nockenwelle des Verbrennungsmotors verbindbar ist.

[0004] Aus EP 2 386 732 A1 ist ein Nockenwellenversteller bekannt, bei dem das Rückstellelement räumlich

zwischen einem Spannungswellengetriebe und einer Abtriebswelle zur Ankopplung an eine Nockenwelle eines Verbrennungsmotors angeordnet ist.

[0005] Aus DE 10 2011 004 070 A1 ist ein 3-Wellen-Verstellgetriebe, umfassend ein mit einer Antriebswelle drehfest verbindbares Antriebsteil, ein mit einer Abtriebswelle drehfest verbindbares Abtriebsteil und ein mit einer Verstellwelle drehfest verbindbares Stellglied bekannt. Zwischen zwei der drei Wellen ist ein erster mechanischer Anschlag zur Begrenzung eines Verstellwinkels zwischen Antriebswelle und Abtriebswelle vorgesehen. Außerdem ist ein zweiter mechanischer Anschlag zwischen zwei anderen Wellen als der erste Anschlag angeordnet. Als Alternative zu dem zweiten Anschlag kann eine Schlingfeder vorhanden sein.

[0006] Aus EP 2 927 441 A1 ist ein Nockenwellenversteller bekannt, bei dem der Energiespeicher in Form einer Schraubenfeder das Getriebe umgebend angeordnet ist.

[0007] Es gibt auch Nockenwellenversteller, die anders aufgebaut sind und die insbesondere keinen Verstellmotor aufweisen. Diese Nockenwellenversteller funktionieren nach einem ganz anderen Prinzip als die eingangs genannten Nockenwellenversteller. Derartige Nockenwellenversteller sind beispielsweise aus DE 10 2014 008 198 A1, DE 103 55 560 A1, EP 1 628 006 A2 oder aus WO 2017 026240 A1 bekannt.

[0008] DE 11 2015 004 070 A1 offenbart einen Versteller zur variablen Motor-Nockenwellensteuerung umfassend ein Kettenrad und eine Planetenradanordnung. Das Kettenrad erhält einen Drehantriebseingang von einer Motorkurbelwelle. Die Planetenradanordnung umfasst zwei oder mehr Hohlräder, mehrere Planetenräder, ein Sonnenrad und eine Schlingfeder. Eines der Hohlräder erhält einen Drehantriebseingang von dem Kettenrad und eines der Hohlräder überträgt einen Drehantriebsausgang an eine Motornockenwelle. Das Sonnenrad steht mit den Planetenrädern in Eingriff. Die Schlingfeder erfährt Ausdehnungs- und Kontraktionswirkungen, um die Vorverschiebung und Verzögerung der Öffnung und Schließung der Motorventile zu erlauben, und um die Vorverschiebung und Verzögerung der Öffnung und Schließung der Motorventile zu verhindern.

[0009] EP 2 884 077 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses von Verbrennungsmotoren.

[0010] JP 2017 145 710 A offenbart eine Vorrichtung zum Einstellen eines Expansionshubes eines Verbrennungsmotors.

[0011] EP 2 530 260 A1 offenbart eine Kupplungswelle für einen Nockenwellenversteller, wobei die Kupplungswelle an jedem ihrer beiden Enden je eine Kupplungskomponente für je eine achswinkelausgleichende Drehkupplung aufweist.

[0012] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verstellvorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die einen kleinen axialen Abstand zwischen dem zweiten Getriebeantrieb und dem Getriebeabtrieb

aufweist, deren Rückstellvorrichtung auch höhere Rückstellmomente für einen Rückstellvorgang bereitstellen kann und die dennoch kompakt ausgebildet werden kann.

[0013] Die Aufgabe wird durch eine Verstellvorrichtung gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der mechanische Energiespeicher in Axialrichtung auf der dem Getriebeabtrieb abgewandten Seite des Koaxialgetriebes angeordnet ist.

[0014] In erfindungsgemäßer Weise wurde erkannt, dass die aus dem Stand der Technik bekannten Verstellvorrichtungen nicht kompakt bauend und daher zumeist nicht in bestehende Antriebssysteme, insbesondere Nockenwellenantriebssysteme, integrierbar ausgebildet werden können, wenn gleichzeitig eine Rückstellvorrichtung erforderlich ist, die größere Rücksteldrehmomente aufbringen muss, beispielsweise weil mittels des Antriebssystems zwei oder mehr miteinander gekoppelte Nockenwellen angetrieben werden.

[0015] Es hat sich gezeigt, dass diese Schwierigkeiten in verblüffend unkomplizierter Weise durch eine besondere Anordnung des mit dem Getriebe verkoppelten mechanischen Energiespeichers überwunden werden können.

[0016] Das Getriebe der Verstellvorrichtung arbeitet vorzugsweise als Überlagerungsgetriebe in der Weise, dass die über den zweiten Getriebeantrieb eingekoppelte Rotationsbewegung, insbesondere ohne Über- oder Untersetzung, also 1:1, auf den Getriebeabtrieb übertragen wird, solange der erste Getriebeeingang eine Rotationsbewegung derselben Drehzahl ausführt, und dass ein Phasenversatz der Rotationsbewegung am zweiten Getriebeantrieb relativ zu der Rotationsbewegung am Getriebeabtrieb erreicht wird, wenn am ersten Getriebeeingang kurzzeitig die Drehzahl geändert wird.

[0017] Die Verstellvorrichtung kann beispielsweise als Nockenwellenversteller ausgebildet sein, der es ermöglicht, den Ventilöffnungszeitpunkt eines Verbrennungsmotors drehzahlabhängig zu verändern und insbesondere bei steigender Drehzahl des Verbrennungsmotors vorzuverlegen. Hierbei wird mittels der Rückstellvorrichtung gewährleistet, dass bei einem Ausfall und/oder nach einem Abschalten des Verstellmotors automatisch eine vorbestimmte Einstellung des Getriebes und damit eine vorbestimmte Ventilöffnungszeitpunkteinstellung eingestellt wird. Beispielsweise ließe sich sonst ein Verbrennungsmotor, der mit einer für höhere Drehzahlen vorverlegten Ventilöffnungszeitpunkteinstellung abgeschaltet wurde, gar nicht oder nur sehr schwierig starten.

[0018] Hierbei muss gewährleistet sein, dass die Rückstellvorrichtung im Bedarfsfall ein ausreichend großes Drehmoment aufbringen kann, um das Getriebe und den Verstellmotor zurücktreiben zu können. Die Erfindung ist diesbezüglich besonders vorteilhaft, weil es durch die besondere Anordnung des mechanischen Energiespeichers ermöglicht ist, diesen, beispielsweise in Form einer Feder und insbesondere einer Spiralfeder, besonders

groß ausbilden zu können, ohne dass andere Bauteile der Verstellvorrichtung und insbesondere des Getriebes, kompliziert ausgebildet oder unnötig groß gestaltet werden müssen.

[0019] Für eine besonders kompakte Bauweise ist es möglich, dass der mechanische Energiespeicher radial kleiner ist, als der Kopfkreisdurchmesser eines als Antriebszahnrad ausgebildeten zweiten Getriebeeinganges und/oder kleiner als der Außendurchmesser eines innenverzahnten Hohlrades des Koaxialgetriebes, insbesondere eines Circularsplines oder eines Dynamicsplines eines als Spannungswellengetriebes ausgebildeten Koaxialgetriebes.

[0020] Bei einer besonderen Ausbildung ist der mechanische Energiespeicher räumlich zwischen dem Koaxialgetriebe und dem Verstellmotor angeordnet. Eine solche Anordnung hat den besonderen Vorteil, dass einerseits viel Bauraum für den mechanischen Energiespeicher zur Verfügung steht und andererseits eine direkte und unkomplizierte Anbindung an das Getriebe realisiert werden kann.

[0021] Wie bereits erwähnt, kann der mechanische Energiespeicher eine Feder aufweisen oder als Feder ausgebildet sein. Insbesondere kann der mechanische Energiespeicher eine als Spiralfeder ausgebildete Feder aufweisen. Eine solche Ausführung ist insbesondere dann besonders vorteilhaft, wenn das Koaxialgetriebe als Spannungswellengetriebe ausgebildet ist, und die Spiralfeder sich dabei einerseits an dem Getriebeantrieb oder dem Wellengenerator und andererseits an einem mit dem radialflexiblen Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt. In einem solchen Fall erfolgt das Zurücktreiben an der schnellen Getriebeseite, so dass zumeist mehrere Umdrehungen des ersten Getriebeantriebs erforderlich sind, bis die vorbestimmte Einstellung des Getriebes eingestellt ist. Dies kann mit einer als Spiralfeder ausgebildeten Feder besonders zuverlässig realisiert werden.

[0022] Die Feder kann, insbesondere auch in Form einer Spiralfeder, als Flachspiralfeder ausgebildet sein. Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung weist der mechanische Energiespeicher eine Flachspiralfeder mit einer Windungszahl zwischen 1 und 50, insbesondere 10 bis 40 oder 20 bis 30, auf.

[0023] Alternativ oder zusätzlich kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der mechanische Energiespeicher eine Feder aufweist, die aus einem Material mit rechteckigem Materialquerschnitt hergestellt ist. Es ist allerdings auch möglich, dass der mechanische Energiespeicher eine Feder aufweist, die aus einem Material mit kreisrundem Materialquerschnitt hergestellt ist.

[0024] Die Ankopplung des mechanischen Energiespeichers kann kraftschlüssig, beispielsweise mittels Schrauben oder Nieten, oder formschlüssig, beispielsweise durch Einpressen, oder stoffschlüssig, beispielsweise mittels Schweißen oder Lötens, realisiert sein. Bei einer besonderen Ausführung ist der mechanische Energiespeicher mittels wenigstens eines Zylinderstiftes an

ein Getriebebauteil angekoppelt.

[0025] Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist wenigstens ein Ende der Feder zur Ankopplung an ein Getriebebauteil umgebogen und durch einen Durchgang in dem Getriebebauteil geführt ist oder in eine Ausnehmung des Getriebebauteils ragt. Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass ein erstes Ende der Feder zur Ankopplung an ein erstes Getriebebauteil umgebogen und durch einen Durchgang in dem ersten Getriebebauteil geführt ist oder in eine Ausnehmung des ersten Getriebebauteils ragt und dass ein zweites Ende der Feder zur Ankopplung an ein zweites Getriebebauteil umgebogen und durch einen Durchgang in dem zweiten Getriebebauteil geführt ist oder in eine Ausnehmung des zweiten Getriebebauteils ragt. Diese Ausführung hat den besonderen Vorteil einer schnellen Montierbarkeit und Demontierbarkeit des mechanischen Energiespeichers, wobei dennoch gleichzeitig eine sichere und zuverlässige Ankopplung realisiert ist.

[0026] Hierbei kann in ganz besonders vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass ein sich an den umgebogenen Teil der Feder unmittelbar anschließender Abschnitt der Feder außerhalb der Ausnehmung bzw. des Durchgangs, insbesondere unmittelbar, an dem Getriebebauteil anliegt. Eine solche Ausführung hat den besonderen Vorteil, dass eine besonders sichere Verbindung realisiert wird, bei der ein Schwingen oder periodisches Anschlagen der Feder an das Getriebebauteil wirkungsvoll vermieden ist. Beispielsweise im Falle einer Ausbildung der Feder als Spiralfeder kann der an dem Getriebebauteil anliegende Abschnitt der Spiralfeder vorteilhaft einen dazugehörigen Polarwinkel im Bereich von 1 Grad bis 360 Grad, insbesondere im Bereich von 25 Grad bis 180 Grad, ganz insbesondere im Bereich von 45 Grad bis 90 Grad, aufweisen.

[0027] Alternativ zu einer Ausbildung als Feder aus einem elastischen Material kann der mechanische Energiespeicher beispielsweise als Gasdruckfeder ausgebildet sein.

[0028] Insbesondere im Hinblick auf eine gute Bauraumausnutzung kann der mechanische Energiespeicher vorteilhaft koaxial zu der Rotationsachse des Koaxialgetriebes angeordnet sein. Eine solche Ausführung ermöglicht es insbesondere, die Verstellvorrichtung weitgehend rotationssymmetrisch ausbilden zu können.

[0029] Bei einer vorteilhaften Ausführung ist der mechanische Energiespeicher wenigstens teilweise von einem mit einem Getriebebauteil, beispielsweise dem Getriebeabtrieb oder dem ersten Getriebeantrieb oder dem zweiten Getriebeantrieb, drehfest verbundenen Gehäuseteil eingehaust. Eine solche Ausführung ist besonders vorteilhaft, weil der mechanische Energiespeicher durch das Gehäuseteil vor Beschädigung und Verschmutzung geschützt ist und das Gehäuseteil zusätzlich zur Wirkankopplung des mechanischen Energiespeichers an das Getriebe dient. Hierzu kann das Gehäuseteil einerseits mit dem mechanischen Energiespeicher, beispielsweise dem Ende einer Feder, und andererseits mit einem Ge-

triebebauteil wirkverbunden sein.

[0030] Koaxialgetriebe sind insbesondere solche Getriebe, bei denen eine Antriebswelle und eine Abtriebswelle auf derselben Rotationsachse angeordnet sind. Koaxialgetriebe gibt es in verschiedenen Getriebearten. Sie werden zumeist als Zahnradgetriebe ausgeführt. Beispielsweise kann das Koaxialgetriebe vorteilhaft als Spannungswellengetriebe oder als Planetengetriebe ausgebildet sein.

[0031] Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist das Koaxialgetriebe als Spannungswellengetriebe ausgebildet, das einen drehfest mit dem Getriebeantrieb verbundenen Wellengenerator, einen radialflexiblen Flexspline sowie wenigstens ein mit dem Flexspline in Zahneingriff stehendes Zahnrad aufweist.

[0032] Ein als Ringgetriebe ausgebildetes Spannungswellengetriebe weist, insbesondere im Gegensatz zu einem Topf- oder Hutgetriebe, einen ringförmigen Flexspline auf. Das Spannungswellengetriebe kann vorteilhaft als Ringgetriebe ausgebildet sein. Eine solche Ausführung erlaubt es, die Verstellvorrichtung insbesondere in Axialrichtung besonders kompakt auszubilden. Es ist jedoch auch möglich, dass das Spannungswellengetriebe als Topfgetriebe ausgebildet ist.

[0033] Insbesondere kann das Spannungswellengetriebe als Ringgetriebe ausgebildet sein, das zwei mit dem Flexspline in Zahneingriff stehende Zahnräder unterschiedlicher Zähnezahle aufweist. Bei einer besonders kompakt und robust ausbildbaren Ausführung weist der Flexspline eine Außenverzahnung auf, während die mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnräder als innenverzahnte Hohlräder ausgebildet sind. Es ist allerdings auch möglich, das Spannungswellengetriebe als sog. Innenläufer auszubilden, bei dem der Flexspline eine Innenverzahnung und die mit ihm in Zahneingriff stehenden Zahnräder eine Außenverzahnung aufweisen.

[0034] Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass eines der mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit dem Getriebeabtrieb verbunden ist, während das andere der mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb verbunden ist. Dies kann vorteilhaft insbesondere in der Weise realisiert sein, dass wenigstens ein erstes Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem Getriebeabtrieb verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch in dem zweiten Zahnrad oder in einem zweiten Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb verbindet, oder in einem mit dem zweiten Zahnrad drehfest verbundenen Bauteil verläuft, oder in der Weise, dass wenigstens ein zweites Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch in dem ersten Zahnrad oder in einem ersten Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem zweiten Getriebeabtrieb verbindet, oder in einem mit dem ersten Zahnrad drehfest verbundenen Bauteil verläuft.

[0035] Der Durchbruch kann beispielsweise tunnelför-

mig, insbesondere als Langloch oder als gebogenes, Langloch ausgebildet sein. Es ist alternativ auch möglich, dass der Durchbruch als Nut oder Ausnehmung realisiert ist. Insbesondere kann die Nut radial nach außen hin offen ausgebildet sein. Insbesondere kann der Durchbruch eine andere Form aufweisen als das Verbindungsteil, das durch den Durchbruch hindurch ragt. Beispielsweise kann der Durchbruch als, insbesondere gebogenes, Langloch ausgebildet sein, während das durch den Durchbruch hindurch ragende Verbindungsteil im Querschnitt kreisrund ausgebildet sein kann.

[0036] Das Koaxialgetriebe kann hinsichtlich der Ausrichtung des Durchbruchs und des durch den Durchbruch hindurch verlaufenden Verbindungsteils in unterschiedlicher Weise realisiert sein. Hierdurch ergibt sich insbesondere die Möglichkeit, die Konstruktion des Koaxialgetriebes speziell an die jeweils vorliegenden Einbauverhältnisse anzupassen. Das Verbindungsteil kann insbesondere in Axialrichtung durch den Durchbruch hindurch verlaufen. Es ist alternativ beispielsweise auch möglich, dass das Verbindungsteil in Radialrichtung durch den Durchbruch hindurch verläuft oder dass das Verbindungsteil schräg (also sowohl mit einem Axialanteil und einem Radialanteil) durch den entsprechend ausgebildeten und ausgerichteten Durchbruch verläuft.

[0037] Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung der Verstellvorrichtung ist das Koaxialgetriebe derart ausgebildet, dass der zweite Getriebeantrieb und der Getriebeabtrieb ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind. Auf diese Weise wird vorteilhaft erreicht, dass ein vorgegebener Verstellbereich nicht verlassen werden kann. Beispielsweise in Bezug auf einen Nockenwellenversteller kann so gewährleistet werden, dass keine Ventilsteuerzeiten einstellbar sind, die für den Betrieb eines Verbrennungsmotors nicht vorgesehen sind oder bei denen es gar zu einer Beschädigung des Verbrennungsmotors kommen könnte.

[0038] Ganz allgemein kann es vorteilhaft so sein, dass eine der Grenzen des Winkelbereichs die vorbestimmte Einstellung definiert. Bei einer solchen Ausführung kann die Verstellvorrichtung vorteilhaft in der Weise ausgebildet sein, dass die Rückstellvorrichtung zum Einstellen der vorbestimmten Einstellung das Getriebe bei einem Ausfall und/oder nach einem Abschalten des Verstellmotors so lange zurücktreibt, bis ein Getriebebauteil einen Anschlag erreicht und so ein weiteres Zurücktreiben verhindert.

[0039] Der Begriff "Getriebebauteil" wird im Rahmen dieser Patentanmeldung als Oberbegriff für jedes der Bauteile verwendet, die zum Spannungswellengetriebe gehören und zu seiner Funktion beitragen. Beispielsweise sind insbesondere der Wellengenerator, der Flexspline, die mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnräder, der erste Getriebeantrieb, der zweite Getriebeantrieb und der Getriebeabtrieb Getriebebauteile.

[0040] Ein begrenzter Winkelbereich, in dem der zweite Getriebeantrieb und der Getriebeabtrieb relativ zuein-

ander rotierbar sind, kann beispielsweise dadurch realisiert sein, dass wenigstens ein Anschlag vorhanden ist, an die ein Getriebebauteil anschlägt, wenn eine Grenze des Winkelbereichs erreicht wird. Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass wenigstens ein Anschlag ein Dämpfungselement, insbesondere einen Federdämpfer, einen Elastomerdämpfer, einen Öldruckdämpfer oder einen Gasdruckdämpfer, aufweist. Hierdurch können eine störende Geräuscentwicklung und ein frühzeitiger Verschleiß vermieden werden. Beispielsweise kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass ein Anschlagsbauteil linear beweglich in einer Ausgangsposition gehalten ist, das im Falle eines Anschlages gegen die Rückstellkraft einer Feder oder eines unter Druck stehendes Fluids, insbesondere Öl oder Gas, zunächst aus der Ausgangsposition heraus bewegt wird und anschließend durch die Rückstellkraft in die Ausgangslage zurückkehrt.

[0041] Bei einer ganz besonders kompakt und robust ausführbaren Ausführung ist im Hinblick auf die Realisierung eines begrenzten Verstellbereichs vorgesehen, dass zwei ansonsten zueinander bewegliche, insbesondere rotierbare, Getriebebauteile bei Erreichen der vorbestimmten Einstellung aneinander anschlagen. Bei einem als Spannungswellengetriebe ausgebildeten Koaxialgetriebe kann hierzu vorteilhaft beispielsweise vorgesehen sein, dass zwei ansonsten zueinander bewegliche, insbesondere rotierbare, Getriebebauteile bei Erreichen der vorbestimmten Einstellung oder bei Erreichen der Grenzen des Winkelbereichs aneinander anschlagen, wobei eines der Getriebebauteile drehfest mit einem mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad verbunden ist, während das andere Getriebebauteil drehfest mit dem Getriebeabtrieb und/oder drehfest mit einem anderem mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad verbunden ist.

[0042] Ein mechanischer Anschlag zur Begrenzung des Winkelbereichs, in dem der zweite Getriebeantrieb und der Getriebeabtrieb relativ zueinander rotierbar sind, kann vorteilhaft beispielsweise durch einen Randabschnitt einer Ausnehmung, beispielsweise eine gebogene Nut, oder eines Durchbruchs, beispielsweise eines gebogenen Langlochs, in einem der Getriebebauteile gebildet sein, in den das andere Getriebebauteil ragt oder durch den hindurch das andere Getriebebauteil verläuft. Bei einem als Spannungswellengetriebe ausgebildeten Koaxialgetriebe kann hierzu vorteilhaft beispielsweise (wie oben bereits erwähnt) vorgesehen sein, dass ein erstes der mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit einem Getriebeabtrieb verbunden ist und ein zweites der mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit einem zweiten Getriebeantrieb verbunden ist, wobei wenigstens ein erstes Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem Getriebeabtrieb verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch oder eine Ausnehmung in dem zweiten Zahnrad oder in einem zweiten Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb verbind-

det, oder in einem mit dem zweiten Zahnrad drehfest verbundenen Bauteil verläuft, oder wobei wenigstens ein zweites Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch oder eine Ausnehmung in dem ersten Zahnrad oder in einem ersten Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem zweiten Getriebeabtrieb verbindet, oder in einem mit dem ersten Zahnrad drehfest verbundenen Bauteil verläuft.

[0043] Die Ausnehmung bzw. der Durchbruch ist vorzugsweise so groß ausgebildet, dass eine Relativdrehung der Getriebebauteile, insbesondere der mit dem Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnräder, in einem begrenzten Bereich möglich ist.

[0044] Bei einer vorteilhaften Ausführung übt die Rückstellvorrichtung zum Einstellen der vorbestimmten Einstellung ein Drehmoment aus und stützt sich dabei einerseits an dem Getriebeantrieb, der vorzugsweise drehfest mit dem Wellengenerator verbunden ist, oder dem Wellengenerator und andererseits direkt oder indirekt an einem mit dem radialflexiblen Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad ab. Eine solche Ausführung hat den besonderen Vorteil, dass zum Zurücktreiben nur ein geringes Drehmoment auf der Antriebsseite des Getriebes aufgebracht werden muss. Allerdings sind in der Regel mehrere Umdrehungen des ersten Getriebeantriebs erforderlich, bis die vorbestimmte Einstellung des Getriebes eingestellt ist. Dies kann mit einer als Spiralfeder ausgebildeten Feder, ähnlich wie in einem Uhrwerk, besonders zuverlässig realisiert werden.

[0045] Es ist alternativ oder zusätzlich auch möglich, dass die Rückstellvorrichtung zum Einstellen der vorbestimmten Einstellung ein Drehmoment ausübt und sich dabei einerseits an einem ersten mit dem radialflexiblen Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad und andererseits an einem zweiten mit dem radialflexiblen Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt. Eine solche Ausführung hat den besonderen Vorteil, dass aufgrund des kleineren erforderlichen Federweges eine als mechanische Energiespeicher ausgebildete Feder, insbesondere Spiralfeder, besonders kompakt ausgebildet sein kann.

[0046] Hierbei kann im Hinblick auf eine kompakte und zuverlässige Bauweise vorteilhaft insbesondere vorgesehen sein, dass sich die Rückstellvorrichtung an dem mit dem radialflexiblen Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, das drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb verbunden ist, und/oder dass sich die Rückstellvorrichtung an dem mit dem radialflexiblen Flexspline in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, das nicht drehfest mit dem Getriebeabtrieb verbunden ist.

[0047] Vorzugsweise ist der erste Getriebeantrieb im Hinblick auf eine kompakte Ausführbarkeit auf der dem Getriebeabtrieb abgewandten Seite des Getriebes angeordnet.

[0048] Bei einer besonders zuverlässigen und fehlerunanfälligen Ausführung ist der Verstellmotor über eine Ausgleichsvorrichtung, insbesondere eine Oldham-

Kupplung oder eine biegsame Welle, an den ersten Getriebeantrieb angekoppelt, wobei die Ausgleichsvorrichtung einen Achsversatz und/oder einen Winkelfehler zwischen dem Verstellmotorabtrieb und dem ersten Getriebeantrieb ausgleicht.

[0049] Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist der Wellengenerator in Leichtbauweise hergestellt. Beispielsweise kann dies vorteilhaft in der Weise realisiert sein, dass der Lagersitz für ein radialflexibles Wälzlager des Wellengenerators aus hochfestem Material, insbesondere Stahl, hergestellt ist, während der Rest des Wellengenerators aus einem Leichtbauwerkstoff, insbesondere aus Aluminium, hergestellt ist. Eine solche Ausführung vermeidet eine übermäßige Belastung des Getriebes bei Erreichen eines den Verstellbereich begrenzenden Anschlages. Bei Erreichen eines Anschlages eines Getriebebauteils, wird der Wellengenerator abrupt blockiert, wobei es auf Grund der Massenträgheit des Wellengenerators zu einer hohen Belastung des Getriebes und insbesondere zu einem Überraschen des Zahneingriffs kommen kann. Die Massenträgheit kann durch die erwähnte Leichtbauweise vorteilhaft reduziert werden.

[0050] Wie bereits erwähnt, kann die Verstellvorrichtung vorteilhaft beispielsweise als Nockenwellenversteller für einen Verbrennungsmotor ausgebildet sein. Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, dass der zweite Getriebeantrieb dazu ausgebildet und bestimmt ist, insbesondere über einen Riementrieb oder einen Kettentrieb, an eine Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors angekoppelt zu werden und dass der Getriebeabtrieb dazu ausgebildet und bestimmt ist, drehfest mit einer Nockenwelle, insbesondere einer Einlassnockenwelle oder einer Auslassnockenwelle, verkoppelt zu werden.

[0051] Die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung kann beispielsweise als Vorrichtung zum Einstellen des Expansionshubes oder des Verdichtungsverhältnisses eines Verbrennungsmotors ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Verbrennungsmotor eine Verstellwelle aufweisen, an die die Verstellvorrichtung angekoppelt wird. Die Drehstellung der Verstellwelle bestimmt die Größe des Expansionshubes oder des Verdichtungsverhältnisses des Verbrennungsmotors. Beispielsweise kann der Verbrennungsmotor zum Verstellen des Expansionshubes oder des Verdichtungsverhältnisses einen Mehrgelenkskurbeltrieb mit einer Exzenterwelle aufweisen.

[0052] Ganz allgemein ist ein Verbrennungsmotor von besonderem Vorteil, der eine erfindungsgemäße Verstellvorrichtung aufweist. Der Verbrennungsmotor kann insbesondere ein Vortrieb erzeugender Antriebsmotor für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen PKW oder einen LKW, sein.

[0053] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielhaft und schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleiche oder gleich wirkende Elemente auch in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen zumeist mit denselben Be-

zugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung,
- Fig. 2 eine Detailansicht des Koaxialgetriebes und der Rückstellvorrichtung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung,
- Fig. 3 eine weitere Detailansicht des Koaxialgetriebes und der Rückstellvorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung,
- Fig. 4 eine Schnittdarstellung der in Figur 2 eingezeichneten Schnittebene,
- Fig. 5 eine Detaildarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels bezüglich der Ankopplung eines Endes des mechanischen Energiespeichers,
- Fig. 6 eine Detaildarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels bezüglich der Ankopplung des anderen Endes des mechanischen Energiespeichers,
- Fig. 7 eine Detailansicht des Koaxialgetriebes und der Rückstellvorrichtung eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung,
- Fig. 8 eine weitere Detailansicht des Koaxialgetriebes und der Rückstellvorrichtung des dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung,
- Fig. 9 eine Schnittdarstellung der in Figur 2 eingezeichneten Schnittebene,
- Fig. 10 eine Detailansicht des Koaxialgetriebes und der Rückstellvorrichtung eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung,
- Fig. 11 einen Quadranten einer Schnittdarstellung der in Figur 10 eingezeichneten Schnittebene.

[0054] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung, die beispielsweise als ein Nockenwellenversteller ausgebildet sein kann. Die Verstellvorrichtung weist einen Verstellmotor 1 und ein Koaxialgetriebe 2 auf. Das Koaxialgetriebe 2 beinhaltet einen ersten Getriebeantrieb 3, einen zweiten Getriebeantrieb 4 und einen Getriebeabtrieb 5, wobei der Verstellmotor 1 über eine Antriebswelle 6 triebtechnisch mit dem ersten Getriebeantrieb 3 verbunden ist. Der Ge-

triebeabtrieb 5 ist drehfest mit einer Nockenwelle 30 verbunden.

[0055] Die Verstellvorrichtung weist außerdem eine Rückstellvorrichtung 7 auf, die einen mechanischen Energiespeicher 8 beinhaltet und die bei einem Ausfall und/oder nach einem Abschalten des Verstellmotors 1 eine vorbestimmte Einstellung des Koaxialgetriebes 2 einstellt, wobei der mechanische Energiespeicher 8 auf der dem Getriebeabtrieb 5 abgewandten Seite des Koaxialgetriebes 2 angeordnet ist.

[0056] Der mechanische Energiespeicher 8 ist räumlich zwischen dem Koaxialgetriebe 2 und dem Verstellmotor 1 angeordnet.

[0057] Insbesondere ist der mechanische Energiespeicher 8 in einem von zwei Halbräumen angeordnet, die durch eine Ebene 9 senkrecht zur Rotationsachse 10 des Koaxialgetriebes 2 voneinander getrennt sind, wobei sich das Getriebe 2 samt seinem Getriebeabtrieb 5 in dem anderen Halbraum befinden.

[0058] Die Figuren 2 und 3 zeigen in zueinander senkrechten Schnittebenen jeweils eine Detailansicht des Koaxialgetriebes 2 und der Rückstellvorrichtung 7 eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung.

[0059] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Koaxialgetriebe 2 als Spannungswellengetriebe ausgebildet, das einen drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb 3 verbundenen Wellengenerator 11, einen radialflexiblen und außenverzahnten Flexspline 12 sowie ein erstes innenverzahntes Zahnrad 13 und ein zweites innenverzahntes Zahnrad 14, die beide mit dem Flexspline 12 in Zahneingriff stehen, aufweist. Das erste Zahnrad 13 ist drehfest mit dem Getriebeabtrieb 5 verbunden, während das zweite Zahnrad 14 drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb 4 verbunden ist. Das erste Zahnrad 13 weist dieselbe Zähnezahzahl auf, wie der Flexspline 12, während das zweite Zahnrad 14 eine um zwei Zähne höhere Zähneanzahl aufweist als der Flexspline 12. Es ist allerdings auch möglich, dass das zweite Zahnrad 14 dieselbe Zähnezahzahl aufweist, wie der Flexspline 12, während das erste Zahnrad 14 eine andere Zähneanzahl aufweist.

[0060] Ein Verbindungsteil 18, das das zweite Zahnrad 14 mit dem zweiten Getriebeantrieb 4 verbindet, verläuft durch einen Durchbruch 19 in dem ersten Zahnrad 13 in einem Bereich, in dem dieses mit einem ersten Gehäuseteil 20 verbunden ist. Das erste Gehäuseteil 20 haust den als Spiralfeder 22 ausgebildeten mechanischen Energiespeicher 8 teilweise ein und dient außerdem der drehfesten Anbindung eines Endes der Spiralfeder 22 an das erste Zahnrad 13. Das andere Ende der Spiralfeder 22 ist über ein zweites Gehäuseteil 21 drehfest mit dem zweiten Zahnrad 14 verbunden.

[0061] Der Wellengenerator 11 ist mittels eines radialflexiblen Wälzlagers 17 rotierbar gelagert und drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb 3 verbunden (in Figur 2 nicht dargestellt).

[0062] Der zweite Getriebeantrieb 4 weist eine Außenverzahnung 15 auf und ist dazu ausgebildet und be-

stimmt, über einen Kettentrieb an eine Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors angekoppelt zu werden. Der Getriebeabtrieb 5 ist dazu ausgebildet und bestimmt, drehfest mit einer Nockenwelle, insbesondere einer Einlassnockenwelle oder einer Auslassnockenwelle eines Verbrennungsmotors, verkoppelt zu werden.

[0063] Ein Verstellvorgang wird dadurch bewirkt, dass der Wellengenerator 11 mittels des (in dieser Figur nicht dargestellten) Verstellmotors 1 in Rotation versetzt wird, wodurch eine Relativdrehung des ersten Zahnrades 13 zu dem zweiten Zahnrad 14 bewirkt wird. Die Spiralfeder 22 wird hierbei gespannt. Bei einem Ausfall und/oder nach einem Abschalten des Verstellmotors treibt die sich entspannende Spiralfeder 22 das Getriebe 2 zurück und bringt das erste Zahnrad 13 relativ zu dem zweiten Zahnrad 14 in eine vorbestimmte Einstellung zurück. Die vorbestimmte Einstellung ist erreicht, wenn das Verbindungsteil 18 an einem ersten Anschlag 23 des Durchbruchs 19 anschlägt, was in Figur 4 dargestellt ist.

[0064] Das Koaxialgetriebe 2 ist derart ausgebildet, dass der zweite Getriebeantrieb 4 und der Getriebeabtrieb 5 ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind, wobei eine der Grenzen des Winkelbereichs wie oben geschildert die vorbestimmte Einstellung definiert. Die andere Grenze des Winkelbereichs ist durch den entgegengesetzt angeordneten zweiten Anschlag 24 des Durchbruchs 19 definiert, was in Figur 4 dargestellt ist.

[0065] Figur 4 zeigt eine Schnittdarstellung der in Figur 2 eingezeichneten Schnittebene, wobei der besseren Übersichtlichkeit halber der Wellengenerator 11, das radialflexible Wälzlager 17 und der Flexspline 12 nicht eingezeichnet sind. Es ist zu erkennen, dass es insgesamt vier Verbindungsteile 18 gibt, die das zweite Zahnrad 14 mit dem zweiten Getriebeantrieb 4 verbinden und die durch jeweils einen Durchbruch 19 in dem ersten Zahnrad 13 verlaufen.

[0066] Figur 5 zeigt eine Detaildarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels bezüglich der Ankopplung eines Endes der Spiralfeder 22 an das Gehäuseteil 20. Die Spiralfeder 22 ist durch einen Durchgang in dem Getriebebauteil 20 geführt und umgebogen.

[0067] Ein sich an den umgebogenen Teil der Spiralfeder 22 unmittelbar anschließender Abschnitt 26 der Spiralfeder 22 liegt außerhalb des Durchbruchs unmittelbar an dem Getriebebauteil 20 an. Der Abschnitt 26 der Spiralfeder 22 weist einen dazugehörigen Polarwinkel 27 im Bereich von 25 Grad bis 180 Grad auf.

[0068] Figur 6 zeigt eine Detaildarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels bezüglich der Ankopplung des anderen Endes der Spiralfeder 22 an das zweite Gehäuseteil 21. Die Spiralfeder 22 ist durch einen Durchgang in dem zweiten Getriebebauteil 21 geführt und umgebogen.

[0069] Ein sich an den umgebogenen Teil der Spiralfeder 22 unmittelbar anschließender Abschnitt 28 der Spiralfeder 22 liegt außerhalb des Durchbruchs unmittelbar an dem zweiten Gehäuseteil 21 an. Der Abschnitt 28 der Spiralfeder 22 weist einen dazugehörigen Polar-

winkel 29 im Bereich von 25 Grad bis 180 Grad auf.

[0070] Die Figuren 7 und 8 zeigen in zueinander senkrechten Schnittebenen jeweils eine Detailansicht des Koaxialgetriebes 2 und der Rückstellvorrichtung 7 eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung.

[0071] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Koaxialgetriebe 2 als Spannungswellengetriebe ausgebildet, das einen drehfest mit dem Getriebeantrieb 3 verbundenen Wellengenerator 11, einen radialflexiblen und außenverzahnten Flexspline 12 sowie ein erstes innenverzahntes Zahnrad 13 und ein zweites innenverzahntes Zahnrad 14, die beide mit dem Flexspline 12 in Zahneingriff stehen, aufweist. Das erste Zahnrad 13 ist drehfest mit dem Getriebeabtrieb 5 verbunden, während das zweite Zahnrad 14 drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb 4 verbunden ist. Das erste Zahnrad 13 weist dieselbe Zähnezahzahl auf, wie der Flexspline 12, während das zweite Zahnrad 14 eine um zwei Zähne höhere Zähnezahzahl aufweist als der Flexspline 12. Es ist allerdings auch möglich, dass das zweite Zahnrad 14 dieselbe Zähnezahzahl aufweist, wie der Flexspline 12, während das erste Zahnrad 14 eine andere Zähnezahzahl aufweist.

[0072] Der Wellengenerator 11 ist mittels eines radialflexiblen Wälzlagers 17 rotierbar gelagert und drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb 3 verbunden.

[0073] Ein Verbindungsteil 18, das das zweite Zahnrad 14 mit dem zweiten Getriebeantrieb 4 verbindet, verläuft durch eine Ausnehmung 25 in dem ersten Zahnrad 13.

[0074] Das zweite Zahnrad 14 ist außerdem drehfest mit einem ersten Gehäuseteil 20 verbunden. Das erste Gehäuseteil 20 haust den als Spiralfeder 22 ausgebildeten mechanischen Energiespeicher 8 teilweise ein. Das andere Ende der Spiralfeder 22 ist drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb 3 verbunden.

[0075] Der zweite Getriebeantrieb 4 weist eine Außenverzahnung 15 auf und ist dazu ausgebildet und bestimmt, über einen Kettentrieb an eine Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors angekoppelt zu werden. Der Getriebeabtrieb 5 ist dazu ausgebildet und bestimmt, drehfest mit einer Nockenwelle, insbesondere einer Einlassnockenwelle oder einer Auslassnockenwelle eines Verbrennungsmotors, verkoppelt zu werden.

[0076] Ein Verstellvorgang wird dadurch bewirkt, dass der Wellengenerator 11 mittels des (in dieser Figur nicht dargestellten) Verstellmotors 1 in Rotation versetzt wird, wodurch eine Relativdrehung des ersten Zahnrades 13 zu dem zweiten Zahnrad 14 bewirkt wird und wodurch die Spiralfeder 22 gespannt wird. Bei einem Ausfall und/oder nach einem Abschalten des Verstellmotors versetzt die Spiralfeder 22 den Wellengenerator 11 mit umgekehrter Rotationsrichtung in Rotation und bringt das erste Zahnrad 13 relativ zu dem zweiten Zahnrad 14 in eine vorbestimmte Einstellung zurück. Die vorbestimmte Einstellung ist erreicht, wenn das Verbindungsteil 18 an einem ersten Anschlag 23 der Ausnehmung 25 anschlägt, was in Figur 9 dargestellt ist.

[0077] Das Koaxialgetriebe 2 ist derart ausgebildet,

dass der zweite Getriebeantrieb 4 und der Getriebeabtrieb 5 ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind, wobei eine der Grenzen des Winkelbereichs wie oben geschildert die vorbestimmte Einstellung definiert. Die andere Grenze des Winkelbereichs ist durch den entgegengesetzt angeordneten zweiten Anschlag 24 der Ausnehmung 25 definiert, was in Figur 9 dargestellt ist.

[0078] Figur 9 zeigt eine Schnittdarstellung der in Figur 7 eingezeichneten Schnittebene, wobei der besseren Übersichtlichkeit halber der Wellengenerator 11, das radialflexible Wälzlager 17 und der Flexspline 12 nicht eingezeichnet sind. Es ist zu erkennen, dass es insgesamt vier Verbindungsteile 18 gibt, die das zweite Zahnrad 14 mit dem zweiten Getriebeantrieb 4 verbinden und die durch jeweils eine Ausnehmung 25 in dem ersten Zahnrad 13 verlaufen.

[0079] Die Figur 10 zeigt eine Detailansicht des Koaxialgetriebes 2 und der Rückstellvorrichtung 7 eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung.

[0080] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Koaxialgetriebe 2 als Spannungswellengetriebe ausgebildet, das einen drehfest mit dem Getriebeantrieb 3 verbundenen Wellengenerator 11, einen radialflexiblen und außenverzahnten Flexspline 12 sowie ein erstes innenverzahntes Zahnrad 13 und ein zweites innenverzahntes Zahnrad 14, die beide mit dem Flexspline 12 in Zahneingriff stehen, aufweist. Das erste Zahnrad 13 ist drehfest mit dem Getriebeabtrieb 5 verbunden, während das zweite Zahnrad 14 drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb 4 verbunden ist. Das erste Zahnrad 13 weist dieselbe Zähnezahzahl auf, wie der Flexspline 12, während das zweite Zahnrad 14 eine um zwei Zähne höhere Zähneanzahl aufweist als der Flexspline 12. Es ist allerdings auch möglich, dass das zweite Zahnrad 14 dieselbe Zähnezahzahl aufweist, wie der Flexspline 12, während das erste Zahnrad 14 eine andere Zähneanzahl aufweist.

[0081] Der Wellengenerator 11 ist mittels eines radialflexiblen Wälzlagers 17 rotierbar gelagert und drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb 3 verbunden.

[0082] Ein Verbindungsteil 18 verbindet das zweite Zahnrad 14 mit dem zweiten Getriebeantrieb 4. Das zweite Zahnrad 14 ist außerdem drehfest mit einem ersten Gehäuseteil 20 verbunden. Das erste Gehäuseteil 20 haust den als Spiralfeder 22 ausgebildeten mechanischen Energiespeicher 8 teilweise ein. Das andere Ende der Spiralfeder 22 ist drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb 3 verbunden.

[0083] Der zweite Getriebeantrieb 4 weist eine Außenverzahnung 15 auf und ist dazu ausgebildet und bestimmt, über einen Kettentrieb an eine Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors angekoppelt zu werden. Der Getriebeabtrieb 5 ist dazu ausgebildet und bestimmt, drehfest mit einer Nockenwelle, insbesondere einer Einlassnockenwelle oder einer Auslassnockenwelle eines Verbrennungsmotors, verkoppelt zu werden.

[0084] Der mit dem zweiten Zahnrad 13 drehfest ver-

bundene Getriebeabtrieb 5 weist mehrere radial nach außen stehende Vorsprünge 16 auf, von denen jeder in jeweils eine Ausnehmung 25 in dem zweiten Getriebeantrieb 4 ragt.

[0085] Ein Verstellvorgang wird dadurch bewirkt, dass der Wellengenerator 11 mittels des (in dieser Figur nicht dargestellten) Verstellmotors 1 in Rotation versetzt wird, wodurch eine Relativdrehung des ersten Zahnrades 13 zu dem zweiten Zahnrad 14 bewirkt wird und wodurch die Spiralfeder 22 gespannt wird. Bei einem Ausfall und/oder nach einem Abschalten des Verstellmotors versetzt die Spiralfeder 22 den Wellengenerator 11 mit umgekehrter Rotationsrichtung in Rotation und bringt das erste Zahnrad 13 relativ zu dem zweiten Zahnrad 14 in eine vorbestimmte Einstellung zurück. Die vorbestimmte Einstellung ist erreicht, wenn jeweils der Vorsprung 16 an einem ersten Anschlag 23 seiner ihm zugeordneten Ausnehmung 25 anschlägt, was in Figur 11 dargestellt ist.

[0086] Das Koaxialgetriebe 2 ist derart ausgebildet, dass der zweite Getriebeantrieb 4 und der Getriebeabtrieb 5 ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind, wobei eine der Grenzen des Winkelbereichs wie oben geschildert die vorbestimmte Einstellung definiert. Die andere Grenze des Winkelbereichs ist durch den entgegengesetzt angeordneten zweiten Anschlag 24 der Ausnehmung 25 definiert, was in Figur 11 dargestellt ist.

30 Bezugszeichenliste:

[0087]

- | | |
|----|------------------------------------|
| 1 | Verstellmotor |
| 2 | Koaxialgetriebe |
| 3 | erster Getriebeantrieb |
| 4 | zweiter Getriebeantrieb |
| 5 | Getriebeabtrieb |
| 6 | Antriebswelle |
| 7 | Rückstellvorrichtung |
| 8 | mechanischer Energiespeicher |
| 9 | Ebene senkrecht zur Rotationsachse |
| 10 | Rotationsachse |
| 11 | Wellengenerator |
| 12 | Flexspline |
| 13 | erstes innenverzahntes Zahnrad |
| 14 | zweites innenverzahntes Zahnrad |
| 15 | Außenverzahnung |
| 16 | Vorsprung |
| 17 | radialflexibles Wälzlager |
| 18 | Verbindungsteil |
| 19 | Durchbruch |
| 20 | erstes Gehäuseteil |
| 21 | zweites Gehäuseteil |
| 22 | Spiralfeder |
| 23 | erster Anschlag |
| 24 | zweiter Anschlag |
| 25 | Ausnehmung |

- 26 Abschnitt der Spiralfeder 22
- 27 Polarwinkel
- 28 Abschnitt der Spiralfeder 22
- 29 Polarwinkel
- 30 Nockenwelle

5

Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung, insbesondere Nockenwellen-
versteller, mit einem Verstellmotor (1) und einem Ko-
axialgetriebe (2), das einen ersten Getriebeantrieb
(3), einen zweiten Getriebeantrieb (4) und einen Ge-
triebeabtrieb (5) aufweist, wobei der Verstellmotor
(1) triebtechnisch mit dem ersten Getriebeantrieb (3)
verbunden ist, und mit einer Rückstellvorrichtung
(7), die einen mechanischen Energiespeicher (8) be-
inhaltet und die bei einem Ausfall und/oder nach ein-
em Abschalten des Verstellmotors (1) eine vorbe-
stimmte Einstellung des Koaxialgetriebes (2) ein-
stellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mecha-
nische Energiespeicher (8) in Axialrichtung auf der
dem Getriebeabtrieb (5) abgewandten Seite des Ko-
axialgetriebes (2) angeordnet ist. 10
2. Verstellvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch
gekennzeichnet, dass** 15
 - a. der mechanische Energiespeicher (8) räum-
lich zwischen dem Koaxialgetriebe (2) und dem
Verstellmotor (1) angeordnet ist, und/oder dass 20
 - b. der mechanische Energiespeicher (8) koaxial
zu der Rotationsachse (10) des Koaxialgetrie-
bes (2) angeordnet ist, und/oder dass 25
 - c. zwei ansonsten zueinander bewegliche, ins-
besondere rotierbare, Getriebebauteile bei Er-
reichen der vorbestimmten Einstellung aneinan-
der anschlagen. 30
3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **da-
durch gekennzeichnet, dass** der mechanische En-
ergiespeicher (8) eine Feder aufweist, oder dass der
mechanische Energiespeicher (8) eine Spiralfeder
(22) aufweist, oder dass der mechanische Energie-
speicher (8) eine Flachspiralfeder aufweist, oder 35
dass der mechanische Energiespeicher (8) eine
Flachspiralfeder mit einer Windungszahl zwischen
1 und 50, insbesondere 10 bis 40 oder 20 bis 30,
aufweist, oder dass der mechanische Energiespei-
cher (8) eine Feder aufweist, die aus einem Material 40
mit rechteckigem Materialquerschnitt hergestellt ist,
oder dass der mechanische Energiespeicher (8) eine
Feder aufweist, die aus einem Material mit kreisrun-
dem Materialquerschnitt hergestellt ist, oder dass
der mechanische Energiespeicher (8) als Gasdruck-
feder ausgebildet ist. 45
4. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch ge-** 50

kennzeichnet, dass

- a. wenigstens ein Ende der Feder zur Ankopp-
lung an ein Getriebebauteil umgebogen und
durch einen Durchgang in dem Getriebebauteil
geführt ist oder in eine Ausnehmung (25) des
Getriebebauteils ragt, oder dass
- b. ein erstes Ende der Feder zur Ankopplung an
ein erstes Getriebebauteil umgebogen und
durch einen Durchgang in dem ersten Getriebe-
bauteil geführt ist oder in eine Ausnehmung (25)
des ersten Getriebebauteils ragt und dass ein
zweites Ende der Feder zur Ankopplung an ein
zweites Getriebebauteil umgebogen und durch
einen Durchgang in dem zweiten Getriebebau-
teil geführt ist oder in eine Ausnehmung (25) des
zweiten Getriebebauteils ragt, oder dass
- c. wenigstens ein Ende der Feder zur Ankopp-
lung an ein Getriebebauteil umgebogen und
durch einen Durchgang in dem Getriebebauteil
geführt ist oder in eine Ausnehmung (25) des
Getriebebauteils ragt, wobei ein sich an den um-
gebogenen Teil der Feder unmittelbar anschlie-
ßender Abschnitt der Feder außerhalb der Aus-
nehmung (25) bzw. des Durchgangs, insbeson-
dere unmittelbar, an dem Getriebebauteil an-
liegt, oder dass
- d. der mechanische Energiespeicher (8) mittels
wenigstens eines Zylinderstiftes an ein Getrie-
bebauteil angekoppelt ist.
5. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
4, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a. der mechanische Energiespeicher (8) we-
nigstens teilweise von einem mit einem Getrie-
bebauteil drehfest verbundenen Gehäuseteil
eingehaust ist, oder dass
 - b. der mechanische Energiespeicher (8) we-
nigstens teilweise von einem mit dem Getriebe-
abtrieb (5) drehfest verbundenen Gehäuseteil
eingehaust ist, oder dass
 - c. der mechanische Energiespeicher (8) we-
nigstens teilweise von einem mit dem ersten Ge-
triebeantrieb (3) drehfest verbundenen Gehäu-
seteil eingehaust ist, oder dass
 - d. der mechanische Energiespeicher (8) we-
nigstens teilweise von einem mit dem zweiten
Getriebeantrieb (4) drehfest verbundenen Ge-
häuseteil eingehaust ist.
6. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
5, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a. das Koaxialgetriebe (2) als Spannungswel-
lengetriebe ausgebildet ist, das einen drehfest
mit dem ersten Getriebeantrieb (3) verbunde-
nen Wellengenerator (11), einen radialflexiblen

Flexspline (12) sowie wenigstens ein mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehendes Zahnrad aufweist, oder dass

b. das Koaxialgetriebe (2) als Spannungswellengetriebe ausgebildet ist, das einen drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb (3) verbundenen Wellengenerator (11), einen radialflexiblen Flexspline (12) sowie wenigstens ein mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehendes Zahnrad aufweist, wobei das Spannungswellengetriebe als Ringgetriebe ausgebildet ist, das zwei mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehende Zahnräder unterschiedlicher Zähnezahl aufweist, oder dass

c. das Koaxialgetriebe (2) als Spannungswellengetriebe ausgebildet ist, das einen drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb (3) verbundenen Wellengenerator (11), einen radialflexiblen Flexspline (12) sowie wenigstens ein mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehendes Zahnrad aufweist, wobei das Spannungswellengetriebe als Ringgetriebe ausgebildet ist, das zwei mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehende Zahnräder unterschiedlicher Zähnezahl aufweist, und wobei der Flexspline (12) eine Außenverzahnung (15) aufweist und dass die mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder als innenverzahnte Hohlräder ausgebildet sind, oder dass

d. das Koaxialgetriebe (2) als Spannungswellengetriebe ausgebildet ist, das einen drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb (3) verbundenen Wellengenerator (11), einen radialflexiblen Flexspline (12) sowie wenigstens ein mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehendes Zahnrad aufweist, wobei das Spannungswellengetriebe als Ringgetriebe ausgebildet ist, das zwei mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehende Zahnräder unterschiedlicher Zähnezahl aufweist, und wobei eines der mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit dem Getriebeabtrieb (5) verbunden ist, während das andere der mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb (4) verbunden ist

e. das Koaxialgetriebe (2) als Spannungswellengetriebe ausgebildet ist, das einen drehfest mit dem ersten Getriebeantrieb (3) verbundenen Wellengenerator (11), einen radialflexiblen Flexspline (12) sowie wenigstens ein mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehendes Zahnrad aufweist, wobei der Wellengenerator in Leichtbauweise hergestellt ist und/oder dass der Lagersitz für ein radialflexibles Wälzlager (17) des Wellengenerators aus hochfestem Material, insbesondere Stahl, hergestellt ist, während der Rest des Wellengenerators aus einem

Leichtbauwerkstoff, insbesondere aus Aluminium, hergestellt ist.

7. Verstellvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a. die Rückstellvorrichtung (7) zum Einstellen der vorbestimmten Einstellung ein Drehmoment ausübt und sich dabei einerseits an dem ersten Getriebeantrieb (3) oder dem Wellengenerator (11) und andererseits an einem mit dem radialflexiblen Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, oder dass

b. die Rückstellvorrichtung (7) zum Einstellen der vorbestimmten Einstellung ein Drehmoment ausübt und sich dabei einerseits an einem ersten mit dem radialflexiblen Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad und andererseits an einem zweiten mit dem radialflexiblen Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, oder dass

c. sich die Rückstellvorrichtung (7) an dem mit dem radialflexiblen Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, das drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb (4) verbunden ist, oder dass

d. sich die Rückstellvorrichtung (7) an dem mit dem radialflexiblen Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, das nicht drehfest mit dem Getriebeabtrieb (5) verbunden ist, oder dass

e. sich die Rückstellvorrichtung (7) an dem mit dem radialflexiblen Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, das drehfest mit dem zweiten Getriebeantrieb (4) verbunden ist, und sich an dem mit dem radialflexiblen Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad abstützt, das nicht drehfest mit dem Getriebeabtrieb (5) verbunden ist.

8. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a. der zweite Getriebeantrieb (4) und der Getriebeabtrieb (5) ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind, oder dass

b. der zweite Getriebeantrieb (4) und der Getriebeabtrieb (5) ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind, wobei Anschläge vorhanden sind, an die ein Getriebebauteil anschlägt, wenn die Grenzen des Winkelbereichs erreicht werden, oder dass

c. der zweite Getriebeantrieb (4) und der Getriebeabtrieb (5) ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind, wobei Anschläge vorhanden sind, an die

- ein Getriebebauteil anschlägt, wenn die Grenzen des Winkelbereichs erreicht werden, wobei wenigstens ein Anschlag ein Dämpfungselement, insbesondere einen Federdämpfer, einen Elastomerdämpfer oder einen Öldruckdämpfer, aufweist, oder dass
- d. der zweite Getriebeantrieb (4) und der Getriebeabtrieb (5) ausschließlich in einem begrenzten Winkelbereich relativ zueinander rotierbar sind, wobei eine der Grenzen des Winkelbereichs die vorbestimmte Einstellung definiert.
9. Verstellvorrichtung nach Anspruch 6 und Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei ansonsten zueinander bewegliche, insbesondere rotierbare, Getriebebauteile bei Erreichen der vorbestimmten Einstellung oder bei Erreichen der Grenzen des Winkelbereichs aneinander anschlagen, wobei eines der Getriebebauteile drehfest mit einem mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad verbunden ist, während das andere Getriebebauteil drehfest mit dem Getriebeabtrieb (5) und/oder drehfest mit einem anderem mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnrad verbunden ist.
10. Verstellvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mechanischer Anschlag durch einen Randabschnitt einer Ausnehmung (25) oder eines Durchbruchs (19) in einem der Getriebebauteile gebildet ist, in den das andere Getriebebauteil ragt oder durch den hindurch das andere Getriebebauteil verläuft.
11. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder 7 bis 9, in Kombination mit Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a. ein erstes der mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit einem Getriebeabtrieb (5) verbunden ist und ein zweites der mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit einem zweiten Getriebeantrieb (4) verbunden ist, wobei wenigstens ein erstes Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem Getriebeabtrieb (5) verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch (19) in einem zweiten Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb (4) verbindet, verläuft, oder dass wenigstens ein zweites Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb (4) verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch (19) in einem ersten Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem zweiten Getriebeabtrieb (5) verbindet, verläuft, oder dass
- b. ein erstes der mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit einem Getriebeabtrieb (5) verbunden ist und ein zweites der mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder drehfest mit einem zweiten Getriebeantrieb (4) verbunden ist, wobei wenigstens ein erstes Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem Getriebeabtrieb (5) verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch (19) in einem zweiten Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb (4) verbindet, verläuft, oder dass wenigstens ein zweites Verbindungsteil, das das zweite Zahnrad mit dem zweiten Getriebeantrieb (4) verbindet, durch wenigstens einen Durchbruch (19) in einem ersten Verbindungsteil, das das erste Zahnrad mit dem zweiten Getriebeabtrieb (5) verbindet, verläuft, wobei der Durchbruch (19) so groß ist, dass eine Relativdrehung der Getriebebauteile, insbesondere der mit dem Flexspline (12) in Zahneingriff stehenden Zahnräder, in einem begrenzten Bereich möglich ist.
12. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a. der erste Getriebeantrieb (3) auf der dem Getriebeabtrieb (5) abgewandten Seite des Getriebes angeordnet ist, und/oder dass
- b. ein Verstellmotorabtrieb des Verstellmotors (1) über eine Ausgleichsvorrichtung, insbesondere eine Oldham-Kupplung, an den ersten Getriebeantrieb (3) angekoppelt ist, die einen Achsversatz und/oder einen Winkelfehler zwischen dem Verstellmotorabtrieb und dem ersten Getriebeantrieb (3) ausgleicht.
13. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a. die Verstellvorrichtung als Nockenwellenversteller ausgebildet ist, oder dass
- b. die Verstellvorrichtung als Nockenwellenversteller ausgebildet ist, wobei der zweite Getriebeantrieb (4) dazu ausgebildet und bestimmt ist, insbesondere über einen Riementrieb oder einen Kettentrieb, an eine Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors angekoppelt zu werden und dass der Getriebeabtrieb (5) dazu ausgebildet und bestimmt ist, drehfest mit einer Nockenwelle, insbesondere einer Einlassnockenwelle oder einer Auslassnockenwelle, verkoppelt zu werden.
14. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellvorrichtung als Vorrichtung zum Einstellen des Expansionshubes oder des Verdichtungsverhältnisses eines Verbrennungsmotors ausgebildet ist.
15. Verbrennungsmotor, der eine Verstellvorrichtung

nach einem der Ansprüche 1 bis 14 aufweist.

Claims

1. Adjustment device, in particular camshaft adjuster, having an adjustment motor (1) and a coaxial gearbox (2) which has a first gearbox drive (3), a second gearbox drive (4) and a gearbox output (5), wherein the adjustment motor (1) in terms of drive technology is connected to the first gearbox drive (3); and having a restoring device (7) which contains a mechanical energy store (8) and in the event of a failure of the adjustment motor (1), and/or when the latter is switched off, sets a predetermined setting of the coaxial gearbox (2), **characterized in that** the mechanical energy store (8) in the axial direction is disposed on that side of the coaxial gearbox (2) that faces away from the gearbox output (5).
 - a. the mechanical energy store (8) is in spatial terms disposed between the coaxial gearbox (2) and the adjustment motor (1); and/or **in that**
 - b. the mechanical energy store (8) is disposed coaxially with the rotation axis (10) of the coaxial gearbox (2); and/or **in that**
 - c. two gearbox components which are otherwise movable, in particular rotatable, relative to one another impact on one another upon reaching the predetermined setting.
2. Adjustment device (1) according to Claim 1, **characterized in that**
 - a. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to a gearbox component; or **in that**
 - b. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to the gearbox output (5); or **in that**
 - c. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to the first gearbox drive (3); or **in that**
 - d. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to the second gearbox drive (4).
3. Adjustment device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the mechanical energy store (8) has a spring, or **in that** the mechanical energy store (8) has a spiral spring (22), or **in that** the mechanical energy store (8) has a flat spiral spring, or **in that** the mechanical energy store (8) has a flat spiral spring with a number of windings between 1 and 50, in particular 10 to 40, or 20 to 30, or **in that** the mechanical energy store (8) has a spring which is produced from a material with a rectangular material cross section, or **in that** the mechanical energy store (8) has a spring which is produced from a material with a circular material cross section, or **in that** the mechanical energy store (8) is configured as a gas strut.
4. Adjustment device according to Claim 3, **characterized in that**
 - a. for coupling to a gearbox component, at least one end of the spring is bent back and guided through a passage in the gearbox component, or protrudes into a clearance (25) of the gearbox component; or **in that**
 - b. for coupling to a first gearbox component, a first end of the spring is bent back and guided through a passage in the first gearbox component, or protrudes into a clearance (25) of the first gearbox component; and **in that** for coupling to a second gearbox component, a second end of the spring is bent back and guided through a passage in the second gearbox component, or protrudes into a clearance (25) of the second gearbox component; or **in that**
 - c. for coupling to a gearbox component, at least one end of the spring is bent back and guided through a passage in the gearbox component, or protrudes into a clearance (25) of the gearbox component, wherein a portion of the spring that directly adjoins the bent-back part of the spring rests, in particularly directly, on the gearbox component outside the clearance (25), or the passage, respectively; or **in that**
 - d. the mechanical energy store (8) is coupled to a gearbox component by means of at least one cylindrical pin.
5. Adjustment device according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that**
 - a. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to a gearbox component; or **in that**
 - b. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to the gearbox output (5); or **in that**
 - c. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to the first gearbox drive (3); or **in that**
 - d. the mechanical energy store (8) is at least partially encased by a housing part which is co-rotationally connected to the second gearbox drive (4).
6. Adjustment device according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that**
 - a. the coaxial gearbox (2) is configured as a strain wave gear which has a wave generator (11) that is co-rotationally connected to the first gearbox drive (3), a radially flexible flexspline (12), and at least one gear wheel which meshes with the flexspline (12); or **in that**
 - b. the coaxial gearbox (2) is configured as a strain wave gear which has a wave generator (11) that is co-rotationally connected to the first gearbox drive (3), a radially flexible flexspline (12), and at least one gear wheel which meshes with the flexspline (12), wherein the strain wave

gear is configured as a ring gear which has two gear wheels with a different number of teeth that mesh with the flexspline (12); or **in that**

c. the coaxial gearbox (2) is configured as a strain wave gear which has a wave generator (11) that is co-rotationally connected to the first gearbox drive (3), a radially flexible flexspline (12), and at least one gear wheel which meshes with the flexspline (12), wherein the strain wave gear is configured as a ring gear which has two gear wheels with a different number of teeth that mesh with the flexspline (12), and wherein the flexspline (12) has an external toothing (15), and **in that** the gear wheels that mesh with the flexspline (12) are configured as ring gears with an internal toothing; or **in that**

d. the coaxial gearbox (2) is configured as a strain wave gear which has a wave generator (11) that is co-rotationally connected to the first gearbox drive (3), a radially flexible flexspline (12), and at least one gear wheel which meshes with the flexspline (12), wherein the strain wave gear is configured as a ring gear which has two gear wheels with a different number of teeth that mesh with the flexspline (12), and wherein one of the gear wheels that mesh with the flexspline (12) is co-rotationally connected to the gearbox output (5), while the other of the gear wheels that mesh with the flexspline (12) is co-rotationally connected to the second gearbox drive (4); or

e. the coaxial gearbox (2) is configured as a strain wave gear which has a wave generator (11) that is co-rotationally connected to the first gearbox drive (3), a radially flexible flexspline (12), and at least one gear wheel which meshes with the flexspline (12), wherein the wave generator is produced in a lightweight construction mode, and/or **in that** the bearing seat for a radially flexible rolling bearing (17) of the wave generator is produced from a high-strength material, in particular steel, while the remainder of the wave generator is produced from a lightweight construction material, in particular from aluminium.

7. Adjustment device according to Claim 6, characterized in that

- a. for setting the predetermined setting, the restoring device (7) exerts a torque and in the process is supported on the first gearbox drive (3) or the wave generator (11), on the one hand, and on a gear wheel that meshes with the radially flexible flexspline (12), on the other hand; or **in that**
- b. for setting the predetermined setting, the restoring device (7) exerts a torque and in the process is supported on a first gear wheel that mesh-

es with the radially flexible flexspline (12), on the one hand, and on a second gear wheel that meshes with the radially flexible flexspline (12), on the other hand; or **in that**

c. the restoring device (7) is supported on the gear wheel that meshes with the radially flexible flexspline (12) and is co-rotationally connected to the second gearbox drive (4); or **in that**

d. the restoring device (7) is supported on the gear wheel that meshes with the radially flexible flexspline (12) and is not co-rotationally connected to the gearbox output (5); or **in that**

e. the restoring device (7) is supported on the gear wheel that meshes with the radially flexible flexspline (12) that is co-rotationally connected to the second gearbox drive (4), and is supported on the gear wheel that meshes with the radially flexible flexspline (12) and is not co-rotationally connected to the gearbox output (5).

8. Adjustment device according to one of Claims 1 to 7, characterized in that

- a. the second gearbox drive (4) and the gearbox output (5) are rotatable relative to one another exclusively in a limited angular range; or **in that**
- b. the second gearbox drive (4) and the gearbox output (5) are rotatable relative to one another exclusively in a limited angular range, wherein detents on which a gearbox component impacts when the limits of the angular range are reached are present; or **in that**

c. the second gearbox drive (4) and the gearbox output (5) are rotatable relative to one another exclusively in a limited angular range, wherein detents on which a gearbox component impacts when the limits of the angular range are reached are present, wherein at least one detent has a damping element, in particular a spring damper, an elastomeric damper or an oil pressure damper; or **in that**

d. the second gearbox drive (4) and the gearbox output (5) are rotatable relative to one another exclusively in a limited angular range, wherein one of the limits of the angular range defines the predetermined setting.

- 9. Adjustment device according to Claim 6 and Claim 8, characterized in that** two gearbox components which are otherwise movable, in particular rotatable, relative to one another impact on one another upon reaching the predetermined setting or upon reaching the limits of the angular range, wherein one of the gearbox components is co-rotationally connected to a gear wheel that meshes with the flexspline (12), while the other gearbox component is co-rotationally connected to the gearbox output (5) and/or co-rotationally connected to another gear wheel that mesh-

es with the flexspline (12).

10. Adjustment device according to Claim 9, **characterized in that** a mechanical detent is formed by a peripheral portion of a clearance (25) or of a cut-out (19) in one of the gearbox components, the other gearbox component protruding into said clearance (25) or running through said cut-out (19). 5
11. Adjustment device according to one of Claims 1 to 5 or 7 to 9, in combination with Claim 6, **characterized in that** 10
- a. a first one of the gear wheels that mesh with the flexspline (12) is co-rotationally connected to a gearbox output (5), and a second one of the gear wheels that mesh with the flexspline (12) is co-rotationally connected to a second gearbox drive (4), wherein at least one first connection part connecting the first gear wheel to the gearbox output (5) runs through at least one cut-out (19) in a second connection part connecting the second gear wheel to the second gearbox drive (4), or **in that** at least one second connection part connecting the second gear wheel to the second gearbox drive (4) runs through at least one cut-out (19) in a first connection part connecting the first gear wheel to the second gearbox output (5); or **in that** 20
- b. a first one of the gear wheels that mesh with the flexspline (12) is co-rotationally connected to a gearbox output (5), and a second one of the gear wheels that mesh with the flexspline (12) is co-rotationally connected to a second gearbox drive (4), wherein at least one first connection part connecting the first gear wheel to the gearbox output (5) runs through at least one cut-out (19) in a second connection part connecting the second gear wheel to the second gearbox drive (4), or **in that** at least one second connection part connecting the second gear wheel to the second gearbox drive (4) runs through at least one cut-out (19) in a first connection part connecting the first gear wheel to the second gearbox output (5), wherein the cut-out (19) is so large that relative rotation of the gearbox components, in particular of the gear wheels that mesh with the flexspline (12), is possible in a limited range. 25
12. Adjustment device according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** 30
- a. the first gearbox drive (3) is disposed on that side of the gearbox that faces away from the gearbox output (5); and/or **in that** 35
- b. an adjustment motor output of the adjustment motor (1) is coupled to the first gearbox drive (3) 40
- 45
- 50

by way of a compensation device, in particular an Oldham coupling, which compensates for an axial offset and/or an angular error between the adjustment motor output and the first gearbox drive (3).

13. Adjustment device according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that**
- a. the adjustment device is configured as a camshaft adjuster; or **in that**
- b. the adjustment device is configured as a camshaft adjuster, wherein the second gearbox drive (4) is configured and specified to be coupled to a crankshaft of an internal combustion engine, in particular by way of a belt drive or a chain drive, and **in that** the gearbox output (5) is configured and specified to be co-rotationally coupled to a camshaft, in particular an intake camshaft or an exhaust camshaft.
14. Adjustment device according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the adjustment device is configured as a device for setting the expansion stroke or the compression ratio of an internal combustion engine.
15. Internal combustion engine, having an adjustment device according to one of Claims 1 to 14.

Revendications

1. Dispositif de réglage, en particulier dispositif de réglage d'arbre à cames, comprenant un moteur de réglage (1) et une transmission coaxiale (2), qui présente un premier entraînement de transmission (3), un deuxième entraînement de transmission (4) et une sortie de transmission (5), le moteur de réglage (1) étant relié en termes de technologie d'entraînement au premier entraînement de transmission (3), et un dispositif de réinitialisation (7) qui contient un accumulateur d'énergie mécanique (8) et qui, en cas de panne et/ou après l'arrêt du moteur de réglage (1), effectue un réglage prédéterminé de la transmission coaxiale (2), **caractérisé en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est disposé dans la direction axiale du côté de la transmission coaxiale (2) qui est à l'opposé de la sortie de transmission (5).
2. Dispositif de réglage (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
- a. l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est disposé spatialement entre la transmission coaxiale (2) et le moteur de réglage (1), et/ou **en ce que**
- b. l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est

- disposé coaxialement à l'axe de rotation (10) de la transmission coaxiale (2), et/ou **en ce que** c. lorsque le réglage prédéterminé est atteint, deux composants de transmission par ailleurs mobiles l'un par rapport à l'autre, en particulier rotatifs, sont en butée l'un sur l'autre.
3. Dispositif de réglage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) comporte un ressort, ou **en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) comporte un ressort spiral (22), ou **en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) comporte un ressort spiral plat, ou **en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) comporte un ressort spiral plat dont le nombre de spires est compris entre 1 et 50, notamment est de 10 à 40 ou 20 à 30, ou **en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) comporte un ressort qui est en une matière à section transversale rectangulaire, ou **en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) comporte un ressort qui est en une matière à section transversale circulaire, ou **en ce que** l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est conçu comme un ressort à gaz.
4. Dispositif de réglage selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**
- a. au moins une extrémité du ressort est courbée pour s'accoupler à un composant de transmission et est guidée à travers un passage ménagé dans le composant de transmission ou fait saillie dans un évidement (25) ménagé dans le composant de transmission, ou **en ce que**
- b. une première extrémité du ressort est repliée pour s'accoupler à un premier composant de transmission et est guidée à travers un passage ménagé dans le premier composant de transmission ou fait saillie dans un évidement (25) du premier composant de transmission et **en ce que** qu'une deuxième extrémité du ressort est repliée pour s'accoupler à un deuxième composant de transmission et est guidée à travers un passage ménagé dans le deuxième composant de transmission ou fait saillie dans un évidement (25) du deuxième composant de transmission, ou **en ce que**
- c. au moins une extrémité du ressort est courbée pour s'accoupler à un composant de transmission et est guidée à travers un passage ménagé dans le composant de transmission ou fait saillie dans un évidement (25) du composant de transmission, une portion du ressort immédiatement adjacente à la partie courbée du ressort venant en appui à l'extérieur de l'évidement (25) ou du passage, en particulier directement sur l'élément de transmission, ou **en ce que**
- d. l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est
- accouplé à un composant de transmission au moyen d'au moins un axe cylindrique.
5. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**
- a. l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est logé au moins en partie dans une partie de boîtier reliée solidairement en rotation à un composant de transmission, ou **en ce que**
- b. l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est logé au moins en partie dans une partie de boîtier qui est reliée solidairement en rotation à la sortie de transmission (5), ou **en ce que**
- c. l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est logé au moins en partie dans une partie de boîtier qui est reliée solidairement en rotation au premier entraînement de transmission (3), ou **en ce que**
- d. l'accumulateur d'énergie mécanique (8) est logé au moins en partie dans une partie de boîtier qui est reliée solidairement en rotation au deuxième entraînement de transmission (4).
6. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**
- a. la transmission coaxiale (2) est conçue comme une transmission à ondes de déformation, qui comporte un générateur d'ondes (11) qui est relié solidairement en rotation au premier entraînement de transmission (3), un Flexspline (12) flexible radialement et au moins une roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12), ou **en ce que**
- b. la transmission coaxiale (2) est conçue comme une transmission à ondes de déformation, qui comporte un générateur d'ondes (11) qui est relié solidairement en rotation au premier entraînement de transmission (3), un Flexspline (12) flexible radialement et au moins une roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12), la transmission à ondes de déformation étant conçue comme une transmission annulaire, qui comporte deux roues dentées qui ont des nombres de dents différents et qui s'engrènent avec le Flexspline (12), ou **en ce que**
- c. la transmission coaxiale (2) est conçue comme une transmission à ondes de déformation, qui comporte un générateur d'ondes (11) qui est relié solidairement en rotation au premier entraînement de transmission (3), un Flexspline (12) flexible radialement et au moins une roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12), la transmission à ondes de déformation étant conçue comme une transmission annulaire qui comporte deux roues dentées qui ont des nombres de dents différents et qui s'engrènent avec le Flexs-

pline (12), et le Flexspline (12) comportant une denture extérieure (15) et **en ce que** les roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12) sont conçues comme des couronnes à denture intérieure, ou **en ce que**

d. la transmission coaxiale (2) est conçue comme une transmission à ondes de déformation, qui comporte un générateur d'ondes (11) qui est relié solidairement en rotation au premier entraînement de transmission (3), un Flexspline (12) flexible radialement et au moins une roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12), la transmission à ondes de déformation étant conçue comme une transmission annulaire qui comporte deux roues dentées qui ont des nombres de dents différents et qui s'engrènent avec le Flexspline (12), et l'une des roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12) étant reliée solidairement en rotation à la sortie de transmission (5), tandis que l'autre des roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12) est reliée solidairement en rotation au deuxième entraînement de transmission (4),

e. la transmission coaxiale (2) est conçue comme une transmission à ondes de déformation, qui comporte un générateur d'ondes (11) qui est relié solidairement en rotation au premier entraînement de transmission (3), un Flexspline (12) flexible radialement et au moins une roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12), le générateur d'ondes étant d'une construction légère et/ou **en ce que** le siège de palier destiné à un palier à rouleaux (17) flexible radialement du générateur d'ondes est en une matière à haute résistance, en particulier en acier, tandis que le reste du générateur d'ondes est en une matière légère, notamment en l'aluminium.

7. Dispositif de réglage selon la revendication 6, caractérisé en ce que

a. le dispositif de réinitialisation (7) exerce un couple destiné à effectuer le réglage prédéterminé et s'appuie d'une part sur le premier entraînement de transmission (3) ou le générateur d'ondes (11) et d'autre part sur une roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12) flexible radialement, ou **en ce que**

b. le dispositif de réinitialisation (7) exerce un couple destiné à effectuer le réglage prédéterminé et s'appuie d'une part sur une première roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12) flexible radialement et d'autre part sur une deuxième roue dentée qui s'engrène avec la Flexspline (12) flexible radialement, ou **en ce que**

c. le dispositif de réinitialisation (7) s'appuie sur la roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline

(12) flexible radialement et qui est reliée solidairement en rotation au deuxième entraînement de transmission (4), ou **en ce que**

d. le dispositif de réinitialisation (7) s'appuie sur la roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12) flexible radialement et qui n'est pas reliée solidairement en rotation à la sortie de transmission (5), ou **en ce que**

e. le dispositif de réinitialisation (7) s'appuie sur la roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12) flexible radialement, qui est reliée solidairement en rotation au deuxième entraînement de transmission (4), et qui s'appuie sur la roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12) flexible radialement, qui n'est pas reliée solidairement en rotation à la sortie de transmission (5).

8. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que

a. le deuxième entraînement de transmission (4) et la sortie de transmission (5) ne peuvent tourner l'un par rapport à l'autre que dans une plage angulaire limitée, ou **en ce que**

b. le deuxième entraînement de transmission (4) et la sortie de transmission (5) ne peuvent tourner l'un par rapport à l'autre que dans une plage angulaire limitée, des butées étant prévues contre lesquelles un composant de transmission vient en butée lorsque les limites de la plage angulaire sont atteintes, ou **en ce que**

c. le deuxième entraînement de transmission (4) et la sortie de transmission (5) ne peuvent tourner l'un par rapport à l'autre que dans une plage angulaire limitée, des butées étant prévues contre lesquelles un composant de transmission vient en butée lorsque les limites de la plage angulaire sont atteintes, au moins une butée comportant un élément d'amortissement, en particulier un amortisseur à ressort, un amortisseur en élastomère ou un amortisseur à pression d'huile, ou **en ce que**

d. le deuxième entraînement de transmission (4) et la sortie de transmission (5) ne peuvent tourner l'un par rapport à l'autre que dans une plage angulaire limitée, l'une des limites de la plage angulaire définissant le réglage prédéterminé.

9. Dispositif de réglage selon la revendication 6 et la revendication 8, caractérisé en ce que deux composants de transmission par ailleurs mobiles, en particulier rotatifs, viennent en butée l'un contre l'autre lorsque le réglage prédéterminé est atteint ou lorsque les limites de la plage angulaire sont atteintes, l'un des composants de transmission étant relié solidairement en rotation à une roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12), tandis que l'autre com-

posant de transmission est relié solidairement en rotation à la sortie de transmission (5) et/ou solidairement en rotation à une autre roue dentée qui s'engrène avec le Flexspline (12).

10. Dispositif de réglage selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**une butée mécanique est formée par une portion de bord d'un évidement (25) ou d'un passage (19) qui est ménagé dans l'un des composants de transmission et dans lequel fait saillie l'autre composant de transmission ou à travers lequel s'étend l'autre composant de transmission.

11. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 5 ou 7 à 9, en combinaison avec la revendication 6, **caractérisé en ce que**

a. une première des roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12) est reliée solidairement en rotation à une sortie de transmission (5) et une deuxième des roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12) est reliée solidairement en rotation à un deuxième entraînement de transmission (4), au moins une première pièce de liaison qui relie la première roue dentée à la sortie de transmission (5) s'étend à travers au moins un passage (19) qui est ménagé dans une deuxième pièce de liaison qui relie la deuxième roue dentée au deuxième entraînement de transmission (4), ou **en ce qu'**au moins une deuxième pièce de liaison qui relie la deuxième roue dentée au deuxième entraînement de transmission (4) s'étend à travers au moins un passage (19) qui est ménagé dans une première pièce de liaison qui relie la première roue dentée à la deuxième sortie de transmission (5), ou **en ce que**

b. une première des roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12) est reliée solidairement en rotation à une sortie de transmission (5) et une deuxième des roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12) est reliée solidairement en rotation à un deuxième entraînement de transmission (4), au moins une première pièce de liaison qui relie la première roue dentée à la sortie de transmission (5) s'étendant à travers au moins un passage (19) ménagé dans une deuxième pièce de liaison qui relie la deuxième roue dentée au deuxième entraînement de transmission (4), ou **en ce qu'**au moins une deuxième pièce de liaison qui relie la deuxième roue dentée au deuxième entraînement de transmission (4) s'étend à travers au moins un passage (19) ménagé dans une première pièce de liaison qui relie la première roue dentée à la deuxième sortie de transmission (5), le passage (19) étant dimensionné de manière à permettre une rotation relative des compo-

sants de transmission, en particulier des roues dentées qui s'engrènent avec le Flexspline (12), dans une plage limitée.

- 5 12. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que**

a. le premier entraînement de transmission (3) est disposé du côté de la transmission qui est opposé à la sortie de transmission (5), et/ou **en ce que**

b. une sortie du moteur de réglage (1) est accouplée au premier entraînement de transmission (3) par le biais d'un dispositif de compensation, en particulier d'un embrayage Oldham, qui compense un décalage axial et/ou une erreur angulaire entre la sortie du moteur de réglage et le premier entraînement de transmission (3).

13. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que**

a. le dispositif de réglage est conçu comme un dispositif de réglage d'arbre à cames, ou **en ce que**

b. le dispositif de réglage est conçu comme un dispositif de réglage d'arbre à cames, le deuxième entraînement de transmission (4) étant conçu, et destiné à, être accouplé à un vilebrequin d'un moteur à combustion interne, en particulier par le biais d'un entraînement par courroie ou d'un entraînement par chaîne, et **en ce que** la sortie de transmission (5) est conçue pour, et destinée à, être accouplée solidairement en rotation à un arbre à cames, notamment un arbre à cames d'entrée ou un arbre à cames de sortie.

14. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage est conçu comme un dispositif de réglage de la course de détente ou du taux de compression d'un moteur à combustion interne.

15. Moteur à combustion interne comportant un dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 14.

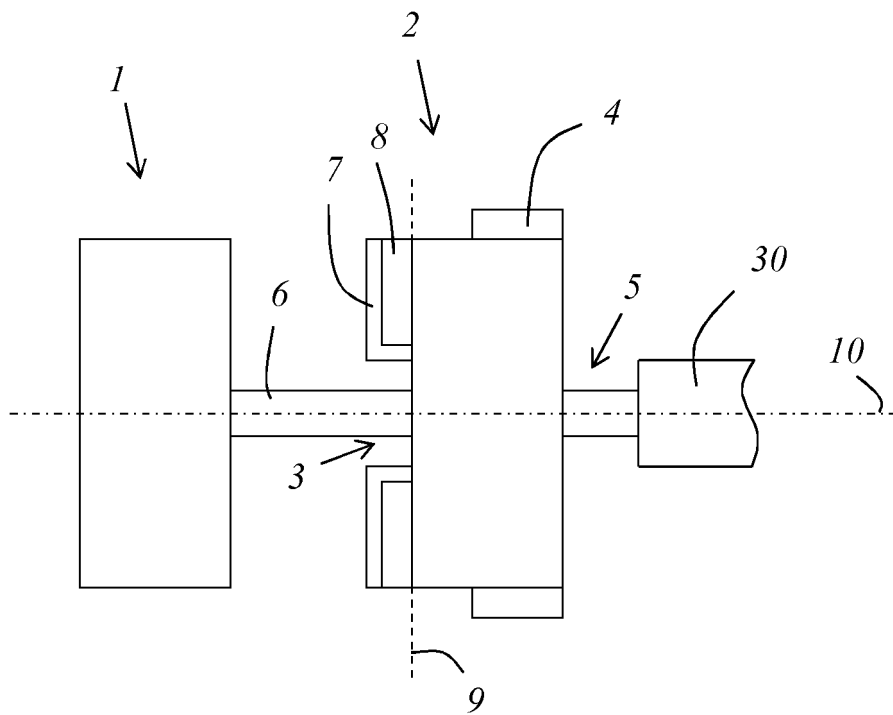


Fig. 1

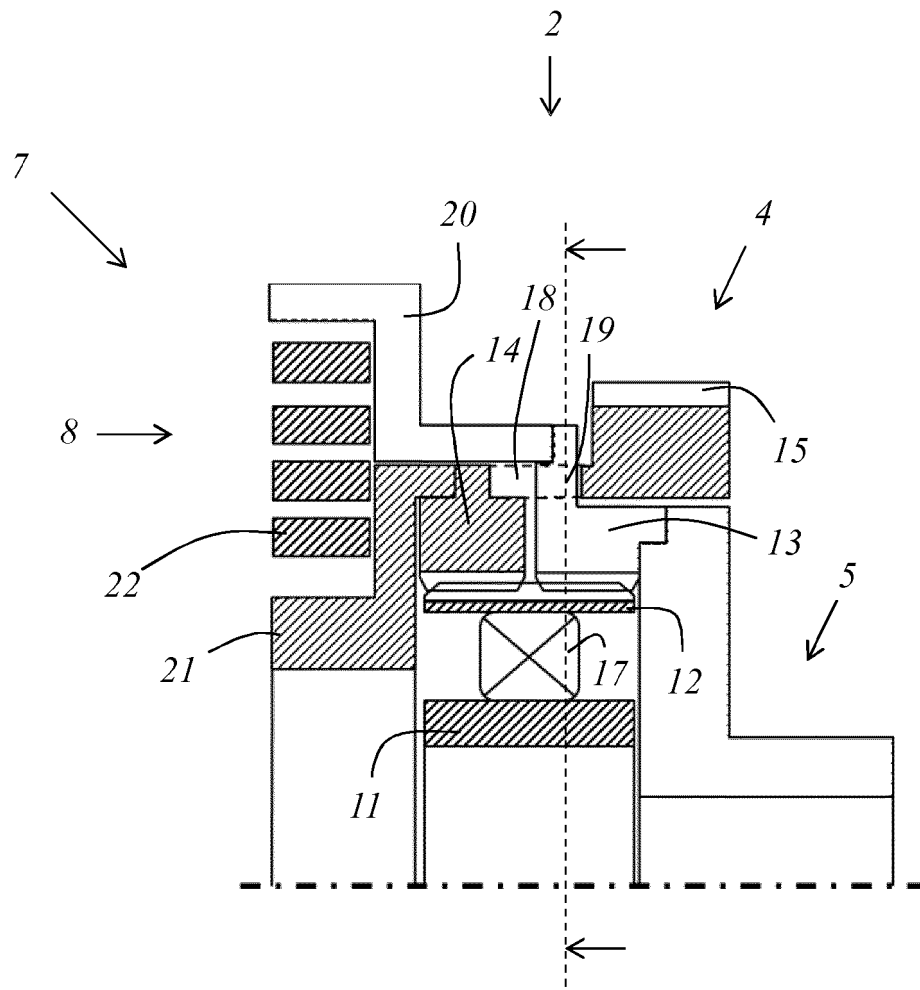


Fig. 2

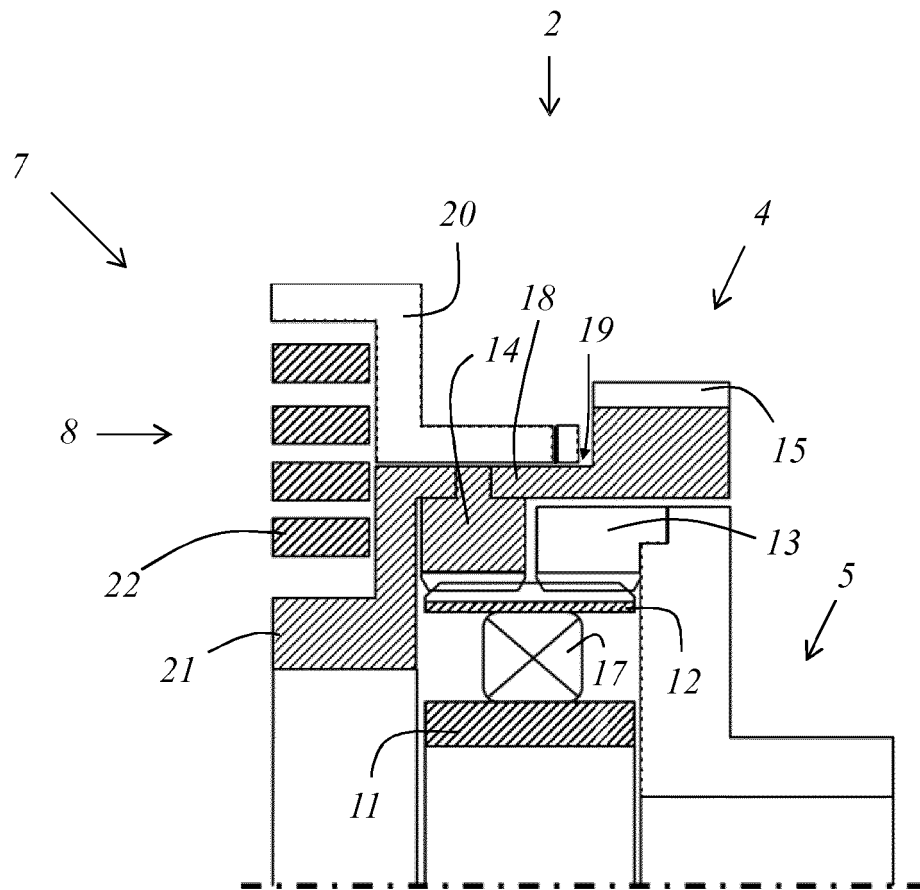


Fig. 3

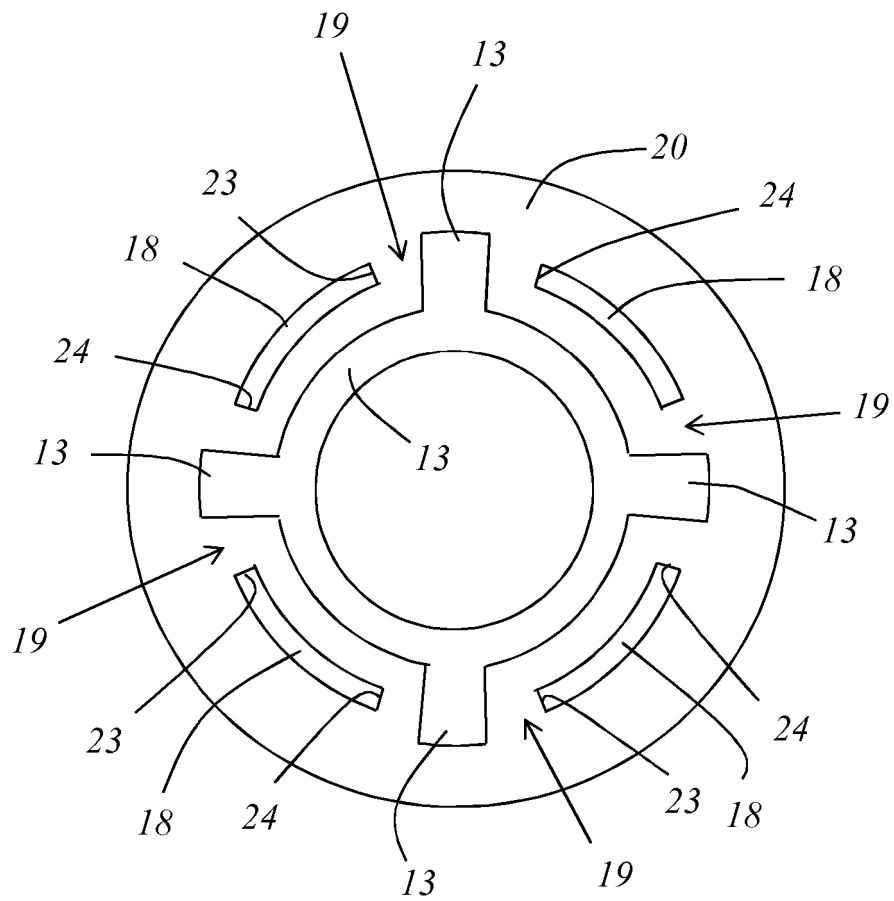


Fig. 4

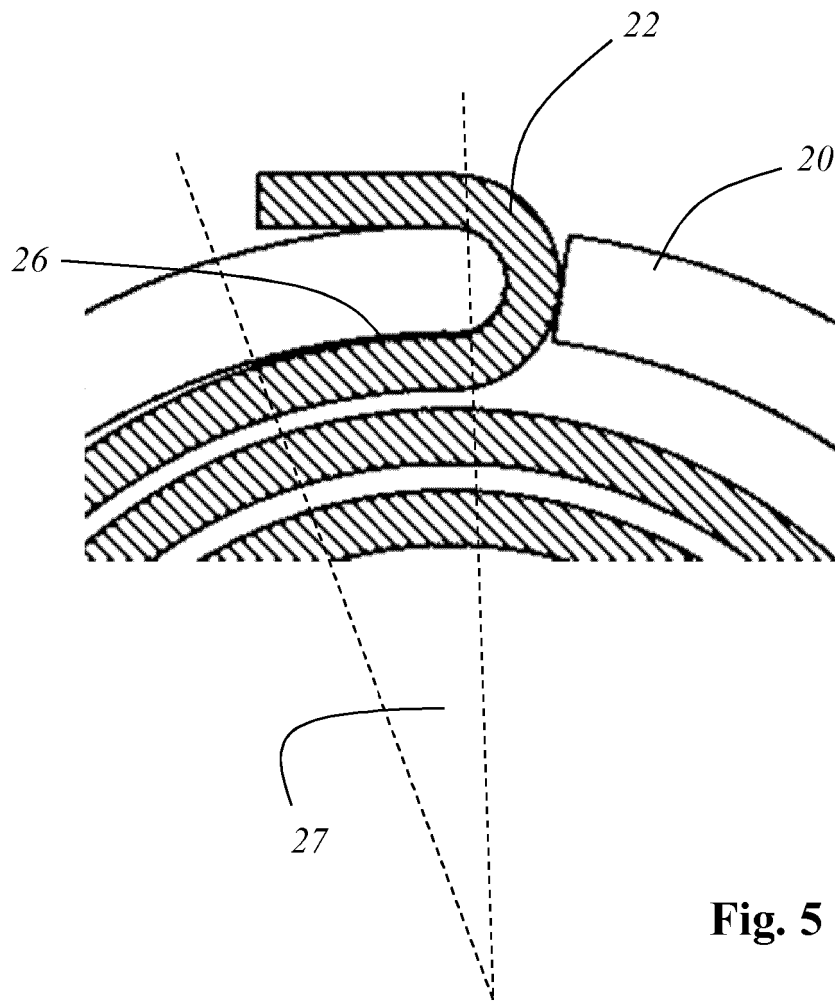


Fig. 5

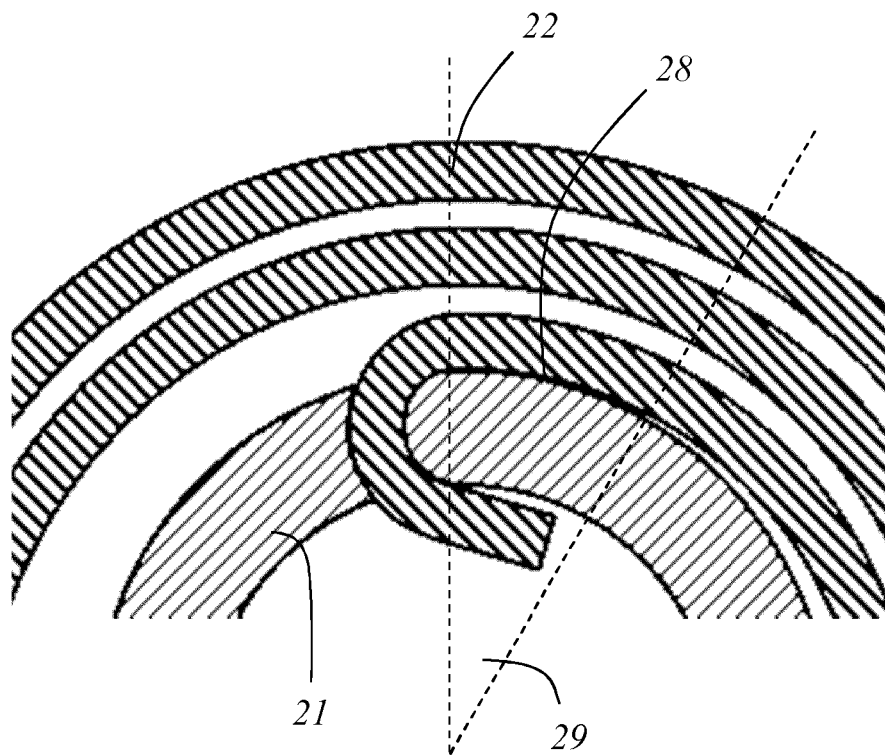


Fig. 6

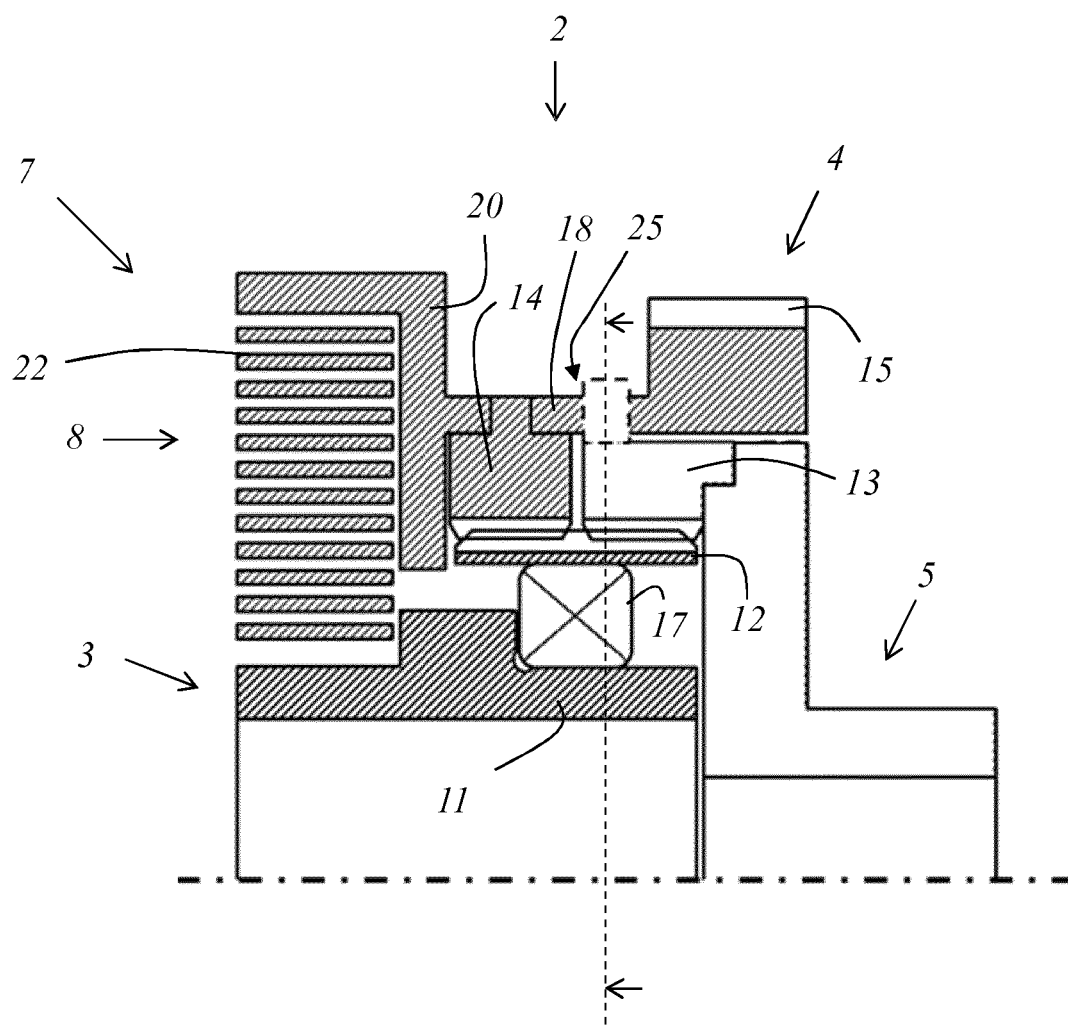


Fig. 7

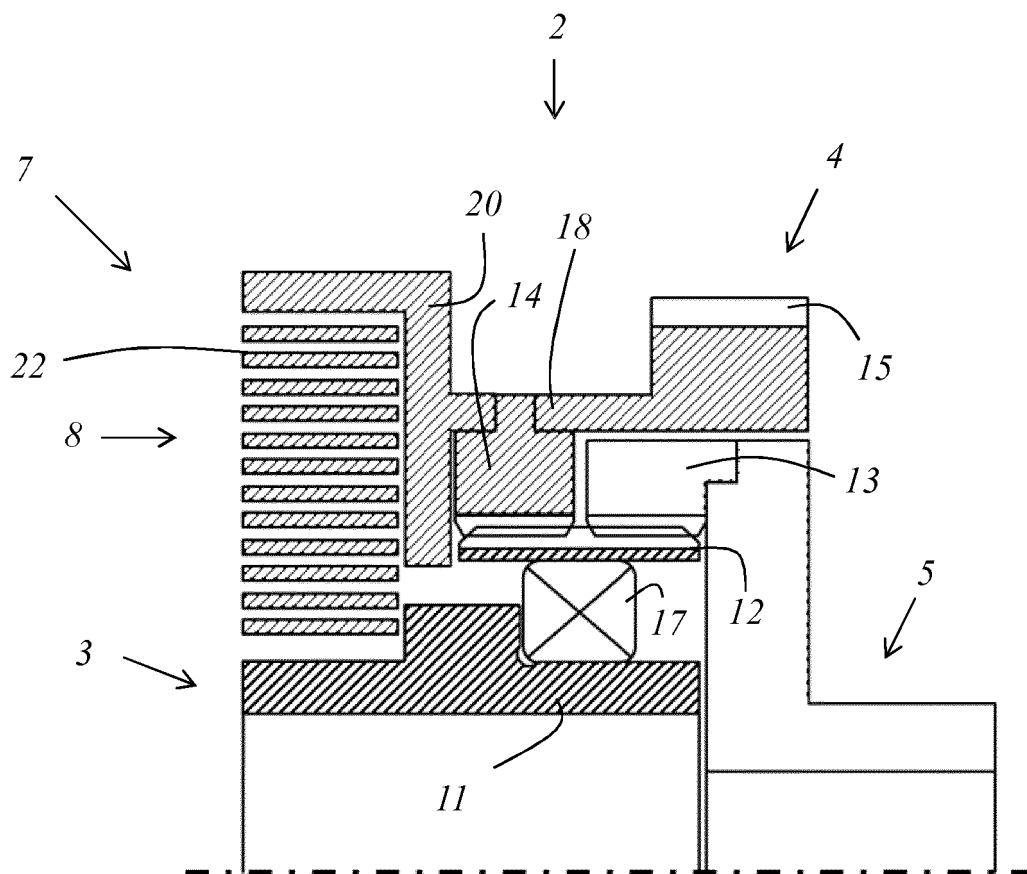


Fig. 8

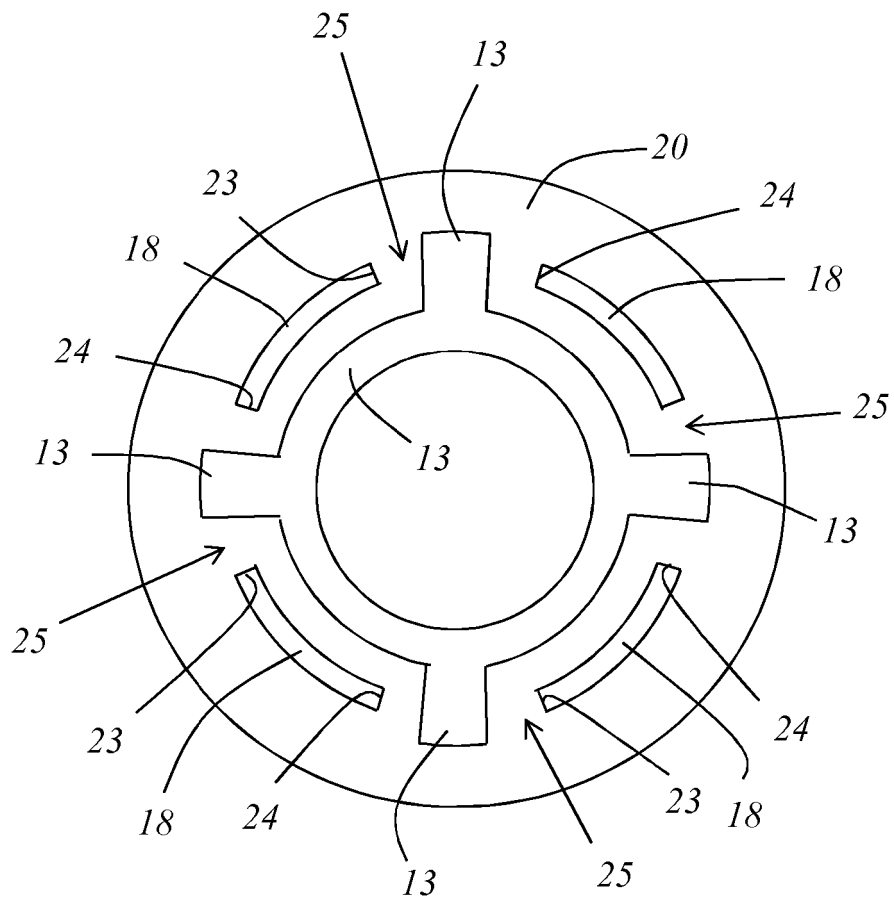


Fig. 9

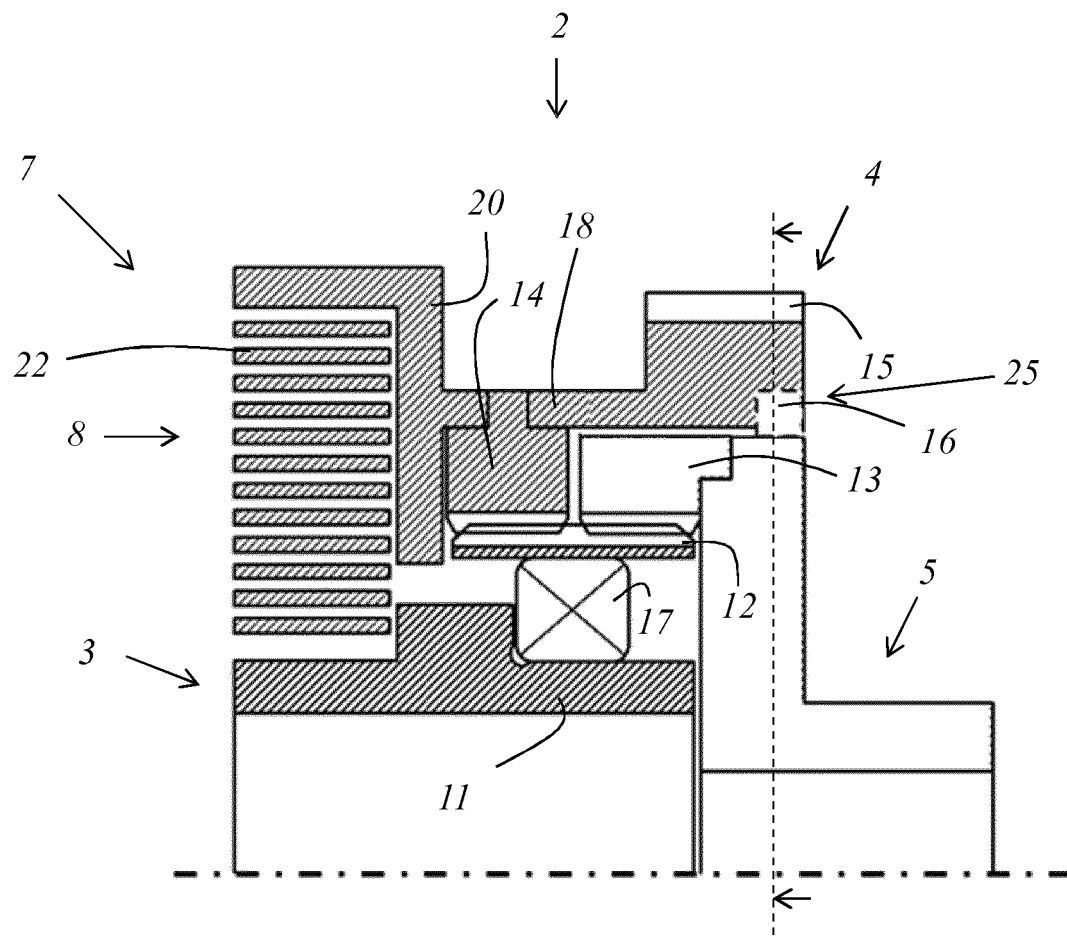


Fig. 10

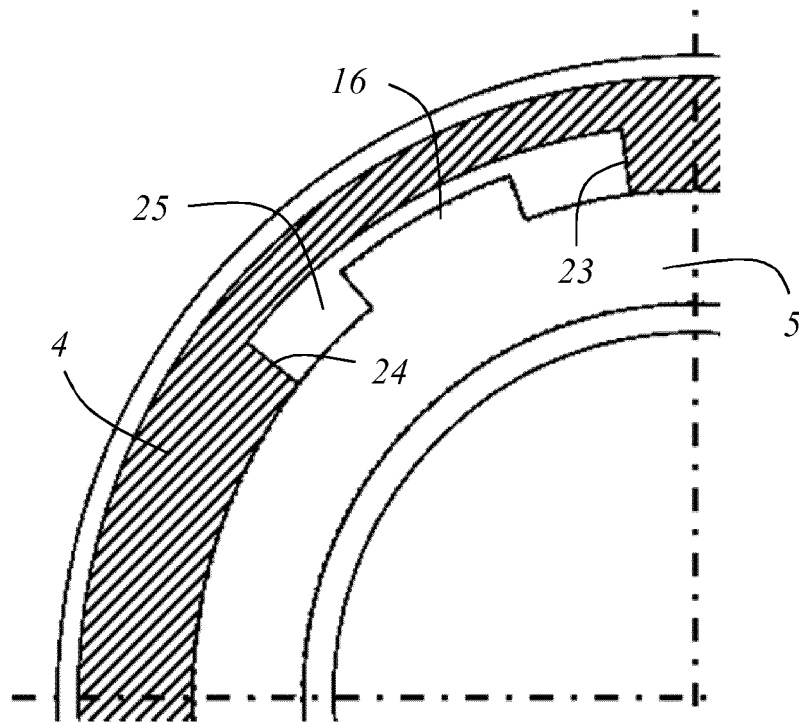


Fig. 11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102010006392 B3 [0002]
- EP 2282020 B1 [0003]
- EP 2386732 A1 [0004]
- DE 102011004070 A1 [0005]
- EP 2927441 A1 [0006]
- DE 102014008198 A1 [0007]
- DE 10355560 A1 [0007]
- EP 1628006 A2 [0007]
- WO 2017026240 A1 [0007]
- DE 112015004070 A1 [0008]
- EP 2884077 A1 [0009]
- JP 2017145710 A [0010]
- EP 2530260 A1 [0011]