



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 033 894 A1 2006.02.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 033 894.9

(22) Anmeldetag: 14.07.2004

(43) Offenlegungstag: 09.02.2006

(51) Int Cl.⁸: F01L 1/344 (2006.01)

(71) Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

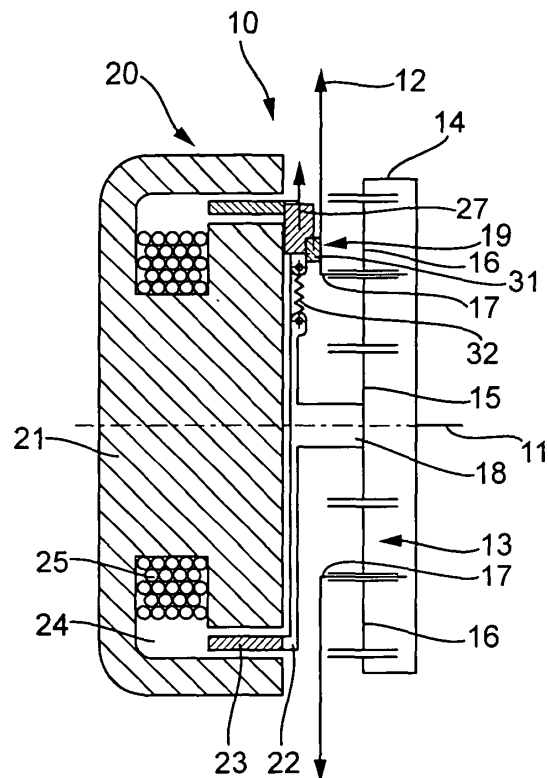
(72) Erfinder:
Eichenberg, Andreas, 09117 Chemnitz, DE;
Gregor, Matthias, Dipl.-Ing., 70193 Stuttgart, DE;
Meintschel, Jens, Dipl.-Ing., 73730 Esslingen, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Nockenwellenverstelleinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenverstelleinrichtung zum Verstellen einer Phasenlage einer Nockenwelle (11) einer Brennkraftmaschine, insbesondere eine passive Nockenwellenverstelleinrichtung, mit wenigstens drei Wellen (11, 12, 18) und einem Getriebe (13). Zur Verbesserung von Notlaufeigenschaften wird ein Verriegelungselement (27) vorgeschlagen, mit dem wenigstens zwei der wenigstens drei Wellen (11, 12, 18) abhängig von Betriebsbedingungen miteinander drehstarr verriegelbar sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenverstelleinrichtung, insbesondere eine passive Nockenwellenverstelleinrichtung, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, die Phasenlage einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine durch passive, d.h. antriebslose Nockenwellenverstelleinrichtungen zu verändern. Diese Einrichtungen umfassen beispielsweise eine Bremse und einen Hebelmechanismus, wie aus der Offenlegungsschrift DE 102 47 650 A1 bekannt ist. Das variable Moment der Bremse am Stelleingang des Verstellgetriebes der Nockenwellenverstelleinrichtung führt zur Veränderung der Phasenlage der Nockenwelle. Durch Anziehen der Bremse wird die Stellwelle verlangsamt und damit beispielsweise über ein Minusgetriebe die Phasenlage nach Früh verändert. Wird die Bremse gelöst, beschleunigt der Stelleingang durch das Lastmoment der Nockenwelle, und die Phasenlage wird nach Spät geändert. Bei konstanter Phasenlage muss die Stellwelle auf Nockenwellendrehzahl so gehalten werden, dass keine Relativbewegung im Verstellgetriebe möglich ist.

[0003] Beim Start der Brennkraftmaschine, bei niedrigen Drehzahlen und beim Ausfall der Bremse muss die Nockenwellenverstelleinrichtung in einer, üblicherweise zwischen Endanschlägen liegenden, Position verriegelt werden. Ebenso ist eine Verriegelung beim Ausfall von Teilen des Systems wie der Bremse, des Steuergeräts, der Kontaktierung, der Sensorik und dergleichen wünschenswert, um einen Notlauf des Fahrzeugs zu ermöglichen.

Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Nockenwellenverstelleinrichtung anzugeben, mit der kostengünstig eine zuverlässige Verriegelung der Nockenwellenverstelleinrichtung möglich ist.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Bei einer erfindungsgemäßen Nockenwellenverstelleinrichtung zum Verstellen einer Phasenlage einer Nockenwelle, insbesondere eine passive Nockenwellenverstelleinrichtung, ist ein Verriegelungselement vorgesehen, mit dem wenigstens zwei von wenigstens drei Wellen abhängig von Betriebsbedingungen miteinander drehstarr verriegelbar sind. Damit ist sichergestellt, dass eine Phasenlage der Nockenwellenverstelleinrichtung konstant bleibt. Vorzugsweise sind die zwei von wenigstens drei Wellen eines Summiergetriebes drehstarr miteinander ver-

bunden. Durch die Verbindung zweier Wellen ist auch die Drehzahl der dritten Welle festgelegt. Vorteilhaft kann dann eine Hysteresebremse sowie deren Ansteuerung kleiner ausfallen, da bei einem Kaltstart bei niedrigen Temperaturen ein Lastmoment der Nockenwelle nicht alleine von der Hysteresebremse bzw. der Nockenwellenverstelleinrichtung kompensiert werden muss. Ferner ist eine Regelung der Nockenwellenverstelleinrichtung beim Starten und Hochlaufen der Brennkraftmaschine vereinfacht, da Wechselmomente der Nockenwelle bei kleinen Drehzahlen andernfalls nur schwierig auszuregulieren sind. Günstigerweise ist beim Abstellen der Brennkraftmaschine die Nockenwellenverstelleinrichtung in eine Position fahrbar, die für einen nachfolgenden Start erforderlich ist, und dort verriegelbar.

[0007] Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind der Beschreibung sowie den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

[0008] Zweckmäßigerweise ist das Verriegelungselement mit einer der Wellen drehstarr verbunden. Besonders bevorzugt ist das Verriegelungselement mit dem Stelleingang drehfest verbunden, insbesondere ist der Stelleingang durch einen Träger eines Hysteresebands der Hysteresebremse gebildet.

[0009] In einer günstigen Ausgestaltung verbindet das Verriegelungselement einen Stelleingang eines Getriebes mit einem Antrieb drehstarr. Optional kann das Verriegelungselement einen Stelleingang des Getriebes mit der Nockenwelle oder, alternativ, einen Antrieb der Nockenwelle mit der Nockenwelle drehstarr verbinden. Die beiden Wellen sind durch das Verriegelungselement vorzugsweise formschlüssig verbindbar. Es ist auch eine kraftschlüssige Verbindung der beiden Wellen denkbar, wenn erforderliche Federkräfte und/oder magnetischen Kräfte zum Verriegeln und/oder Entriegeln verfügbar sind. Ist dies der Fall, ist die Nockenwellenverstelleinrichtung in jeder Lage verriegelbar.

[0010] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das Verriegelungselement zum Verriegeln in einer Raststellung in eine Raste einer der beiden anderen Wellen bewegbar. Dadurch werden die Welle, mit der das Verriegelungselement drehstarr verbunden ist, und die Welle, an der die Raste angeordnet ist, miteinander wenigstens formschlüssig starr verbunden. Dabei kann das Verriegelungselement zwischen einer Verriegelungsstellung und einer Entriegelungsstellung in radialer Richtung bewegbar sein. Vorzugsweise ist das Verriegelungselement dabei mittels einer Magnetkraft einer vorhandenen Hysteresebremse und/oder einer Zentrifugalkraft bewegbar.

[0011] Vorzugsweise ist das Verriegelungselement wenigstens teilweise aus magnetisierbarem Material mit einer relativen magnetischen Permeabilität von

mehr als 1, beispielsweise Eisen, gebildet. Dann kann das Verriegelungselement vorteilhaft durch die Wirkung eines Magnetfelds bewegt werden. In einer günstigen Weiterbildung ist das Verriegelungselement wenigstens teilweise aus einem permanentmagnetischen Material gebildet. Wird das Verbindungselement durch einen Magnetkreis einer Hysteresebremse bewegt, ist eine aktive Ansteuerung des Verriegelungselements nicht erforderlich. Die Kosten der Nockenwellenverstelleinrichtung können nachhaltig gesenkt werden. Die Kraftwirkung des Permanentmagneten kann einen erforderlichen Strom in einer der Hysteresebremse zugeordneten Spule reduzieren, der notwendig ist, um das Verriegelungselement in der entriegelten Stellung zu halten.

[0012] Vorzugsweise sind zum Verriegeln mehrere Einrastpunkte an der Welle vorgesehen, d.h. es sind entsprechend mehrere Rasten an der Welle angeordnet, in die das Verriegelungselement einrasten kann. Günstigerweise sind individuelle Einrastpunkte abhängig von Betriebsbedingungen selektierbar. So kann z.B. für den Start oder für den Notlauf eine jeweils günstige Position gezielt eingestellt werden.

[0013] Ist das Verriegelungselement zwischen einer Verriegelungsstellung und einer Entriegelungsstellung in radialer Richtung bezogen auf die Drehachse der Wellen bewegbar, kann eine Verriegelung außerhalb eines mit einer Polstruktur versehenen Statorspalts der Hysteresebremse erfolgen.

[0014] Alternativ kann das Verriegelungselement zwischen einer Verriegelungsstellung und einer Entriegelungsstellung in axialer Richtung bezogen auf die Drehachse der Wellen bewegbar sein. Bevorzugt kann das Verriegelungselement durch ein Magnetfeld in Richtung eines Statorspalts der Hysteresebremse axial hin und her beweglich angeordnet sein. Dabei kann das Verriegelungselement außerhalb der Polstruktur der Hysteresebremse verriegelbar sein, wobei das Verriegelungselement in seiner Entriegelungsstellung praktisch nicht in den Statorspalt eingreift. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Verriegelungselement im Wesentlichen innerhalb des mit der Polstruktur der Hysteresebremse versehenen Statorspalts hin und her beweglich angeordnet ist und durch Magnetkraft in den Statorspalt hineingezogen werden kann. Zweckmäßigerweise ist in diesem Fall eine Rückstellfeder im Statorspalt vorgesehen, welche bei nachlassender Magnetkraft das Verriegelungselement aus dem Statorspalt zum Verriegeln herausdrückt.

[0015] In einer günstigen Alternative kann das Verriegelungselement zwischen einer Verriegelungsstellung und einer Entriegelungsstellung um ein Drehgelenk schwenkbar ausgebildet sein. Das Drehgelenk ist vorzugsweise so angeordnet, dass dessen Schwenkachse in der Ebene des Rotorquerschnitts

des Rotorträgers der Hysteresebremse liegt.

[0016] Zweckmäßigerweise ist eine Rückstellfeder vorgesehen, um das Verriegelungselement von einer Entriegelungsstellung in eine Verriegelungsstellung zu bewegen. Wird das Verriegelungselement mit Magnetkraft, insbesondere einer Hysteresebremse, entriegelt, stellt die Rückstellfeder sicher, dass bei nachlassender oder verschwindender Magnetkraft das Verriegelungselement die beiden Wellen miteinander drehstarr koppelt. Bei einem Stromausfall oder einem Defekt der Steuerung kann damit das Fahrzeug im Notlauf bei konstanter Phasenlage der Nockenwellenverstelleinrichtung weiter betrieben werden.

[0017] In einer vorteilhaften Ausbildung ist das Verriegelungselement durch einen magnetischen Fluss einer Hysteresebremse in einer Entriegelungsstellung haltbar. Dadurch kann eine der Hysteresebremse zugeordnete Spule gleichzeitig zur magnetischen Betätigung des Verriegelungselements verwendet werden. Es sind keine zusätzlichen Komponenten zu einer aktiven Ansteuerung des Verriegelungselements notwendig.

[0018] In einer günstigen Ausgestaltung kann mit geringen Mehrkosten ein separater Elektromagnet vorgesehen sein, um das Verriegelungselement zu betätigen. Besonders bauraumsparend ist, den Stator des weiteren Elektromagneten in den Stator der Hysteresebremse zu integrieren. Vorteilhafterweise ist der Elektromagnet radial außerhalb eines Hysteresebands der Hysteresebremse angeordnet. Dabei kann das Verriegelungselement radial zwischen verriegelter und entriegelter Stellung bewegbar sein oder auch, wie oben beschrieben, in axialer Richtung in einem Statorspalt, vorzugsweise den Statorspalt des weiteren Elektromagneten, bewegbar sein.

[0019] Der Elektromagnet und die Hysteresebremse können eine gemeinsame elektrische Versorgungseinheit aufweisen. Beide Spulen der Elektromagneten können elektrisch parallel oder, alternativ, in Serie geschaltet sein. Ebenso ist denkbar, den weiteren Elektromagneten mit einem separaten Leistungsversorgung auszustatten.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung ist das Verriegelungselement so angeordnet, dass es durch Zentrifugalkraftwirkung radial beweglich ist. Diese Ausbildung ist vorteilhaft, wenn die Nockenwellenverstelleinrichtung nur oberhalb einer bestimmten Drehzahl entriegelt und bei deren Unterschreiten wieder verriegelt werden soll. Zusätzlich kann eine Magnetkraft zum Entriegeln mit den oben beschriebenen Mitteln eingesetzt werden. Prinzipiell kann in dieser Ausbildung jedoch auch ganz auf eine Magnetkraftunterstützung verzichtet werden. Die Drehzahl, oberhalb derer die Nockenwellenverstelleinrichtung entriegelt werden soll, kann durch die ent-

sprechende geometrische Auslegung der Nockenwellenverstelleinrichtung und derer Komponenten, insbesondere der Federkraft der Rückstellfeder, auf einfache Weise vorgegeben werden.

Ausführungsbeispiel

[0021] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung beschriebenen Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination, die der Fachmann zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen wird.

[0022] Dabei zeigen:

[0023] [Fig. 1a](#), b; eine durch magnetischen Fluss in einem Stator einer Hysteresebremse radial bewegliches Verriegelungselement in verriegelter (a) und entriegelter Stellung (b),

[0024] [Fig. 2](#) ein durch magnetischen Fluss einer Hysteresebremse in deren Rotor axial bewegliches Verriegelungselement,

[0025] [Fig. 3a](#), b, c; ein im Rotor einer Hysteresebremse schwenkbar angeordnetes Verriegelungselement mit angedeuteter Bewegungsrichtung (a), als dreidimensionale Gesamtansicht von vorne (b) und eine Ansicht des isolierten Verriegelungselements in entriegelter Stellung (c),

[0026] [Fig. 4](#) ein teilweise aus permanentmagnetischem Material gebildetes Verriegelungselement in entriegelter Stellung,

[0027] [Fig. 5](#) eine in axialer Richtung verschieblich gelagertes Verriegelungselement mit einer Rückstellfeder,

[0028] [Fig. 6a](#), b; eine Anordnung eines durch einen separaten Elektromagneten radial verschieblich gelagerten Verriegelungselements in verriegelter (a) und entriegelter Stellung (b),

[0029] [Fig. 7](#) eine Anordnung eines durch einen separaten Elektromagneten axial verschieblich gelagerten Verriegelungselements,

[0030] [Fig. 8](#) eine Anordnung eines durch eine Fliehkraft radial verschieblich gelagerten Verriegelungselements.

[0031] Die in den folgenden [Fig. 1-Fig. 8](#) näher beschriebenen Ausführungsbeispiele zeigen eine bevorzugte Nockenwellenverstelleinrichtung **10** zum Verstellen einer Phasenlage einer Nockenwelle **11** mit einem als Summiergetriebe ausgebildeten Ge-

triebe **13**. Die Nockenwellenverstelleinrichtung **10** weist drei Wellen auf: einen Stelleingang **18**, einen Antrieb **12** und einen Abtrieb, der durch die Nockenwelle **11** gebildet wird. Das Getriebe **13** ist als einstufiges Planetengetriebe ausgebildet, bei dem die Nockenwelle **11** an einem Hohlrad **14**, ein als Kettenrad ausgebildeter Antrieb **12** an Planetenträgern **17** mit Planeten **16** sowie einem Stelleingang **18** an einem Sonnenrad **15** angeordnet ist. Auf das beispielhaft verwendete Getriebe **13** wird im folgenden nicht weiter eingegangen. Es können auch andere Getriebearten vorgesehen sein. Die Nockenwellenverstelleinrichtung **10** arbeitet passiv mit einer Hysteresebremse **20**.

[0032] Am Stelleingang **18** ist ein Rotor **22** der Hysteresebremse **20** angeordnet, in deren Stator **21** eine einen Elektromagneten bildende Spule **25** angeordnet und in deren Statorspalt **24** ein mit dem Rotor **22** fest verbundenes Hystereseband **23** drehbar beweglich ist. Das Hystereseband **23** dreht um dieselbe Drehachse wie die Nockenwelle **11**, wobei die Drehachse als Symmetrieachse gestrichelt eingezeichnet ist. Am Statorspalt **24** ist eine nicht dargestellte magnetische Polstruktur ausgebildet, die beim Bestromen der Spule **25** einen magnetischen Fluss in das Hystereseband **23** induziert und in an sich bekannter Weise bei entsprechender Bestromung der Spule **25** zur Bremsbetätigung dient. In den Figuren werden gleiche oder im Wesentlichen gleich bleibende Elemente grundsätzlich mit gleichen Bezugszeichen beziffert.

[0033] Aus den [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) ist ein erstes Ausführungsbeispiel ersichtlich, bei dem ein Verriegelungselement **27** außerhalb eines mit einer Polstruktur versehenen Statorspalts **24** der Hysteresebremse **20** angeordnet ist. Das wenigstens teilweise aus magnetisierbarem Material bestehende Verriegelungselement **27** gleitet in dem Rotor **22** der Hysteresebremse **20** und wird bei Bestromung der Spule **25** der Hysteresebremse **20** durch deren Magnetkraft über den Statorspalt **24** gezogen. Das Verriegelungselement **27** ist mit dem Rotor **22** drehstarr verbunden. Eine Rückstellfeder **32** zieht das Verriegelungselement **27** in Richtung einer Raste **31**, welche an einem Einrastpunkt **19** des hier mit dem als Kettenrad ausgebildeten Antriebs **12** am Eingang der Nockenwellenverstelleinrichtung **10** angeordnet ist. Die Raste **21** kann auch alternativ mit der Nockenwelle **11** verbunden sein, und es können mehrere Einrastpunkte **19** vorgesehen sein.

[0034] Wenn die Federkraft der Rückstellfeder **32** größer ist als die Magnetkraft der Spule **25**, bzw. des zugehörigen Elektromagneten, und die Raste **31** und das Verriegelungselement **27** in der richtigen Stellung zueinander stehen, fährt das Verriegelungselement **27** in die Raste **31** ein und verbindet damit die den Stelleingang **18** des Getriebes **13** bildende Ro-

torwelle des Rotors **22** und den als Kettenrad ausgebildeten Antrieb **12**, welcher den Eingang des Getriebes **13** bildet, drehfest miteinander. Dies entspricht dem in [Fig. 1a](#) dargestellten Kupplungsfall. Das Getriebe **13** ist damit blockiert und die Phasenlage der Nockenwellenverstelleinrichtung **10** bleibt konstant. Die Wirkung der Magnetkraft ist durch einen nach oben gerichteten Pfeil am Verriegelungselement **27** angedeutet. Die entriegelte Stellung des Verriegelungselements **27** ist in [Fig. 1b](#) dargestellt. Das Verriegelungselement **27** ist bei ausreichend bestromter Spule **25** radial nach außen verschoben und wird dort solange gehalten, bis die Magnetkraft geringer wird als die Federkraft der Rückstellfeder **32**. Das Verriegelungselement **27** greift nicht mehr in die Raste **31** ein. Antrieb **12** und Rotor **22** sind nicht mehr starr gekoppelt.

[0035] Befindet sich die Nockenwellenverstelleinrichtung **10** im Betrieb in einer Abstell- oder Notlaufposition, muss ein bestimmter Mindeststrom durch die Spule **25** der Hysteresebremse **20** fließen, damit das Verriegelungselement **27** nicht in die Raste **31** fährt. In allen anderen Positionen außerhalb des Einrastpunkts **19** oder der Eintastpunkte **19** führt zwar bei nicht bzw. zu gering bestromter Hysteresebremse **20** die Rückstellfeder **32** zum Einfahren des Verriegelungselements **27**, ein Einrasten ist dann aber nicht möglich.

[0036] [Fig. 2](#) stellt die Situation bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel dar, bei dem ein Verriegelungselement **27** axial außerhalb eines mit einer Polstruktur versehenen Statorspalts **24** der Hysteresebremse **20** angeordnet ist. Das Getriebe **13** ist nicht explizit dargestellt. Ein in den Statorspalt **24** gerichteter Pfeil am Verriegelungselement **27** deutet die Richtung der Magnetkraft bei bestromter Spule **25** der Hysteresebremse **20** an. Das Verriegelungselement **27** ist am Rotor **22** der Hysteresebremse **20** beweglich angebracht. Zum Verriegeln ist das Verriegelungselement **27** in der Gegenrichtung ausrückbar und rastet beispielsweise in axialer Richtung in eine nicht dargestellte Raste ein.

[0037] Die [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#), [Fig. 3c](#) skizzieren ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel, bei dem das im Rotor **22** schwenkbar angeordnete Verriegelungselement **27** durch die Magnetkraft der Hysteresebremse **20** in Richtung des Rotorspalts **24** im Stator **21** der Hysteresebremse **20** schwenkbar ist. Auch hier ist das Getriebe **13** nicht explizit dargestellt. Die Schwenkbewegung des Verriegelungselements **27** ist durch einen gekrümmten Pfeil am Verriegelungselement **27** angedeutet ([Fig. 3a](#)). [Fig. 3b](#) zeigt eine Außenansicht der Hysteresebremse **20** ohne Getriebe **13**. Das Verriegelungselement **27** ist mit einem durch eine Blattfeder gebildeten Befestigungselement **29** am Rotor **22** befestigt und durch die Federkraft der Blattfeder ausrückbar. An der Oberseite des

Verriegelungselements **27** befindet sich ein Vorsprung **28**, der um bzw. über den Stator **21** der Hysteresebremse **20** greift. Dies ist in [Fig. 3c](#) in einer Detaildarstellung deutlicher dargestellt. Damit verbessert sich eine Einleitung von magnetischem Fluss, und eine auf das Verriegelungselement **27** wirkende Magnetkraft erhöht sich. Das Hystereseband **23** ist im Bereich des Verriegelungselements **27** mit einer Aussparung **26** versehen, damit der magnetische Fluss an dieser Stelle überwiegend durch das Verriegelungselement **27** gehen muss. Das Verriegelungselement **27** ist um eine Drehachse **30** schwenkbar. In der in [Fig. 3c](#) ist das Verriegelungselement **27** in seiner entriegelten Stellung abgebildet.

[0038] Das Verriegelungselement **27** kann in allen vorhergehenden und folgenden Ausführungsbeispielen wenigstens teilweise aus einem permanentmagnetischen Material gebildet sein oder ganz aus einem permanentmagnetischen Material bestehen, wie die [Fig. 4](#) zeigt. Die Polarität des Verriegelungselements **27** ist dabei entgegengesetzt zur Polarität des Stators **21** der Hysteresebremse **20** zu wählen. Die Kraftwirkung des permanentmagnetischen Materials reduziert den elektrischen Strom in der Spule **25** der Hysteresebremse **20**, der erforderlich ist, um das Verriegelungselement **27** in der entriegelten Stellung zu halten.

[0039] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung gemäß [Fig. 5](#) ist vorgesehen, dass das Verriegelungselement **27** innerhalb des mit der nicht dargestellten Polstruktur der Hysteresebremse **20** versehenen Statorspalts **24** verschieblich gelagert ist. Das im Rotor **22** verschieblich gelagerte Verriegelungselement **27** ist bei dieser Ausgestaltung durch die Magnetkraft der Spule **25** in den Statorspalt **24** hineinziehbar. Dies entspricht der entriegelten Stellung des Verriegelungselements **27**. Eine Rückstellfeder **33** drückt das Verriegelungselement **27** bei nicht oder zu gering bestromter Spule **25** axial nach außen, um die Nockenwellenverstelleinrichtung **10** zu verriegeln. Das Getriebe **13** ist in dieser Figur nicht explizit abgebildet.

[0040] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeigen die [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#). Hier ist das Verriegelungselement **27** mit Hilfe eines separaten Elektromagneten **35** betätigbar. Der Elektromagnet **35** ist in den Stator **21** der Hysteresebremse **20** integriert und ist mit seiner Spule in einem radial außerhalb der Spule **25** der Hysteresebremse **20** angeordnet. Das Verriegelungselement **27** in seiner verriegelten Position zeigt [Fig. 6a](#). Auch das Verriegelungselement **27** befindet sich radial außerhalb der Spule **25**. Wird die Spule des Elektromagneten **35** bestromt, bewegt sich das Verriegelungselement **27** radial nach außen, wie durch den nach oben gerichteten Pfeil am Verriegelungselement **27** angedeutet ist, in seine entriegelte Stellung, die in [Fig. 6b](#) zu erkennen ist. Das Verrie-

gelungselement **27** ist in seiner entriegelten Stellung über den Statorspalt **34** des separaten Elektromagneten **35** geschoben und wird dort gehalten, bis dessen Magnetkraft geringer wird als die Federkraft der Rückstellfeder **32**.

[0041] Die Situation bei einer axial verschieblichen Verriegelungselement **27** bei einer Ausgestaltung mit einem separaten Elektromagneten **35** entsprechend dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 6** zeigt die **Fig. 7**. Das Getriebe **13** ist in dieser Figur nicht explizit abgebildet. Das Verriegelungselement **27** ist in einem radial außen liegenden Ansatz **36** des Rotors **22** axial verschieblich gelagert und kann beim Bestromen des Elektromagneten **35** in dessen Statorspalt **34** hineingezogen werden. Zweckmäßigerweise sind nicht dargestellte Mittel vorgesehen, um bei fehlender oder zu geringer Bestromung des Elektromagneten **35** das Verriegelungselement **27** axial aus dem Statorspalt **34** in seine Verriegelungsstellung herauszudrücken.

[0042] Eine weitere bevorzugt Ausgestaltung zeigt **Fig. 8**. Das Verriegelungselement **27** ist so angeordnet, dass es durch Zentrifugalkraftwirkung radial beweglich ist, wie durch einen radial nach außen weisenden Pfeil an dem Verriegelungselement **27** angedeutet ist. Eine Magnetkraft der Hysteresebremse **20** zum Bewegen des Verriegelungselements **27** kann durch die ebenfalls in radialer Richtung wirkende Fliehkraft des Rotors **22** unterstützt werden. Soll nur bei Überschreiten einer bestimmten Drehzahl entriegelt und bei deren Unterschreiten verriegelt werden, kann bei entsprechender Auslegung auf eine Magnetkraftunterstützung verzichtet werden.

Patentansprüche

1. Nockenwellenverstelleinrichtung zum Verstellen einer Phasenlage einer Nockenwelle (**11**) einer Brennkraftmaschine, insbesondere eine passive Nockenwellenverstelleinrichtung, mit wenigstens drei Wellen (**11**, **12**, **18**) und einem Getriebe (**13**), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Verriegelungselement (**27**) vorgesehen ist, mit dem wenigstens zwei der wenigstens drei Wellen (**11**, **12**, **18**) abhängig von Betriebsbedingungen miteinander drehstarr verriegelbar sind.

2. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) mit einer der Wellen (**18**) drehstarr verbunden ist.

3. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) einen Stelleingang (**18**) des Getriebes (**13**) mit einem Antrieb (**12**) drehstarr verbindet.

4. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) einen Stelleingang (**18**) des Getriebes (**13**) mit der Nockenwelle (**11**) drehstarr verbindet.

5. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) einen Antrieb (**12**) der Nockenwelle (**11**) mit der Nockenwelle (**11**) drehstarr verbindet.

6. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) zum Verriegeln in eine Raststellung in eine Raste (**31**) einer der beiden anderen Wellen (**12**) bewegbar ist.

7. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) wenigstens teilweise aus magnetisierbarem Material gebildet ist.

8. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) wenigstens teilweise aus einem permanentmagnetischen Material gebildet ist.

9. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Verriegeln mehrere Einrastpunkte (**19**) vorgesehen sind.

10. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass individuelle Einrastpunkte (**19**) abhängig von Betriebsbedingungen selektierbar sind.

11. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) zwischen einer Verriegelungsstellung und einer Entriegelungsstellung in radialer Richtung bewegbar ist.

12. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) zwischen einer Verriegelungsstellung und einer Entriegelungsstellung in axialer Richtung bewegbar ist.

13. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) zwischen einer Verriegelungsstellung und einer Entriegelungsstellung um ein Drehgelenk (**30**) schwenkbar ist.

14. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem

der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückstellfeder (**32**) vorgesehen ist, um das Verriegelungselement (**27**) von einer Entriegelungsstellung in eine Verriegelungsstellung zu bewegen.

15. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) durch einen magnetischen Fluss einer Hysteresebremse (**20**) in einer Entriegelungsstellung haltbar ist.

16. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Elektromagnet (**35**) vorgesehen ist, um das Verriegelungselement (**27**) zu betätigen.

17. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromagnet (**35**) radial außerhalb eines Hysteresebands (**23**) der Hysteresebremse (**20**) angeordnet ist.

18. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromagnet (**35**) und die Hysteresebremse (**20**) eine gemeinsame elektrische Versorgungseinheit aufweisen.

19. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) so angeordnet ist, dass es durch Zentrifugalkraftwirkung radial beweglich ist.

20. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) drehfest mit einem Rotor einer Hysteresebremse (**22**) verbunden ist.

21. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verriegelungselement (**27**) beim Abstellen der Brennkraftmaschine eingerastet wird und die Nockenwellenverstelleinrichtung damit blockiert.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

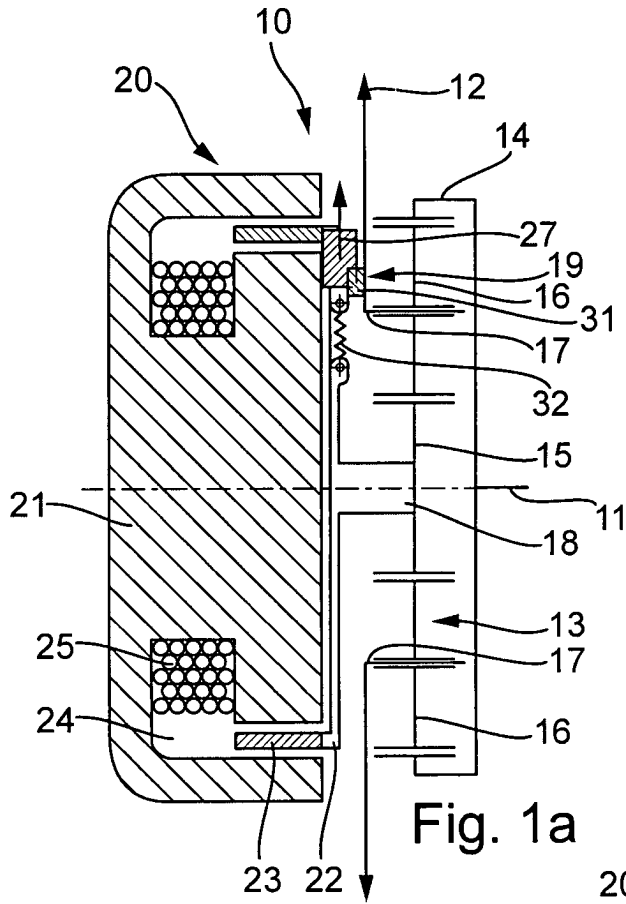


Fig. 1a

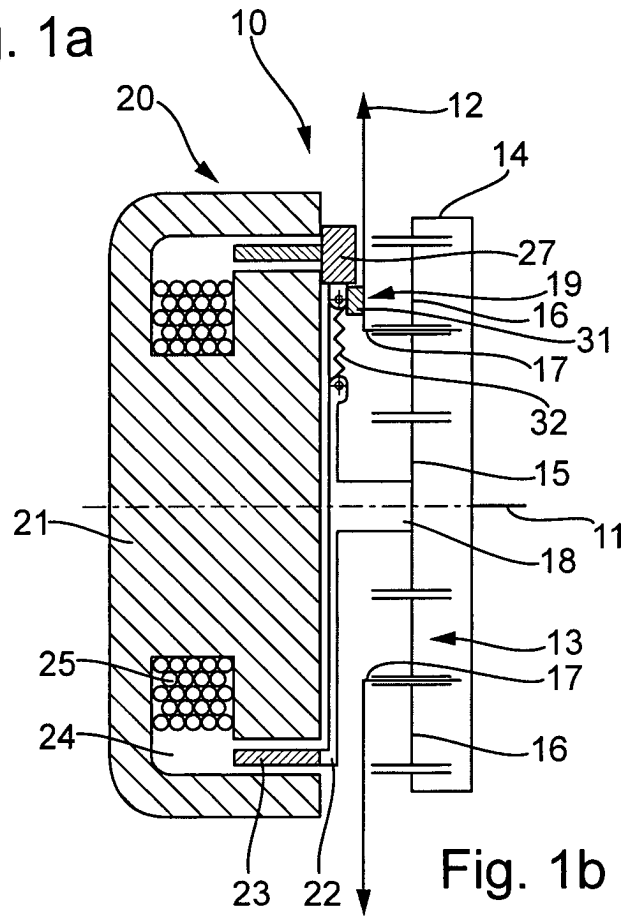


Fig. 1b

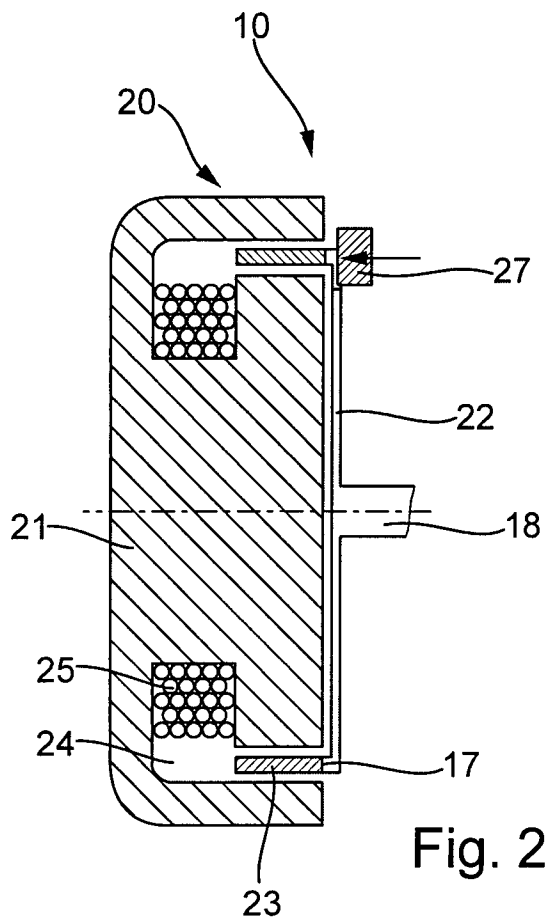


Fig. 2

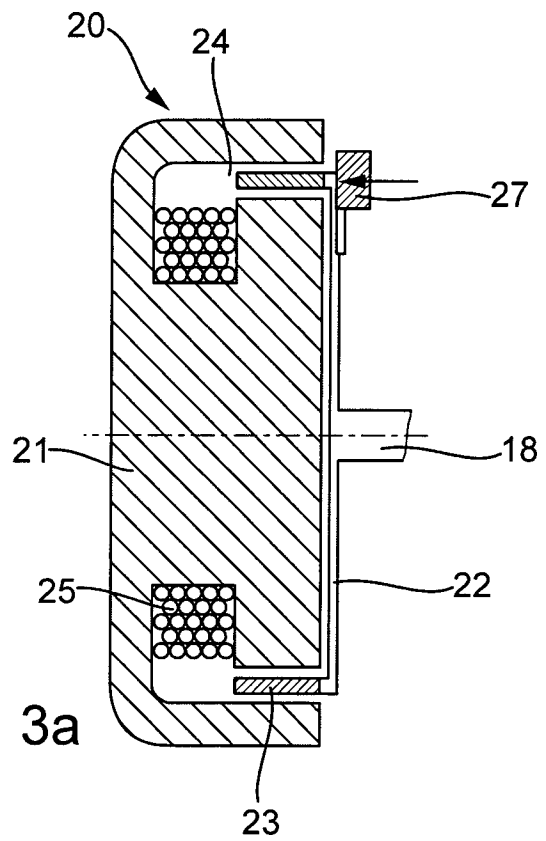


Fig. 3a

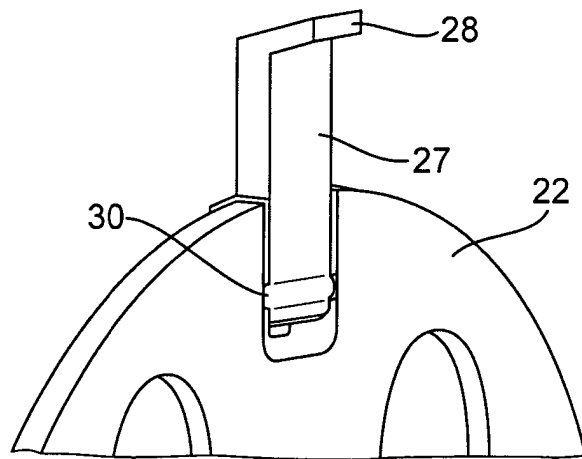
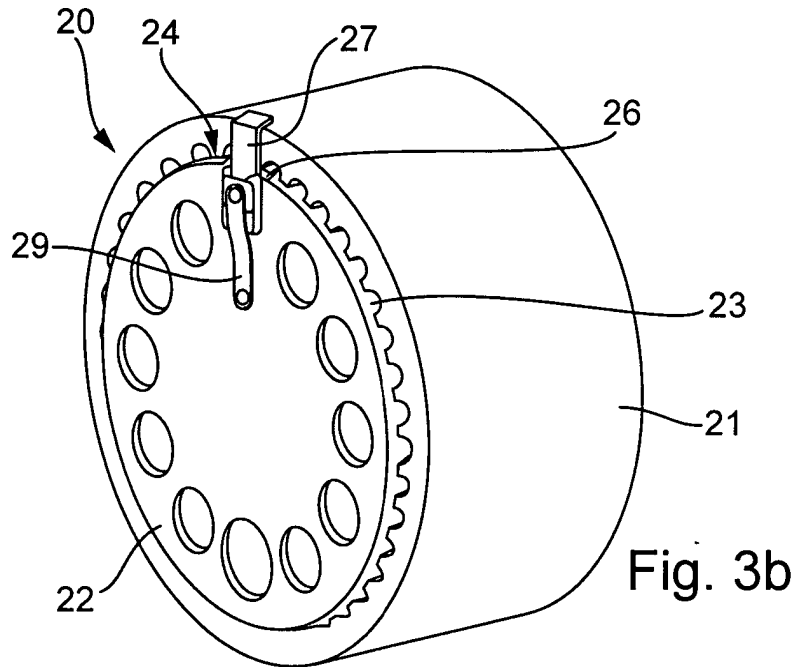


Fig. 3c

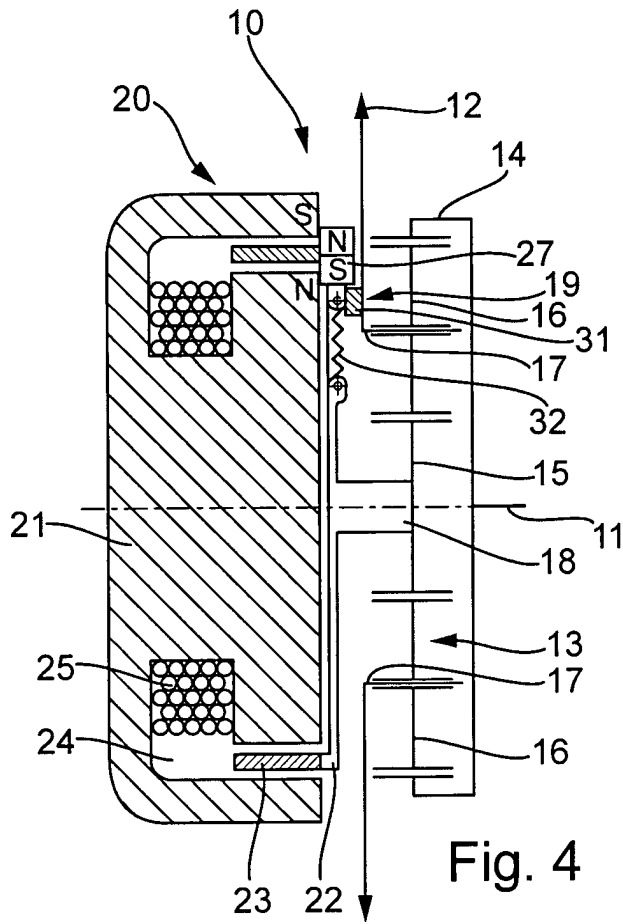


Fig. 4

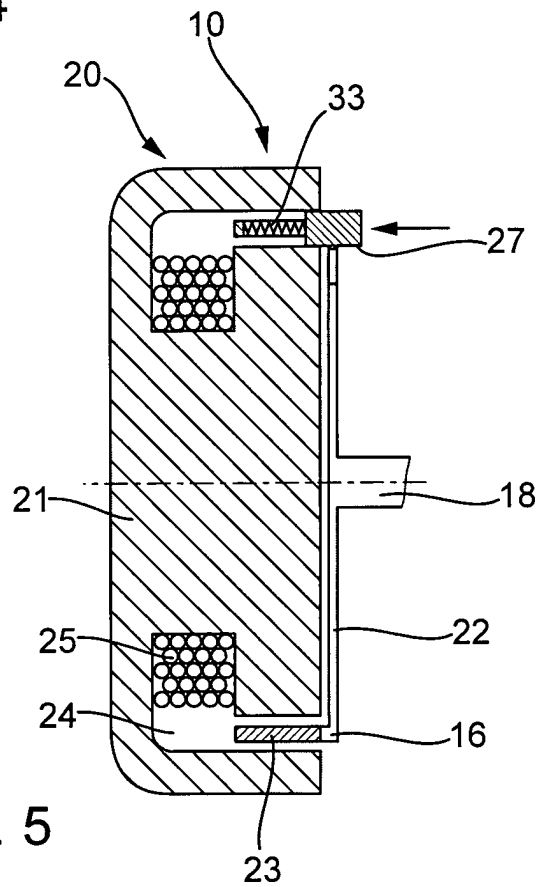


Fig. 5

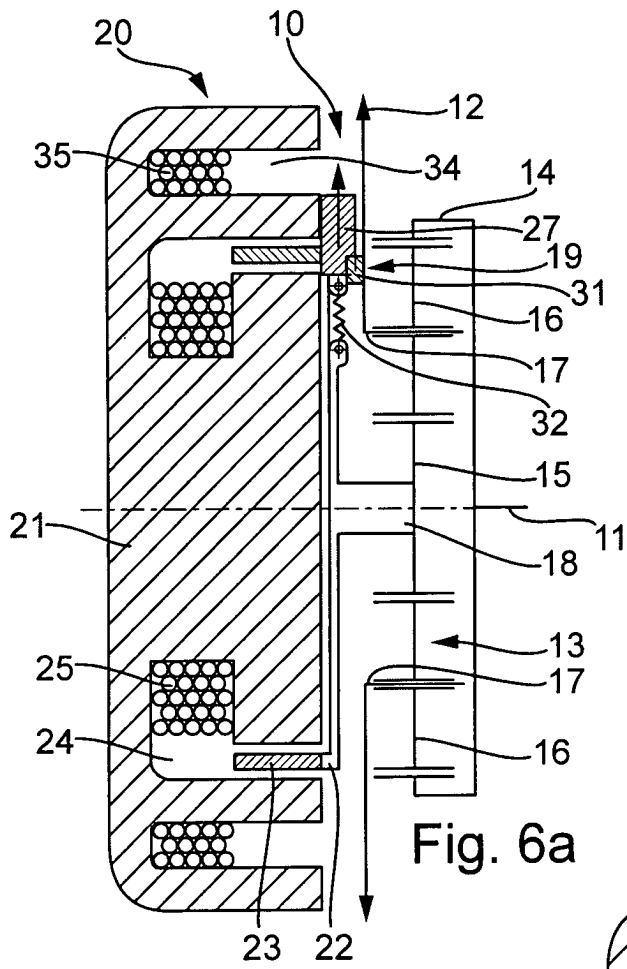


Fig. 6a

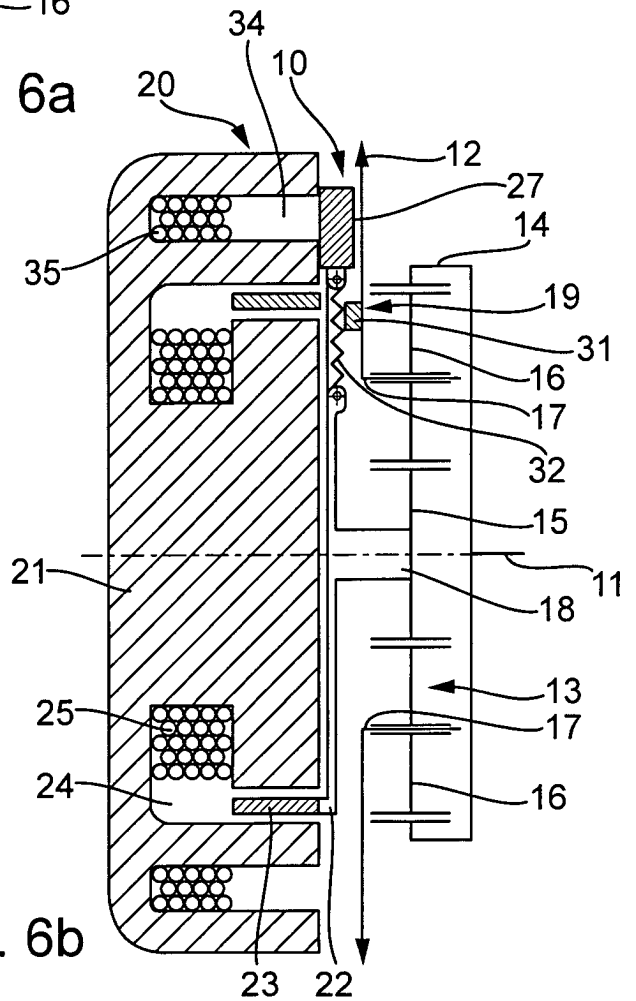


Fig. 6b

