



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.02.2012 Patentblatt 2012/05

(51) Int Cl.:
H01F 7/13 (2006.01) H01F 7/16 (2006.01)
F02M 59/00 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11002924.6**

(22) Anmeldetag: **07.04.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **KENDRION Binder Magnete GmbH**
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(72) Erfinder: **Zelano, Frank**
78112 St. Georgen (DE)

(30) Priorität: **07.07.2010 DE 102010026501**

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Westphal, Mussnug & Partner
Am Riettor 5
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(54) **Druckregelventil**

(57) Die Erfindung betrifft ein Druckregelventil (1), insbesondere für einen Hochdruckspeicherkörper oder eine Hochdruckförderpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems, umfassend

- ein Ventilgehäuse (2, 2a, 2b) mit einer axialen Ventilstößelbohrung (7) zur Aufnahme eines Ventilstößels (6) und mit einer die Ventilstößelbohrung (7) umlaufenden Ausnehmung (27) zu Aufnahme einer Magnetspule (3),
- eine mit dem Ventilstößel (6) verbundene Ankerplatte

(17), und

- ein mit dem Ventilstößel (6) in Wirkverbindung stehenden Sitzventil (4);

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Magnetkreis (25) der Magnetspule (3), der von dem die Magnetspule (3) aufnehmenden Bereich des Ventilgehäuses (2, 2a, 2b) und von der Ankerplatte (17) gebildet wird, wenigstens eine magnetische Einschnürung (26, 26', 26'', 17, 31) aufweist.

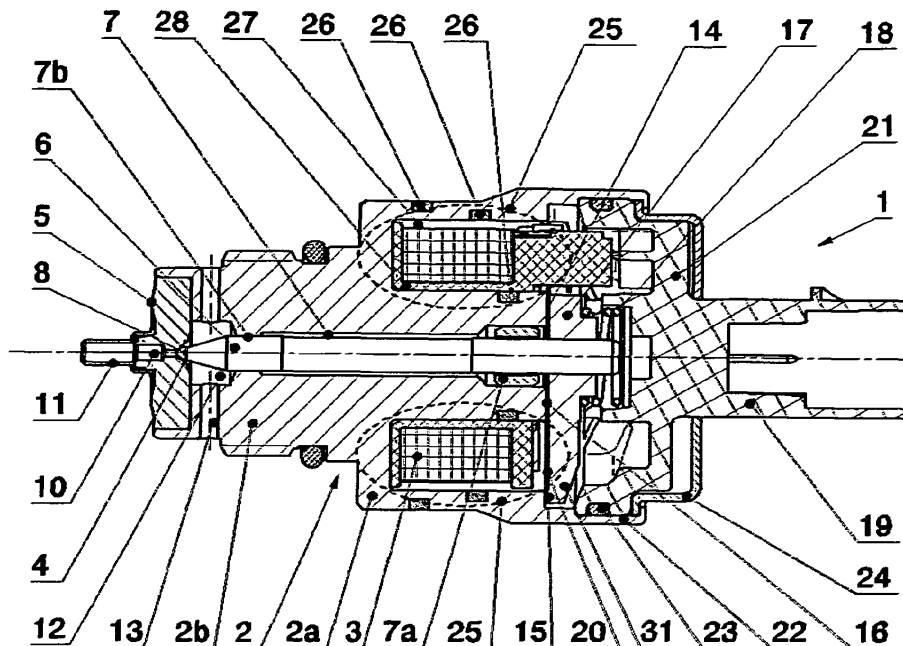


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Druckregelventil, insbesondere für einen Hochdruckspeicherkörper oder eine Hochdruckförderpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Druckregelventile für moderne Diesel Common-Rail-Einspritzsysteme müssen den Einspritzdruck sehr präzise regeln und benötigen eine hohe Stabilität sowohl gegen Hochdruckschwankungen als auch zunehmend gegen erhöhte Drücke auf der Niederdruckseite. Ferner werden für neue und moderne Tanksysteme höhere Drücke auf der Niederdruckseite benötigt, die eine Rückwirkung auf das Hochdruckregelventil bewirken.

[0003] Instabilitäten und Pulsationen treten dabei oft nur in bestimmten Druckbereichen auf, die sich in einem Druck-Durchfluss-Kennfeld oder einem Druck-Strom-Kennfeld zeigen.

[0004] Aus der der DE 10 2007 013 525 A1 ist ein gattungsbildendes Druckregelventil bekannt, mit dem durch Änderung der Dämpfungseigenschaften diese Instabilitäten unterdrückt, also die Stabilität verbessert werden soll. Dieses Druckregelventil umfasst ein Gehäuse, eine Ankerbaugruppe mit einer Ankerplatte und einem Ankerbolzen. Die Ankerplatte und eine Stirnseite des Gehäuses begrenzen ein mit aus dem Hochdruckspeicher abgesteuertem Medium befüllbares Volumen. Dieses Volumen soll mittels eines nicht-magnetischen Materials, wie bspw. einer Folie oder Beschichtung verkleinert werden, um dadurch eine größere Robustheit gegenüber dem Auftreten von Instabilitäten, insbesondere durch den Einfluss konstanter oder variierender Drücke auf der Niederdruckseite zu erreichen.

[0005] Zusätzlich soll die Stabilität bei diesem bekannten Druckregelventil gemäß der DE 10 2007 013 525 A1 noch dadurch verbessert werden, dass zwei gegeneinander verspannte Federelemente eingesetzt werden. Eine solche Maßnahme ist jedoch nicht für alle Betriebszustände in einem Common-Rail-System zur Stabilitätsverbesserung geeignet, da die Federkräfte solcher Federelemente den Magnetkräften deutlich untergeordnet sind.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Druckregelventil der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem mit einfachen konstruktiven und damit kostengünstigen Mitteln eine verbesserte Stabilität sowohl gegenüber Hochdruckschwankungen als auch gegenüber hohen Drücken auf der Niederdruckseite erzielt wird.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Druckregelventil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0008] Ein solches Druckregelventil zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass der Magnetkreis der Magnetspule, der von dem die Magnetspule aufnehmenden Bereich des Ventilgehäuses und von der Ankerplatte gebildet wird, wenigstens eine magnetische Einschnürung aufweist.

[0009] Durch diese erfindungsgemäße Maßnahme

wird im Magnetkreis durch eine geometrische Ausgestaltung gezielt eine lokale magnetische Sättigung herbeigeführt, wodurch die Magnetkraft und damit die Stabilität bei geringen Drücken und Rücklaufdrücken verbessert werden.

[0010] In einer Ausgestaltung der Erfindung wird die magnetische Einschnürung als lokale Reduzierung des radialen Querschnitts im Bereich der die Magnetspule aufnehmende Ausnehmung ausgebildet, vorzugsweise mittels einer auf der radial inneren Umfangsfläche der die Magnetspule aufnehmenden Ausnehmung angeordneten umlaufenden Nut, die konstruktiv einfach zu realisieren ist.

[0011] Alternativ oder zusätzlich kann die Querschnittsreduzierung für die magnetische Einschnürung auch in dem an die Ausnehmung radial nach außen sich anschließenden Bereich vorgesehen werden, vorzugsweise ebenfalls mittels einer umlaufenden Nut, angeordnet entweder auf der radial äußeren Umfangsfläche der die Magnetspule aufnehmenden Ausnehmung oder auf der Außenumfangsfläche des Ventilgehäuses im Bereich der Magnetspule.

[0012] Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Ankerplatte als magnetisch wirkende Einschnürung ausgebildet, wodurch sich ebenfalls eine einfache Realisierungsmöglichkeit der magnetischen Einschnürung ergibt. Hierzu kann vorzugsweise die Dicke der Ankerplatte zur Bildung einer magnetischen Einschnürung entsprechend gewählt werden, um damit eine entsprechende frühzeitige Sättigung in der Ankerplatte zu erreichen. Eine alternative Realisierung ist weiterbildungsgemäß dadurch gegeben, dass die Ankerplatte mit einem eine Abflachung aufweisenden umlaufenden Rand zur Realisierung der magnetischen Einschnürung ausgebildet ist.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren ausführlich beschrieben. Es zeigen:

40 Figur 1 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Druckregelventils, und

Figur 2 ein prinzipielles Hub-Kraft-Kennfeld zur Druckjustage des Druckregelventils nach Figur 1.

45 **[0014]** Das Druckregelventil 1 gemäß Figur 1 umfasst ein Ventilgehäuse 2 aus weichmagnetischem Material, das in einem im Wesentlichen zylinderförmigen Ventilgehäuseteil 2a eine Magnetspule 3 aufnimmt und in einem sich daran anschließenden, mit kleinerem Durchmesser ausgebildeten weiteren zylinderförmigen Ventilgehäuseteil 2b ein Sitzventil 4 ausbildet. Dieses Druckregelventil 1 wird mit diesem weiteren Ventilgehäuseteil 2b in einen Hochdruckspeicher (nicht dargestellt) eingeschraubt, wobei mittels einer Dichtung 5 eine druckdichte Verschraubung mit dem Hochdruckspeicher hergestellt wird.

[0015] Ein Ventilstößel 6 ist axial beweglich in einer

axialen Ventilstößelbohrung 7 des Ventilgehäuses 2 mittels zwei Lager 7a und 7b gelagert, der an seinem sitzventilseitigen Ende konisch ausgebildet ist und dort ein kugelförmiges Dichtelement 8 des Sitzventils 4 betätigt. Der Ventil Sitz für diese Ventilkugel 8 wird von einem Ventilsitzelement 9 gebildet, das stirnseitig in einer Sacklochbohrung des Ventilgehäuseteils 2b angeordnet ist und einen von der Ventilkugel 8 verschließbaren Kanal 10 aufweist, der über ein Filtersieb 11 eine Verbindung zu dem Hochdruckspeicher herstellt.

[0016] Im axialen Bereich des Ventilsitzes weist der Ventilgehäuseteil 2b einen Ventilraum 12 auf, der über radial verlaufenden Absteuerbohrungen 13 in dem Ventilgehäuseteil 2b mit einem Tanksystem (nicht dargestellt) verbunden wird.

[0017] Zur Aufnahme der Magnetspule 3 weist der Ventilgehäuseteil 2a eine kreisringförmige Zylinderbohrung 27 auf, so dass dadurch die Stirnfläche des Ventilgehäuseteils 2a eine innere kreisringförmige Teilpolfläche 14 und eine äußere kreisringförmige Teilpolfläche 15 gebildet wird. Diesen Teilpolflächen 14 und 15 steht eine Polfläche 16 einer Ankerplatte 17 gegenüber, die fest mit dem Ventilstößel 6 verbunden ist. Das Druckregelventil wird so justiert, dass zwischen der Polfläche 16 der Ankerplatte 17 und den Teilpolflächen 14 und 15 an der Stirnseite des Ventilgehäuseteils 2a ein kleiner Luftspalt 20 entsteht, wenn der Ventilstößel 6 in einer das Sitzventil 4 verschließenden Position sich befindet.

[0018] Die Ankerplatte 17 wird von einer Druckfeder 18 in Richtung des Sitzventils 4 beaufschlagt, die von einer Sacklochbohrung in einem Anschlussstück 19 aufgenommen wird und sich gegen dieselbe abstützt. Dieses Anschlussstück 19 dient zur Begrenzung des Hubs der Ankerplatte 17, zur Aufnahme von elektrischen Anschlussleitungen der Magnetspule 3 und als das Druckregelventil 1 abschließendes Gehäuseteil.

[0019] Die Stirnseite des Ventilgehäuseteils 2a ist rohrförmig zur Aufnahme eines entsprechend ausgebildeten zylindrischen Teils 21 des Anschlussstücks 19 verlängert, wobei zur Abdichtung des Ventilraums nach außen zwischen der Außenumfangsfläche des zylindrischen Teils 21 und der inneren Umfangsfläche der rohrförmigen Verlängerung 22 eine Dichtung 23 vorgesehen ist. Ein hutförmiges Abschlussstück 24 bildet auf der Seite des Anschlussstücks 19 den Abschluss, wobei dessen umlaufender Rand mit dem Rand der Verlängerung 22 verbördelt ist.

[0020] Ist diese Druckregelventil 1 an bspw. an einen Hochdruckspeicher angeschlossen, bewirkt dessen Hochdruck im nichtbestromten Zustand der Magnetspule 3 ein Abheben der Ventilkugel 8 von dessen Ventilsitz, wodurch Medium aus dem Hochdruckspeicher über die Absteuerbohrungen 13 abfließen kann. Durch eine Bestromung der Magnetspule 3 wird die Ankerplatte 17 gegen die Polflächen 14 und 15 gezogen, so dass dadurch über den Ventilstößel 6 die Ventilkugel 8 in den Ventil Sitz des Sitzventils 4 gedrückt wird, wodurch eine Regelung des Durchflusses in Abhängigkeit des Spulenstromes

und damit auch eine Regelung des Hochdruckes durchgeführt werden kann.

[0021] Bei kleinen Luftspalten 20 zwischen der Ankerplatte 17 und den Polflächen 14 und 15 an der Stirnfläche des Ventilgehäuseteils 2a werden hohe Kräfte in Abhängigkeit des Spulenstroms erzeugt.

[0022] Die dabei auftretenden Kräfte F sind in Abhängigkeit der Größe s des Luftspaltes 20 in dem Kennlinien-Diagramm mit dem Spulenstrom als Parameter nach Figur 2 dargestellt. Bei einer Einstellung bzw. Justierung des Luftspaltes 20 auf den Wert S_1 als Arbeitspunkt für das Druckregelventil stellt sich bei einer Bestromung der Magnetspule 3 mit einem Stromwert von I_1 eine Kraft F_{u1} , bei einem größeren Stromwert I_2 eine Kraft F_{o1} ein. Hierbei ist aufgrund der Nichtlinearität der magnetischen Werkstoffe der an dem Magnetkreis beteiligten Teile des Druckregelventils 1, also das Ventilgehäuse 2, die Ankerplatte 17 und der Ventilstößel 6 die Kraft F_{u1} überproportional klein im Vergleich zu der Kraft F_{o1} . Ebenso ist auch die Kennliniensteigung bzw. die Magnetkonstante C_1 entsprechend gering. Die Folge hiervon besteht darin, dass das Druckregelventil gegenüber Hochdruckschwankungen und Niederdruckschwankungen bzw. Rücklaufdrücke nicht über den gesamten Druckbereich stabil arbeitet.

[0023] Zur Vermeidung solcher Instabilitäten und Pulsationen weist der von der Magnetspule 3 gebildete Magnetkreis 25, der in dem die Magnetspule 3 aufnehmenden Bereich des Ventilgehäuses 2, also in dem Ventilgehäuseteil 2a und in der Ankerplatte 17 verläuft, wenigstens eine magnetische Einschnürung 26 auf. Diese magnetische Einschnürung 26 stellt eine lokale Querschnittsverminderung im Magnetkreis 25 dar, so dass in diesem Bereich der Querschnittsverminderung früher eine magnetische Sättigung eintritt.

[0024] Bei dem Druckregelventil 1 nach Figur 1 ist eine solche magnetische Einschnürung der Magnetfeldlinien mittels einer auf der radial inneren Umfangsfläche 28 der die Magnetspule 3 aufnehmenden ringförmigen Ausnehmung 27 umlaufenden Nut 26 realisiert. Damit wird für den Magnetkreis zwischen der Ventilstößelbohrung 7 und der inneren Umfangsfläche 28 der Ausnehmung 27 der radiale Querschnitt im Bereich der Nut 26 reduziert.

[0025] Diese Querschnittsreduzierung kann auch in dem radial an die Ausnehmung 27 nach außen sich anschließenden Bereich gebildet werden. So ist gemäß Figur 1 ist an der radial äußeren Umfangsfläche 29 der Ausnehmung 27 eine umlaufende Nut 26' angeordnet. Anstatt auf dieser äußeren Umfangsfläche 29 kann auch auf der Außenumfangsfläche 30 des Ventilgehäuseteils 2a im Bereich der Magnetspule 3 eine umlaufende Nut 26'' realisiert werden.

[0026] Alternativ oder als weitere magnetische Einschnürung kann die im Magnetkreis 25 liegende Ankerplatte 17 durch entsprechende Ausgestaltung mit einem reduzierten Querschnitt ausgebildet werden. Eine erste Möglichkeit besteht in einer Reduzierung der Dicke der Ankerplatte 17. Eine weitere Möglichkeit betrifft die Aus-

gestaltung des umlaufenden Randbereiches, da dieser mit seiner Polfläche 16 der äußeren Teilpolfläche 15 der Stirnfläche der Ventilgehäuseteils 2a gegenübersteht und es sich daher anbietet, diesen Randbereich 31 im Radialschnitt abzuflachen, so dass der Randbereich sich konisch nach außen hin verjüngt.

[0027] Mit einer solchen durch eine Querschnittsreduzierung realisierten lokalen magnetischen Einschnürung wird die dadurch entstehende Sättigung des Magnetkreises 25 derart optimiert, dass gemäß Figur 2 der Arbeitspunkt des Druckregelventils 1 von dem Wert S_1 (Breite des Luftspaltes 20) auf den Wert s_2 verschoben werden kann. Die zugehörige Kraft F_{u2} ist bei diesem Wert s_2 ca. doppelt so groß wie die Kraft F_{u1} bei dem Wert S_1 , ebenso die Magnetkonstante C_2 , während sich jedoch die Kraft F_{o2} bei dem Stromwert I_2 nicht verändert hat. Mit dieser Maßnahme wird nahezu eine Proportionalität zwischen dem Strom I und der jeweiligen erzeugten Kraft F erzielt, wodurch eine wesentliche Verbesserung des Nieder- und Hochdruckverhaltens erzielt wird, ohne dass wesentliche Instabilitäten oder Pulsationen auftreten.

Bezugszeichenliste

[0028]

- 1 Druckregelventil
- 2 Ventilgehäuse
- 2a Ventilgehäuseteil
- 2b weiteres Ventilgehäuseteil
- 3 Magnetspule
- 4 Sitzventil
- 5 Dichtung
- 6 Ventilstößel
- 7 Ventilstößelbohrung
- 7a Lager
- 7b Lager.
- 8 Dichtelement, Ventilkugel
- 9 Ventilsitzelement
- 10 Kanal im Ventilsitzelement 9
- 11 Filtersieb
- 12 Ventilraum

- 13 Absteuerbohrung
- 14 innere Teilpolfläche
- 5 15 äußere Teilpolfläche
- 16 Polfläche der Ankerplatte 17
- 17 Ankerplatte
- 10 18 Druckfeder
- 19 Anschlusssteil
- 15 20 Luftspalt
- 21 zylindrischen Teil des Anschlusssteils 19
- 22 Verlängerung 22 des Ventilgehäuseteils 2a
- 20 23 Dichtung
- 24 Abschlussteil
- 25 25 Magnetkreis
- 26 magnetische Einschnürung, Nut
- 26' magnetische Einschnürung, Nut
- 30 26 " magnetische Einschnürung, Nut
- 27 Ausnehmung, Zylinderbohrung zur Aufnahme der Magnetspule 3
- 35 28 inneren Umfangsfläche der Ausnehmung 27
- 29 äußeren Umfangsfläche der Ausnehmung 27
- 40 30 Außenumfangsfläche des Ventilgehäuses 2
- 31 Randbereich der Ankerplatte 17

45 **Patentansprüche**

- 1. Druckregelventil (1), insbesondere für einen Hochdruckspeicherkörper oder eine Hochdruckförderpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems, umfassend
- 50 - ein Ventilgehäuse (2, 2a, 2b) mit einer axialen Ventilstößelbohrung (7) zur Aufnahme eines Ventilstößels (6) und mit einer die Ventilstößelbohrung (7) umlaufenden Ausnehmung (27) zu Aufnahme einer Magnetspule (3),
- 55 - eine mit dem Ventilstößel (6) verbundene Ankerplatte (17),

- und (17) mit einem eine Abflachung aufweisenden umlaufenden Rand (31) zur Bildung der magnetischen Einschnürung ausgebildet ist.
- ein mit dem Ventilstößel (6) in Wirkverbindung stehenden Sitzventil (4),
- 5
- dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnetkreis (25) der Magnetspule (3), der von dem die Magnetspule (3) aufnehmenden Bereich des Ventilgehäuses (2, 2a, 2b) und von der Ankerplatte (17) gebildet wird, wenigstens eine magnetische Einschnürung (26, 26', 26'', 17, 31) aufweist.
- 10
2. Druckregelventil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die magnetische Einschnürung (26, 26', 26'') als lokale Reduzierung des radialen Querschnitts im Bereich der die Magnetspule (3) aufnehmende Ausnehmung (27) ausgebildet ist.
- 15
3. Druckregelventil (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsreduzierung für die magnetische Einschnürung mittels einer auf der radial inneren Umfangsfläche (28) der Ausnehmung (27) angeordneten umlaufenden Nut (26) gebildet ist.
- 20
- 25
4. Druckregelventil (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsreduzierung für die magnetische Einschnürung (26', 26'') in dem radial an die Ausnehmung (27) nach außen sich anschließenden Bereich gebildet ist.
- 30
5. Druckregelventil (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsreduzierung für die magnetische Einschnürung mittels einer auf der radial äußeren Umfangsfläche (29) der Ausnehmung (27) angeordneten umlaufenden Nut (26') gebildet ist.
- 35
6. Druckregelventil (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsreduzierung für die magnetische Einschnürung mittels einer auf der Außenumfangsfläche (39) des Ventilgehäuses (2, 2a, 2b) im Bereich der Magnetspule (3) umlaufenden Nut (26'') gebildet ist.
- 40
- 45
7. Druckregelventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankerplatte (17) als magnetische Einschnürung ausgebildet ist.
- 50
8. Druckregelventil (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der Ankerplatte (17) zur Bildung einer magnetischen Einschnürung entsprechend gewählt ist.
- 55
9. Druckregelventil (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankerplatte

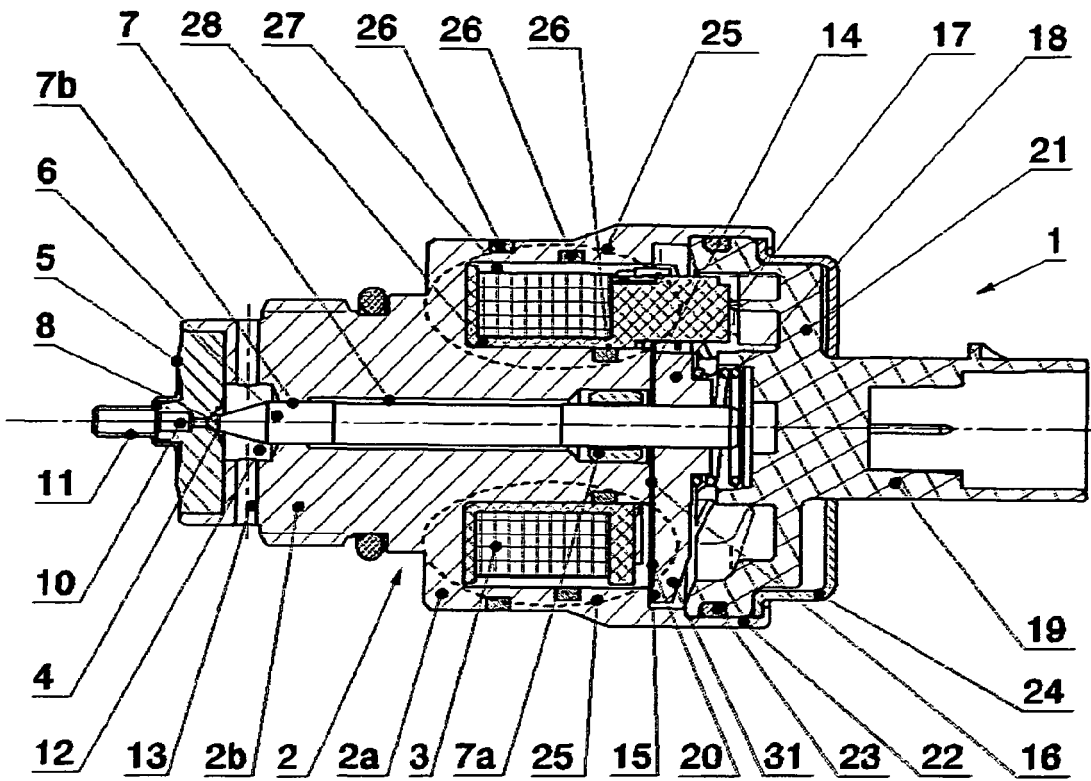


Fig. 1

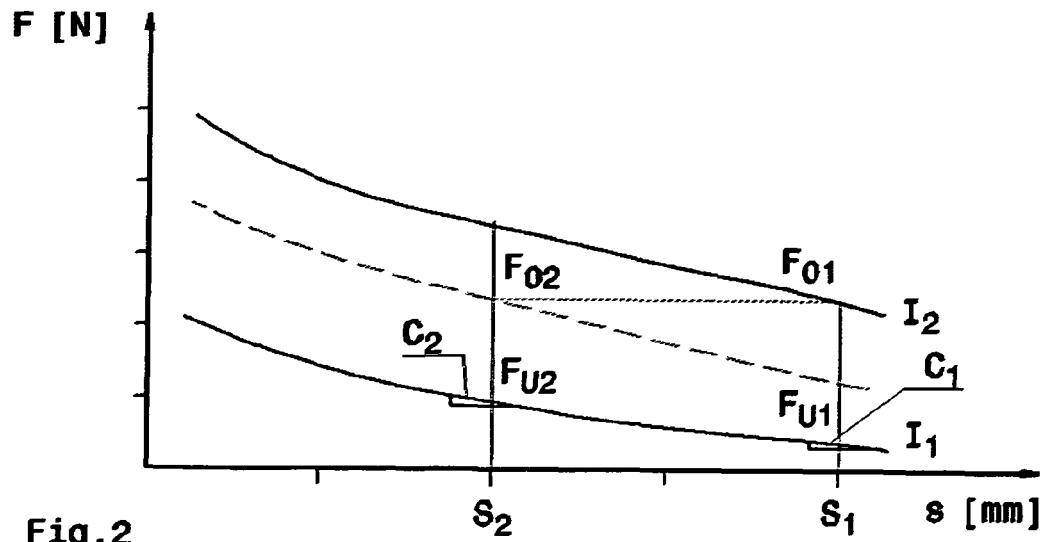


Fig. 2

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 102007013525 A1 [0004] [0005]