

(19)



(11)

**EP 1 526 275 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.01.2007 Patentblatt 2007/02**

(51) Int Cl.:  
**F02M 61/16 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **04105090.7**

(22) Anmeldetag: **15.10.2004**

(54) **Brennstoffeinspritzventil**

Fuel injection valve

Injecteur de carburant

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **31.03.2004 DE 102004015622**  
**21.10.2003 DE 10348775**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.04.2005 Patentblatt 2005/17**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Noller, Klaus**  
**71570 Oppenweiler (DE)**

- **Liskow, Uwe**  
**71679 Asperg (DE)**
- **Maier, Martin**  
**71696 Moeglingen (DE)**
- **Huebel, Michael**  
**70839 Gerlingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 111 230 WO-A-01/29403**  
**WO-A-03/031799 DE-A- 10 030 232**  
**US-A- 4 858 439**

**EP 1 526 275 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs (WO-A-01/29403).

Es ist schon ein Brennstoffeinspritzventil aus der US 4,858,439 bekannt, das einen hydraulischen Koppler hat, der einen Grundkörper mit zwei Hohlzylindern, in denen jeweils ein Kolben geführt ist, und zwei als elastische Dichtelemente wirkende Wellbälge zur Abdichtung gegen die Umgebung aufweist. Der erste Wellbalg dichtet den Koppler zwischen dem Grundkörper und dem ersten Kolben ab und der zweite Wellbalg den Koppler zwischen dem Grundkörper und dem zweiten Kolben ab. Zwischen den beiden Kolben ist ein mit Flüssigkeit gefüllter Kopplerspalt vorgesehen. Nachteilig ist, daß die beiden Wellbälge mechanisch stark belastet werden, wenn Flüssigkeit durch Bewegung der Kolben aus dem Kopplerspalt austritt, da die Wellbälge die aus dem Kopplerspalt austretende Flüssigkeit als zusätzliches Volumen aufnehmen müssen.

### Vorteile der Erfindung

**[0002]** Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß auf einfache Art und Weise die mechanische Belastung des zumindest einen elastischen Dichtelementes verringert wird, indem ein Hubelement vorgesehen ist, das zwischen dem topfförmigen Zylinder und einem mit dem Kolben wirkverbundenen Kopfteil axial beweglich gelagert ist, wobei eine Abdichtung zwischen dem Zylinder und dem Hubelement und zwischen dem Hubelement und dem Kopfteil vorgesehen ist. Gemäß dieser Ausführung verschiebt sich das Hubelement bei Austritt von Flüssigkeit aus dem Kopplerspalt und stellt ein zusätzliches Ausgleichsvolumen zur Verfügung, so daß das zumindest eine elastische Dichtelement gegenüber dem Stand der Technik einer geringeren mechanischen Belastung ausgesetzt ist. Der hydraulische Koppler kann auf diese Weise mit höheren Innendrücken arbeiten, so daß das Brennstoffeinspritzventil mit höherer Frequenz geschaltet werden kann.

**[0003]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

**[0004]** Gemäß einer vorteilhaften ersten Ausführung ist ein erstes elastisches Dichtelement als Abdichtung zwischen dem Hubelement und dem Zylinder und ein zweites elastisches Dichtelement als Abdichtung zwischen dem Hubelement und dem Kopfteil vorgesehen.

**[0005]** Gemäß einer vorteilhaften zweiten Ausführung ist als Abdichtung ein gestufter Wellbalg vorgesehen, der einen ersten Dichtabschnitt und einen zweiten Dichtab-

schnitt aufweist, die über eine als Hubelement ausgebildete Schulter einteilig miteinander verbunden sind. Auf diese Weise ist eine Verringerung der Herstellkosten des hydraulischen Kopplers erzielbar.

**[0006]** In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist das Kopfteil über eine Kolbenstange mit dem Kolben wirkverbunden.

**[0007]** Besonders vorteilhaft ist, daß das erste elastische Dichtelement und das zweite elastische Dichtelement oder der gestufte Wellbalg aus Stahl hergestellt ist, da ein Stahl-Dichtelement eine hermetische Abdichtung des hydraulischen Kopplers über die gesamte Lebensdauer des Brennstoffeinspritzventils sicherstellt.

**[0008]** Gemäß einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel weist das erste elastische Dichtelement oder der erste elastische Dichtabschnitt eine Wellenzahl zwischen drei und acht auf. Auf diese Weise wird die Steifigkeit des ersten elastischen Dichtelementes bzw. des ersten elastischen Dichtabschnitts und dessen mechanische Belastung verringert.

**[0009]** Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das zweite elastische Dichtelement oder der zweite elastische Dichtabschnitt eine Wellenzahl zwischen drei und zwölf auf. Auf diese Weise wird die Steifigkeit des zweiten elastischen Dichtelementes bzw. des zweiten elastischen Dichtabschnitts und dessen mechanische Belastung verringert.

**[0010]** Auch vorteilhaft ist, wenn ein Federelement zwischen dem Hubelement und dem Kopfteil angeordnet ist, da auf diese Weise ein hoher Druck innerhalb des hydraulischen Kopplers erzeugbar ist. Außerdem ist auf diese Weise gewährleistet, daß der hydraulische Koppler an einer Stirnseite immer an einer Ventilaufnadel und an der anderen Stirnseite an einem Aktor anliegt, da das Federelement das Kopfteil in Richtung Aktor drückt.

**[0011]** Weiterhin vorteilhaft ist, wenn das Hubelement an der Kolbenstange und/oder an dem Zylinder axial geführt ist, damit das Hubelement bei der axialen Bewegung nicht verkantet.

**[0012]** Darüber hinaus vorteilhaft ist, wenn das Hubelement deckelförmig ausgebildet ist, da auf diese Weise Bauraum eingespart wird.

**[0013]** Außerdem vorteilhaft ist, wenn zwischen dem Zylinder und dem Kolben ein Kopplerspalt und zwischen dem Hubelement und dem topfförmigen Zylinder ein Ausgleichsspalt vorgesehen ist, wobei der Kopplerspalt und der Ausgleichsspalt über zumindest ein Drosselement strömungsverbunden sind. Aufgrund des Drosselementes verhält sich der hydraulische Koppler bei schnellen Bewegungsvorgängen als steifes Bauteil und bei langsamen Bewegungsvorgängen als flexibles und längenausgleichendes Bauteil.

### Zeichnung

**[0014]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen Fig.1 ein schematisch dargestelltes Brennstoffeinspritzventil, Fig.2 einen erfindungsgemäßen hydraulischen Koppler gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Fig.3 einen erfindungsgemäßen hydraulischen Koppler gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und Fig.4 einen erfindungsgemäßen hydraulischen Koppler gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0015]** Fig.1 zeigt ein Brennstoffeinspritzventil, bei dem beispielsweise ein erfindungsgemäß ausgebildeter hydraulischer Koppler Verwendung findet.

**[0016]** Das Brennstoffeinspritzventil dient dazu, Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine einzuspritzen und wird beispielsweise bei der sogenannten Direkteinspritzung verwendet.

**[0017]** Das Brennstoffeinspritzventil hat ein Ventilgehäuse 1 mit einem Eingangskanal 2 für den Kraftstoff. In dem Ventilgehäuse 1 ist ein schematisch dargestellter Aktor 3 zur axialen Verstellung einer Ventilnadel 4 angeordnet.

**[0018]** Die Ventilnadel 4 ist in dem Ventilgehäuse 1 axial beweglich vorgesehen und weist beispielsweise einen dem Aktor 3 zugewandten Nadelschaft 7 und einen dem Aktor 3 abgewandten Ventilschließkörper 8 auf. Der Aktor 3 überträgt seine Bewegung über einen sogenannten hydraulischen Koppler 9 auf den Nadelschaft 7 der Ventilnadel 4, wodurch der mit einem Ventilsitz 10 zusammenwirkende Ventilschließkörper 8 das Brennstoffeinspritzventil öffnet oder schließt. Das Brennstoffeinspritzventil weist beispielsweise einen sogenannten Kugel-Kegelsitz auf, wobei der Ventilsitz 10 beispielsweise kegelförmig ausgebildet ist und der Ventilschließkörper 8 einen mit dem Ventilsitz 10 zusammenwirkenden Kugel- oder Radialabschnitt 11 aufweist. Bei geschlossenem Brennstoffeinspritzventil liegt der Ventilschließkörper 8 über seinen gesamten Umfang an dem Ventilsitz 10 mit Linien- oder Flächenberührung dicht an, was im folgenden als Dichtsitz 12 bezeichnet wird.

**[0019]** Der Aktor 3 ist beispielsweise ein piezoelektrischer oder magnetostriktiver Aktor und gegenüber dem Kraftstoff gekapselt ausgeführt.

**[0020]** Ein piezoelektrischer Aktor ist beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung 103 19 599 vorgeschlagen, wobei deren Inhalt ausdrücklich Teil der Offenbarung dieser Anmeldung sein soll.

**[0021]** Der piezoelektrische Aktor 3 besteht aus einer Vielzahl von piezokeramischen Schichten, die durch Anlegen einer elektrischen Spannung eine Dehnung in axialer Richtung ausführen. Dabei wird der sogenannte inverse piezoelektrische Effekt ausgenutzt, bei dem elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt wird. Die durch das Anlegen der elektrischen Spannung erzeugte Dehnung der piezokeramischen Schichten wird über den hydraulischen Koppler 9 auf die Ventilnadel 4 übertragen, wobei die Ventilnadel 4 beispielsweise einen Hub von 40 bis 50 Mikrometer ausführt. Nach erfolgter

Ventilöffnung verkürzt sich der Aktor 3 durch Abschalten der elektrischen Spannung und die Ventilnadel 4 wird mittels einer Feder 15 wieder in Richtung Ventilsitz 10 zurückbewegt und schließt das Brennstoffeinspritzventil.

**[0022]** Da sich der Aktor 3 und die übrigen Komponenten des Brennstoffeinspritzventils, beispielsweise das Ventilgehäuse 1, wegen unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten bei Temperaturänderung unterschiedlich stark ausdehnen, muß der hydraulische Koppler 9 die Differenzen in der unterschiedlichen Längenausdehnung ausgleichen, um zu gewährleisten, daß das Brennstoffeinspritzventil mit der Ventilnadel 4 unabhängig von der jeweiligen Temperatur des Brennstoffeinspritzventils bei einer Öffnungsbewegung jeweils den gleichen Hub ausführt wie der Aktor 3. Es dürfen keine Hubverluste auftreten, bei denen der Hub des Aktors 3 nicht vollständig auf die Ventilnadel 4 übertragen wird, so daß der Hub der Ventilnadel 4 kleiner ist als der Hub des Aktors 3.

**[0023]** Der Kraftstoff wird im Ventilgehäuse 1 ausgehend vom Eingangskanal 2 bis an den Ventilschließkörper 8 stromauf des Dichtsitzes 12 geleitet. Beim Öffnen des Brennstoffeinspritzventils hebt der Ventilschließkörper 8 von dem Dichtsitz 12 ab, wodurch eine Verbindung zu dem Brennraum der Brennkraftmaschine geöffnet wird, so daß Kraftstoff über einen zwischen dem Ventilschließkörper 8 und dem Ventilsitz 10 gebildeten Ausgangsspalt in den Brennraum ausströmt. Der Ausgangsspalt erweitert sich beispielsweise in Strömungsrichtung und wirkt dadurch als Diffusor. Je größer der Hub der Ventilnadel 4 in Öffnungsrichtung ist, desto größer ist der Ausgangsspalt und desto mehr Kraftstoff wird in den Brennraum pro Zeiteinheit eingespritzt.

**[0024]** Das Brennstoffeinspritzventil ist beispielsweise ein sogenanntes nach außen öffnendes Ventil, wobei die Ventilnadel 4 einen Hub in vom Aktor 3 abgewandter Richtung ausführt, kann aber selbstverständlich auch ein sogenanntes nach innen öffnendes Ventil sein.

**[0025]** Fig.2 zeigt einen erfindungsgemäßen hydraulischen Koppler gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

**[0026]** Bei dem hydraulischen Koppler nach Fig.2 sind die gegenüber dem Brennstoffeinspritzventil nach Fig.1 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0027]** Der hydraulische Koppler 9 ist zwischen dem Aktor 3 und der Ventilnadel 4 eingespannt und weist beispielsweise einen topfförmigen Zylinder 16 mit einem Topfboden 18 und einen in dem topfförmigen Zylinder 16 axial beweglichen Kolben 17 auf. Der Topfboden 18 des topfförmigen Zylinders 16 liegt an der Ventilnadel 4 an. Der Durchmesser der dem Kolben 17 zugewandten Innenseite 20 des topfförmigen Zylinders 16 ist geringfügig größer als der Durchmesser des Kolbens 17.

**[0028]** Der Kolben 17 ist beispielsweise zylinderförmig ausgeführt. An einer dem Topfboden 18 abgewandten Stirnseite 21 des Kolbens 17 ist beispielsweise eine Kolbenstange 19 vorgesehen, die eine gegenüber dem Kol-

ben 17 kleinere radiale Ausdehnung aufweist und sich in einer vom Kolben 17 abgewandten Richtung axial erstreckt. Die Kolbenstange 19 ist beispielsweise zylinderförmig ausgebildet, kann aber auch eine andere Form haben. Die Kolbenstange 19 weist beispielsweise an ihrem dem Kolben 17 abgewandten Ende ein auf die Kolbenstange 19 aufgesetztes Kopfteil 31 auf, das an dem Aktor 3 anliegt. Das Kopfteil 31 ist beispielsweise zylinderförmig ausgebildet, kann aber auch eine andere Form aufweisen. Das Kopfteil 31 weist eine Durchgangsöffnung 32 auf, in die die Kolbenstange 19 zumindest hineinragt, und ist beispielsweise stoffschlüssig mit der Kolbenstange 19 verbunden. Das Kopfteil 31 kann aber selbstverständlich auch auf andere Weise mit der Kolbenstange 19 zusammengefügt sein.

**[0029]** Erfindungsgemäß ist in dem hydraulischen Koppler 9 ein Hubelement 22 vorgesehen, das zwischen dem topfförmigen Zylinder 16 und dem mit dem Kolben 17 wirkverbundenen Kopfteil 31 axial beweglich gelagert ist.

**[0030]** Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist als Abdichtung an dem hydraulischen Koppler 9 ein erstes elastisches Dichtelement 23 zwischen dem Hubelement 22 und dem Zylinder 16 und ein zweites elastisches Dichtelement 24 zwischen dem Hubelement 22 und dem Kopfteil 31 gegenüber dem Kraftstoff im Brennstoffeinspritzventil vorgesehen. Das erste elastische Dichtelement 23 und das zweite elastische Dichtelement 24 sind derart ausgebildet, daß sie dem Hubelement 22 genügend Freiheitsgrad für eine axiale Bewegung zwischen dem topfförmigen Zylinder 16 und dem mit dem Kolben 17 wirkverbundenen Kopfteil 31 geben.

**[0031]** Das Hubelement 22 ist beispielsweise deckelförmig ausgebildet und hat einen Durchgangskanal 29, durch den die Kolbenstange 19 hindurchgreift. Das Hubelement 22 wird zur axialen Bewegung beispielsweise an der Kolbenstange 19 geführt, wobei der Durchgangskanal 29 in seiner radialen Erstreckung geringfügig größer ist als die Kolbenstange 19. Zur Vergrößerung der Führungsfläche weist das Hubelement 22 beispielsweise einen konzentrisch zum Durchgangskanal 29 angeordneten Führungsabsatz 30 auf, der von der dem Zylinder 16 abgewandten Stirnseite des Hubelementes 22 ausgehend in vom Zylinder 16 abgewandter Richtung verläuft.

**[0032]** Das erste elastische Dichtelement 23 und/oder das zweite elastische Dichtelement 24 sind beispielsweise als Wellbalg ausgebildet weisen und mehrere ringförmig umlaufende Wellen oder Falten 27 auf. Das erste elastische Dichtelement 23 und das zweite elastische Dichtelement 24 sind auf diese Weise in axialer Richtung elastisch ausgebildet und beispielsweise aus Stahl hergestellt. Das erste elastische Dichtelement 23 und das zweite elastische Dichtelement 24 haben eine möglichst geringe Federsteifigkeit.

Das erste elastische Dichtelement 23 weist beispielsweise drei bis acht Wellen 27, vorzugsweise fünf Wellen 27, auf, das zweite elastische Dichtelement 24 hat eine Wel-

lenanzahl von drei bis zwölf, vorzugsweise neun. Auf diese Weise wird die jeweils für die Funktion des Kopplers optimale Steifigkeit der elastischen Dichtelemente 23, 24 erzielt. Dabei wird eine Welle 27 von zwei beispielsweise etwa parallel zueinander laufenden Wellenwänden 34 und einem die Wellenwände 34 verbindenden Wellenbogen 35 gebildet. Die Wandstärke der elastischen Dichtelemente 23, 24 beträgt etwa 50 bis 100 Mikrometer. Das erste elastische Dichtelement 23 weist beispielsweise eine in radialer Richtung zwischen zwei benachbarten Wellenbogen 35 gemessene Wellenhöhe von drei bis sechs Millimetern und das zweite elastische Dichtelement 24 eine in radialer Richtung gemessene Wellenhöhe von ein bis zwei Millimetern auf.

**[0033]** Der Zylinder 16 weist an seinem Außenumfang einen ringförmig umlaufenden Absatz 25 auf, der von der dem Hubelement 22 zugewandten Stirnseite 21 des Zylinders 16 aus bis zu einer ersten Schulter 26 des Absatzes 25 verläuft.

**[0034]** Das erste elastische Dichtelement 23 ist mit seinem einen Ende mit der ersten Schulter 26 des Absatzes 25 und mit seinem anderen Ende mit dem Hubelement 22, beispielsweise dessen Umfang, stoffschlüssig oder kraftschlüssig verbunden, beispielsweise mittels einer Schweißverbindung, und wird innen von dem Absatz 25 axial geführt.

**[0035]** Das zweite elastische Dichtelement 24 ist an seinem einen Ende mit dem Führungsabsatz 30, beispielsweise dessen Umfang, des Hubelements 22 und an seinem anderen Ende mit dem Kopfteil 31 stoffschlüssig oder kraftschlüssig verbunden, beispielsweise mit einem dafür vorgesehenen inneren Befestigungsabsatz.

**[0036]** Zwischen dem Hubelement 22 und dem Kopfteil 31 ist ein Federelement 33, beispielsweise eine Schraubenfeder, angeordnet, das mit ihrem einen Ende an einer Stirnseite des Hubelements 22 und mit ihrem anderen Ende an einer zweiten Schulter 36 des Kopfteils 31 anliegt und zwischen dem Hubelement 22 und der zweiten Schulter 36 des Kopfteils 31 Unterspannung gehalten wird.

**[0037]** Der Zylinder 16, der Kolben 17, die Kolbenstange 19, das Hubelement 22, der Durchgangskanal 29 des Hubelementes 22, das Kopfteil 31, die Durchgangsöffnung 32 des Kopfteils 31, das erste elastische Dichtelement 23, das zweite elastische Dichtelement 24 und das Federelement 33 sind beispielsweise konzentrisch zu einer Achse 37 des hydraulischen Kopplers 9 angeordnet.

**[0038]** Zwischen dem Topfboden 18 des Zylinders 16 und der dem Topfboden 18 zugewandten Stirnseite des Kolbens 17 ist ein Kopplerspalt 38 und zwischen dem Hubelement 22 und der Stirnseite 21 des Zylinders 16 ein Ausgleichsspalt 43 mit einem Ausgleichsvolumen vorgesehen. Die Größe des Kopplerspaltes 38 ist abhängig von der axialen Lage des Kolbens 17 variabel. Der Ausgleichsspalt 43 ist über zumindest einen in dem Kolben 17 vorgesehenen Verbindungskanal 44 und ein sich an den Verbindungskanal 44 anschließendes Drossel-element 45 im Kolben 17 mit dem Kopplerspalt 38 strö-

mungsverbunden und umgekehrt. Der Verbindungskanal 44 verläuft beispielsweise von einer dem Hubelement 22 zugewandten Stirnseite des Kolbens 17 ausgehend in Richtung zum Topfboden 18 und ist über das Drossselement 45 mit dem Kopplerspalt 38 strömungsverbunden.

**[0039]** Der hydraulische Koppler 9 schließt einen Innenraum 39 ein, der mittels der elastischen Dichtelemente 23,24 hermetisch innerhalb des Brennstoffeinspritzventils gegenüber dem Kraftstoff abgedichtet ist. Der Innenraum 39 des hydraulischen Kopplers 9 ist mit einer Flüssigkeit, beispielsweise Kraftstoff oder einem Zweitmedium wie etwa Silikonöl oder Fomblin, gefüllt.

**[0040]** Das Federelement 33 drückt das Hubelement 22 in Richtung des Zylinders 16 und erzeugt auf diese Weise einen Überdruck in dem Innenraum 39 des hydraulischen Kopplers 9. Desweiteren drückt das Federelement 33 das Kopfteil 31 in Richtung des Aktors 3.

**[0041]** Zur Befüllung des hydraulischen Kopplers 9 weist die Kolbenstange 19 einen Befüllkanal 46 auf, der in den Innenraum 39 des hydraulischen Kopplers 9 mündet. Der Befüllkanal 46 wird nach dem Befüllen des hydraulischen Kopplers 9 mit Flüssigkeit mittels eines Verschlusskörpers 47, beispielsweise einer Kugel, gegenüber dem Kraftstoff im Brennstoffeinspritzventil abgedichtet.

**[0042]** Wenn sich Komponenten des Brennstoffeinspritzventils, beispielsweise das Ventilgehäuse 1 oder die Ventalnadel 4, bedingt durch Temperaturänderung stärker ausdehnen als der Aktor 3, gleicht der hydraulische Koppler 9 die aus der unterschiedlichen Dehnung resultierende Längendifferenz aus, indem er seine axiale Länge derart ändert, daß der hydraulische Koppler 9 mit dem Kopfteil 31 immer an dem Aktor 3 und mit dem Topfboden 18 immer an der Ventalnadel 4 anliegt. Auf diese Weise wird erreicht, daß sich kein Spalt zwischen dem Aktor 3 und der Ventalnadel 4 bilden kann, so daß immer gewährleistet ist, daß der Hub des Aktors 3 vollständig auf die Ventalnadel 4 übertragen wird und keine Hubverluste auftreten.

**[0043]** Die Ausdehnung des Aktors 3 wird über das Kopfteil 31, die Kolbenstange 19, den Kolben 17, den Kopplerspalt 38 und den Zylinder 16 auf die Ventalnadel 4 übertragen. Bei zeitlich schnellen auf den hydraulischen Koppler 9 wirkenden Bewegungsvorgängen, wie beispielsweise der Ausdehnung des Aktors 3 bei Beschalten mit einer elektrischen Spannung, verhält sich der hydraulische Koppler 9 als extrem steifes Bauteil, da in der kurzen Zeit fast keine Flüssigkeit aus dem Kopplerspalt 38 durch das Drossselement 45 fließen kann. Da also der Kopplerspalt 38 konstant bleibt, wird der Hub des Aktors 3 vollständig auf die Ventalnadel 4 übertragen. Bei zeitlich langsamen auf den hydraulischen Koppler 9 wirkenden Bewegungsvorgängen, wie beispielsweise der Dehnung aufgrund von Temperaturänderungen, verkleinert oder vergrößert sich der Kopplerspalt 38, da die Flüssigkeit genügend Zeit hat, über das Drossselement 45 aus dem Kopplerspalt 38 heraus- oder in den Koppler-

spalt 38 hineinzuströmen.

**[0044]** Wenn der hydraulische Koppler 9 seine axiale Länge langsam vergrößert, bewegt sich der Kolben 17 mit seiner Kolbenstange 19 und dem Kopfteil 31 in vom Topfboden 18 abgewandter Richtung und vergrößert dabei den Kopplerspalt 38. Dabei muß Flüssigkeit aus dem Ausgleichsspalt 43 und/oder dem übrigen Innenraum 39 über den Verbindungskanal 44 und das Drossselement 45 in den Kopplerspalt 38 strömen. Da der Ausgleichsspalt 43 Flüssigkeit abgegeben hat, wird er durch Bewegung des Hubelementes 22 in Richtung des Zylinders 16 verkleinert. Um den Kopplerspalt 38 jeweils schnellstmöglich vollständig mit Flüssigkeit zu befüllen, damit keine Hubverluste eintreten können und das Brennstoffeinspritzventil mit hoher Frequenz geschaltet werden kann, ist ein möglichst hoher Druck der Flüssigkeit in dem hydraulischen Koppler 9 erforderlich. Der Überdruck der Flüssigkeit im hydraulischen Koppler 9 beträgt beispielsweise 5 bis 20 bar.

**[0045]** Wenn der hydraulische Koppler 9 seine axiale Länge langsam verkleinert, bewegt sich der Kolben 17 mit seiner Kolbenstange 19 und dem Kopfteil 31 in Richtung Topfboden 18 und verkleinert dabei den Kopplerspalt 38. Dabei muß Flüssigkeit aus dem Kopplerspalt 38 durch das Drossselement 45 und den Verbindungskanal 44 in den Ausgleichsspalt 43 und/oder den übrigen Innenraum 39 strömen. Damit der Ausgleichsspalt 43 die zusätzliche Flüssigkeit aufnehmen kann, muß sich das Volumen des Ausgleichsspalts 43 vergrößern, indem sich das Hubelement 22 in vom Zylinder 16 abgewandter Richtung bewegt.

**[0046]** Durch Verstellen des Hubelementes 22 wird somit jeweils das notwendige Ausgleichsvolumen im Ausgleichsspalt 43 bereitgestellt. Das zusätzliche Volumen für die aus dem Kopplerspalt 38 austretende Flüssigkeit muß nicht, wie beim Stand der Technik, durch axiale und/oder radiale Ausdehnung der elastischen Dichtelemente gebildet werden, was eine hohe mechanische Belastung bedeutet, sondern entsteht auf einfache Art und Weise ohne zusätzliche Belastung der elastischen Dichtelemente 23,24 durch das Verschieben des Hubelementes 22. Da die elastischen Dichtelemente 23,24 im Betrieb des Brennstoffeinspritzventils mechanisch gering belastet sind, kann in dem hydraulischen Koppler 9 ein höherer zulässiger Innendruck der Flüssigkeit als beim Stand der Technik erzeugt werden, ohne die Federsteifigkeit der elastischen Dichtelemente 23,24 zu verändern.

**[0047]** Fig.3 zeigt einen erfindungsgemäßen hydraulischen Koppler gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

**[0048]** Bei dem hydraulischen Koppler nach Fig.3 sind die gegenüber dem hydraulischen Koppler nach Fig.2 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Der hydraulische Koppler nach Fig.3 unterscheidet sich von dem hydraulischen Koppler nach Fig.2 darin, daß das der Abdichtung dienende zweite elastische Dichte-

ment 24 eine höhere Anzahl an Wellen 27 aufweist als beim ersten Ausführungsbeispiel. Auf diese Weise wird die Steifigkeit des zweiten elastischen Dichtelementes 24 verringert. Wegen der höheren Anzahl der Wellen 27 des zweiten elastischen Dichtelementes 24 wird das Hubelement 22 nicht an der Kolbenstange 19, sondern an der Innenseite 20 des Zylinders 16 geführt. Außerdem ist nur ein einziges Drosselelement 45 und ein einziger Verbindungskanal 44 vorgesehen, wobei der Verbindungskanal 44 und der Befüllkanal 46 fluchtend zueinander angeordnet sind und ineinander münden.

[0049] Da das Hubelement 22 am Zylinder 16 geführt wird, ist der Durchgangskanal 29 im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel radial nach außen vergrößert ausgeführt, wobei der Führungsabsatz 30 des Hubelementes 22 an der dem Topfboden 18 zugewandten Stirnseite angeordnet ist und die Innenseite 20 berührend in den Zylinder 16 hineinreicht. Der Durchmesser des Führungsabsatzes 30 ist an einer Außenfläche 50 geringfügig kleiner als der Durchmesser des Zylinders 16 an der Innenseite 20. Der Führungsabsatz 30 weist an der Außenfläche 50 zumindest eine in axialer Richtung angeordnete Nut 51 auf, um das Flüssigkeitsvolumen im Bereich des ersten elastischen Dichtelementes 23 beziehungsweise des Ausgleichspaltes 43 mit dem übrigen Flüssigkeitsvolumen des hydraulischen Kopplers 9 zu verbinden.

[0050] Das zweite elastische Dichtelement 24 verläuft von dem Führungsabsatz 30 ausgehend durch den Durchgangskanal 29 bis zum Kopfteil 31 der Kolbenstange 19.

[0051] Fig.4 zeigt einen erfindungsgemäßen hydraulischen Koppler gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

[0052] Bei dem hydraulischen Koppler nach Fig.4 sind die gegenüber dem hydraulischen Koppler nach Fig.3 und Fig.2 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Der hydraulische Koppler nach Fig.4 unterscheidet sich von dem hydraulischen Koppler nach Fig.3 und Fig.2 darin, daß das Hubelement 22 nicht als separater Deckel, sondern als eine Schulter 56 eines gestuften Wellbalgs 53 ausgebildet ist.

[0053] Der gestufte Wellbalg 53, der beispielsweise aus Stahl hergestellt ist, wirkt als ein elastisches Dichtelement und besteht beispielsweise aus einem ersten elastischen Dichtabschnitt 54, der eine Abdichtung des hydraulischen Kopplers 9 zwischen dem Zylinder 16 und dem Hubelement 22 erreicht, aus dem Hubelement 22 in Form der Schulter 56 und aus einem zweiten elastischen Dichtabschnitt 55, der eine Abdichtung des hydraulischen Kopplers 9 zwischen dem Hubelement 22 und dem Kopfteil 31 bewirkt. Der gestufte Wellbalg 53 weist im ersten elastischen Dichtabschnitt 54 und im zweiten elastischen Dichtabschnitt 55 mehrere ringförmig umlaufende Wellen oder Falten 27 auf.

[0054] Der erste Dichtabschnitt 54 ist beispielsweise über die das Hubelement 22 bildende Schulter 56 mit

dem zweiten Dichtabschnitt 55 einteilig verbunden, wobei der Durchmesser des ersten Dichtabschnitts 54 beispielsweise größer ausgebildet ist als der Durchmesser des zweiten Dichtabschnitts 55.

5 [0055] Der erste elastische Dichtabschnitt 54 weist analog zum ersten elastischen Dichtelement 23 gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel beispielsweise eine Wellenzahl zwischen drei und acht und der zweite elastische Dichtabschnitt 55 analog zum zweiten elastischen Dichtelement 24 beispielsweise eine Wellenzahl zwischen drei und zwölf auf.

10 [0056] Das Hubelement 22 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel verläuft beispielsweise von einer dem zweiten Dichtabschnitt 55 zugewandten äußeren Welle 27 des ersten Dichtabschnitts 54 ausgehend radial nach innen und anschließend zur Verbindung mit einer dem ersten Dichtabschnitt 54 zugewandten äußeren Welle 27 des zweiten Dichtabschnitts 55 in axialer Richtung.

15 [0057] Auf der dem Kopfteil 31 zugewandten äußeren Seite des Hubelementes 22 ist eine Lagerscheibe 57 zur Lagerung des Federelementes 33 vorgesehen. Das Federelement 33 wirkt über die Lagerscheibe 57 auf die Hubscheibe 22 und erzeugt auf diese Weise einen Überdruck in dem Innenraum 39 des hydraulischen Kopplers 9.

20 [0058] Der gestufte Wellbalg 53 mit dem integrierten Hubelement 22 läßt sich kostengünstiger herstellen als separate Einzelteile 22,23,24 gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel, die noch in einem zusätzlichen Herstellungsschritt miteinander verbunden werden müssen.

## Patentansprüche

- 35 1. Brennstoffeinspritzventil, insbesondere zum direkten Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem hydraulischen Koppler, der einen topfförmigen Zylinder und einen in dem topfförmigen Zylinder axial beweglichen Kolben aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hubelement (22) vorgesehen ist, das zwischen dem topfförmigen Zylinder (16) und einem mit dem Kolben (17) wirkverbundenen Kopfteil (31) axial beweglich gelagert ist, wobei eine Abdichtung zwischen dem Zylinder (16) und dem Hubelement (22) und zwischen dem Hubelement (22) und dem Kopfteil (31) vorgesehen ist.
- 40 2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes elastisches Dichtelement (23) als Abdichtung zwischen dem Hubelement (22) und dem Zylinder (16) und ein zweites elastisches Dichtelement (24) als Abdichtung zwischen dem Hubelement (22) und dem Kopfteil (31) vorgesehen ist.
- 45 3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch**

**gekennzeichnet, dass** als Abdichtung ein gestufter Wellbalg (53) vorgesehen ist, der einen ersten elastischen Dichtabschnitt (54) und einen zweiten elastischen Dichtabschnitt (55) aufweist, die über eine als Hubelement (22) ausgebildete Schulter (56) einteilig miteinander verbunden sind.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste elastische Dichtelement (23) und das zweite elastische Dichtelement (24) als Wellbalg mit einer oder mehreren Wellen (27) ausgebildet ist.
5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopfteil (31) über eine Kolbenstange (19) mit dem Kolben (17) wirkverbunden ist.
6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste elastische Dichtelement (23) und das zweite elastische Dichtelement (24) oder der gestufte Wellbalg (53) aus Stahl hergestellt sind.
7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste elastische Dichtelement (23) oder der erste elastische Dichtabschnitt (54) eine Wellenanzahl zwischen drei und acht aufweist.
8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite elastische Dichtelement (24) oder der zweite elastische Dichtabschnitt (55) eine Wellenanzahl zwischen drei und zwölf aufweist.
9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Federelement (33) zwischen dem Hubelement (22) und dem Kopfteil (31) angeordnet ist.
10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hubelement (22) einen Führungsabsatz (30) aufweist, der entlang der Kolbenstange (19) und/oder entlang dem Zylinder (16) axial geführt ist.
11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hubelement (22) dekkelförmig ausgebildet ist.
12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Zylinder (16) und dem Kolben (17) ein Kopplerspalt (38) und zwischen dem Hubelement (22) und dem topfförmigen Zylinder (16) ein Ausgleichsspalt (43) vorgesehen ist, wobei der Kopplerspalt (38) und der Ausgleichsspalt (43) über zumindest ein Dros-

selement (45) strömungsverbunden sind.

## Claims

1. Fuel injection valve, in particular for directly injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, having a hydraulic coupler which has a pot-shaped cylinder and a piston which is axially moveable in the pot-shaped cylinder, **characterized in that** a lifting element (22) is provided which is mounted so as to be axially moveable between the pot-shaped cylinder (16) and a head part (31) which is operatively connected to the piston (17), a seal being provided between the cylinder (16) and the lifting element (22) and between the lifting element (22) and the head part (31).
2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** a first elastic sealing element (23) is provided as a seal between the lifting element (22) and the cylinder (16), and a second elastic sealing element (24) is provided as a seal between the lifting element (22) and the head part (31).
3. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** a stepped bellows (53) is provided as a seal, said stepped bellows (53) having a first elastic sealing section (54) and a second elastic sealing section (55) which are integrally connected to one another by means of a shoulder (56) which is embodied as a lifting element (22).
4. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the first elastic sealing element (23) and the second elastic sealing element (24) are each embodied as a bellows having one or more corrugations (27).
5. Fuel injection valve according to one of Claims 2 or 3, **characterized in that** the head part (31) is operatively connected to the piston (17) by means of a piston rod (19).
6. Fuel injection valve according to one of Claims 2 or 3, **characterized in that** the first elastic sealing element (23) and the second elastic sealing element (24) or the stepped bellows (53) are produced from steel.
7. Fuel injection valve according to one of Claims 2 or 3, **characterized in that** the first elastic sealing element (23) or the first elastic sealing section (54) has between three and eight corrugations.
8. Fuel injection valve according to one of Claims 2 or 3, **characterized in that** the second elastic sealing element (24) or the second elastic sealing section

(55) has between three and twelve corrugations.

9. Fuel injection valve according to one of Claims 2 or 3, **characterized in that** a spring element (33) is arranged between the lifting element (22) and the head part (31).
10. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the lifting element (22) has a guide section (30) which is axially guided along the piston rod (19) and/or along the cylinder (16).
11. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized in that** the lifting element (22) is formed in the shape of a cover.
12. Fuel injection valve according to one of Claims 2 or 3, **characterized in that** a coupler gap (38) is provided between the cylinder (16) and the piston (17), and a compensating gap (43) is provided between the lifting element (22) and the pot-shaped cylinder (16), the coupler gap (38) and the equalizing gap (43) being flow-connected by means of at least one throttle element (45).

#### Revendications

1. Injecteur de carburant, en particulier pour l'injection directe de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant un coupleur hydraulique qui présente un vérin en forme de pot et un piston axialement mobile dans le vérin en forme de pot, **caractérisé en ce qu'** on prévoit un élément de levage (22) logé de façon mobile axialement entre le vérin (16) en forme de pot et une pièce de tête (31) en liaison active avec le piston (17), une garniture d'étanchéité étant prévue entre le vérin (16) et l'élément de levage (22) et entre l'élément de levage (22) et la pièce de tête (31).
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** on prévoit un premier élément d'étanchéité élastique (23) comme garniture d'étanchéité entre l'élément de levage (22) et le vérin (16) et un deuxième élément d'étanchéité élastique (24) comme garniture d'étanchéité entre l'élément de levage (22) et la pièce de tête (31).
3. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** on prévoit comme garniture d'étanchéité un boudin ondulé étagé (53) qui présente un premier segment d'étanchéité élastique (54) et un second segment d'étanchéité élastique (55) reliés l'un à l'autre d'un seul tenant par un épaulement (56) conçu en forme

d'élément de levage (22).

4. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le premier élément d'étanchéité élastique (23) et le second élément d'étanchéité élastique (24) présentent la forme d'un boudin ondulé avec une ou plusieurs ondulations (27).
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la pièce de tête (31) est reliée de façon active au piston (17) par une tige de piston (19).
6. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le premier élément d'étanchéité élastique (23) et le second élément d'étanchéité élastique (24) ou le boudin ondulé étagé (53) sont fabriqués en acier.
7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le premier élément d'étanchéité élastique (23) ou le premier segment d'étanchéité élastique (54) présente un nombre d'ondulations compris entre trois et huit.
8. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le deuxième élément d'étanchéité élastique (24) ou le deuxième segment d'étanchéité élastique (55) présente un nombre d'ondulations compris entre trois et douze.
9. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'** un élément de ressort (33) est disposé entre l'élément de levage (22) et la pièce de tête (31).
10. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'élément de levage (22) présente un talon de guidage (30) qui est guidé axialement le long de la tige de piston (19) et/ou du vérin (16).
11. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'élément de levage (22) présente la forme d'un couvercle.
12. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'**



on prévoit un interstice de couplage (38) entre le vérin (16) et le piston (17) et un interstice de compensation (43) entre l'élément de levage (22) et le vérin (16) en forme de pot, l'interstice de couplage (38) et l'interstice de compensation (43) étant reliés de façon fluïdique par au moins un élément d'étranglement (45).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

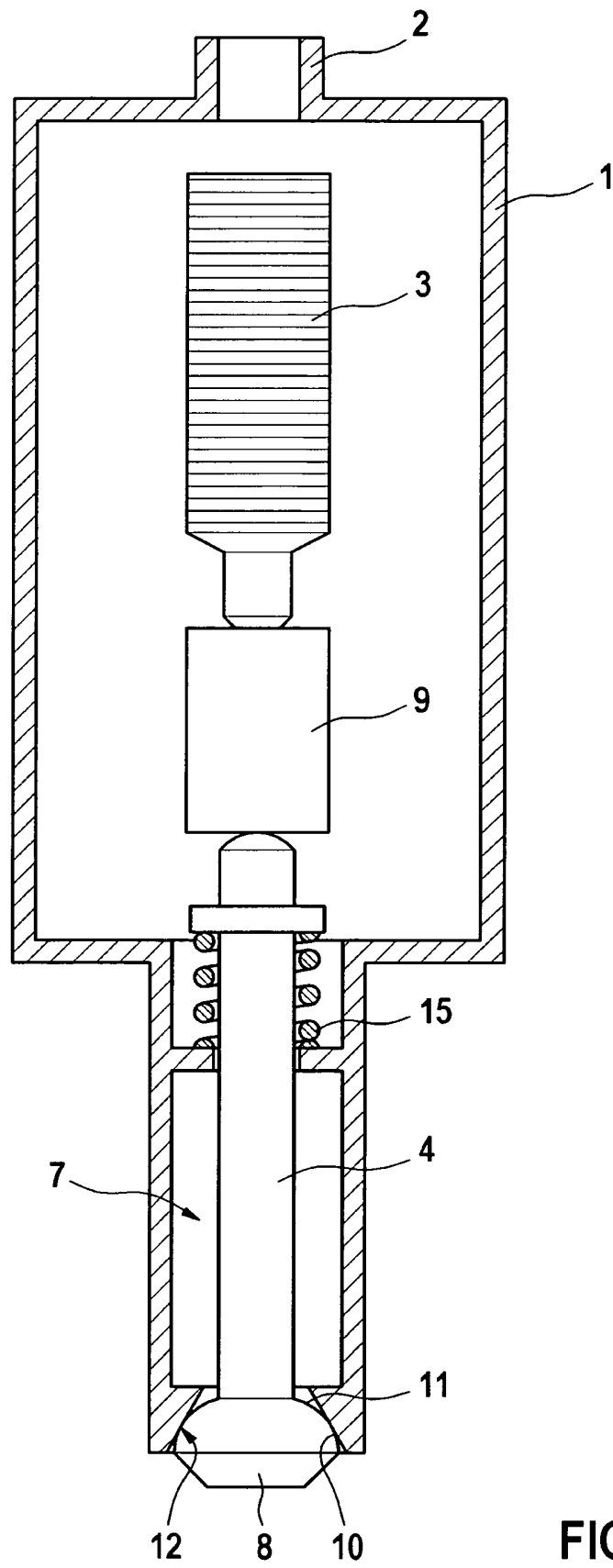
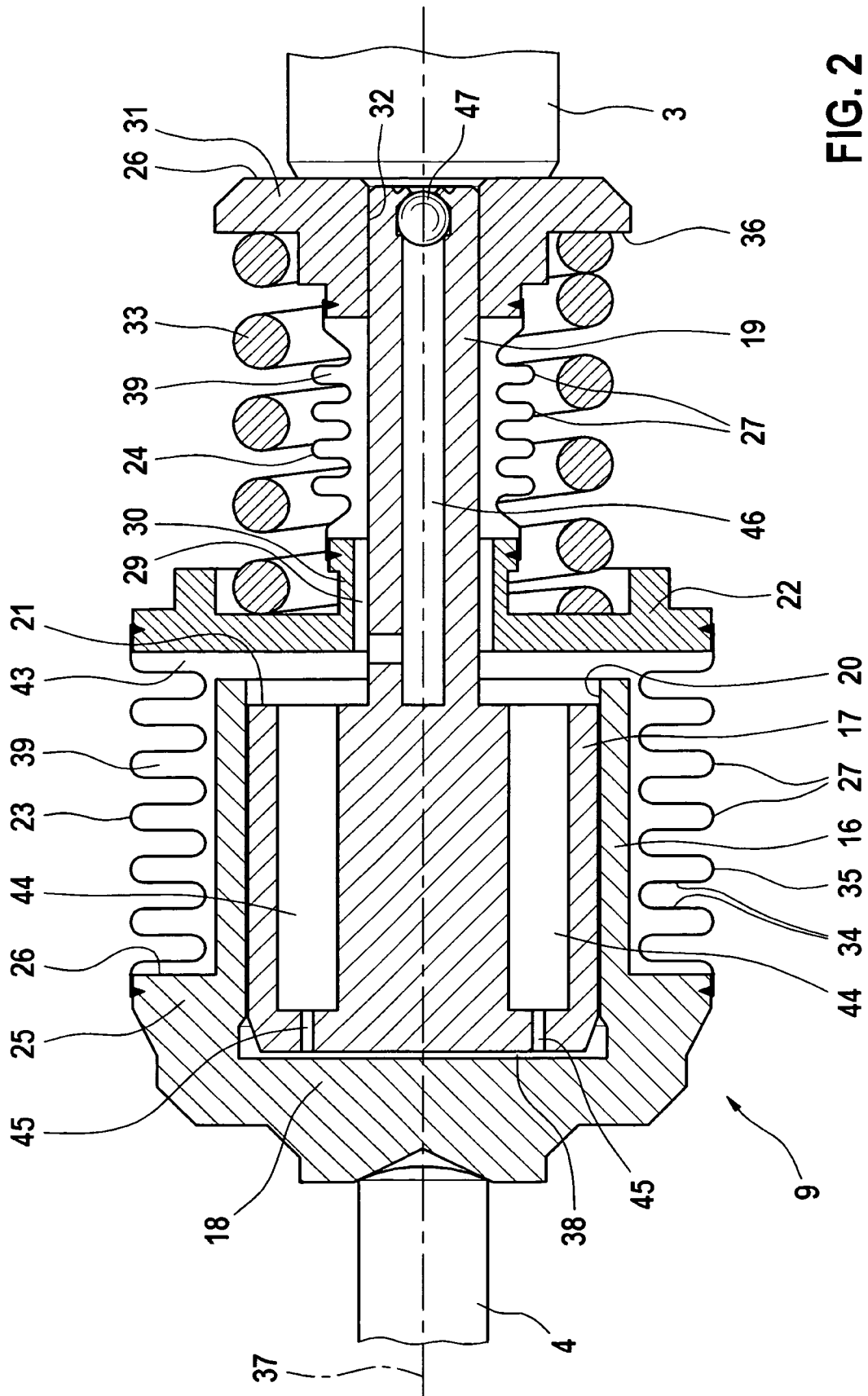


FIG. 1



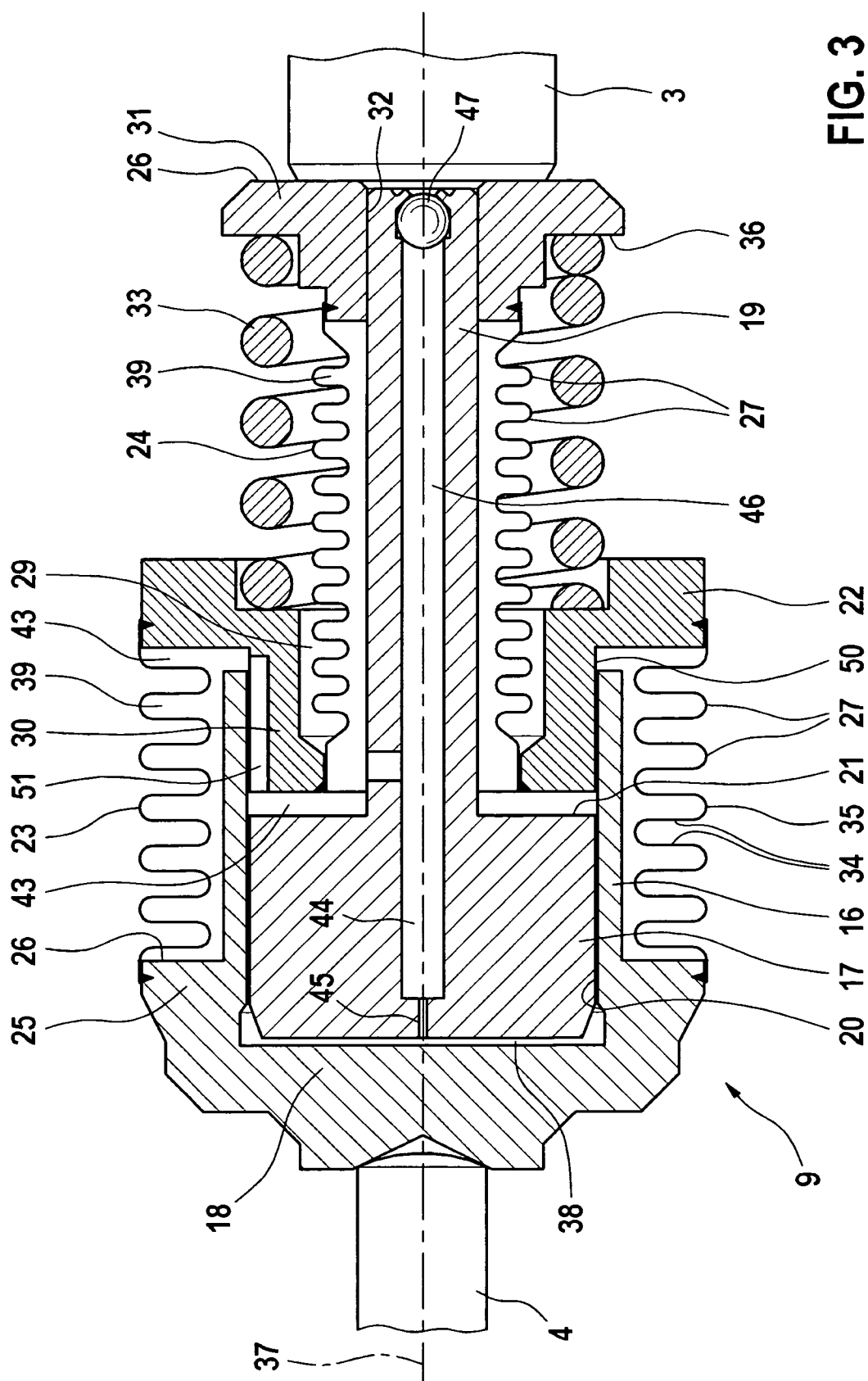


FIG. 3

