

(19)



(11)

**EP 1 519 035 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**14.02.2007 Patentblatt 2007/07**

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

(21) Anmeldenummer: **04104467.8**

(22) Anmeldetag: **15.09.2004**

(54) **Brennstoffeinspritzventil**

Fuel injection valve

Soupape d'injection de combustible

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

(30) Priorität: **17.09.2003 DE 10343017**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.03.2005 Patentblatt 2005/13**

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

(72) Erfinder: **HOHL, Guenther  
70569, Stuttgart (DE)**

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas et al  
Mitscherlich & Partner  
Patent- und Rechtsanwälte  
Postfach 33 06 09  
80066 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 079 099                      WO-A-03/018993  
US-A1- 2002 047 100              US-A1- 2002 139 863  
US-A1- 2003 042 325**

**EP 1 519 035 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.

**[0002]** Beispielsweise ist aus der DE 35 33 085 A1 ein Brennstoffeinspritzventil mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor bekannt, welcher in Wirkverbindung mit einer Ventalnadel steht. Die Ventalnadel weist an ihrem abspritzseitigen Ende einen Ventilschließkörper auf, der mit einer Ventilsitzfläche zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Ein Koppler, welcher zum Ausgleich von Längenänderungen von Bauteilen des Brennstoffeinspritzventils, insbesondere von temperaturbedingten Längenänderungen des Aktors, dient, ist zu strömseitig des Aktormoduls angeordnet. Der Koppler weist zwei gegeneinander axial bewegliche Abschnitte auf, die ineinander greifen und dabei einen Ringspalt und ein Hydraulik-Volumen bilden. Der Ringspalt verbindet das Hydraulik-Volumen mit einem unter einem Vordruck stehenden Ausgleichsraum. Zum Ausgleich von Längenänderungen des Aktors wird das Hydraulikmedium zwischen dem Hydraulik-Volumen und dem Ausgleichsraum ausgetauscht, wobei der Ringspalt als Drosselstelle dient.

**[0003]** Nachteilig bei dem aus der oben genannten Druckschrift bekannten Brennstoffeinspritzventil ist insbesondere, dass der Strömungswiderstand und das hydraulische Verhalten der vom Ringspalt gebildeten Drosselstelle sehr stark von Temperaturschwankungen abhängt. Dies führt beispielsweise bei sehr langen Einspritzzeiten dazu, in denen durch den Koppler sehr viel Hub verloren wird, dass, insbesondere bei tiefen Temperaturen und entsprechend hoher Viskosität des Hydraulikmediums, der Hubverlust in den Einspritzpausen durch Rückbefüllung des Hydraulik-Volumens nicht vollständig ausgeglichen werden kann, bzw. dazu, dass bei hohen Temperaturen der Hubverlust unvorteilhaft schnell erfolgt, auch bei nur kurzer Belastung durch die Aktorbetätigung, wobei der Hubverlust in nur kurzen Betätigungspausen nicht wieder vollständig ausgeglichen werden kann.

**[0004]** US 2002/139863 A1 offenbart ein Brennstoffeinspritzventil, welches einen Körper mit einer Längsachse umfasst, einen sich in der Länge ändernden Aktor, ein Schließelement und eine Ausgleichseinheit, welche an ein zweites Ende des Aktuators gekoppelt ist. Die Ausgleichseinheit ist vorgesehen, um den Aktor hinsichtlich des Körpers des Brennstoffeinspritzventils in Reaktion auf Temperaturänderungen axial zu positionieren. Hierzu ist ein erster Kolben der Ausgleichseinheit an das erste Ende des Aktors gekoppelt und weist eine erste Arbeitsoberfläche auf, welche mit einem Endelement des Gehäuses des Einspritzventils ein erstes Fluidreservoir bildet. Ein zweiter Kolben weist eine zweite äußere Oberfläche auf und ein zweites Fluidreservoir ist zwischen der ersten Arbeitsoberfläche und der zweiten Arbeitsoberflä-

che gebildet. Ein Verbindungsdurchgang verbindet das erste und das zweite Fluidreservoir, um zu ermöglichen, dass Fluid selektiv zwischen der ersten Arbeitsoberfläche des ersten Kolbens und einer zweiten Fläche des ersten Kolbens zirkulieren werden kann.

Vorteile der Erfindung

**[0005]** Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass das Hydraulikmedium, außer über den Ringspalt, zusätzlich durch den Leitungskanal zwischen dem Hydraulik-Volumen und Ausgleichsraum ausgetauscht werden kann. Das hydraulische Verhalten des Kopplers lässt sich so, insbesondere für unterschiedliche Temperaturzustände, leichter einstellen. Die Größe bzw. der Querschnitt, durch welche bzw. welchen Hydraulikmedium zwischen dem Hydraulik-Volumen und dem Ausgleichsraum ausgetauscht werden, kann über ein großes Temperaturband konstant gehalten werden. Der Koppler wird in seinem hydraulischen Verhalten unabhängiger von Temperaturschwankungen.

**[0006]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

**[0007]** In einer ersten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils ist im Leitungskanal eine Drosselöffnung angeordnet, welche im Querschnitt deutlich kleiner ist als der Leitungskanal. Das hydraulische Verhalten des Kopplers kann dadurch weiter vorteilhaft beeinflusst werden.

**[0008]** In einer weiteren Weiterbildung des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils weist der zumindest eine Leitungskanal ein Rückschlagventil auf. Die Rückbefüllung des Hydraulik-Volumens aus dem Ausgleichsraum kann dadurch in noch kürzerer Zeit vollzogen werden. Das hydraulische Verhalten des Kopplers wird dadurch noch unabhängiger von Temperaturschwankungen.

**[0009]** Vorteilhaft ist es zudem, wenn der erste Koppler-Abschnitt eine einseitig geschlossene hohlzylindrische Form bildet in den der zylindrisch ausgebildete zweite Koppler-Abschnitt wenigstens teilweise eingreift und dabei den Spalt bildet. Der Koppler kann dadurch in besonders einfacher Weise aufgebaut werden.

**[0010]** Weiterhin ist es vorteilhaft, den Leitungskanal in zumindest einem der Koppler-Abschnitte anzuordnen. Der Koppler kann dadurch kompakter und einfacher aufgebaut werden.

**[0011]** Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn der erste flexible Abschnitt den ersten Ausgleichsraum wenigstens teilweise begrenzt. Dadurch lässt sich der Koppler besonders einfach aufbauen.

**[0012]** Vorteilhaft ist es zudem, den flexiblen Abschnitt lochscheibenförmig auszubilden. Der Koppler kann dadurch besser in den Betätigungsstrang des Brennstoffe-

inspritzventils integriert werden, da beispielsweise der flexible Abschnitt leicht so am Koppler angeordnet werden kann, daß der flexible Abschnitt nicht in der Betätigungsachse des Betätigungsstrangs liegt. Der flexible Abschnitt läßt sich dadurch sehr einfach herstellen und montieren. Außerdem können die Bewegungen des Aktormoduls direkt auf die Koppler-Abschnitte übertragen werden und die dynamischen Eigenschaften des Brennstoffeinspritzventils werden nur minimal negativ beeinflusst.

**[0013]** In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils sind der Spalt, das Hydraulik-Volumen, der Ausgleichsraum und der Leitungskanal vollständig mit dem, idealerweise aus einem Öl oder einem Gel bestehenden Hydraulikmedium, gefüllt.

Zeichnung

**[0014]** Beispiele mit Teilaspekten der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte schematische axiale Schnittdarstellung durch ein erstes Beispiel eines Brennstoffeinspritzventils mit einem erfindungsgemäßen Teilaspekt und

Fig. 2 eine ausschnittsweise schematische Darstellung eines zweiten Beispiels eines Brennstoffeinspritzventils mit einem erfindungsgemäßen Teilaspekt im Bereich des Kopplers.

Beschreibung der Beispiele

**[0015]** Nachfolgend werden Beispiele mit teilaspekten der Erfindung beispielhaft beschrieben. Übereinstimmende Bauteile sind dabei in den Figuren mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

**[0016]** Ein in Fig. 1 in einer axialen Schnittdarstellung gezeigtes Brennstoffeinspritzventil 1 dient insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine.

**[0017]** In jeweils einem ineinandergreifenden Gehäuseoberteil 4 und einem koaxial dazu angeordneten Gehäuseunterteil 5 sind eine Ventilmadel 8, ein Aktor 2, dessen interne Vorspannung nicht dargestellt ist, ein Düsenkörper 6 und ein hydraulischer Koppler 3 jeweils zueinander koaxial angeordnet. Der Düsenkörper 6 durchgreift von innen mit seinem abströmseitigen Ende das abströmseitige Ende des Gehäuseunterteils 5. Die Ventilmadel 8, welche wiederum den Düsenkörper 6 am abströmseitigen Ende von innen durch eine Abspritzöffnung 12 durchgreift, weist an ihrem abströmseitigen Ende einen Ventilschließkörper 7 auf, welcher mit einer am abspritzseitigen Ende des Düsenkörpers 6 ausgebildeten Ventilsitzfläche 13 zu einem Dichtsitz zusammen-

wirkt.

**[0018]** Der in der unteren Hälfte des Gehäuseoberteils 4 angeordnete Aktor 2 steht mit der Ventilmadel 8 über einen Aktorkopf 10 und ein Zwischenstück 9, welches das Gehäuseoberteil 4 im Bereich des abspritzseitigen Endes des Gehäuseoberteils 4 durchgreift, in Wirkverbindung.

**[0019]** Ein spiralförmiges, um die Ventilmadel 8 umlaufendes erstes Federelement 21 spannt die Ventilmadel 6 entgegen der Abspritzrichtung vor. Das erste Federelement 21 ist dabei zwischen einer im Düsenkörper 6 ausgebildeten Schulter 40 und einem zuströmseitig davon angeordneten, an der Ventilmadel 8 fixierten Flansch 26 eingespannt. Die Federkraft des ersten Federelements 21 zieht den Ventilschließkörper 7 bei dem in diesem Ausführungsbeispiel nach außen öffnenden Brennstoffeinspritzventil 1 in den Dichtsitz.

**[0020]** Der hydraulische Koppler 3 weist im wesentlichen einen ersten Koppler-Abschnitt 23 und einen zylinderförmigen zweiten Koppler-Abschnitt 24 auf. In diesem Ausführungsbeispiel bildet der erste Koppler-Abschnitt 23 eine einseitig, im Gehäuseoberteil 4 eingebrachte, geschlossene Öffnung 41, in die der zweite Koppler-Abschnitt 24 abströmseitig eingreift. Ein zwischen dem Grund der Öffnung 41 und der der Öffnung 41 zugewandten Stirnseite des zweiten Abschnitts 24 befindliches Hydraulik-Volumen 36, ist durch die axiale Verschiebbarkeit des zweiten Koppler-Abschnitts 24 gegenüber dem ersten Koppler Abschnitt 23 variierbar.

**[0021]** Der zweite Koppler-Abschnitt 24 ist im ersten Koppler-Abschnitt 23, bzw. in der Öffnung 41, mit einem Spiel 32, welches beispielsweise zwischen 2 und 10 Mikrometer beträgt und durch einen Spalt 25 erzeugt ist, geführt. Das Verhältnis der minimalen Eingreiftiefe des zweiten Abschnitts 24 zu seinem Durchmesser ist so gewählt, daß sich der zweite Abschnitt 24 in der Öffnung 41 nicht verkanten kann.

**[0022]** Zuströmseitig des Aktors 2 steht der Aktor 2 über einen plattenförmigen, sich zuströmseitig durch eine zweite Stufe 43 nach oben verjüngenden Aktorfuß 11 mit dem abströmseitigen Ende des zweiten Koppler-Abschnitts 24 in Wirkverbindung, wobei der Aktorfuß 11 und der zweite Koppler-Abschnitt 24 fest, beispielsweise stoffschlüssig, verbunden sind. Der Durchmesser des Aktorfußes 11 ist größer als die des zweiten Koppler-Abschnitts 24, wobei beide Bauteile zueinander koaxial angeordnet sind. Ein in diesem Ausführungsbeispiel als Spiralfeder ausgebildetes zweites Federelement 20 umläuft den zweiten Koppler-Abschnitt 24 im Bereich seines abströmseitigen Endes. Das zweite Federelement 20 drückt den Aktorfuß 11 mit einer Vorspannung auf den Aktor 2, wobei sich das zweite Federelement 20 zuströmseitig an einer um die Öffnung 41 umlaufenden ersten Stufe 42 und abströmseitig an der zweiten Stufe 43 abstützt.

**[0023]** Ein in diesem Ausführungsbeispiel wellrohrförmiger, aus Stahl bestehender und elastischer flexibler Abschnitt 27 ist innerhalb des zweiten Federelements 20

angeordnet. Das zuströmseitige Ende des flexiblen Abschnitts 27 ist im Bereich der ersten Stufe 42 hermetisch dicht, beispielsweise durch Schweißen, gefügt. Das abströmseitige Ende des flexiblen Abschnitts 27 ist in der Nähe des Aktorfußes 11 seitlich am zweiten Koppler-Abschnitt 24 hermetisch dicht, beispielsweise durch Schweißen gefügt. Der flexible Abschnitt 27 verschließt den Spalt 25 und begrenzt zusammen mit dem Bereich des abspritzseitigen Endes des zweiten Koppler-Abschnitts 24 einen Ausgleichsraum 14. Der Ausgleichsraum 14 ist durch den Spalt 25 mit dem Hydraulik-Volumen 36 verbunden.

**[0024]** Im zweiten Koppler-Abschnitt 24 ist ein Leitungskanal 15 angeordnet, welcher in diesem Ausführungsbeispiel aus einer mittig, entlang der Längsachse des zweiten Koppler-Abschnitts 24 verlaufende ersten Bohrung 37, einer zur ersten Bohrung 37 mit einem radialen Richtungsanteil verlaufenden zweiten Bohrung 38 und einem Rückschlagventil 16 besteht. Die zweite Bohrung 38 mündet in die erste Bohrung 37. Im Verlauf der ersten Bohrung 37 ist das Rückschlagventil 16 angeordnet, welche einen Rücklauf von Hydraulikmedium vom Hydraulik-Volumen 36 in den Ausgleichsraum 14 durch den Leitungskanal 15 verhindert. Das Rückschlagventil 16 besteht aus einer in diesem Ausführungsbeispiel die erste Bohrung 37 in Richtung Ausgleichsraum 14 konisch verjüngenden Querschnittsverengung 17, einem im geschlossenen Zustand auf der Querschnittsverengung 17 aufliegenden Kugelkörper 18 und einem den Kugelkörper 18 mit einer Vorspannung gegen die Querschnittsverengung 17 drückenden dritten Federelement 19. Der Kugelkörper 18 wird durch das sich am Boden der Öffnung 41 abstützende dritte Federelement 19 so auf die Querschnittsverengung 17 gedrückt, daß der Kugelkörper 18 die Querschnittsverengung 17 im geschlossenen Zustand hermetisch abdichtet. Durch die Vorspannung und die Federkennlinie des dritten Federelements 19, sowie die geometrischen Ausmaße von Kugelkörper 18 und die Querschnittsverengung 17 lassen sich die Öffnungs- und Schließbedingungen des Rückschlagventils 16 einstellen.

**[0025]** In diesem Ausführungsbeispiel sind der Ausgleichsraum 14, der Spalt 25, der Leitungskanal 15 und das Hydraulik-Volumen 36 vollständig mit einem ölartigen, gasfreien und inkompressiblen Hydraulikmedium gefüllt. Der flexible Abschnitt 27 ist durch die Auswahl der Materialien und/oder durch eine Beschichtung diffusionsdicht und beaufschlagt das Hydraulikmedium durch seine Elastizität mit einem Druck.

**[0026]** Wird der Aktor 2 über eine nicht dargestellte elektrische Leitung erregt, so dehnt er sich schnell aus. Da das Hydraulikmedium nicht schnell genug vom Hydraulik-Volumen 36 in den Ausgleichsraum 14 abfließen kann, verhält sich der Koppler 3 sehr hart, wodurch die Längenausdehnung des Aktors 2 fast vollständig auf die Ventilnadel 8 wirkt. Die Ventilnadel 8 wird entgegen der Vorspannkraft des ersten Federelements 21 axial in Abspritzrichtung bewegt. Dadurch öffnet der Dichtsitz und

der über den nur teilweise dargestellten Brennstoffkanal 22 druckbehaftet zugeleitete Brennstoff wird über die Abspritzöffnung 12 in den nicht dargestellten Brennraum abgespritzt.

**[0027]** Langsame Längenänderungen des Aktors 2 werden durch den Austausch von Hydraulikmedium zwischen dem Hydraulik-Volumen 36 und dem Ausgleichsraum 14 ausgeglichen. Insbesondere bei über einen längeren Zeitraum stattfindenden Einspritzintervallen mit langandauernden Aktorerregungen, kommt es bei gewöhnlichen Kopplern zu einem Hubverlust, weil das Hydraulikmedium nicht genügend schnell während der Einspritzpausen vom Ausgleichsraum 14 durch den Spalt 25 in das Hydraulik-Volumen 36 zurückgeführt werden kann. Dies geschieht insbesondere in den Kaltstartphasen. Das Rückschlagventil 16 ist so eingestellt, daß es während solcher Phasen bzw. Zuständen für eine ausreichend schnelle Rückführung des Hydraulikmediums in das Hydraulik-Volumen 36 sorgt, gleichzeitig aber einen Hubverlust durch Austausch von Hydraulikmedium durch den Leitungskanal 15 während der Einspritzintervalle verhindert.

**[0028]** Fig. 2 zeigt eine ausschnittsweise schematische Darstellung eines zweiten Beispiels eines mit einem erfindungsgemäßen Teilaspekt Brennstoffeinspritzventils 1 im Bereich des Kopplers 3, ähnlich dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 1.

**[0029]** Ergänzend zum Beispiel aus Fig. 1, weist der Leitungskanal 15 als erfindungsgemäßer Teilaspekt eine die erste Bohrung 37 und die zweite Bohrung 38 verbindende Drosselöffnung 39 auf, während das aus Fig. 1 bekannte Rückschlagventil 16 nicht dargestellt ist. Durch die geometrische Gestaltung der Drosselbohrung 39 kann das Verhalten des Kopplers 3 beeinflusst werden, wobei die temperaturbedingten Einflüsse weitaus geringer ausfallen als bei dem als Ringspalt ausgebildeten Spalt 25. Der Spalt 25 ist in diesem, wie auch im ersten Ausführungsbeispiel möglichst gering gewählt, um das hydraulische Verhalten des Kopplers 3 möglichst ausschließlich über den Leitungskanal 15, die Drosselöffnung 39, bzw. das Rückschlagventil 16 zu beeinflussen.

**[0030]** Der Aktor 2 stützt sich auf dem Hydraulik-Volumen 36 ab. Das Hydraulik-Volumen 36 ist möglichst unbelastet gekammert. Über den Spalt 25 kann langsam, über längere Zeit Hydraulikmedium zu- und abfließen, um temperaturbedingte Längenänderungen, insbesondere des Aktors 2 auszugleichen, wobei bei kurzzeitiger Betätigung des Aktors 2 es durch den Koppler 3 zu einem unerwünschten Hubverlust kommt, der minimiert werden muß. Die Leckage durch den relativ engen Spalt 25 ist stark von der Viskosität des Hydraulikmediums abhängig und diese wiederum stark temperaturabhängig. Die Leckage erfolgt durch den Spalt 25 in den elastisch gekammerten Ausgleichsraum 14, durch den flexiblen Abschnitt 27, der beispielsweise auch als Wellbalg ausgeführt sein kann. Das zweite Federelement 20 sorgt dafür, daß das Hydraulik-Volumen 36 nach Ende der Einspritzung, bzw. nach entsprechenden temperaturbedingten Längenän-

derungen von Bauteilen, wieder befüllt wird. Der Koppler 3 ist ein geschlossenes System, dessen Hydraulik-Volumen 36 langsamen temperaturbedingten Längenänderungen folgt und bei kurzzeitiger Last sich möglichst wenig ändert, bzw. schnell wieder füllt.

**[0031]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt und kann z. B. auch für nach innen öffnende Brennstoffeinspritzventile verwendet werden.

### Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem piezoelektrischen, elektrostriktiven oder magnetostriktiven Aktor (2), und einem mit dem Aktor (2) in Wirkverbindung stehenden Ventilschließkörper (7), der mit einer Ventilsitzfläche (13) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, und einem Koppler (3), der einen ersten Koppler-Abschnitt (23) und einen zweiten Koppler-Abschnitt (24) aufweist, wobei die beiden Koppler-Abschnitte (23, 24) gegeneinander beweglich sind und miteinander über ein in einem Hydraulik-Volumen (36) befindliches Hydraulikmedium in Wirkverbindung stehen, zumindest einer der Koppler-Abschnitte (23, 24) mit einem Spiel (32), das durch einen Spalt (25) erzeugt ist, geführt ist und das Hydraulik-Volumen (36) mit zumindest einem Ausgleichsraum (14) über den Spalt (25) in Verbindung steht, wobei ein baulich vom Spalt (25) getrennter Leitungskanal (15) das Hydraulik-Volumen (36) mit dem zumindest einen Ausgleichsraum (14) verbindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leitungskanal (15) in zumindest einem der Koppler-Abschnitte (23, 24) ausgebildet ist, **dass** der Leitungskanal (15) aus einer ersten Bohrung (37) und einer zweiten Bohrung (38) besteht, die über eine Drosselöffnung (39) verbunden sind, welche im Querschnitt deutlich kleiner ist als der übrige Querschnitt des Leitungskanals (15), und wobei im Verlauf der ersten Bohrung (37) ein Rückschlagventil (16) angeordnet ist.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (16) im Verlauf des Leitungskanals (15) angeordnet ist und eine Querschnittsverengung (17) aufweist, auf die ein Kugelförper (18) durch ein Federelement (19) mit einer Vorspannung hydraulisch dichtend gedrückt wird.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, , **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsverengung (17) den Leitungskanal (15) in Richtung auf den zumindest einen Aus-

gleichsraum (14) verengt.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (19) spiralförmig ausgebildet ist.
5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Federelement (19) am ersten Koppler-Abschnitt (23) abstützt.
6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Koppler-Abschnitt (23) eine einseitig geschlossene hohlzylindrische Form bildet, in den der zylindrisch ausgebildete zweite Koppler-Abschnitt (24) wenigstens teilweise eingreift und dabei den Spalt bildet.
7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein flexibler Abschnitt (27) den Ausgleichsraum (14) wenigstens teilweise begrenzt.
8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der flexible Abschnitt (27) lochscheibenförmig ausgebildet ist.
9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spalt (25), der Ausgleichsraum (14), der Leitungskanal (15) und das Hydraulik-Volumen (36) vollständig mit dem Hydraulikmedium gefüllt sind.
10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hydraulikmedium ein Öl oder Gel ist.

### Claims

1. Fuel injection valve (1), in particular for directly injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, having a piezoelectric, electrostrictive or magnetostrictive actuator (2), and having a valve closing body (7) which is operatively connected to the actuator (2) and interacts with a valve seat face (13) to form a sealing seat, and having a coupler (3) which has a first coupler section (23) and a second coupler section (24), the two coupler sections (23, 24) being moveable towards one another

and being operatively connected to one another by means of a hydraulic medium situated in a hydraulic volume (36), at least one of the coupler sections (23, 24) being guided with play (32) generated by a gap (25), and the hydraulic volume (36) being connected to at least one equalizing space (14) via the gap (25), a line duct (15), which is structurally separate from the gap (25), connecting the hydraulic volume (36) to the at least one equalizing space (14),

**characterized**

**in that** the line duct (15) is formed in at least one of the coupler sections (23, 24),

**in that** the line duct (15) comprises a first bore (37) and a second bore (38) which are connected via a throttle opening (39) which, in cross section, is considerably smaller than the rest of the cross section of the line duct (15), and a non-return valve (16) being arranged in the course of the first bore (37).

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized**  
**in that** the non-return valve (16) is arranged in the course of the line duct (15) and has a cross-sectional constriction (17) against which a spherical body (18) is pressed in a hydraulically sealing manner under preload by means of a spring element (19).
3. Fuel injection valve according to Claim 2, **characterized**  
**in that** the cross-sectional constriction (17) narrows the line duct (15) in the direction of the at least one equalizing space (14).
4. Fuel injection valve according to Claim 2 or 3, **characterized**  
**in that** the spring element (19) is spiral-shaped.
5. Fuel injection valve according to one of Claims 2 to 4, **characterized**  
**in that** the spring element (19) is supported on the first coupler section (23).
6. Fuel injection valve according to one of the preceding claims, **characterized**  
**in that** the first coupler section (23) is formed by a hollow cylindrical shape which is closed at one side and into which the cylindrically-formed second coupler section (24) at least partially engages and thereby forms the gap.
7. Fuel injection valve according to one of the preceding claims, **characterized**  
**in that** a flexible section (27) at least partially delimits the equalizing space (14).
8. Fuel injection valve according to Claim 7,

**characterized**

**in that** the flexible section (27) is embodied in the form of a perforated plate.

- 5 9. Fuel injection valve according to one of the preceding claims, **characterized**  
**in that** the gap (25), the equalizing space (14), the line duct (15) and the hydraulic volume (36) are completely filled with the hydraulic medium.
- 10 10. Fuel injection valve according to one of the preceding claims, **characterized**  
**in that** the hydraulic medium is an oil or a gel.

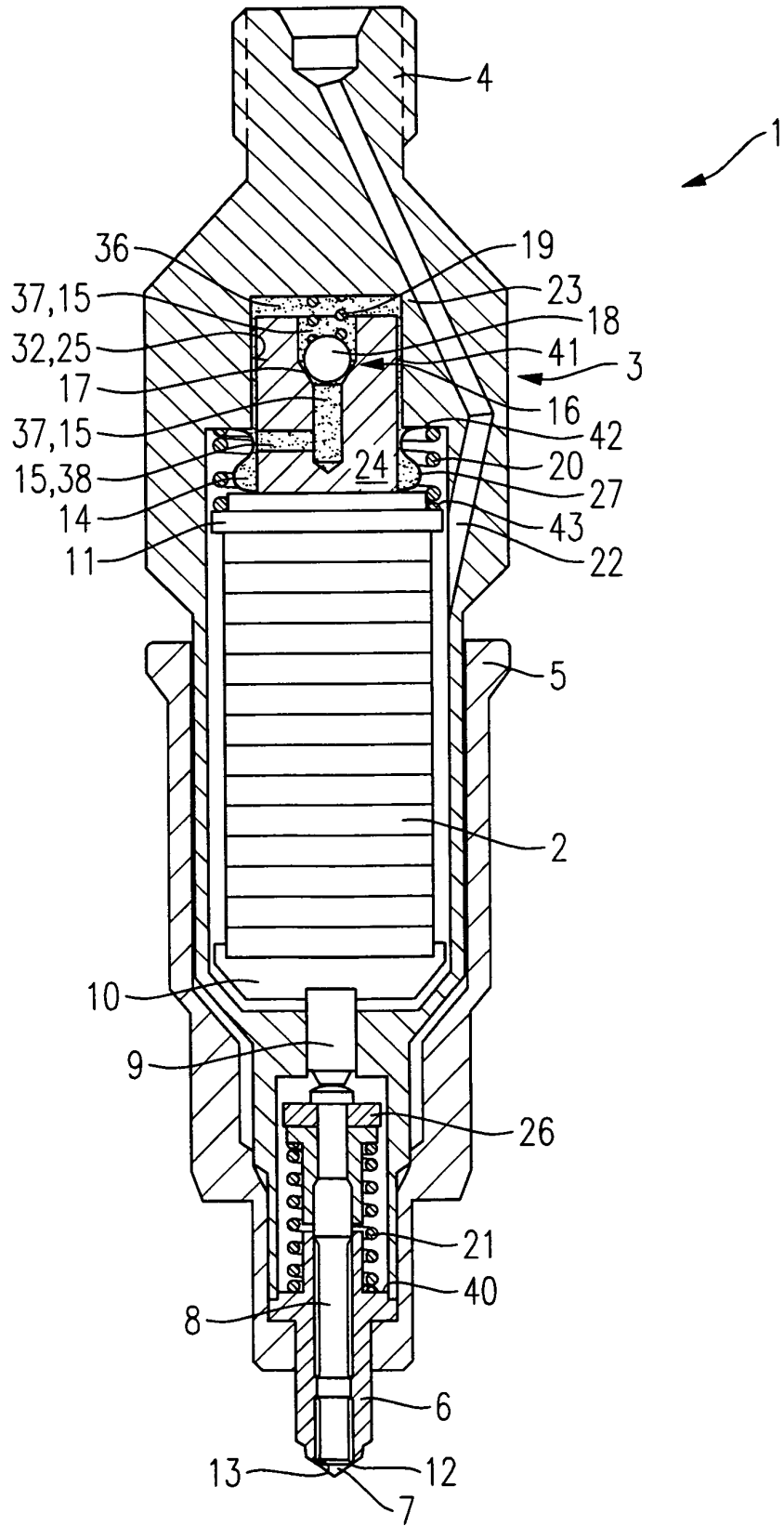
**Revendications**

- 20 1. Injecteur de carburant (1), en particulier pour l'injection directe de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, avec un actionneur (2) piézoélectrique, électrostrictif ou magnétostrictif et un obturateur de soupape (7) en liaison active avec l'actionneur (2), et coopérant avec une surface du siège de soupape (13) pour constituer un siège étanche, et avec un coupleur (3) composé d'un premier segment de coupleur (23) d'un deuxième segment de coupleur (24), les deux segments de coupleur (23, 24) étant mobiles l'un vis-à-vis de l'autre et en liaison active l'un avec l'autre au moyen d'un fluide hydraulique situé dans un volume hydraulique (36), dont au moins un des segments de coupleur (23, 24) est guidé avec un jeu réalisé par une fente (25) mettant le volume hydraulique (36) en liaison active avec au moins une chambre de compensation (14) alors qu'un canal de communication (15), dont la construction est séparée de la fente (25), relie le volume hydraulique (36) à au moins une chambre de compensation (14),
- 25 **caractérisé en ce que**  
le canal de communication (15) est formé dans au moins l'un des segments de coupleur (23, 24), et le canal de communication (15) est constitué d'un premier perçage (37) et d'un deuxième perçage (38) reliés par une ouverture d'étranglement (39) dont la section transversale est nettement inférieure à la section transversale restante du canal de communication (15), avec un clapet anti-retour (16) dans le passage du premier perçage (37).
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55 2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**  
le clapet anti-retour (16) disposé dans le passage du canal de communication (15) comporte un rétrécissement (17) de la section transversale, sur lequel un corps sphérique (18) est appuyé de façon hydrauliquement étanche avec une précontrainte par un

élément formant ressort (19).

3. Injecteur de carburant selon la revendication 2,  
**caractérisé en ce que** 5  
le rétrécissement (17) de la section transversale rétrécit le canal de communication (15) en direction d'au moins une chambre de compensation (14).
4. Injecteur de carburant selon la revendication 2 ou 3,  
**caractérisé en ce que** 10  
l'élément formant ressort (19) est hélicoïdal.
5. Injecteur de carburant selon l'une des revendications 2 à 4,  
**caractérisé en ce que** 15  
l'élément formant ressort (19) s'appuie contre le premier segment de coupleur (23).
6. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, 20  
**caractérisé en ce que**  
le premier segment de coupleur (23) a une forme cylindrique creuse fermée d'un côté, dans laquelle le deuxième segment de coupleur (24) cylindrique s'engage au moins en partie et forme ainsi la fente. 25
7. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce qu'**  
un segment flexible (27) limite au moins en partie la chambre de compensation (14). 30
8. Injecteur de carburant selon la revendication 7,  
**caractérisé en ce que**  
le segment flexible (27) est en forme de disque perforé. 35
9. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que** 40  
la fente (25), la chambre de compensation (14), le canal de communication (15) et le volume hydraulique (36) sont complètement remplis du fluide hydraulique. 45
10. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
le fluide hydraulique est une huile ou un gel. 50

55



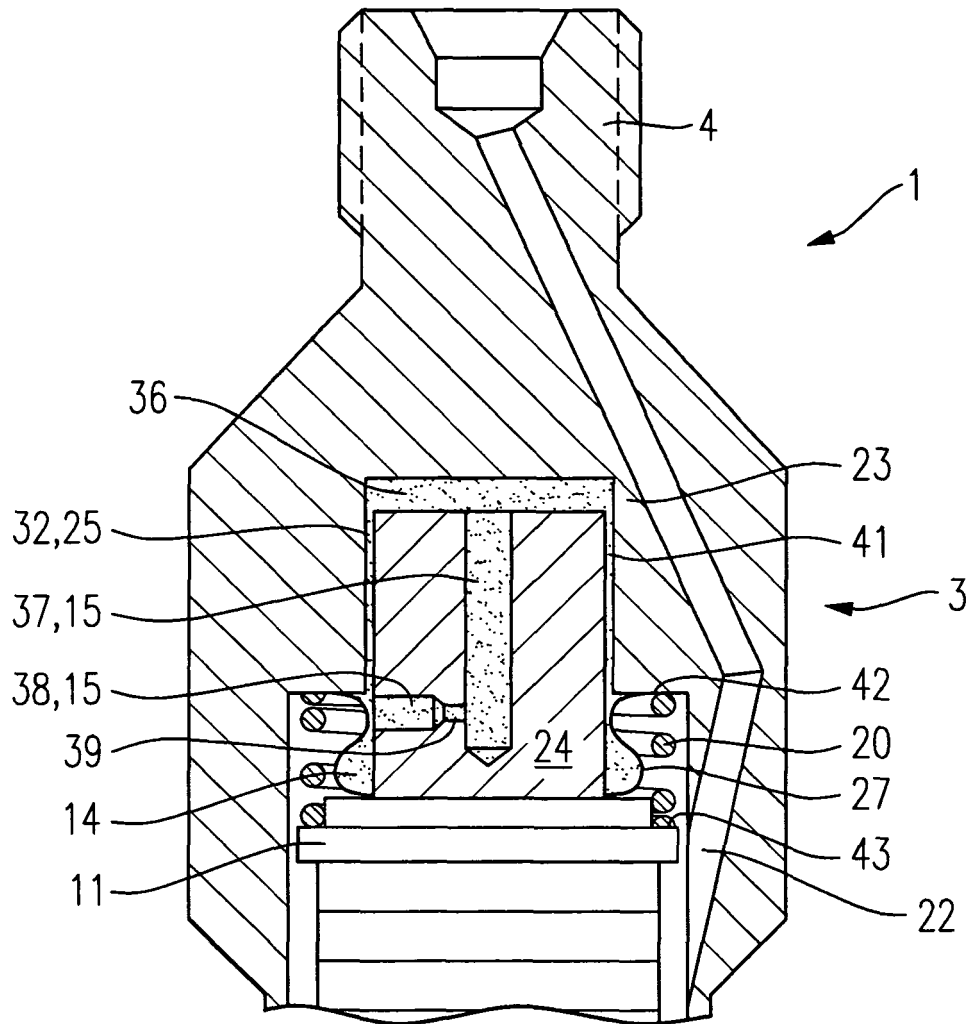


Fig. 2