

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 491 760 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.09.2006 Patentblatt 2006/39**

(51) Int Cl.:  
**F02M 61/20** <sup>(2006.01)</sup> **F02M 51/06** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **04009262.9**

(22) Anmeldetag: **20.04.2004**

(54) **Brennstoffeinspritzventil**

Fuel injector

Soupape d'injection de carburant

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

(30) Priorität: **25.06.2003 DE 10328573**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.12.2004 Patentblatt 2004/53**

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

(72) Erfinder: **Schmieder, Dietmar**  
**71706 Markgroeningen (DE)**

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas et al**  
**Mitscherlich & Partner,**  
**Patent- und Rechtsanwälte,**  
**Sonnenstrasse 33**  
**80331 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 079 099** **EP-A- 1 111 230**  
**WO-A-03/048559** **DE-A- 10 039 543**  
**DE-A- 10 129 375** **DE-A- 10 141 136**  
**DE-A- 10 159 749** **US-A- 4 725 002**  
**US-A- 5 896 845** **US-A1- 2002 153 429**  
**US-B1- 6 467 460** **US-B1- 6 478 013**  
**US-B1- 6 626 373** **US-B1- 6 712 289**

**EP 1 491 760 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]** Aus der DE 199 54 537 A1 ist ein Brennstoffeinspritzventil mit einem Betätigungsstrang mit einem Aktor, einer Ventilnadel, einer hydraulischen Umsetzeinrichtung und einer Rückstellfeder, die einen Ventilschließkörper betätigen, bekannt. Die Umsetzeinrichtung dient der Umsetzung eines kleinen Aktorhubs auf einen größeren Ventilnadelhub und zum Ausgleich von unterschiedlichen, temperaturbedingten Längenänderungen von Bauteilen. Abströmseitig und zuströmseitig des Aktors ist jeweils zumindest ein flexibler Abschnitt angeordnet, der Relativbewegungen der Ventilnadel gegenüber dem Aktor oder anderen Bauteilen ausgleicht und Brennstoff vom Aktor fernhält. Durch die wellrohrförmige Ausbildung der flexiblen Abschnitte soll verhindert werden, daß die einseitig von Brennstoff mit Brennstoffdruck beaufschlagten flexiblen Abschnitte axiale Kräfte am Betätigungsstrang ausüben.

**[0003]** Nachteilig an diesem bekannten Stand der Technik ist, daß die als Dichtung wirkenden flexiblen Abschnitte sehr aufwendig hergestellt werden müssen, um eine befriedigende Dauerfestigkeit zu erreichen. Um den radial wirkenden Kräften des Brennstoffdrucks standzuhalten, müssen sie jedoch auch eine entsprechende radiale Steifigkeit aufweisen. Diese radiale Steifigkeit erhöht den Fertigungsaufwand und die Fertigungskosten weiter und wirkt auf die Ventildynamik, durch die einhergehende axiale Steifigkeit, unvorteilhaft. Der Bauraum solcher Dichtungen und die vom Brennstoffdruck beaufschlagte Oberfläche ist erhöht.

### Vorteile der Erfindung

**[0004]** Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß auf unvorteilhaft große, fehleranfällige, die Ventildynamik negativ beeinflussende und aufwendig hergestellte flexible Abschnitte bzw. Dichtungen verzichtet werden kann. Der Herstellungsaufwand des Brennstoffeinspritzventils ist dadurch wesentlich reduziert, die Baugröße kann ohne funktionelle Einbußen verringert werden und die Zuverlässigkeit des Brennstoffeinspritzventils ist erhöht. Darüber hinaus können die in entgegengesetzten axialen Richtungen wirkenden Kräfte des Brennstoffdrucks vorteilhaft zur Unterstützung oder Übernahme von Funktionsvorgängen im Brennstoffeinspritzventil genutzt werden.

**[0005]** Insbesondere kann ein den Aktor alleinig vorspannendes Federelement, das beispielsweise als Rohrfeder um den Aktor verläuft, mit geringerer Vorspannkraft dimensioniert werden oder ggf. ganz entfallen. Das Aktormodul kann damit einfacher aufgebaut und montiert

werden.

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

**[0007]** In einer ersten Weiterbildung weist der Betätigungsstrang einen hydraulischen Koppler zum Ausgleich von temperaturbedingten Längenänderungen des Aktors und/oder anderer Bauteile und/oder zur Hubumsetzung auf, wobei der Koppler in einer weiteren Weiterbildung zuströmseitig des Aktors angeordnet ist. Das Brennstoffeinspritzventil kann dadurch besonders zuverlässig gestaltet und einfach aufgebaut werden. Insbesondere kann so der Kopplerzylinder in besonders einfacher Weise beispielsweise im Ventilgehäuse angeordnet werden.

**[0008]** Weist der hydraulische Koppler einen Ausgleichsraum, einen Leckagespalt und einen Membranraum auf, wobei der Leckagespalt den Ausgleichsraum mit dem Membranraum verbindet, so ist der hydraulische Koppler in besonders einfache Weise aufgebaut.

**[0009]** Vorteilhafterweise ist der hydraulische Koppler vollständig mit einem Hydraulikmedium gefüllt und ein dritter flexibler Abschnitt trennt bzw. dichtet das Hydraulikmedium von Brennstoff ab. Der Koppler kann dadurch insbesondere langlebiger und zuverlässiger gestaltet werden, da die Eigenschaften des Hydraulikmedium weitgehend unabhängig von der Wahl des Brennstoffes gewählt werden können. Dadurch können beispielsweise die Viskosität und die Schmiereigenschaften des Hydraulikmediums frei gewählt werden.

**[0010]** Vorteilhafterweise ist der dritte flexible Abschnitt so gestaltet, daß er den an ihm einseitig anliegenden Brennstoffdruck zum größten Teil an das Hydraulikmedium überträgt. Der Brennstoffdruck kann so in besonders einfacher und vorteilhafterweise dazu benutzt werden, den Ausgleichsraum mit Hydraulikmedium gefüllt zu halten.

**[0011]** In einer weiteren Weiterbildung sind die flexiblen Abschnitte lochplattenförmig und im Querschnitt im wesentlichen U-förmig ausgebildet. Die Flexibilität wird dadurch gesteigert, die flexiblen Abschnitte können dadurch einfacher gefügt werden und sind einfach herzustellen.

**[0012]** Greift der Betätigungsstrang durch zumindest einen der flexiblen Abschnitte, so kann das Brennstoffeinspritzventil besonders kompakt hergestellt werden.

**[0013]** Vorteilhafterweise stehen die einzelnen flexible Abschnitte über Flansche mit dem Betätigungsstrang in Verbindung. Die flexible Abschnitte können dadurch besonders einfach mit dem Betätigungsstrang verbunden werden. Insbesondere die Sicherheit und Langlebigkeit der Fügeverbindung zwischen den flexiblen Abschnitten und dem Betätigungsstrang, sowie die Montagefreundlichkeit der flexiblen Abschnitte, ist dadurch gesteigert.

**[0014]** Vorteilhafterweise sind der erste flexible Abschnitt und der zweite flexible Abschnitt so angeordnet, daß der mittel- und unmittelbar auf den Ventilschließkörper

per wirkende Brennstoffdruck sich kräftemäßig, in axialer Richtung des Betätigungsstrangs, aufhebt. Durch den dadurch erzielten hydraulischen Kraftausgleich kann insbesondere die Federkraft einer auf den Betätigungsstrang wirkende Vorspannfeder wesentlich kleiner gewählt werden. Durch die verringerte Federkraft der entgegen der Bestätigungsrichtung des Aktors wirkenden Vorspannfeder kann ein kleinerer und kostengünstigerer Aktor verwendet werden. Der Leistungsbedarf des Aktors ist verringert und die Wärmeentwicklung im Aktor und im Steuergerät sind vermindert.

**[0015]** Durch die auf den Koppler wirkende verringerte Federkraft kann der Koppler auch in Kaltstartphasen, bei denen in der Regel die Ventilöffnungszeiten verlängert sind, sehr schnell temperaturbedingte Längenausdehnungen kompensieren, wodurch auch eine Kaltstartphasen mit reduziertem Brennstoffdruck ermöglicht wird.

#### Zeichnung

**[0016]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich des Aktorkopfs.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0017]** Das in Fig. 1 schematisch dargestellte erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil 1 ist insbesondere als Brennstoffeinspritzventil 1 für Brennstoffeinspritzanlagen für gemischverdichtende, fremdgezündete Brennkraftmaschinen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine geeignet.

**[0018]** Das Brennstoffeinspritzventil 1 umfaßt insbesondere einen piezoelektrischen, magnetostriktiven oder elektrostriktiven Aktor 2, welcher in einem Aktormodul 22 angeordnet ist. Der Aktor 2 bzw. das Aktormodul 22 ist Bestandteil eines Bestätigungsstrangs, der in diesem Ausführungsbeispiel außerdem einen zuströmseitig des Aktormoduls 22 angeordneten hydraulischen Koppler 3 und eine abströmseitig des Aktormoduls 22 angeordnete Ventilnadel 4 aufweist. Das Aktormodul 22, der hydraulische Koppler 3 und die Ventilnadel 4 sind in einem Ventilgehäuses 6 koaxial angeordnet. Das Ventilgehäuses 6 weist an seinem abströmseitigen Ende einen Düsenkörper 5 auf, durch welchen die Ventilnadel 4 koaxial greift und an dessen abströmseitigen Ende ein einstückig mit dem Düsenkörper 5 ausgebildeter Ventilsitzkörper 10 mit einer Abspritzöffnung 7 angeordnet ist. Ei-

ne am Ventilsitzkörper 10 ausgebildete Ventilsitzfläche 9 wirkt mit einem am abspritzseitigen Ende der Ventilnadel 4 ausgebildeten Ventilschließkörper 8 zu einem Dichtsitz zusammen. Das Brennstoffeinspritzventil 1 öffnet nach außen.

**[0019]** Zuströmseitig weist das Ventilgehäuses 6 ein Ventiloberteil 33 auf. Das Ventiloberteil 33 liegt auf dem zuströmseitigen Ende des Ventilgehäuses 6 hermetisch dicht mit einer ersten Schulter 34 auf, ist dort mit dem Ventilgehäuses 6 beispielsweise stoffschlüssig gefügt, und greift mit seinem abströmseitigen Ende in das Ventilgehäuses 6 ein. Koaxial im Ventiloberteil 33 ausgebildet befindet sich ein zum Aktormodul 22 hin geöffneter Kopplerzylinder 23, in den ein Ausgleichskolben 21 eingreift. Seitlich des Ausgleichskolbens 21 befindet sich zwischen dem Ausgleichskolbens 21 und dem Kopplerzylinder 23 ein Leckagespalt 24. Der Leckagespalt 24 verbindet einen oben zwischen dem Kopplerzylinder 23 und dem Ausgleichskolbens 21 gebildeten Ausgleichsraum 31 und einen unten, zum Aktormodul 22 hin orientierten Membranraum 32. Der Membranraum 32 wird durch einen dritten flexiblen Abschnitt 28 abströmseitig abgeschlossen bzw. abgedichtet.

**[0020]** Der in diesem Ausführungsbeispiel membranartige und lochplattenförmige dritte flexible Abschnitt 28 ist im Bereich des Außenumfangs mit dem in das Aktorgehäuses 6 eingreifenden abströmseitigen Ende des Ventiloberteils 33 unterhalb einer durchmesserreduzierenden zweiten Schulter 35 hermetisch dicht, beispielsweise durch Schweißen oder andere stoffschlüssigen Fügeverfahren, gefügt. Im Bereich seines Innenumfangs ist der dritte flexible Abschnitt 28 an dem sich zum Aktormodul 22 hin verjüngenden, den dritten flexiblen Abschnitt 28 durchgreifenden Ausgleichskolben 21 hermetisch dicht und stoffschlüssig gefügt. In radialer Richtung weist der aus Stahl oder einer Stahllegierung bestehende dritte flexible Abschnitt 28 im Querschnitt einen U-förmigen, bzw. wellenförmigen Verlauf auf. Der dritte flexible Abschnitt 28 wird dadurch nicht auf Zug, sondern vorteilhafterweise auf Biegung beansprucht.

**[0021]** Der Kopplerzylinder 23, der Ausgleichskolben 21, der Ausgleichsraum 31, der Leckagespalt 24 und der Membranraum 32 bilden in diesem Ausführungsbeispiel den hydraulischen Koppler 3. Der hydraulischen Koppler 3, bzw. der Ausgleichsraum 31, der Leckagespalt 24 und der Membranraum 32 sind vollständig mit einem Hydraulikummedium 30 gefüllt. Das Hydraulikummedium 30 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein gut wärmeleitendes und hochviskoses Öl.

**[0022]** Im Ventiloberteil 33 verlaufen ein elektrischer Anschluß 15 und ein Brennstoffeinlaß 16, der sich in einen ersten Brennstoffkanal 17 und einen zweiten Brennstoffkanal 18 teilt. Der elektrische Anschluß 15 verläuft im weiteren im Ventilgehäuses 6, um auf Höhe des Aktormoduls 22 in dieses einzutreten.

**[0023]** Im Bereich oberhalb der den Durchmesser des abströmseitigen Endes des Ventiloberteils 33 nach unten reduzierenden zweiten Schulter 35, ist ein lochplatten-

förmiger, im Querschnitt im wesentlichen U-förmig geformter und aus Stahl bestehender erster flexibler Abschnitt 25 mit seinem Außenumfang stoffschlüssig und hermetisch dicht gefügt. Im Bereich des Innenumfangs des ersten flexiblen Abschnitts 25 ist dieser auf der Oberseite eines dritten Flansches 29, der das im Durchmesser verjüngte, abströmseitige Ende des Ausgleichskolbens 21 umschließt, stoffschlüssig und hermetisch dicht verbunden. Der dritte Flansch 29 greift mit seinem abströmseitigen Ende in eine in der Oberseite des Aktormoduls 22 in einem Aktorfuß 13 angeordnete konische Ausnehmung 27 ein, mit der er idealerweise in ständigem Kontakt steht.

**[0024]** Unmittelbar unterhalb der zweiten Schulter 35 und oberhalb des Außenumfangs des dritten flexiblen Abschnitts 28 ist eine zum ersten Brennstoffkanal 17 gehörende Ringnut 36 angeordnet. Im Betrieb des Brennstoffeinspritzventils 1 ist der zwischen dem ersten flexiblen Abschnitt 25 und dem dritten flexiblen Abschnitt 28 befindliche Raum über den ersten Brennstoffkanal 17 vollständig mit Brennstoff gefüllt. Der Brennstoff drückt dabei auf jeweils eine Seite des ersten flexiblen Abschnitts 25 und dritten flexiblen Abschnitts 28. Brennstoffdruck wirkt in dieser Weise auf den im Vergleich zum ersten flexiblen Abschnitt 25 weicheeren, insbesondere dünneren, dritten flexiblen Abschnitt 28 auf das Hydraulikmedium 30. Der zwischen dem dritten flexiblen Abschnitt 28 und dem ersten flexiblen Abschnitt 25 herrschende Brennstoffdruck wirkt außerdem auf den ersten flexiblen Abschnitt 25 so, daß das Aktormodul 22 von oben über den dritten Flansch 29 auf dem Aktorfuß 13 mit einer in Abspritzrichtung wirkenden Vorspannung belastet wird.

**[0025]** Die Ventalnadel 4 wird durch eine Vorspannfeder 11, welche über einen zweiten Flansch 20 an der Ventalnadel 4 angreift, entgegen der Abspritzrichtung vorspannt. Der Ventilschließkörper 8 wird dadurch in den Dichtsitz gezogen und das konisch geformte, zuströmseitige Ende der Ventalnadel 4 wird in eine in einem Aktorkopf 12 angeordnete zweite Ausnehmung 37 gedrückt. Zwischen dem zweiten Flansch 20 und dem zuströmseitigen Ende der Ventalnadel 4 ist ein erster Flansch 19 stoffschlüssig, beispielsweise durch Schweißen, mit der Ventalnadel 4 verbunden. Im Bereich seines Innenumfangs ist ein zweiter flexibler Abschnitt 26 mit der Unterseite des ersten Flansches 19 stoffschlüssig und hermetisch dicht verbunden. Im Bereich des Außenumfangs des zweiten flexiblen Abschnitts 26 ist dieser mit dem Düsenkörper 5 stoffschlüssig und hermetisch dicht verbunden.

**[0026]** In anderen Ausführungsbeispielen kann der zweite flexible Abschnitt 26 im Bereich seines Außenumfangs auch mit dem Ventilgehäuses 6 gefügt sein. Der druckbehaftete in dem zweiten Brennstoffkanal 18 im Ventilgehäuse 6 an dem Aktormodul 22 und der Vorspannfeder 11 vorbeigeführte Brennstoff wird, von unten kommend, die Vorspannfeder 11 und den zweiten Flansch 20 umspülend, an den zweiten flexiblen Abschnitt 26 ge-

führt. Der einseitig auf den zweiten flexiblen Abschnitt 26 wirkende Brennstoffdruck drückt über den ersten Flansch 19 die Ventalnadel 4 in axialer Richtung zum Aktormodul 22 hin, entgegen der Abspritzrichtung.

**[0027]** Ein zum Aktormodul 22 gehörendes Federelement 14 spannt den Aktorfuß 13 gegen den Aktorkopf 12, so daß der Aktor 2 unter Vorspannung steht.

**[0028]** Wird über den elektrischen Anschluß 15 der Aktor 2 angeregt, so dehnt dieser sich in axialer Richtung aus und wirkt über den Aktorfuß 13 auf den Ausgleichskolben 21 ein. Bedingt durch die Schnelligkeit der Bewegung des Aktors 2 und des relativ schmalen Leckagespaltes 24 verhält sich das Hydraulikmedium 30 ähnlich wie ein Festkörper. Die Längenänderungen des Aktors 2 können dadurch fast vollständig auf die Ventalnadel 4 übertragen werden, wodurch der Ventilschließkörper 8 von der Ventilsitzfläche 9 abhebt und Brennstoff in den nicht dargestellten Brennraum der nicht dargestellten Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Bei langsamen Bewegungen des Aktors 2, beispielsweise durch thermische Einflüsse, wird das Hydraulikmedium 30 durch den Leckagespalt 24 in den Membranraum 32 verdrängt, wodurch ein willkürliches Öffnen des Brennstoffeinspritzventils 1 verhindert wird.

**[0029]** Der erste flexible Abschnitt 25 und der zweite flexible Abschnitt 26 sind so dimensioniert und angeordnet, daß sich die axial, mittel- und unmittelbar auf den Ventilschließkörper 8 wirkenden Kräfte des Brennstoffdrucks sich im wesentlichen aufheben. Insbesondere kann das Brennstoffeinspritzventil 1 dadurch bei unterschiedlichen Brennstoffdrücken betrieben werden, ohne das beispielsweise die Federkraft der Vorspannfeder 11 durch aufwendige Maßnahmen adaptiv gestaltet werden muß.

**[0030]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 im Bereich des Aktorkopfs 12, ähnlich dem ersten Ausführungsbeispiel aus Fig. 1. Im Unterschied fehlt der im ersten Ausführungsbeispiel verwendete dritte flexible Abschnitt 28. Der durch den ersten Brennstoffkanal 17 und die Ringnut 36 geleitete Brennstoff füllt in diesem Ausführungsbeispiel den hydraulischen Koppler 3, womit das Hydraulikmedium 30 aus Brennstoff besteht. Der Aufbau des Brennstoffeinspritzventils 1 wird dadurch vereinfacht.

**[0031]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt sondern gilt auch für andere Bauweisen von Brennstoffeinspritzventilen, die unter dem Schutz der Ansprüche liegen.

## Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Betätigungsstrang, der einen piezoelektrischen, elektrostatischen oder magnetostriktiven Aktor (2) aufweist,

- der mit einem Ventilschließkörper (8) in Wirkverbindung steht, der mit einer Ventilsitzfläche (9) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, wobei zumindest ein erster einseitig von dem Brennstoff mit Brennstoffdruck beaufschlagter flexibler Abschnitt (25) zuströmseitig des Aktors (2) und zumindest ein zweiter von dem Brennstoff einseitig mit Brennstoffdruck beaufschlagter flexibler Abschnitt (26) abströmseitig des Aktors (2) angeordnet sind,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der erste flexible Abschnitt (25) und der zweite flexible Abschnitt (26) so angeordnet sind, dass die flexiblen Abschnitte (25, 26) bzw. der auf die flexiblen Abschnitte (25, 26) wirkende Brennstoffdruck auf den Aktor (2) bzw. den Betätigungsstrang entgegengesetzte axiale Kräfte ausüben, wobei die flexiblen Abschnitte (25, 26) im Querschnitt im wesentlichen U-förmig ausgebildet sind.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Betätigungsstrang (2) einen hydraulischen Koppler (3) aufweist.
  3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Koppler (3) zuströmseitig des Aktors (2) angeordnet ist.
  4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der hydraulische Koppler (3) zumindest einen Ausgleichsraum (31), zumindest einen Leckagespalt (24) und einen Membranraum (32) aufweist, wobei der Leckagespalt (24) den Ausgleichsraum (31) mit dem Membranraum (32) verbindet.
  5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der hydraulische Koppler (2) vollständig mit einem Hydraulikmedium (30) gefüllt ist, wobei zumindest ein dritter flexibler Abschnitt (28) das Hydraulikmedium (30) von Brennstoff trennt bzw. abdichtet.
  6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der dritte flexible Abschnitt (28) den Membranraum (32) von Brennstoff abdichtet bzw. trennt.
  7. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5 oder 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der dritte flexible Abschnitt (28) den Brennstoffdruck zum größten Teil an das Hydraulikmedium (30) überträgt.
  8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Hydraulikmedium (30) ein Öl ist.
  9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zumindest einer der flexiblen Abschnitte (25, 26, 28) lochplattenförmig ausgebildet ist.
  10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Betätigungsstrang (2, 3) durch zumindest einen der flexiblen Abschnitte (25, 26, 28) greift.
  11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Innenumfang zumindest einer der flexiblen Abschnitte (25, 26, 28) mit dem Betätigungsstrang (2, 3) stoffschlüssig und hermetisch dicht verbunden ist.
  12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die flexiblen Abschnitte (25, 26, 28) aus Stahl oder einer Stahllegierung bestehen.
  13. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zumindest einer der flexiblen Abschnitte (25, 26, 28) über einen ersten Flansch (19), einen zweiten Flansch (20) oder einen dritten Flansch (29) mit dem Betätigungsstrang (2, 3) in Verbindung steht.
  14. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der erste flexible Abschnitt (25) und der zweite flexible Abschnitt (26) so angeordnet und dimensioniert sind, dass die axialen, mittel- und unmittelbar auf den Ventilschließkörper (8) wirkenden Kräfte des Brennstoffdrucks sich im wesentlichen aufheben.

#### Claims

1. Fuel injection valve (1), in particular for directly injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, having an actuating mechanism which has a piezoelectric, electrostrictive or magnetostrictive actuator (2) which is operatively connected to a valve closing body (8) which interacts with a valve seat face (9) to form a sealing seat, at least one first flexible section (25), which is acted on with

- fuel pressure at one side by the fuel, being arranged at the inflow side of the actuator (2), and at least one second flexible section (26), which is acted on with fuel pressure at one side by the fuel, being arranged at the outflow side of the actuator (2),  
**characterized**  
**in that** the first flexible section (25) and the second flexible section (26) are arranged in such a way that the flexible sections (25, 26), or the fuel pressure acting on the flexible sections (25, 26), exert opposing axial forces on the actuator (2) or actuating mechanism, the flexible sections (25, 26) being substantially U-shaped in cross section.
2. Fuel injection valve according to Claim 1,  
**characterized**  
**in that** the actuating mechanism (2) has a hydraulic coupler (3).
3. Fuel injection valve according to Claim 2,  
**characterized**  
**in that** the coupler (3) is arranged at the inflow side of the actuator (2).
4. Fuel injection valve according to Claim 2 or 3,  
**characterized**  
**in that** the hydraulic coupler (3) has at least one equalizing space (31), at least one leakage gap (24) and a diaphragm space (32), the leakage gap (24) connecting the equalizing space (31) to the diaphragm space (32).
5. Fuel injection valve according to one of Claims 2 to 4,  
**characterized**  
**in that** the hydraulic coupler (3) is completely filled with a hydraulic medium (30), at least one third flexible section (28) separating or sealing off the hydraulic medium (30) from fuel.
6. Fuel injection valve according to Claim 5,  
**characterized**  
**in that** the third flexible section (28) seals off or separates the diaphragm space (32) from fuel.
7. Fuel injection valve according to Claim 5 or 6,  
**characterized**  
**in that** the third flexible section (28) transmits most of the fuel pressure to the hydraulic medium (30).
8. Fuel injection valve according to one of Claims 5 to 7,  
**characterized**  
**in that** the hydraulic medium (30) is an oil.
9. Fuel injection valve according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** at least one of the flexible sections (25, 26, 28) is formed in the manner of a perforated plate.
10. Fuel injection valve according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** the actuating mechanism (2, 3) engages through at least one of the flexible sections (25, 26, 28).
11. Fuel injection valve according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** the inner circumference of at least one of the flexible sections (25, 26, 28) is connected to the actuating mechanism (2, 3) in a cohesive and hermetically sealed manner.
12. Fuel injection valve according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** the flexible sections (25, 26, 28) consist of steel or a steel alloy.
13. Fuel injection valve according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** at least one of the flexible sections (25, 26, 28) is connected to the actuating mechanism (2, 3) by means of a first flange (19), a second flange (20) or a third flange (29).
14. Fuel injection valve according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** the first flexible section (25) and the second flexible section (26) are arranged and dimensioned such that the axial forces of the fuel pressure which act indirectly and directly on the valve closing body (8) substantially cancel one another out.
- Revendications**
1. Injecteur de carburant (1), en particulier pour l'injection directe de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant un système d'actionnement qui présente un actionneur (2) piézoélectrique, électrostrictif ou magnétostrictif en liaison active avec un obturateur de soupape (8) qui coopère avec une surface de siège de soupape (9) pour former un siège d'étanchéité, avec au moins un premier segment flexible (25) sollicité d'un côté par la pression du carburant et disposé en amont de l'actionneur (2) et avec au moins un deuxième segment flexible (26) sollicité d'un côté par la pression du carburant et disposé en aval de l'actionneur (2),  
**caractérisé en ce que**  
le premier segment flexible (25) et le deuxième segment flexible (26) sont disposés pour que les seg-

ments flexibles (25, 26) ou la pression du carburant agissant sur eux exercent sur l'actionneur (2) ou sur le système d'actionnement des forces axiales opposées, les segments flexibles (25, 26) présentant une section transversale pour l'essentiel en forme de U.

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le système d'actionnement (2) présente un coupleur hydraulique (3). 10
3. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le coupleur (3) est disposé en amont de l'actionneur (2). 15
4. Injecteur de carburant selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le coupleur hydraulique (3) présente au moins une chambre de compensation (31), au moins un interstice de fuite (24) et une chambre de membrane (32), l'interstice de fuite (24) reliant la chambre de compensation (31) à la chambre de membrane (32). 20
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le coupleur hydraulique (2) est rempli entièrement avec un fluide hydraulique (30), au moins un troisième segment flexible (28) séparant ou rendant le fluide hydraulique (30) étanche par rapport au carburant. 25
6. Injecteur de carburant selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le troisième segment flexible (28) sépare ou rend la chambre de membrane (32) étanche par rapport au carburant. 30
7. Injecteur de carburant selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le troisième segment flexible (28) transmet la majeure partie de la pression du carburant sur le fluide hydraulique (30). 40
8. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** le fluide hydraulique (30) est une huile. 45
9. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** au moins l'un des segments flexibles (25, 26, 28) se présente sous la forme d'une plaque perforée. 50
10. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, 55

#### **caractérisé en ce que**

le système d'actionnement (2, 3) traverse au moins l'un des segments flexibles (25, 26, 28).

11. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la circonférence intérieure d'au moins un des segments flexibles (25, 26, 28) est reliée au système d'actionnement (2, 3) par complémentarité de matériaux et de manière étanche. 5
12. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les segments flexibles (25, 26, 28) sont en acier ou en alliage d'acier. 10
13. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** au moins un des segments flexibles (25, 26, 28) est en liaison avec le système d'actionnement (2, 3) par une première bride (19), une deuxième bride (20) ou une troisième bride (29). 15
14. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier segment flexible (25) et le deuxième segment flexible (26) sont disposés et dimensionnés de manière à ce que les forces axiales de la pression de carburant agissant indirectement et directement sur l'obturateur de soupape (8) s'annulent mutuellement pour l'essentiel. 20

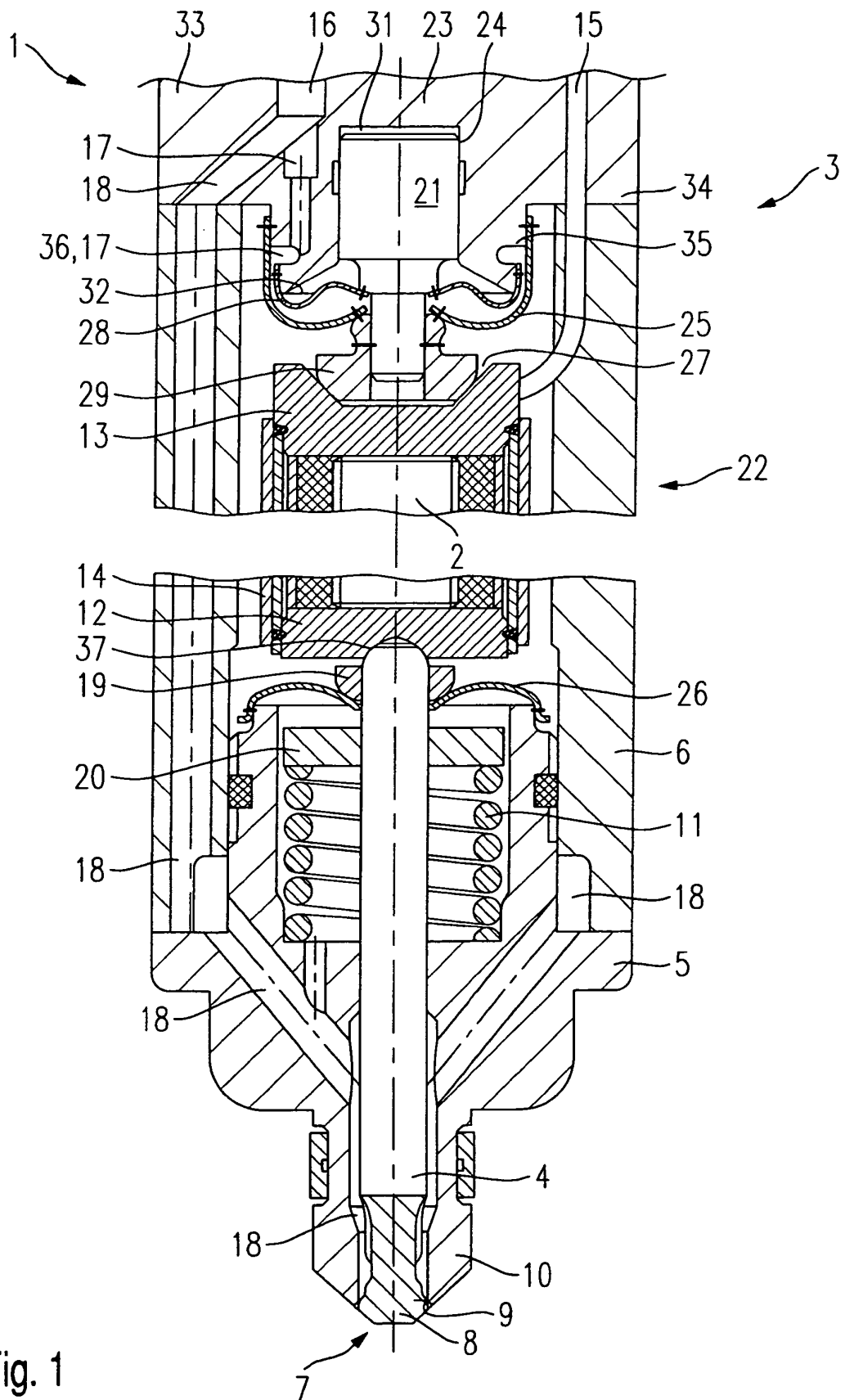


Fig. 1

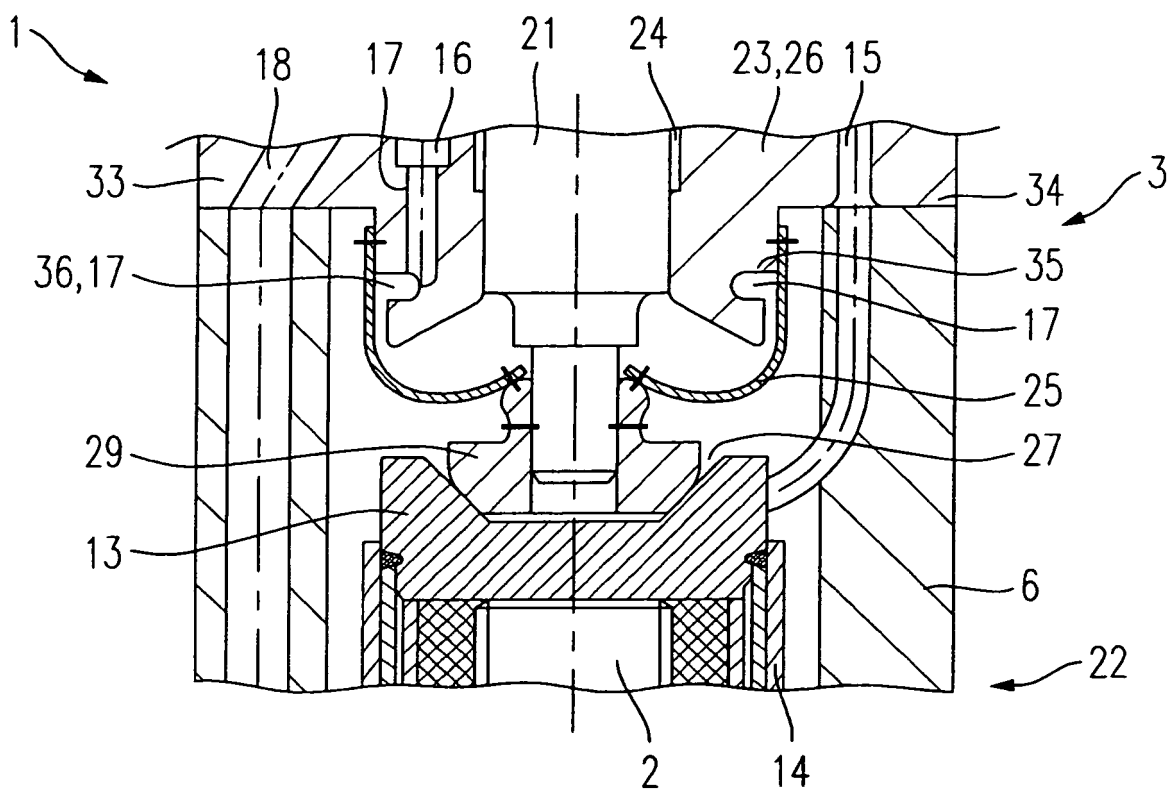


Fig. 2