



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.07.2008 Patentblatt 2008/29**

(51) Int Cl.:  
**F02M 47/02 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07122578.3**

(22) Anmeldetag: **07.12.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK RS**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

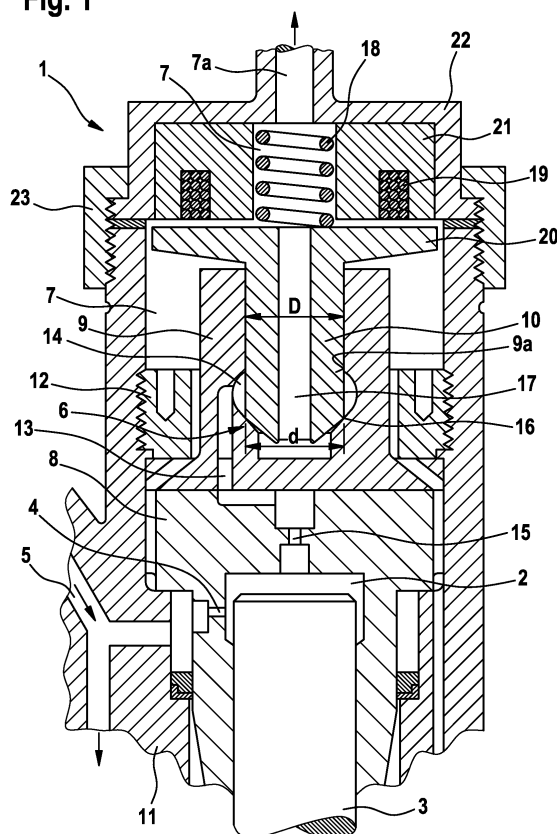
(72) Erfinder: **Boecking, Friedrich**  
**70499, Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **10.01.2007 DE 102007001554**

(54) **Kraftstoffinjektor**

(57) Bei einem Kraftstoffinjektor (1) für Brennkraftmaschinen mit einem an eine Hochdruckseite (5) angeschlossenen Steuerraum (2), über dessen Druck die Bewegung einer Düsenadel (3) gesteuert wird, und mit einem Steuerventil (6), das die Verbindung des Steuer-raums (2) zu einer Niederdruckseite (7) entweder sperrt oder öffnet, weist erfindungsgemäß das Steuerventil (6) einen in einer Bohrung (9a) eines Führungsstücks (9) zwischen zwei Ventilstellungen verschiebbar geführten kraftausgeglichenen Steuerkolben (10) auf, der die Verbindung eines vom Steuer-raum (2) kommenden und in die Bohrung (9a) mündenden Verbindungskanals (13) zur Niederdruckseite (7) in seiner geschlossenen Ventilstellung sperrt und in seiner in Richtung fort von der Düsenadel (3) verschobenen geöffneten Ventilstellung freigibt.

**Fig. 1**



## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffinjektor nach der Gattung des Patentanspruchs 1.

### Offenbarung der Erfindung

**[0002]** Der erfindungsgemäße Kraftstoffinjektor mit seiner kraftausgeglichene Steuerhülse hat je nach Bauart einen oder mehrere der folgenden Vorteile:

- Mit einem kraftausgeglichene Stellventil kann die Dynamik verbessert werden.
- Durch Verwendung eines kompakten kraftausgegleichen Ventils, bei dem die Leckage durch den Steuerkolben und nicht über den Anker geführt wird, kann ein fast schwingungsfreies hoch dynamisches Ventil gebaut werden.
- Ein als Flachsitz ausgebildeter Ventilsitz ermöglicht eine kompakte Ventilbauform, die über den Flachsitz mit extrem steilem Durchflussverhalten sehr kleine Ventilhübe zulässt, wodurch die Dynamik des Ventils beträchtlich gesteigert werden kann.
- Durch Verwendung eines kraftausgegleichen Ventils kann ein sehr schmaler Piezoaktor verwendet werden, der speziell auf Hub gezüchtet ist. Da vom Piezoaktor kaum Kraft abverlangt wird, kann er im Durchmesser sehr klein sein.
- Ein nach innen öffnendes, kraftausgeglichene Stellventil mit integriertem hydraulischem Übersetzer, der gleichzeitig die Bewegungsrichtung umkehrt, stellt eine kompakte Lösung dar, die einen sehr kleinen, schmalen Piezoaktor zulässt.

**[0003]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0004]** Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Figuren sind teilweise abgebrochen, schematisch und nicht maßstäblich. Es zeigen:

Fig. 1 bis 5 fünf verschiedene Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors.

### Ausführungsformen der Erfindung

**[0005]** Der in Fig. 1 gezeigte Kraftstoffinjektor 1 wird üblicherweise bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern verwendet, wobei jedem dieser Zylinder ein solcher Injektor (Kraftstoffeinspritzventil) zugeordnet

ist. Der Injektor weist in an sich bekannter Weise eine in einen Zylinderbrennraum der Brennkraftmaschine ragende, hier nicht näher dargestellte Einspritzdüse sowie eine die Einspritzdüse abhängig vom Druck in einem Steuerraum 2 öffnende und schließende, hier nur zu einem kleinen Teil angedeutete Düsennadel 3 auf. Der Steuerraum 2 ist über eine Zulaufdrossel (Z-Drossel) 4 dauerhaft an eine Hochdruck-Zulaufleitung (Hochdruckseite) 5 des Kraftstoffs angeschlossen. Zum Steuern des Einspritzvorgangs ist ein Stellventil 6 in Form eines 2/2-Wegeventils vorgesehen, das die Verbindung des Steuerraums 2 mit einem Niederdruckraum (Niederdruckseite) 7 öffnet oder sperrt. Die Hochdruck-Zulaufleitung 5 ist mit einem nicht gezeigten Hochdruckspeicher (Common Rail) und der Niederdruckraum 7 mit einem Leckölablauf 7a verbunden. Die Düsennadel 3 ist unter Ausbildung des Steuerraums 2 in einem Ventilstück 8 geführt, in dem auch die Z-Drossel 4 vorgesehen ist.

**[0006]** Das Stellventil 6 weist ein Führungsstück 9 mit einer nach oben offenen Bohrung 9a und einen darin zwischen zwei Ventilstellungen verschiebbar geführten Steuerkolben 10 auf, dessen in Fig. 1 oberes Kolbenende in den Niederdruckraum 7 ragt. Die Ventil- und Führungsstücke 8, 9 sind in einer Bohrung eines Injektorkörpers 11 mittels einer Ventilspannschraube 12 verspannt. In den Ventil- und Führungsstücken 8, 9 verläuft ein vom Steuerraum 2 abgehender Verbindungskanal 13, der über eine Ringnut 14 in die Bohrung 9a des Führungsstücks 9 mündet und eine Ablaufdrossel (A-Drossel) 15 aufweist. In der Bohrung 9a des Führungsstücks 9 schließt sich unten an die Ringnut 14 ein konischer Ventilsitz 16 an. Der Steuerkolben 10 hat an seinem unteren Ende eine konische Dichtfläche, die mit dem konischen Ventilsitz 16 zusammenwirkt. Über eine Längsbohrung 17 im Steuerkolben 10 ist die Sitzöffnung des Ventilsitzes 16 mit dem Niederdruckraum 7 oberhalb des Steuerkolbens 10 verbunden. Der Steuerkolben 10 ist durch eine gehäuseseitig abgestützte Schließfeder 18 in seine geschlossene Ventilstellung vorgespannt und mittels einer Magnetspule 19, deren Magnetfeld auf einen scheibenförmigen Anker 20 des Steuerkolbens 10 wirkt, in seine geöffnete Ventilstellung verschiebbar. Der Anker 20 ist am oberen Ende des Steuerkolbens 10 vorgesehen. Die Magnetspule 19 mit ihrem Magnetkern 21 ist im Innern einer Magnethülse 22 angeordnet, die mittels einer Magnetspannmutter 23 am Injektorkörper 11 befestigt ist.

**[0007]** Der Durchmesser d des Ventilsitzes 16 ist gleich dem Führungsdurchmesser D des Führungsstücks 9, wodurch der Steuerkolben 10 in seiner in Fig. 1 gezeigten geschlossenen Ventilstellung bezüglich des in der Ringnut 14 herrschenden Hochdrucks kraftausgeglichene ist. In dieser geschlossenen Ventilstellung ist die Verbindung des Steuerraums 2 zur Niederdruckseite 7 durch den Steuerkolben 10 gesperrt und daher die Düsennadel 3 durch den im Steuerraum 2 herrschenden Hochdruck geschlossen. Wird die Magnetspule 19 bestrahlt, wird der Steuerkolben 10 vom Ventilsitz 16 in Richtung fort von der Düsennadel 3 in seine geöffnete

Ventilstellung gezogen, wodurch sich der Druck im Steuererraum 2 reduziert und die Düsenadel 3 öffnet. Der beim Öffnen des Steuerkolbens 10 auftretende Druckstoß (Absteuerstoß) wird nicht über den Anker 20, sondern über die Längsbohrung 17 abgeführt, wodurch der Steuerkolben 10 nicht zum Schwingen angeregt wird. Da der Steuerkolben 10 kraftausgeglichen ist, werden nur kleine Kräfte benötigt, um den Steuerkolben 10 zu öffnen. Der Steuerkolben 10 macht nur einen sehr kleinen Öffnungshub von ca. 18-25 µm. Bei geöffnetem Steuerkolben 10 begrenzt die A-Drossel 15 den Durchfluss. Wird die Bestromung der Magnetspule 19 aufgehoben, wird der Steuerkolben 10 über die Schließfeder 18 zurück in seine geschlossene Ventilstellung bewegt und der Steuererraum 2 über die Z-Drossel 4 wieder gefüllt. Der kraftausgeglichene Steuerkolben 10 und die Leckageführung durch den Steuerkolben 10 ermöglichen ein fast schwingungsfreies, hoch dynamisches Steuerventil 6.

**[0008]** Bei den nachfolgend beschriebenen weiteren Ausführungsformen von Kraftstoffinjektoren sind all diejenigen Elemente, die mit der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform identisch sind, mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass hinsichtlich deren Beschreibung vollinhaltlich auf die Ausführungen zur ersten Ausführungsform Bezug genommen wird.

**[0009]** Vom Injektor der Fig. 1 unterscheidet sich der in Fig. 2 gezeigte Kraftstoffinjektor 1 dadurch, dass hier der Ventilsitz 16 nicht innerhalb der Bohrung 9a des Ventilstücks 9, sondern oben an dem in den Niederdruckraum 7 ragenden oberen Ende des Ventilstücks 9 vorgesehen und als Flachsitz ausgebildet ist. Der Steuerkolben 10 hat eine hier unten am Anker 20 vorgesehene flache Dichtfläche, die mit dem Ventilsitz 16 zusammenwirkt. Das Ventil 2 ist kraftausgeglichen, weil der Sitzdurchmesser d gleich dem Führungsdurchmesser D ist. Anders als beim Kraftstoffinjektor der Fig. 1, bei dem die Ringnut 14 im Führungsstück 9 ausgebildet ist, ist in Fig. 2 die Ringnut 14 im Steuerkolben 10 vorgesehen. Über die Längsbohrung 17 des Steuerkolbens 10 ist die Bohrung 9a des Führungsstücks 9 unterhalb des Steuerkolbens 10 mit dem Niederdruckraum 7 verbunden. Der Vorteil dieser Ausführungsform besteht in der kompakten Ventilbauform, die über den Flachsitz mit extrem steilem Durchflussverhalten sehr kleine Ventilhubes zulässt. Daher kann die Dynamik des Steuerventils 6 beträchtlich gesteigert werden.

**[0010]** Vom Injektor der Fig. 1 unterscheidet sich der in Fig. 3 gezeigte Kraftstoffinjektor 1 dadurch, dass hier der Steuerkolben 10 über einen hydraulischen Übersetzer 30, der wiederum von einem Piezoaktor 31 angesteuert wird, geöffnet wird. Der hydraulische Übersetzer 30 umfasst zwei ineinander greifende Kolben 33, 34, die durch einen kraftstoffgefüllten Übersetzerraum 32 miteinander gegenläufig bewegungsgekoppelt sind. Der Piezoaktor 31 wirkt auf den äußeren Kolben 33, und der innere Kolben 34 ist einstückig mit dem Steuerkolben 10 ausgebildet. In der gezeigten geschlossenen Ventilstellung ist der Piezoaktor 31 nicht bestromt und folglich ver-

kürzt, wodurch der äußere Kolben 33 nach oben verschoben ist und somit der innere Kolben 34 bzw. der Steuerkolben 10 nach unten in die geschlossene Ventilstellung verschoben sind. Wird der Piezoaktor 31 bestromt, verlängert er sich gegen die Wirkung einer Rohrfeder 35, wodurch der äußere Kolben 33 nach unten geschoben wird und somit der innere Kolben 34 bzw. der Steuerkolben 10 nach oben in die geöffnete Ventilstellung verschoben werden. Wird der Piezoaktor 31 nicht mehr bestromt, wird der Steuerkolben 10 über die am äußeren Kolben 34 abgestützte Schließfeder 18 zurück in ihre geschlossene Ventilstellung bewegt und der Steuererraum 2 über die Z-Drossel 4 wieder gefüllt. Da vom Piezoaktor 31 kaum Kraft abverlangt wird, kann er im Durchmesser sehr klein ausgebildet werden. Durch Löcher 36 im äußeren Kolben 33 strömt bei geöffnetem Steuerkolben 10 die aus dem Steuererraum 2 abgesteuerte Kraftstoffmenge auf die andere Kolbenseite und zum Leckölablauf 7a. Der Weg der abgesteuerten Kraftstoffmenge vom Ventilsitz 16 bis zum Leckölablauf 7a ist mit Strömungspfeil 37 gekennzeichnet. Durch eine Membran 38 ist der Piezoaktor 31 gegenüber dem Niederdruckraum abgedichtet. Anders als in den Fig. 1 und 2 ist die Bohrung 9a des Führungsstücks 9 nicht als Sackloch, sondern als Durchgangsbohrung ausgebildet, die durch das Ventilstück 8 verschlossen ist. Das kompakte Steuerventil 6 steuert also hydraulisch übersetzt und mit Kraftumkehr den kraftausgegleichenen Steuerkolben 10, wodurch der Piezoaktor 31 sehr schmal aufgebaut werden kann.

**[0011]** Vom Injektor der Fig. 3 unterscheidet sich der in Fig. 4 gezeigte Kraftstoffinjektor 1 lediglich dadurch, dass hier der Ventilsitz 16 nicht am Führungsstück 9, sondern am Ventilstück 8 vorgesehen und als Flachsitz ausgebildet ist. Dieses kraftausgeglichene Steuerventil 6 stellt eine sehr einfache Lösung zur Ansteuerung mit einem Piezoaktor dar, der sehr schmal gebaut sein kann. Auch die hydraulische Übersetzung kann extrem kompakt gebaut sein.

**[0012]** Vom Injektor der Fig. 3 unterscheidet sich der in Fig. 5 gezeigte Kraftstoffinjektor 1 dadurch, dass hier der Verbindungskanal 13 unterhalb des konischen Ventilsitzes 16 in die Ringnut 14 des Steuerkolbens 10 mündet. Das Führungsstück 9 weist eine sich oben an den Ventilsitz 16 anschließende Ringnut 40 auf, die über eine Querbohrung 41 des Steuerkolbens 10 mit der Längsbohrung 17 verbunden ist. In der geöffneten Ventilstellung des Steuerkolbens 10 Das nach innen öffnende, kraftausgeglichene Steuerventil 6 mit integriertem hydraulischem Übersetzer 30, der gleichzeitig die Bewegungsrichtung umkehrt, stellt eine kompakte Lösung dar, die einen sehr kleinen, schmalen Piezoaktor 31 zulässt.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (1) für Brennkraftmaschinen, mit einem an eine Hochdruckseite (5) angeschlossenen

Steuerraum (2), über dessen Druck die Bewegung einer Düsennadel (3) gesteuert wird, und mit einem Steuerventil (6), das die Verbindung des Steuer-  
raums (2) zu einer Niederdruckseite (7) entweder  
sperrt oder öffnet,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Steuerventil (6) einen in einer Bohrung (9a) eines Führungsstücks (9) zwischen zwei Ventilstellungen verschiebbar geführten kraftausgegl-  
ichenen Steuerkolben (10) aufweist, der die Verbin-  
dung eines vom Steuerraum (2) kommenden und in  
die Bohrung (9a) mündenden Verbindungskanals  
(13) zur Niederdruckseite (7) in seiner geschlosse-  
nen Ventilstellung sperrt und in seiner in Richtung  
fort von der Düsennadel (3) verschobenen geöffneten  
Ventilstellung freigibt.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch ge-  
kennzeichnet, dass** das Ventilstück (9) einen Ven-  
tilsitz (16) aufweist, der sich in Schließrichtung des  
Steuerkolbens (10) an den in die Bohrung (9a) mün-  
denden Verbindungskanal (13) anschließt und an  
dem der Steuerkolben (10) in seiner geschlossenen  
Ventilstellung anliegt, wobei die Sitzöffnung des  
Ventilsitzes (16) an die Niederdruckseite (7) ange-  
schlossen ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, **dadurch ge-  
kennzeichnet, dass** die Sitzöffnung des Ventilsit-  
zes (16) über eine Längsbohrung (17) des Steuer-  
kolbens (10) an die Niederdruckseite (7) ange-  
schlossen ist.
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch ge-  
kennzeichnet, dass** das Ventilstück (9) einen Ven-  
tilsitz (16) aufweist, der sich in Öffnungsrichtung des  
Steuerkolbens (10) an den in die Bohrung (9a) mün-  
denden Verbindungskanal (13) anschließt und an  
dem der Steuerkolben (10) in seiner geschlossenen  
Ventilstellung anliegt, wobei der Ventilsitz (16) an  
die Niederdruckseite (7) angeschlossen ist.
5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 4, **dadurch ge-  
kennzeichnet, dass** das Führungsstück (9) eine  
sich in Öffnungsrichtung des Steuerkolbens (10) an  
den Ventilsitz (16) anschließende Ringnut (40) auf-  
weist, die über einen Kanal (17, 41) des Steuerkol-  
bens (10) an die Niederdruckseite (7) angeschlos-  
sen ist.
6. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der  
Steuerkolben (1) in seiner geschlossenen Ventilstel-  
lung an einem Ventilsitz (16) anliegt, dessen Sitz-  
durchmesser (d) gleich dem Führungsdurchmesser  
(D) der Bohrung (9a) des Führungsstücks (9) ist.
7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der  
Verbindungskanal (13) in eine Ringnut (14) des  
Steuerkolbens (10) oder des Führungsstücks (9)  
mündet.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der  
Steuerkolben (10) mittels eines Ankers (20) im Ma-  
gnetfeld einer Magnetspule (19) verschiebbar ist.
9. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben  
(10) mittels eines Piezoaktors (31) und vorzugswei-  
se eines hydraulischen Übersetzers (30) verschieb-  
bar ist.

Fig. 1

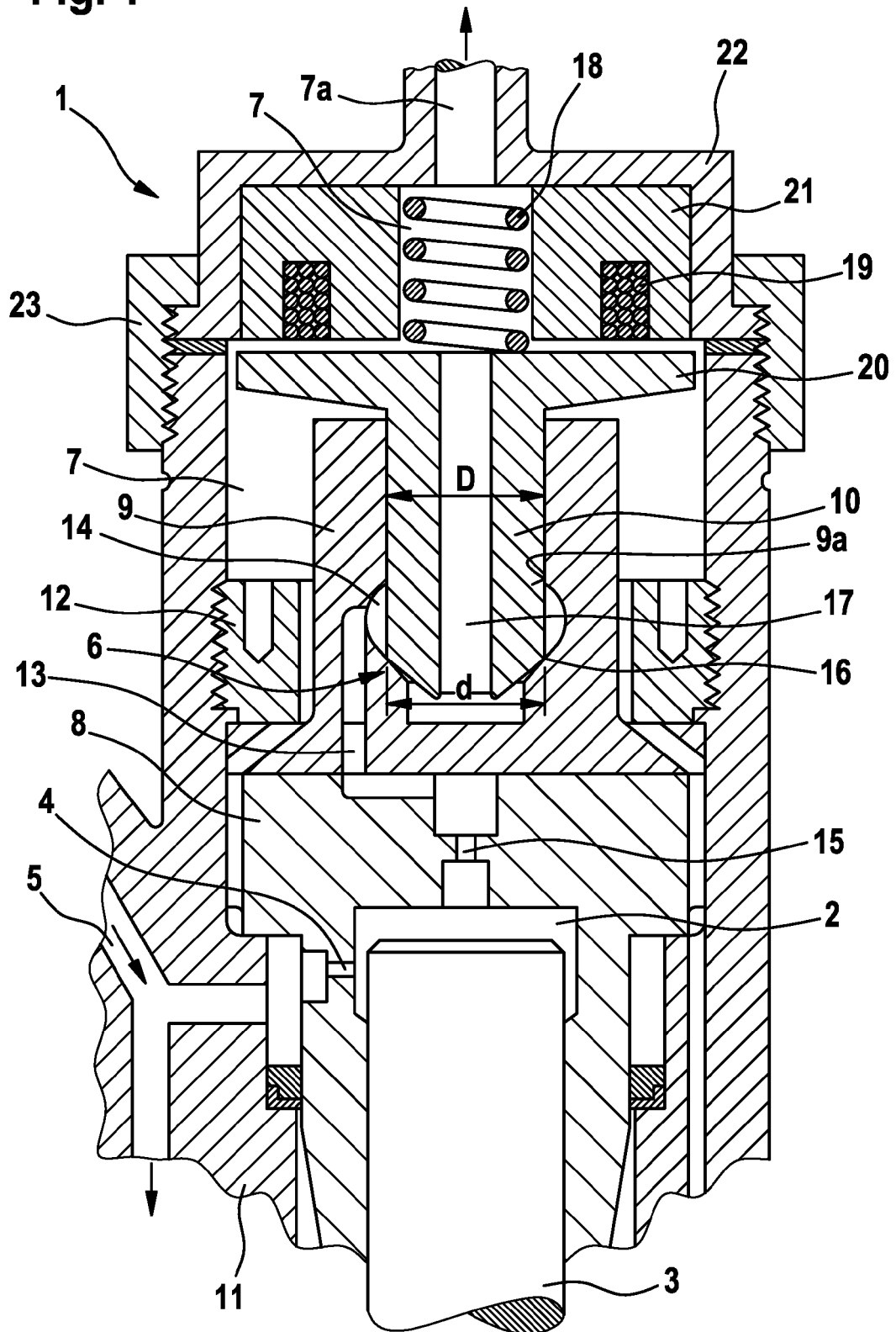


Fig. 2

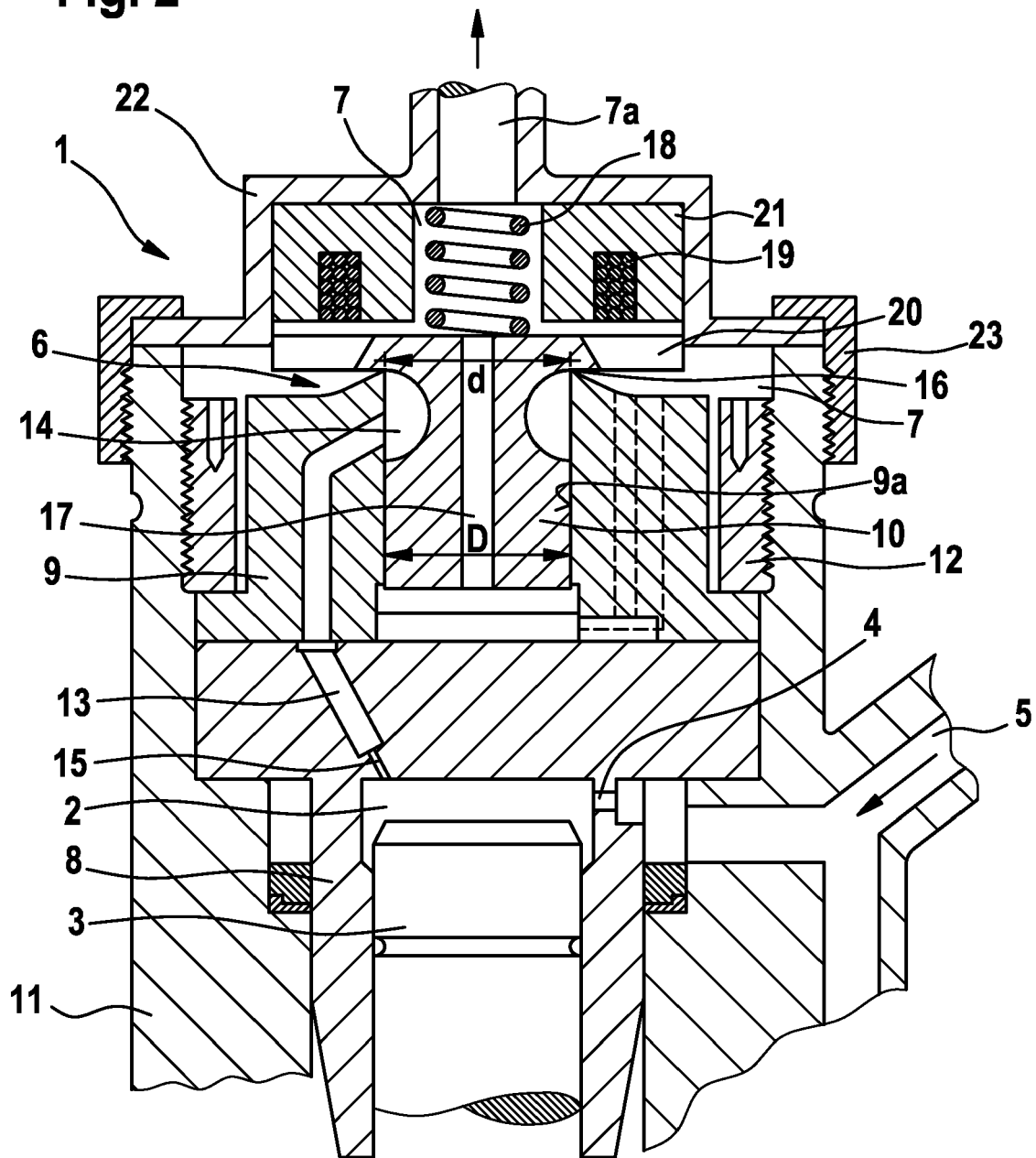


Fig. 3

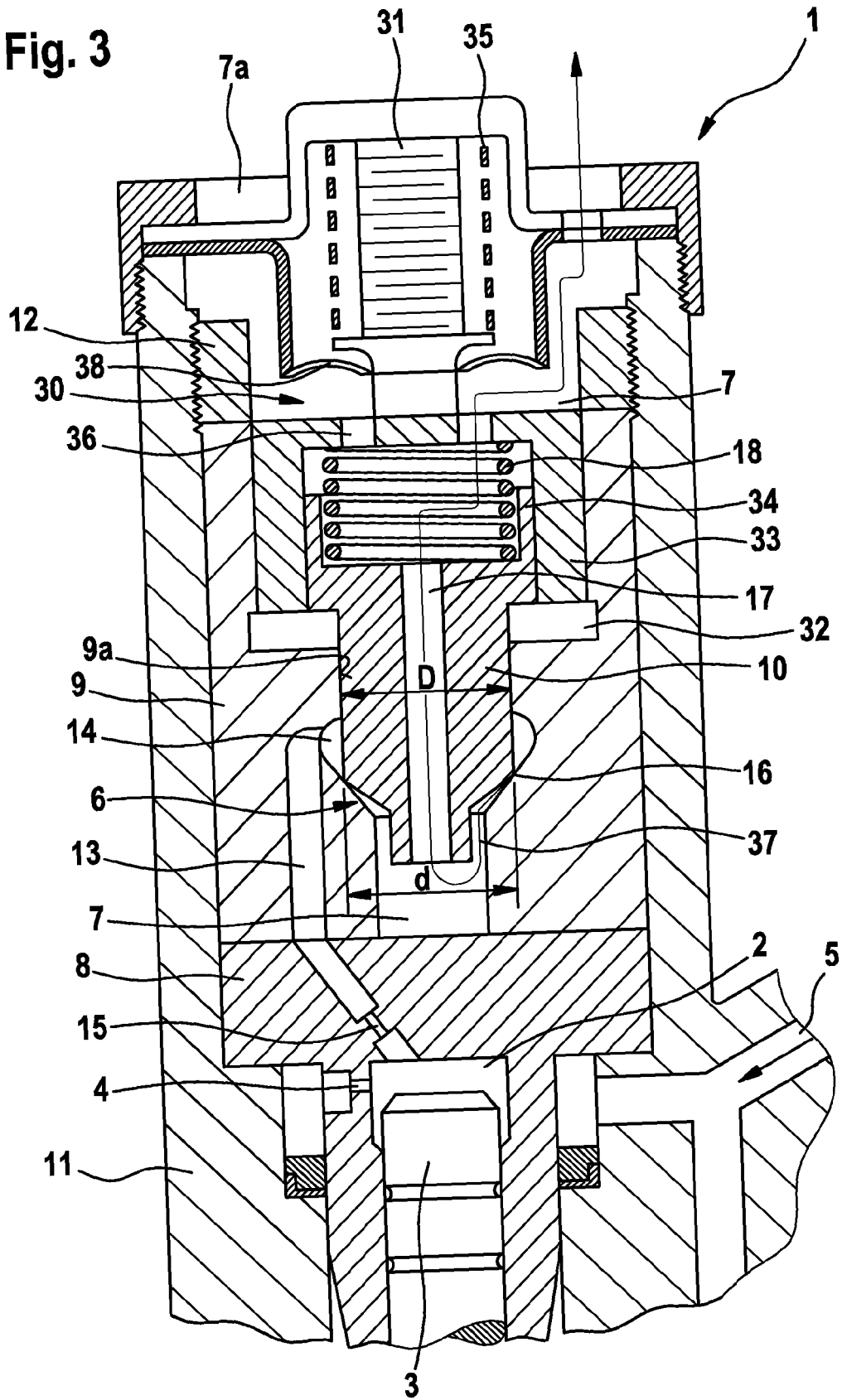


Fig. 4

