



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 571 328 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.09.2005 Patentblatt 2005/36

(51) Int Cl.7: **F02M 51/06**, F02M 45/08,
F02M 61/16

(21) Anmeldenummer: **05101340.7**

(22) Anmeldetag: **22.02.2005**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

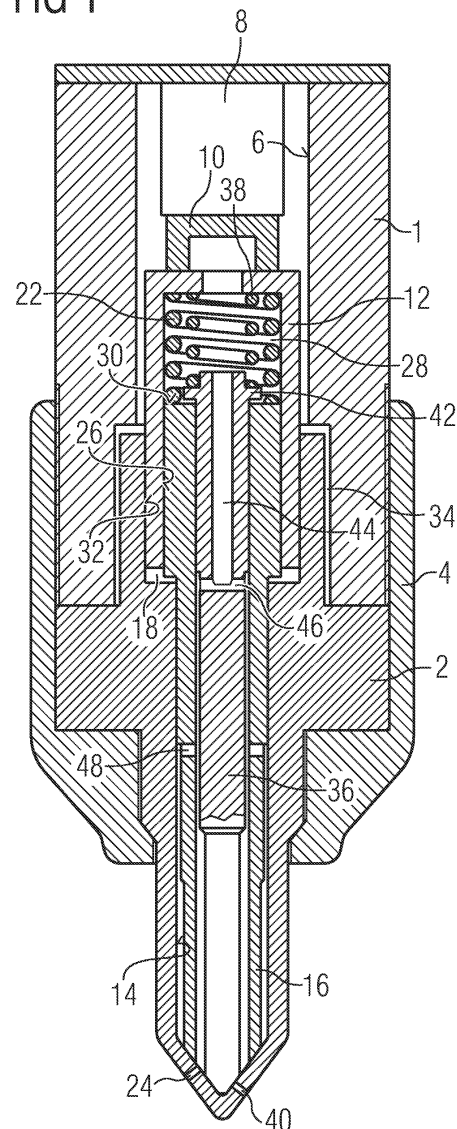
(72) Erfinder: **Kuchler, Robert
94209, Regen (DE)**

(30) Priorität: **02.03.2004 DE 102004010183**

(54) **Einspritzventil**

(57) Ein Einspritzventil hat einen Stellantrieb (8) und einen Körper mit einer Ausnehmung, in der ein Hubumsetzer mit einem Kolben angeordnet ist, auf den der Stellantrieb (8) einwirkt. Ferner ist eine Düsennadel vorgesehen, die mit dem Kolben über eine Übertragerkammer (18) hydraulisch gekoppelt ist und so angeordnet ist, dass sie in einer Schließposition einen Fluidfluss durch eine erste Einspritzdüse (24) unterbindet und in einer Offenposition den Fluidfluss durch die erste Einspritzdüse (24) freigibt. Die Übertragerkammer (18) ist über mindestens einen Spalt, der einerseits durch den Kolben begrenzt wird, mit einem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar. Ein Druckausgleichsspalt (34) ist radial außerhalb des Spalts ausgebildet und ist hydraulisch mit dem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar.

FIG 1



EP 1 571 328 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil mit einem Körper mit einer Ausnehmung, in der ein Hubumsetzer angeordnet ist mit einem Kolben auf den der Stellantrieb einwirkt. Ferner ist dem Einspritzventil eine Düsennadel zugeordnet, die mit dem Kolben über eine Übertragerkammer hydraulisch gekoppelt ist und so angeordnet ist, dass sie in einer Schließposition einen Fluidfluss durch eine erste Einspritzdüse unterbindet und in einer Offenposition den Fluidfluss durch die erste Einspritzdüse freigibt.

[0002] Als Stellantrieb für ein derartiges Einspritzventil kommen insbesondere bei Einspritzventilen für Brennkraftmaschinen immer häufiger Piezoaktuatoren zum Einsatz, die aufgrund ihrer sehr schnellen Ansprechzeitdauer auf Ansteuersignale sehr gut geeignet sind, um die Zumessung von Kraftstoff präzise zu steuern und gegebenenfalls während eines Arbeitszyklus eines Zylinders der Brennkraftmaschine mehrere aufeinanderfolgende Teileinspritzungen zu ermöglichen.

[0003] Der Fluiddruck in einem Einspritzventil für Diesel-Brennkraftmaschinen kann beispielsweise bis zu 2000 bar betragen.

[0004] Aus der EP 1 111 230 A2 ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt mit einer Vorrichtung zum Übertragen einer Bewegung eines Aktors auf ein Stellglied. Die Vorrichtung weist ein erstes Kolbenelement auf, das fest mit dem Aktor verbunden ist, und ein zweites Kolbenelement, das fest mit dem Stellglied, also der Düsennadel verbunden ist. Zwischen dem ersten Kolbenelement und dem zweiten Kolbenelement ist eine Hydraulikkammer ausgebildet. Ferner ist eine Speicherkammer über einen Drosselspalt mit der Hydraulikkammer hydraulisch gekoppelt. Der Speicherkammer sind Wellrohre zum elastischen Druckausgleich zugeordnet. Eine derartige Vorrichtung ist sehr aufwendig und somit teuer in der Herstellung.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einspritzventil zu schaffen, das einfach und zuverlässig ist.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0007] Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Einspritzventil mit einem Stellantrieb, mit einem Körper mit einer Ausnehmung, in der ein Hubumsetzer angeordnet ist mit einem Kolben, auf den der Stellantrieb einwirkt. Das Einspritzventil hat ferner eine Düsennadel, die mit dem Kolben über eine Übertragerkammer hydraulisch gekoppelt ist und so angeordnet ist, dass sie in einer Schließposition einen Fluidfluss durch eine erste Einspritzdüse unterbindet und in einer Offenposition den Fluidfluss durch eine erste Einspritzdüse freigibt. Die Übertragerkammer ist über mindestens einen Spalt, der einerseits durch den Kolben begrenzt wird, mit einem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar. Ein Druckaus-

gleichsspalt ist radial außerhalb des ersten Spalts ausgebildet. Der Druckausgleichsspalt ist hydraulisch mit dem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar.

[0008] Die Erfindung geht aus von der Erkenntnis, dass durch den hohen Druck in dem Hochdruckkreis, der beispielsweise bis zu 2000 bar betragen kann eine Aufweitung des ersten Spalts erfolgen kann, die zur Folge haben kann, dass ein Hub des Stellantriebs nur noch in verringertem Maße oder im Extremfall gar nicht mehr auf die Düsennadel übertragen wird. Durch den Druckausgleichsspalt wirkt der durch den Druck in dem Spalt hervorgerufenen Kraft in radialer Richtung einer entsprechenden gegengerichtete Kraft entgegen, die durch den Druck in dem Druckausgleichsspalt hervorgerufen wird, und verhindert so eine Spaltaufweitung, die zu einer deutlichen Wirkungsgradverschlechterung bei der Übertragung des Hubs des Stellantriebs auf die Düsennadel führen würde.

[0009] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Druckausgleichsspalt mit einem Zulauf zu der ersten Einspritzdüse gekoppelt. Dies hat den Vorteil, dass durch den Druckausgleichsspalt einerseits eine Spaltaufweitung des ersten Spalt wirksam verhindert wird andererseits gleichzeitig durch ihn der Zulauf zu der ersten Einspritzdüse ausgebildet ist.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kolben als topfförmiger Körper ausgebildet. Eine erste Düsenfeder stützt sich einerseits auf den Topfboden des topfförmigen Körpers ab und liegt andererseits auf einer Stirnfläche der Düsennadel auf. So spannt die Düsenfeder die Düsennadel in ihre Schließposition vor. Dadurch ist das Einspritzventil besonders kompakt ausgebildet.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Düsennadel durch eine axiale Bohrung von ihrer dem Topfboden zugewandten Seite zumindest entlang eines Teils ihrer axialen Erstreckung durchdrungen und mittels der axialen Bohrung ist die erste Einspritzdüse hydraulisch mit dem Hochdruckkreis koppelbar. Dadurch kann die Führung des Hubumsetzers einfach und gleichzeitig zuverlässig erfolgen.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Düsennadel als äußere Düsennadel ausgebildet, die von einer Ausnehmung in axialer Richtung durchdrungen wird, und ferner ist eine innere Düsennadel in der Ausnehmung der äußeren Düsennadel angeordnet und zwar derart, dass sie in einer Schließposition einen Fluidfluss durch eine zweite Einspritzdüse unterbindet und in einer Offenposition den Fluidfluss durch die zweite Einspritzdüse freigibt. Dadurch ist einfach ein kompaktes Einspritzventil mit Registerdüsen ausgebildet.

[0013] In diesem Zusammenhang ist es ferner vorteilhaft, wenn die innere Düsennadel einen Mitnehmer aufweist, über den sie mit der Stirnfläche der äußeren Düsennadel koppelbar ist. So ist ein einfaches Ansteuern beider Düsennadeln über die Wirkungskette Stellantrieb und Hubumsetzer möglich. Ferner ist so ein unab-

hängiges Öffnen und Schließen der äußeren Düsennadel möglich.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kolben als topfförmiger Körper ausgebildet. Eine zweite Düsenfeder stützt sich einerseits auf den Topfboden des topfförmigen Körpers ab und liegt andererseits auf einer Federauflage der inneren Düsennadel auf und spannt so die innere Düsennadel in ihre Schließposition vor. Dadurch ist das Einspritzventil besonders kompakt ausgebildet.

[0015] Die Anordnung der ersten und/oder zweiten Düsenfeder kann auch unabhängig von dem Vorhandensein eines Druckausgleichsspalts realisiert sein.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die innere Düsennadel durch eine axiale Bohrung von ihrer dem Topfboden zugewandten Seite zumindest entlang eines Teils ihrer axialen Erstreckung durchdrungen und mittels der axialen Bohrung sind die erste und/oder zweite Einspritzdüse hydraulisch mit dem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar. So kann die Führung des Hubumsetzers einfach und gleichzeitig zuverlässig erfolgen.

[0017] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erste Ausführungsform eines Einspritzventils und

Figur 2 eine zweite Ausführungsform des Einspritzventils.

[0018] Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0019] Ein Einspritzventil hat einen Injektorkörper 1, einen Düsenkörper 2 und eine Düsenspannmutter 4. Der Düsenkörper 2 ist mittels der Düsenspannmutter 4 an dem Injektorgehäuse 1 befestigt. Der Düsenkörper 2 und der Injektorkörper 1 bilden so einen Körper aus.

[0020] Der Injektorkörper 1 hat eine erste Ausnehmung 6, in der ein Stellantrieb 8 angeordnet ist. Der Stellantrieb ist als Hub-Stellantrieb ausgebildet und ist vorzugsweise ein Piezoaktuator, der einen Stapel piezoelektrischer Elemente umfasst. Der Piezoaktuator ändert seine axiale Ausdehnung abhängig von einer Beaufschlagung mit einem Stellsignal. Der Stellantrieb kann jedoch auch als ein anderer dem Fachmann für diesen Zweck bekannter und als geeignet bekannter Stellantrieb ausgebildet sein.

[0021] Der Stellantrieb 8 wirkt über einen Übertrager 10 auf einen Hubumsetzer ein. Der Hubumsetzer umfasst einen topfförmigen Körper 12, der in einer Ausnehmung 14 des Düsenkörpers 2 angeordnet ist und bevorzugt in dieser geführt ist. Der topfförmige Körper 12 ragt in diesem Ausführungsbeispiel hinein in die erste Ausnehmung 6 des Injektorkörpers 1.

[0022] Eine äußere Düsennadel 16 ist über eine Übertragerkammer 18 mit dem topfförmigen Körper 12 hydraulisch gekoppelt. Die Übertragerkammer 18 wird

durch eine an dem Topfrand des topfförmigen Körpers 12 ausgebildete stirnförmige Fläche, durch einen Absatz an der Ausnehmung 14 des Düsenkörpers und durch einen Absatz der äußeren Düsennadel 16 begrenzt.

[0023] Die äußere Düsennadel 16 ist in einem Bereich der Ausnehmung 14 des Düsenkörpers 2 geführt. Sie ist ferner mittels einer ersten Düsenfeder 22 so vorgespannt, dass sie einen Fluidfluss durch eine erste Einspritzdüse 24 verhindert, wenn keine weiteren Kräfte auf die äußere Düsennadel 16 einwirken. Dazu ist die erste Düsenfeder 22 entsprechend vorgespannt. Die erste Düsenfeder 22 ist in einer Hochdruckkammer 28 angeordnet, die durch den Topfboden des topfförmigen Körpers 12, einem Teilbereich seiner zylinderförmigen Topfwand und einer Stirnfläche 30 der äußeren Düsennadel 16 begrenzt wird.

[0024] Die Hochdruckkammer 28 ist mit einem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar. Sie ist in einem eingebauten Zustand des Einspritzventils mit dem Hochdruckkreis gekoppelt.

[0025] Die erste Düsenfeder 22 stützt sich einerseits auf den Topfboden des topfförmigen Körpers 12 ab und liegt andererseits auf der Stirnfläche 30 der äußeren Düsennadel 16 auf. Sie ist entsprechend vorgespannt und übt so auf die äußere Düsennadel 16 eine in Schließrichtung wirkende Kraft aus.

[0026] Ein erster Spalt 26 ist zwischen der äußeren Düsennadel 16 und dem topfförmigen Körper 12 ausgebildet. Das Spaltmaß des ersten Spalts 26 ist so gewählt, dass schnelle kurzzeitige Bewegungen des Stellantriebs im wesentlichen frei von Hubverlust umsetzbar sind. Andererseits ist das Spaltmaß des ersten Spalts 26 ausreichend groß gewählt, um damit thermische und verschleißbedingte Längenänderungen in dem Stellantrieb und dem ihm zugeordneten Übertrager 10 auszugleichen, die über die Betriebsdauer des Einspritzventils auftreten können, und zwar indem Fluid von der Hochdruckkammer 28 über den ersten Spalt 26 in die Übertragerkammer 18 nachfließt.

[0027] Ferner ist ein zweiter Spalt 32 zwischen dem topfförmigen Körper 12 und dem Düsenkörper 2 ausgebildet. Der zweite Spalt 32 ist ebenso wie der erste Spalt 26 und insbesondere im Hinblick auf das Zusammenwirken des ersten und zweiten Spalts 26,32 so ausgebildet, dass sein Spaltmaß so klein dimensioniert ist, dass schnelle und kurzzeitige Stellbewegungen des Stellantriebs 8 weitgehend frei von Hubverlust auf die äußere Düsennadel 16 übertragen werden. Andererseits ist das Spaltmaß des zweiten Spalts 32 so gewählt, dass damit thermische und verschleißbedingte Längenänderungen des Stellantriebs 8 und des Übertragers 10 ausgeglichen werden. Der zweite Spalt 32 koppelt die Übertragerkammer 18 ebenfalls mit einem Hochdruckkreis, mit dem das Einspritzventil koppelbar ist.

[0028] Ferner ist zwischen dem Injektorkörper 1 und dem Düsenkörper 2 ein Druckausgleichsspalt 34 ausgebildet und hydraulisch mit dem Hochkreis des Fluids

im eingebauten Zustand des Einspritzventils in beispielsweise einer Brennkraftmaschine gekoppelt. Der Druckausgleichsspalt 34 ist radial außerhalb des zweiten Spalts 32 angeordnet. Durch den Druck des Fluids in dem Druckausgleichsspalt 34 wird eine radial nach innen wirkende Kraft erzeugt, die einer Aufweitung des ersten Spalts 26 und des zweiten Spalts 32 hervorgehoben durch dort jeweils hervorgerufene Kräfte durch den dort herrschenden Druck des Fluids entgegenwirkt. Auf diese Weise kann einfach sichergestellt werden, dass auch bei sehr hohen Drücken, beispielsweise von 2000 Bar, eine weitgehend verlustfreie Umsetzung des Hubs des Stellantriebs 8 auf die äußere Düsennadel 16 sichergestellt ist und dennoch die Funktion des Hubumsetzers, also bevorzugt das Umkehren der Hubrichtung, gegebenenfalls das Verstärken des Hubes und gegebenenfalls des Längenausgleichs, sicher und zuverlässig dauerhaft gewährleistet ist.

[0029] Die äußere Düsennadel 16 ist in axialer Richtung vollständig von einer Ausnehmung 35 durchdrungen, in die eine innere Düsennadel 36 eingebracht ist. Die innere Düsennadel 36 wird mittels einer zweiten Düsennfeder 38 in eine Schließrichtung vorgespannt, das heißt in ihre Schließposition, in der sie den Fluidfluss durch eine zweite Einspritzdüse 40 verhindert. In ihrer Offenposition gibt sie den Fluidfluss durch die zweite Einspritzdüse 40 frei.

[0030] Bei einem Betätigen des Stellantriebs wird mit fortgesetzter axialer Ausdehnung des Stellantriebs 8 zuerst die äußere Düsennadel 16 von ihrer Schließposition in ihre Offenposition bewegt, in der sie den Fluidfluss durch die erste Einspritzdüse 24 freigibt. Mit zunehmenden Hub des Stellantriebs 8 wird ein Spiel zwischen einem Mitnehmer 42, der der inneren Düsennadel 36 zugeordnet ist, und einer Stirnfläche 30 der äußeren Düsennadel 16 aufgebraucht, bis schließlich die äußere Düsennadel 16 die innere Düsennadel 36 über den Mitnehmer 42 mitnimmt und von ihrer Schließposition hin zu ihrer Offenposition bewegt.

[0031] Bevorzugt ist in die innere Düsennadel 36 eine Längsbohrung 44 eingebracht, von der die innere Düsennadel 36 von ihrer dem Topfboden des topfförmigen Körpers 12 zugewandten Seite zumindest entlang eines Teils ihrer axialen Erstreckung durchdrungen ist und zwar insbesondere in dem Teil ihrer axialen Erstreckung, in dem sie in der äußeren Düsennadel 16 geführt ist. Die Längsbohrung 44 mündet in eine Radialbohrung 46, die radial nach außen gerichtet ist. Das Fluid, insbesondere der Kraftstoff, kann so von der Hochdruckkammer 28 durch die Längsbohrung 44 weiter durch die Radialbohrung 46 und anschließend in den Zwischenraum zwischen der inneren Düsennadel 36 und der äußeren Düsennadel 16 hin in Richtung zu der zweiten Einspritzdüse 40 strömen. Bevorzugt ist ferner eine weitere Radialbohrung 48 stromabwärts der Radialbohrung 46 in der äußeren Düsennadel 16 ausgebildet, über die dann das Fluid weiter durch einen Zwischenraum zwischen der äußeren Düsennadel 16 und dem Düsenkör-

per 2 hin zu der ersten Einspritzdüse 24 strömen kann. Dadurch kann der Kraftstoff so günstig geführt werden, dass der Hubumsetzer zuverlässig in dem Düsenkörper geführt ist.

[0032] In einer zweiten Ausführungsform des Einspritzventils (Figur 2) ist im Unterschied zu der ersten Ausführungsform statt der inneren und äußeren Düsennadel 36, 16 lediglich die äußere Düsennadel 16 vorhanden, die dann nicht mit der sie durchdringenden Ausnehmung 35 versehen ist, in die in der ersten Ausführungsform des Einspritzventils die innere Düsennadel 36 eingebracht. Sie kann aber zumindest entlang eines Teilbereichs ihrer axialen Erstreckung von einer Längsbohrung 52 durchdrungen sein, die über eine Radialbohrung 54 mit einem Zwischenraum zwischen der äußeren Düsennadel 16 und dem Düsenkörper 2 hydraulisch gekoppelt ist und so der Zwischenraum hydraulisch gekoppelt ist mit der Hochdruckkammer 28.

[0033] Alternativ kann die Kraftstoffzufuhr zu der ersten und/oder zweiten Einspritzdüse 24, 40 auch mittels einer gepunktet dargestellten weiteren Bohrung 50 in dem Düsenkörper 2 erfolgen, die bevorzugt abzweigt von dem Druckausgleichsspalt 34.

Patentansprüche

1. Einspritzventil

- mit einem Stellantrieb (8),
- mit einem Körper mit einer Ausnehmung, in der ein Hubumsetzer angeordnet ist mit einem Kolben, auf den der Stellantrieb (8) einwirkt,
- mit einer Düsennadel, die mit dem Kolben über eine Übertragerkammer (18) hydraulisch gekoppelt ist und so angeordnet ist, dass sie in einer Schließposition einen Fluidfluss durch eine erste Einspritzdüse (24) unterbindet und in einer Offenposition den Fluidfluss durch die erste Einspritzdüse (24) freigibt,
- wobei die Übertragerkammer (18) über mindestens einen Spalt, der einerseits durch den Kolben begrenzt wird, mit einem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar ist, und
- wobei ein Druckausgleichsspalt (34) radial außerhalb des Spalts ausgebildet ist und der Druckausgleichsspalt (34) hydraulisch mit dem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar ist.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, bei dem der Druckausgleichsspalt (34) mit einem Zulauf zu der ersten Einspritzdüse (24) gekoppelt ist.

3. Einspritzventil, bei dem der Kolben als topfförmiger Körper (12) ausgebildet ist und sich eine erste Düsennfeder (22) einerseits auf dem Topfboden des topfförmigen Körpers (12) abstützt und andererseits auf einer Stirnfläche der Düsennadel aufliegt

und so die Düsennadel in ihre Schließposition vorspannt.

4. Einspritzventil nach Anspruch 3, bei dem die Düsennadel durch eine axiale Bohrung (44) von ihrer dem Topfboden des topfförmigen Körpers (12) zugewandten Seite zumindest entlang eines Teils ihrer axialen Erstreckung durchdrungen ist und mittels der axialen Bohrung (44) die erste Einspritzdüse (24) hydraulisch mit dem Hochdruckkreis des Fluids koppelbar ist. 5
10

5. Einspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Düsennadel als äußere Düsennadel (16) ausgebildet ist, die von einer Ausnehmung in axialer Richtung (35) durchdrungen ist, und bei dem eine innere Düsennadel (36) in der Ausnehmung (35) der äußeren Düsennadel (16) angeordnet ist und zwar derart, dass sie in ihrer Schließposition einen Fluidfluss durch eine zweite Einspritzdüse (40) unterbindet und in einer Offenposition den Fluidfluss durch die zweite Einspritzdüse (40) freigibt. 15
20

6. Einspritzventil nach Anspruch 5, bei dem die innere Düsennadel (36) einen Mitnehmer (42) aufweist, über den sie mit der Stirnfläche (30) der äußeren Düsennadel (16) koppelbar ist. 25

7. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 5 oder 6, bei dem der Kolben als topfförmiger Körper (12) ausgebildet ist und sich eine zweite Düsenfeder (38) einerseits auf dem Topfboden des topfförmigen Körper (12) abstützt und andererseits auf einer Federauflage der inneren Düsennadel (36) aufliegt und so die innere Düsennadel (36) in ihre Schließposition vorspannt. 30
35

8. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem die innere Düsennadel (36) durch eine axiale Bohrung (44) entlang eines Teils ihrer axialen Erstreckung durchdrungen ist und mittels der axialen Bohrung (44) die erste und/oder zweite Einspritzdüse (24, 40) hydraulisch mit dem Hochdruckkreis koppelbar ist. 40
45

50

55

FIG 1

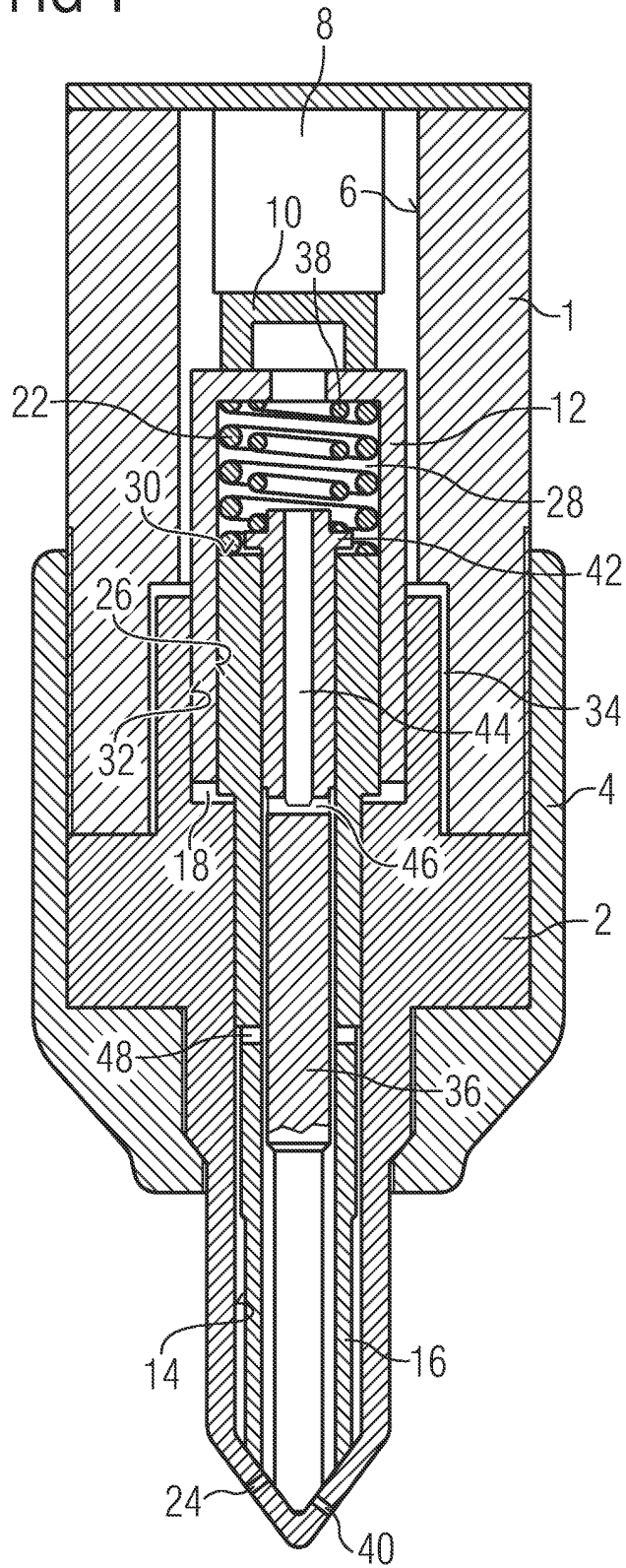


FIG 2

