

(19)



(11)

EP 2 204 570 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2013 Patentblatt 2013/11

(51) Int Cl.:
F02M 45/08 ^(2006.01) **F02M 47/02** ^(2006.01)
F02M 61/04 ^(2006.01) **F02M 61/18** ^(2006.01)
F02M 47/06 ^(2006.01) **F02M 63/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09174566.1**

(22) Anmeldetag: **30.10.2009**

(54) **Kraftstoff-Injektor**

Fuel injector

Injecteur de carburant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **30.12.2008 DE 102008055177**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.07.2010 Patentblatt 2010/27

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Jansen, Sebastian
71636, Ludwigsburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 262 197 DE-A1- 2 710 216
DE-A1-102005 005 713

EP 2 204 570 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff, insbesondere Diesel oder Benzin, in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine.

[0002] Common-Rail-Diesel-Injektoren müssen den zur Einspritzung erforderlichen Strömungsquerschnitt mit hoher Dynamik öffnen bzw. schließen, so dass Kraftstoff in der gewünschten Menge in den Brennraum strömen kann. Aufgrund der hohen Kraftstoffdrücke (bei zukünftigen Common-Rail-Dieselsystemen bis zu 3000bar oder darüber) wird die Düsennadel mit großer Kraft in den Düsennadelsitz gedrückt. Diese hydraulische Schließkraft muss beim Öffnen des Kraftstoff-Injektors vom Aktuator der Düsennadel überwunden werden. Da die hydraulische Schließkraft bei bekannten Injektorkonzepten so hoch ist, dass eine direkte Betätigung der Düsennadel über einen elektromagnetischen Aktuator nicht möglich ist, wird die Düsennadel bei heutigen Kraftstoff-Injektoren über einen Servokreislauf hydraulisch und/oder über einen piezoelektrischen Aktuator betätigt. Kraftstoff-Injektoren mit Servokreislauf umfassen eine Steuerkammer, deren Druck durch Öffnen eines Servoventils abgesenkt wird. Dies erfordert eine Kraftstoffrückleitung, da die bei geöffnetem Servoventil anfallende Steuermenge auf niedrigem Druckniveau zurück in den Kraftstofftank geleitet werden muss. Darüber hinaus tritt prinzipbedingt bei einigen Kraftstoff-Injektorkonzepten eine permanente Leckage auf, die ebenfalls zurückgeführt werden muss. Sowohl Steuermenge als auch Leckage führen zu einer erheblichen unerwünschten Verlustleistung im Kraftstoff-Injektor, da das entsprechende Kraftstoffvolumen zusätzlich zur eigentlichen Einspritzmenge auf Raildruckniveau gebracht werden muss. Diese Verlustleistung muss von der Hochdruckpumpe bereitgestellt werden und reduziert somit den Wirkungsgrad des Gesamtsystems. Ferner bewirkt die Rücklaufmenge eine zusätzliche Erwärmung des Kraftstoff-Injektors und erhöht aufgrund der erforderlichen Niederdruckleitung den Systemaufwand.

[0003] Aus der DE 27 102 16 A1 ist ein Kraftstoff-Injektor bekannt, der zwei voneinander getrennte, nacheinander öffnende Kraftstoffaustrittsbereiche aufweist. Die Düsennadel des bekannten Kraftstoff-Injektors ist zumindest bei Drücken jenseits von 1800bar entweder nur mittels eines piezoelektrischen Aktuators und/oder eines, ggf. elektromagnetisch aktuierten Servokreislaufes schaltbar.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoff-Injektor vorzuschlagen, bei dem die von einem Aktuator aufzubringende Öffnungskraft zum Verstellen der Düsennadel minimiert ist. Bevorzugt soll der Kraftstoff-Injektor ohne einen Kraftstoff-Rücklaufan-

schluss auskommen. Weiter bevorzugt soll der Kraftstoff-Injektor mittels eines elektromagnetischen Aktuators betätigbar sein.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

[0006] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, der Düsennadel, vorzugsweise einer Düsennadelspitze, einen Druckausgleichsraum zuzuordnen, der von der Düsennadel begrenzt wird, wobei durch Herstellen einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckausgleichsraum und dem Druckbereich eine in Öffnungsrichtung auf die Düsennadel wirkende hydraulische Kraft erzeugt wird, die die hydraulische Schließkraft, zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, kompensiert, so dass die von dem Aktuator bereitzustellende Öffnungskraft zum Öffnen der Düsennadel, vorzugsweise auf ein Minimum, reduziert wird. Bevorzugt grenzt der Druckbereich auf einer von dem Druckausgleichsraum abgewandten Düsennadelseite an die Düsennadel an. Unter einem Druckbereich des Kraftstoff-Injektors wird dabei der Bereich verstanden, indem zumindest näherungsweise Einspritzdruck herrscht. Aufgrund des Vorsehens des mittels eines Ventils mit dem Druckbereich des Kraftstoff-Injektors verbindbaren Druckausgleichsraums kann auf einen Niederdruckbereich und somit auf einen Kraftstoffrücklaufanschluss verzichtet werden, was sich positiv auf den Wirkungsgrad des Gesamtsystems auswirkt. Insbesondere können bei einem nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeten Kraftstoff-Injektor sämtliche Anforderungen an die Dynamik und Sprayqualität erfüllt werden. Durch den Verzicht auf einen Kraftstoffrücklauf und den einfachen Aufbau des Kraftstoff-Injektors wird der Systemaufwand verringert, was zu einer Reduzierung der Kosten sowie einem geringeren Bauraumbedarf führt. Darüber hinaus wird, wie angedeutet, die hydraulische Verlustleistung des Kraftstoff-Injektors maßgeblich reduziert, da weder ein Leckagevolumenstrom noch ein Steuervolumenstrom anfallen. Hierdurch sinkt die von der Hochdruckpumpe zu fördernde Kraftstoffmenge, was eine geringere Pumpenleistung ermöglicht. Besonders bevorzugt weist das Ventil zum Herstellen der hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckbereich und dem Druckausgleichsraum einen (wesentlich) geringeren Sitzquerschnitt auf als der Düsennadelsitz, um zu gewährleisten, dass das Ventil mit einer geringen Aktuatorkraft offenbar ist. Im Fall der Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor, insbesondere als Common-Rail-Diesel-Injektor handelt es sich bei dem Druckbereich, der über das Ventil hydraulisch mit dem Druckausgleichsraum verbindbar ist, bevorzugt um einen Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors, in dem bevorzugt zumindest näherungsweise Raildruck herrscht.

[0007] Neben einer Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor ist ein nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeter Injektor auch zur Benzin-Direkteinspritzung einsetzbar, wobei auch in diesem Fall im Druckbereich bevorzugt zumindest näherungsweise Raildruck herrscht. Gegenüber bekannten magnetisch betriebenen Benzin-Injektoren lassen sich durch die verringerte Betätigungskraft erhebliche Dynamikvorteile (kürzere Schaltzeiten) erzielen. Zudem kann der Düsenadelsitzdurchmesser vergrößert werden, was bei geöffnetem Kraftstoff-Injektor eine geringere interne Drosselung bewirkt, so dass unmittelbar vor der mindestens einen Einspritzöffnung nahezu der volle Raildruck anliegt. Im Vergleich zu den vergleichsweise teuren Injektoren mit Piezoaktor können zudem Kosten eingespart werden.

[0008] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass unmittelbar aus dem Druckausgleichsraum keine Einspritzöffnung ausmündet. Der Druckausgleichsraum ist bevorzugt mittels einer Ringspaltichtung hydraulisch von einem Ausmündungsbereich der mindestens einen Einspritzöffnung, vorzugsweise sämtlicher Einspritzöffnungen, getrennt. Besonders bevorzugt weist der Kraftstoff-Injektor dabei nur einen einzigen, insbesondere ringförmigen Ausmündungsbereich auf, aus dem die mindestens eine Einspritzöffnung ausmündet. Bevorzugt befindet sich die Einspritzöffnung in einem Bereich axial zwischen einem Düsenadelsitz und dem Druckausgleichsraum. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Ringspaltichtung, die den Druckausgleichsraum hydraulisch von dem Ausmündungsbereich trennt, radial zwischen der Düsenadel und einem Düsenkörper (Gehäuseteil) gebildet ist. Ganz besonders bevorzugt handelt es sich bei der Ringspaltichtung um einen Führungsspalt zwischen Düsenadel und Düsenkörper.

[0009] Wie eingangs angedeutet, ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der der Druckausgleichsraum derart angeordnet und dimensioniert ist, dass die auf die Düsenadel wirkende hydraulische Schließkraft vollständig kompensiert wird, so dass der Aktuator im Wesentlichen nur Reibungskräfte und Schließfederkräfte zum Öffnen der Düsenadel überwinden muss. Zur Realisierung einer vollkommenen Druckausgeglichenheit der Düsenadel in axialer Richtung ist es bevorzugt, wenn der Durchmesser der Ringspaltichtung, also bevorzugt der Durchmesser des Führungsabschnitts der Düsenadel zumindest näherungsweise, vorzugsweise exakt dem Durchmesser des Düsenadelsitzes entspricht.

[0010] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der das Ventil zum Herstellen einer hydraulischen Verbindung zwischen Druckbereich und Druckausgleichsraum vor dem Öffnen der Düsenadel öffnet. Anders ausgedrückt wird bevorzugt vor dem Beginn des Einspritzvorgangs eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckbereich und dem Druckausgleichsraum hergestellt, also die hydraulische

Schließkraft zumindest teilweise kompensiert, um dann die Düsenadel mit reduzierter Aktuatorkraft vom Düsenadelsitz abheben zu können. Bei geöffnetem Ventil strömt, im Fall der Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor, unter hohem Druck stehender Kraftstoff in den, insbesondere unterhalb der Düsenadel angeordneten Druckausgleichsraum, so dass sich in diesem unmittelbar zumindest näherungsweise Raildruck aufbaut was dann den erwünschten Druckausgleich der Düsenadel bewirkt. Der Druckaufbau wird dabei bevorzugt dadurch beschleunigt, dass die vorerwähnte, bevorzugte Ringspaltichtung den Druckausgleichsraum vom Ausmündungsbereich der mindestens einen Einspritzöffnung trennt, so dass ein nennenswerter Kraftstoffstrom aus dem Druckausgleichsraum in den Brennraum durch die Einspritzöffnung verhindert wird.

[0011] Das Schließen des Kraftstoffinjektors erfolgt bevorzugt indem zunächst die Düsenadel zurück in ihren Düsenadelsitz bewegt und anschließend das Ventil geschlossen wird, um somit den Druckausgleichsraum wieder hydraulisch von dem Druckbereich des Kraftstoff-Injektors zu trennen. Somit ist im geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Injektors eine vollständige Dichtigkeit des Kraftstoff-Injektors gegeben. Wie später noch erläutert werden wird, ist es besonders bevorzugt, wenn der Düsenadel und dem Ventil separate Schließfedern zugeordnet sind. Durch eine geeignete Abstimmung der Federkräfte kann ein Schließen der Düsenadel vor dem Ventil sichergestellt werden. Dadurch, dass die Düsenadel vor dem Ventilelement des Ventils schließt, kann der durch die Schließbewegung der Düsenadel aus dem Druckausgleichsraum verdrängte Kraftstoff am Ventilsitz des Ventils vorbei zurück in den Druckbereich strömen.

[0012] Der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass der Kraftstoff-Injektor einen einzigen Aktuator aufweist. Dieser dient bevorzugt sowohl zum Verstellen der Düsenadel zwischen ihrer Öffnungs- und ihrer Schließstellung als auch zum Öffnen und Schließen des Ventils. Hierzu wirkt der Aktuator bevorzugt sowohl auf ein Ventilelement des Ventils als auch auf die Düsenadel.

[0013] Ganz besonders bevorzugt ist es dabei, wenn das Ventilelement, insbesondere mechanisch, mit der Düsenadel gekoppelt ist, vorzugsweise derart, dass ein Öffnen des Ventils zu einem zeitversetzten Verstellen der Düsenadel aus ihrer Schließstellung heraus führt. Dabei ist bevorzugt das Ventilelement oder ein fest mit dem Ventilelement verbundenes Bauteil als Mitnehmer ausgebildet, der die Düsenadel nach dem Abheben des Ventilelementes von seinem Sitz in Öffnungsrichtung mitnimmt. Bei der Schließbewegung bleibt der Mitnehmer bevorzugt solange in Kontakt mit der Düsenadel, bis diese auf ihrem Düsenadelsitz anliegt. Dies kann, wie bereits angedeutet, durch eine entsprechende Abstimmung von mindestens zwei Schließfedern (Düsenadelschließfeder und Ventilschließfeder) erreicht werden.

[0014] Wie bereits angedeutet, ist es besonders be-

vorzugt, wenn zum Schließen des Ventils eine Ventilschließfeder vorgesehen ist. Bevorzugt ist zusätzlich zur Ventilschließfeder eine Düsennadelschließfeder zum Schließen der Düsennadel vorgesehen. Die Federkräfte der Ventilschließfeder und der Düsennadelschließfeder sind weiter bevorzugt derart ausgebildet, dass die Düsennadel ihre Schließposition erreicht, bevor das Ventil geschlossen wird und somit den Druckausgleichsraum vom Druckbereich des Kraftstoff-Injektors trennt.

[0015] Konstruktiv vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei der in der Düsennadel ein, vorzugsweise konzentrisch zu deren Längsmittelachse verlaufender, Verbindungskanal vorgesehen ist, durch den Kraftstoff bei geöffnetem Ventil aus dem Druckbereich in den Druckausgleichsraum strömen kann. Bevorzugt ragt das Ventilelement des Ventils in axialer Richtung in die Düsennadel hinein, um den Verbindungskanal, vorzugsweise nach dem Schließen des Kraftstoff-Injektors schließen zu können. Besonders bevorzugt ist der Ventilsitz des Ventils hierzu unmittelbar an der Düsennadel ausgebildet.

[0016] Wie eingangs angedeutet, ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors besonders bevorzugt, bei der der Kraftstoff-Injektor rücklaufanschlusssfrei ist, also weder eine Steuermenge noch eine Leckagemenge anfällt, die in den Kraftstofftank zurücktransportiert werden müssen.

[0017] Zwar ist auch eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors mit Piezoaktuator möglich. Aus Kostengründen ist jedoch eine Ausführungsform bevorzugt, bei der der Aktuator zum Verstellen der Düsennadel und/oder des Ventils ein elektromagnetischer Aktuator ist.

[0018] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen.

[0019] Diese zeigen in:

Fig. 1: einen Kraftstoff-Injektor mit Druckausgleichsraum und einem diesen zugeordneten Ventil in einem geschlossen Zustand,

Fig. 2: den Kraftstoff-Injektor gemäß Fig. 1 mit geöffnetem Ventil vor Beginn des Einspritzvorgangs,

Fig. 3: den Kraftstoff-Injektor gemäß den Fig. 1 und 2 während des Einspritzvorgangs und

Fig. 4: den Kraftstoff-Injektor gemäß den Fig. 1 bis 3 bei beendetem Einspritzvorgang jedoch bei noch geöffnetem Ventil.

[0020] In den Figuren sind gleiche Elemente und Elemente mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0021] In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor aus-

gebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine gezeigt. Der Kraftstoff-Injektor 1 wird neben anderen, nicht gezeigten Kraftstoff-Injektoren über eine Versorgungsleitung 2 mit unter hohem Druck stehendem Kraftstoff versorgt. Im Falle der Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor liegt dieser Kraftstoffdruck bevorzugt jenseits von 2000bar. Zur Erzeugung des Kraftstoffdrucks ist eine Hochdruckpumpe 3 vorgesehen, die Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 4 (Tank) in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 5 (Rail) befördert.

[0022] Wie sich aus Fig. 1 ergibt, weist der Kraftstoff-Injektor 1 lediglich einen Zulaufanschluss 6, nicht jedoch einen Rücklaufanschluss auf.

[0023] Innerhalb eines Düsenkörpers 7 ist eine Düsennadel 8 axial verstellbar geführt. Die Düsennadel 8 ragt in einen Druckbereich 9 (hier Druckraum 10), der aus Gründen der Schwingungsreduzierung als Mini-Rail ausgebildet ist. In den Druckbereich 9 mündet die Versorgungsleitung 2, so dass im Druckbereich 9 zumindest näherungsweise Raildruck herrscht, der wiederum näherungsweise dem Einspritzdruck entspricht.

[0024] Fig. 1 zeigt den Kraftstoff-Injektor 1 im geschlossenen Zustand. In diesem liegt die Düsennadel 8 mit einer konusförmigen Dichtfläche 11 auf einem von einer Umfangsschulter des Düsenkörpers 7 gebildeten Düsennadelsitz 12 auf. Auf die Düsennadel 8 wirkt in der Zeichnungsebene nach unten, d.h. in Schließrichtung eine hydraulische Schließkraft, die auf die Druckbeaufschlagung mit im Druckbereich 9 befindlichem, unter Druck stehendem Kraftstoff zurückzuführen ist.

[0025] Zum Öffnen der Düsennadel 8 sowie zum Öffnen eines später noch zu erläuternden Ventils 13 ist ein als elektromagnetischer Aktuator ausgebildeter Aktuator 14 vorgesehen, dem eine Ankerplatte 15 zugeordnet ist. Die Ankerplatte 15 befindet sich ebenfalls im Druckbereich 9 des Kraftstoff-Injektors 1.

[0026] Wie sich weiter aus Fig. 1 ergibt, befindet sich in der Zeichnungsebene unmittelbar axial unterhalb des Düsennadelsitzes 12 ein ringförmiger Ausmündungsbereich 16, aus dem eine Anzahl von über den Umfang verteilten, in den Düsenkörper 7 eingebrachten Einspritzöffnungen 17 ausmünden.

[0027] Axial in der Zeichnungsebene unten grenzt an den ringförmigen Ausmündungsbereich 16, der im geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Injektors 1 hydraulisch von dem Druckbereich 9 getrennt ist, ein Führungsabschnitt 18 an, in dem die Düsennadel 8 am Innenumfang einer Sacklochbohrung im Düsenkörper 7 geführt ist. Im Führungsabschnitt 18 ist radial zwischen der Düsennadel 8 und dem Düsenkörper 7 eine Ringspaltabdichtung 19 (Führungsspalt) ausgebildet. Axial an die Ringspaltabdichtung 19 grenzt in der Zeichnungsebene unten ein Druckausgleichsraum 20 an. Dieser ist zumindest weitgehend hydraulisch über die Ringspaltabdichtung 19 von dem Ausmündungsbereich 16 entkoppelt. Über das Ventil 13 ist der Druckausgleichsraum 20 mit dem Druck-

bereich 9 verbindbar, der auf der von dem Druckausgleichsraum 20 abgewandten Düsennadelseite angeordnet ist. Da der Durchmesser des Düsenkörpers 7 im Führungsabschnitt 18 dem Durchmesser des Düsennadelsitzes 12 entspricht, ist die Düsennadel 8 bei mit dem Druckbereich 9 verbundenem Druckausgleichsraum 20 in axialer Richtung druckausgeglichen.

[0028] Durch eine, vorzugsweise nur geringfügige, Variation der Durchmesser des Düsennadelsitzes 12 und des Führungsabschnittes 18 bzw. der Ringspaltabdichtung 19 kann bei Bedarf eine, vorzugsweise kleine, schließende oder öffnende Druckstufe realisiert werden.

[0029] In dem in Fig. 1 gezeigten, vollständig geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Injektors 1 liegt sowohl die Düsennadel 8 an ihrem Düsennadelsitz 12 als auch ein axial verstellbares Ventilelement 21 des Ventils 13 an seinem Ventilsitz 22 an. Der Ventilsitz 22 ist an die Düsennadel 8 angeformt. Solange das Ventilelement 21 mit seiner Stirnseite am Ventilsitz 22 anliegt, kann kein Kraftstoff aus dem Druckbereich 9 durch einen zentrisch in der Düsennadel 8 angeordneten Verbindungskanal 23 in den Druckausgleichsraum 20 strömen, so dass im Druckausgleichsraum 20 zumindest näherungsweise Brennraumdruck vorherrscht, also ein (wesentlich) geringerer Druck als im Druckraum 9.

[0030] Damit die Öffnungskraft des (leistungsschwachen) Aktuators 14 ausreicht, die Düsennadel 8 aus der dargestellten Schließstellung in eine in der Zeichnungsebene nach oben verstellte Öffnungsstellung zu bewegen, muss zunächst eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckbereich 9 und dem Druckausgleichsraum 20 hergestellt werden. Hierzu wird, wie sich aus Fig. 2 ergibt, der Aktuator 14 bestromt. Aufgrund der festen Verbindung zwischen Ankerplatte 15 und dem langgestreckten Ventilelement 21 wird letzteres in der Zeichnungsebene nach oben bewegt, so dass ein als Mitnehmer 24 dienender Umfangsbund 25 des Ventilelementes 21 zur axialen Anlage an einem unteren Rand 26 einer Durchgangsöffnung 27 kommt, die stirnseitig in die Düsennadel 8 eingebracht ist.

[0031] Die Durchgangsöffnung 27 wird in axialer Richtung von dem Ventilelement 21 durchsetzt - der Mitnehmer 24 ist somit in einer inneren Düsennadelkammer 28 gefangen.

[0032] Wie sich aus Fig. 2 ergibt, öffnet zunächst das Ventil 13, so dass Kraftstoff aus dem Druckbereich 9 zunächst über eine Radialbohrung 29 in die Düsennadelkammer 28 und von dieser durch den zentrischen Verbindungskanal 23 in axialer Richtung nach unten in den Druckausgleichsraum 20 strömen kann. Der Verbindungskanal 23 ist die einzige Ein- und Auslauföffnung des Druckausgleichsraums 20. Aus diesem münden keine Einspritzöffnungen aus. Aufgrund des Kraftstoffstroms aus dem Druckbereich 9 in den Druckausgleichsraum 20 entsteht eine in Öffnungsrichtung wirkende hydraulische Kraft, die bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel die in Schließrichtung wirkende hydraulische Kraft vollständig kompensiert, so dass auf die Düsennadel 8 in axialer Richtung nach unten lediglich noch die Federkraft einer Düsennadelschließfeder 30 wirkt, die sich stirnseitig an der Düsennadel 8 sowie auf der gegenüberliegenden Seite an einer Scheibe 31 abstützt, welche wiederum mit dem Düsenkörper 7 verschraubt ist.

[0033] Durch die zuvor beschriebene mechanische Kopplung zwischen dem Ventilelement 21 und der Düsennadel 8 über den Mitnehmer 24 wird bei einer weiteren axialen Verstellbewegung des Ventilelementes 21 in der Zeichnungsebene nach oben die Düsennadel 8 mitgenommen (vgl. Fig. 3), wodurch eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckbereich 9 und dem Ausmündungsbereich 16 hergestellt wird, so dass Kraftstoff aus dem Ausmündungsbereich 16 bzw. aus dem Druckbereich 9 unmittelbar durch die Einspritzöffnungen 17 in den Brennraum der Brennkraftmaschine ausströmen kann. Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des Aktuators 14 unterbrochen. Hierdurch wird das Ventilelement 21 mittels einer Ventilschließfeder 32, die sich einenend an einem Umfangsbund 33 des Ventilelementes 21 und anderenend an einer Scheibe 34 abstützt, in der Zeichnungsebene nach unten bewegt, wobei die Federkraft der Ventilschließfeder 32 geringer ist als die Federkraft der Düsennadelfeder 30, so dass die Abwärtsbewegung des Ventilelementes 21 und der Düsennadel 8 zunächst gekoppelt verläuft, bevor die Düsennadel 8 vor dem Ventilelement 21 ihre jeweilige Schließstellung erreicht. Durch die Schließbewegung der Düsennadel wird, wie in Fig. 4 durch Pfeile angedeutet, Kraftstoff aus dem Druckausgleichsraum 20 verdrängt. Dieser verdrängte Kraftstoff strömt durch den Verbindungskanal 23 und die Radialbohrung 29 zurück in den Druckbereich 9. Unterstützt durch die Federkraft der Ventilschließfeder 32 bewegt sich das Ventilelement 21 weiter in Richtung Ventilsitz 22 und verschließt den Druckausgleichsraum 20, um weitere Leckageverluste bei geschlossenem Kraftstoff-Injektor aus dem Druckausgleichsraum 20 über die Ringspaltabdichtung 19 in den Ausmündungsbereich 16 und von dort aus über die Einspritzöffnungen 17 in den Brennraum zu vermeiden. Nach Schließen des Ventils 13 wird wieder der in Fig. 1 gezeigte Zustand erreicht.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer mittels eines Aktuators (14) zwischen einer Schließstellung und einer den Kraftstofffluss aus einem Druckbereich (9) durch mindestens eine Einspritzöffnung (17) freigebenden Öffnungsstellung verstellbaren Düsennadel (8),
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels eines Ventils (13) der Druckbereich (9) mit einem von der Düsennadel (8) begrenzten Druckausgleichsraum (20) verbindbar ist,

wobei der Druckausgleichsraum (20) und der Druckbereich (9) auf einander gegenüberliegenden Seiten der Düsennadel (8) angeordnet sind, wobei der Aktuator (14) zum Verstellen der Düsennadel (8) gleichzeitig zum Verstellen eines Ventilelementes (21) des Ventils (13) dient, und wobei das Ventilelement (21) in einer Öffnungsstellung die Verbindung zwischen dem Druckausgleichsraum (20) und dem Druckbereich (9) öffnet und in einer Schließstellung die Verbindung sperrt. Aufgrund der hydraulischen Verbindung ist eine in Schließrichtung auf die Düsennadel (8) wirkende hydraulische Schließkraft zumindest teilweise kompensierbar.

2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckausgleichsraum (20) mittels einer Ringspaltichtung (19) hydraulisch von einem Ausmündungsbereich (16) der mindestens einen Einspritzöffnung (17), vorzugsweise sämtlicher Einspritzöffnung (17), getrennt ist.
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchmesser der Ringspaltichtung (19), zumindest näherungsweise, dem Durchmesser eines Düsennadelsitzes (12) entspricht.
4. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ventil (13) vor dem Abheben der Düsennadel (8) aus ihrer Schließstellung offenbar ist.
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ventil (13) nach dem Erreichen der Schließstellung der Düsennadel (8) schließbar ist.
6. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ventilelement (21), insbesondere mechanisch, mit der Düsennadel (8) gekoppelt ist, vorzugsweise derart, dass ein Öffnen des Ventils (13) zu einem zeitversetzten Verstellen der Düsennadel (8) aus ihrer Schließstellung führt.
7. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Ventilschließfeder (32) zum Schließen des Ventils (13) vorgesehen ist.
8. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass eine Düsennadelschließfeder (30), zum Schließen der Düsennadel (8) vorgesehen ist.

9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Düsennadel (8) ein, vorzugsweise konzentrisch zu deren Längsmittelachse verlaufender, Verbindungskanal (23) vorgesehen ist, durch den Kraftstoff bei geöffnetem Ventil (13) aus dem Druckbereich (9) in den Druckausgleichsraum (20) strömen kann.
10. Kraftstoff-Injektor nach einem der Vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kraftstoff-Injektor (1) rücklaufanschlusssfrei ist.
11. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Aktuator (14) ein elektromagnetischer Aktuator (14) ist.

Claims

1. Fuel injector for injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, having a nozzle needle (8) which can be adjusted by means of an actuator (14) between a closed position and an open position which permits the flow of fuel from a pressure region (9) through at least one injection opening (17), **characterized in that** the pressure region (9) can be connected by means of a valve (13) to a pressure equalization chamber (20) which is delimited by the nozzle needle (8), wherein the pressure equalization chamber (20) and the pressure chamber (9) are arranged on mutually opposite sides of the nozzle needle (8), wherein the actuator (14) for adjusting the nozzle needle (8) serves simultaneously for adjusting a valve element (21) of the valve (13), and wherein the valve element (21) opens the connection between the pressure equalization chamber (20) and the pressure region (9) when in an open position and blocks said connection when in a closed position, a hydraulic closing force acting on the nozzle needle (8) in the closing direction being able to be at least partially compensated owing to the hydraulic connection.
2. Fuel injector according to Claim 1,
characterized in that the pressure equalization chamber (20) is hydraulically separated from a mouth region (16) of the at least one injection opening (17), preferably from the entire injection opening (17), by means of an annular gap seal (19).

3. Fuel injector according to one of Claims 1 and 2,
characterized
in that the diameter of the annular gap seal (19) at least approximately corresponds to the diameter of a nozzle needle seat (12). 5
4. Fuel injector according to one of the preceding claims,
characterized
in that the valve (13) can be opened before the nozzle needle (8) is lifted out of its closed position. 10
5. Fuel injector according to one of the preceding claims,
characterized
in that the valve (13) can be closed after the nozzle needle (8) reaches the closed position. 15
6. Fuel injector according to Claim 1,
characterized
in that the valve element (21) is coupled in particular mechanically to the nozzle needle (8), preferably in such a way that an opening of the valve (13) leads to a time-offset adjustment of the nozzle needle (8) out of its closed position. 20 25
7. Fuel injector according to one of Claims 1 and 6,
characterized
in that a valve closing spring (32) is provided for closing the valve (13). 30
8. Fuel injector according to one of the preceding claims,
characterized
in that a nozzle needle closing spring (30) is provided for closing the nozzle needle (8). 35
9. Fuel injector according to one of the preceding claims,
characterized
in that, in the nozzle needle (8), there is provided a connecting duct (23) which runs preferably concentrically with respect to the longitudinal central axis of said nozzle needle and through which, when the valve (13) is open, fuel can flow from the pressure region (9) into the pressure equalization chamber (20). 40 45
10. Fuel injector according to one of the preceding claims,
characterized
in that the fuel injector (1) has no return connection. 50
11. Fuel injector according to one of the preceding claims,
characterized
in that the actuator (14) is an electromagnetic actuator (14). 55

Revendications

1. Injecteur de carburant conçu pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne avec un pointeau de buse (8) pouvant être déplacé à l'aide d'un actionneur (14) entre une position de fermeture et une position d'ouverture libérant le flux de carburant provenant d'une zone de pression (9) au travers d'au moins une ouverture d'injection (17) ;
caractérisé en ce que :

la zone de pression (9) peut être reliée à une chambre d'équilibrage de pression (20) délimitée par le pointeau de buse (8) par le biais d'une soupape (13),
la chambre d'équilibrage de pression (20) et la zone de pression (9) étant disposées sur des côtés opposés l'un par rapport à l'autre du pointeau de buse (8),
l'actionneur (14) servant simultanément à déplacer le pointeau de buse (8) et à déplacer un élément de soupape (21) de la soupape (13) et l'élément de soupape (21) ouvrant, dans une position d'ouverture, la liaison entre la chambre d'équilibrage de pression (20) et la zone de pression (9) et bloquant cette liaison dans une position de fermeture, une force de fermeture hydraulique agissant dans la direction de fermeture sur le pointeau de buse (8) pouvant au moins en partie être compensée par la liaison hydraulique.
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la chambre d'équilibrage de pression (20) est séparée sur le plan hydraulique d'une zone d'embouchure (16) de l'au moins une ouverture d'injection (17), de préférence de l'ensemble de l'ouverture d'injection (17), à l'aide d'un joint à fente annulaire (19).
3. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le diamètre du joint à fente annulaire (19) correspond au moins approximativement au diamètre d'un siège de pointeau de buse (12).
4. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la soupape (13) peut être ouverte avant le soulèvement du pointeau de buse (8) hors de sa position de fermeture.
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la soupape (13) peut être refermée une fois que la position de fermeture du pointeau de buse (8) est atteinte.

6. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément de soupape (21) est couplé au pointeau de buse (8), notamment de façon mécanique, de préférence de telle sorte qu'une ouverture de la soupape (13) provoque un déplacement décalé dans le temps du pointeau de buse (8) hors de sa position de fermeture. 5
7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 ou 6, **caractérisé en ce qu'**un ressort de fermeture de soupape (32) est prévu pour fermer la soupape (13). 10
8. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un ressort de fermeture de pointeau de buse (30) est prévu pour fermer le pointeau de buse (8). 15
9. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un canal de liaison (23) s'étendant de préférence concentriquement par rapport à son axe médian longitudinal est prévu dans le pointeau de buse (8), à travers lequel le carburant peut s'écouler de la zone de pression (9) dans la chambre d'équilibrage de pression (20) lorsque la soupape (13) est ouverte. 20 25
10. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'injecteur de carburant (1) ne comporte aucun raccord antiretour. 30
11. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur (14) est un actionneur électromagnétique (14). 35

40

45

50

55

Fig. 1

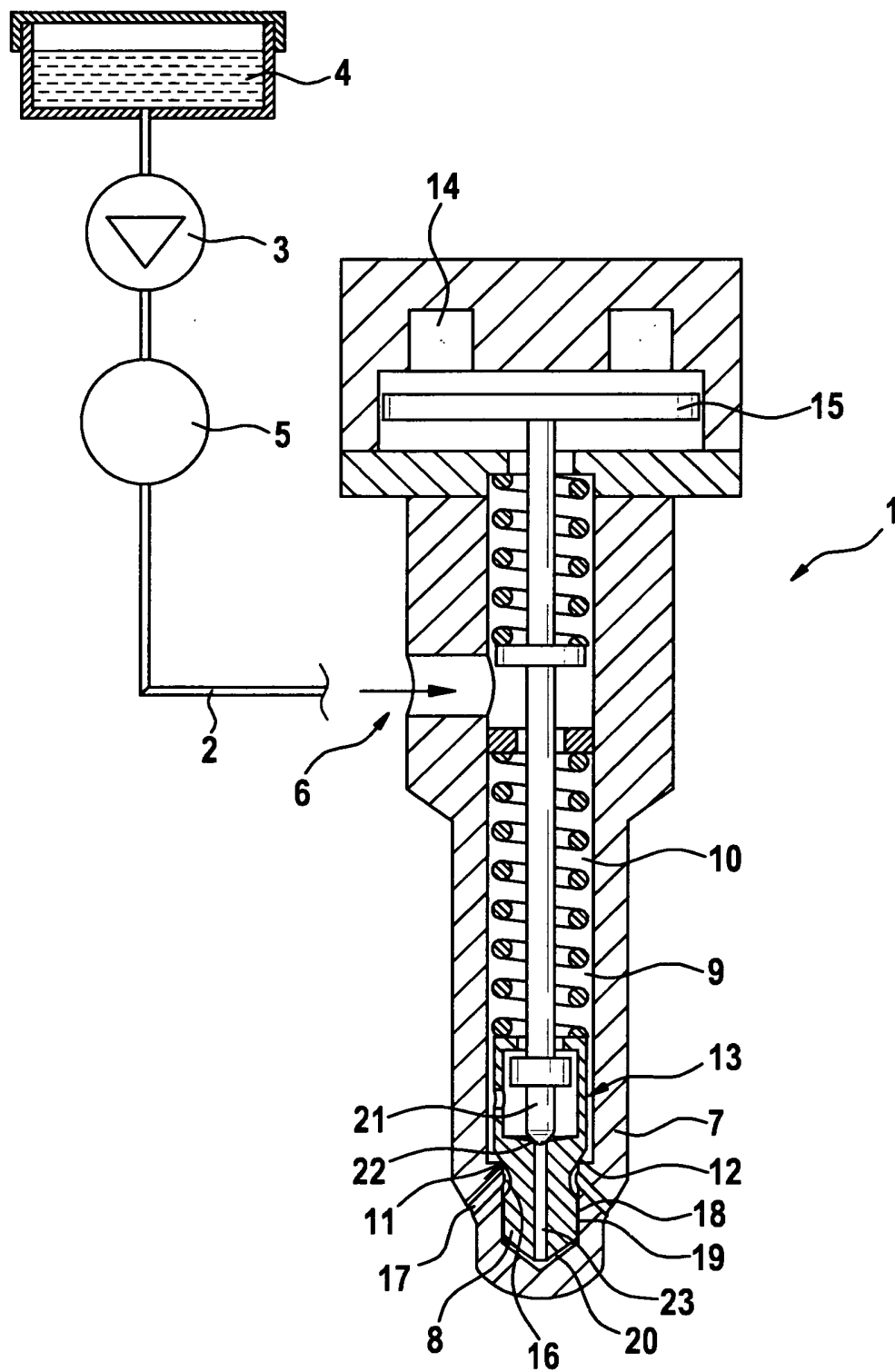


Fig. 2

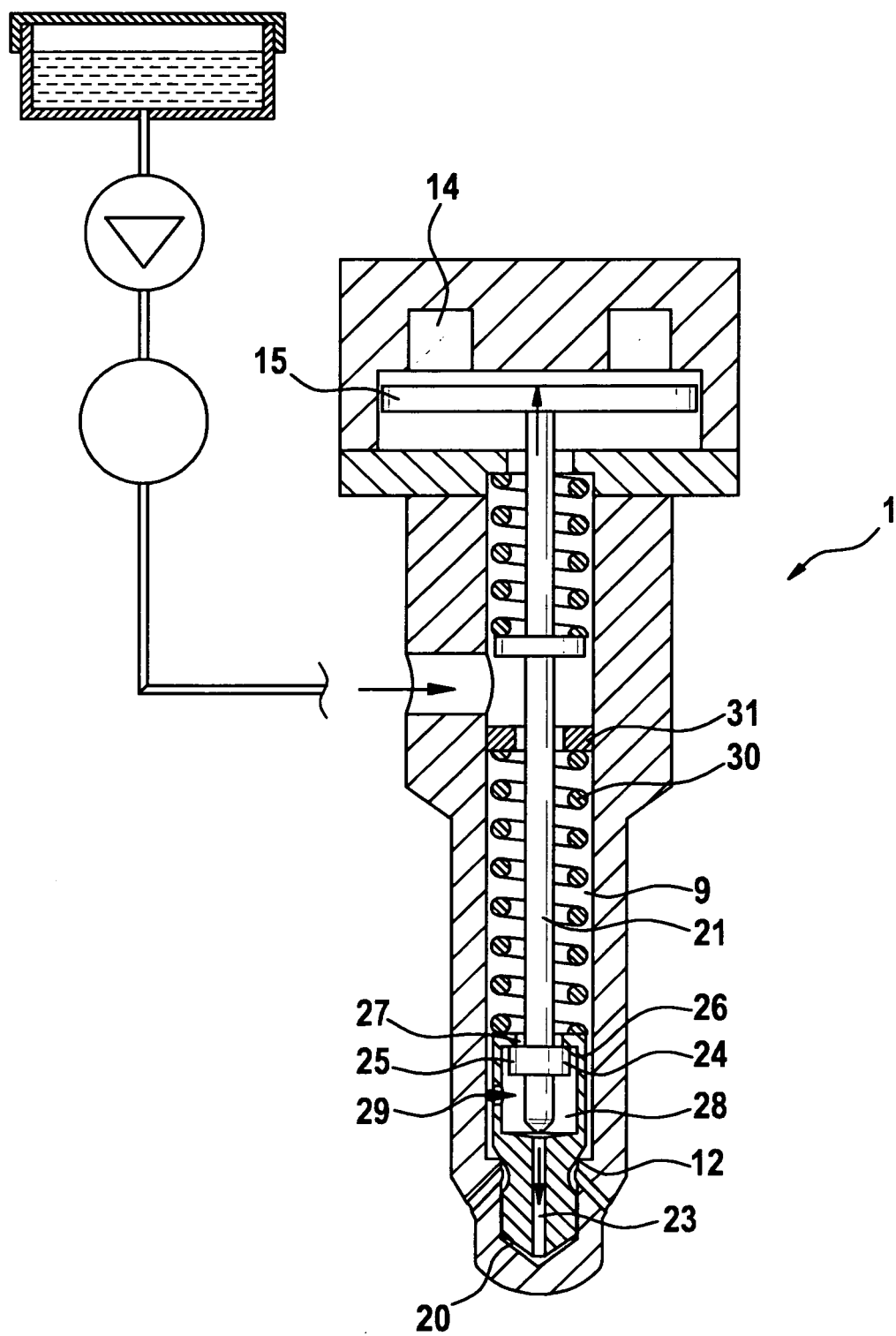


Fig. 3

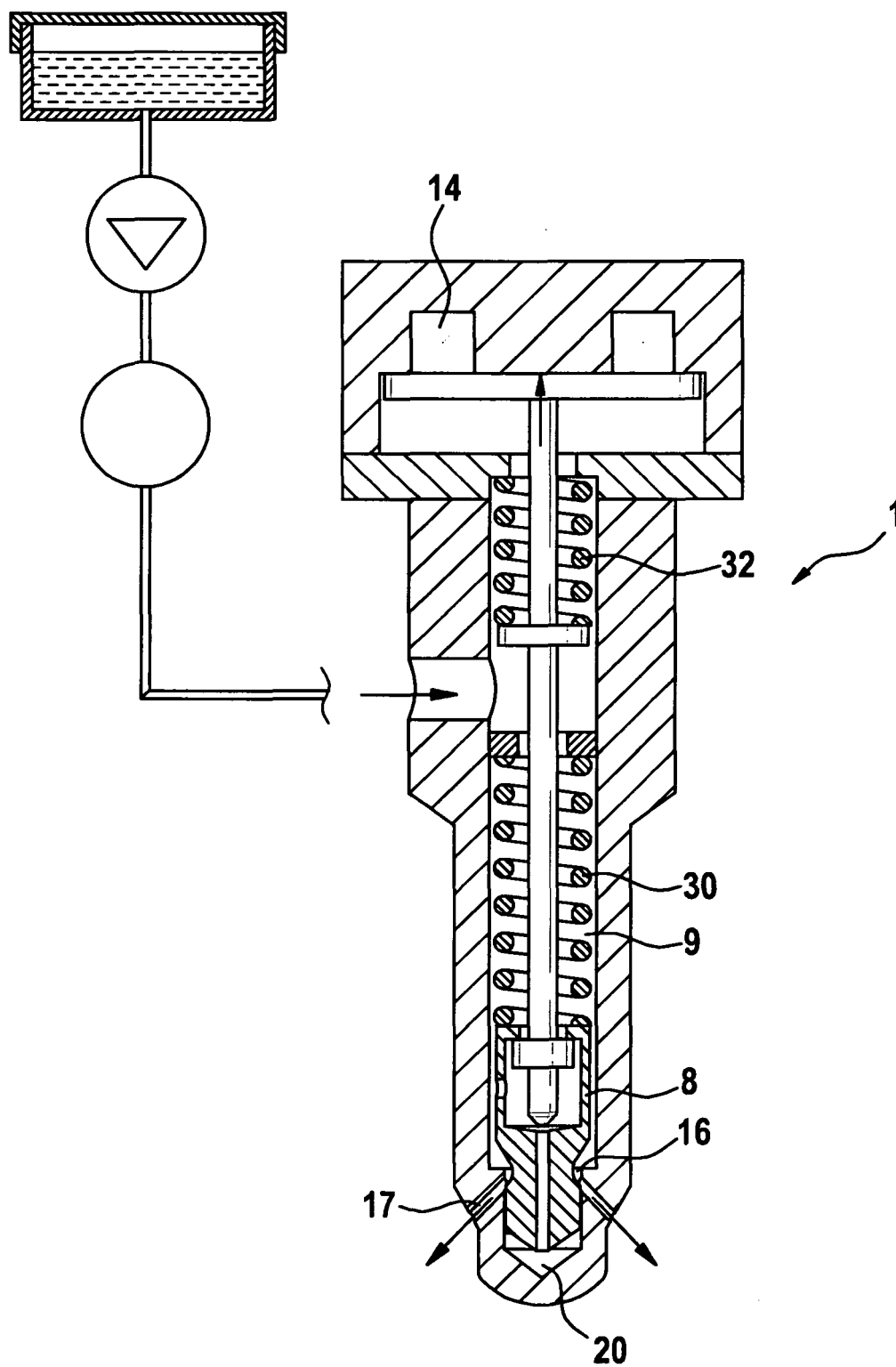
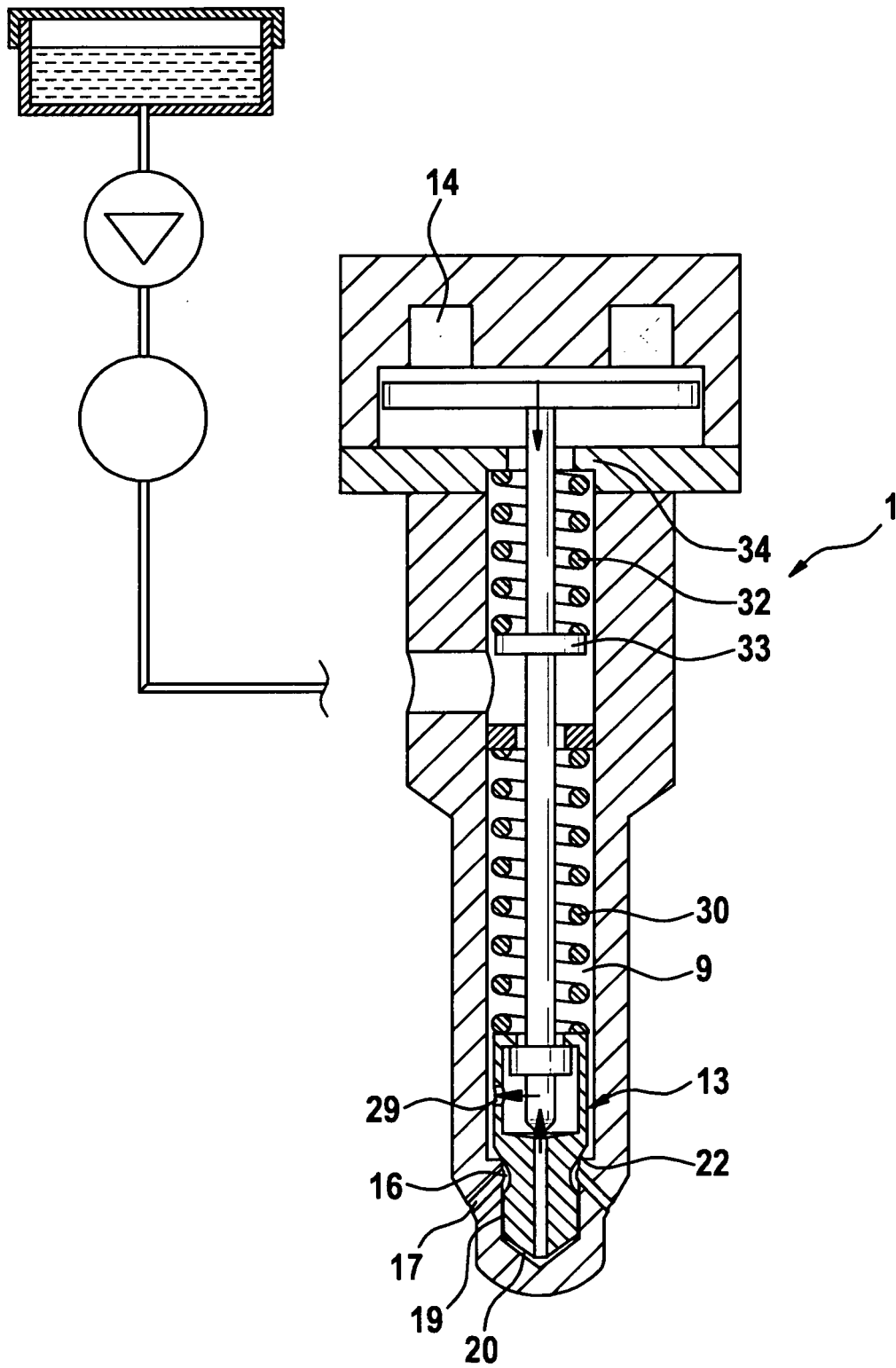


Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2710216 A1 [0003]