

(19)



(11)

EP 2 294 309 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.06.2014 Patentblatt 2014/24

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 (2006.01) **F02M 61/16** (2006.01)
F02M 63/00 (2006.01) **F02M 63/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09765667.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/054814

(22) Anmeldetag: **22.04.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/153087 (23.12.2009 Gazette 2009/52)

(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 TR**

(30) Priorität: **19.06.2008 DE 102008002527**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.03.2011 Patentblatt 2011/11

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

(72) Erfinder: **BURGER, Matthias**
71711 Murr (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102006 051 581 DE-A1-102007 021 330
US-A- 5 720 318 US-A- 6 012 644
US-A- 6 047 899

EP 2 294 309 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, insbesondere einen Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Einhaltung von Schadstoffgrenzwerten hat bei der Entwicklung von Verbrennungsmotoren die höchste Priorität. Gerade das Common-Rail-Einspritzsystem hat einen entscheidenden Beitrag zur Reduzierung der Schadstoffe geleistet. Der Vorteil der Common-Rail-Systeme liegt in ihrer Unabhängigkeit des Einspritzdrucks von Drehzahl und Last. Für die Einhaltung zukünftiger Abgaswerte ist jedoch gerade bei Dieselmotoren eine signifikante Erhöhung des Einspritzdruckes notwendig.

[0003] Neueste Kraftstoff-Injektoren, wie beispielsweise der in der DE 10 2007 021 330 beschriebene Kraftstoff-Injektor, werden leakagearm ausgeführt, indem auf eine Niederdruckstufe am Einspritzventilelement verzichtet wird. Bauteile wie der Injektorkörper (Gehäuseteil) werden flächendeckend mit Hochdruck beaufschlagt, wodurch im Vergleich zu früheren Kraftstoff-Injektoren ein völlig neuer Belastungsfall entsteht. Gerade bei Raildrücken jenseits von 2000 bar sind nicht nur Bauteilverschneidungen problematisch, sondern auch Materialfehler an an für sich unauffälligen Stellen, wie beispielsweise an einer Zentralbohrung im Injektorkörper, führen zu Ausfällen. Diese Ausfälle sind statistisch bedingt. Gerade wenn ein Bauteil großflächig mit Druck beaufschlagt wird, wird es immer wahrscheinlicher, dass das Bauteil unter hohen Druckbelastungen aufgrund eines Gefügefehlers versagt. Diese Versagensart ist mit herkömmlichen Berechnungsverfahren nur schwer zu bewerten, weil das Versagen nicht an Stellen auftritt, die durch eine Spannungsspitze charakterisiert sind, sondern vielmehr an Stellen, die von der Spannungsverteilung her weniger kritisch sind.

[0004] Daher müssen zur Herstellung von Kraftstoff-Injektoren für höchste Einspritzdrücke von wesentlich größer als 2000 bar äußerst kostenintensive Spezialwerkstoffe eingesetzt werden, wobei nicht nur der Werkstoff an sich, sondern auch dessen Bearbeitung mit hohen Kosten verbunden ist.

[0005] DE 10 2006 051581 A1 und US 5720318 A offenbaren Kraftstoff-Injektoren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen für höchste Einspritzdrücke ausgelegten Kraftstoff-Injektor vorzuschlagen. Bevorzugt soll dieser mit herkömmlichen Werkstoffen wie beispielsweise C45-Stahl

herstellbar sein.

Technische Lösung

[0007] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, radial zwischen dem Injektorkörper (Gehäuseteil) und einem, vorzugsweise als injektorseitiger Raildruckspeicher (Minirail) ausgebildeten, Hochdruckraum einen Ringraum anzuordnen, in dem dauerhaft oder zeitweise ein geringerer Kraftstoff-Druck als im Hochdruckraum und ein höherer Kraftstoffdruck als im Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors herrscht. Auf diese Weise wird erreicht, dass auf die den Ringraum radial innen begrenzende Umfangswand lediglich der Differenzdruck aus dem Kraftstoff-Druck im Hochdruckraum und dem Kraftstoff-Druck im Ringraum wirkt. Die auf den außen angeordneten Injektorkörper wirkende Belastung ist ebenfalls reduziert, da dieser lediglich dem Kraftstoff-Druck im Ringraum ausgesetzt ist. Durch das Vorsehen eines Ringraums mit geringerem Hydraulikdruck als der Hochdruckraum wird der Druck also von radial innen nach radial außen stufenweise abgebaut, so dass kritische Materialbelastungen vermieden werden können. Auf diese Weise ist es möglich, dass auch Injektorkörper von für weit über 2000 bar ausgelegte Kraftstoff-Injektoren mit herkömmlichen Werkstoffen, wie C45-Stahl, ausgeführt werden können, insbesondere dann, wenn der Kraftstoff-Druck im Ringraum etwa 1800 bar nicht überschreitet. Soll der Druck im Hochdruckraum des Kraftstoff-Injektors beispielsweise maximal 2000 bar betragen, ist es in der Regel ausreichend, wenn die Druckdifferenz zwischen dem Ringraum und dem Hochdruckraum etwa 200 bar beträgt.

[0009] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der der Druck im Ringraum während des Betriebs des Kraftstoffs-Injektors mindestens halb so hoch ist wie der Druck im Druckraum um somit die Abtrennung zwischen dem Ringraum und dem Hochdruckraum nicht über Gebühr zu belasten.

[0010] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der der aus dem Kraftstoff-Versorgungsanschluss von einem externen Kraftstoff-Hochdruckspeicher (Rail) zuströmende Kraftstoff unmittelbar in den Hochdruckraum geleitet wird. Bevorzugt ist hierzu ein den Ringraum in radialer Richtung durchsetzender Kanal vorgesehen, der beispielsweise von dem den Ringraum radial innen begrenzenden Injektorbauteil gebildet ist.

[0011] Bevorzugt handelt es sich bei dem Kraftstoff-Injektor um einen sogenannten leakagearmen Injektor, vorzugsweise ohne dauerhafte, auf das ein- oder mehrteilig ausgebildete Einspritzventilelement wirkende, eine hydraulische Schließkraft erzeugende, Niederdruckstufe. Derartige Kraftstoff-Injektoren werden bevorzugt mit einem langen Einspritzventilelement ausgestattet, des-

sen Axialerstreckung bevorzugt mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 60% oder 70% der Axialerstreckung des gesamten Kraftstoff-Injektors entspricht. Dabei ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der sich der Hochdruckraum, in dem das Einspritzventilelement aufgenommen ist, in axialer Richtung bis zu einer Düsenlochanordnung erstreckt, wobei der Hochdruckraum bei Bedarf in zwei axial benachbarte Raumabschnitte unterteilt werden kann, zwischen denen eine Schließdrossel angeordnet ist, um den Kraftstoff-Druck im Bereich einer Einspritzventilelementspitze etwas, beispielsweise um 100 bis 200 bar, abzusenken, um hierdurch eine hydraulische Schließkraftkomponente zu erzeugen. Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der sich der Hochdruckraum in axialer Richtung bis in einen axial zu dem Injektorkörper benachbarten Düsenkörper hineinerstreckt, wobei in diesem Fall auch eine Ausführungsform realisierbar ist, bei der sich der zwischen dem Injektorkörper und dem Hochdruckraum ausgebildete, druckreduzierte Ringraum in axialer Richtung bis in den Düsenkörper hineinerstreckt.

[0012] Zur Erzielung der benötigten Druckabsenkung im Ringraum ist es denkbar eine in Reihe geschaltete Drosselkombination zu realisieren, die aus mindestens einer Ringraumzulaufdrossel und mindestens einer Ringraumablaufdrossel besteht, wobei über die Ringraumzulaufdrossel unter Hochdruck, insbesondere zumindest näherungsweise unter Raildruck, stehender Kraftstoff in den Ringraum zuströmen kann. Über die Ringraumablaufdrossel kann wiederum Kraftstoff aus dem Ringraum in Richtung des Niederdruckbereichs des Kraftstoff-Injektors abströmen, wobei die Durchflussquerschnitte der mindestens einen Ringraumzulaufdrossel und der mindestens einen Ringraumablaufdrossel derart dimensioniert sind, dass sich der gewünschte Druckunterschied zwischen Ringraum und Hochdruckraum einstellt. Dieser Druckabsenkungsmechanismus ist vergleichbar zur an sich bekannten Steuerraumdruckabsenkung, wie diese von servogesteuerten Kraftstoff-Injektoren bekannt ist. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Ringraumdruck im Vergleich zum Steuerraumdruck keinen Einfluss auf das Einspritzverhalten des Kraftstoff-Injektors hat, so dass an die mindestens eine Ringraumzulaufdrossel und die mindestens eine Ringraumablaufdrossel eine geringere Genauigkeitsanforderung bei der Fertigung gestellt werden kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die mindestens eine Ringraumzulaufdrossel und/oder die mindestens eine Ringraumablaufdrossel konstruktiv über eine Führung und/oder einen Leckspalt realisiert sind, wodurch zusätzliche Arbeitsschritte zur Herstellung von Drosselbohrungen eingespart werden können. Selbstverständlich ist es auch möglich zumindest eine der Drosseln als Drosselbohrung auszuführen.

[0013] Die mindestens eine Ringraumablaufdrossel kann auch durch ein später noch zu erläuterndes Überdruckventil ersetzt bzw. gebildet werden.

[0014] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der Druck im Ringraum nicht

während der gesamten Betriebszeit gegenüber dem Druck im Hochdruckraum abgesenkt wird, sondern nur zu Zeiten, in denen der Druck im Hochdruckraum eine kritische Grenze überschreitet. Dies ist in der Regel nur dann der Fall, wenn der Verbrennungsmotor unter Vollast betrieben wird. Anders ausgedrückt ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der der Druck im Ringraum im Vergleich zum Druck im Hochdruckraum erst ab Überschreiten eines Mindestdrucks, insbesondere von etwa 1800 bar, reduziert ist bzw. reduziert wird.

[0015] Diese Forderung kann konstruktiv dadurch realisiert werden, dass in Kraftstoffströmungsrichtung zwischen dem Ringraum und dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors mindestens ein Überdruckventil vorgesehen ist, welches bevorzugt als Rückschlagventil ausgebildet ist. Dabei ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der das Überdruckventil derart ausgelegt ist, dass es im geöffneten Zustand als Ringraumablaufdrossel wirkt, so dass sich der gewünschte Ringraumdruck definiert einstellt. Durch die nur zeitweise Öffnung des Überdruckventils kann die parasitäre Abflussmenge auf ein absolutes Minimum reduziert werden.

[0016] Bevorzugt umfasst das Überdruckventil mindestens eine Feder, die ein verstellbares Ventilelement federkraftbeaufschlagt. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Feder um eine Blattfeder und/oder bei dem Ventilelement um eine, insbesondere als Stahlkugel ausgebildete, Ventilkugel. Konstruktiv elegant ist eine Ausführungsform, bei der das Ventilelement von der Feder auf einen an einem den Niederdruckbereich axial begrenzenden Injektorbauteil ausgebildeten Ventilsitz gepresst wird. Dabei kann die Blattfeder beispielsweise axial zwischen einer Ventilspannschraube zum Festlegen des Injektorbauteils im Injektorkörper und dem Injektorbauteil geklemmt werden.

[0017] Alternativ ist eine Ausführungsform realisierbar, bei der das verstellbare Ventilelement des Überdruckventils von dem den Niederdruckbereich axial begrenzenden Injektorbauteil gebildet ist, wobei dieses Injektorbauteil in diesem Fall mittels einer Feder, beispielsweise einer Dehnhülse oder einer Tellerfeder, gegen den Injektorkörper federkraftbeaufschlagt ist. Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn der Kraftstoff aus dem Ringraum bei geöffnetem Überdruckventil durch einen ringförmigen Leckagespalt in den Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors strömt, wobei der Leckagespalt, vorzugsweise axial, zwischen dem Injektorbauteil und dem Injektorkörper gebildet ist, wobei zur Gewährleistung einer ausreichenden Dichtheit des geschlossenen Überdruckventils am Injektorkörper und/oder am Injektorbauteil bevorzugt mindestens eine Beißkante ausgebildet ist.

[0018] Bevorzugt ist die Feder des Überdruckventils derart angeordnet, dass die Vorspannung der Feder und damit der maximale Druck des Ringraums mittels einer Ventilspannschraube einstellbar ist, wobei die Ventilspannschraube vorzugsweise eine Axialsicherung für das den Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors in axialer Richtung begrenzende Injektorbauteil ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen. Diese zeigen in:

Fig. 1: eine erste Ausführungsform eines Kraftstoff-Injektors mit einem zwischen einem Hochdruckraum und einem Injektorkörper ausgebildeten Ringraum in dem der Kraftstoff-Druck im Betrieb des Kraftstoff-Injektors gegenüber dem Kraftstoff-Druck im Hochdruckraum dauerhaft reduziert ist,

Fig. 2: eine alternative, zweite Ausführungsform eines Kraftstoff-Injektors mit einem zwischen Ringraum und Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors angeordneten, als Rückschlagventil ausgebildeten Überdruckventils, das die Aufgabe hat, den Kraftstoff-Druck im Ringraum nur bei Überschreiten eines Mindestdrucks zu reduzieren und

Fig. 3: ein weiteres alternatives, drittes Ausführungsbeispiel eines Kraftstoff-Injektors, bei dem das Ventilelement des Überdruckventils von einem eine Steuerkammer begrenzenden Injektorbauteil gebildet ist.

Ausführungsformen der Erfindung

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

[0021] In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht gezeigten Brennraum einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Eine Hochdruckpumpe 2 fördert Kraftstoff von einem Vorratsbehälter 3 in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 (Rail). In diesem ist Kraftstoff, insbesondere Diesel oder Benzin, unter hohem Druck, von in diesem Ausführungsbeispiel etwa 2500 bar, gespeichert. An den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 ist der Kraftstoff-Injektor 1 neben anderen, nicht gezeigten Injektoren über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen. Diese Versorgungsleitung 5 führt zu einem Kraftstoff-Versorgungsanschluss 6 des Kraftstoff-Injektors 1, der über einen Versorgungskanal 7 zu einem zentrischen, als Minirail dienenden Hochdruckraum 8 führt. In diesem Hochdruckraum 8 herrscht im Wesentlichen Raildruck von etwa 2500 bar. An einem Injektordeckel 9 ist ein Kraftstoffrücklaufanschluss 10 vorgesehen, an den eine Rücklaufleitung 11 angeschlossen ist. Über den Kraftstoffrücklaufanschluss 10 und die Rücklaufleitung 11 kann eine später noch zu erläuternde Steuermenge sowie eine Leckagemenge an Kraftstoff aus einem Niederdruckbereich 12 des Kraftstoff-Injek-

tors 1 zu dem ebenfalls auf Niederdruck von etwa 1 bis 10 bar liegenden Vorratsbehälter 3 abfließen.

[0022] Innerhalb des Hochdruckraums 8 ist ein in dem gezeigten Ausführungsbeispiel einteiliges Einspritzventilelement 13 axial verstellbar aufgenommen. Alternativ ist das Einspritzventilelement 13 mehrteilig ausgeführt und besteht beispielsweise aus einer oberen Steuerstange und einer unteren Düsennadel.

[0023] Das Einspritzventilelement 13 ist längsverschieblich in einer Führungsbohrung 14 eines in der Zeichnungsebene unteren Düsenkörpers 15 geführt. Dabei sind am Außenumfang des Einspritzventilelementes 13 im Bereich seiner unteren Führung Axialkanäle 16 als Anschlüsse realisiert, über die der Kraftstoff bei geöffnetem Einspritzventilelement 13 in axialer Richtung nach unten zu einer Düsenlochanordnung 17 strömen kann. Der Düsenkörper 15 ist mittels einer Überwurfmutter 18 mit einem Injektorkörper 19 verspannt. Der Injektorkörper 19 bildet bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel das größte Gehäuseteil eines Gehäuses 20.

[0024] Das Einspritzventilelement 13 weist an seiner Spitze 21 eine Schließfläche 22 auf, mit der das Einspritzventilelement 13 in dichte Anlage an einen innerhalb des Düsenkörpers 15 ausgebildeten Einspritzventilelementsitz 23 bringbar ist. Wenn das Einspritzventilelement 13 an seinem Einspritzventilelementsitz 23 anliegt, d.h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus der Düsenlochanordnung 17 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz 23 abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Hochdruckraum 8 in axialer Richtung über die Axialkanäle 16 in einen unteren, als Ringraum ausgebildeten Düsenraum 24 und von dort aus am Einspritzventilelementsitz 23 vorbei zur Düsenlochanordnung 17 strömen und dort im Wesentlichen unter Hochdruck (Raildruck) stehend in den Brennraum (nicht gezeigt) gespritzt werden.

[0025] Von einer oberen Stirnseite 25 des Einspritzventilelementes 13 und einem Stellraumabschnitt 26 eines Injektorbauteils 27 wird eine Steuerkammer 28 begrenzt, die über eine in das Einspritzventilelement 13 eingebrachte Zulaufdrossel 29 mit Kraftstoff aus dem Hochdruckraum 8 versorgt wird. Die Steuerkammer 28 ist über einen axial im Injektorbauteil 27 verlaufenden Ablaufkanal 30 mit Ablaufdrossel 31 mit einer Ventilkammer 32 eines Stellventils 33 (Servo-Ventil) verbunden. Die Ventilkammer 32 wird radial außen von einem hülsenförmigen Stellventilelement 34 begrenzt. Das hülsenförmige Stellventilelement 34 ist in seiner Schließstellung in axialer Richtung im Wesentlichen druckausgeglichen. Die Ventilkammer 32 wird in axialer Richtung nach oben von einem Druckstift 35 begrenzt, der sich axial am Injektordeckel 9 abstützt und als von dem Injektorbauteil 27 separates Bauteil ausgebildet ist. Ein mit dem hülsenförmigen Stellventilelement 34 zusammenwirkender Stellventilsitz 36 (hier Flachsitz) ist am Injektorbauteil 27 ausgebildet.

[0026] Das hülsenförmige Stellventilelement 34 ist einteilig mit einer Ankerplatte 37 ausgebildet, die mit ei-

nem elektromagnetischen Aktuator 38 zusammenwirkt. Wird dieser bestromt, hebt das Steuerventilelement 34 in axialer Richtung von seinem Steuerventilsitz 36 ab, so dass Kraftstoff aus der Ventilkammer 32 und in der Folge aus der Steuerkammer 28 in den Niederdruckbereich 12 und von dort aus über den Kraftstoffrücklaufanschluss 10 und die Rücklaufleitung 11 zum Vorratsbehälter 3 abströmen kann. Dabei sind die Durchflussquerschnitte der Zulaufdrossel 29, die alternativ beispielsweise auch im Injektorbauteil 27 ausgebildet sein kann, und der Ablaufdrossel 31 derart aufeinander abgestimmt, dass bei geöffnetem Steuerventil 33 ein Nettoabfluss von Kraftstoff aus der Steuerkammer 28 resultiert, mit der Folge, dass der Kraftstoffdruck in der Steuerkammer 33 rapide abfällt und somit eine hydraulische Öffnungskraft auf das Einspritzventilelement 13 wirkt, welches in der Folge von seinem Einspritzventilelementsitz 23 abhebt und die Düsenlochanordnung 17 zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum freigibt.

[0027] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des elektromagnetischen Aktuators 38 unterbrochen. Mit einer sich einlenkenden an einer Schulter des Druckstiftes 35 und anderenends an einer oberen Stirnseite der Ankerplatte 37 abstützenden Steuerungschließfeder 39 wird das hülsenförmige Steuerventilelement 34 zurück auf seinen Steuerventilsitz 36 bewegt. Der durch die Zulaufdrossel 29 nachströmende Kraftstoff sorgt für eine Druckerhöhung in der Steuerkammer 28 mit der Folge, dass das Einspritzventilelement 13 unterstützt durch eine Schließfeder 40 zurück auf den Einspritzventilelementsitz 23 bewegt wird. Die Schließfeder 40 ist dabei in dem in den Düsenkörper 15 hineinragenden Hochdruckraum 8 angeordnet und stützt sich einlenkenden an einer unteren Stirnseite des Injektorbauteils 27 und anderenends an einem Umfangsbund 41 des Einspritzventilelementes 13 ab. Zum Erzeugen einer ausreichend hohen Schließkraft können die Axialkanäle 16 als Drosselkanäle ausgebildet sein, um somit den Druck im Düsenraum 24 im Vergleich zum Hochdruckraum 8 etwas zu reduzieren. Der Druck wird jedoch mit Vorteil etwa nur um etwa 100 bis 200 bar reduziert, so dass der Düsenraum 24 und der Hochdruckraum 8 als ein gemeinsamer Raum angesehen werden können. Durch den durch das Schließen des Einspritzventilelementes 13 hervorgerufenen abrupten Abfall der Einspritzrate entsteht im Düsenraum 24 und vor allem im Hochdruckraum 8 ein Druckstoß (Joukowski-Stoß) der am Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 reflektiert wird. Diese Mengenwellen führen zu Druckschwingungen. Die dadurch bedingten Spitzendrücke können mehrere hundert bar über dem maximalen Raildruck liegen, wodurch der gesamte Kraftstoff-Injektor 1 sowie das Versorgungssystem entsprechend auf die Spitzendrücke ausgelegt werden müssen.

[0028] Um zu ermöglichen, dass der Injektorkörper 19 nicht über die Maßen druckbelastet wird und in der Folge aus herkömmlichen Stählen, wie beispielsweise C45, hergestellt werden kann, sieht der in Fig. 1 gezeigte Kraft-

stoff-Injektor 1 einen Ringraum 42 vor, der sich radial zwischen dem Hochdruckraum 8 und dem Injektorkörper 19 befindet. Der Ringraum 42 erstreckt sich in axialer Richtung über den größten Teil der Axialerstreckung des Injektorkörpers 19 und kann bei Bedarf auch axial bis in den Düsenkörper 15 hineinragen.

[0029] Der Ringraum 42 wird radial innen gegenüber dem Hochdruckraum 8 begrenzt von einem rohrförmigen Abschnitt 43 des Injektorbauteils 27. Im Injektorbauteil 27 ist hierzu eine Stufenbohrung 44 eingebracht, die in ihrem in der Zeichnungsebene oberen Ende die Steuerkammer 28 begrenzt. Im Ringraum 42 herrscht dauerhaft ein geringerer Kraftstoffdruck als im Hochdruckraum 8 und dauerhaft ein höherer Kraftstoffdruck als im Niederdruckbereich 12 des Kraftstoff-Injektors 1. Durch mittels einer im Folgenden noch zu erläuternden Drosselanordnung ist der Druck im Ringraum 42 dauerhaft geringer als im Hochdruckraum 8. Die Durchflussquerschnitte der im Folgenden noch zu erläuternden Drosseln sind dabei derart abgestimmt, dass der Druck im Ringraum 42 1800 bar nicht überschreitet. Hierdurch wird die Druckbelastung des Injektorkörpers 19, zumindest in druckkritischen Bereichen über den größten Teil seiner Axialerstreckung reduziert.

[0030] Wie sich aus Fig. 1 ergibt, ist der Versorgungskanal 7 abschnittsweise als Bohrung in einem mit dem Injektorkörper 19 verschraubten, hülsenförmigen Anschlusssteil 60 ausgebildet, wobei sich der Versorgungskanal 7 in radialer Richtung in den Hochdruckraum 8 fortsetzt, und dabei den Ringraum 42 in radialer Richtung durchsetzt und gegenüber diesem abgedichtet ist. Das Injektorbauteil 22 ist hierzu im Bereich des Versorgungskanals 7 mit einem positiven Durchmessersprung 45 (Umfangsbund) versehen, in den mit Abstand zum Versorgungskanal 7 axial verlaufende Aussparungen 46 eingebracht sind, über die der Kraftstoff aus einem unteren Abschnitt des Ringraums 42 in einen oberen Abschnitt des Ringraums 42 ungehindert und vorzugsweise unge-drosselt strömen kann.

[0031] Das in Fig. 1 gezeigte Injektorbauteil 27 muss nicht zwangsläufig einteilig ausgeführt werden. So ist es beispielsweise denkbar, den Ringraum 42 mit einem eigenständigen, rohrförmigen, hier von dem rohrförmigen Abschnitt 43 gebildeten Element zu begrenzen, das sich an einem hier als Plattenabschnitt 47 des Injektorbauteils 27 realisierten separaten, den Niederdruckbereich 12 begrenzenden Bauteil in axialer Richtung abstützt.

[0032] In axialer Richtung nach oben wird der Ringraum 42 begrenzt von dem wie erwähnt auch als separates Bauteil ausführbaren Plattenabschnitt 47 des Injektorbauteils 27. Dieses ist von einer Ventilspannschraube 48 gegen eine Ringschulter 49 des Injektorkörpers 19 gepresst. In axialer Richtung nach unten wird der Ringraum 42 begrenzt von einem Dichtelement 50, welches sich radial zwischen dem unteren Bereich des rohrförmigen Abschnitts 43 des Injektorbauteils 27 und dem Injektorkörper 19 befindet.

[0033] Wie sich aus Fig. 1 weiter ergibt kann unter

Hochdruck von in dem gezeigten Ausführungsbeispiel 2500 bar stehender Kraftstoff in radialer Richtung über eine Ringraumzulaufdrossel 51 in den Ringraum 42 strömen. Von dort aus strömt Kraftstoff über eine im Injektorbauteil 27 vorgesehene Ringraumablaufdrossel 52 in den Niederdruckbereich 12 des Kraftstoff-Injektors 1. Die Durchflussquerschnitte der Ringraumzulaufdrossel 51 und der Ringraumablaufdrossel 52 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass der Druck im Ringraum 42, wie zuvor erläutert, einen Maximaldruck von 1800 bar nicht überschreitet, wodurch die Druckbelastung des Injektorkörpers 19 deutlich reduziert wird. Wie sich aus Fig. 1 ergibt, sind die Ringraumzulaufdrossel 51 und die Ringraumablaufdrossel 52 als Drosselbohrungen ausgeführt, wobei auch alternative Herstellungsmöglichkeiten realisierbar sind. Da der Druck im Ringraum 42 keinerlei Einfluss auf das Einspritzverhalten des Kraftstoff-Injektors 1 hat, können die Ringraumzulaufdrossel 51 und die Ringraumablaufdrossel 52 sehr klein ausgeführt werden, wodurch die für die Druckabsenkung notwendige parasitäre Ablaufmenge gering ist. Zum anderen reagiert der Druck im Ringraum 42 nicht auf hochdynamische Druckänderungen im als Minirail dienenden Hochdruckraum 8, sondern nur auf funktionsbedingte Raildruckänderungen.

[0034] Im Folgenden werden anhand der Fig. 2 und 3 weitere alternative Ausführungsbeispiele eines Kraftstoff-Injektors 1 erläutert. Dabei entspricht der Aufbau dieser Ausführungsformen im Wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten und zuvor beschriebenen Ausführungsform. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden daher im Folgenden im Wesentlichen nur Unterschiede zu dem in Fig. 1 gezeigten und zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel erläutert. Im Hinblick auf Gemeinsamkeiten wird auf Fig. 1 sowie die vorhergehende Figurenbeschreibung verwiesen.

[0035] Im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist der Druck im Ringraum 42 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 im Vergleich zum Hochdruckraum 8 nicht dauerhaft reduziert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Kraftstoff aus dem Ringraum 42 nur zeitweise in den Niederdruckbereich 12 des Kraftstoff-Injektors 1 abströmen kann. Der Zustrom aus dem Hochdruckraum 8 in den Ringraum 42 erfolgt auch bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel über eine als Drosselbohrung ausgeführte Ringraumzulaufdrossel 51. Die Ringraumablaufdrossel 52 wird bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 von einem als Rückschlagventil ausgebildeten Überdruckventil 53 gebildet, das so ausgelegt ist, dass dieses erst dann in Richtung Niederdruckbereich 12 öffnet, wenn ein Mindestdruck im Ringraum 42 überschritten wird. Auf diese Weise wird eine Druckabsenkung im Ringraum 42 also nur dann realisiert, wenn dies notwendig ist, also für die Stabilität kritische Drücke auftreten. Insgesamt kann hierdurch die parasitäre Ablaufmenge weiter reduziert werden. Das Überdruckventil 53 umfasst ein als Stahlkugel ausgebildetes Ventilelement 54, welches von einer als Platte-

ausgebildeten Feder 55 in Richtung auf einen am Injektorbauteil 27, genauer am Plattenabschnitt 47 ausgebildeten Ventilsitz 56 federkraftbeaufschlagt wird. Dabei steht die Unterseite des Ventilelementes 54 über einen Kanal 57 im Injektorbauteil 27 dauerhaft in Verbindung mit dem Ringraumvolumen des Ringraums 42. Übersteigt der Druck im Ringraum 42 einen Mindestdruck, wird das kugelförmige Ventilelement 54 entgegen der Federkraft der Feder 55 von seinem Ventilsitz 56 abgehoben, so dass Kraftstoff gedrosselt aus dem Ringraum 42 in den Niederdruckbereich 12 abströmen kann. Das Überdruckventil 53 ist so dimensioniert, dass die Drosselwirkung des Überdruckventils 53 das gewünschte Maß an Druckabsenkung im Ringraum 42 zur Folge hat.

[0036] Wie sich weiter aus Fig. 2 ergibt, ist die als Plattefeder ausgebildete Feder 55 axial geklemmt zwischen der Ventilspannschraube 48 und der in der Zeichnungsebene oberen Seite des Plattenabschnittes 47 des Injektorbauteils 27.

[0037] Das in Fig. 3 gezeigte Ausführungsbeispiel eines Kraftstoff-Injektors 1 funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie das in Fig. 2 gezeigte und zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist hier die Ringraumzulaufdrossel 51 nicht als Drosselbohrung sondern als Leckagespalt zwischen einem Umfangsbund 58 des rohrförmigen Abschnitts 43 des Injektorbauteils 27 und dem Injektorkörper 19 ausgebildet. Eine weitere Ringraumzulaufdrossel 51 ist vorgesehen zwischen dem oberen positiven Durchmessersprung 45 (Umfangsbund) und dem Injektorkörper 19.

[0038] Auch ist kein Drosselkanal als Ringraumablaufdrossel 52 vorgesehen. Diese wird gebildet von dem Überdruckventil 53, über das der Ringraum 42 mit dem Niederdruckbereich 12 des Kraftstoff-Injektors 1 verbindbar ist. Das Ventilelement 54 wird gebildet von dem Plattenabschnitt 47 des Injektorbauteils 27. Dieses liegt im geschlossenen Zustand des Überdruckventils 53 auf der Ringschulter 49 des Injektorkörpers 19 auf. Bei geöffnetem Überdruckventil 53 ist der Plattenabschnitt 47 in axialer Richtung nach oben verstellt, sodass ein Ringspalt axial zwischen dem Plattenabschnitt 47 und einer Beißkante 59 des Injektorkörpers 19 gebildet ist, wobei der Durchflussquerschnitt des Ringspaltes so abgestimmt ist, dass die gewünschte Drosselung erzielt wird.

[0039] Der Plattenabschnitt 47 hebt erst dann von seinem von der Beißkante 59 gebildeten Ventilsitz 56 am Injektorkörper 19 ab, wenn die auf ihn wirkende Druckkraft die Federkraft einer als Tellerfeder ausgebildeten Feder 55 überschreitet, die sich in axialer Richtung nach oben an der Ventilspannschraube 48 abstützt. Die Feder 55 ist bestrebt, den Plattenabschnitt 47 axial nach unten gegen die Ringschulter 49 des Injektorkörpers 19 zu pressen. Durch Verstellen der Ventilspannschraube 48 kann die Vorspannung der Feder 55 eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor (1), insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffrücklaufanschluss (10) und mit einem ein-
10 teiligen oder mehrteiligen, zwischen einer Öffnungs-
stellung und einer Schließstellung verstellbaren Einspritzventilelement (13), das zumindest abschnitts-
weise in einem in einem Injektorkörper (19) vorge-
sehenen Hochdruckraum (8) angeordnet ist, wobei
radial zwischen dem Hochdruckraum (8) und dem
Injektorkörper (19) ein Ringraum (42) angeordnet ist,
der mit dem Hochdruckraum (8) verbunden ist, und
wobei in dem Ringraum (42) der Kraftstoffdruck wäh-
rend des Betriebs des Kraftstoff-Injektors (1), zumin-
dest zeitweise, geringer ist als der Kraftstoffdruck im
Hochdruckraum (8) und höher als der Kraftstoffdruck
im Kraftstoffrücklaufanschluss (10),
dadurch gekennzeichnet, dass
der Ringraum (42) über mindestens eine Ringraum-
ablaufdrossel (52) oder über mindestens ein, vor-
zugsweise im geöffneten Zustand drosselndes, ins-
besondere als Rückschlagventil ausgebildetes
Überdruckventil (53) mit einem vorzugsweise hy-
draulisch nachgeordneten Niederdruckbereich (12)
verbunden ist.
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druck in dem Ringraum (42) mindestens
halb so hoch ist wie der Druck im Hochdruckraum (8).
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder
2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aus einem Versorgungskanal (7) zuströ-
mende Kraftstoff unmittelbar in den Hochdruckraum
(8) geleitet wird.
4. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Hochdruckraum (8) axial bis zu einer
Düsenlochanordnung (17) erstreckt.
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Hochdruckraum (8) und/oder ein zum
Hochdruckraum (8) führender Versorgungskanal (7)
über mindestens eine Ringraumzulaufdrossel (51)
hydraulisch mit dem Ringraum (42) verbunden ist.
6. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ringraum (42) radial innen von einem zu-

mindest abschnittsweise rohrförmigen, vorzugswei-
se eine Steuerkammer (28) begrenzenden, Injektor-
bauteil (27) begrenzt ist.

- 5 7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druck im Ringraum (42) im Vergleich zum
Druck im Hochdruckraum (8) erst ab Überschreiten
eines Mindestdrucks, insbesondere von mehr als
1800 bar, reduziert ist.
- 10 8. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Überdruckventil (53) eine Feder (55), ins-
besondere eine Blattfeder, und ein, insbesondere
kugelförmiges, Ventilelement umfasst, das von der
Feder (55), vorzugsweise gegen ein den Nieder-
druckbereich (12) begrenzendes Injektorbauteil
(27), federkraftbeaufschlagt wird.
- 15 9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein verstellbares Ventilelement des Über-
druckventils (53) von einem den Niederdruckbereich
(12) begrenzenden injektorbauteil (27) gebildet ist,
das mittels einer Feder (55), insbesondere mittels
einer Dehnhülse oder einer Tellerfeder, gegen den
Injektorkörper (19) gepresst wird.
- 20 10. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei geöffnetem Überdruckventil (53) ein, ins-
besondere ringförmiger, Leckagespalt, vorzugswei-
se axial, zwischen dem Injektorbauteil (27) und dem
Injektorkörper (19) gebildet ist.
- 25 11. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 9 oder
10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorspannung der Feder (55) des Über-
druckventils (53) mittels einer Ventilspannschraube
(48) einstellbar ist.
- 30 40 45

Claims

- 50 1. Fuel injector (1), in particular common rail injector,
for injecting fuel into a combustion chamber of an
internal combustion engine, having a fuel return port
(10) and having a single-part or multi-part injection
valve element (13) which is adjustable between an
open position and a closed position and which is ar-
ranged at least in sections in a high-pressure cham-
ber (8) provided in an injector body (19), wherein an
annular chamber (42) is arranged radially between
- 55

- the high-pressure chamber (8) and the injector body (19), said annular chamber being connected to the high-pressure chamber (8), and wherein, during the operation of the fuel injector (1), the fuel pressure is at least intermittently lower in the annular chamber (42) than the fuel pressure in the high-pressure chamber (8) and is higher than the fuel pressure in the fuel return port (10), **characterized in that** the annular chamber (42) is connected to a low-pressure region (12), which is preferably arranged hydraulically downstream, by at least one annular chamber outlet throttle (52) or via at least one pressure release valve (53) which preferably carries out throttling in the open state and is designed in particular as a check valve.
2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the pressure in the annular chamber (42) is at least half the level of the pressure in the high-pressure chamber (8).
 3. Fuel injector according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the fuel flowing in from a supply duct (7) is conducted directly into the high-pressure chamber (8).
 4. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the high-pressure chamber (8) extends axially as far as a nozzle hole arrangement (17).
 5. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the high-pressure chamber (8) and/or a supply duct (7) leading to the high-pressure chamber (8) is hydraulically connected to the annular chamber (42) via at least one annular chamber inlet throttle (51).
 6. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the annular chamber (42) is bounded radially on the inside by an injector component (27) which is tubular at least in sections and preferably bounds a control chamber (28).
 7. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pressure in the annular chamber (42) is reduced in comparison to the pressure in the high-pressure chamber (8) only after a minimum pressure, in particular of more than 1800 bar, is exceeded.
 8. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pressure release valve (53) comprises a spring (55), in particular a leaf spring, and an, in particular spherical, valve element which is acted upon by spring force by the spring (55), preferably towards an injector component (27) bounding the low-pressure region (12).
 9. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** an adjustable valve element of the pressure release valve (53) is formed by an injector component (27) which bounds the low-pressure region (12) and is pressed by means of a spring (55), in particular by means of an extension sleeve or a disc spring, against the injector body (19).
 10. Fuel injector according to Claim 9, **characterized in that**, when the pressure release valve (53) is open, an, in particular annular, linkage gap is formed, preferably axially, between the injector component (27) and the injector body (19).
 11. Fuel injector according to either of Claims 9 and 10, **characterized in that** the prestressing of the spring (55) of the pressure release valve (53) is adjustable by means of a valve clamping spring (48).
- ### Revendications
1. Injecteur de carburant (1), en particulier injecteur à rampe commune, pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant un raccord de retour de carburant (10) et un élément de soupape d'injection (13) en une seule partie ou en plusieurs parties pouvant être déplacé entre une position d'ouverture et une position de fermeture, lequel élément de soupape d'injection est disposé au moins en partie dans un espace haute pression (8) prévu dans un corps d'injecteur (19), un espace annulaire (42) étant situé radialement entre l'espace haute pression (8) et le corps d'injecteur (19), lequel espace annulaire est relié à l'espace haute pression (8), et la pression de carburant dans l'espace annulaire (42) étant, pendant le fonctionnement de l'injecteur de carburant (1), au moins temporairement, inférieure à la pression de carburant dans l'espace haute pression (8) et supérieure à la pression de carburant dans le raccord de retour de carburant (10), **caractérisé en ce que** l'espace annulaire (42) est relié à une région basse pression (12) située de préférence en aval hydrauliquement, par le biais d'au moins un étranglement de sortie d'espace annulaire (52) ou par le biais d'au moins une soupape de surpression (53) réalisant un étranglement de préférence à l'état ouvert et réalisée en particulier sous forme de soupape antiretour.
 2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression dans l'espace annulaire (42) est au moins égale à la moitié de la pression dans l'espace haute pression (8).
 3. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des

- revendications 1 et 2,
caractérisé en ce que
 le carburant affluant hors d'un canal d'alimentation (7) est guidé directement dans l'espace haute pression (8). 5
4. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 l'espace haute pression (8) s'étend axialement jusqu'à un agencement de trou d'injecteur (17). 10
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 l'espace haute pression (8) et/ou un canal d'alimentation (7) menant jusqu'à l'espace haute pression (8) est/sont relié(s) hydrauliquement à l'espace annulaire (42) par le biais d'au moins un étranglement d'admission d'espace annulaire (51). 15 20
6. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 l'espace annulaire (42) est limité radialement à l'intérieur par un composant d'injecteur (27) au moins en partie tubulaire et limitant de préférence une chambre de commande (28). 25
7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 la pression dans l'espace annulaire (42) n'est réduite par rapport à la pression dans l'espace haute pression (8) qu'à partir du dépassement d'une pression minimale, en particulier de plus de 1800 bars. 30 35
8. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 la soupape de surpression (53) comporte un ressort (55), en particulier un ressort à lame, et un élément de soupape en particulier sphérique, lequel élément de soupape est sollicité par la force du ressort (55), de préférence contre un composant d'injecteur (27) limitant la région basse pression (12). 40 45
9. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce
qu'un élément de soupape déplaçable de la soupape de surpression (53) est formé par un composant d'injecteur (27) limitant la région basse pression (12), lequel composant d'injecteur est pressé contre le corps d'injecteur (19) au moyen d'un ressort (55), en particulier au moyen d'une douille élastique ou d'un ressort diaphragme. 50 55
10. Injecteur de carburant selon la revendication 9,
caractérisé en ce que,
 lorsque la soupape de surpression (53) est ouverte, un interstice de fuite en particulier annulaire est formé de préférence axialement entre le composant d'injecteur (27) et le corps d'injecteur (19).
11. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 9 et 10,
caractérisé en ce que
 la précontrainte du ressort (55) de la soupape de surpression (53) peut être ajustée au moyen d'une vis de serrage de soupape (48).

Fig. 1

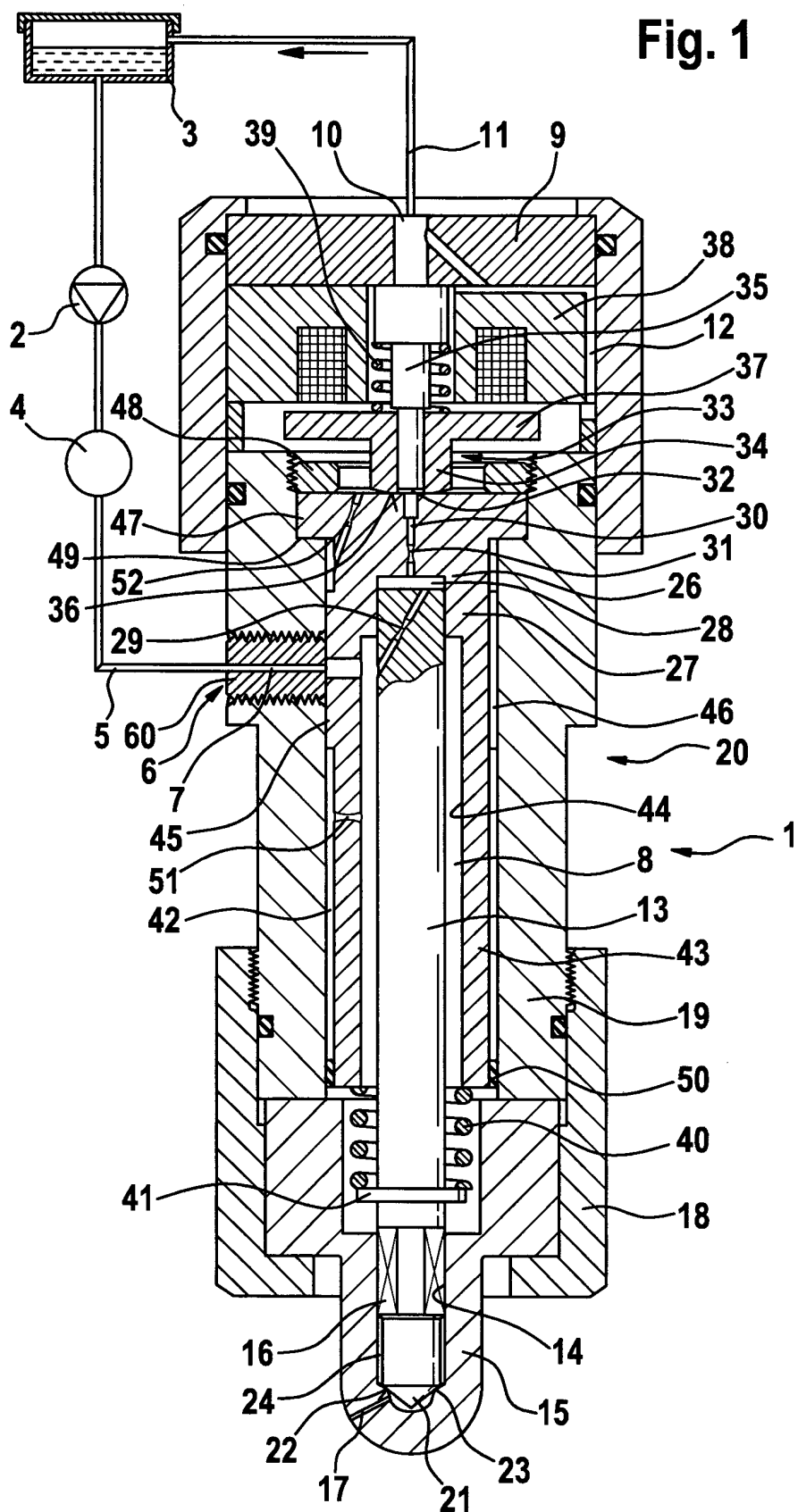


Fig. 2

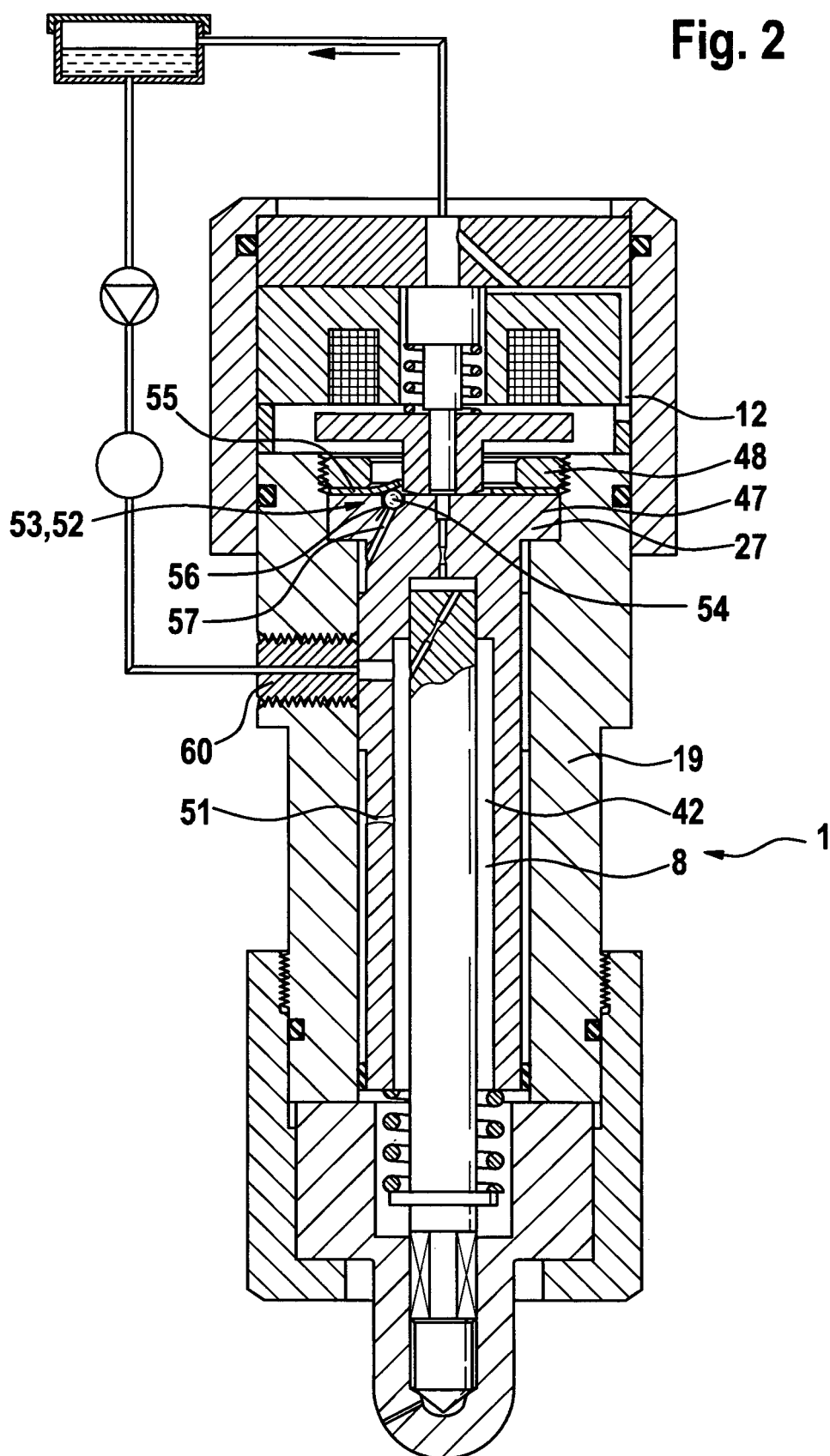
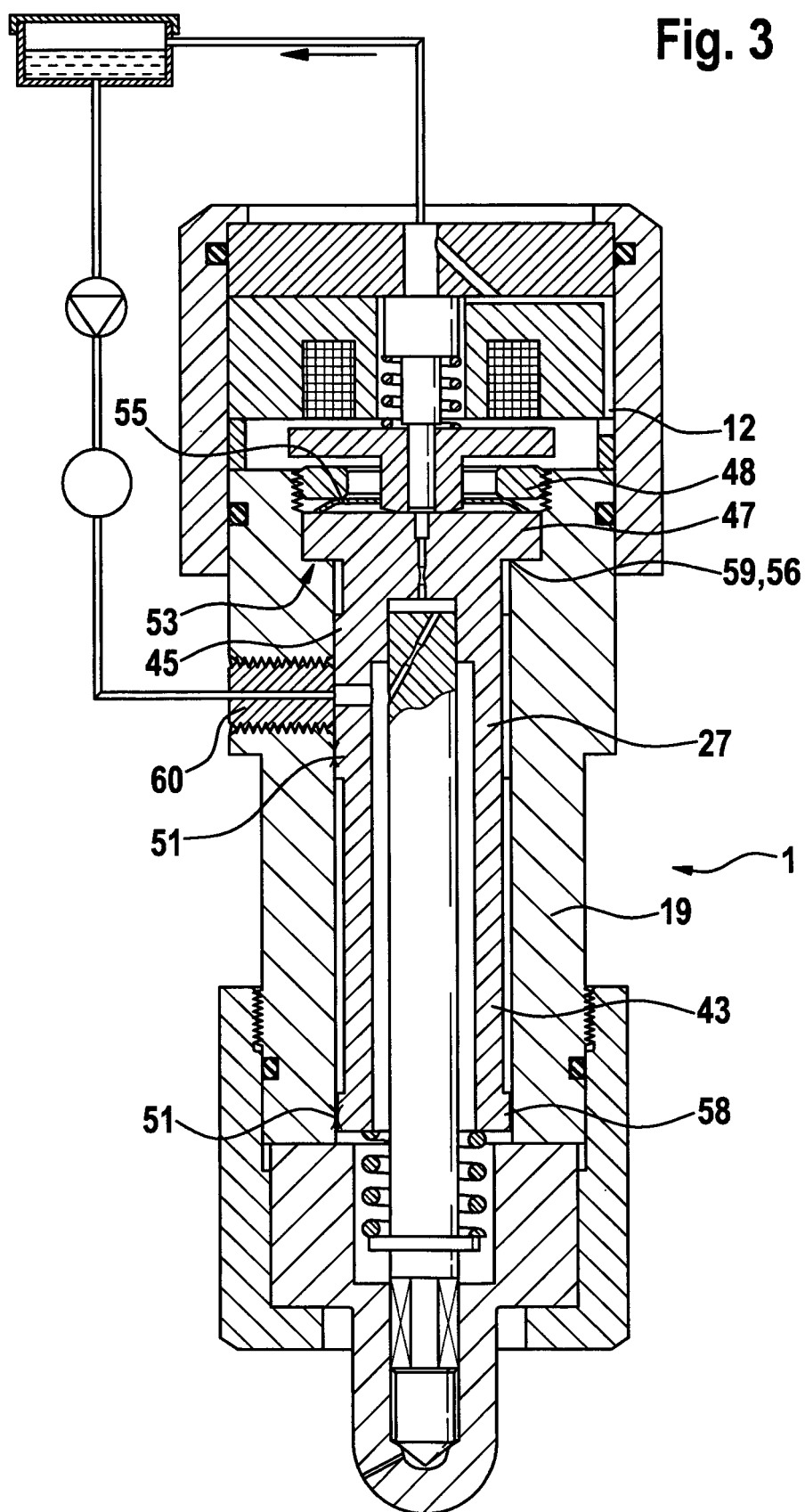


Fig. 3



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 102007021330 [0003]
- DE 102006051581 A1 [0005]
- US 5720318 A [0005]