

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 136 067 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

23.12.2009 Patentblatt 2009/52

(51) Int Cl.:

F02M 47/02 (2006.01)**F02M 63/00 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **09100211.3**(22) Anmeldetag: **31.03.2009**

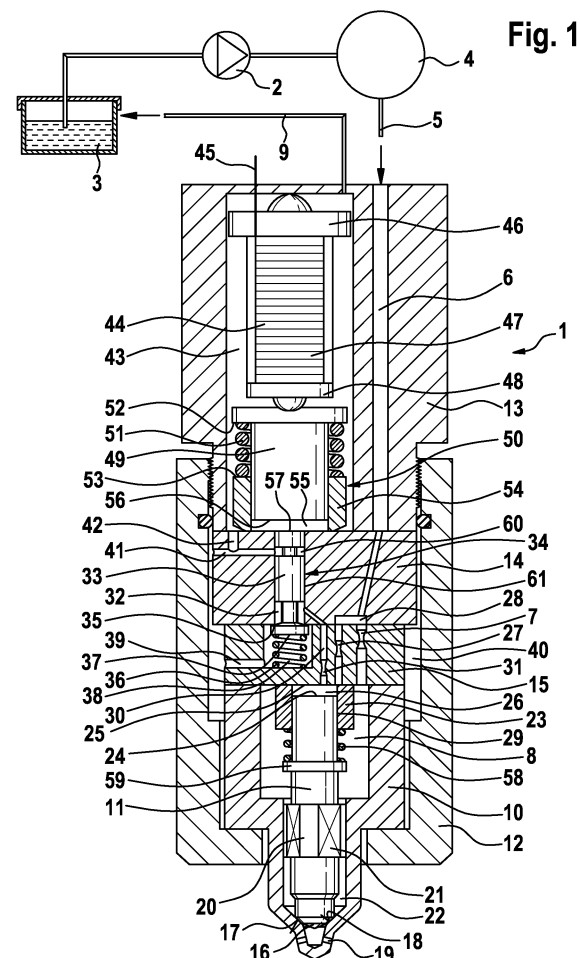
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA RS(30) Priorität: **27.05.2008 DE 102008002003**(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH****70442 Stuttgart (DE)**(72) Erfinder: **Magel, Hans-Christoph****72764 Reutlingen (DE)**(54) **Kraftstoff-Injektor**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor (1) insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Einspritzventilelement (11), welches mittels eines Steuerventils (34) schaltbar ist, und mit einem piezoelektrischen Aktuator (44) zum Betätigen des Steuerventils (34), wobei das Steuerventil (34) ein in seiner Schließstellung in axialer Richtung, zumindest näherungsweise, druckausgeglichenes Steuerventilelement (33) aufweist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass dem piezoelektrischen Aktuator (44) ein hydraulischer Wegübersetzer (50) zugeordnet ist.

**Fig. 1****EP 2 136 067 A1**

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] Aus der EP 1 612 398 A1 ist ein Kraftstoff-Injektor bekannt, bei dem das Einspritzventilelement mit Hilfe eines in axialer Richtung druckausgeglichene Steuerventils (Servo-Ventil) ansteuerbar ist. Das Steuerventil wiederum ist mit Hilfe eines piezoelektrischen Aktuators unmittelbar betätigbar. Um das Steuerventil zu öffnen, muss ein bolzenförmiges Steuerventil einen Mindest-Hubweg zurücklegen. Um diesen Mindest-Hubweg mittels des unmittelbar an dem Steuerventilelement angreifenden Piezo-Aktuators darstellen zu können, muss dieser sehr lang ausgebildet werden. Ein derartiger piezoelektrischer Aktuator ist nicht nur kostenintensiv, sondern benötigt zusätzlich ohnehin knappen Bauraum.

[0003] Daneben sind Kraftstoff-Injektoren mit einem nicht-druckausgeglichene Steuerventil bekannt. Zum Betätigen des Steuerventils werden folglich hohe Schaltkräfte benötigt, was wiederum notwendigerweise in dem Einsatz großer piezoelektrischer Aktuatoren resultiert. Diese sind kostenintensiv und haben erhöhte Ausfallraten im Vergleich zu kleinen piezoelektrischen Aktuatoren.

[0004] Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoff-Injektor mit einem Steuerventil vorzuschlagen, das mittels eines kurzen piezoelektrischen Aktuators betätigbar ist.

Technische Lösung

[0006] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaft 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.

[0007] Die Erfindung hat erkannt, dass mit kurzen piezoelektrischen Aktuatoren nur vergleichsweise geringe Verstellkräfte realisiert werden können. Um dennoch einen kurzen piezoelektrischen Aktuator einsetzen zu können, wird daher der kurze piezoelektrische Aktuator mit einem in seiner Schließstellung in axialer Richtung, d.h. in Verstellrichtung, zumindest näherungsweise, vorzugsweise vollständig, druckausgeglichene Steuerventil kombiniert. Um das Problem des nur geringen Stellweges eines kurzen piezoelektrischen Aktuators zu lösen, schlägt die Erfindung vor, dass der piezoelektrische

Aktuator nicht unmittelbar auf das in seiner Schließstellung in axialer Richtung, zumindest näherungsweise, druckausgeglichene Steuerventil verstellend einwirkt, sondern dass zwischen dem piezoelektrischen Aktuator und dem Steuerventilelement ein hydraulischer Wegübersetzer vorgesehen ist. Mit einem derartigen hydraulischen Wegübersetzer kann eine nur geringe Verstellbewegung des piezoelektrischen Aktuators in einem vergleichsweise großen Verstellweg bzw. Hubweg des Steuerventilelementes umgesetzt werden. Hierzu müssen lediglich die druckbeaufschlagten Flächen des Wegübersetzers entsprechend gewählt werden. Durch die Kombination eines in seiner Schließstellung in Öffnungsrichtung druckausgeglichene Steuerventils mit einem hydraulischen Wegübersetzer ist es erstmals möglich, in einem Kraftstoff-Injektor einen vergleichsweise kurzen piezoelektrischen Aktuator einzusetzen. Dieser hat neben geringen Ausfallraten den Vorteil, dass er mit einer nur geringen elektrischen Spannung ansteuerbar ist. Der Einsatz eines kurzen piezoelektrischen Aktuators reduziert in der Folge die Kosten und erhöht die Haltbarkeit des gesamten Kraftstoff-Injektors.

[0008] Von besonderem Vorteil ist eine Ausführungsform, bei der das Steuerventilelement oder ein fest mit diesem verbundenes Bauteil unmittelbarer Bestandteil des Wegübersetzers (Druck-/Wegübersetzer) ist, in dem das Steuerventil oder das fest mit ihm verbundene Bauteil, vorzugsweise in axialer Richtung, einen Übersetzerraum des Druckübersetzers begrenzt. Der Übersetzerraum befindet sich bevorzugt im Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und ist vollständig mit Kraftstoff gefüllt. Es wird also vorgeschlagen, den Übersetzerraum des Wegübersetzers direkt an der Rückseite des Steuerventilelementes anzuordnen.

[0009] Um eine möglichst exakte Führung des Steuerventilelementes zu realisieren, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der das Steuerventilelement in einem Ventilkörper axial verstellbar geführt ist, wobei der Ventilkörper selbst den Übersetzerraum in einem Bereich benachbart zu dem Steuerventilelement begrenzt.

[0010] Konstruktiv vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei der der Übersetzerraum radial außen von einer federkraftbeaufschlagten Hülse begrenzt ist. Bevorzugt stützt sich die Hülse dabei auf dem zuvor erwähnten Ventilkörper ab, wobei die die Hülse federkraftbeaufschlagende Feder bevorzugt derart angeordnet ist, dass sie den piezoelektrischen Aktuator, insbesondere dessen Piezostack, spannt und somit für eine Rückstellung des piezoelektrischen Aktuators sorgt, nachdem die an ihm anliegende elektrische Spannung, vorzugsweise auf null, reduziert wurde.

[0011] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass der Übersetzerraum von einem Koppplerkolben begrenzt ist, vorzugsweise auf der dem Steuerventilelement gegenüberliegenden Seite. Dabei ist der Koppplerkolben bevorzugt mit dem piezoelektrischen Aktuator wirkverbunden, bevorzugt indem sich der Koppplerkolben an dem Fuß des piezoelektrischen Aktuators

abstützt. Um einen Hubweg des Steuerventilelementes zu realisieren, der größer ist als der Verstellweg bzw. Ausdehnungsweg des piezoelektrischen Aktuators, muss die den Übersetzerraum begrenzende, wirksame Kolbenfläche größer sein als die entsprechende Begrenzungsfläche des Steuerventilelementes. Im Falle des Vorsehens einer den Übersetzerraum radial außen begrenzenden Hülse, kann diese gleichzeitig eine Führungsfunktion für den mit Axialabstand zu dem Ventilkörper angeordneten Kopplerkolben übernehmen. Insbesondere dann, wenn auf eine derartige Hülse zur Begrenzung des Koplerrraums verzichtet wird, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der der Kopplerkolben in einer Bohrung des Ventilkörpers geführt ist, der Koplerrraum also bevorzugt vollständig innerhalb des Ventilkörpers ausgebildet ist, in welchem auch das Steuerventilelement axial geführt ist. Bevorzugt ist hierzu in dem Ventilkörper eine Stufenbohrung eingebracht, wobei der Ventilkolben den größeren Bohrungsquerschnitt und das Steuerventilelement den kleineren Bohrungsquerschnitt ausfüllt. Eine Ausführungsform ohne eine den Übersetzerraum begrenzende Hülse hat den Vorteil, dass eine kritische Dichtstelle zwischen der Hülse und dem benachbarten Bauteil, insbesondere dem Ventilkörper, vermieden wird. Die Dichtstelle ist deshalb kritisch, weil im Übersetzerraum ein zyklisch wechselnder Überdruck aufgebaut wird, der zu einem Reibverschleiß der Dichtstelle führt. Zudem verringert die Hülse durch ihre Aufweitung die Steifigkeit der Kraftübertragung und führt damit zu einem Verlust an Schaltperformanz. Die Führung des Kopplerkolbens im Ventilkörper resultiert insgesamt in einem einfacheren Injektoraufbau mit einer reduzierten Teilezahl. Die Führung des Kopplerkolbens weist dabei keine kritische Dichtstelle mehr auf und ist insgesamt stabiler ausgeführt, wodurch Schaltverluste minimiert werden.

[0012] Zur Realisierung eines in Öffnungsrichtung in seiner Schließstellung, zumindest näherungsweise, druckausgeglichene Steuerventilelementes ist eine Ausführungsform des Steuerventilelementes als Kolben bevorzugt, an dessen Außenumfang eine, vorzugsweise ringnutzförmige, Ventilkammer ausgebildet ist, die hydraulisch mit einer von dem Einspritzventilelement begrenzten Steuerkammer verbunden ist. Dabei ist in dem hydraulischen Verbindungskanal (Ablaufkanal) zwischen der Steuerkammer und der Ventilkammer bevorzugt eine, insbesondere kavitierende, Ablaufdrossel vorgesehen. Um die Druckausgeglichenheit des Steuerventils zu gewährleisten, müssen ein Führungsdurchmesser des Steuerventilelementes und der Durchmesser eines Steuerventilsitzes zumindest näherungsweise gleich groß sein. In diesem Fall entsteht durch den in der Ventilkammer befindlichen, unter Hochdruck stehenden, Kraftstoff in Schließstellung des Steuerventilelementes keine Kraft in Öffnungsrichtung - zum Öffnen des Steuerventilelementes muss lediglich Reibung und die Federkraft einer Steuerschließfeder mit Hilfe des piezoelektrischen Aktuators in Kombination mit dem Wegüberset-

zer überwunden werden.

[0013] Um zu verhindern, dass der Druck im Übersetzerraum (übermäßig) ansteigt, womit eine den piezoelektrischen Aktuator kontrahierende und das Steuerventilelement in Schließrichtung beaufschlagende Kraft verbunden wäre, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der axial beabstandet zu dem Übersetzerraum eine, insbesondere ringnutzförmige, Abfuhrkammer vorgesehen ist, über die die durch den Führungsspalt zwischen dem Steuerventilelement und dem Ventilkörper aus der Ventilkammer abströmende Leckagemenge in den Niederdruckbereich außerhalb des Übersetzerraums geführt werden kann. Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der die Abfuhrkammer, zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, in den Außenumfang des, vorzugsweise bolzenförmigen, Steuerventilelementes eingebracht ist.

[0014] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der dem Steuerventilelement eine Steuerschließfeder zugeordnet ist, die an der dem Einspritzventilelement zugewandten Stirnseite des Steuerventilelementes angreifend angeordnet ist. Hierdurch wird auf einfache Weise ein nach unten öffnendes Steuerventil realisiert.

[0015] Um eine vollständige Befüllung des Übersetzerraums mit Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich zu gewährleisten, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der die Einstellungen so vorgenommen werden, dass im Niederdruckbereich ein geringes Gegendruckniveau vorherrscht, das für eine dauerhafte Befüllung des Übersetzerraums sorgt. Besonders bevorzugt ist es, wenn dieses Gegendruckniveau im Bereich von etwa 10 bar gewählt ist.

[0016] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass in einem Versorgungskanal zur Versorgung eines das Einspritzventilelement aufnehmenden Druckraums eine Drossel (vorzugsweise mit geringer Drosselwirkung) vorgesehen ist, um die Schließgeschwindigkeit des Einspritzventilelementes zu optimieren. Bevorzugt handelt es sich bei dem Druckraum um den die Steuerkammer des Steuerventils radial außen umschließenden Druckraum, aus dem Kraftstoff bei geöffnetem Steuerventilelement unmittelbar in axialer Richtung zur Düsenlochanordnung strömen kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnungen. Diese zeigen in:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines als CommonRail-Injektor ausgebildeten Kraftstoff-Injektors mit einem zwischen einem piezoelektrischen Aktuator und einem Steuerventilelement angeordneten Wegübersetzer, und

Fig. 2: ein alternatives Ausführungsbeispiel mit einem

in einen Ventilkörper geführten Kopplerkolben.

Ausführungsformen der Erfindung

[0018] 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 Kraftfahrzeuges dargestellt. Eine Hochdruckpumpe 2 fördert Kraftstoff aus 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 2000 bar, gespeichert. An den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 ist der Kraftstoff-Injektor 1 neben anderen, nicht gezeigten, Kraftstoff-Injektoren über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen, die in einen Versorgungskanal 6 im Kraftstoff-Injektor 1 mündet. Über den Versorgungskanal 6 kann zugeführter Kraftstoff durch eine Drossel 7 hindurch in einen Druckraum 8 (Hochdruckbereich) des Kraftstoff-Injektors 1 und von dort aus bei einem Einspritzvorgang unmittelbar in den Brennraum der Brennkraftmaschine strömen. Der Kraftstoff-Injektor 1 ist über eine Rücklaufleitung 9 an den Vorratsbehälter 3 angeschlossen. Über die Rücklaufleitung 9 kann eine später noch zu erläuternde Steuermenge an Kraftstoff von dem Kraftstoff-Injektor 1 zu dem Vorratsbehälter 3 abfließen und von dort aus dem Hochdruckkreislauf wieder zugeführt werden.

[0019] In einem Düsenkörper 10 ist ein in diesem Ausführungsbeispiel einstückiges Einspritzventilelement 11, das bei Bedarf auch mehrteilig ausgeführt sein kann, in axialer Richtung verstellbar. Dabei ist das Einspritzventilelement 11 innerhalb des Düsenkörpers 10 an seinem Außenumfang geführt. Der Düsenkörper 10 ist mit Hilfe einer Überwurfmutter 12 gegen einen Aktuatorkörper 13 gespannt. Axial zwischen dem Aktuatorkörper 13 sind ein Ventilkörper 14 und ein an diesen axial angrenzender Drosselkörper 15 angeordnet, wobei der Ventilkörper 14 und der Drosselkörper 15 zwischen dem Aktuatorkörper 13 und dem Düsenkörper 10 eingespannt sind.

[0020] Das Einspritzventilelement 11 weist an seiner Spitze 16 eine Schließfläche 17 auf, mit welcher das Einspritzventilelement 11 in eine dichte Anlage an einen innerhalb des Düsenkörpers 10 ausgebildeten Einspritzventilelementsitz 18 bringbar ist. Wenn das Einspritzventilelement 11 an seinem Einspritzventilelementsitz 18 anliegt, d. h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer Düsenlochanordnung 19 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz 18 abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Druckraum 8 durch in einem Führungsabschnitt 20 am Außenumfang des Einspritzventilelementes 11 durch Anschliffe gebildete Axialkanäle 21 in einen in der Zeichnungsebene unteren, radial zwischen dem Einspritzventilelement 11 und dem Düsenkörper 10 ausgebildeten Ringraum 22 an dem Einspritzventilelementsitz 18 vorbei zur Düsenlochanordnung 19 strömen und dort im Wesentlichen unter Hochdruck (Raildruck) stehend in den Brennraum

gespritzt werden.

[0021] Von einem in dem Druckraum 8 angeordneten Hülselement 23, einer in der Zeichnungsebene oberen Stirnseite 24 des Einspritzventilelementes 11 und einer in der Zeichnungsebene unteren Seite 25 des Drosselkörpers 15 wird eine Steuerkammer 26 begrenzt, die über eine axial in dem Drosselkörper 15 angeordnete Zulaufdrossel 27 und eine in der Unterseite des Ventilkörpers 14 ausgebildete Tasche 28 mit dem Versorgungskanal 6 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff versorgt wird. Der Versorgungskanal 6 durchsetzt dabei sowohl den Aktuatorkörper 13 als auch den Ventilkörper 14 und verläuft axial benachbart zu der Tasche 28 weiter in axialer Richtung innerhalb des Drosselkörpers 15 zum Druckraum 8. Da das Hülselement 23 mit darin eingeschlossener Steuerkammer 26 radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umschlossen ist, ist ein ringförmiger Führungsspalt 29 radial zwischen dem Hülselement 23 und dem Einspritzventilelement 11 vergleichsweise kraftstoffdicht.

[0022] Über einen abschnittsweise in dem Drosselkörper 15 in axialer Richtung verlaufenden, benachbart zur Zulaufdrossel 27 angeordneten, Ablaufkanal 30 mit Ablaufdrossel 31 ist die Steuerkammer 26 mit einer Ventilkammer 32 verbunden, die als Ringnut am Außenumfang eines kolbenförmigen Steuerventilelementes 33 ausgebildet ist. Das Steuerventilelement 33 ist Bestandteil eines Steuerventils 34 (Servo-Ventil). Das in dem Ventilkörper 14 axial verschieblich geführte Steuerventilelement 33 ist in axialer Richtung, d.h. in Richtung seiner (unteren) Öffnungsposition in seiner gezeigten Schließstellung in axialer Richtung druckausgeglichen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Durchmesser seines an der Unterseite des Ventilkörpers 14 ausgebildeten Steuerventilsitzes 35 dem Führungsdurchmesser des Steuerventilelementes 33 in einem axial beabstandeten Abschnitt innerhalb des Ventilkörpers 14 entspricht. Das Steuerventilelement 33 wird mit Hilfe einer Steuerschließfeder 36 in axialer Richtung nach oben gegen seinen Steuerventilsitz 35 federkraftbeaufschlagt. Die Steuerschließfeder 36 stützt sich dabei an einer unteren, dem Einspritzventilelement 11 zugewandten Stirnseite 37 des kolbenförmigen Steuerventilelementes 33 und am Grund einer im Drosselkörper 15 ausgebildeten Kammer 38 ab. Die Kammer 38 ist Bestandteil des Niederdruckbereichs des Injektors und über einen Radialkanal 39 mit einer Ringkammer 40 verbunden, die sich in axialer Richtung seitlich entlang des Düsenkörpers, des Drosselkörpers und des Ventilkörpers erstreckt. Die Ringkammer 40 ist über einen im Ventilkörper 14 eingebrachten Radialkanal 41 und einen in diesen mündenden Axialkanal 42 mit einem im Aktuatorkörper 13 ausgebildeten Aktuatorraum 43 verbunden, in dem ein kurzer piezoelektrischer Aktuator 44 angeordnet ist, der in geeigneter Weise gegen Kraftstoffkorrosion, beispielsweise mit einer Beschichtung oder mit einer Hülse (nicht gezeigt) geschützt ist. Der piezoelektrische Aktuator 44 umfasst einen elektrischen aus dem Aktuatorkörper 13 her-

ausgeführten Spannungsanschluss 45. Mit einem Aktuatorkopf 46 stützt sich der piezoelektrische Aktuator 44 am Kopf des Aktuatorraums 43 ab. An dem Aktuatorkopf 46 schließt in axialer Richtung nach unten ein Piezostack 47 an, der an einem Aktuatorfuß 48 festgelegt ist. Der Aktuatorfuß 48 wiederum liegt in axialer Richtung auf einem Kopplerkolben 49 auf, der Bestandteil eines Wegübersetzers 50 ist. Der Kopplerkolben 49 wird von einer Druckfeder 51 in axialer Richtung nach oben gegen den piezoelektrischen Aktuator 44 federkraftbeaufschlagt, wobei sich die Druckfeder 51 an einer unteren Ringschulter 52 des Kopplerkolbens 49 und an einer oberen Stirnseite 53 (Ringseite) einer Hülse 54 abstützt. Die Hülse 54 ist an ihrer unteren Stirnseite mit einer Beißkante versehen und stützt sich an einer in der Zeichnungsebene oberen Seite des Ventilkörpers 14 ab. Die Hülse 54 befindet sich vollständig innerhalb des Aktuatorraums 43.

[0023] Innerhalb der Hülse 54 ist ein mit Kraftstoff gefüllter Übersetzerraum 55 realisiert, der in axialer Richtung von einer Unterseite 56 des Kopplerkolbens 49 und gegenüberliegend von einer Oberseite 57 des Steuerventilelementes 33 begrenzt wird. Die Flächenerstreckung der Unterseite 65 ist größer als die Flächenerstreckung der Oberseite 57, sodass bereits eine minimale axiale Verstellbewegung des wie beschrieben mit dem piezoelektrischen Aktuator 44 wirkverbundenen Kopplerkolbens 49 einen großen Verstellweg (Hub) des Steuerventilelementes 33 verursacht.

[0024] Wird der piezoelektrische Aktuator 44 bestromt, dehnt dieser sich aus und drückt den Kopplerkolben 49 in der Zeichnungsebene nach unten in den mit Kraftstoff gefüllten Übersetzerraum 55 hinein. Hierdurch wird das Steuerventilelement 33 in der Zeichnungsebene nach unten in Öffnungsrichtung von seinem Steuerventilsitz 35 weg bewegt. Nun kann Kraftstoff aus der Steuerkammer 26 über die Ablaufdrossel 31 und die Ventilkammer 32 in die Kammer 38 (Niederdruckbereich) und von dort aus über den Radialkanal 39, die Ringkammer 40, den Radialkanal 41, den Axialkanal 42 und den Aktuatorraum 43 zur Rücklaufleitung 9 strömen. Die Durchflussquerschnitte der Zulaufdrossel 27 und der Ablaufdrossel 31 sind dabei derart aufeinander abgestimmt, dass bei geöffnetem Steuerventil 34 ein Nettoabfluss von Kraftstoff (Kraftstoffsteuermenge) aus der Steuerkammer 26 über den zuvor beschriebenen Weg resultiert, wodurch der Druck in der Steuerkammer 26 rapide absinkt. Dies wiederum führt dazu, dass das Einspritzventilelement 11 von seinem Einspritzventilelementensitz 18 abhebt, sodass Kraftstoff aus dem Druckraum 8 durch die Düsenlochanordnung 19 ausströmen kann.

[0025] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des piezoelektrischen Aktuators 44 unterbrochen. Die Federkraft der Druckfeder 51 reicht aus, um den piezoelektrischen Aktuator 44 zu spannen und den Kopplerkolben 49 aus dem Übersetzerraum 55 ein Stück weit heraus zu bewegen. In der Folge bewegt sich das Steuerventilelement 33 in der Zeichnungsebene nach oben unterstützt durch die Steuerschließfeder 36,

wodurch das Steuerventil 34 geschlossen wird. Der durch die Zulaufdrossel 27 in die Steuerkammer 26 nachströmende Kraftstoff sorgt für eine schnelle Druckerhöhung in der Steuerkammer 26 und damit für eine auf das Einspritzventilelement 11 wirkende Schließkraft. Die daraus resultierende Schließbewegung des Einspritzventilelementes 11 wird von einer Schließfeder 58 unterstützt, die sich einenends an einem Umfangsbund 59 des Einspritzventilelementes 11 und anderenends an der in der Zeichnungsebene unteren Stirnseite des Hülselementes 23 abstützt und dieses so gegen die untere Seite 25 des Drosselkörpers 15 federkraftbeaufschlagt.

[0026] Wie sich weiter aus Fig. 1 ergibt, ist in einem Bereich axial zwischen dem Steuerventilsitz 35 und dem Übersetzerraum 55, mit geringem Abstand zu dem Übersetzerraum 55 in das Steuerventilelement 33 eine Abführkammer 60 in der Form einer Ringnut (Umfangsnut) eingebracht. Diese ist über den Radialkanal 41 mit dem Aktuatorraum 43 und damit mit der Rücklaufleitung 9 verbunden. Hierdurch wird eine Kraftstoffleckagemenge, die bei geschlossenem Steuerventil 34 über einen Führungsspalt 61 radial zwischen dem Ventilkörper 14 und dem Steuerventilelement 33 in axialer Richtung nach oben strömt vor Erreichen des Übersetzerraums 55 seitlich in Richtung Rücklaufleitung 9 abgeführt. Auf diese Weise wird eine unerwünschte Druckerhöhung im Übersetzerraum 55 vermieden.

[0027] Der in Fig. 2 gezeigte Kraftstoff-Injektor 1 entspricht im Wesentlichen dem in Fig. 1 gezeigten und zuvor beschriebenen Kraftstoff-Injektor 1. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden im Folgenden im Wesentlichen die Unterschiede zu dem zuvor beschriebenen Kraftstoff-Injektor 1 dargelegt. Im Hinblick auf die Gemeinsamkeiten wird auf die vorangehende Figurenbeschreibung sowie auf Fig. 1 verwiesen.

[0028] Im Gegensatz zu dem Kraftstoff-Injektor 1 gemäß Fig. 1 weist der in Fig. 2 gezeigte Kraftstoff-Injektor 1 keine Hülse 54 zur radialen Begrenzung des Übersetzerraums 55 und zur Führung des Kopplerkolbens 49 auf. Stattdessen ist der Kopplerkolben 49 axial in eine Stufenbohrung 62 in dem Ventilkörper 14 geführt. Der Innenumfang des größeren, oberen Bohrungsabschnitts übernimmt dabei die Führung des Kopplerkolbens 49. Der Übersetzerraum 55 selbst ist vollständig in dem Ventilkörper 14 ausgebildet und wird ausschließlich von dem Ventilkörper 14, dem Kopplerkolben 49 und dem Steuerventilelement 33 begrenzt, wobei das Steuerventilelement 33 in einem unteren Durchmesserabschnitt der Stufenbohrung 62 mit einem geringeren Durchmesser geführt ist. Die sich in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 an der Hülse 54 abstützende Druckfeder 51 stützt sich in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 unmittelbar am Ventilkörper 14 ab und hat weiterhin die Funktion der Rückstellung des Kopplerkolbens 49 bei einer Reduzierung der an dem piezoelektrischen Aktuator 44 anliegenden elektrischen Spannung.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor, insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Einspritzventilelement (11), welches mittels eines Steuerventils (34) schaltbar ist, und mit einem piezoelektrischen Aktuator (44) zum Betätigen des Steuerventils (34), wobei das Steuerventil (34) ein in seiner Schließstellung in axialer Richtung, zumindest näherungsweise, druckausgeglichenes Steuerventilelement (33) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem piezoelektrischen Aktuator (44) ein hydraulischer Wegübersetzer (50) zugeordnet ist. 5
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilelement (33) einen Übersetzerraum (55) des Druckübersetzers begrenzt. 10
3. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilelement (33) in einem, vorzugsweise den Übersetzerraum (55) begrenzenden, Ventilkörper (14) axial verstellbar geführt ist. 15
4. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Übersetzerraum (55) radial außen von einer federkraftbeaufschlagten Hülse (54) begrenzt ist. 20
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Übersetzerraum (55) von einem Kopplerkolben (49) begrenzt ist, der mit dem piezoelektrischen Aktuator (44) wirkverbunden, vorzugsweise an diesem festgelegt oder an diesem anliegend angeordnet, ist. 25
6. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kopplerkolben (49) in der Hülse (54) und/oder in dem Ventilkörper (14) geführt ist. 30
7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilelement (33) als Kolben ausgebildet ist, an dessen Außenumfang eine, vorzugsweise ringnutzförmige, Ventilkammer (32) ausgebildet ist, die hydraulisch mit einer von dem Einspritzventilelement (11) begrenzten Steuerkammer (26) verbunden ist. 35
8. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass axial zwischen dem Übersetzerraum (55) und der Ventilkammer (32), insbesondere des Steuerventilelementes (33), eine, vorzugsweise ringnutzförmige, Abfuhrkammer (60) vorgesehen ist, über die eine aus der Ventilkammer (32) über einen Führungsspalt (61) abströmende Kraftstoff-Leckagemenge vor Erreichen des Übersetzerraumes (55) in einen Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors (1) abströmen kann. 40
9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Steuerschließfeder (36) des Steuerventilelementes (33) an dessen dem Einspritzventilelement (11) zugewandter Stirnseite (37) angreifend angeordnet ist. 45
10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors (1) ein Gegendruck über Atmosphärendruck, vorzugsweise geringer als 50 bar, weiter bevorzugt geringer als 40 bar, weiter bevorzugt geringer als 30 bar, weiter bevorzugt geringer als 20 bar, besonders bevorzugt von etwa 10 bar eingestellt ist. 50
11. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einem Versorgungskanal (6) zur Versorgung eines das Einspritzventilelement (11) aufnehmenden Druckraums (8) eine Drossel (7) vorgesehen ist. 55

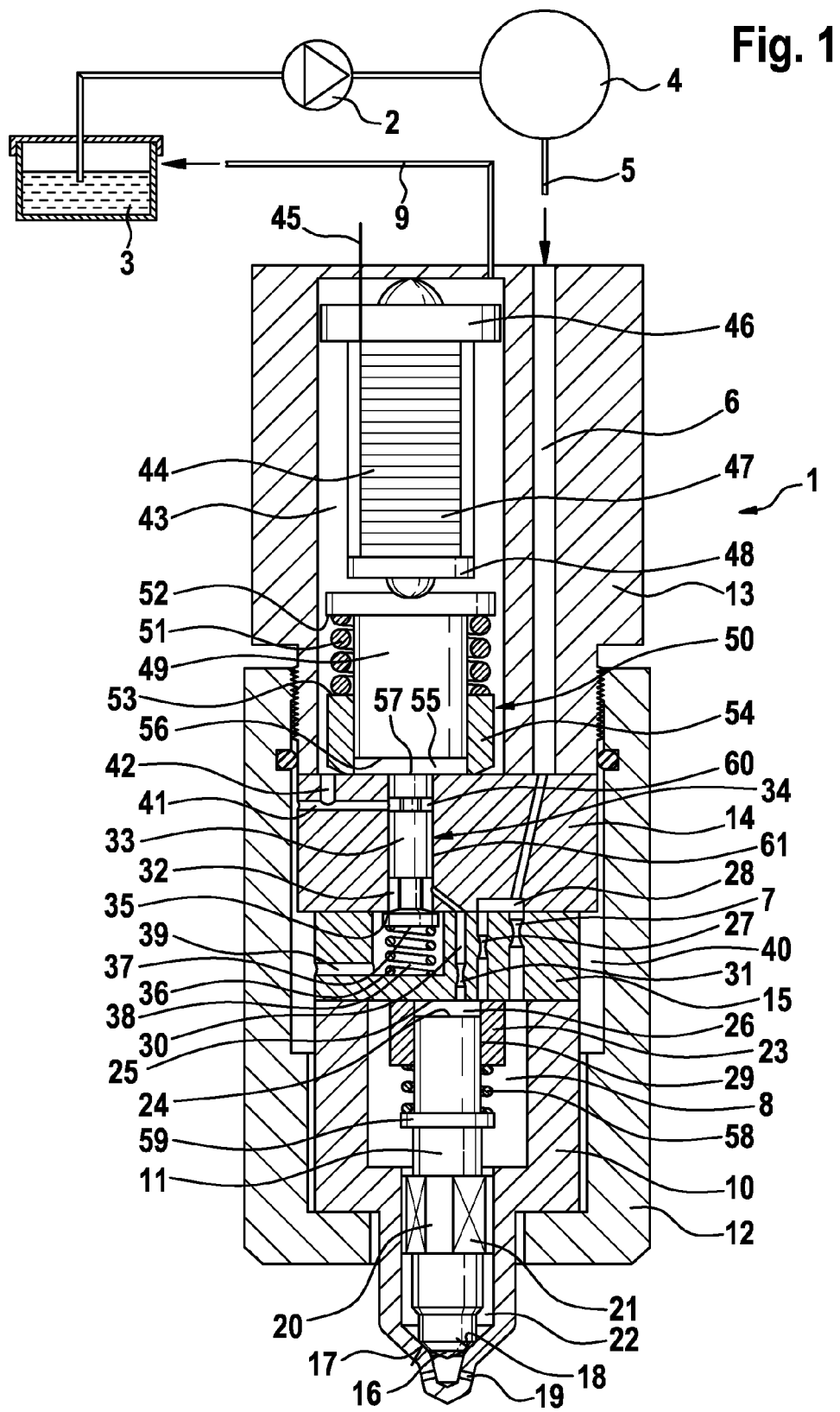
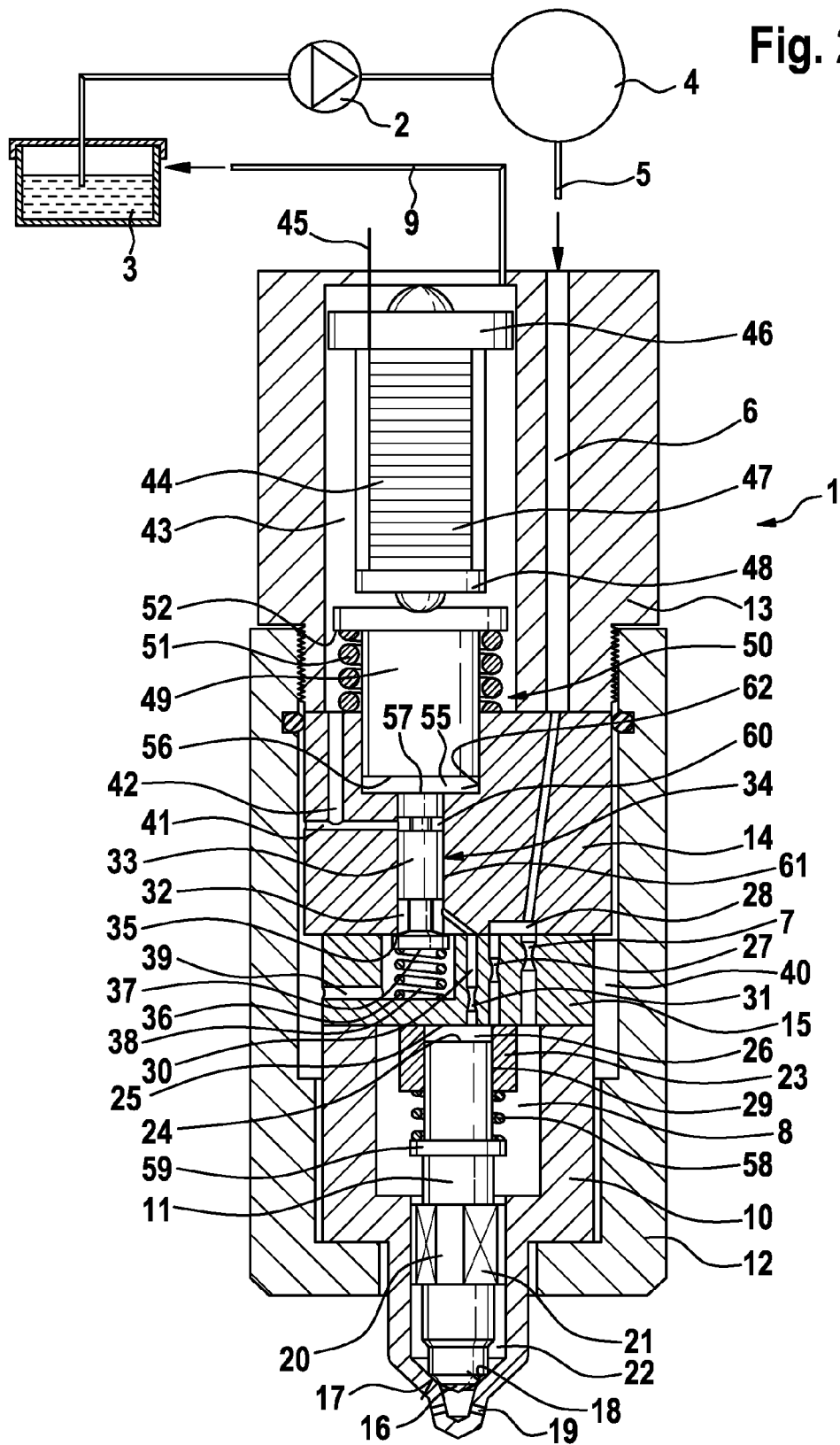


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 10 0211

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2006/029937 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BOECKING FRIEDRICH [DE]) 23. März 2006 (2006-03-23) * Seite 4, Zeile 23 - Seite 10, Zeile 14; Abbildung 1 *	1-7,9-11	INV. F02M47/02 F02M63/00
X	DE 10 2006 050164 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. April 2008 (2008-04-30) * Absätze [0022], [0023]; Abbildung 1 *	1-3,5-7,9-11	
X	DE 10 2006 026399 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) * Absätze [0024], [0025], [0038]; Abbildungen 1,2 *	1-3,5-11	
X	DE 100 37 527 A1 (DENSO CORP [JP]) 15. Februar 2001 (2001-02-15) * Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 35; Abbildung 1 *	1-3,5-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. November 2009	Prüfer Kolland, Ulrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 10 0211

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-11-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006029937 A1	23-03-2006	DE 102004044812 A1	23-03-2006
DE 102006050164 A1	30-04-2008	KEINE	
DE 102006026399 A1	13-12-2007	KEINE	
DE 10037527 A1	15-02-2001	JP 4038941 B2	30-01-2008
		JP 2001041125 A	13-02-2001

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1612398 A1 [0002]