

(19)



(11)

EP 2 204 571 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.12.2011 Patentblatt 2011/52

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

(21) Anmeldenummer: **09174557.0**

(22) Anmeldetag: **30.10.2009**

(54) Kraftstoff-Injektor mit piezoelektrischem Aktuator

Fuel injector with piezoelectric actuator

Injecteur de carburant doté d'un actionneur piézoélectrique

(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 102008055178**

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

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

(72) Erfinder:

- **Doehring, Jochen
70439 Stuttgart-Stammheim (DE)**
- **Ellenschlaeger, Andreas
70176 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**WO-A1-2007/139620 DE-A1- 10 037 527
DE-A1-102005 002 768**

EP 2 204 571 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.

[0002] Bekannt sind Kraftstoff-Injektoren mit einem piezoelektrischen Aktuator zum Betätigen eines Steuerventils, wobei der piezoelektrische Aktuator über einen hydraulischen Koppler, umfassend einen Kopplerkolben und einen Arbeitskolben, mit dem Steuerventilelement gekoppelt ist. Bei der Betätigung des hydraulischen Kopplers mittels des piezoelektrischen Aktuators kommt es über Führungsspiele zwischen dem Kolben und einem Führungskörper zu einer unvermeidbaren Leckage. Die Wiederbefüllung des Koplervolumens erfolgt ebenfalls über diese Führungsspiele. Nachteilig bei derartigen Kraftstoff-Injektoren ist es, dass es zu einem Leerlaufen des Koplervolumens und damit zu einem Ausfall des Kraftstoff-Injektors kommen kann. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei sehr langen bzw. vielen kurzen Schaltzeiten die Leckage aus dem Koplervolumen größer ist, als die Wiederfüllmenge, da die Wiederbefüllung bei einer wesentlich geringeren Druckdifferenz stattfindet.

[0003] Aus der DE 100 37 527 A1 ist es bekannt, das Koplerspaltvolumen des hydraulischen Kopplers über ein Rückschlagventil wiederzubefüllen, wobei sich das von einer Ventiltfeder betätigte, kugelförmige Ventilelement des Rückschlagventils in einer stirnseitigen Ausnehmung des auf das Steuerventilelement wirkenden Arbeitskolbens befindet. Die Ventiltfeder des Rückschlagventils ist bestrebt, den mit dem piezoelektrischen Aktuator gekoppelten Kopplerkolben und den Arbeitskolben voneinander wegzubewegen. Der bekannte Kraftstoff-Injektor scheint im Hinblick auf eine Minimierung der Schaltzeit wie im Hinblick auf die Erzielung eines exaktes Schaltspiels verbesserungsbedürftig.

[0004] Die DE 197 38 351 A1 zeigt einen Kraftstoff-Injektor mit einem elektromagnetischen Aktuator, mit dem ein kugelkalottenförmiges Steuerventilelement axial betätigbar ist. Der bekannte Kraftstoff-Injektor eignet sich nicht zum Schalten von Drücken jenseits von 2000bar.

[0005] Aus der WO 2007/139620 A1 ist darüber hinaus ein Kraftstoffinjektor bekannt, der einen hydraulischen Koppler mit einem Rückschlagventil zum Befüllen des Koplerräumens aufweist.

[0006] Aus der DE 10 2005 002 768 A1 ist weiterhin eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einem hydraulischen Koppler bekannt, wobei die Befüllung des Koplerräumens über ein federbeaufschlagtes Rückschlagventil erfolgt.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoff-Injektor mit piezoelektrischem Aktuator und hydraulischem Koppler im Hinblick auf eine verbesserte Wiederbefüllung bei einer erhöhten Anzahl von Einspritzungen je Arbeitstakt zu optimieren. Hieraus folgt dann eine Optimierung der Schaltzeit sowie eine erhöhte Anzahl von Schaltspielen.

[0008] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte 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.

[0009] Die Erfindung hat erkannt, dass die Schaltzeit des Kraftstoff-Injektors verbessert werden kann, wenn das Todvolumen des zur Wiederbefüllung des Koplervolumens dienenden Rückschlagventils minimiert ist. Zur Minimierung des Todvolumens und damit zur Minimierung der Schaltzeit schlägt die Erfindung vor von einer Kugelform des Ventilelementes abzuweichen, um somit die das Ventilelement aufnehmende, im Wesentlichen das Todvolumen bestimmende Ventilkammer des Rückschlagventils minimieren zu können. Um neben einer Reduzierung des Todvolumens ein exakteres Schaltspiel zu erreichen, schlägt die Erfindung gleichzeitig vor, an dem Ventilelement einen ebenen Flächenabschnitt (Flachabschnitt) vorzusehen, der bevorzugt derart angeordnet ist, dass der Kraftstoff aus dem Koplervolumen zum Schließen (Rückschlagen) des Rückschlagventils senkrecht gegen den ebenen Flächenabschnitt drückt. Anders ausgedrückt kann also durch das Vorsehen eines ebenen Flächenabschnitts zum einen das Schaltspiel verringert und zum anderen die Schaltzeit reduziert werden. Dabei ist die Reduzierung der Schaltzeit im Wesentlichen auf die Reduzierung des Todvolumens zurückzuführen, was wiederum zu einer Steifigkeitserhöhung des gesamten hydraulischen Kopplers (Kopplermodul) führt. Insgesamt kommt es somit zu einer Verbesserung des gesamten hydraulischen Kopplerverhaltens. Die erfindungsgemäße Ausbildung des Ventilelementes des Rückschlagventils ermöglicht eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Rückschlagventils, bei der dieses ohne Ventiltfeder auskommt. Anders ausgedrückt ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der das Rückschlagventil zur Wiederbefüllung des Koplervolumens ventiltfederfrei ausgebildet ist. Hierdurch kann das Totvolumen weiter reduziert und der maximale Verstellweg des Ventilelementes auf ein Minimum reduziert werden.

[0010] Wie eingangs bereits angedeutet, ist in Weiterbildung der Erfindung mit Vorteil vorgesehen, dass der ebene Flächenabschnitt des Ventilelementes senkrecht zur Verstellrichtung des Ventilelementes orientiert ist, damit der bei Bestromung des piezoelektrischen Aktuators aus dem Koplervolumen gegen das Ventilelement

drückende Kraftstoff eine großflächige Angriffsfläche erhält. Zudem bietet eine derartige Anordnung des ebenen Flächenabschnitts auf der von dem Ventilsitz des Rückschlagsventils abgewandten Seite eine Auflagemöglichkeit für das Ventilelement des Rückschlagsventil im geöffneten Zustand.

[0011] Ganz besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der das Ventilelement neben dem ebenen Flächenabschnitt einen Kugelabschnitt aufweist, d.h. in der Art einer Kugelkalotte ausgebildet ist bzw. eine Teilkugelform hat. Bevorzugt wirkt ausschließlich der Kugelabschnitt und nicht der ebene Flächenabschnitt mit dem Ventilsitz des Rückschlagventils zum Schließen desselben zusammen.

[0012] Ganz besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der das Kopplerspaltvolumen ausschließlich über den Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors wiederbefüllt wird. Hierzu verbindet das Rückschlagventil im geöffneten Zustand den Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors mit dem Kopplerspaltvolumen. Ganz besonders bevorzugt befindet sich der piezoelektrische Aktuator in dem an einen Injektor-Rücklaufanschluss angeschlossen Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors.

[0013] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass das Rückschlagventil nicht in dem Arbeitskolben des hydraulischen Kopplers angeordnet ist, sondern in dem unmittelbar mit dem piezoelektrischen Aktuator wirkverbundenen Kopplerkolben. Eine derartige Ausführungsform ist konstruktiv besonders bevorzugt um auf einfache Weise eine Rückbefüllungsmöglichkeit des Kopplervolumens aus dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors zu schaffen.

[0014] Besonders zweckmäßig ist eine Ausführungsform, bei der über einen im Kopplerkolben vorgesehenen Axialkanal und einem den Axialkanal senkrecht treffenden Radialkanal mit dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors verbunden ist. Ganz besonders bevorzugt handelt es sich bei dem Axialkanal um einen zentrischen, koaxial zur Längsmittelachse des Kopplerkolbens angeordneten Kanal. Der Radialkanal ist bevorzugt als Durchgangskanal realisiert, der den Axialkanal von zwei einander gegenüberliegenden Seiten mit Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich zur Wiederbefüllung des Kopplervolumens versorgt.

[0015] Besonders bevorzugt ist der mögliche Verfahrensweg des Ventilelementes auf einen minimalen Wertebereich, vorzugsweise zwischen etwa 0,08mm und etwa 0,50mm, beschränkt, wodurch das Schaltspiel weiter reduziert wird. Idealerweise ist das Rückschlagventil hier ventildfederfrei ausgebildet.

[0016] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass das, insbesondere kalottenförmige, Ventilelement des Rückschlagventils in einer stirnseitigen Ausnehmung des Kopplerkolbens aufgenommen ist und dort mittels eines die Ausnehmung verschließenden Einpresselementes gehalten ist, derart, dass es innerhalb der Ausnehmung, vorzugsweise axial zwischen ei-

ner Öffnungsstellung und einer Schließstellung verstellbar ist.

[0017] Um einen Kraftstoffeintritt aus der von dem Einpresselement verschlossenen Ausnehmung in das eigentliche Kopplervolumen zu ermöglichen, ist in Weiterbildung der Erfindung mit Vorteil in dem Einpresselement und/oder radial zwischen dem Einpresselement und dem Innenumfang der Ausnehmung mindestens ein Kraftstoffkanal vorgesehen. Bevorzugt sind zwei parallele Kraftstoffkanäle realisiert. Weiter bevorzugt handelt es sich bei den beiden parallelen Kraftstoffkanälen um Axialbohrungen im Einpresselement.

[0018] Grundsätzlich kann es sich bei dem Kraftstoff-Injektor um einen Kraftstoff-Injektor handeln, bei dem der Arbeitskolben das einteilige Einspritzventilelement oder einen Teil des mehrteiligen Einspritzventilelementes zum Verschließen und Freigeben mindestens einer Einspritzöffnung bildet. Ganz besonders bevorzugt handelt es sich jedoch um einen Kraftstoff-Injektor mit Servokreislauf, bei dem mittels des hydraulischen Kopplers ein Steuerventil (Servoventil) betätigbar ist, um eine von dem ein- oder mehrteiligen Einspritzventilelement begrenzte Steuerkammer mit einem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors zu verbinden. Dabei kann das Steuerventilelement des Steuerventils entweder unmittelbar von dem Arbeitskolben des hydraulischen Kopplers oder von einem mittels des Arbeitskolben betätigbaren, von diesem separaten Bauteil gebildet werden.

[0019] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen.

[0020] Diese zeigen in:

Fig. 1: einen Common-Rail-Injektor mit piezoelektrischem Aktuator und hydraulischem Koppler,

Fig. 2: eine vergrößerte Darstellung des hydraulischen Kopplers sowie eines Steuerventilelementes des Common-Rail-Injektors gemäß Fig. 1, und

Fig. 3: eine vergrößerte Darstellung eines Details des hydraulischen Kopplers gemäß den Fig. 1 und 2.

[0021] In den Figuren sind gleiche Bauteile und Bauteile mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0022] In Fig.1 ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Eine Hochdruckpumpe 2 befördert Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 3 in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 (Rail). In diesem ist Kraftstoff, insbesondere Diesel, unter hohem Druck, von in diesem Ausführungsbeispiel über 2000bar, gespeichert. An den

Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 ist der Kraftstoff-Injektor 1 neben anderen, nicht gezeigten, Kraftstoff-Injektoren 1, über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen. Die Versorgungsleitung 5 mündet in einem zum Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors 1 gehörenden, axialen Versorgungskanal 6, durch den Kraftstoff in einen Druckraum 7 strömt. Der Kraftstoff strömt bei einem Einspritzvorgang aus dem Druckraum 7 in axialer Richtung an einem einteiligen Einspritzventilelement 8 (Düsennadel) vorbei durch Düsenbohrungen einer Düsenlochanordnung 16 in den Brennraum der Brennkraftmaschine. Der Kraftstoff-Injektor 1 ist über einen Injektor-Rücklaufanschluss 9 an eine Rücklaufleitung 10 angeschlossen. Über die Rücklaufleitung 10 kann eine später noch zu erläuternde Steuermenge an Kraftstoff von dem Kraftstoff-Injektor 1 zum Vorratbehälter 3 abfließen und von dort aus dem Hochdruckkreislauf wieder zugeführt werden.

[0023] Wie sich aus Fig. 1 ergibt, ist das in diesem Ausführungsbeispiel einteilige Einspritzventilelement 8 innerhalb einer Stufenbohrung 11 eines Düsenkörpers 12 axial verstellbar geführt. Der Dosenkörper 12 ist im Verbund mit einer Drosselplatte und einem Ventilkörper gegen einen Haltekörper 13 mittels einer Düsenspannmutter verspannt. Die Düsenspannmutter wird mittels einer Kupferscheibe in Richtung Brennraum abgedichtet, in den die Düsenkörperspitze hineinragt.

[0024] Das Einspritzventilelement 8 weist an seiner Spitze 15 eine Schließfläche (Dichtfläche) auf, mit welcher das Einspritzventilelement 8 in eine dichte Anlage an einen innerhalb des Düsenkörpers 12 ausgebildeten Einspritzventilelementsitz bringbar ist. Wenn das Einspritzventilelement 8 an seinem Einspritzventilelementsitz anliegt, d.h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer Düsenlochanordnung 16 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Druckraum 7, im Wesentlichen unter Raildruck stehend, an dem Einspritzventilelementsitz vorbei in den Brennraum strömen.

[0025] Von einer in der Zeichnungsebene oberen Stirnseite des Einspritzventilelementes 8 wird eine Steuerkammer 17 (Servokammer) begrenzt, die über eine in der Fig. 2 angedeutete Zulaufdrossel 18 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff aus dem Versorgungskanal 6 versorgt wird. Gleichzeitig wird ein Druckraum 14, aus dem Kraftstoff bei geöffnetem Einspritzventilelement 8 in den Brennraum strömen kann, mit Kraftstoff aus dem Versorgungskanal 6 versorgt. Der Druckraum 14 umschließt dabei eine die Steuerkammer 17 begrenzende, federkraftbeaufschlagte Hülse 32 radial außen. Die in der Hülse 32 ausgebildete Steuerkammer 17 ist über eine Ablaufdrossel 19 mit einer Steuerventilkammer 20 verbunden, die mittels eines axial verstellbaren Steuerventilelementes 21 (Ventilbolzen) mit einem Niederdruckbereich 22 und damit mit dem Injektor-Rücklaufanschluss 9 verbindbar ist. Das Steuerventilelement 21 ist Teil eines als 3/2-Wegeventil ausgebildeten Steuerventils 23 (Servoventil).

Bei in einer ersten (unteren) Schaltstellung befindlichem Steuerventilelement 21 kann Kraftstoff aus der Steuerkammer 17 über die Ablaufdrossel 19 und die Steuerventilkammer 20 in den Niederdruckbereich 22 zum Injektor-Rücklaufanschluss 9 strömen. Gleichzeitig ist ein aus dem Druckraum 14 ausmündender und in die Steuerventilkammer 20 einmündender Bypass 45 von dem Steuerventilelement 21 gesperrt. Bei in einer zweiten (oberen) Schaltstellung befindlichem Steuerventilelement 21 ist die Verbindung zwischen Steuerventilkammer 20 und Niederdruckbereich 22 gesperrt und der Bypass 45 ist freigegeben, so dass die Steuerkammer 17 über den Bypass 45, die Steuerventilkammer 20 und die Ablaufdrossel 19 schnell auf Hochdruck gebracht wird.

[0026] Zum Verstellen des kolbenförmigen Steuerventilelementes 21 ist ein piezoelektrischer Aktuator 24 vorgesehen, der über einen hydraulischen Koppler 25 mit dem Steuerventilelement 21 gekoppelt ist. Bei einer alternativen, nicht gezeigten, Ausführungsform kann das Steuerventil 23 unmittelbar vom hydraulischen Koppler 25, genauer von einem später noch zu erläuternden Arbeitskolben 28 (Ventilkolben) des hydraulischen Kopplers 25 gebildet werden. Zum Öffnen des Steuerventils 23, also zum Bewegen des Steuerventilelementes 21 in der Zeichnungsebene nach unten, weg von seinem oberen Steuerventilsitz 26, wird der piezoelektrische Aktuator 24 bestromt und dehnt sich aus. Hierdurch wird ein in der Zeichnungsebene oberer Kopplerkolben 27 des hydraulischen Kopplers 25 in der Zeichnungsebene nach unten bewegt, wodurch wiederum der Arbeitskolben 28 des hydraulischen Kopplers 25, der über ein Kopplerspaltvolumen 29 mit dem Kopplerkolben 27 hydraulisch gekoppelt ist, in der Zeichnungsebene nach unten bewegt wird. Der Arbeitskolben 28 drückt auf das Steuerventilelement 21, welches in der Folge entgegen der Kraft einer Steuerschließfeder 30 (Schaltventilfeder) von seinem oberen Steuerventilsitz 26 weg bewegt wird und somit den Kraftstofffluss aus der Steuerkammer 17 hin zum Injektor-Rücklaufanschluss 9 freigibt und gleichzeitig den Bypass 45 sperrt. Die Durchflussquerschnitte der Zulaufdrossel 18 und der Ablaufdrossel 19 sind dabei derart aufeinander abgestimmt, dass in der unteren Schaltstellung des Steuerventils 23 ein Nettoabfluss von Kraftstoff aus der Steuerkammer 17 resultiert. Hierdurch sinkt der Druck in der Steuerkammer 17 rapide ab, wodurch das Einspritzventilelement 8 von seinem Einspritzventilelementsitz abhebt, so dass Kraftstoff aus dem Druckraum 7 durch die Düsenlochanordnung 16 ausströmen kann.

[0027] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des piezoelektrischen Aktuators 24 unterbrochen, wodurch sich der Piezokristallstapel des Aktuators 24 zusammenzieht und der Kopplerkolben 27, unterstützt durch die Federkraft einer Federhülse 34, in der Zeichnungsebene nach oben bewegt wird. Der Arbeitskolben 28 drückt, unterstützt durch die Steuerschließfeder 30, in der Zeichnungsebene nach unten gegen das

Steuerventilelement 21. Zwischen Arbeitskolben 28 und Steuerventilelement 21 ist somit ein ständiger Kontakt gewährleistet. Der Arbeitskolben 28 und das Steuerventilelement 21 werden bei nicht bestromtem Aktuator 24 nach oben in die obere Schaltstellung bewegt, in der das Steuerventilelement 21 wieder an seinem oberen Steuerventilsitz 26 anliegt und die hydraulische Verbindung aus der Steuerkammer 17 zum Injektor-Rücklaufanschluss 9 sperrt. Der durch die Zulaufdrossel 18 sowie über den Bypass 45 in die Steuerkammer 17 nachströmende Kraftstoff sorgt für eine schnelle Druckerhöhung in der Steuerkammer 17 und damit für eine auf das Einspritzventilelement 8 wirkende hydraulische Schließkraft. Die daraus resultierende Schließbewegung des Einspritzventilelementes 8 wird von einer Schließfeder 31 unterstützt, die sich mit einem Ende am Einspritzventilelement 8 und mit dem anderen Ende an einer die Steuerkammer 17 begrenzenden Hülse 32 abstützt.

[0028] Im Folgenden wird der Aufbau des hydraulischen Kopplers 25 anhand der Fig. 2 und 3 im Detail erläutert. Zu erkennen ist der unmittelbar mit dem piezoelektrischen Aktuator 24 verbundene, in der Zeichnungsebene obere Kopplerkolben 27 und der in der Zeichnungsebene darunter, mit Abstand angeordnete Arbeitskolben 28. Kopplerkolben 27 und Arbeitskolben 28 begrenzen axial zwischen sich innerhalb eines Führungskörpers 33 ein hydraulisches Kopplerspaltvolumen 29 (Kraftstoffvolumen). Zu erkennen ist, dass der Durchmesser des Arbeitskolbens 28 geringer bemessen ist als der Durchmesser des Kopplerkolbens 27, um hierdurch eine Kraft-Weg-Übersetzung zu realisieren.

[0029] Wie sich aus Fig. 3 weiter ergibt, ist innerhalb des Kopplerkolbens 27 ein Rückschlagventil 35 angeordnet. Das Rückschlagventil 35 dient zur Wiederbefüllung des Kopplerspaltvolumens 29 nach Unterbrechung der Bestromung des piezoelektrischen Aktuators. Das Rückschlagventil 35 ist ventillfederfrei ausgebildet und umfasst ein kugelkalottenförmiges Ventilelement 36, das in einer stirnseitigen Ausnehmung 37 des Kopplerkolbens 27 aufgenommen ist. Die ursprünglich in Richtung Arbeitskolben 28 offene Ausnehmung 37 ist mittels eines Einpresselementes 38 (Einpressscheibe) verschlossen, wobei das Einpresselement 38 den maximalen axialen Verstellweg des Ventilelementes 36 begrenzt. Wie sich weiter aus Fig. 3 ergibt, sind in das Einpresselement 38 zwei parallele Axialbohrungen 39 (Kraftstoffkanäle) eingebracht, über die Kraftstoff bei geöffnetem Rückschlagventil 35 zu einem zentrischen Axialkanal 40 in das Kopplerspaltvolumen 29 strömen kann. Der Axialkanal 40 wird senkrecht geschnitten von einem quer verlaufenden, als Durchgangsbohrung ausgebildeten Radialkanal 41, der das Rückschlagventil 35 hydraulisch mit dem vorerwähnten Niederdruckbereich 22 des Kraftstoff-Injektors 1 verbindet.

[0030] Wie sich aus Fig. 3 weiter ergibt, ist das Ventilelement 36 im Wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet und weist einen in der Zeichnungsebene oberen Kugelabschnitt 42 zum Zusammenwirken mit einem Ventilsitz 43 auf.

Mit einer von dem Ventilsitz 43 abgewandten, ebenen Flächenabschnitt 44 kann sich das Ventilelement 36 bei geöffnetem Rückschlagventil 35 am Einpresselement 38 abstützen, derart, dass ein Krafteintritt in das Kopplerspaltvolumen 29 durch die Axialbohrungen 39 möglich ist. Durch das Vorsehen des Rückschlagventils 35 wird eine schnelle Rückbefüllung des Kopplerspaltvolumens 29 gewährleistet. Das Kopplerspaltvolumen 29 muss nicht (ausschließlich) über Führungsspiele zwischen dem Kopplerkolben 27 und/oder dem Arbeitskolben 28 und dem Führungskörper 33 ertolgen.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor, insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem piezoelektrischen Aktuator (24) und einem diesem zugeordneten hydraulischen Koppler (25), umfassend einen mittels des piezoelektrischen Aktuators (24) betätigbaren Kopplerkolben (27) und einen mit dem Kopplerkolben (27) über ein Kopplerspaltvolumen (29) gekoppelten Arbeitskolben (28), wobei das Kopplerspaltvolumen (29) über ein Rückschlagventil (35) befüllbar ist, welches ein verstellbares, mit einem Ventilsitz (43) zusammenwirkendes Ventilelement (36) aufweist und das Ventilelement (36) auf seiner von dem Ventilsitz (43) abgewandten Seite einen ebenen Flächenabschnitt (44) aufweist wobei das Ventilelement (36) mit einem Kugelabschnitt (42) mit dem Ventilsitz (43) zusammenwirkt und der ebene Flächenabschnitt (44) senkrecht zur Verstellrichtung des Ventilelementes (36) orientiert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilelement (36) in einer stirnseitigen Ausnehmung (37) des Kopplerkolbens (27) aufgenommen ist, wobei die Ausnehmung (37) mittels eines Einpresselementes (38) verschlossen ist und das Einpresselement (38) den maximalen axialen Verstellweg des Ventilelementes (36) begrenzt.
2. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplerspaltvolumen (29) über das Rückschlagventil (35) mit einem Niederdruckbereich (22) des Kraftstoff-Injektors (1) verbindbar ist.
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (35) im Kopplerkolben (27) angeordnet ist.
4. Kraftstoff Injektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (35) über einen im Kopplerkolben (27) vorgesehenen, insbesondere zentrischen, Axialkanal (40) und einen Radialkanal (41) mit dem Niederdruckbereich (22)

des Kraftstoff-Injektors (1) verbunden ist.

5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der maximale Verstellweg des Ventilelementes (36) aus einem Bereich zwischen etwa 0,08 mm und etwa 0,50 mm gewählt ist.
6. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Einpresselement (38) und/oder radial zwischen dem Einpresselement (38) und dem Innenumfang der stirnseitigen Ausnehmung (37) mindestens ein Kraftstoffkanal vorgesehen ist, über den Kraftstoff bei geöffnetem Rückschlagventil (35) in das Kopplerspaltvolumen (29) strömen kann.
7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des hydraulischen Kopplers (25) ein Steuerventil (23) betätigbar ist, mit dem eine von einem einteiligen oder mehrteiligen Einspritzventilelement (8) begrenzte Steuerkammer (17) mit einem Niederdruckbereich (22) des Kraftstoff-Injektors (1) verbindbar ist.

Claims

1. Fuel injector, in particular common rail injector, for injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, having a piezoelectric actuator (24) and having assigned thereto a hydraulic coupler (25) which comprises a coupler piston (27) actuable by means of the piezoelectric actuator (24) and which comprises a working piston (28) coupled to the coupler piston (27) via a coupler gap volume (29), wherein the coupler gap volume (29) can be filled via a check valve (35) which has an adjustable valve element (36) which interacts with a valve seat (43), and the valve element (36) has, on its side facing away from the valve seat (43), a planar surface portion (44), wherein the valve element (36) interacts by means of a spherical portion (42) with the valve seat (43), and the planar surface portion (44) is aligned perpendicular to the adjustment direction of the valve element (36), **characterized in that** the valve element (36) is received in an end-side recess (37) of the coupler piston (27), wherein the recess (37) is closed off by means of a press-in element (38), and the press-in element (38) limits the maximum axial adjustment travel of the valve element (36).
2. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coupler gap volume (29) can be connected via the check valve (35) to a low-pressure region (22) of the fuel injector (1).

3. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the check valve (35) is arranged in the coupler piston (27).

5 4. Fuel injector according to Claim 3, **characterized in that** the check valve (35) is connected to the low-pressure region (22) of the fuel injector (1) via an in particular central axial duct (40) provided in the coupler piston (27) and via a radial duct (41).

10 5. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the maximum adjustment travel of the valve element (36) is selected from a range between approximately 0.08 mm and approximately 0.50 mm.

15 6. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** at least one fuel duct is provided in the press-in element (38) and/or radially between the press-in element (38) and the inner circumference of the end-side recess (37), via which fuel duct fuel can flow into the coupler gap volume (29) when the check valve (35) is open.

20 7. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that**, by means of the hydraulic coupler (25), a control valve (23) can be actuated via which a control chamber, which is delimited by a single-piece or multi-piece injection valve element (8), can be connected to a low-pressure region (22) of the fuel injector (1).

Revendications

1. Injecteur de carburant, en particulier injecteur à rampe commune, pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant un actionneur piézoélectrique (24) et un coupleur hydraulique (25) associé à celui-ci, comprenant un piston de coupleur (27) pouvant être actionné au moyen de l'actionneur piézoélectrique (24) et un piston de travail (28) accouplé au piston de coupleur (27) par le biais d'un volume de fente de coupleur (29), le volume de fente de coupleur (29) pouvant être rempli par le biais d'une soupape anti-retour (35) qui présente un élément de soupape (36) réglable coopérant avec un siège de soupape (43), et l'élément de soupape (36) présentant sur son côté opposé au siège de soupape (43) une portion de surface plane (44), l'élément de soupape (36) coopérant par une portion sphérique (42) avec le siège de soupape (43) et la portion de surface plane (44) étant orientée perpendiculairement à la direction de déplacement de l'élément de soupape (36), **caractérisé en ce que** l'élément de soupape (36) est reçu dans un évidement (37) du côté frontal du piston de coupleur (27), l'évidement (37) étant fermé au

moyen d'un élément d'enfoncement (38) et l'élément d'enfoncement (38) limitant la course de déplacement axial maximale de l'élément de soupape (36).

2. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le volume de fente de coupleur (29) peut être raccordé par le biais de la soupape anti-retour (35) à une région basse pression (22) de l'injecteur de carburant (1). 5
10

3. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la soupape anti-retour (35) est disposée dans le piston de coupleur (27). 15

4. Injecteur de carburant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la soupape anti-retour (35) est connectée par le biais d'un canal axial (40) prévu dans le piston de coupleur (27), en particulier centralement, et d'un canal radial (41), à la région basse pression (22) de l'injecteur de carburant (1). 20

5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la course de déplacement maximale de l'élément de soupape (36) est choisie dans une plage comprise entre environ 0,08 mm et environ 0,50 mm. 25

6. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans l'élément d'enfoncement (38) et/ou radialement entre l'élément d'enfoncement (38) et la périphérie interne de l'évidement (37) du côté frontal est prévu au moins un canal de carburant, par le biais duquel le carburant peut s'écouler dans le volume de fente de coupleur (29) lorsque la soupape anti-retour (35) est ouverte. 30
35

7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une soupape de commande (23) peut être actionnée au moyen du coupleur hydraulique (25), laquelle permet de relier une chambre de commande (17) limitée par un élément de soupape d'injection (8) d'une seule pièce ou en plusieurs parties à une région basse pression (22) de l'injecteur de carburant (1). 40
45

50

55

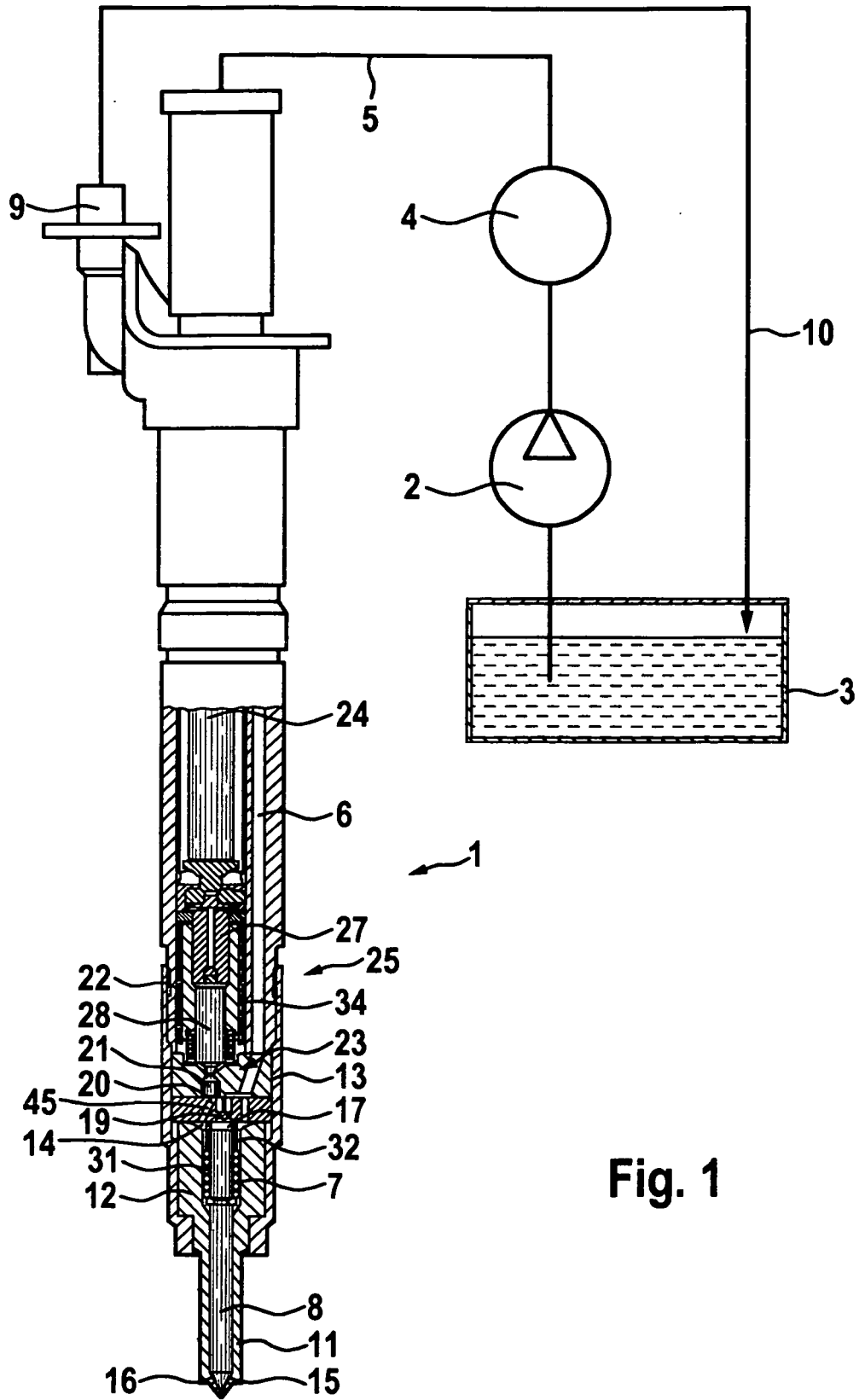


Fig. 1

Fig. 2

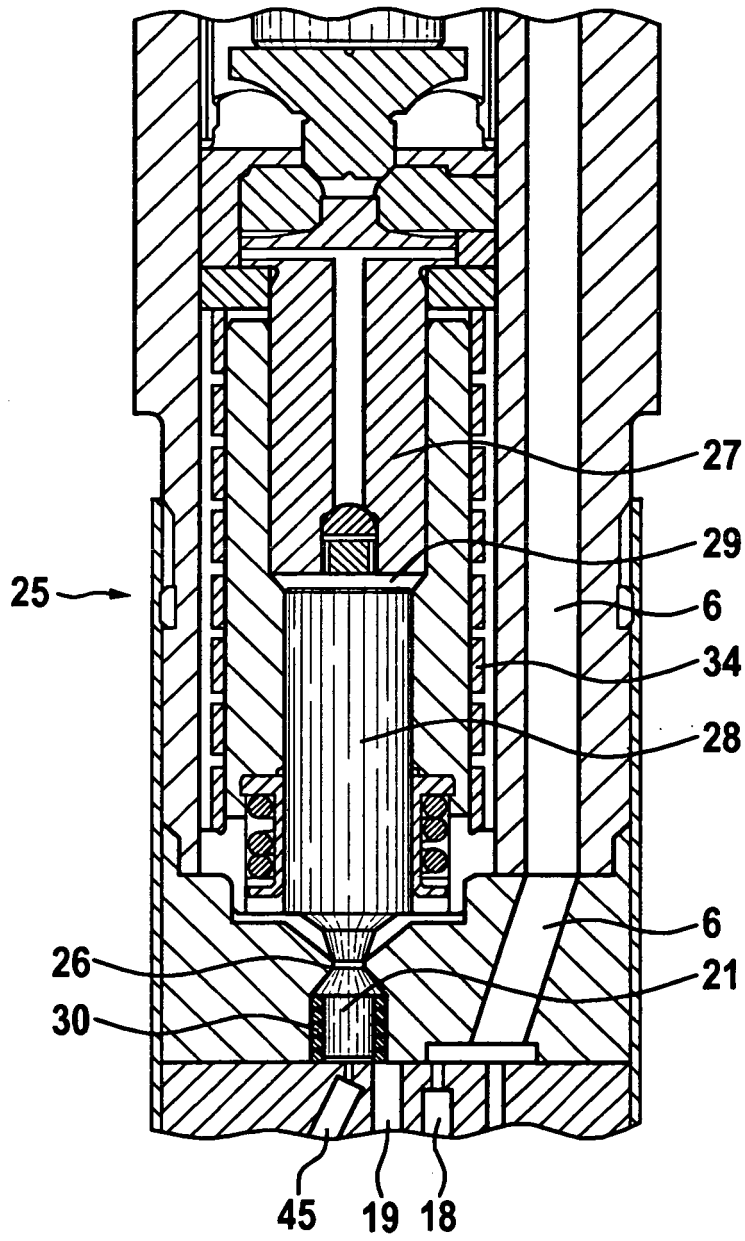
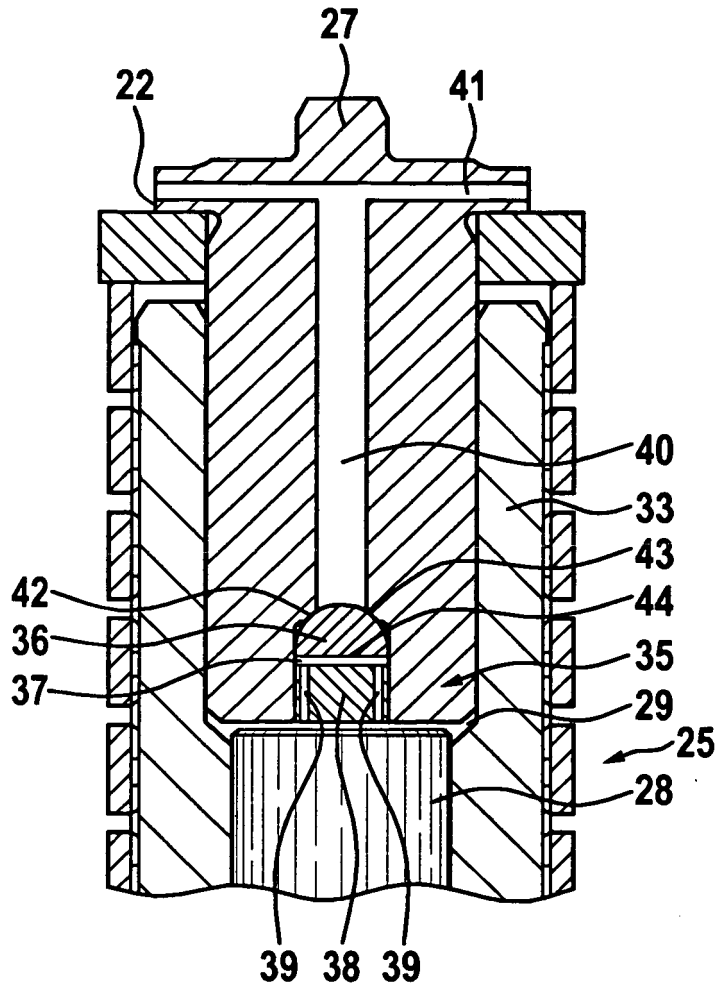


Fig. 3



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 10037527 A1 [0003]
- DE 19738351 A1 [0004]
- WO 2007139620 A1 [0005]
- DE 102005002768 A1 [0006]