

(19)



(11)

**EP 2 204 571 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.07.2010 Patentblatt 2010/27**

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

(21) Anmeldenummer: **09174557.0**

(22) Anmeldetag: **30.10.2009**

(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 SM TR**

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

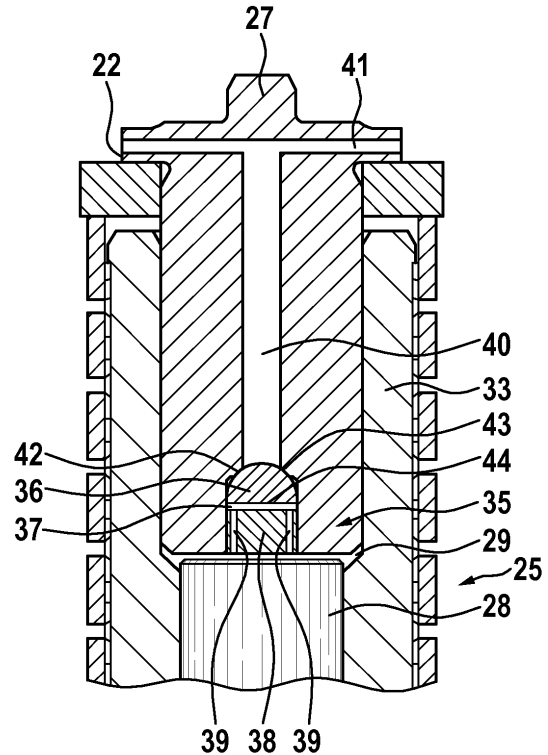
(30) Priorität: **30.12.2008 DE 102008055178**

(72) Erfinder:  
• **Doehring, Jochen**  
**70439 Stuttgart-Stammheim (DE)**  
• **Ellenschlaeger, Andreas**  
**70176 Stuttgart (DE)**

(54) **Kraftstoff-Injektor mit piezoelektrischem Aktuator**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor (1), 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) wieder befüllbar ist, welches ein verstellbares, mit einem Ventilsitz (43) zusammenwirkendes Ventilelement (36) aufweist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Ventilelement (36) auf seiner von dem Ventilsitz (43) abgewandten Seite einen ebenen Flächenabschnitt (44) aufweist.

**Fig. 3**



**EP 2 204 571 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.

**[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 Kopplervolumens erfolgt ebenfalls über diese Führungsspiele. Nachteilig bei derartigen Kraftstoff-Injektoren ist es, dass es zu einem Leerlaufen des Kopplervolumens 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 Kopplervolumen 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 Kopplerspaltvolumen des hydraulischen Kopplers über ein Rückschlagventil wiederzubefüllen, wobei sich das von einer Ventildfeder betätigte, kugelförmige Ventilelement des Rückschlagventils in einer stirnseitigen Ausnehmung des auf das Steuerventilelement wirkenden Arbeitskolbens befindet. Die Ventildfeder 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 exakten 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.

### Offenbarung der Erfindung

**[0005]** 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.

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

hafte 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 die Schaltzeit des Kraftstoff-Injektors verbessert werden kann, wenn das Totvolumen des zur Wiederbefüllung des Kopplervolumens dienenden Rückschlagventils minimiert ist. Zur Minimierung des Totvolumens 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 Totvolumen bestimmende Ventilkammer des Rückschlagventils minimieren zu können. Um neben einer Reduzierung des Totvolumens 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 Kopplervolumen 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 Totvolumens 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 Ventildfeder auskommt. Anders ausgedrückt ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der das Rückschlagventil zur Wiederbefüllung des Kopplervolumens ventildfederfrei ausgebildet ist. Hierdurch kann das Totvolumen weiter reduziert und der maximale Verstellweg des Ventilelementes auf ein Minimum reduziert werden.

**[0008]** 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 Kopplervolumen gegen das Ventilelement drückende Kraftstoff eine großflächige Angriffsfläche erhält. Zudem bietet eine derartige Anordnung des ebenen Flächenabschnitts auf der von dem Ventilsitz des Rückschlagventils abgewandten Seite eine Auflagemöglichkeit für das Ventilelement des Rückschlagventils im geöffneten Zustand.

**[0009]** 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 Kugel-

abschnitt und nicht der ebene Flächenabschnitt mit dem Ventilsitz des Rückschlagventils zum Schließen desselben zusammen.

**[0010]** 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 angeschlossenen Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors.

**[0011]** 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.

**[0012]** 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.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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 einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung verstellbar ist.

**[0015]** 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 Axi-

albohrungen im Einpresselement.

**[0016]** 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.

**[0017]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen.

**[0018]** 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.

**[0019]** In den Figuren sind gleiche Bauteile und Bauteile mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0020]** 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.

**[0021]** 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 Düsenkörper 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.

**[0022]** 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 Einspritzventilelementensitz bringbar ist. Wenn das Einspritzventilelement 8 an seinem Einspritzventilelementensitz anliegt, d. h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer Düsenlochanordnung 16 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementensitz abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Druckraum 7, im Wesentlichen unter Raildruck stehend, an dem Einspritzventilelementensitz vorbei in den Brennraum strömen.

**[0023]** 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 ge-

sperrt 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.

**[0024]** 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 Einspritzventilelementensitz abhebt, so dass Kraftstoff aus dem Druckraum 7 durch die Düsenlochanordnung 16 ausströmen kann.

**[0025]** 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.

**[0026]** 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.

**[0027]** 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 ventiltfederfrei 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 zentralen 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.

**[0028]** 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 erfolgen.

## 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,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Ventilelement (36) auf seiner von dem Ventilsitz (43) abgewandten Seite einen ebenen Flächenabschnitt (44) aufweist.
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der ebene Flächenabschnitt (44) senkrecht zur Verstellrichtung des Ventilelementes (36) orientiert ist.
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Ventilelement (36) mit einem Kugelabschnitt (42) mit dem Ventilsitz (43) zusammenwirkt.
4. 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.
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Rückschlagventil (35) im Kopplerkolben (27) angeordnet ist.
6. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Rückschlagventil (35) über einen im Kopplerkolben (27) vorgesehenen, insbesondere zentralen, Axialkanal (40) und einen Radialkanal (41) mit dem Niederdruckbereich (22) des Kraftstoff-Injektors (1) verbunden ist.
7. 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.

8. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 5  
**dass** das Ventilelement (36) in einer stirnseitigen Ausnehmung (37) des Kopplerkolbens (27) aufgenommen ist und dort mittels Einpresselementes (38) verstellbar gehalten ist. 10
9. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 8,  
**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. 15
10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 20  
**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. 25

30

35

40

45

50

55

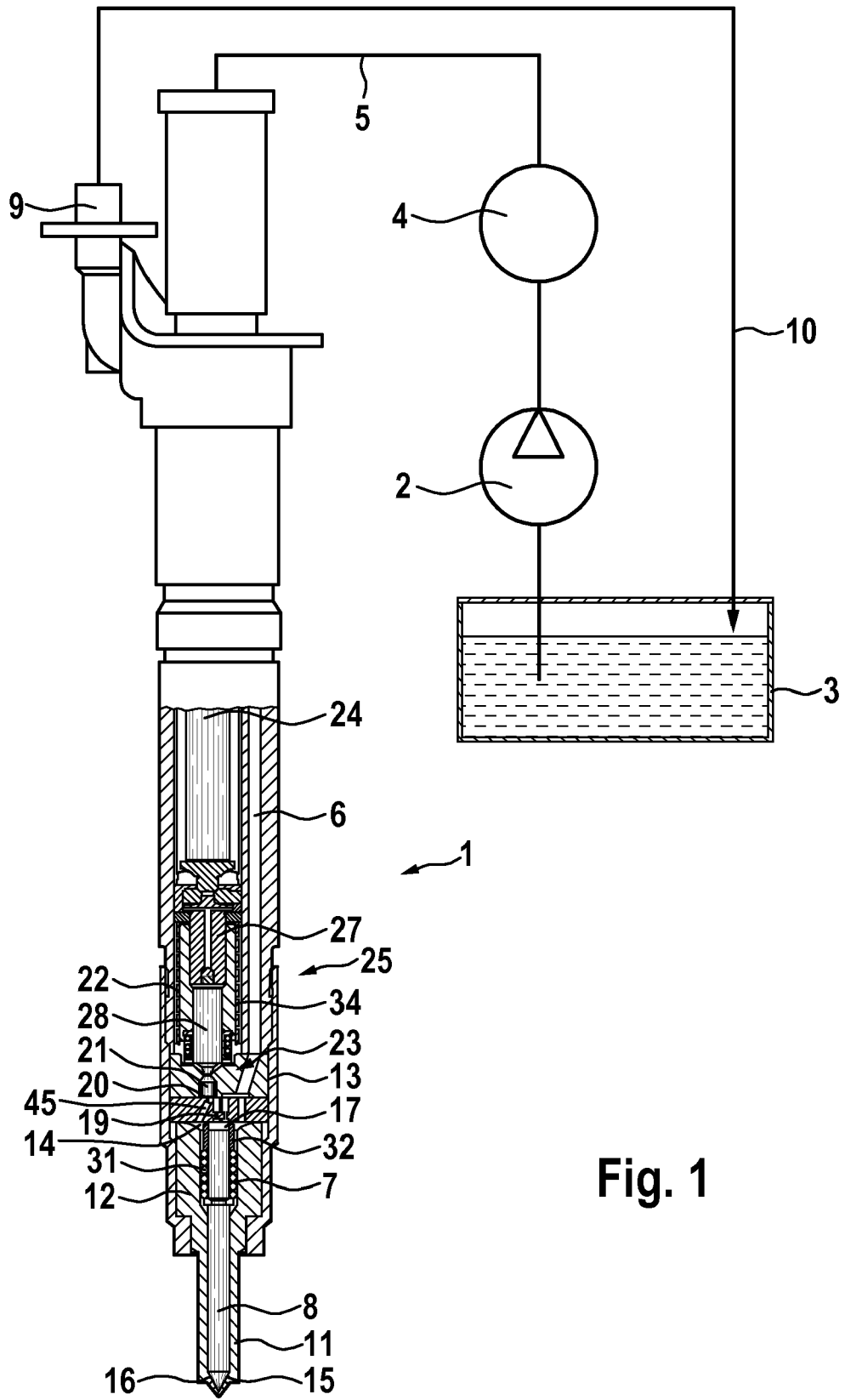


Fig. 1

Fig. 2

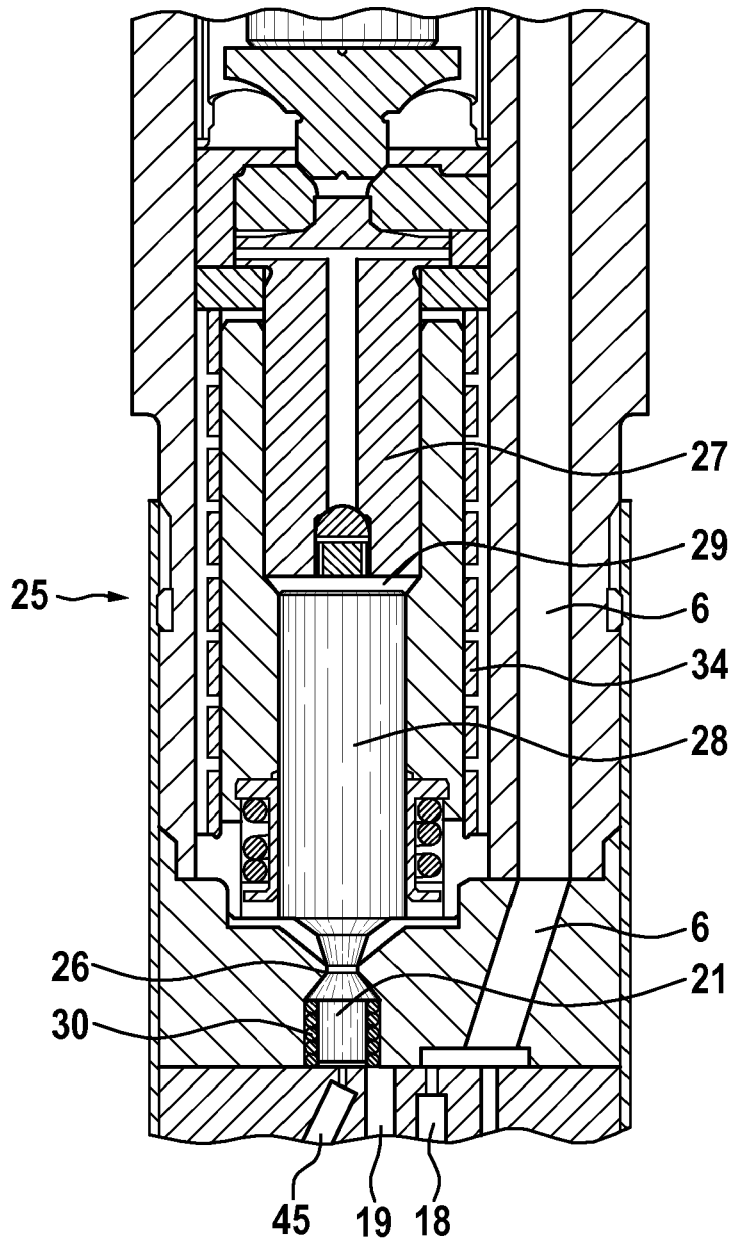
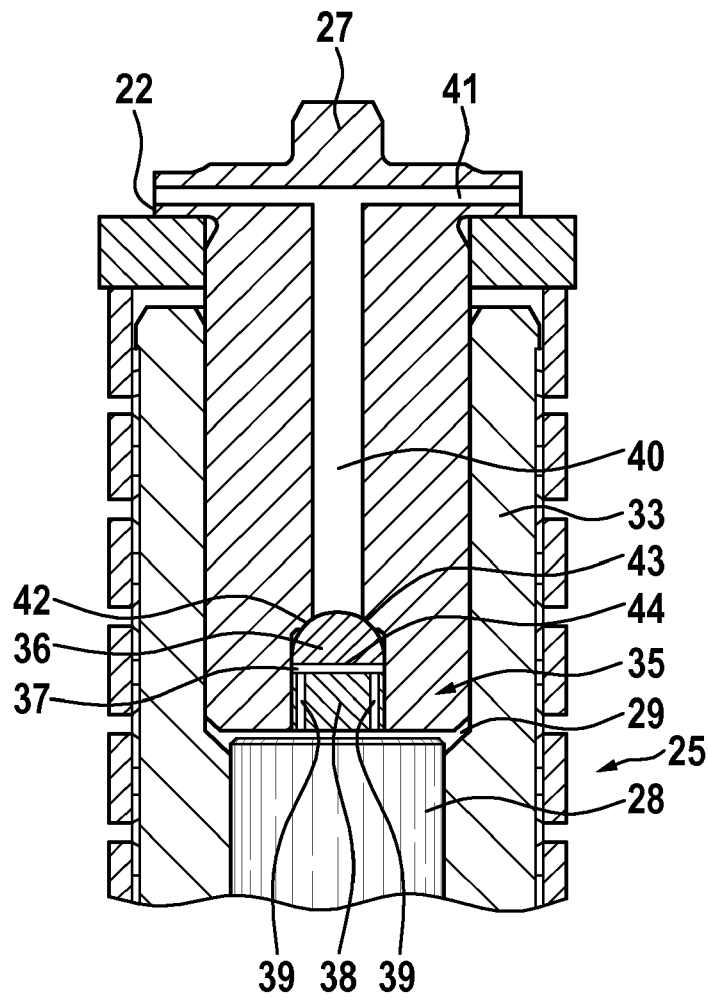


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 17 4557

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |  |  |                                    |
|---|--|--|------------------------------------|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile  | Betrifft Anspruch  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X   | WO 2007/139620 A1 (CATERPILLAR INC [US]; GIBSON DENNIS H [US]; SOMMARS MARK F [US]; SUN J) 6. Dezember 2007 (2007-12-06)<br>* Seite 10, Absatz 3 - Seite 12, Absatz 2; Abbildungen * | 1-7,10   | INV.<br>F02M47/02<br>F02M63/00     |
| X   | DE 10 2005 002768 A1 (DENSO CORP [JP])<br>11. August 2005 (2005-08-11)<br>* Abbildungen *  | 1-10   |                                    |
| A,D   | DE 100 37 527 A1 (DENSO CORP [JP])<br>15. Februar 2001 (2001-02-15)<br>* Zusammenfassung *   | 1-10   |                                    |
|   |  |  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|   |  |  | F02M                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |  |  |                                    |
| Recherchenort<br>München  |  | Abschlussdatum der Recherche<br>30. April 2010   | Prüfer<br>Torle, Erik              |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

2  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 17 4557

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.

30-04-2010

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2007139620 A1                                   | 06-12-2007                    | CN 101484686 A                    | 15-07-2009                    |
|  |                               | DE 112007001317 T5                | 23-04-2009                    |
|  |                               | JP 2009539025 T                   | 12-11-2009                    |
|  |                               | US 2007277784 A1                  | 06-12-2007                    |
| -----  |                               |                                   |                               |
| DE 102005002768 A1                                 | 11-08-2005                    | JP 2005207323 A                   | 04-08-2005                    |
| -----  |                               |                                   |                               |
| 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**

- DE 10037527 A1 [0003]
- DE 19738351 A1 [0004]