

(19)



(11)

EP 2 256 332 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

01.12.2010 Patentblatt 2010/48

(51) Int Cl.:

F02M 47/02 (2006.01)**F02M 57/02 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **10158114.8**(22) Anmeldetag: **29.03.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

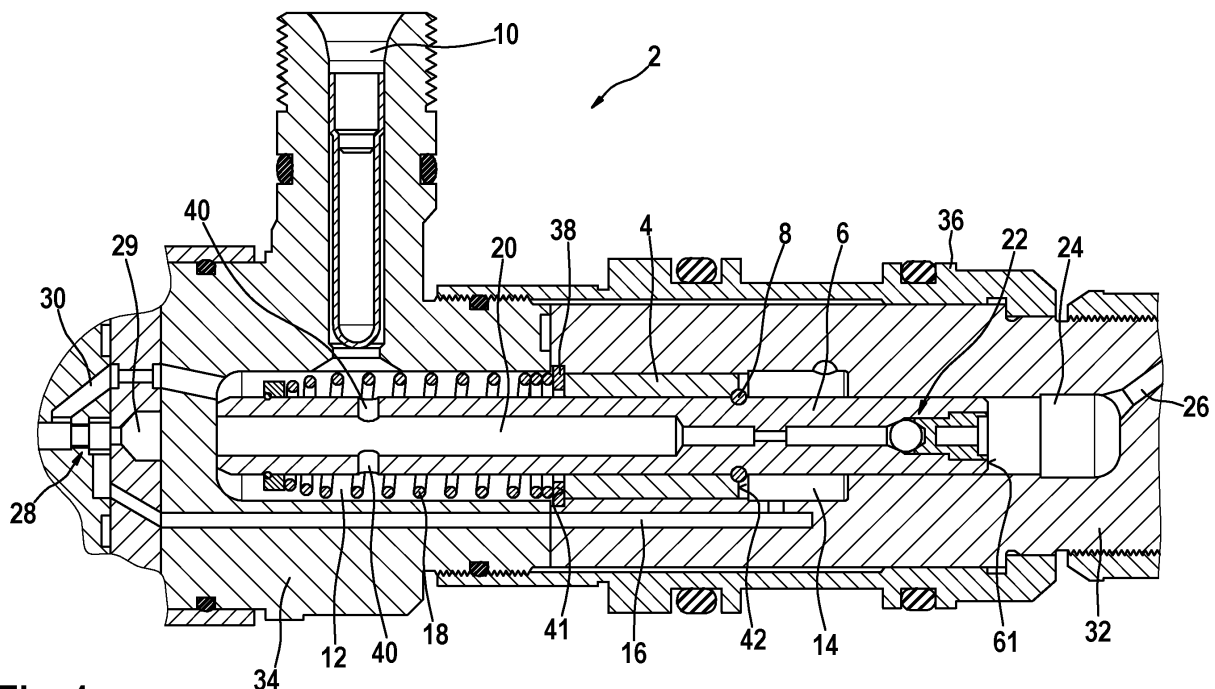
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA ME RS(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH****70442 Stuttgart (DE)**(72) Erfinder: **Buehler, Christoph****71287, Weissach (DE)**(30) Priorität: **29.05.2009 DE 102009026567**(54) **Kraftstoffinjektor mit Druckverstärkerkolben**

(57) Ein Kraftstoffinjektor (2) hat einen Niederdruckkolben (4) und einen Hochdruckkolben (6). Der Hochdruckkolben (6) hat einen kleineren Querschnitt als der Niederdruckkolben (4). In dem Niederdruckkolben (4) ist

eine parallel zur Längsrichtung des Niederdruckkolbens (4) verlaufende Bohrung ausgebildet und ein Bereich des Hochdruckkolbens (6) ist in der Bohrung des Niederdruckkolbens (4) angeordnet.

**Fig. 1****EP 2 256 332 A2**

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Kraftstoffinjektoren, die einen Druckverstärkerkolben haben, um den Druck des Kraftstoffs vor dem Einspritzen über den Systemdruck des Kraftstoffsystems hinaus zu verstärken, sind z.B. aus DE 10 2004 053 421 A1 und DE 10 2007 002 760 A1 bekannt.

[0002] In solchen Kraftstoffinjektoren tritt über die Länge des Druckverstärkerkolbens ein stark variierender Druckverlauf mit an beiden Enden des Kolbens entgegengesetzt angreifenden Kräften auf, die bestrebt sind, den Kolben zu verkippen. Ein Verkippen erhöht den Verschleiß und die Gefahr, dass der Kolben in der ihn umgebenden Bohrung verkantet. Um den Verschleiß zu verringern, wird der Umfang des Kolbens häufig mit einer Reibung verringernden Beschichtung versehen. Das Aufbringen einer solche Beschichtung verursacht zusätzliche Kosten und einen erhöhten Fertigungsaufwand.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Druck verstärkenden Kraftstoffinjektor bereit zu stellen, der wenig verschleißt und kostengünstig herstellbar ist.

[0004] Die Aufgabe wird von einem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst. Die abhängigen Patentansprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors nach dem unabhängigen Patentanspruch 1.

[0005] Ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor weist einen Niederdruckkolben und einen Hochdruckkolben auf, wobei der Hochdruckkolben einen kleineren Durchmesser als der Niederdruckkolben hat. In dem Niederdruckkolben ist eine parallel zur Längsrichtung des Niederdruckkolbens verlaufende Bohrung ausgebildet und ein Bereich des Hochdruckkolbens ist in der Bohrung angeordnet.

[0006] Der erfindungsgemäße Aufbau eines Druckverstärkerkolbens aus einem Hochdruckkolben und einem Niederdruckkolben vermeidet, dass hydraulische Kräfte, die auf den Druckverstärkerkolben wirken, den Druckverstärkerkolben in einer ihn umgebenden Bohrung verkanten. Ein Festfressen des Druckverstärkerkolbens wird so zuverlässig verhindert und der Verschleiß der Druckverstärkerkolben wird reduziert.

[0007] Ein Koaxialhonen und/oder eine spezielle, Reibung reduzierende Beschichtung des Druckverstärkerkolbens sind nicht erforderlich. Die Anforderungen an die Koaxialität des Kolbens mit der umgebenden Bohrung, den Rundlauf und die Parallelität werden vermindert.

[0008] In einer Ausführungsform sind der Hochdruck- und der Niederdruckkolben koaxial zueinander angeordnet. Dies ermöglicht einen einfachen Aufbau und die Ver-

wendung eines erfindungsgemäßen zweiteiligen Druckverstärkerkolbens in einem herkömmlichen Kraftstoffinjektor.

[0009] In einer Ausführungsform sind der Hochdruckkolben und der Niederdruckkolben durch eine Kopplung verbunden, wobei die Kopplung zur Übertragung von Kräften, die in axialer Richtung, d.h. parallel zur Längsrichtung des Kolbens, ausgerichtet sind, zwischen den Kolben ausgebildet ist. In einer Ausführungsform ist die Kopplung als Absatz auf dem Umfang des Hochdruckkolbens ausgebildet und der Niederdruckkolben liegt an dem Absatz an. Alternativ ist im Umfang des Hochdruckkolbens eine Vertiefung ausgebildet, in der ein Kopplungselement, das z.B. als um den Hochdruckkolben umlaufender Ring ausgebildet ist, angebracht ist.

[0010] In einer Ausführungsform ist die Kopplung als hydraulischen Dichtung ausgebildet, die durch die großen auf die Kolben wirkenden Axialkräfte abgedichtet wird. Eine hydraulischen Dichtung ermöglicht eine hydraulische Trennung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors. In einer Ausführungsform ist zusätzlich ein O-Ring zwischen dem Hochdruckkolben und den Niederdruckkolben angeordnet, um die Dichtwirkung zu verbessern.

[0011] In einer Ausführungsform ist wenigstens einer der Kolben im wesentlichen zylinderförmig ausgebildet ist. Dies ermöglicht eine einfache Herstellung des Kolbens und die Verwendung eines erfindungsgemäßen zweiteiligen Druckverstärkerkolbens in einem herkömmlichen Kraftstoffinjektor.

[0012] In einer Ausführungsform ist ein Bereich des Hochdruckkolbens mit radialem Spiel in der Bohrung des Niederdruckkolbens angeordnet. Durch das radiale Spiel sind die Kolben mechanisch voneinander getrennt und in radialer Richtung wirkende hydraulische Querkräfte werden signifikant verringert.

[0013] Das Spiel zwischen dem Hochdruckkolben und dem Niederdruckkolben sollte zwischen 10 und 20 μm , vorzugsweise 15 μm betragen.

[0014] In einer Ausführungsform werden der Hochdruckkolben und der Niederdruckkolben auf ein Festmaß plus Toleranz gefertigt. Danach werden die jeweiligen Bohrungen für den Hochdruckkolben und für den Niederdruckkolben so gefertigt, dass das gewünschte Spiel entsteht; d.h. Hochdruckkolben und Niederdruckkolben werden gepaart. So kann das gewünschte Spiel am Hochdruckkolben und am Niederdruckkolben optimal eingestellt werden.

[0015] In einer Ausführungsform ist in dem Hochdruckkolben ein axialer Kanal zur Kraftstoffzufuhr ausgebildet. Dadurch kann der Hochdruckbereich des Kraftstoffinjektors besonders einfach und effektiv mit Kraftstoff versorgt werden.

[0016] In einer Ausführungsform ist in dem Kanal ein Rückschlagventil ausgebildet. Ein solches Rückschlagventil verhindert zuverlässig ein Zurückströmen von Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich in den Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 eine Schnittdarstellung eines Ausschnitts aus einem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor, und

Figur 2 eine perspektivische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors.

[0018] Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor 2 in einer Schnittdarstellung.

[0019] Der Kraftstoffinjektor 2 weist einen ersten Injektorkörper 32 und einen zweiten Injektorkörper 34 auf, die durch eine Spannmutter 36 hydraulisch dicht verspannt sind.

[0020] In dem ersten Injektorkörper 32 sind ein Differenzdruckraum 14 und ein Kompressionsraum 24 ausgebildet, die sich koaxial in Längsrichtung des Kraftstoffinjektors 2 erstrecken. Der Kompressionsraum 24 hat einen kleineren Querschnitt als der Differenzdruckraum 14 und ist mit einem Ablauf 26 versehen, der den Kompressionsraum 24 hydraulisch mit einem in der Figur 1 nicht gezeigten Düsennadelsteuerraum verbindet.

[0021] In dem zweiten Injektorkörper 34 ist ein Arbeitsraum 12 ausgebildet, der den gleichen Querschnitt wie der Differenzdruckraum 14 hat und koaxial zu dem Differenzdruckraum 14 angeordnet ist, wenn der erste Injektorkörper 32 mit dem zweiten Injektorkörper 34 verspannt ist. Der Arbeitsraum 12 ist durch eine in dem zweiten Injektorkörper 34 ausgebildete Kraftstoffzufuhr 10 mit Kraftstoff aus einer externen Kraftstoffquelle befüllbar.

[0022] Auf der von dem ersten Injektorkörper 32 abgewandten Seite des zweiten Injektorkörpers 34 befindet sich ein Steuerventil 28. Das Steuerventil 28 ist über eine Arbeitsraumleitung 30 und eine Differenzdruckraumleitung 16 jeweils hydraulisch mit dem Arbeitsraum 12 und dem Differenzdruckraum 14 verbunden.

[0023] Ein Hochdruckkolben 6 erstreckt sich parallel zur Längsrichtung des Kraftstoffinjektors 2 durch den Arbeitsraum 12, den Differenzdruckraum 14 und den Kompressionsraum 24. In dem Hochdruckkolben 6 ist ein axial in Längsrichtung des Hochdruckkolbens 6 verlaufender Kraftstoffkanal 20 ausgebildet, der über radiale Öffnungen 40 hydraulisch mit dem Arbeitsraum 12 verbunden ist.

[0024] Der Querschnitt des Hochdruckkolbens 6 ist so gewählt, dass der Hochdruckkolben 6 in den Kompressionsraum 24 eingepasst ist und diesen hydraulisch dicht verschließt. Der Hochdruckkolben 6 hat einen kleineren Querschnitt als der Arbeitsraum 12 und als der Differenzdruckraum 14 und ist im Bereich des Arbeitsraums 12 von einer Kolbenfeder 18 umgeben, die den Hochdruckkolben 6 elastisch an dem ersten Injektorkörper 32 abstützt. Zwischen dem ersten Injektorkörper 32 und der Kolbenfeder 18 ist eine Unterlegscheibe 38 vorgesehen. Durch die Wahl der Dicke der Unterlegscheibe 38 ist die Kraft, welche die Kolbenfeder 18 auf den Hochdruckkol-

ben 6 ausübt, einstellbar.

[0025] An dem in der Figur 1 rechts dargestellten Ende des Kraftstoffkanals 20, das dem Kompressionsraum 24 zugewandt ist, ist in dem Hochdruckkolben 6 ein Rückschlagventil 22 ausgebildet. Das Rückschlagventil 22 ermöglicht den Fluss von Kraftstoff aus dem Kraftstoffkanal 20 in den Kompressionsraum 24 und verhindert den Rückfluss von Kraftstoff aus dem Kompressionsraum 24 in den Kraftstoffkanal 20.

[0026] In einem an den Arbeitsraum 12 angrenzenden Bereich des Differenzdruckraums 14 ist der Hochdruckkolben 6 von einem Niederdruckkolben 4 umgeben. Der Niederdruckkolben 4 stützt sich an einer Kopplung 8, die am Umfang des Hochdruckkolbens 6 ausgebildet ist, ab. Die Kopplung 8 ist so ausgebildet, dass eine in Richtung auf den Differenzdruckraum 14 ausgerichtete auf den Niederdruckkolben 4 wirkende axiale Kraft auf den Hochdruckkolben 6 übertragbar ist. Der Hochdruckkolben 6 ist durch Bewegen des Niederdruckkolbens 4 in Richtung auf den Differenzdruckraum 14 bewegbar.

[0027] Die Kopplung 8 ist als hydraulische Dichtung ausgebildet, die den Differenzdruckraum 14 gegenüber dem Arbeitsraum 12 hydraulisch abdichtet, so dass ein Druckunterschied zwischen dem Differenzdruckraum 14 und dem Arbeitsraum 12 aufgebaut und aufrecht erhalten werden kann.

[0028] Der Differenzdruckraum 14 wird auf der dem Arbeitsraum 12 zugewandten Seite von einer ersten ringförmigen Druckfläche 42 des Niederdruckkolbens 4 begrenzt. Das Volumen des Differenzdruckraums 14 ist durch Bewegen des Niederdruckkolbens 16 in Längsrichtung des Kraftstoffinjektors 2 variierbar.

[0029] In einer ersten Schaltstellung des Steuerventils 28 ist der Arbeitsraum 12 über die Arbeitsraumleitung 30 und die Differenzdruckraumleitung 16 hydraulisch mit dem Differenzdruckraum 14 verbunden.

[0030] In einer zweiten Schaltstellung des Steuerventils 28 ist der Differenzdruckraum 14 über die Differenzdruckraumleitung 16 mit einem Kraftstoffrücklauf 29 verbunden.

[0031] Der Kompressionsraum 24 wird auf der dem Differenzdruckraum 14 zugewandten Seite durch eine Stirnfläche 61 des Hochdruckkolbens 6 begrenzt, so dass das Volumen des Kompressionsraums 24 durch Bewegen des Hochdruckkolbens 6 variierbar ist. Über den in dem Hochdruckkolben 6 ausgebildeten Kraftstoffkanal 20 und das Rückschlagventil 22 ist der Kompressionsraum 23 aus dem Arbeitsraum 12 mit Kraftstoff befüllbar. Um zu vermeiden, dass Kraftstoff aus dem Kompressionsraum 24 über den Kraftstoffkanal 20 zurück in den Arbeitsraum 12 strömt, ist der Kraftstoffkanal 20 durch das Rückschlagventil 24 in dieser Strömungsrichtung gesperrt.

[0032] Aus dem Kompressionsraum 24 gelangt Kraftstoff über einen Ablauf 26 in einen nicht gezeigten Düsennadelsteuerraum und einen ebenfalls nicht gezeigten Düsennadelsteuerraum. Die, nicht gezeigte, Düsennadel des Kraftstoffinjektors 2 ist durch eine Veränderung des

Drucks im Düsennadelstauerraum zwischen einer geschlossenen Position, in der kein Kraftstoff aus dem Kraftstoffinjektor 2 in einen umgebenden Brennraum eingespritzt wird, und einer geöffneten Einspritzposition bewegbar.

[0033] Um den Einspritzvorgang zu starten, wird das Steuerventil 28 so geschaltet, dass die Verbindung vom Differenzdruckraum 14 über die Differenzdruckraumleitung 16 in den Kraftstoffrücklauf 29 freigegeben wird und der Druck im Differenzdruckraum 14 abnimmt. Im Arbeitsraum 12 herrscht weiterhin der von der Kraftstoffzufuhr vorgegebene Systemdruck, so dass die dort vorherrschende Druckkraft, die auf eine zweite, dem Arbeitsraum 12 zugewandte Druckfläche 41 des Niederdruckkolbens 4 wirkt, größer als die Summe der Kräfte ist, die auf die erste, dem Differenzdruckraum 14 zugewandte Druckfläche 42 des Niederdruckkolbens 4 und die Stirnfläche 61 des Hochdruckkolbens 6 wirken.

[0034] Der Niederdruckkolben 4 wird von der resultierenden Kraft in den Kompressionsraum 19 hinein verschoben. Über die Kopplung 8 drückt der Niederdruckkolben 4 den Hochdruckkolben 6 in den Kompressionsraum 24. Das Volumen des Kompressionsraum 24 wird verringert und der im Kompressionsraum 24 vorhandene Kraftstoff wird komprimiert, so dass der Druck im Kompressionsraum 24 über den Systemdruck hinaus auf den gewünschten Einspritzdruck verstärkt wird. Der so komprimierte und unter hohem Druck stehende Kraftstoff strömt aus dem Kompressionsraum 24 durch den Ablauf 26 in den nicht gezeigten Düsenraum.

[0035] Damit sich die Düsennadel aus ihrem Ventilsitz hebt und die nicht gezeigte(n) Einspritzöffnung(en) freigibt, wird ein zweites, nicht gezeigtes, Steuerventil so angesteuert, dass der Druck im Düsennadelstauerraum abnimmt. Der auf die Düsennadel wirkende Druck im Düsenraum übersteigt dann den Schließdruck im Düsennadelstauerraum. Die Düsennadel hebt vom Ventilsitz ab und Kraftstoff wird mit dem durch den Hochdruckkolben 6 über den Systemdruck hinaus verstärkten Einspritzdruck in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt.

[0036] Zum Beenden des Einspritzvorganges wird das zweite Steuerventil so geschaltet, dass der Druck im Düsennadelstauerraum auf den Einspritzdruck ansteigt und die Düsennadel zurück in den Ventilsitz gedrückt wird, in dem sie die Einspritzöffnung(en) verschließt.

[0037] Im nächsten Schritt wird das Steuerventil 28 so geschaltet, dass es die Verbindung vom Arbeitsraum 12 über die Arbeitsraumleitung 30 und die Differenzdruckraumleitung 16 in den Differenzdruckraum 14 freigibt. Unter Systemdruck stehender Kraftstoff strömt aus dem Arbeitsraum 12 in den Differenzdruckraum 14. Im Differenzdruckraum 14 baut sich wieder Systemdruck auf und drückt den Niederdruckkolben 4 zurück in seine Ausgangsposition.

[0038] Unterstützt von der Kolbenfeder 18 bewegt sich auch der Hochdruckkolben 4 aus dem Kompressionsraum 24 in Richtung auf den Arbeitsraum 12. Das Volumen

des Kompressionsraums 24 vergrößert sich und der Druck im Kompressionsraum 24 nimmt ab. Sobald der Druck im Kompressionsraum 24 unter den Systemdruck gefallen ist, öffnet sich das Rückschlagventil 22 und Kraftstoff strömt aus dem Arbeitsraum 12 durch den Kraftstoffkanal 20 in den Kompressionsraum 24. Sobald der Hochdruckkolben 4 seine Ausgangsposition erreicht hat, in der das Volumen im Kompressionsraum 24 das Maximum erreicht hat, kann ein weiterer Einspritzvorgang gestartet werden.

[0039] Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts aus einem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor 2. In der Figur 2 ist nur der erste Injektorkörper 32 mit dem darin angeordneten zweiteiligen Druckverstärkerkolben 4, 6 gezeigt. Der zweite Injektorkörper 34, die Spannmutter 36, die Kolbenfeder 18 und das Steuerventil 28 sind aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit nicht gezeigt.

[0040] Die in Figur 2 gezeigten Bauelemente sind mit den gleichen Bezugszeichen wie in der Figur 1 bezeichnet. Der einfache Aufbau eines erfindungsgemäßen Druckverstärkerkolbens 4, 6 ist in der Figur 2 besonders gut erkennbar. Die Differenzdruckraumleitung 19 ist in dem in der Figur 2 nicht gezeigten Teil des ersten Injektorkörpers 32 ausgebildet und daher in der Figur 2 nicht sichtbar.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (2) mit einem Niederdruckkolben (4) und einem Hochdruckkolben (6), wobei der Hochdruckkolben (6) einen kleineren Querschnitt als der Niederdruckkolben (4) hat; wobei in dem Niederdruckkolben (4) eine parallel zur Längsrichtung des Niederdruckkolbens (4) verlaufende Bohrung ausgebildet ist und wobei ein Bereich des Hochdruckkolbens (6) in der Bohrung angeordnet ist.
2. Kraftstoffinjektor (2) nach Anspruch 1, die beiden Kolben (4, 6) koaxial zueinander angeordnet sind.
3. Kraftstoffinjektor (2) nach Anspruch 2, wobei zwischen dem Hochdruckkolben (6) und dem Niederdruckkolben (4) eine mechanisch Kopplung (8) ausgebildet ist und die Kopplung (8) zur Übertragung von Kräften, die parallel zur gemeinsamen Längsachse der Kolben (4, 6) ausgerichtet sind, ausgebildet ist.
4. Kraftstoffinjektor (2) nach Anspruch 3, wobei die Kopplung (8) als hydraulische Dichtung ausgebildet ist.
5. Kraftstoffinjektor (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens einer der Kolben (4,

6) im wesentlichen zylinderförmig ausgebildet ist.

6. Kraftstoffinjektor (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Bereich des Hochdruckkolbens (6) mit radialem Spiel in der Bohrung des Niederdruckkolbens (4) angeordnet ist. 5
7. Kraftstoffinjektor (2) nach Anspruch 6, wobei das Spiel zwischen dem Hochdruckkolben (6) und dem Niederdruckkolben (4) so ausgebildet ist, dass sich die beiden Kolben bei einer Bewegung in radialer Richtung nicht gegenseitig beeinflussen. 10
8. Kraftstoffinjektor (2) nach Anspruch 6 oder 7, wobei das Spiel zwischen dem Hochdruckkolben (6) und dem Niederdruckkolben (4) zwischen 10 und 20 μm , vorzugsweise 15 μm beträgt. 15
9. Kraftstoffinjektor (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in dem Hochdruckkolben (6) ein in Längsrichtung des Hochdruckkolbens (6) verlaufender Kanal (20) ausgebildet ist. 20
10. Kraftstoffinjektor (2) nach Anspruch 9, wobei in dem Kanal (20) ein Rückschlagventil (22) ausgebildet ist. 25

30

35

40

45

50

55

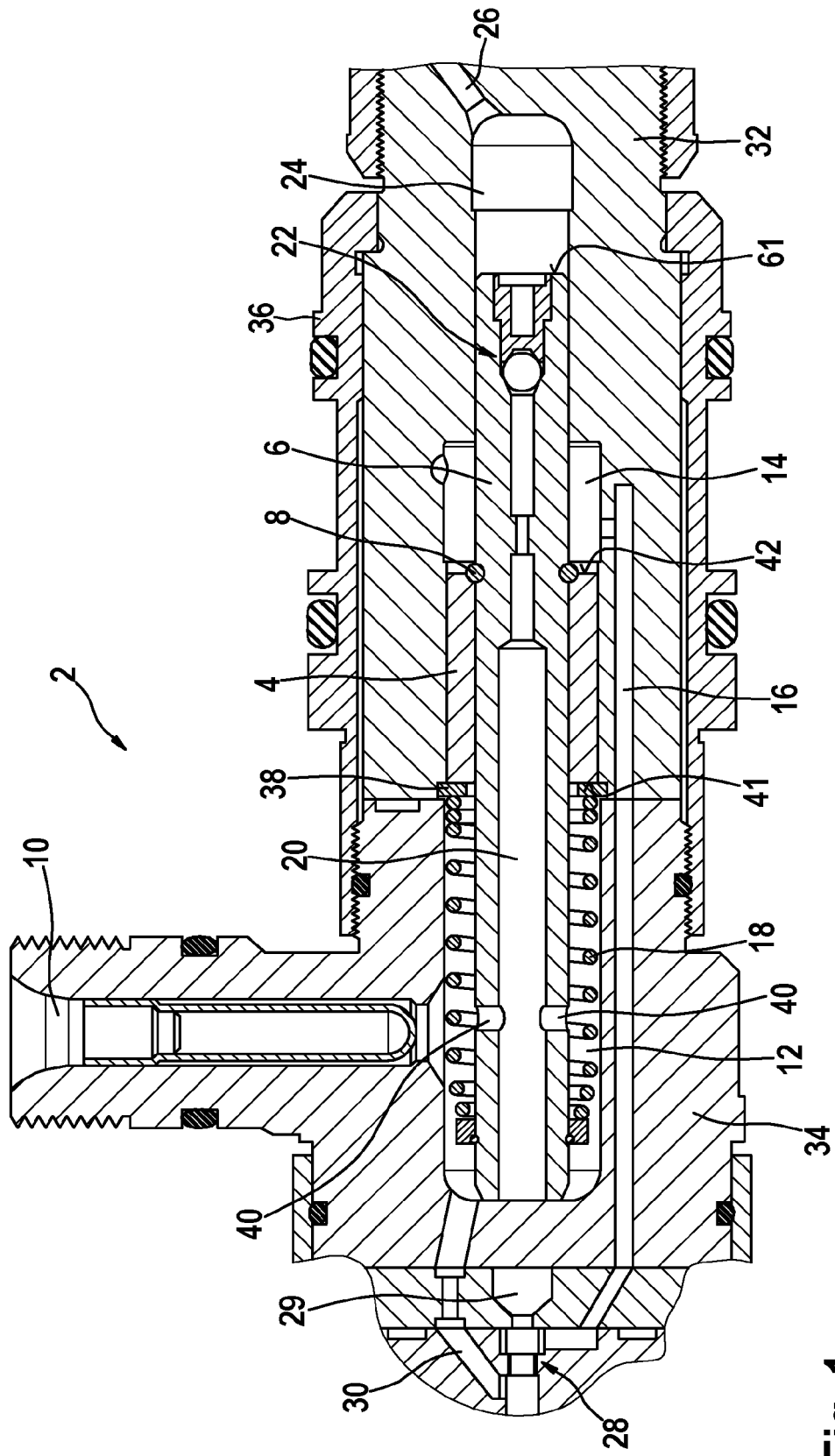
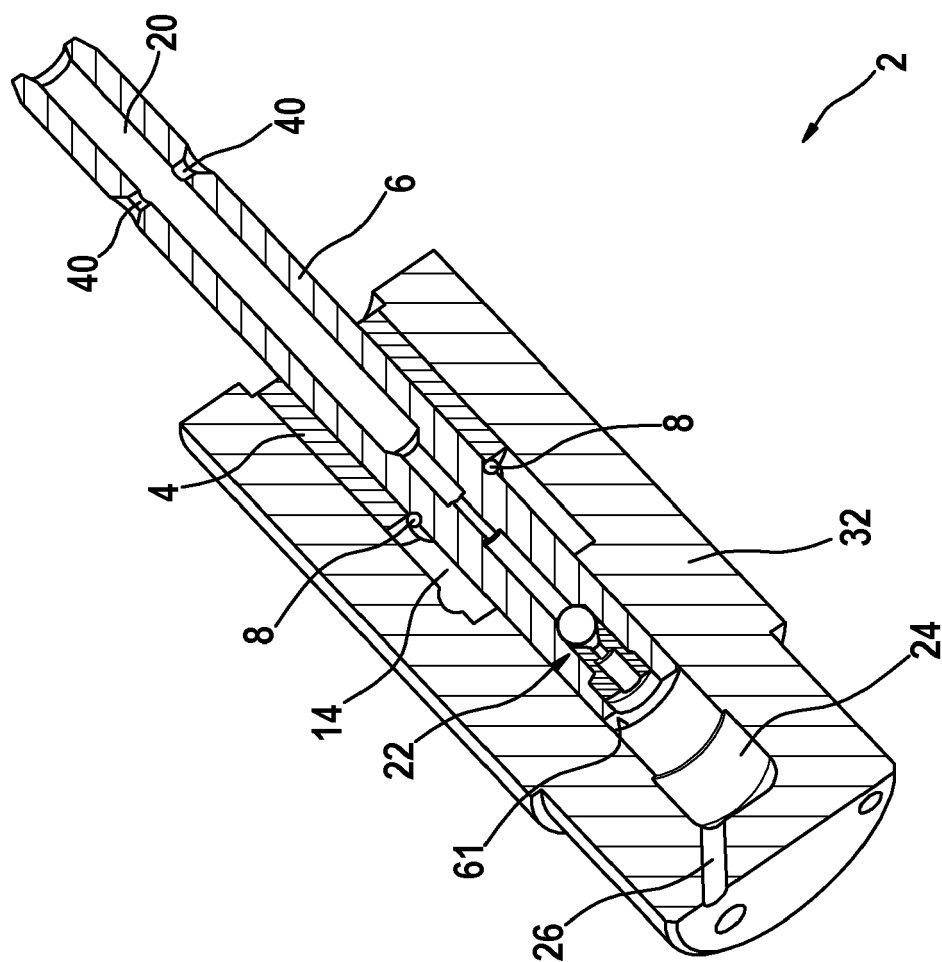


Fig. 1

Fig. 2



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 102004053421 A1 [0001]
- DE 102007002760 A1 [0001]