



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2011 Patentblatt 2011/47

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

(21) Anmeldenummer: **11162204.9**

(22) Anmeldetag: **13.04.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

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

(72) Erfinder:
• **Zeh, Dietmar**
71732, Tamm (DE)
• **Rapp, Holger**
71254, Ditzingen (DE)

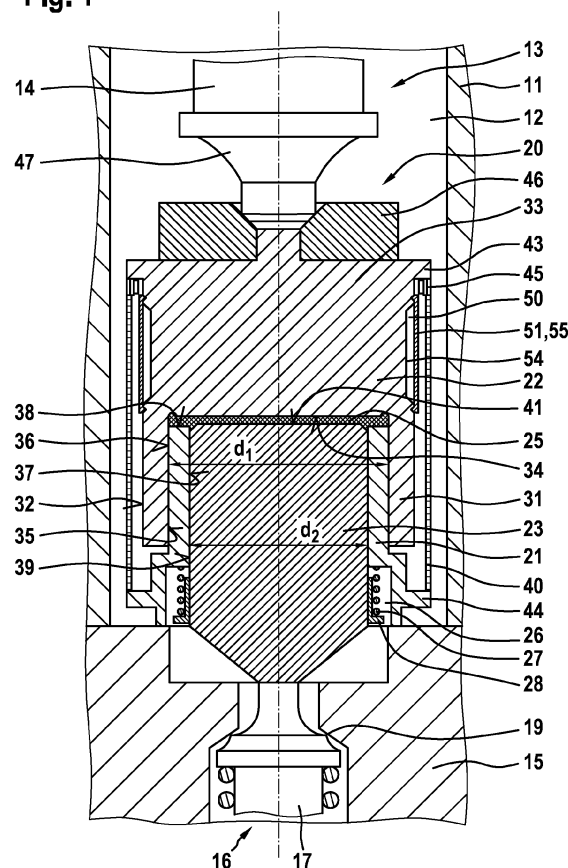
(30) Priorität: **19.05.2010 DE 102010029123**

(54) **Kraftstoffinjektor mit hydraulischer Kopplereinheit**

(57) Es wird ein Kraftstoffinjektor mit einer hydraulischen Kopplereinheit (20) vorgeschlagen, die einen Kopplerkolben (22) und einen Ventilkolben (23) aufweist, die jeweils in einem Kopplerkörper (21) axial verschiebbar geführt sind und zwischen sich ein Kopplerspaltvo-

lumen (29) aufweisen, wobei die Kopplereinheit (20) in einem Niederdruckraum (12) angeordnet und ein kompressibles Reservoir (50) aufweist. Das kompressible Reservoir (50) ist am Kopplerkolben (22) ausgebildet und zum Niederdruckraum (12) hin mit einer flexiblen Wand (51) begrenzt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor mit einer hydraulischen Kopplereinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Insbesondere bei Kraftstoffinjektoren mit einem piezoelektrischen Aktorelement entsteht beim Öffnen des Schaltventils ein Druckstoß in einem das Aktorelement umgebenden Niederdruckraum, der hauptsächlich vom schlagartigen Einstromen der durch das Schaltventil abgesteuerten Menge in den Niederdruckraum und die daran angeschlossene Rücklaufbohrung herrührt. Herrscht im Ruhezustand im Aktorraum ein Druck von ca. 10 bar, so steigt dieser Druck während der Ansteuerung des Schaltventils auf Werte zwischen 40 und 60 bar an. Dieser Druck bewirkt wiederum eine axiale Kraft auf eine Membran am Kopfende des Aktorelements, die sich wieder teilweise auf das Aktorelement stützt und zwar entgegen seiner Wirkrichtung, so dass zur Überwindung dieser Kraft ein zusätzlicher Spannungsanteil zum Ansteuern des piezoelektrischen Aktorelements benötigt wird.

[0003] Aus DE 103 32 874 A1 ist eine hydraulische Kopplereinheit für einen Kraftstoffinjektor mit einem Kopplerkolben und einem innerhalb des Kopplerkolbens geführten Ventilkolben bekannt, wobei beide Bauteile zwischen sich einen mit einem Hydraulikum gefüllten Druckraum definieren, welcher ein sogenanntes Kopplerspaltvolumen bildet. Der Kopplerkolben steht dabei mit einem Aktorelement in Verbindung, dessen Betätigung eine translatorische Bewegung des Kopplerkolbens in Richtung des Druckraums entgegen einer Vorspannfeder hervorruft. Das Kopplerspaltvolumen steht mit einem zusätzlichen, kompressiblen Reservoir in Verbindung, welches gegenüber einer umgebenden Druckkammer mittels einer flexiblen Membran begrenzt ist.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den Druckanstieg nach dem Öffnen des Schaltventils während der gesamten Lebensdauer des Kraftstoffinjektors abzusenken.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Der Kraftstoffinjektor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass durch das kompressible Reservoir der Druckanstieg nach dem Öffnen des Schaltventils innerhalb des Niederdruckraums begrenzt wird, wodurch die Spannung zum Ansteuern des Piezo-Aktorelements geringer bemessen werden kann. Das kompressible Reservoir bewirkt dabei, dass der beim Öffnen des Schaltventils entstehende Absteuerstoß, der zu einem plötzlichen Einstromen von Kraftstoff in den Niederdruckraum führt, gedämpft wird, indem die das kompressible Reservoir begrenzende flexible Wand nachgibt und ein zusätzliches Volumen im

Niederdruckraum bereitstellt, wodurch ein plötzlicher Druckanstieg im Niederdruckraum verhindert wird.

[0006] Durch die geringere Druckamplitude im Niederdruckraum sinkt außerdem die Belastung der Membran, mit der das Piezo-Aktorelement gegenüber dem Niederdruckraum abgegrenzt ist, wodurch geringe Anforderungen an die Ausführung der Membran gestellt werden müssen. Dadurch wird die Robustheit des Kraftstoffinjektors erhöht. Darüber hinaus bewirkt die Absenkung der Druckschwingungsamplitude im Niederdruckraum auch eine verringerte Gefahr von Kavitationserosion, die an den geschlossenen Enden des Niederdruckraums, z. B. am Dichtsitz des Schaltventils oder an der Auflage des Aktorelements im Injektorkörper auftreten kann. Zusätzlich nimmt dadurch die Amplitude von Druckschwingungen im gesamten Rücklaufsystem des Kraftstoffinjektors ab, was zu einer Entlastung der Rücklaufstecker und der Rücklaufleitungen führt.

[0007] Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Maßnahmen der Unteransprüche möglich.

[0008] Zur Ausbildung des kompressiblen Reservoirs weist der Kopplerkolben einen axial verlängerten massiven Abschnitt auf. Das kompressible Reservoir ist dabei an einer äußeren Umfangsfläche im Bereich des massiven Abschnitts angeordnet.

[0009] Gemäß einer ersten Ausführungsform ist in die äußere Umfangsfläche im Bereich des massiven Abschnitts mindestens eine umlaufende ringförmige Nut eingebracht, welche mittels einer flexiblen Wand abgedichtet ist. Die flexible Wand kann durch eine zylindrische, hülsenförmige Membran oder eine gewellte, hülsenförmige Membran ausgeführt sein, wobei die Membranen mit der äußeren Umfangsfläche des Kopplerkolbens mittels Fügestellen dicht verbunden sind.

[0010] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass das kompressible Reservoir mindestens von einer gewölbten, hülsenförmigen Membran begrenzt wird, welche an der äußeren Umfangsfläche im Bereich des massiven Abschnitts angebracht ist und das kompressible Reservoir einschließt.

[0011] Eine weitere Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass das kompressible Reservoir durch mindestens eine in den massiven Abschnitt eingebrachte radial durchgehende Bohrung ausgebildet ist, welche an den Durchstoßstellen jeweils zum Niederdruckraum hin mit einer deckelförmigen Membran als flexible Wand verschlossen ist. Es ist aber auch denkbar, das kompressible Reservoir durch mindestens eine in den massiven Abschnitt des Kopplerkolbens eingebrachte Sacklochbohrung auszubilden, wobei die Sacklochbohrung mit einer deckelförmigen Membran als flexible Wand zum Niederdruckraum hin begrenzt wird.

Ausführungsbeispiele

[0012] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

Figur 1 eine Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Kopplereinheit eines Kraftstoffinjektors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,
 Figur 2 eine Schnittdarstellung durch einen Kopplerkolben aus Figur 1 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,
 Figur 3 eine Schnittdarstellung durch einen Kopplerkolben aus Figur 1 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel und
 Figur 4 eine Schnittdarstellung durch einen Kopplerkolben aus Figur 1 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel

[0014] Der in Figur 1 dargestellte Ausschnitt eines Kraftstoffinjektors zeigt eine Kopplereinheit 20, welche innerhalb eines in einem Injektorgehäuse 11 ausgebildeten Niederdruckraums 12 angeordnet ist. Im Injektorgehäuse 11 ist weiterhin eine Aktoreinheit 13 mit beispielsweise einem Piezo-Aktorelement 14 angeordnet.

[0015] Der Niederdruckraum 12 ist weiterhin von einer Ventilplatte 15 begrenzt, in welcher sich ein Ventilelement 16 mit einem Ventilbolzen 17 befindet. Die Ventilplatte 15 ist mit dem Injektorkörper 11 mittels einer nicht dargestellten Verschraubung hydraulisch dicht verbunden. Der Ventilbolzen 17 bildet mit einer Dichtkante an der Ventilplatte 15 einen Ventilsitz 19 aus. Durch eine translatorischen Bewegung des Ventilbolzens 17 wird die Dichtkante vom Ventilsitz 19 weggedrückt, wodurch ein nicht dargestellter Steuerraum, dem eine nicht dargestellte Düsenadel mit einer Steuerfläche ausgesetzt ist, über eine ebenfalls nicht dargestellte Ablaufdrossel über den Niederdruckraum 12 mit einem Niederdruck-/Rücklaufsystem verbunden wird. Dadurch wird die Düsenadel von einem Düsenadelsitz abgehoben und Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0016] Die Kopplereinheit 20 umfasst einen hülsenförmigen Kopplerkörper 21, einen topfförmigen Kopplerkolben 22 und einen zylindrischen Ventilkolben 23. Zwischen dem Kopplerkolben 22 und dem Ventilkolben 23 ist ein Druckraum 25 angeordnet, welcher ein Kopplerspaltvolumen bildet.

[0017] An seinem unteren Abschnitt weist der Kopplerkörper 21 eine stirnseitig offene Aussparung 26 auf, in der eine als Schraubendruckfeder ausgebildete Feder 27 angeordnet ist, die sich mit ihrem axialen unteren Ende an einer Ringschulter einer am Ventilkolben 23 befestigten Hülse 28 abstützt. Durch die Feder 27 wird der Ventilkolben 23 auf den Ventilbolzen 17 des Ventilelements 16 gedrückt.

[0018] Der topfförmige Kopplerkolben 22 ist mit einer zylindrischen Umfangswand 31 und einem bodenförmigen, massiven Abschnitt 33 mit einer inneren Stirnwand 34 ausgeführt, wobei die zylindrische Umfangswand 31 eine äußere Umfangsfläche 32 und eine innere Umfangsfläche 35 ausbildet. Der bodenförmige, massive

Abschnitt 33 wird dabei von einer axialen Verlängerung des Kopplerkolbens 22 gebildet.

[0019] Der hülsenförmige Kopplerkörper 21 weist eine äußere Umfangsfläche 36 mit einem Durchmesser d_1 , eine innere Umfangsfläche 37 mit einem Durchmesser d_2 und eine innere ringförmige Stirnseite 38 auf. Der Kopplerkolben 22 ist mit der inneren Umfangsfläche 35 an der äußeren Umfangsfläche 36 des Kopplerkörpers 21 axial geführt. An der inneren Umfangsfläche 37 des Kopplerkörpers 21 ist der Ventilkolben 23 mit einer zylindrischen Kolbenfläche 39 geführt.

[0020] Der das Kopplerspaltvolumen ausbildende Druckraum 25 wird von der inneren Stirnwand 34 des massiven Abschnitts 33 des Kopplerkolbens 22, der ringförmigen Stirnseite 38 des Kopplerkörpers 21 und von einer oberen Stirnfläche 41 des Ventilkolbens 23 begrenzt.

[0021] Am topfförmigen Kopplerkolben 22 ist im Bereich des zylinderförmigen, massiven Abschnitts 33 ein radial nach außen gerichteter Bund 43 ausgebildet. Ein weiterer radial nach außen weisender Bund 44 befindet sich am Kopplerkörper 21.

[0022] Die Kopplereinheit 20 weist weiterhin eine Vorspannfeder 40 auf, welche sich mit dem in der Zeichnungsebene unteren Ende am Bund 44 des Kopplerkörpers 21 und mit dem gegenüberliegenden, in der Zeichnungsfläche oberen Ende über eine Einstellscheibe 45 an dem am Kopplerkolben 22 ausgebildeten Bund 43 abstützt. Die Vorspannfeder 40 drückt den Kopplerkolben 22 über die Einstellscheibe 45 und den Bund 43 gegen ein Einstellstück 46, an welchem ein Übertragungselement 47 der Aktoreinheit 13 angreift. Die Vorspannfeder 40 sorgt dadurch zum Einen für eine Vorspannung des Kopplerkolbens 22 gegen die Aktoreinheit 13 und bewirkt zum Anderen mittelbar über die Einstellscheibe 45 und das Einstellstück 46 die für eine Funktionsfähigkeit des Systems notwendige Vorspannung der Aktoreinheit 13.

[0023] Die Kopplereinheit 20 weist ferner ein kompressibles Reservoir 50 auf, welches mit einer flexiblen Wand 51 zum Niederdruckraum 12 hin begrenzt ist. Das kompressible Reservoir 50 bildet ein Volumen, das mit einem Gas, beispielsweise mit Luft, Sauerstoff oder einem Edelgas gefüllt ist. Zur Ausbildung des kompressiblen Reservoirs 50 weist der Kopplerkolben 22 außerhalb des Kopplergehäuses 21 eine Verlängerung auf, die den massiven Abschnitt 33 bildet, in oder an dem das kompressible Reservoir 50 eingebracht oder angebracht wird. Die flexible Wand 51 ist als Membran ausgeführt, welche das kompressible Reservoir 50 mittels Fügestellen zum Niederdruckraum 12 hin gasdicht abdichtet. Das kompressible Reservoir 50 ist an der äußeren Umfangsfläche 32 des Kopplerkolbens 22, vorzugsweise im Bereich des massiven Abschnitts 33 ausgebildet.

[0024] Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in Figur 1 ist zur Ausbildung des kompressiblen Reservoirs 50 in die äußere Umfangsfläche 32 des Kopplerkolbens 22 im Bereich des massiven Abschnitts 33 eine umlau-

fende ringförmige Nut 54 eingebracht, welche mit einer zylindrischen, hülsenförmigen Membran 55 als flexible Wand 51 zum Niederdruckraum 12 hin abgedichtet ist. Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel in Figur 2 ist die flexible Wand 51 durch eine gewellte, hülsenförmigen Membran 56 ausgeführt.

[0025] Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel zur Ausbildung des kompressiblen Reservoirs 50, bei dem durch den massiven Abschnitt 33 des Kopplerkolbens 22 eine radial durchgehende Bohrung 57 eingebracht ist, die an den Durchstoßstellen an der äußeren Umfangsfläche 32 jeweils mit einer deckelförmigen Membran 58 zur Ausbildung der flexiblen Wand 51 verschlossen ist.

[0026] Figur 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel zur Ausbildung des kompressiblen Reservoirs 50, bei dem das kompressible Reservoir 50 an der äußeren Umfangsfläche 32 außen am Kopplerkolben 22 liegt, indem als flexible Wand 51 eine gewölbte, hülsenförmige Membran 59 an der äußeren Umfangsfläche 32 mit zwei dichten Fügestellen angebracht ist, wobei die gewölbte hülsenförmige Membran 59 das Gasvolumen als kompressibles Reservoir 50 einschließt.

[0027] Eine weiteres Ausführungsbeispiel besteht darin, mindestens eine Sackbohrung im Bereich des massiven Abschnitts 33 einzubringen, die dabei eine beliebige Position bezüglich der Symmetrieachse des Kopplerkolbens 22 einnehmen kann. Die Sacklochbohrung ist zum Niederdruckraum 12 hin mittels einer deckelförmigen Membran als flexible Wand 51 gasdicht verschlossen.

[0028] Die Steifigkeit des kompressiblen Reservoirs 50 kann durch die geometrische Gestaltung der Membran sowie durch die Größe des eingeschlossenen Volumens beeinflusst werden. Die Ausbildung des kompressiblen Reservoirs 50 kann jedoch neben der bereits erwähnten rotationssymmetrisch ausgeführten umlaufenden Nut 54 auch durch eine über den Umfang des Kopplerkolbens 22 asymmetrisch oder unterbrochenen Form ausgeführt sein. Geeignet sind dazu beispielsweise einzelne Anschlüsse am Umfang des Kopplerkolbens.

[0029] Die Membran besteht vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff, der an den Kontaktstellen mit dem Kopplerkolben 22 gasdicht verschweißt ist. In diesem Fall bestimmt die Gasatmosphäre, in der der Schweißprozess stattfindet automatisch das gasförmige Medium, mit dem das kompressible Reservoir 50 gefüllt ist.

[0030] Es ist aber auch die Ausführung von Membranen aus nicht metallischen oder aus Verbundwerkstoffen oder einer anderen Art der Verbindung zwischen Membran und Kopplerkolben 22, wie z. B. Kleben denkbar.

[0031] Bei Betätigung des Aktorelements 14 wird der Kopplerkolben 22 über das Einstellstück 45 und entgegen der Vorspannkraft der Vorspannfeder 40 translatorisch in Richtung des Ventilbolzens 17 bewegt. Diese Bewegung wird durch den im Druckraum 25 befindlichen Kraftstoff auf das kopplereinheitseitige Ende des Ventilbolzens 17 hydraulisch übertragen, wobei die axiale Be-

wegung des Kopplerkolbens 21 entsprechend eines Durchmesserverhältnisses $d1/d2$ von Ventilkolben 23 und Kopplerkolben 22 in eine axiale Bewegung des Ventilkolbens 23 übersetzt wird. Die durch die Aktoreinheit 13 zur Verfügung gestellte Kraft wird dementsprechend durch die Kopplereinheit 20 hydraulisch übersetzt und auf den Ventilbolzen 17 des Ventilelements 16 übertragen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einer hydraulischen Kopplereinheit (20), welche einen Kopplerkolben (22) und einen Ventilkolben (23) umfasst, die gemeinsam an einem Kopplerkörper (21) axiale verschiebbar geführt sind und zwischen sich und dem Kopplerkörper (21) einen Druckraum (25) als Kopplerspaltvolumen begrenzen, welcher mit Kraftstoff gefüllt ist, um eine axiale Bewegung des Kopplerkolbens (22) entsprechend eines Durchmesserverhältnisses von Ventilkolben (23) zu Kopplerkolben (22) in eine axiale Bewegung des Ventilkolbens (23) umzusetzen, wobei der Kopplerkolben (22) mittels einer Vorspannfeder (40) vom Kopplerspaltvolumen nach außen weisend gegen ein Aktorelement (16) vorgespannt ist, und wobei die Kopplereinheit (20) in einem Niederdruckraum (12) angeordnet ist und ein kompressibles Reservoir (50) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kompressible Reservoir (50) am Kopplerkolben (22) ausgebildet und zum Niederdruckraum (12) hin mit einer flexiblen Wand (51) begrenzt ist.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopplerkolben (22) einen massiven Abschnitt (33) aufweist, an oder in dem das kompressible Reservoir (50) ausgebildet ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der massive Abschnitt (33) eine äußere Umfangsfläche (32) aufweist, und dass das kompressible Reservoir (50) an der äußeren Umfangsfläche (32) des massiven Abschnitts (33) mit der flexiblen Wand (51) begrenzt ist.
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die äußere Umfangsfläche (32) im Bereich des massiven Abschnitts (33) mindestens eine umlaufende ringförmige Nut (54) eingebracht ist, welche mittels der flexiblen Wand (51) zum Niederdruckraum (12) hin begrenzt ist.
5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Wand (51) durch eine zylindrische, hülsenförmige Membran (55) oder eine gewellte, hülsenförmige Membran (56) ausgeführt ist.

6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kompressible Reservoir (50) von mindestens einer gewölbten, hülsenförmigen Membran (59) begrenzt ist, welche an der äußeren Umfangsfläche (32) im Bereich des massiven Abschnitts (33) angebracht ist und das kompressible Reservoir (50) zum Niederdruckraum (12) hin begrenzt. 5
7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kompressible Reservoirs (50) durch mindestens eine in den massiven Abschnitt (33) eingebrachte radial durchgehende Bohrung (57) ausgebildet ist. 10
15
8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kompressible Reservoirs (50) durch mindestens eine in den massiven Abschnitt (33) eingebrachte Sacklochbohrung ausgebildet ist. 20
9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durchgehende Bohrung (57) oder die Sacklochbohrung an den Austrittsstellen an der Umfangsfläche (32) mit jeweils einer deckelförmigen Membran (58) als flexible Wand (21) zum Niederdruckraum (12) hin begrenzt ist. 25
10. Kraftstoffinjektor nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kompressible Reservoir (50) mit einem Gas gefüllt ist. 30

35

40

45

50

55

Fig. 1

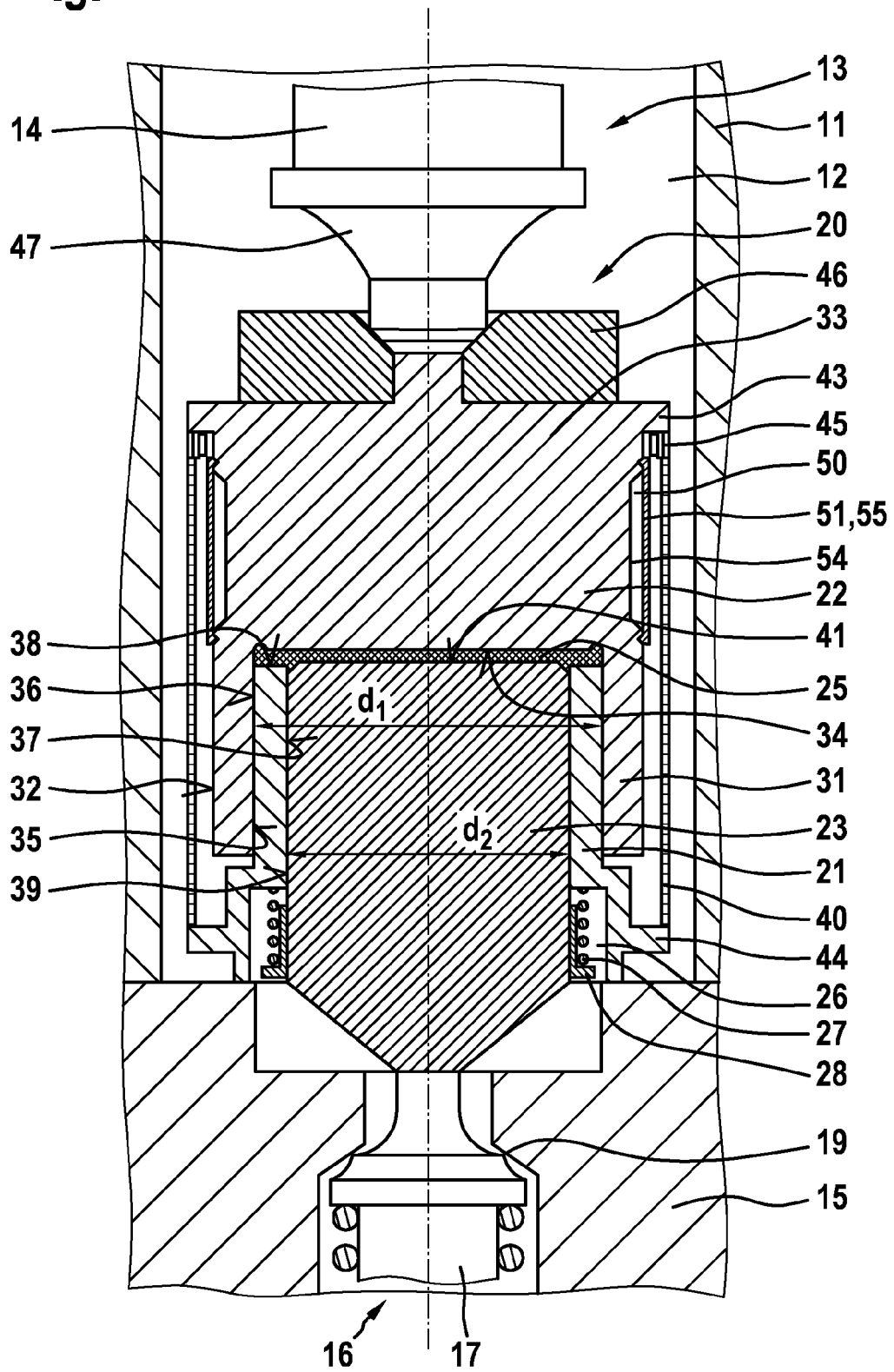


Fig. 2

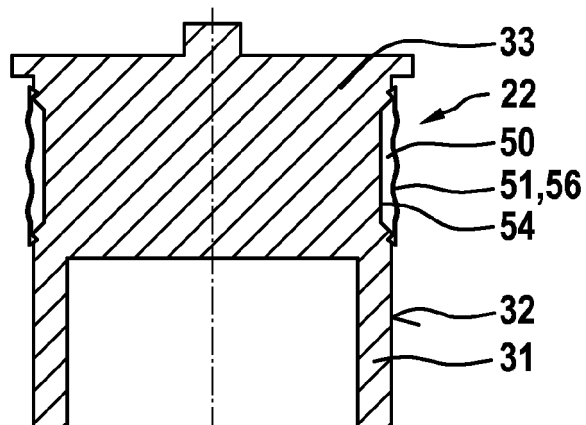


Fig. 3

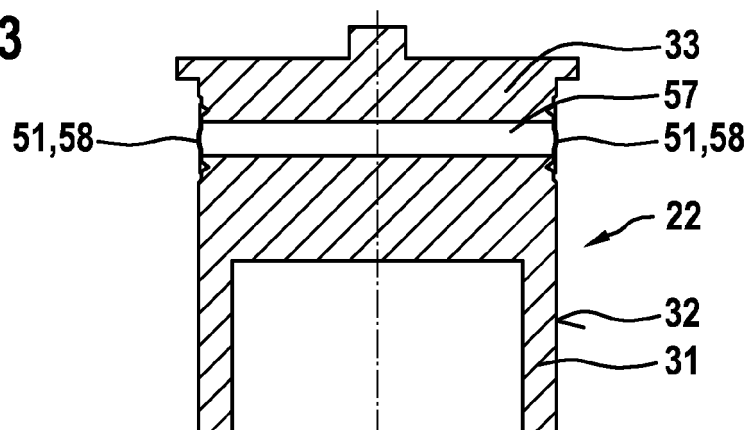
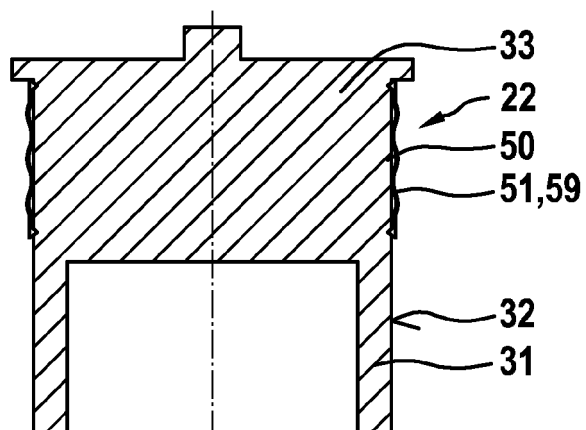


Fig. 4



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 10332874 A1 [0003]