

(19)



(11)

EP 1 506 349 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(51) Int Cl.:
F04B 53/16 ^(2006.01) **F04B 1/04** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03749849.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/001541

(22) Anmeldetag: **13.05.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/095839 (20.11.2003 Gazette 2003/47)

(54) **RADIALKOLBENPUMPE FÜR KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM MIT VERBESSERTER HOCHDRUCKFESTIGKEIT**

RADIAL PISTON PUMP FOR A FUEL INJECTION SYSTEM HAVING IMPROVED HIGH-PRESSURE RESISTANCE

POMPE A PISTONS RADIAUX DESTINEE A UN SYSTEME D'INJECTION DE CARBURANT PRESENTANT UNE MEILLEURE RESISTANCE AUX PRESSIONS ELEVEES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **14.05.2002 DE 10221305**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.02.2005 Patentblatt 2005/07

(60) Teilanmeldung:
07109457.7 / 1 818 539

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **WUETHERICH, Paul**
71701 Schwieberdingen (DE)
• **GUENTERT, Josef**
70839 Gerlingen (DE)
• **LINEK, Karl-Heinz**
71686 Remseck (DE)

- **KLEER, Florian**
66589 Merchweiler (DE)
- **LOESCH, Gert**
70794 Filderstadt-Sielmingen (DE)
- **GRABERT, Peter**
66450 Hoechen (DE)
- **CIMAGLIA, Nicola**
I-70017 Putignano (IT)
- **DIAFERIA, Antonio**
I-70033 Corato Bari (IT)
- **IORIZZO, Rosanna**
I-70056 Molfetta (IT)
- **RANALDO, Sandra**
I-40121 Bologna (IT)
- **PALMA, Giuseppe**
I-70121 Bari (IT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 188 926 DE-A- 10 029 425
DE-A- 10 029 431 DE-A- 19 802 476

EP 1 506 349 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 eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckversorgung bei Kraftstoffsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit vorzugsweise mehreren bezüglich einer in einem Pumpengehäuse gelagerten Antriebswelle radial angeordneten Pumpenelementen, wobei die Pumpenelemente von der Antriebswelle betätigt werden und je eine Saugseite und eine Hochdruckseite aufweisen, und mit Hochdruckkanälen im Pumpengehäuse, welche jeweils die Hochdruckseite eines Pumpenelements mit einem Hochdruckanschluss im Pumpengehäuse verbinden.

[0002] Solche Radialkolbenpumpen sind beispielsweise aus der DE 197 29 788.9 A1, der DE 198 02 476 A1 mit dem nächsten Stand der Technik und der EP 1 188 926 A2 bekannt. Diese in Serie gefertigten Radialkolbenpumpen erreichen hochdruckseitig Betriebsdrücke von bis zu 1300 bar. Daraus resultieren erhebliche mechanische Spannungen im Pumpengehäuse.

[0003] Um das Emissionsverhalten von Brennkraftmaschinen weiter zu verbessern und den Wirkungsgrad weiter zu erhöhen, ist es notwendig, höhere Einspritzdrücke als die genannten 1300 bar vorzusehen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Radialkolbenpumpe so weiter zu entwickeln, dass sie für Drücke bis zu 2000 bar einsetzbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer gattungsgemäßen Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckversorgung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Vorteile der Erfindung

[0007] Durch die erfindungsgemäße Führung der Hochdruckkanäle im Pumpengehäuse ist es möglich, trotz gesteigerter Pumpendrücke eine Reduktion der an den kritischen Stellen des Pumpengehäuses auftretenden Maximalspannungen zu erzielen. Dadurch kann die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe bei höheren Drücken betrieben werden, wobei gleichzeitig die Materialbeanspruchung zurückgeht.

[0008] Die auftretenden Maximalspannungen wurden durch FEM-Berechnungen ermittelt. Bei Versuchen mit Prototypen hat sich die verbesserte Druckfestigkeit des Pumpengehäuses aufgrund der erfindungsgemäßen Verlegung der Hochdruckkanäle nachweisen lassen.

[0009] In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Oberflächen der Hochdruckkanäle verdichtet und mit Druckeigenspannungen versehen werden, insbesondere dadurch, dass durch die Hochdruckkanäle eine Kugel hindurchgezogen oder gepresst wird, deren Durchmesser geringfügig größer als der Durchmesser der Hochdruckkanäle ist. Diese Maßnahme erhöht die Druckfestigkeit des Pumpengehäuses im Bereich der Hochdruckkanäle weiter.

[0010] Es kann erfindungsgemäß auch vorgesehen

sein, dass die Hochdruckkanäle gehärtet, insbesondere induktionsgehärtet, sind. Zur weiteren Minimierung der unter Druckbeanspruchung auftretenden Maximalspannungen des Pumpengehäuses ist vorgesehen, dass die Hochdruckkanäle im Bereich von Querschnittsänderungen und/oder Einmündungen von anderen Hochdruckkanälen verrundet, insbesondere hydroerosiv verrundet sind.

[0011] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe sieht vor, dass die Hochdruckkanäle durch je einen rohrförmigen Einsatz, insbesondere einem Einsatz aus einem hochfesten Werkstoff, wobei sich hochfester Stahl als besonders geeignet erwiesen hat, verstärkt sind. Die erfindungsgemäßen rohrförmigen Einsätze werden vor dem Gießen wie ein Kern in die Gussform eingelegt. Beim Gießen verbinden sich Pumpengehäuse und rohrförmige Einsätze sehr gut miteinander. Dadurch dass wegen der rohrförmigen Einsätze die Hochdruckkanäle aus einem anderen, besonders bevorzugt einem festeren Werkstoff bestehen, als das übrige Pumpengehäuse, findet eine Anpassung der Bauteilfestigkeit an die lokalen Beanspruchungen und Spannungen statt. Somit ist einerseits gewährleistet, dass im Bereich der Hochdruckkanäle, wo die höchsten Spannungen des Betriebs auftreten, ein hochfester Werkstoff zum Einsatz kommt, der die auftretenden Spannungen sicher aufnehmen kann und andererseits das übrige Pumpengehäuse aus einem vergleichsweise kostengünstigen Werkstoff hergestellt werden kann, der noch dazu gut bearbeitbar ist und gute Gleiteigenschaften aufweist.

[0012] Ein weiterer Vorteil der rohrförmigen erfindungsgemäßen Einsätze ist, dass, im Gegensatz zu konventionellen Bohrungen, die Hochdruckkanäle gekrümmt oder teilweise gekrümmt ausgeführt werden können. Auch ist es möglich, dass durch jeweils einen Einsatz die Hochdruckseite eines Pumpenelements direkt mit dem Hochdruckanschluss im Pumpengehäuse verbunden wird, so dass keine Verzweigungen der Hochdruckkanäle erforderlich sind. Dies wirkt sich günstig auf die im Pumpengehäuse auftretenden Maximalspannungen, auf die Herstellungskosten und insbesondere die Fertigungssicherheit aus.

[0013] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Variante einer Radialkolbenpumpe ist vorgesehen, dass jedes Pumpenelement eine Zylinderbohrung und einen Zylinderkopf aufweist, dass der Kolben in der Zylinderbohrung oszilliert und einen Förderraum begrenzt, dass auf der Saugseite ein erstes Rückschlagventil angeordnet ist, und dass auf der Hochdruckseite ein zweites Rückschlagventil angeordnet ist. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Zylinderbohrung als Sackloch ausgebildet ist und das erste Rückschlagventil am Grund des Sacklochs angeordnet ist. Durch die Ausbildung der Zylinderbohrung als Sackloch wird eine Dichtstelle eingespart.

[0014] In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass das zweite Rückschlagventil eine Hülse mit

einer gestuften Mittenbohrung aufweist, dass die gestufte Mittenbohrung einen Dichtsitz für ein Ventilglied, insbesondere eine Kugel besonders bevorzugt eine Kera-
mikkugel, aufweist, und dass die Hülse einer Verschluss-
schraube dichtend gegen den Zylinderkopf gepresst ist. Dieses zweite Rückschlagventil hat den Vor-
teil, dass es sehr einfach aufgebaut ist und außerhalb der Radialkolbenpumpe geprüft werden kann. In der Ra-
dialkolbenpumpe bzw. dem Pumpenelement ist lediglich eine Dichtfläche vorzusehen, die das eingeschraubte
zweite Rückschlagventil stirnseitig abdichtet. Eine sol-
che Dichtfläche ist fertigungstechnisch einfach zu be-
herrschen, so dass die Abdichtung der Hochdruckseite
des Pumpenelements zur Umgebung an dieser Stelle
durch die Verwendung des erfindungsgemäßen zweiten
Rückschlagventils vereinfacht wird.

[0015] Die Abdichtung der Hochdruckseite gegenüber der Umgebung ist besonders wirkungsvoll, wenn die Hülse an ihrer der Verschlusschraube angewandten Stirn-
fläche eine Beißkante aufweist, so dass die Flächenpres-
sung erhöht und auch eine plastische Verformung der
Dichtflächen möglich wird, was die Dichtfunktion weiter
verbessert.

[0016] Wenn die Hülse mit der Verschlusschraube, insbesondere im Bereich der Mittenbohrung, verpresst wird, erleichtert sich die Montage des Rückschlagventils weiter, da der Zusammenhalt eines montierten und ge-
prüften Rückschlagventils stets gewährleistet ist.

[0017] Um die hydraulische Verbindung zwischen dem Förderraum einerseits und dem Hochdruckanschluss im Pumpengehäuse andererseits bei geöffnetem zweiten
Rückschlagventil stets zu gewährleisten, ist vorgesehen, dass die Hülse eine Querbohrung und eine Ringnut auf-
weist und dass die Querbohrung und Ringnut eine hydrau-
lische Verbindung der Mittenbohrung zum Förderraum
herstellen.

[0018] Bei einer weiteren Variante eines ersten oder zweiten Rückschlagventils ist ein Dichtsitz an der dem Pumpengehäuse zugewandten Seite des Zylinderkopfs in diesen eingearbeitet, wobei das Rückschlagventil einen Käfig aufweist in dem eine auf das Ventilglied, ins-
besondere eine Kugel, wirkende Schließfeder angeord-
net ist. Durch die Schließfeder wird das Rückströmen
von Kraftstoff verringert, was sich vorteilhaft auf den
Pumpenwirkungsgrad auswirkt.

[0019] Die Montage des erfindungsgemäßen Rück-
schlagventils in dem Pumpenelement wird vereinfacht,
wenn der Käfig in eine den Dichtsitz umfassende Stufen-
bohrung eingepresst wird.

[0020] Eine fertigungstechnisch vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass die Zylinderbohrung als Sackloch ausgebildet ist, dass das erste Rückschlagventil nach einem der Ansprüche 17 und 18 am Grund des Sacklochs angeordnet ist, so dass der Dichtsitz von erstem und zweitem Rückschlagventil in einer Aufspannung hergestellt werden kann und die Montage des ersten und zweiten Rückschlagventils in der gleichen Richtung erfolgt.

[0021] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen zu entnehmen.

Es zeigen:

[0022]

- | | | |
|----|---------------------------------------|--|
| 10 | Figur 1a | eine Ansicht von vorne eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe |
| 15 | Figur 1b | einen Längsschnitt durch das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1a, und |
| | Figur 1c | einen Querschnitt durch das Ausführungsbeispiel entlang der Linie A-A |
| 20 | Figur 2a | einen Querschnitt durch das erste Ausführungsbeispiel entlang der Linie B-B, |
| | Figur 2b | eine alternative Ausführungsform zu Fig. 2a, |
| 25 | Figur 4 | ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Zylinderkopfs, |
| | Figur 5 | und 6 weitere Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Zylinderköpfen im Längsschnitt, |
| 30 | Figur 7a | und B Details des Rückschlagventils gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 6. |
| 35 | Beschreibung der Ausführungsbeispiele | |

[0023] Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe in einer Ansicht von vorne (Figur 1A), im Längsschnitt (Figur 1B) und einem Querschnitt entlang der Schnittlinie A-A dargestellt. Die Radialkolbenpumpe besteht aus einem Pumpengehäuse 1, in der eine Antriebswelle 3 drehbar gelagert ist. Das Pumpengehäuse 1 kann vorteilhafterweise aus Grauguß mit globularem Graphit (GGG) hergestellt werden. Die Antriebswelle 3 weist einen exzentrischen Abschnitt 5 auf. Der exzentrische Abschnitt 5 treibt über einen Polygonring 7 drei über den Umfang verteilte Pumpenelemente 9 an. Jedes Pumpenelement 9 weist einen Kolben 11 auf, der in einer Zylinderbohrung 13 geführt ist und einen Förderraum 15 begrenzt. In der Figur 1c sind nicht an allen Pumpenelementen 9 die einzelnen Bauteile mit Bezugszeichen versehen, um die Übersichtlichkeit nicht unnötig zu verschlechtern. Die drei Pumpenelemente 9 sind jedoch alle gleich aufgebaut.

[0024] In einem Zylinderkopf 17 der Pumpenelemente 9 ist eine Saugseite 19 und eine Hochdruckseite 21 vorhanden. Die Saugseite 19 des Zylinderkopf 17 wird über eine Niederdruckbohrung 23 im Pumpengehäuse mit

Kraftstoff versorgt. Auf der Saugseite 19 ist ein erstes Rückschlagventil 25 angeordnet, welches das Rückströmen von Kraftstoff (nicht dargestellt) aus dem Förderraum 15 in die Niederdruckbohrung 23 verhindert.

[0025] Die Hochdruckseite 21 des Pumpenelements 9 mündet in einen Hochdruckkanal 27 im Pumpengehäuse 1. Auf der Hochdruckseite 21 des Pumpenelements ist ein zweites Rückschlagventil 29 vorgesehen, welches das Rückströmen von unter hohem Druck stehendem Kraftstoff aus dem Hochdruckkanal 27 in den Förderraum 15 verhindert. Die Pumpenelemente 9 sind mittels nicht dargestellter Schrauben mit dem Pumpengehäuse 1 verschraubt und durch die Verschraubung auf eine Zylinderfußfläche 31 des Pumpengehäuses 1 gepresst.

[0026] Von jedem Pumpenelement 9 geht ein Hochdruckkanal 27 im Pumpengehäuse 1 ab und mündet in einem Hochdruckanschluss der in den Figuren 1a bis 1c nicht sichtbar ist. Der Verlauf der Hochdruckkanäle wird nachfolgend anhand der Figuren 2 und 3 erläutert. In der Figur 1b ist in der unteren Hälfte ein zweiter Hochdruckkanal 27 dargestellt. Da dieser Hochdruckkanal im wesentlichen senkrecht zur Zeichnungsebene verläuft, ist er in Figur 1b als kreisförmige Fläche dargestellt.

[0027] Der bislang beschriebene Aufbau und die Funktionsweise einer solchen Radialkolbenpumpe sind aus dem Stand der Technik, beispielsweise aus der DE 197 29 788.9 A1 auf die hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird, bekannt, so dass auf eine detaillierte Erläuterung der Funktionsweise im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verzichtet wird.

[0028] In der Figur 2 ist ein Querschnitt durch ein Pumpengehäuse 1 entlang der Schnittlinie B-B dargestellt. Aus dieser Darstellung ist der Verlauf der Hochdruckkanäle 27 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung deutlich zu erkennen.

[0029] In Figur 2 ist lediglich das Pumpengehäuse 1 dargestellt. Die Pumpenelemente 9 sind in Figur 2 nicht dargestellt. Da die Hochdruckkanäle 27 im Pumpengehäuse 1 mit dem vollen Förderdruck der Pumpenelemente beaufschlagt werden, entstehen während des Betriebs der Radialkolbenpumpe erhebliche Spannungen im Pumpengehäuse 1, die im wesentlichen aus den in den Hochdruckkanälen 27a bis 27c herrschenden Drücken resultieren. In der Serienfertigung werden bislang Radialkolbenpumpen mit eingesetzten Pumpenelementen 9 bei Betriebsdrücken von bis zu 1300 bar eingesetzt. Wenn nun die Betriebsdrücke weiter erhöht werden sollen, muss die Dauerfestigkeit des Pumpengehäuses vor allem im Bereich der Hochdruckkanäle 27a erhalten bleiben oder sogar verbessert werden. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Hochdruckkanäle 27a, 27b und 27c konnten die im Pumpengehäuse auftretenden Spannungen bei gleichen Drücken drastisch reduziert werden, so dass die zulässigen Betriebsdrücke bei gleicher Bauteilfestigkeit auf über 1800 bar angehoben werden konnten. Auch bei diesen im Vergleich zu den eingangs genannten Betriebsdrücken nach dem Stand der Technik (maximal 1300 bar) erhöhten Betriebsdrücken ist die me-

chanische Beanspruchung des Pumpengehäuses geringer als bei den Radialkolbenpumpen nach dem Stand der Technik.

[0030] Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Zahl der Hochdruckkanäle minimiert wird. Im vorliegenden Fall genügen drei Hochdruckkanäle 27a, 27b, 27c um eine hydraulische Verbindung von den drei Zylinderfußflächen 31 zu einem Hochdruckanschluss 33 herzustellen. Dabei zweigt der Hochdruckkanal 27b unter einem Winkel α von nahezu 90° von dem Hochdruckkanal 27a ab. Der Winkel α sollte möglichst nahe an 90° liegen, um die während des Betriebs auftretenden Spannungen in der ersten Abzweigung 35 zu minimieren. Der Hochdruckkanal 27a schneidet unter einem Winkel β den Hochdruckkanal 27c und bildet eine zweite Abzweigung 37. Auch der Winkel β sollte möglichst 90° betragen. Allerdings ist dies aufgrund der baulicher Gegebenheiten im Pumpengehäuse 1 nicht immer möglich. Es hat sich bei FEM-Berechnungen herausgestellt, dass die erfindungsgemäße Anordnung der Hochdruckkanäle 27a, 27b und 27c auch bei deutlich erhöhten Betriebsdrücken zu einer gegenüber den in Serie gefertigten Radialkolbenpumpen verringerten Maximalspannung im Pumpengehäuse 1 geführt haben. Dadurch konnte erreicht werden, dass ohne Ausweichen auf einen teureren Werkstoff als der aus dem Stand der Technik bekannte Grauguss mit globularem Graphit (GGG) die zulässigen Betriebsdrücke von 1300 bar auf über 1800 bar gestiegen sind.

[0031] Eine weitere Erhöhung der Betriebsfestigkeit kann dadurch erzielt werden, dass die Hochdruckkanäle 27a durch rohrförmige Einsätze, insbesondere aus einem hochfesten Werkstoff, verstärkt werden. In der Figur 2b ist ein Ausführungsbeispiel eines Pumpengehäuses 1 dargestellt, bei dem die Hochdruckkanäle 27a bis 27c mit rohrförmigen Einsätzen verstärkt wurden. Im Bereich der ersten Abzweigung 35 und der zweiten Abzweigung 37 sind die rohrförmigen Einsätze 39 miteinander verbunden. Vorteilhafter Weise sind sie durch Schweißen oder Löten miteinander verbunden. Durch diese rohrförmigen Einsätze 31a bis 39c kann die Festigkeit des Pumpengehäuses 1 weiter gesteigert werden. Die rohrförmigen Einsätze 39a bis 39c werden vor dem Gießen des Pumpengehäuses in die Gussform eingelegt. Beim anschließenden Gießen des Pumpengehäuses verbinden sich die rohrförmigen Einsätze 39 innig mit dem Pumpengehäuse 1, so dass die Kraftübertragung zwischen rohrförmigen Einsatz 31 und Pumpengehäuse 1 optimal ist. In Figur 4 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe dargestellt, bei dem die Zylinderbohrung 13 im Pumpenelement 9 als Sacklochbohrung aufgeführt ist. Am Grund der Sacklochbohrung ist ein Dichtsitz 41 für das erste Rückschlagventil 25 vorgesehen. Das erste Rückschlagventil 25 kann baugleich wie das anhand der Figuren 6 und 7 beschriebene zweite Rückschlagventil 29 ausgeführt sein. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 wird der Kolben 11 ebenfalls über einen Polygonring sowie eine Kolbenfußplatte 43 angetrieben. Die Erfindung ist jedoch

nicht auf Radialkolbenpumpen mit solchen Antrieben der Pumpenelemente 9 beschränkt. Es können vielmehr auch alternative Antriebe, beispielsweise durch Nockenscheiben oder ähnliches zum Einsatz kommen. Die Kolbenfüße können auch Tassenstößel umfassen, die im Pumpengehäuse 1 geführt werden (nicht dargestellt).

[0032] In Figur 5a ist ein Zylinderkopf 17 eines weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels einer Radialkolbenpumpe im Querschnitt dargestellt. Das erste Rückschlagventil 25 entspricht dem in Figur 1 dargestellten ersten Rückschlagventil 25. Das in Figur 1b andeutungsweise dargestellte zweite Rückschlagventil 29 wird nachfolgend anhand der Figur 5a und der Figur 5b, die einen vergrößerten Ausschnitt aus der Figur 5a zeigt, dargestellt und erläutert.

[0033] Das zweite Rückschlagventil 29 besteht aus einer Hülse 45. In der gestuften Mittenbohrung 47 ist ein Dichtsitz 49 für eine Kugel 51, insbesondere eine Kermikkugel, ausgearbeitet. Die Kugel 51 wird von einer Schließfeder 53, welche sich gegen eine Verschlusschraube 55 abstützt, auf den Dichtsitz 49 gepresst. Durch den Einsatz einer Schließfeder 53 kann der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe um mehrere Prozentpunkte gesteigert werden, da das Rückströmen von Kraftstoff aus dem in Figur 5b nicht dargestellten Hochdruckkanal 27 in den ebenfalls nicht dargestellten Förderraum 15 unterdrückt wird. Die Hülse 45 ist auf einen Absatz 57 der Verschlusschraube 55 aufgepresst, so dass das erfindungsgemäße zweite Rückschlagventil 29 zusammen mit der Verschlusschraube 55 vormontiert und geprüft werden kann. Auf ihrer der Verschlusschraube 55 abgewandten Stirnfläche 59 weist die Hülse 45 eine umlaufende Beißkante 61 auf, welche der Abdichtung des zweiten Rückschlagventils 29 gegen den Zylinderkopf 17 dient. Eine Querbohrung 63 sowie eine Ringnut 64 in der Hülse 45 erlauben das Abströmen von Kraftstoff bei geöffnetem zweiten Rückschlagventil in eine Bohrung 65 im Zylinderkopf 17.

[0034] In der Figur 6 ist ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Radialkolbenpumpen dargestellt.

[0035] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das zweite Rückschlagventil 29 an der im Gehäuse 1 zugewandten Seite 67 des Zylinderkopfs 17 angeordnet.

[0036] Der Dichtsitz 49 ist in den Zylinderkopf 17 eingearbeitet. An dem Dichtsitz 49 schließt eine zylindrische Bohrung 68 an. In die Bohrung 68 ist ein Käfig 69 eingepresst, der eine Schließfeder 53 aufnimmt, welche die Kugel 51 gegen den Dichtsitz 49 presst. Dieses erfindungsgemäße zweite Rückschlagventil 29 ist sehr einfach in der Herstellung und Montage. Es kann auch als erstes Rückschlagventil 25, beispielsweise bei einer Ausführungsform gemäß Figur 4, eingesetzt werden. Besonders vorteilhaft bei der Herstellung ist in diesem Fall, dass der Dichtsitz 41 des ersten Rückschlagventils 25 und der Dichtsitz 49 des zweiten Rückschlagventils parallel zueinander angeordnet sind, was deren Bearbei-

tung in einer Aufspannung des Zylinderkopfs erleichtert.

[0037] In den Figuren 7a und 7b ist der Käfig 69 mit eingesetzter Schließfeder 53 in einem Längsschnitt und einer Ansicht von oben ohne Schließfeder 53 dargestellt.

[0038] Alle in der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen genannten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Patentansprüche

1. Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckversorgung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit vorzugsweise mehreren bezüglich einer in einem Pumpengehäuse (1) gelagerten Antriebswelle (3) radial angeordneten Pumpenelementen (9), wobei die Pumpenelemente (9) von der Antriebswelle (3) betätigt werden und je eine Saugseite (19) und eine Hochdruckseite (21) aufweisen und mit Hochdruckkanälen (27) im Pumpengehäuse (1), welche jeweils die Hochdruckseite (21) eines Pumpenelements (9) mit einem Hochdruckanschluß (33) im Pumpengehäuse (1) verbinden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckkanäle (27) zwei Abzweigungen (35, 37) aufweisen, dass ein erster Hochdruckkanal (27c) zwei Zylinderfußflächen (31) miteinander verbindet, dass ein zweiter Hochdruckkanal (27a) eine dritte Zylinderfußfläche (31) mit dem ersten Hochdruckkanal (27c) verbindet, dass ein dritter Hochdruckkanal (27b) den Hochdruckanschluss 33 mit dem zweiten Hochdruckkanal (27a) verbindet und dass der Winkel (α , β) unter dem ein Hochdruckkanal (27a, 27b, 27c) von einem anderen Hochdruckkanal (27a, 27b, 27c) abzweigt möglichst nahe an 90° liegt.
2. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächen der Hochdruckkanäle (27a, 27b, 27c) verdichtet werden.
3. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Hochdruckkanäle (27a, 27b, 27c) je eine Kugel hindurchgezogen oder gepresst wird, deren Durchmesser geringfügig größer als der Durchmesser des Hochdruckkanals (27a, 27b, 27c) ist.
4. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckkanäle (27a, 27b, 27c) gehärtet, insbesondere induktionsgehärtet, sind.
5. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckkanäle (27a, 27b, 27c) im Bereich von Querschnittsänderungen und/oder Abzweigungen

(35, 37) von anderen Hochdruckkanälen (27a, 27b, 27c) verrundet, insbesondere hydroerosiv verrundet sind.

6. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckkanäle (27a, b, c) durch je einen rohrförmigen Einsatz (39 a, b, c) verstärkt sind.
7. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einsätze (39 a, b, c) aus einem hochfesten Werkstoff, insbesondere aus hochfestem Stahl, bestehen.
8. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einsätze (39 a, b, c) an der oder den Abzweigungen (35, 37) miteinander, insbesondere durch Löten oder Schweißen, verbunden sind.
9. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Hochdruckkanal (27 a, b, c) die Hochdruckseite (21) eines Pumpenelements (9) direkt mit dem Hochdruckanschluß (33) verbindet.
10. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Hochdruckkanal (27 a, b, c) teilweise gekrümmt ausgeführt ist.
11. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Pumpenelement (9) einen Kolben (11), eine Zylinderbohrung (13) und einen Zylinderkopf (17) aufweist, dass der Kolben (11) in der Zylinderbohrung (13) oszilliert und einen Förderraum (15) begrenzt, dass auf der Saugseite (19) ein erstes Rückschlagventil (25) angeordnet ist, und dass auf der Hochdruckseite (21) ein zweites Rückschlagventil (29) angeordnet ist.
12. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Rückschlagventil (29) eine Hülse (45) mit einer gestuften Mittenbohrung (47) aufweist, dass die gestufte Mittenbohrung (47) einen Dichtsitz (49) für ein Ventiltglied, insbesondere eine Kugel (51), aufweist, und dass die Hülse (45) von einer Verschlussschraube (55) dichtend gegen den Zylinderkopf (17) gepresst wird.
13. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (45) an ihrer der Verschlussschraube (55) abgewandten Stirnfläche (59) als Dichtfläche, insbesondere mit einer Beißkante (61), ausgeführt wird.
14. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 12 oder 13, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die Hülse (45) mit der Verschlussschraube (55), insbesondere im Bereich der Mittenbohrung (47), verpresst ist.

15. Radialkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (45) eine Querbohrung (61) und eine Ringnut (63) aufweist, und dass die Querbohrung (61) und die Ringnut (63) eine hydraulische Verbindung der Mittenbohrung (47) zum Förderraum (15) herstellen.
16. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Dichtsitz (49) des zweiten Rückschlagventils (29) an der dem Pumpengehäuse (1) zugewandten Seite (67) des Zylinderkopfes (17) angeordnet ist.
17. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und/oder zweite Rückschlagventil (25, 29) einen Käfig (69) aufweist, und dass in dem Käfig (69) eine auf das Ventiltglied (51) wirkende Schließfeder (53) angeordnet ist.
18. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Käfig (69) in eine den Dichtsitz (49) umfassende Stufenbohrung (65) im Zylinderkopf (17) einpressbar ist.
19. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zylinderbohrung (13) als Sackloch ausgebildet ist, und dass das erste Rückschlagventil (25) am Grund des Sacklochs angeordnet ist.

Claims

1. Radial piston pump for the high-pressure supply of fuel in fuel injection systems of internal combustion engines, in particular in a common rail injection system, having preferably a plurality of pump elements (9) which are arranged radially with respect to a drive shaft (3) which is mounted in a pump housing (1), with the pump elements (9) being actuated by the drive shaft (3) and having in each case one suction side (19) and one high-pressure side (21), and having high-pressure ducts (27) in the pump housing (1), which high-pressure ducts (27) connect in each case the high-pressure side (21) of a pump element (9) to a high-pressure port (33) in the pump housing (1), **characterized in that** the high-pressure ducts (27) have two branches (35, 37), **in that** a first high-pressure duct (27c) connects two cylinder base surfaces (31) to one another, **in that** a second high-pressure duct (27a) connects a third cylinder base surface (31) to the first high-pressure duct (27c), **in that** a third high-pressure duct (27b) connects the

high-pressure port (33) to the second high-pressure duct (27a), and **in that** the angle (α , β) at which one high-pressure duct (27a, 27b, 27c) branches off from another high-pressure duct (27a, 27b, 27c) is as close as possible to 90°.

2. Radial piston pump according to Claim 1, **characterized in that** the surfaces of the high-pressure ducts (27a, 27b, 27c) are compacted.

3. Radial piston pump according to Claim 2, **characterized in that** in each case one ball is pulled or pushed through the high-pressure ducts (27a, 27b, 27c), the diameter of which ball is slightly larger than the diameter of the high-pressure duct (27a, 27b, 27c).

4. Radial piston pump according to one of Claims 2 and 3, **characterized in that** the high-pressure ducts (27a, 27b, 27c) are hardened, in particular induction-hardened.

5. Radial piston pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the high-pressure ducts (27a, 27b, 27c) are rounded, in particular rounded hydroerosively, in the region of cross-sectional changes and/or branches (35, 37) from other high-pressure ducts (27a, 27b, 27c).

6. Radial piston pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the high-pressure ducts (27a, b, c) are reinforced by means of in each case one tubular insert (39 a, b, c).

7. Radial piston pump according to Claim 6, **characterized in that** the inserts (39 a, b, c) are composed of a high-strength material, in particular high-strength steel.

8. Radial piston pump according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the inserts (39 a, b, c) are connected to one another, in particular by means of soldering or welding, at the branch(es) (35, 37).

9. Radial piston pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** each high-pressure duct (27 a, b, c) connects the high-pressure side (21) of a pump element (9) directly to the high-pressure port (33).

10. Radial piston pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one high-pressure duct (27 a, b, c) is partially of curved design.

11. Radial piston pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** each pump element (9) has a piston (11), a cylinder bore (13) and a cylinder head (17), **in that** the piston (11) oscillates

in the cylinder bore (13) and delimits a feed chamber (15), **in that** a first non-return valve (25) is arranged on the suction side (19), and **in that** a second non-return valve (29) is arranged on the high-pressure side (21).

12. Radial piston pump according to Claim 11, **characterized in that** the second non-return valve (29) has a sleeve (45) with a stepped central bore (47), **in that** the stepped central bore (47) has a sealing seat (49) for a valve element, in particular a ball (51), and **in that** the sleeve (45) is pressed sealingly against the cylinder head (17) by a closure screw (55).

13. Radial piston pump according to Claim 12, **characterized in that** the sleeve (45) is formed, at its end surface (59) which faces away from the closure screw (55), as a sealing surface, in particular with a cutting edge (61).

14. Radial piston pump according to Claim 12 or 13, **characterized in that** the sleeve (45) is pressed together with the closure screw (55), in particular in the region of the central bore (47).

15. Radial piston pump according to one of Claims 12 to 14, **characterized in that** the sleeve (45) has a transverse bore (61) and an annular groove (63), and **in that** the transverse bore (61) and the annular groove (63) produce a hydraulic connection of the central bore (47) to the feed chamber (15).

16. Radial piston pump according to Claim 10 or 11, **characterized in that** a sealing seat (49) of the second non-return valve (29) is arranged on that side (67) of the cylinder head (17) which faces towards the pump housing (1).

17. Radial piston pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first and/or second non-return valve (25, 29) has a cage (69), and **in that** a closing spring (53) which acts on the valve element (51) is arranged in the cage (69).

18. Radial piston pump according to Claim 17, **characterized in that** the cage (69) can be pressed into a stepped bore (65), which comprises the sealing seat (49), in the cylinder head (17).

19. Radial piston pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cylinder bore (13) is formed as a blind hole, and **in that** the first non-return valve (25) is arranged on the base of the blind hole.

Revendications

1. Pompe à pistons radiaux pour l'alimentation en carburant haute pression dans des systèmes d'injection de carburant de moteurs à combustion interne, notamment dans un système d'injection à rampe commune, comprenant de préférence plusieurs éléments de pompe (9) disposés radialement par rapport à un arbre d'entraînement (3) monté dans un carter de pompe (1), les éléments de pompe (9) étant actionnés par l'arbre d'entraînement (3) et présentant chacun un côté d'aspiration (19) et un côté de haute pression (21), et comprenant des canaux haute pression (27) dans le carter de pompe (1), lesquels relient à chaque fois le côté haute pression (21) d'un élément de pompe (9) à un raccord haute pression (33) dans le carter de pompe (1), **caractérisée en ce que** les canaux haute pression (27) présentent deux dérives (35, 37), **en ce qu'un** premier canal haute pression (27c) relie l'une à l'autre deux surfaces de base de cylindre (31), **en ce qu'un** deuxième canal haute pression (27a) relie une troisième surface de base de cylindre (31) au premier canal haute pression (27c), **en ce qu'un** troisième canal haute pression (27b) relie le raccord haute pression (33) au deuxième canal haute pression (27a) et **en ce que** l'angle (α , β) suivant lequel un canal haute pression (27a, 27b, 27c) s'écarterait d'un autre canal haute pression (27a, 27b, 27c) est aussi proche que possible de 90°.
2. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les surfaces des canaux haute pression (27a, 27b, 27c) sont rendues étanches.
3. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 2, **caractérisée en ce qu'une** bille est enfoncée ou pressée à travers les canaux haute pression (27a, 27b, 27c), son diamètre étant légèrement plus grand que le diamètre du canal haute pression (27a, 27b, 27c).
4. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisée en ce que** les canaux haute pression (27a, 27b, 27c) sont trempés, notamment trempés par induction.
5. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les canaux haute pression (27a, 27b, 27c) sont arrondis, en particulier arrondis par hydro-érosion dans la région des variations de section transversale et/ou des branchements (35, 37) depuis d'autres canaux haute pression (27a, 27b, 27c).
6. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les canaux haute pression (27a,b,c) sont renforcés par un insert tubulaire respectif (39a,b,c).
7. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** les inserts (39a,b,c) sont fabriqués en un matériau à résistance élevée, notamment en acier à résistance élevée.
8. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** les inserts (39a,b,c) sont connectés les uns aux autres, en particulier par brasage ou soudage, au niveau du ou des branchements (35, 37).
9. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque canal haute pression (27a,b,c) relie le côté haute pression (21) d'un élément de pompe (9) directement au raccord haute pression (33).
10. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'au moins** un canal haute pression (27a,b,c) est réalisé de manière au moins partiellement courbée.
11. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque élément de pompe (9) présente un piston (11), un alésage de cylindre (13) et une culasse de cylindre (17), **en ce que** le piston (11) oscille dans l'alésage de cylindre (13) et délimite un espace de refoulement (15), **en ce qu'une** première soupape anti-retour (25) est disposée du côté aspiration (19) et **en ce qu'une** deuxième soupape anti-retour (29) est disposée du côté haute pression (21).
12. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la deuxième soupape anti-retour (29) présente une douille (45) avec un alésage central étagé (47), **en ce que** l'alésage central étagé (47) présente un siège d'étanchéité (49) pour un organe de soupape en particulier une bille (51), et **en ce que** la douille (45) est pressée par une vis de fermeture (55) de manière hermétique contre la culasse de cylindre (17).
13. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** la douille (45) est réalisée au niveau de sa surface frontale (59) opposée à la vis de fermeture (55) sous forme de surface d'étanchéité, notamment avec un bord de morsure (61).
14. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 12 ou 13, **caractérisée en ce que** la douille (45) est pressée avec la vis de fermeture (55), notamment dans la région de l'alésage central (47).
15. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des

revendications 12 à 14, **caractérisée en ce que** la douille (45) présente un alésage transversal (61) et une rainure annulaire (63), et **en ce que** l'alésage transversal (61) et la rainure annulaire (63) constituent une liaison hydraulique de l'alésage central (47) à l'espace de refoulement (15). 5

16. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 10 ou 11, **caractérisée en ce qu'**un siège d'étanchéité (49) de la deuxième soupape anti-retour (29) est disposé sur le côté (67) de la culasse (17) tourné vers le carter de pompe (1). 10

17. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la première et/ou la deuxième soupape anti-retour (25, 29) présentent une cage (69), et **en ce que** l'on dispose dans la cage (69) un ressort de fermeture (53) agissant sur l'organe de soupape (51). 15 20

18. Pompe à pistons radiaux selon la revendication 17, **caractérisée en ce que** la cage (69) peut être pressée dans un alésage étagé (65) comprenant le siège d'étanchéité (49) dans la culasse de cylindre (17). 25

19. Pompe à pistons radiaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'alésage de cylindre (13) est réalisé sous forme de trou borgne, et **en ce que** la soupape anti-retour (25) est disposée à la base du trou borgne. 30

35

40

45

50

55

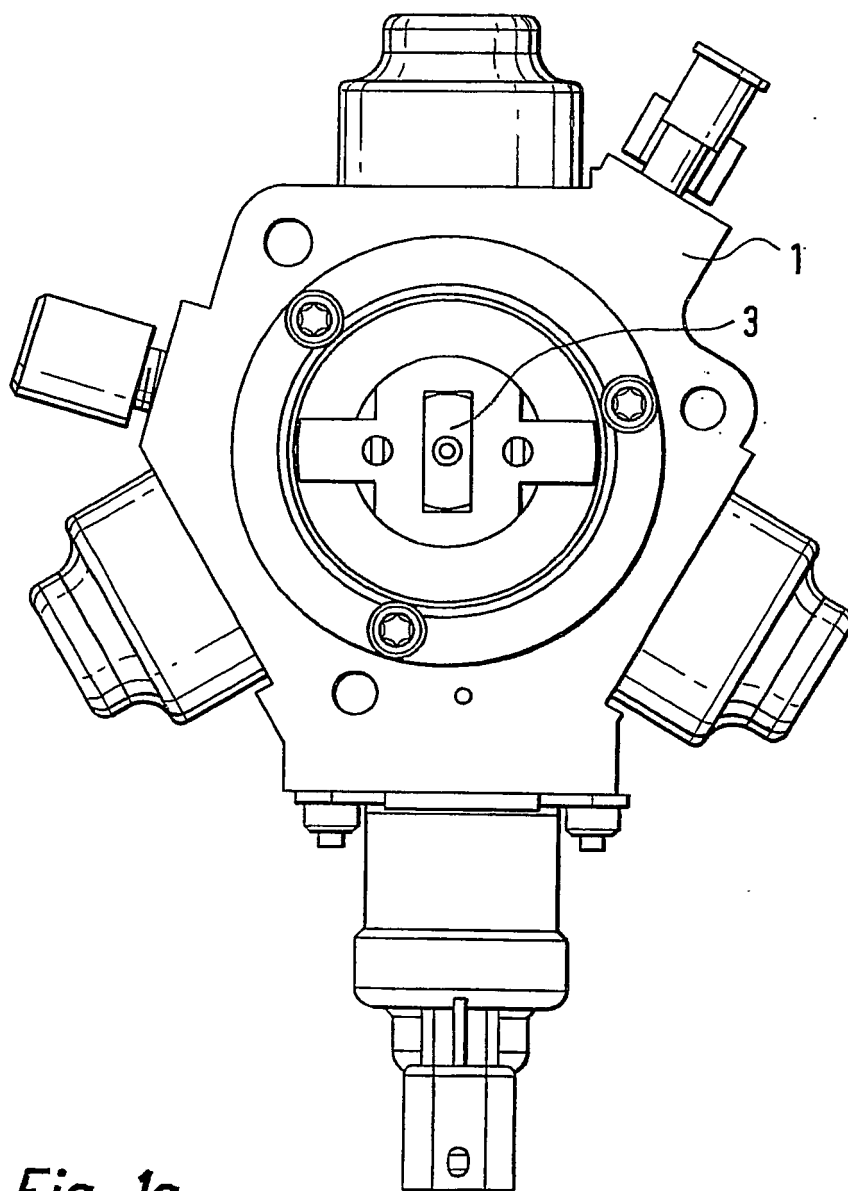


Fig. 1a

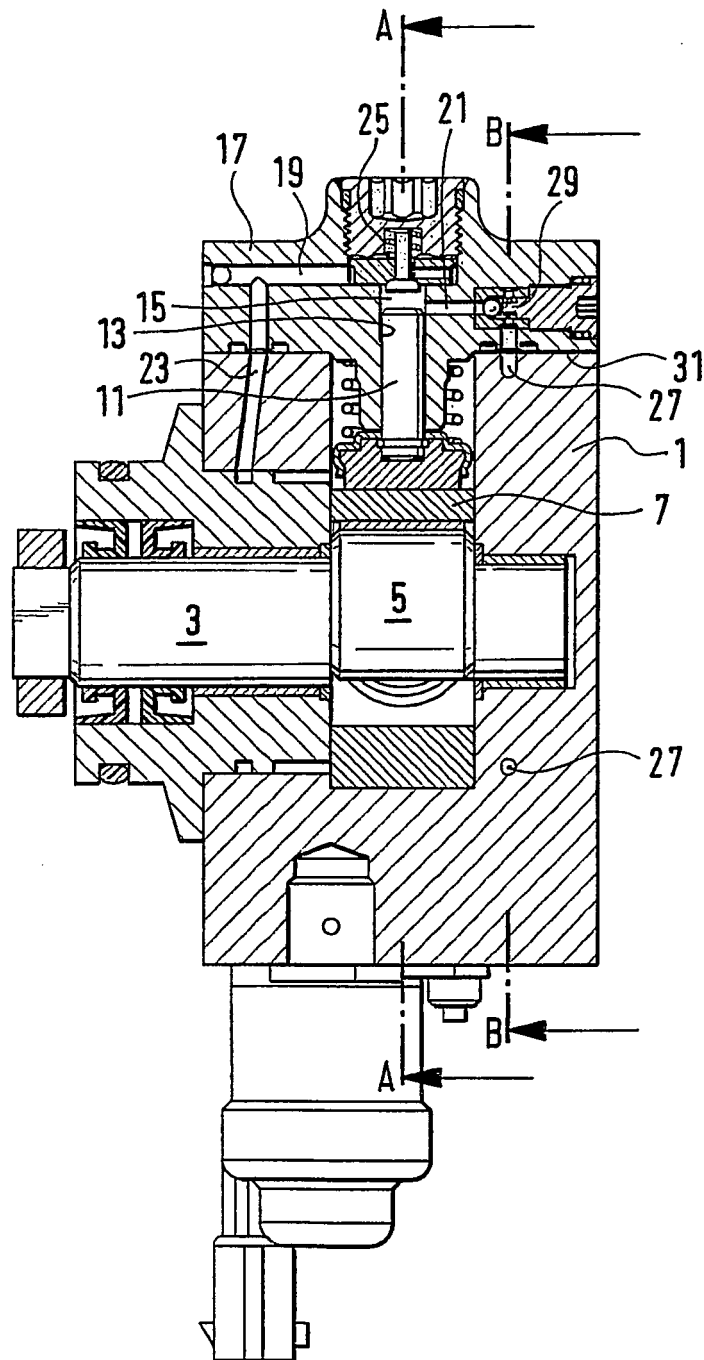


Fig. 1b

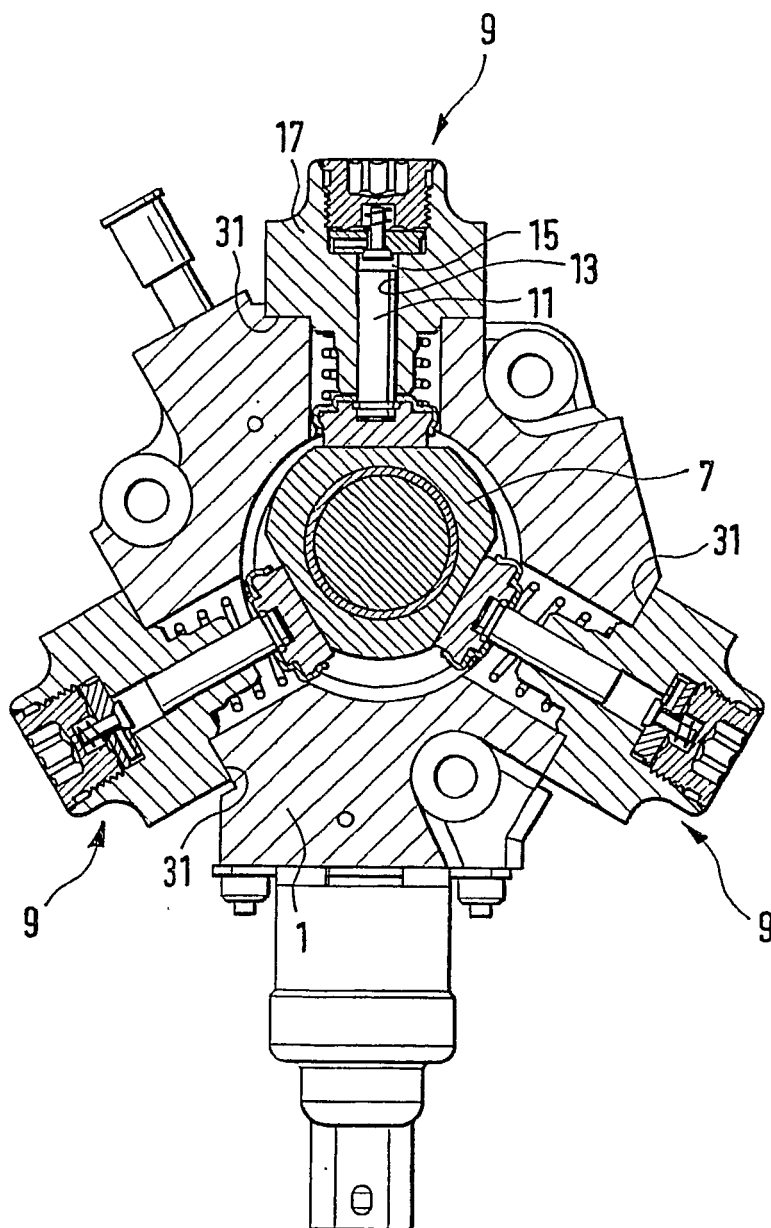
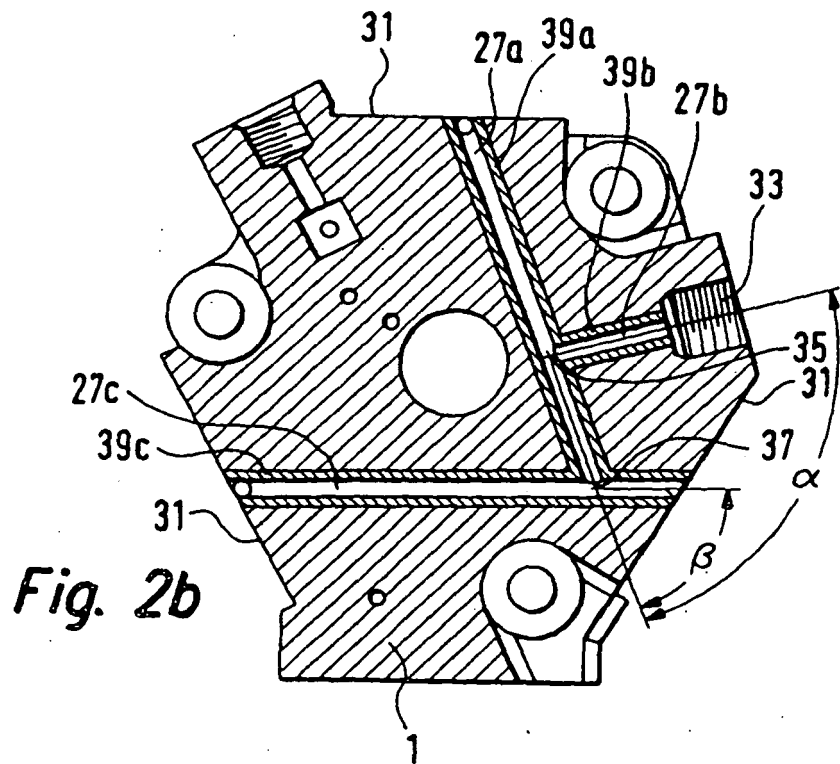
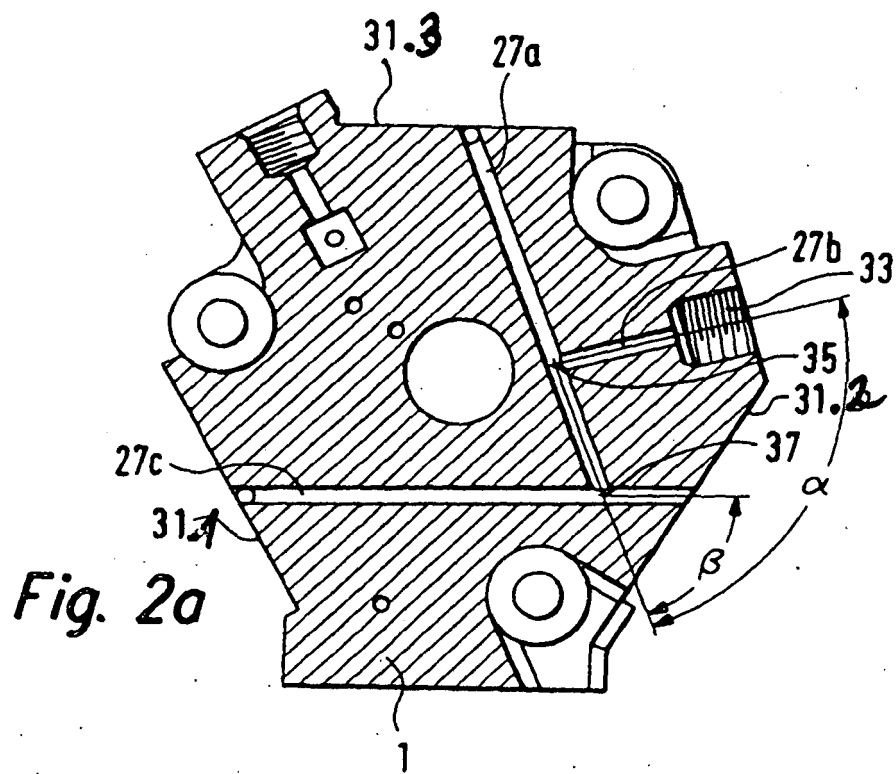


Fig. 1c



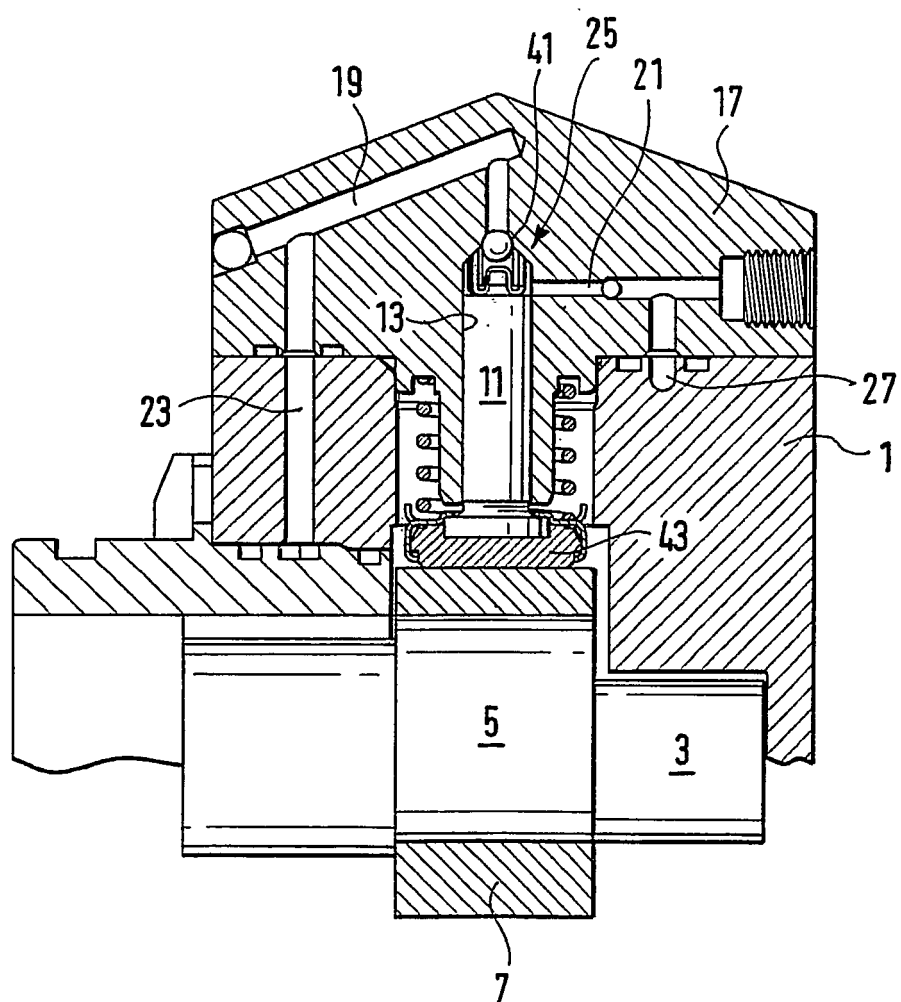


Fig. 4

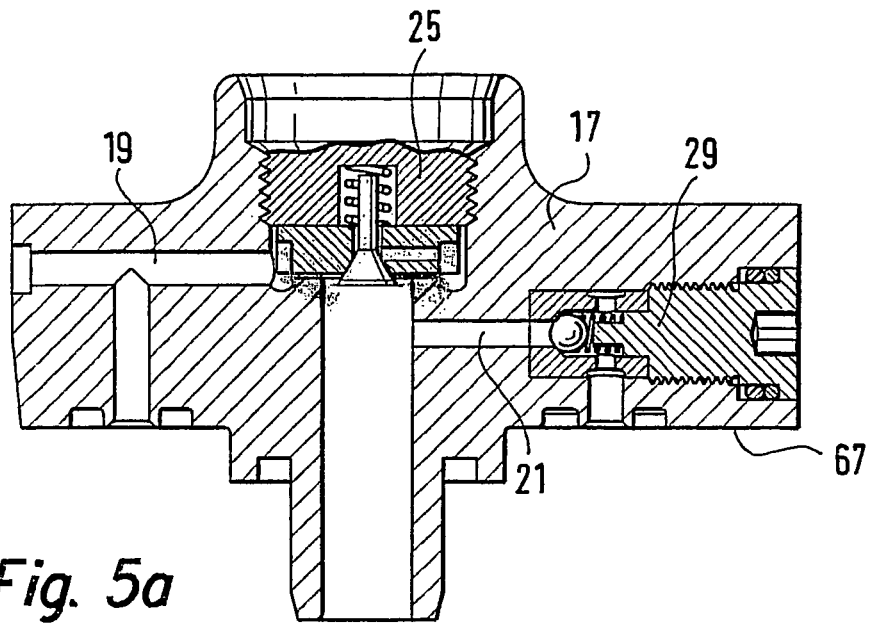


Fig. 5a

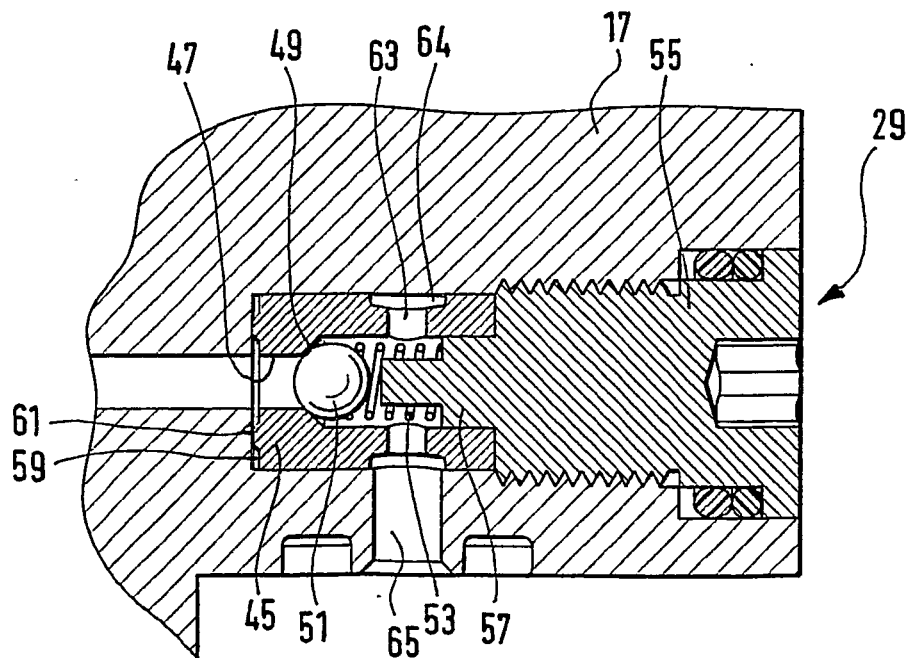


Fig. 5b

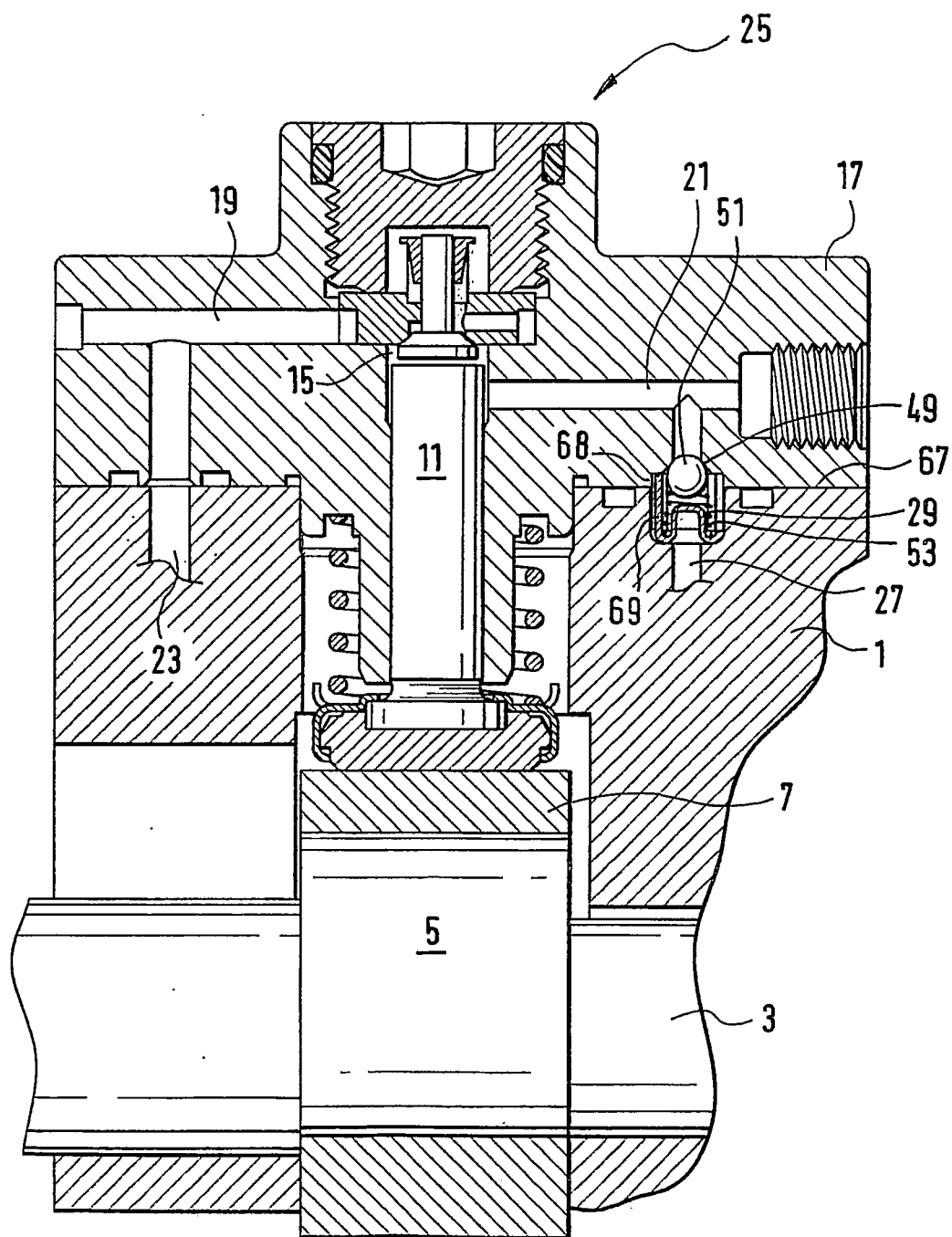


Fig. 6

Fig. 7a

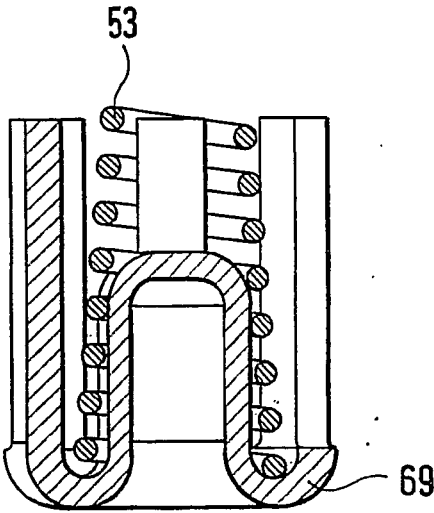
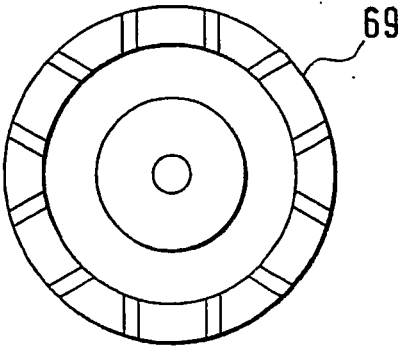


Fig. 7b



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 19729788 A1 [0002] [0027]
- DE 19802476 A1 [0002]
- EP 1188926 A2 [0002]