(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 333 304 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.08.2012 Patentblatt 2012/34

(51) Int Cl.:
F02M 59/46 *(2006.01)* ***F02M 63/02*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11157492.7**

(22) Anmeldetag: **16.04.2007**

(54) **Kraftstoff-Hochdruckpumpe**

High pressure fuel pump

Pompe à carburant à haute pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR IT

(30) Priorität: **25.04.2006 DE 102006019049**
29.03.2007 DE 102007016134

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.2011 Patentblatt 2011/24

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
07728147.5 / 2 013 469

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

(72) Erfinder:
- **Flo, Siamend**
  70499 Stuttgart (DE)
- **Wilms, Rainer**
  71706 Markgroeningen (DE)
- **Siegel, Heinz**
  70435 Stuttgart (DE)
- **Pfuhl, Berthold**
  71706 Markgroeningen (DE)
- **Goldschmitt, Volkmar**
  71679 Asperg (DE)
- **Lang, Klaus**
  70439 Stuttgart (DE)
- **Schlingensief, Hans-Werner**
  71701 Schwieberdingen (DE)
- **Ropertz, Peter**
  71739 Oberriexingen (DE)
- **Zumbraegel, Joachim**
  71735 Eberdingen (DE)
- **Laich, Martin**
  71711 Murr (DE)
- **Toscano, Victorio**
  64859 Eppertshausen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-02/44549
WO-A-2005/054663
DE-A1-102004 013 307
GB-A- 2 058 948

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).

EP 2 333 304 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe der eingangs genannten Art ist aus der DE 10 2004 013 307 A1 bekannt. Bei dieser Einzylinder-Kolbenpumpe ist der Förderraum über ein federbelastetes Auslassventil mit einem Hochdruckauslass verbindbar. Fluidisch parallel zu dem Auslassventil ist ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen, welches als Ventilelement eine federbelastete Ventilkugel aufweist. Das Druckbegrenzungsventil öffnet zum Förderraum hin und verbindet in geöffnetem Zustand den Hochdruckauslass mit dem Förderraum. Ein solchermaßen angeordnetes Druckbegrenzungsventil hat den Vorteil, dass es den Hochdruckbereich vor unzulässig hohen Drücken schützt, gleichzeitig aber den Liefergrad der Kraftstoff-Hochdruckpumpe nicht verschlechtert, da das Druckbegrenzungsventil lediglich dann öffnet, wenn im Förderraum ein deutlich geringerer Druck als im Hochdruckauslass herrscht.

[0003] GB 2 058 948 A beschreibt eine schlitzgesteuerte Einspritzpumpe eines mechanischen Kraftstoff-Einspritzsystems mit einem Druckentlastungsventil für eine Einspritzleitung, dem eine Strömungsdrossel vorgeschaltet ist, mit der die Geschwindigkeit der Druckentlastung der Einspritzleitung eingestellt wird.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kraftstofmochdruckpumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, die besonders zuverlässig arbeitet.

Technische Lösung

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben. Ferner

[0006] Indem die Drosseleinrichtung ein vom Druckbegrenzungsventil aus gesehen hochdruckseitig angeordnetes und vom Druckbegrenzungsventil separates Teil mit einer Strömungsdrossel umfasst, können die bisher eingesetzten Druckbegrenzungsventile unverändert bleiben Dies senkt die Herstellkosten.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben. Ferner finden sich für die Erfindung wesentliche Merkmale in der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung. Dabei können die Merkmale auch in ganz unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wesentlich sein, ohne dass hierauf jeweils explizit hingewiesen wird.

Vorteilhafte Wirkungen

[0008] Es wurde erkannt, dass beim Öffnen des Druckbegrenzungsventils die Gefahr besteht, dass das Ventilelement durch dynamische Druckstöße so weit vom Ventilsitz abhebt, dass es aus dem Ventilsitz herausgedrückt wird und sich zwischen Ventilsitzkörper und Federteller verklemmt. Damit könnte das Drockbegrenzungsventil nicht mehr schließen, was zur Folge hätte, dass eine Pumpenförderung nicht mehr möglich wäre. All dies wird durch die erfindungsgemäße Maßnahme verhindert: Durch die Drosseleinrichtung wird der durch das Druckbegrenzungsventil maximal abströmende Mengenstrom so begrenzt, dass das Ventilelement des Druckbegrenzungsventils einen maximalen öffnungshub nicht überschreiten kann. Die Drosseleinrichtung wirkt also quasi als hydraulische Hubbegrenzung.

[0009] Erreicht wird dies durch die spezielle Abstimmung des freien Querschnitts der Drosseleinrichtung mit dem gewünschten maximalen Ofmungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils, der einem Hub des Ventilelements entspricht, bei dem noch sichergestellt ist, dass das Ventilelement sich nicht verklemmen kann. In den meisten Fällen dürfte dieser maximale Öffitungsquerscbnitt eine Ringfläche sein. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird verhindert, dass das Ventilelement bei maximalen Durchfluss durch das Druckbegrenzungsventil aus dem Ventilsitzbereich heraustaucht, und es wird gewährleistet, dass das Ventilelement beim Schließen des Druckbcgrcnzungsventils wieder leicht in den Ventilsitz zurückfindet. Die Drosseleinrichtung reduziert darüber hinaus das dynamische Verhalten des Druckbegrenzungsventik, was sich auch auf den Verschleiß positiv auswirkt. Druckspitzen werden nur gedämpft auf das Ventilelement übertragen.

[0010] In die Richltung der Möglichkeit, die bisher eingesetzten Druckbegrenzungsventile unverändert zu lassen, zielt jene Weiterbildung, bei welcher das separate Teil im Presssitz in einem Überströmkanal eines Pumpengehäuses gehalten ist.

[0011] Das separate Teil kann topfförmig ausgebildet sein mit einem Bodenabschnitt, wobei die Strömungsdrossel durch mindestens eine Öffnung in dem Bodenabschnitt ausgebildet ist Ein solches Teil kann preiswert als Blechform und Stanzteil hergestellt werden.

[0012] Bei einer vom Druckbegrenzungsventil aus gesehen hochdruckseitig angeordneten Drosseleinrichumg ist es vorteilhaft, wenn deren freie Querschnittsfläche wenigstens in etwa das 0,6-fache bis 1,1-fache der Querschnittsfläche eines Ventilsitzes des Druckbegrenzungsventils betragt.

[0013] Alternativ oder zusätzlich zu einer vom Druckbegrenzungsventil separaten Strömungsdrossel kann die Drosseleinrichtung auch eine Strömungsdrossel umfassen, die in einem Ventilsitzkörper des Diuckbegrenzungsventils nahe oder unmittelbar benachbart zum Ventilsitz und von diesem aus gesehen hochdruckseitig angeordnet ist. Damit entfällt die Handhabung eines se-

paraten Teils, was die Montage der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Hochdruckpumpe vereinfacht.

[0014] Dabei kann die Strömungsdrossel einfach durch eine Engstelle in einem Zuströmkanal im Ventilsitzkörper gebildet werden.

[0015] Bei einer solchen Drosseleinrichtung sollte die freie Querschnittsfläche der Strömungsdrossel wenigstens in etwa das 0,5-fache bis 0,75-fache der Querschnittsfläche des Ventilsitzes des Druckbegrenzungsventils betragen. Bei einer solchen Auslegung wird eine gute Funktion des Druckbegrenzungsventils mit guter Sicherheit gegen ein Verklemmen des Ventilelements gewährleistet

[0016] Als Ventilelement des Druckbegrenzungsventils kommt eine federbeaufschlagte Kugel in Frage, welche lose verbaut werden kann, was sehr kostengünstig ist. Der Ventilsitz für eine solche Kugel ist vorteilhafterweise konisch mit einem Konuswinkel ungefähr zwischen 30° und 50°. Je geringer der Winkel ist, desto besser ist die Abdichtung in geschlossenem Zustand des Druckbegrenzungsventils.

[0017] Vorgeschlagen wird ferner, dass eine freie Querschnittsfläche eines Zuströmkanals unmittelbar stromaufwärts (also hochdruckseitig) vom Ventilsitz (der Begriff stromaufwärts ist hier auf die Durchströmrichtung des Druckbegrenzungsventils bezogen) wenigstens in etwa das 0,8-fache bis 0,95-fache der Querschnittsfläche des Ventilsitzes des Druckbegrenzungsventils beträgt. Ein solch schmaler Ventilsitz ist vorteilhaft, um eine gute Schmutzunempfindlichkeit des Druckbegrenzungsventils gewährleisten zu können. Ferner kann durch einen solchen schmalen Ventilsitz der Sitz selbst im Betrieb besonders gut geprägt werden.

[0018] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Hochdruckpumpe sieht vor, dass ein Ventilsitzkörper des Druckbegrenzungsventils einen sich in Öffnungsrichtung des Ventilelements erstreckenden Sicherungsabschnitt für das Ventilelement umfasst, der als im Wesentlichen ringförmiger Kragen ausgebildet ist. Durch diesen Sicherungsabschnitt wird das Ventilelement in geöffnetem, also vom Ventilsitz abgehobenem Zustand in seitlicher Richtung gesichert, so dass es selbst beim Auftreten dynamischer Druckstöße und großem Öffnungshub unmöglich ist, dass das Ventilelement zwischen Ventilsitzkörper und einer das Ventilelement beaufschlagenden Ventilfeder verklemmt wird. Letztlich wird durch diese erfindungsgemäße Maßnahme die Betriebssicherheit der Kraftstoff-Hochdruckpumpe verbessert, da verhindert wird, dass das Druckbegrenzungsventil in geöffnetem Zustand verklemmt und hierdurch ein Hochdruckaufbau der Kraftstoff-Hochdruckpumpe unmöglich wird. Der Sicherungsabschnitt sorgt letztlich dafür, dass das Ventilelement auch bei einem großen Hub wieder sicher zum Ventilsitz zurückfindet.

[0019] Eine Weiterbildung hierzu sieht vor, dass der Sicherungsabschnitt an einen Ventilsitzbereich des Druckbegrenzungsventils in der Nähe von dessen Ventilsitz angeformt ist. Damit wird die Anzahl der bei der Montage handzuhabenden Teile reduziert, was die Montage vereinfacht. Darüber hinaus werden die Herstellkosten für den Sicherungsabschnitt reduziert, da der Ventilsitzbereich des Druckbegrenzungsventils ohnehin bearbeitet werden muss.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, wenn auf der radialen Innenseite des Sicherungsabschnittes mindestens ein vorzugsweise sich im Wesentlichen über die Länge des Sicherungsabschnitts erstreckender Strömungskanal, insbesondere eine Strömungstasche ausgebildet ist. Ein solcher beispielsweise durch eine Ausnehmung eingebrachter Strömungskanal gestattet bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil eine widerstandsarme Strömung zwischen dem Ventilelement und der Innenseite des Sicherungsabschnitts, bei gleichzeitig enger Führung des Ventilelements durch den Sicherungsabschnitt. Durch den Strömungskanal kann das Fluid problemlos zwischen der Innenseite des Sicherungsabschnitts und dem geöffneten Ventilelement und einem dieses eventuell haltenden Ventilelementhalter vorbeiströmen.

[0021] In die gleiche Richtung zielt jene Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Hochdruckpumpe, bei welcher der Sicherungsabschnitt mindestens einen sich vorzugsweise im Wesentlichen über seine Länge erstreckenden Schlitz aufweist. Ein solcher Schlitz ist besonders preiswert herstellbar.

[0022] Ferner wird vorgeschlagen, dass die radiale Innenseite des Sicherungsabschnitts eine sich in Öffnungsrichtung des Druckbegrenzungsventils erweiternde Konusfläche umfasst. Damit wird bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil jener Freiraum geschaffen, der eine widerstandsarme Strömung des Fluids zwischen Sicherungsabschnitt einerseits und Ventilelement und Ventilelementhalter andererseits ermöglicht. Dabei kann der Konuswinkel der Konusfläche wenigstens ungefähr dem Konuswinkel des Ventilsitzes entsprechen, was eine relativ einfache Herstellung ermöglicht. Der Konuswinkel der Konusfläche kann aber auch größer sein als der Konuswinkel des Ventilsitzes, was bereits bei einem kleinen Öffnungshub des Ventilelements zu einem vergleichsweise großen Freiraum zwischen der radialen Innenseite des Sicherungsabschnitts einerseits und dem Ventilelement beziehungsweise Ventilelementhalter andererseits führt.

[0023] Besonders vorteilhaft ist es ferner, wenn der Ventilsitzkörper einen zum Ventilsitz benachbarten und sich wenigstens in etwa radial erstreckenden Absatz aufweist, von dem aus sich in Öffnungsrichtung des Druckbegrenzungsventils die radiale Innenseite des Sicherungsabschnitts erstreckt. Diese Maßnahme kann sowohl im Zusammenhang mit den oben genannten Strömungstaschen oder Strömungsschlitzen als auch der oben genannten Konusfläche Verwendung finden. Durch den Absatz werden schließende Strömungskräfte auf das Ventilelement in dessen geöffnetem Zustand vermieden.

[0024] Das Druckbegrenzungsventil kann einen kolbenartigen Ventilelementhalter umfassen, der das Ventilelement in Schließrichtung beaufschlagt und sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil in den Sicherungsabschnitt eintaucht. Hierdurch wird eine besonders sichere Führung des Ventilelements gewährleistet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems mit einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe;

Figur 2 einen teilweisen Schnitt durch die Kraftstoff-Hochdruckpumpe von Figur 1 mit einer ersten Ausführungsform eines Druckbegrenzungsventils und einer Drosseleinrichtung;

Figur 3 eine vergrößerte Detaildarstellung eines Bereichs der Kraftstoff-Hochdruckpumpe von Figur 2;

Figur 4 ein Detail IV von Figur 3;

Figur 5 eine Darstellung ähnlich Figur 3 eines nicht erfindungsgemäßen Beispiels;

Figur 6 eine Darstellung ähnlich Figur 5 bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil;

Figur 7 eine Darstellung ähnlich Figur 5 eines weiteren Beispiels

Figur 8 einen Schnitt längs der Linie VIII-VIII von Figur 7;

Figur 9 eine Darstellung ähnlich Figur 7 eines weiteren Beispiels;

Figur 10 einen Schnitt längs der Linie X-X von Figur 9;

Figur 11 eine Darstellung ähnlich Figur 7 eines weiteren Beispiels;

Figur 12 eine Darstellung ähnlich Figur 7 eines weiteren Beispiels;

Figur 13 eine Darstellung ähnlich Figur 7 einesweiteren Beispiels;

Ausführungsformen der Erfindung

[0026] In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Das in Figur 1 nur vereinfacht dargestellte Kraftstoffsystem 10 umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine Vorförderpumpe 13 den Kraftstoff in eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 14 fördert. Diese führt zu einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16, die den Kraftstoff weiter verdichtet und in eine Kraftstoff-Sammelleitung 18 fördert, in der der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert ist und die auch als "Rail" bezeichnet wird. An das Rail 18 sind mehrere Injektoren 20 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen zugeordnete Brennräume (nicht dargestellt) einer Brennkraftmaschine einspritzen, zu der das Kraftstoffsystem 10 gehört.

[0027] Wie aus Figur 2 hervorgeht, verfügt die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 über ein Gehäuse 22 mit einem Niederdruckeinlass 24 und einem Hochdruckauslass 26. Vom Niederdruckeinlass 24 führt ein Einlasskanal 28 zu einem Einlassventil 30 (in Figur 2 nicht sichtbar) und weiter zu einem Förderraum 32, der von einem Pumpenkolben 34 begrenzt wird. Ein Auslasskanal 36 führt über ein Auslassventil 38 zu dem Hochdruckauslass 26. Das Einlassventil 30 ist in ein Mengensteuerventil 40 integriert, durch welches der Förderraum 32 zwangsweise mit dem stromaufwärts vom Einlassventil 30 gelegenen Bereich des Einlasskanals 28 verbunden werden kann. Auf diese Weise kann während eines Förderhubs Kraftstoff zum Niederdruckeinlass 24 zurückgefördert und hiermit die Fördermenge der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 eingestellt werden.

[0028] Fluidisch parallel zum Auslassventil 38 ist ein Druckbegrenzungsventil 42 angeordnet. Dieses ist stärker im Detail in Figur 3 dargestellt: Es umfasst einen Ventilsitzkörper 44, der in einem vom Hochdruckauslass 26 zum Förderraum 32 führenden Überströmkanal 46 mit einem Befestigungsbereich 48 im Presssitz angeordnet ist. Zum Förderraum 32 hin verjüngt sich der Außendurchmesser des Ventilsitzkörpers 44 zu einem Ventilsitzbereich 50 hin. Die Außenkontur des Ventilsitzkörpers 44 in diesem Bereich kann auch als flaschenhalsartig bezeichnet werden. Damit wird verhindert, dass sich dieser Ventilsitzbereich 50 beim Einpressen des Ventilsitzkörpers 44 in den Überströmkanal 46 verformt.

[0029] Der Ventilsitzkörper 44 wird von einem Zuströmkanal 52 in Längsrichtung durchsetzt, der als Stufenbohrung ausgeführt ist, deren Innendurchmesser im Ventilsitzbereich 50 kleiner ist als im Befestigungsbereich 48. Am in den Figuren 3 und 4 rechten Ende des Zuströmkanals 52 ist der eigentliche Ventilsitz 54 für ein als Ventilkugel ausgebildetes Ventilelement 56 eingearbeitet. Der Ventilsitz 54 ist konisch ausgeführt mit einem Konuswinkel vorliegend von ungefähr 30°. Der halbe Konuswinkel ist in Figur 4 durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen 58 angedeutet. Grundsätzlich sollte der Konuswinkel ungefähr zwischen 30° und 50° liegen, wobei ein kleiner Konuswinkel Vorteile im Hinblick auf die Abdichtung hat. Die Berührungsstelle des Ventilelements

56 mit dem Ventilsitz 54 ist linienförmig mit einem Durchmesser d_1. Der Durchmesser d_2 des Zuströmkanals 52 ist kleiner als der Durchmesser d_1. Auf diese Weise ist eine freie Querschnittsfläche F_{d2} des vom Ventilsitz 54 aus gesehen zum Hochdruckanschluss 26 hin und insoweit hochdruckseitig angeordneten Zuströmkanals 52 unmittelbar benachbart zum Ventilelement 56 wenigstens in etwa 0,8-fach bis 0,95-fach so groß wie die Querschnittsfläche F_{d1}, die durch den Ventilsitzdurchmesser d_1 am Ventilsitz 54 definiert wird.

[0030] Das Ventilelement 56 wird zum Ventilsitz 54 hin von einem Ventilelementhalter 60 beaufschlagt, an dem wiederum eine Ventilfeder 62 angreift. Eine Eintauchtiefe des Ventilelements 56 in den Zuströmkanal 52 des Ventilsitzkörpers 54 ist in Figur 3 mit T bezeichnet.

[0031] Vom Druckbegrenzungsventil 42 bzw. dessen Ventilsitz 54 aus gesehen zum Hochdruckanschluss 26 hin, als auf der Hochdruckseite des Druckbegrenzungsventils 42, ist im Überströmkanal 46 eine Drosseleinrichtung 64 im Presssitz gehalten. Diese Drosseleinrichtung 64 ist bei der in den Figuren 2 bis 4 gezeigten Ausführungsform als vom Druckbegrenzungsventil 42 separates und topfförmiges Teil 65 ausgebildet, welches einen Bodenabschnitt 66 und einen zu diesem in etwa rechtwinkligen und umlaufenden Wandabschnitt 68 aufweist. Das Teil 65 kann beispielsweise als Blechform- und Stanzteil hergestellt sein. Im Bodenabschnitt 66 ist eine Öffnung 70 vorhanden, welche einen Durchmesser D_1 aufweist und eine Strömungsdrossel bildet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt die freie Querschnittsfläche F_{D1} auf der Basis des Durchmessers D1 der Strömungsdrossel 70 das 0,6-fache der Querschnittsfläche Fd_1 auf der Basis des Durchmessers d_1 des Ventilsitzes 54 des Druckbegrenzungsventils 42. Grundsätzlich denkbar sind jedoch Werte zwischen dem 0,6-fachen bis zum 1,1-fachen.

[0032] Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 arbeitet folgendermaßen: Bei einem Saughub des Pumpenkolbens 34 öffnet das Einlassventil 30 und Kraftstoff strömt aus der Niederdruck-Kraftstoffleitung 14 in den Förderraum 32. Bei einem anschließenden Förderhub wird der im Förderraum 32 eingeschlossene Kraftstoff komprimiert, bis schließlich das Auslassventil 38 öffnet und der Kraftstoff unter hohem Druck in das Rail 18 gepresst wird. Kommt es im Rail 18 und somit auch im Bereich des Hochdruckauslasses 26 zu einem zu hohen Druck, hebt das Ventilelement 56 aufgrund der dann herrschenden Druckdifferenz während eines Saughubs des Pumpenkolbens 34 vom Ventilsitz 54 und gegen die Kraft der Ventilfeder 62 ab. Auf diese Weise kann Kraftstoff aus dem Rail 18 beziehungsweise dem Hochdruckauslass 26 über den Überströmkanal 46 und das Druckbegrenzungsventil 42 in den Förderraum 32 strömen. Hierdurch wird das Rail 18 und der Hochdruckauslass 26 entlastet.

[0033] Ein nicht erfindungsgemäßes Beispiels ist in den Figuren 5 und 6 gezeigt. Dabei gilt hier und bei nachfolgenden Ausführungsformen, dass solche Elemente und Bereiche, die äquivalente Funktionen zu vorab beschriebenen Elementen und Bereichen aufweisen, die gleichen Bezugszeichen tragen und nicht nochmals im Detail erläutert sind.

[0034] Bei dem in den Figuren 5 und 6 gezeigten Beispiel einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 ist die Drosseleinrichtung 64 nicht als separates Teil ausgebildet, sondern in den Ventilsitzkörper 44 des Druckbegrenzungsventils 42 integriert, und zwar hochdruckseitig und sehr nahe oder sogar unmittelbar benachbart zum Ventilsitz 54 in Form einer Engstelle 70. Deren freie Querschnittsfläche F_{D1}, bezogen auf ihren Durchmesser D_1, beträgt vorliegend etwa das 0,5-fache der Querschnittsfläche Fd_1 des Ventilsitzes 54 des Druckbegrenzungsventils 42, auf den Durchmesser d_1 bezogen.

[0035] Bei beiden Ausführungsformen entsprechend der Figuren 2 bis 4 oder 5 und 6 ist der freie Querschnitt der Strömungsdrossel 70 ausgelegt, dass er bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 42, also dann, wenn das Ventilelement 56 vom Ventilsitz 54 abgehoben ist (vergleiche Figur 6), höchstens in etwa dem sich dann einstellenden ringförmigen Öffnungsquerschnitt F_R entspricht, der durch den Spalt 72 zwischen Ventilelement 56 und Ventilsitz 54 gebildet wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der sich auf diese Weise einstellende Hub H des Ventilelements 56 kleiner ist als die Eintauchtiefe T, wodurch verhindert wird, dass sich das Ventilelement 56 zwischen Ventilsitzkörper 44 und dem Ventilelementhalter 60 verklemmen kann.

[0036] Figur 7 zeigt einen Bereich ein weiteres Beispiel einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16. Diese entspricht im Hinblick auf die Ausführung der Strömungsdrossel 70 der in den Figuren 5 und 6 gezeigten Ausführungsform. Zusätzlich ist jedoch an den Ventilsitzkörper 44 des Druckbegrenzungsventils 42 ein sich in Öffnungsrichtung (Pfeil 74) des Ventilelements 56, also in axialer Richtung des Druckbegrenzungsventils 42 erstreckender ringförmiger Kragen 76 angeformt, der einen Sicherungsabschnitt für das Ventilelement 56 bildet. Der Kragen 76 weist dabei eine radiale Außenseite 78 auf, mit der er an der Innenseite des Überströmkanals 46 anliegt. Eine radiale Innenseite 80 des Kragens 76 führt von einem sich radial erstreckenden Absatz 82 bis zum abragenden Ende des Kragens 76. Der Absatz 82 erstreckt sich dabei in radialer Richtung ausgehend ungefähr vom Ventilsitz 54, ist zu diesem also benachbart.

[0037] Der Ventilelementhalter 60 ist bei dem in Figur 7 gezeigten Beispiel kolbenartig ausgebildet mit einem ungefähr in seiner axialen Mitte angeordneten Ringbund 84, an dem sich die Ventilfeder 62 abstützt. Ein zapfenartiger Abschnitt 86 des Ventilelementhalters 60 erstreckt sich vom Ringbund 84 ausgehend, ähnlich zu den in den Figuren 3 sowie 5 und 6 gezeigten Ausführungsformen, in den von der Ventilfeder 62 begrenzten Ringraum (ohne Bezugszeichen) hinein. Ein in der Nähe des Ringbundes 84 liegender Bereich 88 des zapfenartigen Abschnitts 86 hat einen Außendurchmesser, der nur unwesentlich kleiner ist als der Innendurchmesser der Ventilfeder 62. Auf diese Weise ist der Ventilelement-

halter 60 verkippsicher an der Ventilfeder 62 gehalten.

[0038] Auf der entgegengesetzten Seite des Ringbundes 84 erstreckt sich von diesem ein Halteabschnitt 90 bis zum Ventilelement 56. Bei der in Figur 7 gezeigten Ausführungsform hat der Halteabschnitt 90 eine zylindrische Außenkontur mit über seine Länge gleichbleibendem Durchmesser. Ein Sackloch (ohne Bezugszeichen) dient zur radialen Halterung des Ventilelements 56 am Ventilelementhalter 60. Der Außendurchmesser des Halteabschnitts 90 ist so gewählt, dass der Halteabschnitt 90 in der in Figur 7 gezeigten geschlossenen Stellung des Druckbegrenzungsventils 42 gegenüber der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 noch einen geringen Abstand aufweist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Halteabschnitt 90 nicht am Kragen 76 anstößt, bevor das Ventilelement 56 vollständig am Ventilsitz 54 anliegt.

[0039] Die Länge des Kragens 76 und des Halteabschnitts 90 sind jedoch so aufeinander abgestimmt, dass der Halteabschnitt 90 des Ventilelementhalters 60 sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 42 in den von der radialen Innenseite 80 begrenzten Innenraum des Kragens 76 eintaucht. Auch auf diese Weise wird durch den Kragen 76 sichergestellt, dass selbst bei dynamischen Druckstößen und hierdurch verursachten großen Öffnungshüben des Ventilelements 56 dieses aus dem durch den Kragen 76 begrenzten Raum nicht heraustreten und stattdessen zuverlässig beim Schließen des Druckbegrenzungsventils 42 wieder in den Ventilsitz 54 zurückfinden kann.

[0040] Um dann, wenn das Ventilelement 56 vom Ventilsitz 54 abgehoben hat, eine möglichst ungehinderte Abströmung des Fluids zum Förderraum 32 hin zu gewährleisten, sind über die Umfangserstreckung des Kragens 76 hinweg verteilt drei Strömungstaschen 92 auf der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 ausgebildet. Diese erstrecken sich vom Absatz 82 über die gesamte Länge des Kragens 76 hinweg bis zu dessen abragendem Ende und haben eine kreissegmentförmige Randkontur. Dies ist insbesondere aus Figur 8 ersichtlich.

[0041] Ein in den Figuren 9 und 10 gezeigtes weiteres Beispiel unterscheidet sich von jenem der Figuren 7 und 8 dadurch, dass anstelle der Strömungstaschen in den Kragen/Sicherungsabschnitt 76 dessen gesamte Dicke durchsetzende Schlitze 94 eingebracht sind, die sich ebenfalls vom Absatz 82 über die gesamte Länge des Kragens 76 bis zu dessen abragendem Ende erstrecken.

[0042] Eine weitere Variante zeigt Figur 11: Bei dieser ist die radiale Innenseite 80 des Kragens 76 als sich in Öffnungsrichtung 74 des Druckbegrenzungsventils 42 erweiternde Konusfläche ausgebildet. Auch der Halteabschnitt 90 des Ventilelementhalters 60 ist ähnlich konisch ausgeführt, jedoch mit kleinerem Konuswinkel als die radiale Innenseite 80 des Kragens 76. Bei einer Öffnungsbewegung des Ventilelements 56 und des Ventilelementhalters 60 in Öffnungsrichtung 74 ergibt sich ein sich vergrößernder Abstand zwischen diesen Elementen einerseits und der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 andererseits, durch den das Fluid zum Förderraum 32 hin abströmen kann. Der Konuswinkel kann dabei etwa den gleichen Konuswinkel wie der Ventilsitz 54 aufweisen (vergleiche insbesondere Figur 4), oder einen größeren Konuswinkel als der Ventilsitz 54.

[0043] Bei dem in Figur 11 gezeigten Beispiel geht der Ventilsitz 54 unmittelbar in die radiale Innenseite 80 über. Bei der in Figur 12 gezeigten Ausführungsform dagegen schließt sich an den Ventilsitz 54 zunächst wieder ein Absatz 82 an, der sich in radialer Richtung erstreckt, und erst von diesem aus geht dann die Konusfläche der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 ab. Auch hier wird durch den Absatz 82 eine bei geöffnetem Ventilelement 56 in Schließrichtung auf das Ventilelement 56 wirkende Kraft verhindert oder zumindest reduziert.

[0044] Eine nochmalige Variante zu Figur 12 zeigt Figur 13, bei der der Konuswinkel der die radiale Innenseite 80 des Kragens 76 bildenden Konusfläche vergleichsweise steil und der Halteabschnitt 90 zylindrisch mit gleichbleibendem Durchmesser ist. Diese Variante hat den Vorteil, dass das Abströmverhalten bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 42 vom Öffnungshub des Ventilelements 56 weitgehend unabhängig ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16), mit mindestens einem Förderraum (32), einem Hochdruckauslass (26) und einem Druckbegrenzungsventil (42) mit einem druckdifferenzbetätigten Ventilelement (56), welches vom Hochdruckauslass (26) zum Förderraum (32) öffnen kann, wobei von einem Ventilsitz (54) des Druckbegrenzungsventils (42) aus gesehen auf dessen Hochdruckseite eine Drosseleinrichtung (64) angeordnet ist, deren freier Querschnitt (F_{D1}; F_{D2}) höchstens in etwa gleich einem gewünschten maximalen Öffnungsquerschnitt (F_R) des Druckbegrenzungsventils (42) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (64) ein vom Druckbegrenzungsventil (42) aus gesehen hochdruckseitig angeordnetes und vom Druckbegrenzungsventil (42) separates Teil (65) mit einer Strömungsdrossel (70) umfasst.

2. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das separate Teil (65) im Presssitz in einem Überströmkanal (46) eines Pumpengehäuses (22) gehalten ist.

3. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das separate Teil (65) topfförmig mit einem Bodenabschnitt (66) und die Strömungsdrossel durch mindestens eine Öffnung (70) in dem Bodenabschnitt (66) gebildet ist.

4. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass die Drosseleinrichtung (64) durch die Strömungsdrossel (70) gebildet wird, deren freie Querschnittsfläche (F_{D1}) wenigstens in etwa das 0,6-fache bis 1,1-fache der Querschnittsfläche (F_{d1}) eines Ventilsitzes (54) des Druckbegrenzungsventils (42) beträgt.

5. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilelement des Druckbegrenzungsventils (42) eine federbeaufschlagte Kugel (56) umfasst, und dass der Ventilsitz (54) konisch ist mit einem Konuswinkel (58) ungefähr zwischen 30° und 50°.

6. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine freie Querschnittsfläche (F_{d2}) des Zuströmkanals (52) unmittelbar stromaufwärts vom Ventilsitz (54) wenigstens in etwa das 0,8-fache bis 0,95-fache der Querschnittsfläche (F_{d1}) des Ventilsitzes (54) des Druckbegrenzungsventils (42) beträgt.

7. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ventilsitzkörper (44) des Druckbegrenzungsventils (42) einen sich in Öffnungsrichtung (74) des Ventilelements (56) erstreckenden Sicherungsabschnitt (76) für das Ventilelement (56) umfasst, der als im Wesentliche ringförmiger Kragen (76) ausgebildet ist.

8. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherungsabschnitt (76) an einen Ventilsitzbereich (50) des Druckbegrenzungsventils (42) in der Nähe von dessen Ventilsitz (54) angeformt ist.

9. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der radialen Innenseite (80) des Sicherungsabschnitts (76) mindestens ein vorzugsweise sich im Wesentlichen über die Länge des Sicherungsabschnitts (76) erstrekkender Strömungskanal, insbesondere eine Strömungstasche (92), ausgebildet ist.

10. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherungsabschnitt (76) mindestens einen sich vorzugsweise im Wesentlichen über seine Länge erstreckenden Schlitz (94) aufweist.

11. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Innenseite (80) des Sicherungsabschnitts (76) eine sich in Öffnungsrichtung (74) des Druckbegrenzungsventils (42) erweiternde Konusfläche umfasst.

12. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Konuswinkel der Konusfläche (80) wenigstens ungefähr dem Konuswinkel des Ventilsitzes (54) entspricht.

13. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Konuswinkel der Konusfläche (80) größer ist als der Konuswinkel des Ventilsitzes (54).

14. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilsitzkörper (44) einen zum Ventilsitz (54) benachbarten und sich wenigstens in etwa radial erstreckenden Absatz (82) aufweist, von dem aus sich in Öffnungsrichtung (74) des Druckbegrenzungsventils (42) die radiale Innenseite (80) des Sicherungsabschnitts (76) erstreckt.

15. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckbegrenzungsventil (42) einen kolbenartigen Ventilelementhalter (60) umfasst, der das Ventilelement (56) in Schließrichtung beaufschlagt und sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil (42) in den vom Sicherungsabschnitt (76) begrenzten Innenraum eintaucht.

Claims

1. High-pressure fuel pump (16), with at least one feed space (32), with a high-pressure outlet (26) and with a pressure-limiting valve (42) having a pressure-difference-actuated valve element (56) which can open from the high-pressure outlet (26) to the feed space (32), there being arranged on the high-pressure side of the pressure-limiting valve (42), as seen from a valve seat (54) of the latter, a throttle device (64), the free cross section (F_{D1}; F_{D2}) of which is at most approximately equal to a desired maximum opening cross section (F_R) of the pressure-limiting valve (42), **characterized in that** the throttle device (64) comprises a part (65) which is arranged on the high-pressure side, as seen from the pressure-limiting valve (42), and is separate from the pressure-limiting valve (42) and which has a flow throttle (70).

2. High-pressure fuel pump (16) according to Claim 1, **characterized in that** the separate part (65) is held with a press fit in an overflow duct (46) of a pump casing (22).

3. High-pressure fuel pump (16) according to either one of Claims 1 and 2, **characterized in that** the sepa-

rate part (65) is pot-shaped with a bottom portion (66), the flow throttle is formed by at least one orifice (70) in the bottom portion (66).

4. High-pressure fuel pump (16) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the throttle device (64) is formed by the flow throttle (70), the free cross-sectional area (F_{D1}) of which amounts to at least approximately 0.6 times to 1.1 times the cross-sectional area (F_{d1}) of a valve seat (54) of the pressure-limiting valve (42).

5. High-pressure fuel pump (16) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the valve element of the pressure-limiting valve (42) comprises a spring-loaded ball (56), and **in that** the valve seat (54) is conical with a cone angle (58) approximately between 30° and 50°.

6. High-pressure fuel pump (16) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a free cross-sectional area (F_{d2}) of the inflow duct (52) directly upstream of the valve seat (54) amounts to at least approximately 0.8 times to 0.95 times the cross-sectional area (F_{d1}) of the valve seat (54) of the pressure-limiting valve (42).

7. High-pressure fuel pump (16) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a valve-seat body (44) of the pressure-limiting valve (42) comprises a securing portion (76) for the valve element (56), the said securing portion extending in the opening direction (74) of the valve element (56) and being designed as an essentially annular collar (76).

8. High-pressure fuel pump (16) according to Claim 7, **characterized in that** the securing portion (76) is integrally formed onto a valve-seat region (50) of the pressure-limiting valve (42) in the vicinity of the valve seat (54) of the latter.

9. High-pressure fuel pump (16) according to either of Claims 7 and 8, **characterized in that** at least one flow duct, in particular a flow pocket (92), preferably extending essentially over the length of the securing portion (76) is formed on the radial inside (80) of the securing portion (76).

10. High-pressure fuel pump (16) according to one of Claims 7 to 9, **characterized in that** the securing portion (76) has at least one slot (94) preferably extending essentially over its length.

11. High-pressure fuel pump (16) according to one of Claims 7 to 10, **characterized in that** the radial inside (80) of the securing portion (76) comprises a conical face widening in the opening direction (74) of the pressure-limiting valve (42).

12. High-pressure fuel pump (16) according to Claim 11, **characterized in that** the cone angle of the conical face (80) corresponds at least approximately to the cone angle of the valve seat (54).

13. High-pressure fuel pump (16) according to Claim 11, **characterized in that** the cone angle of the conical face (80) is larger than the cone angle of the valve seat (54).

14. High-pressure fuel pump (16) according to one of Claims 7 to 13, **characterized in that** the valve-seat body (44) has a shoulder (82) which is adjacent to the valve seat (54) and extends at least approximately radially and from which the radial inside (80) of the securing portion (76) extends in the opening direction (74) of the pressure-limiting valve (42).

15. High-pressure fuel pump (16) according to one of Claims 7 to 12, **characterized in that** the pressure-limiting valve (42) comprises a piston-like valve-element holder (60) which acts in the closing direction upon the valve element (56) and which, with the pressure-limiting valve (42) both closed and open, penetrates into the inner space delimited by the securing portion (76).

Revendications

1. Pompe à carburant haute pression (16), comprenant au moins un espace de refoulement (32), une sortie haute pression (26) et une soupape de limitation de la pression (42) avec un élément de soupape (56) activé par la différence de pression, qui peut ouvrir le passage de la sortie haute pression (26) vers l'espace de refoulement (32), où, considéré depuis un siège de soupape (54) de la soupape de limitation de la pression (42) vers son côté haute pression, un dispositif d'étranglement (64) est prévu, dont la section transversale libre (F_{D1} ; F_{D2}) est au maximum approximativement égale à une section transversale d'ouverture maximale souhaitée (F_R) de la soupape de limitation de la pression (42), **caractérisée en ce que** le dispositif d'étranglement (64) comprend une partie (65) disposée du côté haute pression, vu depuis la soupape de limitation de la pression (42), et séparée de la soupape de limitation de la pression (42), et comprenant un étranglement de l'écoulement (70).

2. Pompe à carburant haute pression (16) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la partie séparée (65) est maintenue avec un ajustement serré dans un canal de débordement (46) d'un boîtier de pompe (22).

3. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une

quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la partie séparée (65) est réalisée en forme de pot avec une portion de fond (66) et l'étranglement de l'écoulement est formé par au moins une ouverture (70) dans la portion de fond (66).

4. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif d'étranglement (64) est formé par l'étranglement de l'écoulement (70), dont la surface libre en section transversale (F_{D1}) vaut au moins approximativement 0,6 à 1,1 fois la surface en section transversale (F_{d1}) d'un siège de soupape (54) de la soupape de limitation de la pression (42).

5. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément de soupape de la soupape de limitation de la pression (42) comprend une bille (56) sollicitée par ressort, et **en ce que** le siège de soupape (54) est conique, avec un angle de conicité (58) approximativement compris entre 30° et 50°.

6. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**une surface libre en section transversale (F_{d2}) du canal d'afflux (52) directement en amont du siège de soupape (54) vaut approximativement 0,8 à 0,95 fois la surface en section transversale (F_{d1}) du siège de soupape (54) de la soupape de limitation de la pression (42).

7. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**un corps de siège de soupape (44) de la soupape de limitation de la pression (42) comprend une portion de sécurité (76) pour l'élément de soupape (56), s'étendant dans la direction de l'ouverture (74) de l'élément de soupape (56), qui est réalisée sous forme de collet (76) substantiellement annulaire.

8. Pompe à carburant haute pression (16) selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** la portion de sécurité (76) est façonnée sur une région de siège de soupape (50) de la soupape de limitation de la pression (42) à proximité de son siège de soupape (54).

9. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications 7 à 8, **caractérisée en ce que** du côté radialement interne (80) de la portion de sécurité (76) est réalisé au moins un canal d'écoulement s'étendant de préférence essentiellement sur la longueur de la portion de sécurité (76), notamment une poche d'écoulement (92).

10. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisée en ce que** la portion de sécurité (76) présente au moins une fente (94) s'étendant de préférence essentiellement sur sa longueur.

11. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisée en ce que** le côté radialement interne (80) de la portion de sécurité (76) comprend une surface conique s'élargissant dans la direction de l'ouverture (74) de la soupape de limitation de la pression (42).

12. Pompe à carburant haute pression (16) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** l'angle de conicité de la surface conique (80) correspond au moins approximativement à l'angle de conicité du siège de soupape (54).

13. Pompe à carburant haute pression (16) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** l'angle de conicité de la surface conique (80) est supérieur à l'angle de conicité du siège de soupape (54).

14. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, **caractérisée en ce que** le corps de siège de soupape (44) présente un épaulement (82) adjacent au siège de soupape (54) et s'étendant approximativement radialement, depuis lequel s'étend, dans la direction de l'ouverture (74) de la soupape de limitation de la pression (42), le côté radialement interne (80) de la portion de sécurité (76).

15. Pompe à carburant haute pression (16) selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, **caractérisée en ce que** la soupape de limitation de la pression (42) comprend un support d'élément de soupape de type piston (60), qui sollicite l'élément de soupape (56) dans le sens de la fermeture, et qui plonge dans l'espace interne limité par la portion de sécurité (76) à la fois lorsque la soupape de limitation de la pression (42) est fermée et lorsqu'elle est ouverte.

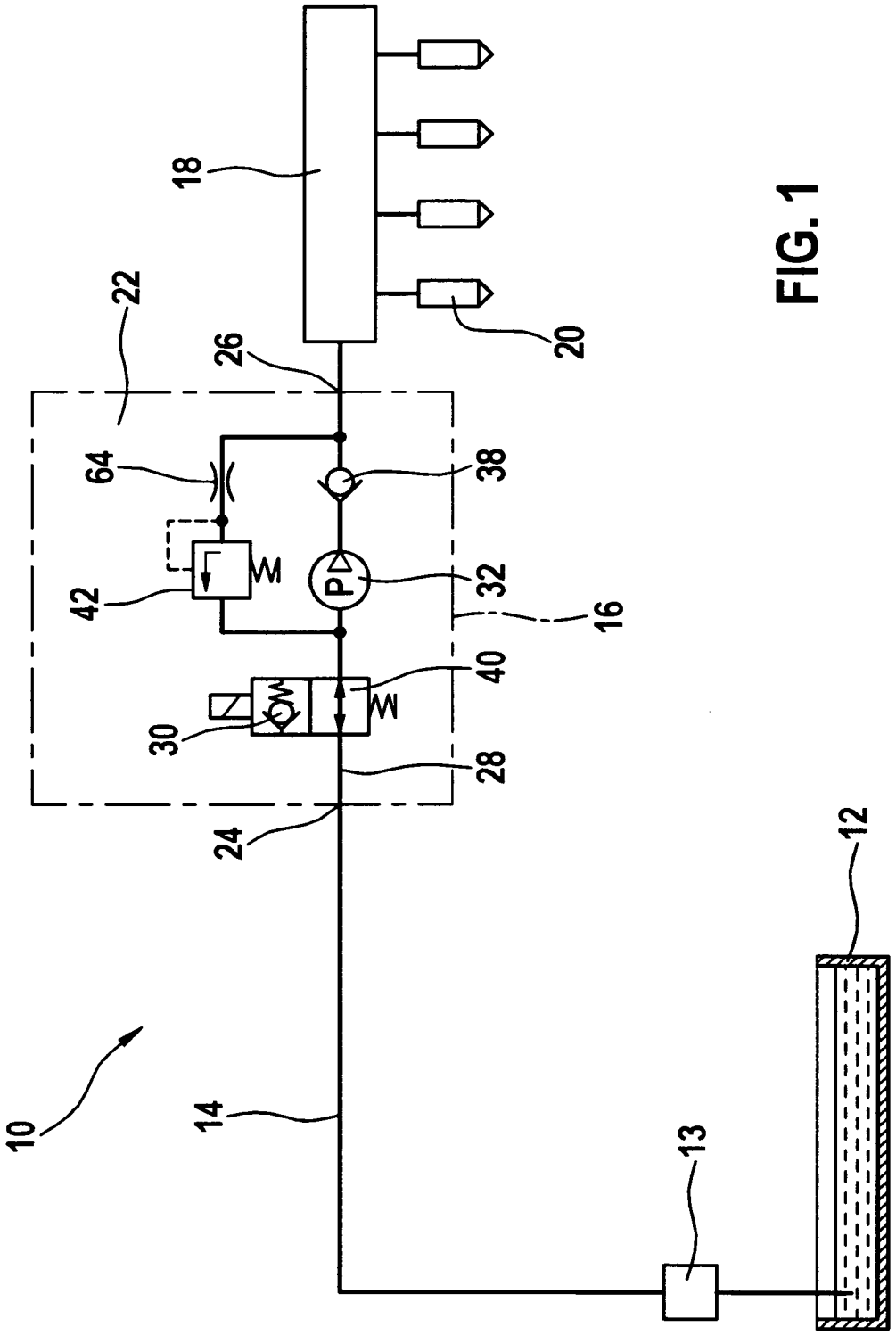


FIG. 1

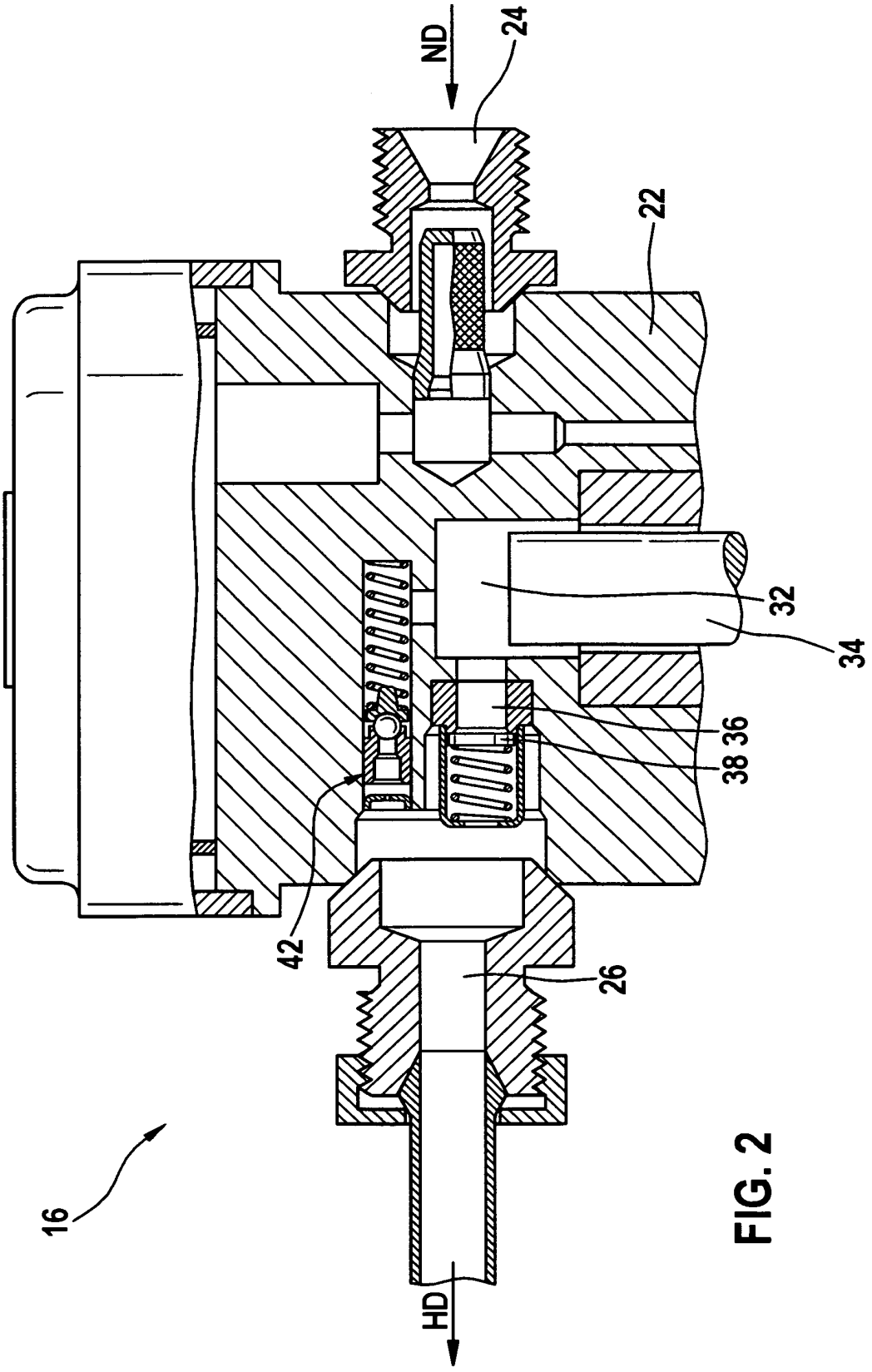


FIG. 2

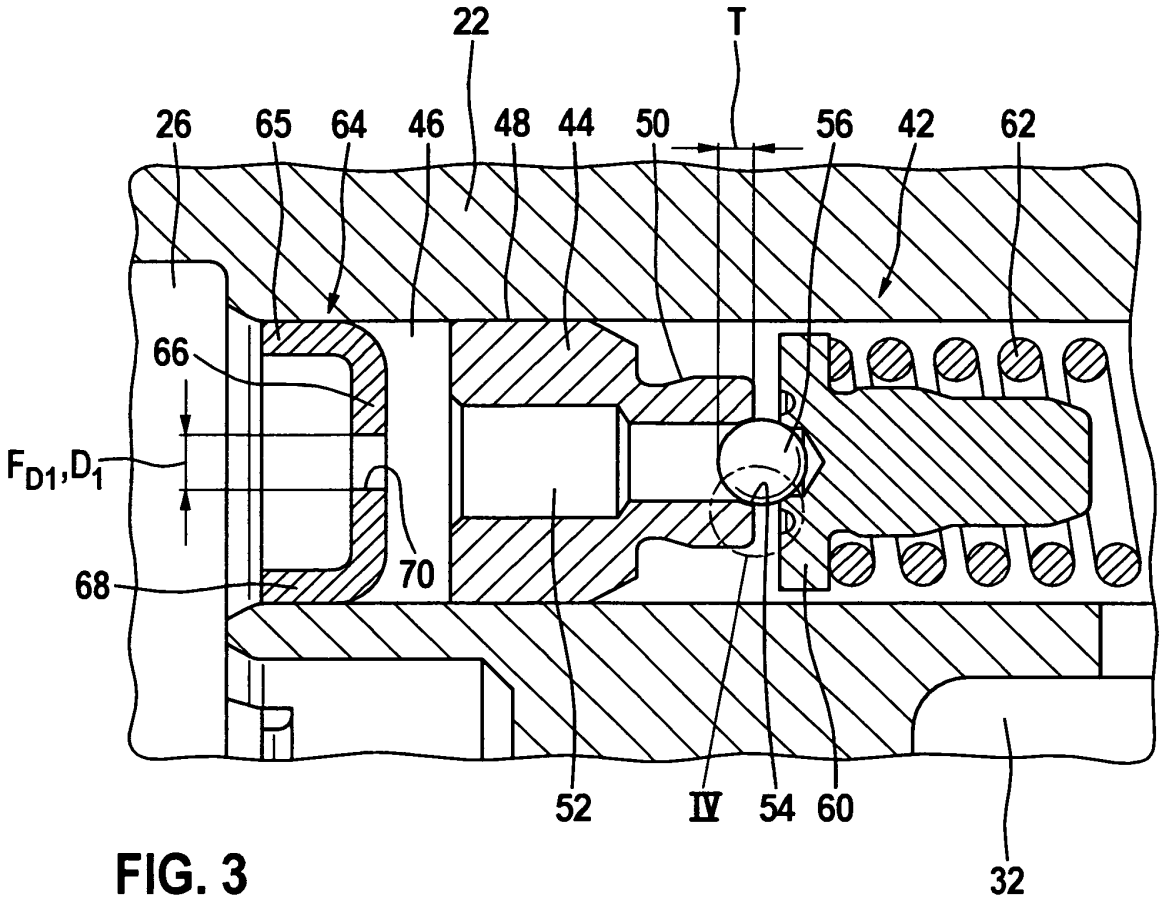

22
T
26
65
64
46
48
44
50
56
42
62
66
F_{D1},D_1
70
68
52
IV
54
60
32

FIG. 3

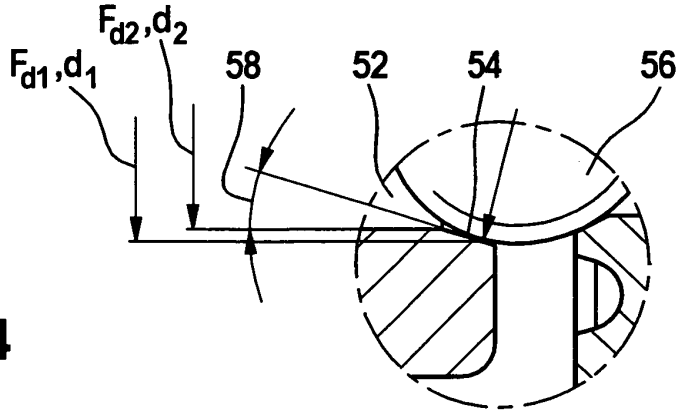

F_{d2},d_2
F_{d1},d_1
58
52
54
56

FIG. 4

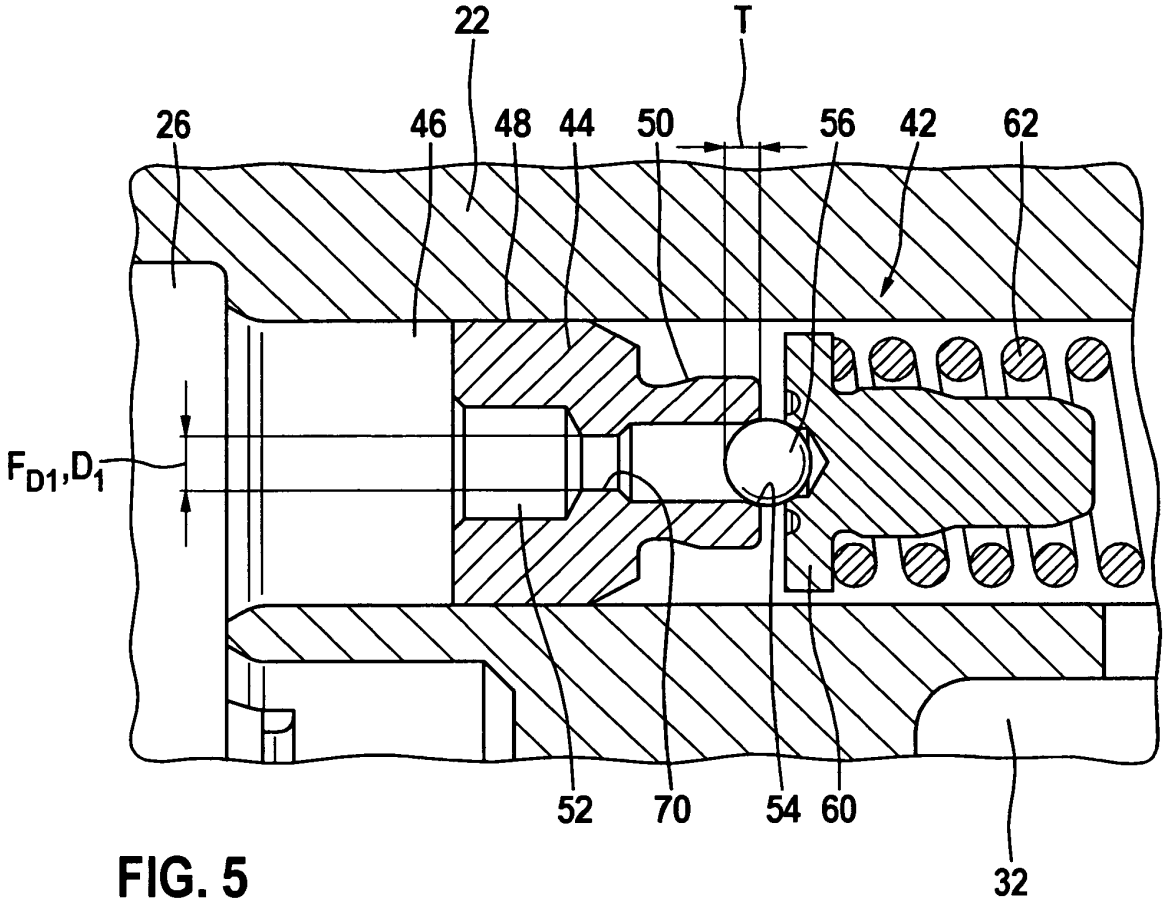

22
T
26
46
48
44
50
56
42
62
F_{D1},D_1
52
70
54
60
32

FIG. 5

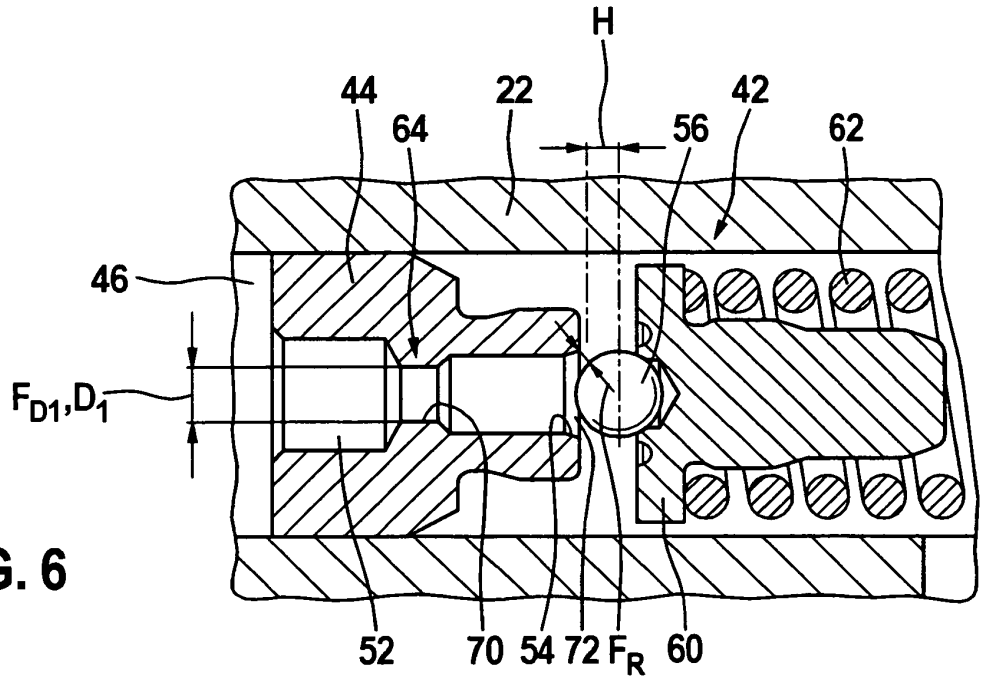

H
44
22
42
64
56
62
46
F_{D1},D_1
52
70
54
72
F_R
60

FIG. 6

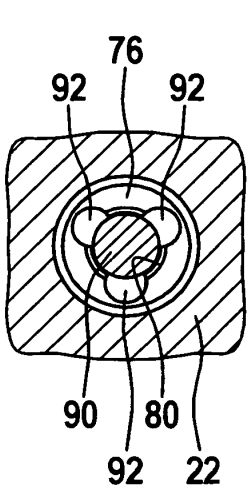


FIG. 8

FIG. 7

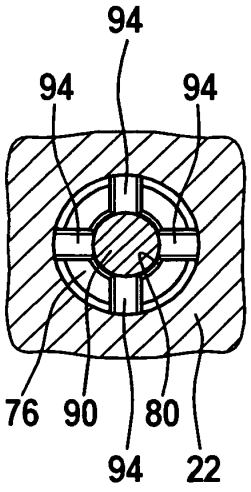


FIG. 10

FIG. 9

FIG. 11

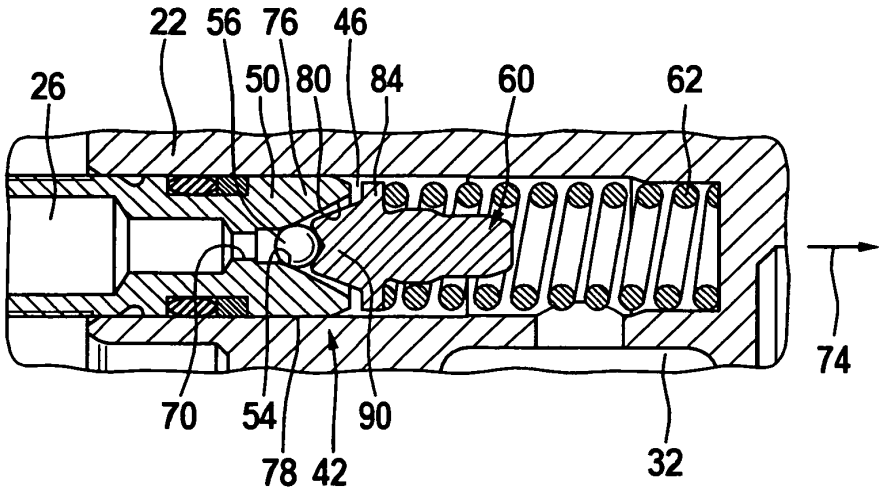


FIG. 12

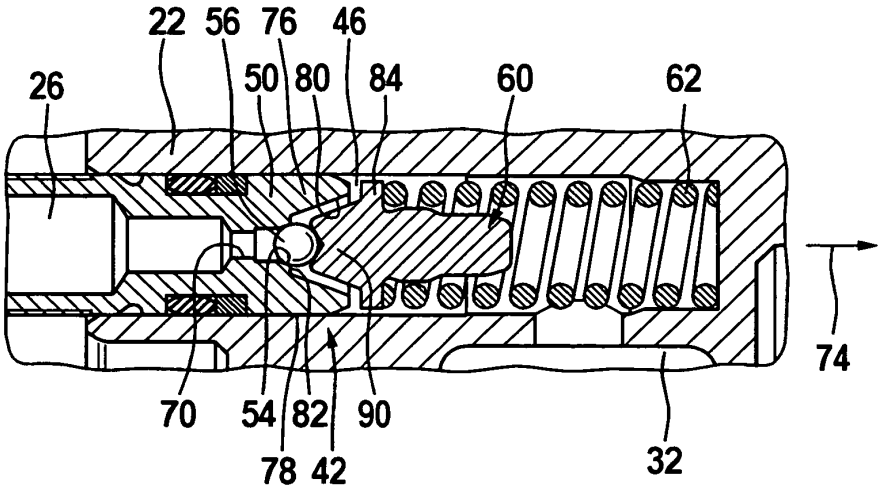
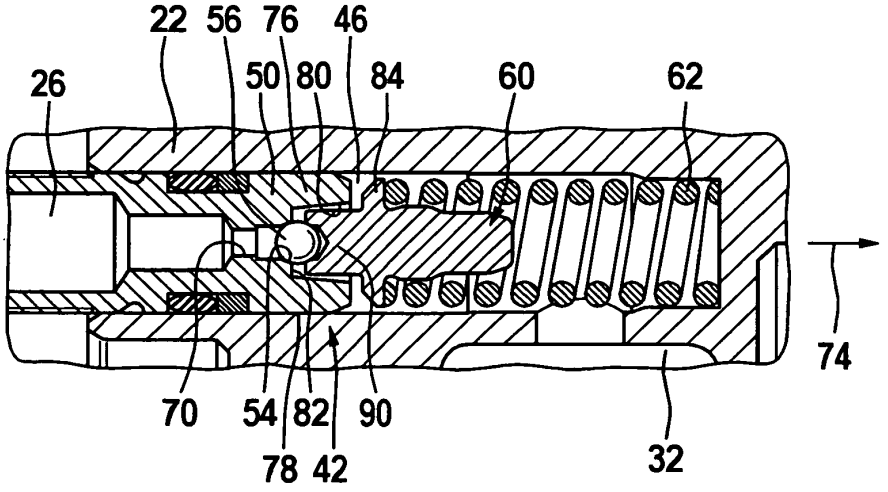


FIG. 13



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 102004013307 A1 **[0002]**
- GB 2058948 A **[0003]**