



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.11.2003 Patentblatt 2003/46

(51) Int Cl.7: **F02M 59/06**, F02M 59/46

(21) Anmeldenummer: **03005033.0**

(22) Anmeldetag: **06.03.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Hess, Manfred**
71334 Waiblingen (DE)

(30) Priorität: **07.05.2002 DE 10220281**

(54) **Kraftstoffpumpe, insbesondere für eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung**

(57) Eine Kraftstoffpumpe, welche für eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung eingesetzt wird, umfasst ein Gehäuse und mindestens einen Kolben, der in dem Gehäuse aufgenommen ist. Ferner sind Antriebsmittel vorhanden, welche den Kolben in eine Hin- und Herbewegung versetzen. Ein Arbeitsraum wird bereichsweise vom Kolben begrenzt. Ein Einlasskanal (56) und ein Auslasskanal sind mit dem Arbeitsraum verbindbar. Zwischen dem Einlasskanal (56) und dem Arbeitsraum ist eine erste Ventileinrichtung (64) und zwischen dem Arbeitsraum und dem Auslasskanal eine

zweite Ventileinrichtung (74) vorgesehen. Das Ventilelement (62) der einen Ventileinrichtung (64) weist einen Führungsabschnitt (60) auf, welcher in einer Führungsöffnung (58) aufgenommen ist. Um zu verhindern, dass von der Kraftstoffpumpe ungewollt Kraftstoff gefördert wird, wird vorgeschlagen, dass die Führungsöffnung (58) im Ventilelement (72) der anderen Ventileinrichtung (74) ausgebildet ist und die Umfangsfläche des Führungsabschnitts (60) und/oder der Führungsöffnung (58) mindestens eine Ausnehmung (88) aufweist, durch welche die Kontaktfläche zwischen Führungsabschnitt (60) und Führungsöffnung (58) reduziert wird.

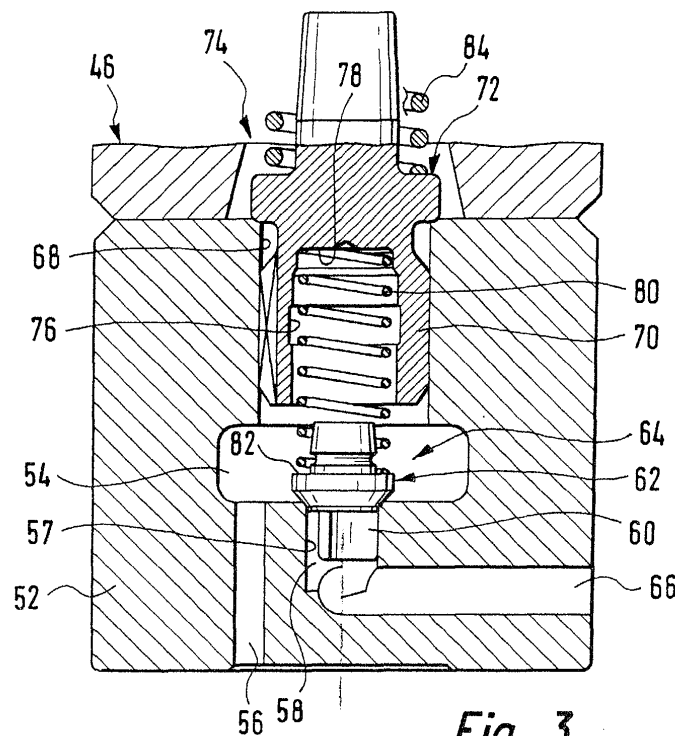


Fig. 3

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst eine Kraftstoffpumpe, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit Direkteinspritzung, mit einem Gehäuse, mit mindestens einem Kolben, welcher in dem Gehäuse aufgenommen ist, mit Antriebsmitteln, welche den Kolben in eine Hin- und Herbewegung versetzen, mit einem Arbeitsraum, welcher bereichsweise vom Kolben begrenzt ist, mit einem Einlasskanal und mit einem Auslasskanal, welche mit dem Arbeitsraum verbindbar sind, mit einer ersten Ventileinrichtung zwischen Arbeitsraum und Einlasskanal und einer zweiten Ventileinrichtung zwischen Arbeitsraum und Auslasskanal, wobei das Ventilelement der einen Ventileinrichtung einen Führungsabschnitt aufweist, welcher wenigstens bereichsweise in einer Führungsöffnung aufgenommen ist.

[0002] Eine derartige Kraftstoffpumpe ist vom Markt her bekannt. Sie dient als Hochdruck-Kraftstoffpumpe für Dieselbrennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen. Der Kraftstoff wird von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe unter hohem Druck in eine Kraftstoffsammelleitung ("rail") gefördert, in welcher er unter hohem Druck gespeichert ist. Von der Kraftstoff-Sammelleitung gelangt der Kraftstoff zu Einspritzventilen, die direkt in die Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen.

[0003] Bei der bekannten Kraftstoffpumpe sind die beiden Ventileinrichtungen in einer kompakten Einheit untergebracht. Dabei stützt sich das Ventilelement der zwischen Arbeitsraum und Einlasskanal vorhandenen Ventileinrichtung ("Einlassventil") an dem Ventilelement der zwischen Arbeitsraum und Auslasskanal vorhandenen Ventileinrichtung ("Auslassventil") ab. Das Ventilelement des Einlassventils ist ferner über einen zylindrischen Führungszapfen in einer Führungsöffnung des Ventilelements des Auslassventils geführt.

[0004] Bei der bekannten Brennkraftmaschine wurde festgestellt, dass es im Betrieb im Einlasskanal der Kraftstoffpumpe und den stromaufwärts gelegenen Komponenten immer wieder zu Druckstößen kommt. Diese reduzieren den Wirkungsgrad der Kraftstoffpumpe. Auch müssen die Ventile aufwändig gefertigt werden. Ferner ist die Regelung aufgrund der Druckschwingungen schwierig.

[0005] Ferner ergibt sich bei Brennkraftmaschinen grundsätzlich die Notwendigkeit, die Förderung von Kraftstoff in die Kraftstoff-Sammelleitung vollständig unterbinden zu können ("Nullförderung"). Da eine auch hierfür vorgesehene Zumesseinheit, welche stromaufwärts von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe angeordnet ist, auch im geschlossenen Zustand immer einer gewisse Leckagemenge an Kraftstoff zur Hochdruck-Kraftstoffpumpe hin durchlässt, werden sog. Nullförderdrosseln zwischen der Zumesseinheit und der Hochdruck-Kraftstoffpumpe eingesetzt, welche den am Ausgang der Zumesseinheit austretenden Leckagekraftstoff zu-

rückführen sollen. Durch diese Nullförderdrosseln wird jedoch das Startverhalten der Brennkraftmaschine nachteilig beeinflusst. Ohne derartige Nullförderdrosseln würde jedoch selbst bei vollständig geschlossener Zumesseinheit weiterhin Kraftstoff von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe in die Kraftstoff-Sammelleitung gefördert werden.

[0006] Die vorliegende Erfindung hat nun die Aufgabe, eine Kraftstoffpumpe der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die Brennkraftmaschine, bei der sie eingesetzt wird, preiswerter hergestellt werden kann und ein besseres Startverhalten aufweist und bei der ein sicheres Abstellen der Kraftstoffförderung gewährleistet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einer Kraftstoffpumpe der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Führungsöffnung im Ventilelement der anderen Ventileinrichtung ausgebildet ist und die Umfangsfläche des Führungsabschnitts und/oder der Führungsöffnung mindestens eine Ausnehmung aufweist, durch welche die Kontaktfläche zwischen Führungsabschnitt und Führungsöffnung reduziert wird.

Vorteile der Erfindung

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe treten im Einlasskanal und stromaufwärts von diesem keine von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe herrührenden Druckimpulse mehr auf. Somit können Ventile eingesetzt werden, die günstiger gefertigt werden können.

[0009] Ferner ist das Startverhalten einer Brennkraftmaschine, welche mit der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe ausgerüstet ist, erheblich verbessert, da die Nullförderdrossel deutlich kleiner ausfallen kann als bisher. Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe wird nämlich auch dann, wenn eine vor der Kraftstoffpumpe angeordnete Zumesseinheit eine gewisse Leckagemenge an Kraftstoff zur Kraftstoffpumpe hin durchlässt, kein Kraftstoff gefördert.

[0010] Der Grund für beide Maßnahmen liegt darin, dass die Funktionen des Einlassventils und des Auslassventils bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe voneinander entkoppelt sind. Bei der bekannten Kraftstoffpumpe wurde nämlich festgestellt, dass es dann, wenn während eines Förderhubs das Auslassventil öffnet, aufgrund von Reibungseffekten und eines verzögerten Druckaufbaus in der Aufnahmeöffnung des Ventilelements des Auslassventils zu einem kurzen Öffnen des Einlassventils kommt. Dies führt zu dem Druckstoß bzw. Druckimpuls im Einlassbereich der Kraftstoffpumpe, welcher bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe vermieden wird.

[0011] Bei einer mehrzylindrigen Kraftstoffpumpe, deren Einlasskanäle miteinander verbunden sind, führt dieser während eines Förderhubs des einen Zylinders ausgelöste Druckimpuls zu einem Öffnen des Ventilelements des Einlassventils am anderen Zylinder, welcher sich gerade in der Saugphase befindet. Somit gelangt

Kraftstoff während der Saugphase dieses Zylinders in den Arbeitsraum und wird während des anschließenden Förderhubs zur Kraftstoff-Sammelleitung weitertransportiert.

[0012] Dies wird bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe vermieden, da es aufgrund der verminderten Reibung zwischen den Ventilelementen des Einlass- und des Auslassventils nicht zu dem besagten Mitnahmeeffekt kommen kann. Das Einlassventil eines Zylinders, der sich gerade in der Förderphase befindet, bleibt zuverlässig geschlossen.

[0013] Die Entkopplung des Ventilelements des Einlassventils von dem Ventilelement des Auslassventils wird dadurch erreicht, dass die Kontaktfläche zwischen den beiden Elementen reduziert wird. Hierdurch wird die Reibung zwischen beiden Elementen verringert, was letztendlich dazu führt, dass das Ventilelement des Auslassventils bei einer Bewegung das Ventilelement des Einlassventils nicht mitbewegt. Erfindungsgemäß wird also eine "mechanische" Entkopplung geschaffen.

[0014] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Kraftstoffpumpe wird vorgeschlagen, dass sie einen Verbindungskanal aufweist, welcher die Führungsöffnung mit dem Arbeitsraum verbindet. Ein solcher Verbindungskanal verhindert, dass es bei einer Bewegung des Ventilelements des Auslassventils zu einem Druckabfall in der Führungsöffnung kommt, welche ebenfalls eine Bewegung des Ventilelements des Einlassventils provozieren könnte. Durch diesen Verbindungskanal werden die schädlichen Druckimpulse noch besser verhindert. Erfindungsgemäß wird also eine "hydraulische" Entkopplung geschaffen.

[0015] Alternativ hierzu ist es bei einer Kraftstoffpumpe der eingangs genannten Art möglich, dass der Führungsabschnitt am Ventilelement der ersten Ventileinrichtung und die Führungsöffnung im Einlasskanal ausgebildet ist. Hierdurch sind die beiden Ventilelemente vollständig voneinander entkoppelt, so dass eine durch die Öffnungsbewegung des Ventilelements des Auslassventils provozierte Öffnungsbewegung des Ventilelements des Einlassventils ausgeschlossen ist. Im Gegensatz zu den beiden obigen Ausgestaltungen der Erfindung muss hier allerdings unter Umständen das Ventilelement des Auslassventils etwas gekürzt werden, um bei einer Öffnungsbewegung des Ventilelements des Einlassventils den nötigen Abstand zwischen den beiden Ventilelementen sicherzustellen.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindungen sind in Unteransprüchen angegeben.

[0017] In einer ersten Weiterbildung heißt es, dass die Umfangsfläche des Führungsabschnitts und/oder der Führungsöffnung mindestens eine in Längsrichtung verlaufende Ausnehmung aufweist, durch welche die Kontaktfläche zwischen Führungsabschnitt und Führungsöffnung reduziert wird und welche als Strömungskanal bei geöffnetem Ventil dient. Bei dieser Weiterbildung sind also die vollständige Entkopplung der beiden Ventilelemente und die besonders reibungsarme Füh-

rung des Ventilelements des Einlassventils miteinander gekoppelt. Eine solche Kraftstoffpumpe arbeitet somit sehr effektiv.

[0018] Dabei ist es möglich, dass eine Mehrzahl von Ausnehmungen vorhanden ist. Je mehr Ausnehmungen vorhanden sind, desto kleiner ist die Kontaktfläche zwischen dem Führungsabschnitt und der Führungsöffnung, was letztlich zu einer Verringerung der Reibungskräfte führt. Darüber hinaus wird durch eine Mehrzahl von Ausnehmungen die Strömung im Bereich der Ventile verbessert.

[0019] Besonders bevorzugt ist dabei, wenn die Ausnehmungen so ausgebildet sind, dass zwischen Führungsabschnitt und Führungsöffnung nur ein im Wesentlichen linienhafter Kontakt vorliegt. In diesem Fall sind die Reibungskräfte zwischen Führungsabschnitt und Führungsöffnung minimal. Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass die Kontaktflächen noch so groß sind, dass kein übermäßiger Verschleiß auftritt.

[0020] Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe wird vorgeschlagen, dass der Führungsabschnitt so ausgebildet ist, dass er mindestens drei sich radial erstreckende und vorzugsweise über den Umfang verteilte angeordnete Flügel umfasst. Mit solchen Flügeln ist einerseits eine sichere Führung des Ventilelements möglich, andererseits ermöglichen die Ausnehmungen bzw. die Durchlässe zwischen den Flügeln eine weitgehend ungehinderte Strömung des Kraftstoffes. Eine solche Kraftstoffpumpe arbeitet somit mit hohem Wirkungsgrad.

[0021] Gleiches gilt auch für eine Kraftstoffpumpe, bei welcher die Führungsöffnung so ausgebildet ist, dass sie mindestens drei sich radial erstreckende und vorzugsweise über den Umfang verteilte angeordnete Flügel umfasst.

[0022] Vorteilhaft ist, wenn die Flügel hohl geschliffen sind. Dies erhöht die Stabilität des Ventilelements und schafft einen größeren Durchflussquerschnitt.

[0023] Ferner wird vorgeschlagen, dass sich das Ventilelement der ersten Ventileinrichtung am Ventilelement der zweiten Ventileinrichtung über ein Spannelement so abstützt, dass es gegen den zugehörigen Sitz gedrückt wird. Eine solche Kraftstoffpumpe baut sehr kompakt.

[0024] Der Angriff des Spannelements am ersten Ventilelement wird dadurch erleichtert, dass das erste Ventilelement einen plattenförmigen Stützabschnitt, vorzugsweise eine Scheibe, umfasst, an dem sich das Spannelement abstützt.

50 Zeichnung

[0025] Nachfolgend werden besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems einer direkteinspritzenden

- Brennkraftmaschine mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe;
- Figur 2 eine teilweise geschittene Darstellung der Hochdruck-Kraftstoffpumpe des Kraftstoffsystems von Figur 1;
- Figur 3 eine Detailansicht der Hochdruck-Kraftstoffpumpe von Figur 2, in der ein Einlass- und ein Auslassventil dargestellt ist;
- Figur 4 eine Draufsicht auf ein Ventilelement des Einlassventils von Figur 3;
- Figur 5 eine Seitenansicht des Ventilelements von Figur 4;
- Figur 6 ein Diagramm, in dem der Druck in einem Einlasskanal der Hochdruck-Kraftstoffpumpe von Figur 2 über der Zeit dargestellt ist;
- Figur 7 eine Detailansicht ähnlich Figur 3 eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe; und
- Figur 8 einen Schnitt durch einen Bereich eines dritten Ausführungsbeispiels einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0026] In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Es dient zur Versorgung einer Brennkraftmaschine 12 mit Kraftstoff. Bei der Brennkraftmaschine 12 handelt es sich vorliegend um eine Diesel-Brennkraftmaschine, grundsätzlich ist das gezeigte Kraftstoffsystem 10 jedoch auch für Benzin-Brennkraftmaschinen einsetzbar.

[0027] Das Kraftstoffsystem 10 umfasst einen Kraftstoffbehälter 14, aus dem eine mechanische, als Zahnradpumpe ausgebildete Kraftstoffpumpe 16 Kraftstoff über einen Filter 18 fördert. Von der Kraftstoffpumpe 16 gelangt der Kraftstoff über eine Zumesseinheit 20 und eine Kraftstoffleitung 21 zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22. Von dort wird er über eine Kraftstoffleitung 23 weiter gefördert in eine Kraftstoff-Sammelleitung 24 ("rail"), in der der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert ist.

[0028] An die Kraftstoff-Sammelleitung 24 sind mehrere Injektoren 26 angeschlossen, die den Kraftstoff in Brennräume 28 direkt einspritzen. Von der Kraftstoffleitung 21 zwischen Zumesseinheit 20 und Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 zweigt eine Nullförderleitung 30 ab, in der eine Nullförderdrossel 32 angeordnet ist. Wesentliche Funktionen der Brennkraftmaschine 12 werden von einem Steuer- und Regelgerät 34 gesteuert bzw. geregelt. So ist auch die Zumesseinheit 20 an das Steuer- und Regelgerät 34 angeschlossen und wird von die-

sem angesteuert.

[0029] Bei der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 handelt es sich um eine 4-Stempel-Hochdruckpumpe in V-Anordnung (Figur 2). Diese kommt insbesondere bei Kraftstoffsystemen mit hohem Mengenbedarf zur Anwendung. In Figur 2 sind die beiden Zylinder einer Zylinderebene sichtbar. Sie tragen die Bezugszeichen 36a und 36b. Die Zylinder 36a und 36b sind Teil eines Gehäuses 38. In ihnen sind Kolben 40a bzw. 40b aufgenommen. Diese werden von einer Nockenwelle 42 in eine Hin- und Herbewegung versetzt. Die Kolben 40a bzw. 40b begrenzen Arbeitsräume 44a bzw. 44b.

[0030] Nach radial außen werden die Arbeitsräume 44a bzw. 44b von Ventilblöcken 46a bzw. 46b begrenzt. Deren genauer Aufbau ist weiter unten im Detail erläutert. Zwischen den Zylindern 36a und 36b sitzt auf dem Gehäuse 38 die Zumesseinheit 20. Von dieser führen Einlasskanäle 48a bzw. 48b im Gehäuse 38 zu den Ventilblöcken 46a bzw. 46b. In den Ventilblöcken 46a bzw. 46b sind Auslasskanäle 50a bzw. 50b vorhanden. Diese führen zu der Kraftstoffleitung 23 und weiter zur Kraftstoff-Sammelleitung 24.

[0031] Die Ventilblöcke 46a bzw. 46b werden nun beispielhaft unter Bezugnahme auf Figur 3 anhand eines Ventilblocks 46 erläutert. Dieser umfasst einen zylindrischen Ventilkörper 52. In ihm ist ein Ventilraum 54 vorhanden, der über einen Verbindungskanal 56 mit dem Arbeitsraum 44 verbunden ist. Vom Ventilraum 54 führt eine zur Achse des Ventilkörpers 52 koaxiale Bohrung 57 in Einbaulage in Richtung zum Arbeitsraum 44. Diese bildet eine Führungsöffnung 58 für einen Führungsabschnitt 60 eines Ventilelements 62.

[0032] Eine Schräge (ohne Bezugszeichen) im Übergangsbereich zwischen der Führungsöffnung 58 und dem Ventilraum 54 bildet einen Ventilsitz für das Ventilelement 62. Der Ventilsitz und das Ventilelement 62 bilden insgesamt ein Einlassventil 64, durch welches Kraftstoff von der Zumesseinheit 20 über den Einlasskanal 48 mit seinen im Ventilkörper 52 ausgebildeten Abschnitten 66 und 57 in den Ventilraum 54 und weiter in den Arbeitsraum 44 gelangen kann.

[0033] Gegenüberliegend von der Führungsöffnung 58 erstreckt sich vom Ventilraum 54 eine Bohrung 68, in welcher ein Führungsabschnitt 70 eines Ventilelements 72 geführt ist. Eine Schräge (ohne Bezugszeichen) im Übergangsbereich zwischen der Bohrung 68 und der Außenseite des Ventilkörpers 52 bildet einen Ventilsitz für das Ventilelement 72. Der Ventilsitz und das Ventilelement 72 bilden zusammen ein Auslassventil 74, über welches der Kraftstoff aus dem Arbeitsraum 44 über den Verbindungskanal 56, den Ventilraum 54 und den Auslasskanal 50 in die Kraftstoffleitung 23 und weiter zur Kraftstoff-Sammelleitung 24 gelangen kann.

[0034] In das Ventilelement 72 des Auslassventils 74 ist zum Ventilraum 54 hin eine Sackbohrung 76 eingebracht. An deren Grundseite 78 stützt sich eine Druckfeder 80 ab. Deren anderes Ende liegt wiederum an einem Absatz 82 des Ventilelements 62 des Einlassven-

tils 64 an. Auf diese Weise wird das Ventilelement 62 des Einlassventils 64 gegen seinen Ventilsitz gedrückt. Das Ventilelement 72 des Auslassventils 74 wird durch eine Druckfeder 84 gegen seinen Ventilsitz beaufschlagt.

[0035] Der Führungsabschnitt 60 des Ventilelements 62 des Einlassventils 64 ist, wie aus den Figuren 4 und 5 ersichtlich ist, in Form von Flügeln 86a, 86b und 86c ausgeführt, die sich sternförmig radial erstrecken und über den Umfang verteilt angeordnet sind. An ihren radial äußeren Enden sind die Flügel 86a, 86b bzw. 86c so ausgebildet, dass sich ein deutlich reduzierter Kontakt mit der Wand der Führungsöffnung 58 im Ventilkörper 52 ergibt. Zwischen den Flügeln 86a, 86b und 86c sind hohl geschliffene Ausnehmungen 88a, 88b bzw. 88c vorhanden.

[0036] Das Kraftstoffsystem 10 mit der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 arbeitet folgendermaßen: Die Zumesseinheit 20 wird vom Steuer- und Regelgerät 34 so angesteuert, dass nur jene Kraftstoffmenge zur Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 und von dieser weiter in die Kraftstoff-Sammelleitung 24 gelangt, welche von den Injektoren 26 in die Brennräume 28 eingespritzt wird. Während der Saugphase eines Zylinders 36a bzw. 36b bewegt sich der Kolben 40a bzw. 40b nach radial einwärts, so dass der Druck im entsprechenden Arbeitsraum 44a bzw. 44b sinkt. Hierdurch sinkt auch der Druck im Ventilraum 54, wodurch sich das Ventilelement 62 des Einlassventils 64 des entsprechenden Zylinders 36a bzw. 36b von seinem Sitz abhebt.

[0037] Somit kann Kraftstoff von der Zumesseinheit 20 in den Arbeitsraum 44a bzw. 44b strömen. Die Reaktion des Ventilelements 62 des Einlassventils 64 erfolgt dabei sehr spontan, da die Reibung zwischen dem Führungsabschnitt 60 und der Führungsöffnung 58 nur sehr gering ist. Gleichzeitig ist das Ventilelement 62 durch den Führungsabschnitt 60 in der Führungsöffnung 58 exakt zentriert, so dass es in geschlossenem Zustand die Verbindung zwischen dem Ventilraum 54 und dem Einlasskanal 48 zuverlässig abdichtet. Die Ausnehmungen 88a, 88b bzw. 88c ermöglichen bei geöffnetem Einlassventil 64 ein weitgehend ungehindertes Zuströmen des Kraftstoffs zum Arbeitsraum 44a bzw. 44b hin.

[0038] Während der Förderphase eines Zylinders 36a bzw. 36b bewegt sich der entsprechende Kolben 40a bzw. 40b nach radial auswärts. Hierdurch steigt der Druck im Ventilraum 54, so dass das Ventilelement 62 des Einlassventils 64 wieder an seinem Ventilsitz in Anlage kommt. Wenn die Druckdifferenz zwischen dem Ventilraum 54 und dem Auslasskanal 50 groß genug ist, hebt das Ventilelement 72 des Auslassventils 74 vom entsprechenden Ventilsitz ab, so dass der Kraftstoff vom Arbeitsraum 44 über den Ventilraum 54 in die Kraftstoff-Sammelleitung 24 gelangen kann. Dabei wird deutlich, dass eine Bewegung des Ventilelements 72 des Auslassventils 74 keine unmittelbare Auswirkung auf das Ventilelement 62 des Einlassventils 64 hat. Nur

die Druckfeder 80 wird etwas entspannt, was jedoch aufgrund des im Ventilraum 54 herrschenden hohen Druckes für die Position des Ventilelements 62 ohne Einfluss ist.

[0039] Wenn von den Injektoren 26 kein Kraftstoff in die Brennräume 28 gelangt (beispielsweise im Schubbetrieb), wird die Zumesseinheit 20 vom Steuer- und Regelgerät 34 geschlossen. Systembedingt kommt es jedoch auch bei geschlossener Zumesseinheit 20 zu einer gewissen Leckagemenge an Kraftstoff, welche über die Kraftstoffleitung 21 in die Einlasskanäle 48a bzw. 48b gelangt. Da das Einlassventil 64 jedoch vom Auslassventil 74 entkoppelt ist, bleibt das Einlassventil 64 auch in diesem Falle zuverlässig geschlossen, so dass kein Kraftstoff in die Kraftstoff-Sammelleitung 24 gefördert wird. Der entsprechende Druckverlauf trägt in Figur 6 das Bezugszeichen 90.

[0040] Durch die Entkopplung ist sichergestellt, dass beispielsweise während der Förderhubs des Zylinders 36a das Ventilelement 62 des Einlassventils 64 in diesem Zylinder von seinem Ventilsitz nicht abhebt und somit keinen Druckimpuls in den Einlasskanälen 48a und 48b auslöst. Da der Zylinder 36b sich in einer Saugphase befindet, wenn der Zylinder 36a sich in einer Förderphase befindet, könnte ein solcher Druckimpuls leicht zu einem Abheben des Ventilelements 62 des Einlassventils 64 des Zylinders 36b führen.

[0041] Hierdurch würde Leckagekraftstoff von der Zumesseinheit 20 in den Arbeitsraum 44b des entsprechenden Zylinders 36b gelangen, und weiter zur Kraftstoff-Sammelleitung 24 gefördert werden. Diese Druckimpulse, welche bei der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 in den Einlasskanälen 48a und 48b vermieden werden, sind in Figur 6 gestrichelt dargestellt und mit 92 bezeichnet.

[0042] In Figur 7 ist ein Ventilkörper 52 eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 dargestellt. In Figur 7 tragen solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Auf sie wird nicht nochmals im Detail eingegangen.

[0043] Bei dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Ventilelement 62 des Einlassventils 64 in der Sackbohrung 76 des Ventilelements 72 des Auslassventils 74 geführt. Diese bildet somit die Führungsöffnung 58. Dies hat den Vorteil, dass ein herkömmliches Ventilelement 72 für das Auslassventil 74 verwendet werden kann. Zur Abstützung der Druckfeder 80 am Ventilelement 62 ist eine Scheibe 82 vorgesehen, welche auf den axialen Rändern der Flügel 86a, 86b und 86c aufliegt. Zum Druckausgleich der Führungsöffnung 58 ist in der diese umgebenden Wand des Ventilelements 72 eine Druckausgleichsbohrung 94 vorhanden, die über eine Längsnut 96 mit dem Ventilraum 54 kommuniziert.

[0044] In Figur 8 ist ein Bereich einer Abwandlung des in Figur 7 dargestellten Einlassventils 64 bzw. des in Fi-

gur 7 dargestellten Auslassventils 74 gezeigt. Dabei sind am Führungsabschnitt 90 des Ventilelements 62 des Einlassventils 64 keine Flügel vorhanden. Stattdessen erstrecken sich spitz zulaufende Stege 86 von der radial inneren Umfangswand der Sackbohrung 76 des Ventilelements 72 des Auslassventils 74.

Patentansprüche

1. Kraftstoffpumpe (22), insbesondere für eine Brennkraftmaschine (12) mit Direkteinspritzung, mit einem Gehäuse (38), mit mindestens einem Kolben (40), welcher in dem Gehäuse (38) aufgenommen ist, mit Antriebsmitteln (42), welche den Kolben (40) in eine Hin- und Herbewegung versetzen, mit einem Arbeitsraum (44), welcher bereichsweise vom Kolben (40) begrenzt wird, mit einem Einlasskanal (48) und mit einem Auslasskanal (50), welche mit dem Arbeitsraum (44) verbindbar sind, mit einer ersten Ventileinrichtung (64) zwischen Arbeitsraum (44) und Einlasskanal (48) und einer zweiten Ventileinrichtung (74) zwischen Arbeitsraum (44) und Auslasskanal (50), wobei das Ventilelement (62) der einen Ventileinrichtung (64) einen Führungsabschnitt (60) aufweist, welcher wenigstens bereichsweise in einer Führungsöffnung (58) aufgenommen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsöffnung (58) im Ventilelement (72) der anderen Ventileinrichtung (74) ausgebildet ist und die Umfangsfläche des Führungsabschnitts (60) und/oder der Führungsöffnung mindestens eine Ausnehmung (88) aufweist, durch welche die Kontaktfläche zwischen Führungsabschnitt (60) und Führungsöffnung (58) reduziert wird.
2. Kraftstoffpumpe (22) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Verbindungskanal (94, 96) aufweist, welcher die Führungsöffnung (58) mit dem Arbeitsraum (44) verbindet.
3. Kraftstoffpumpe (22), insbesondere für eine Brennkraftmaschine (12) mit Direkteinspritzung, mit einem Gehäuse (38), mit mindestens einem Kolben (40), welcher in dem Gehäuse (38) aufgenommen ist, mit Antriebsmitteln (42), welche den Kolben (40) in eine Hin- und Herbewegung versetzen, mit einem Arbeitsraum (44), welcher bereichsweise vom Kolben (40) begrenzt wird, mit einem Einlasskanal (48) und mit einem Auslasskanal (50), welche mit dem Arbeitsraum (44) verbindbar sind, mit einer ersten Ventileinrichtung (64) zwischen Arbeitsraum (44) und Einlasskanal (48) und einer zweiten Ventileinrichtung (74) zwischen Arbeitsraum (44) und Auslasskanal (50), wobei das Ventilelement (62) der einen Ventileinrichtung (64) einen Führungsabschnitt (60) aufweist, welcher in einer Führungsöffnung (58) aufgenommen ist, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass** der Führungsabschnitt (60) am Ventilelement (62) der ersten Ventileinrichtung (64) und die Führungsöffnung (58) im Einlasskanal (48) ausgebildet ist.
4. Kraftstoffpumpe (22) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsfläche des Führungsabschnitts (60) und/oder der Führungsöffnung mindestens eine in Längsrichtung verlaufende Ausnehmung (88) aufweist, durch welche die Kontaktfläche zwischen Führungsabschnitt (60) und Führungsöffnung (58) reduziert wird und welche als Strömungskanal bei geöffneter Ventileinrichtung (64) dient.
5. Kraftstoffpumpe (22) nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Ausnehmungen (88) vorhanden ist.
6. Kraftstoffpumpe (22) nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (88) so ausgebildet sind, dass zwischen Führungsabschnitt (60) und Führungsöffnung (58) nur ein im Wesentlichen linienhafter Kontakt vorliegt.
7. Kraftstoffpumpe (22) nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Führungsabschnitt (60) so ausgebildet ist, dass er mindestens drei sich radial erstreckende und vorzugsweise über den Umfang verteilt angeordnete Flügel (86) umfasst.
8. Kraftstoffpumpe (22) nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsöffnung (58) so ausgebildet ist, dass sie mindestens drei sich radial erstreckende und vorzugsweise über den Umfang verteilt angeordnete Stege (86) umfasst.
9. Kraftstoffpumpe (22) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flügel (86) hohlgeschliffen sind.
10. Kraftstoffpumpe (22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Ventilelement (62) der ersten Ventileinrichtung (64) am Ventilelement (72) der zweiten Ventileinrichtung (74) über ein Spannelement (80) so abstützt, dass es gegen den zugehörigen Sitz gedrückt wird.
11. Kraftstoffpumpe (22) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ventilelement (62) einen plattenförmigen Stützabschnitt, vorzugsweise eine Scheibe (82), umfasst, an dem sich das Spannelement (80) abstützt.

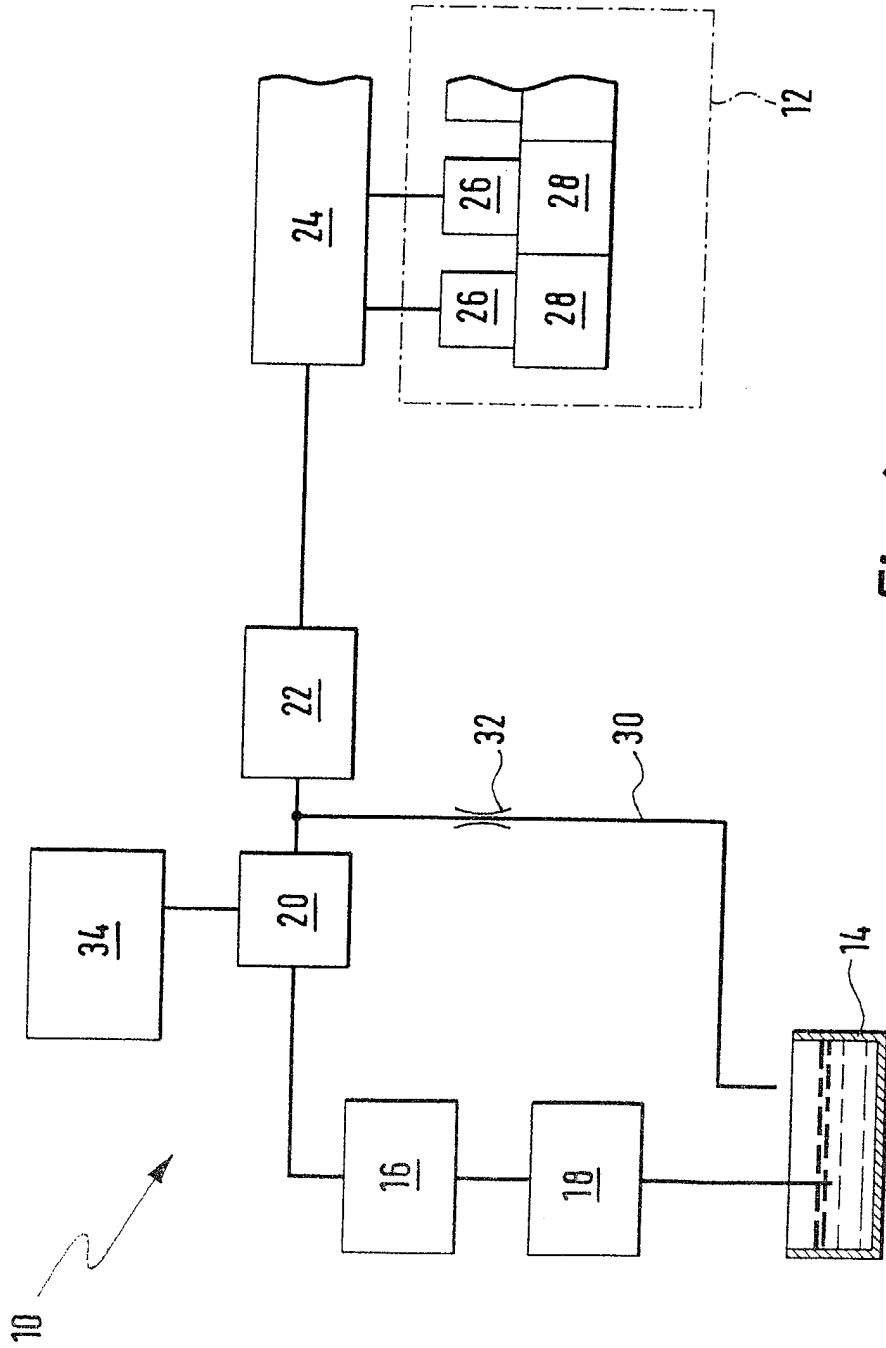


Fig. 1

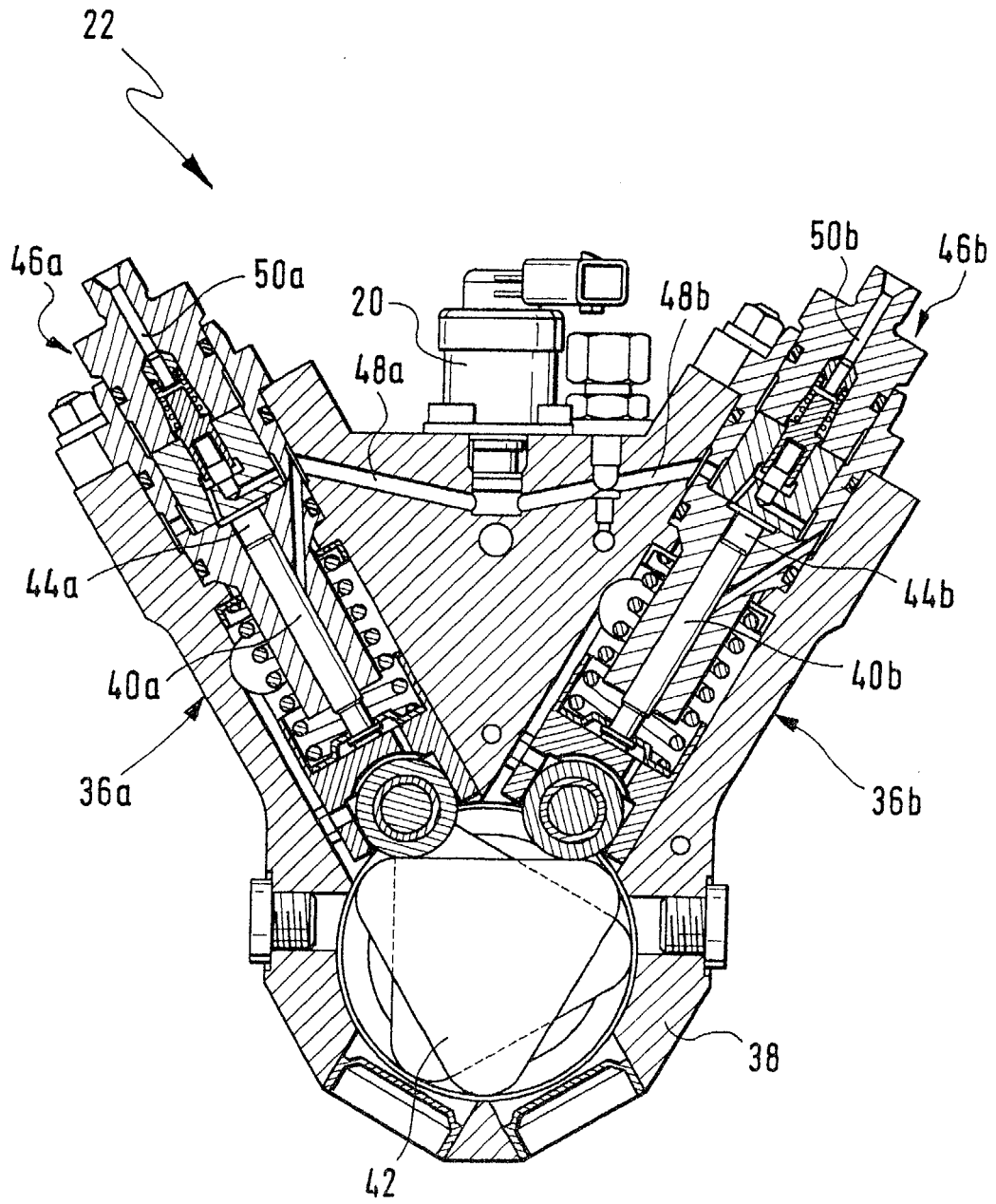


Fig. 2

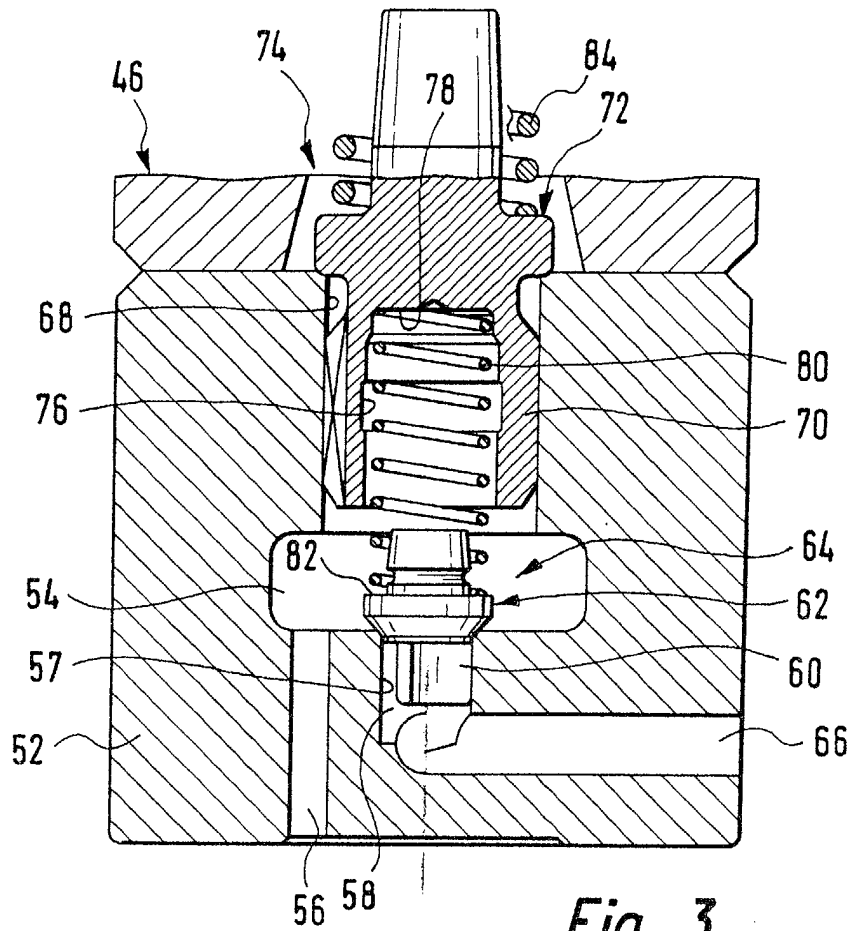


Fig. 3

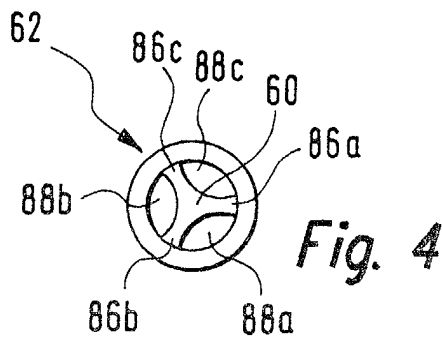


Fig. 4

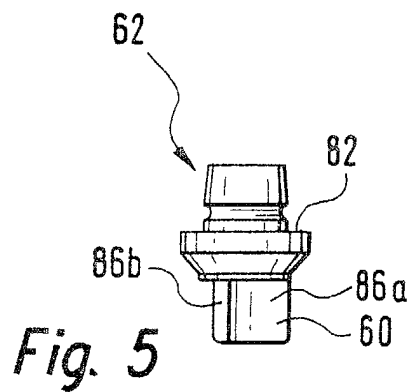


Fig. 5

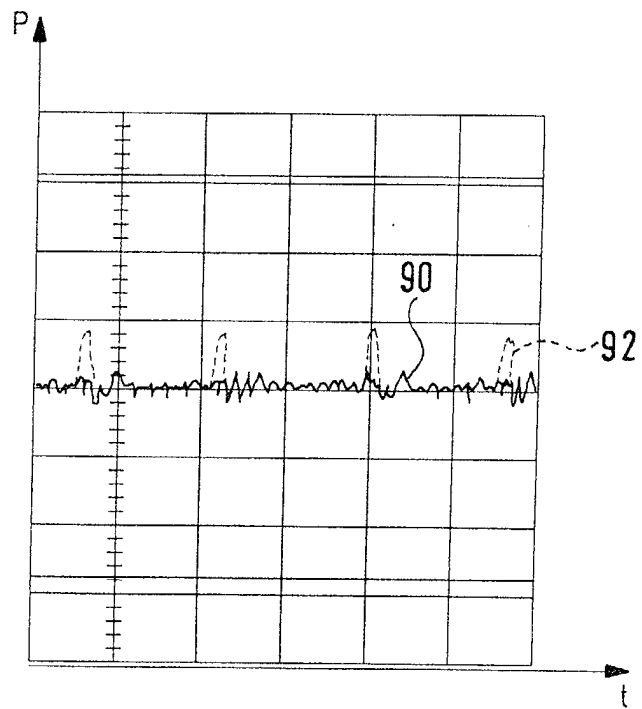


Fig. 6

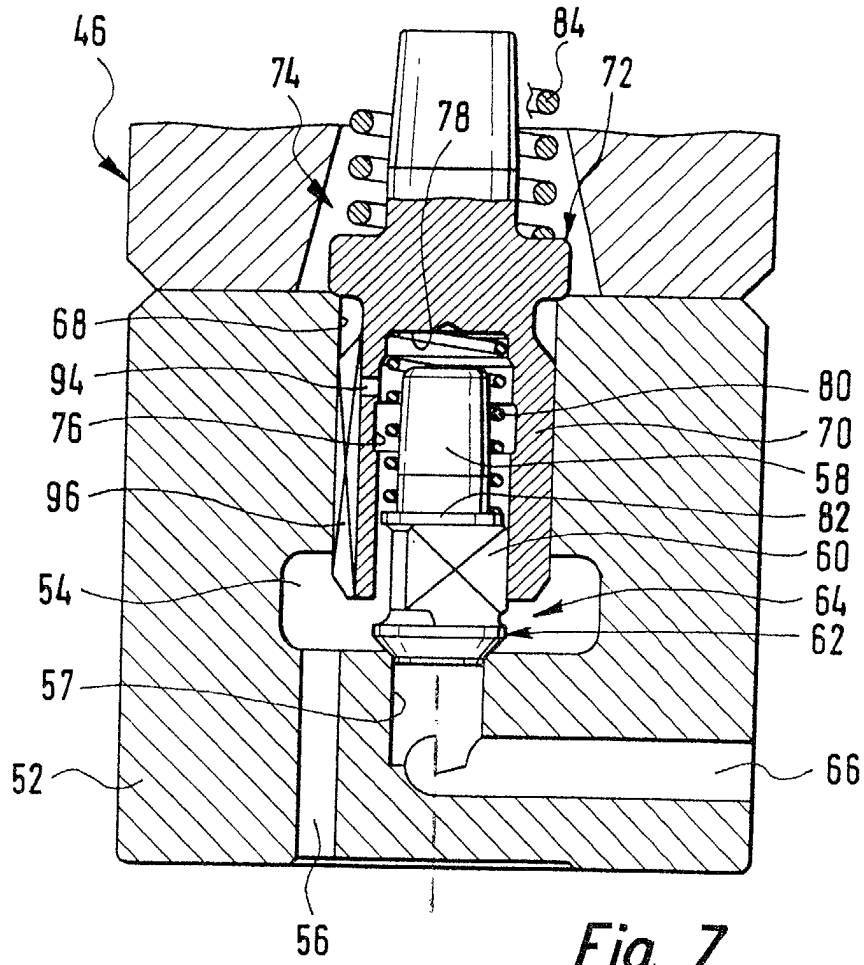


Fig. 7

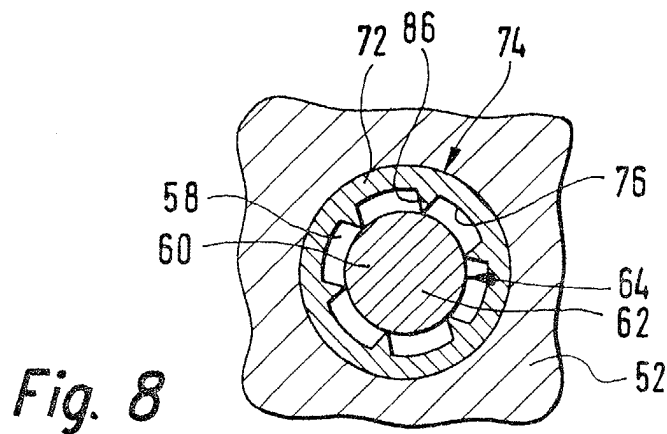


Fig. 8