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

(11) **EP 1 913 255 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2009 Patentblatt 2009/30

(21) Anmeldenummer: **06763329.7**

(22) Anmeldetag: **29.05.2006**

(51) Int Cl.:
F02M 63/02 *(2006.01)* ***F02M 59/36*** *(2006.01)*
F02M 37/18 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/062671

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/009829 (25.01.2007 Gazette 2007/04)

(54) **KRAFTSTOFF-FÖRDEREINRICHTUNG, INSBESONDERE FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

FUEL SUPPLY SYSTEM, ESPECIALLY FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF D'ALIMENTATION EN CARBURANT, DESTINE EN PARTICULIER A UN MOTEUR A COMBUSTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **19.07.2005 DE 102005033638**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.04.2008 Patentblatt 2008/17

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

(72) Erfinder: **SCHROEDER, Bernd**
73732 Esslingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 262 658
WO-A-02/063158
WO-A-20/04036034
US-A1- 2002 189 589
US-A1- 2003 192 509

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 1 913 255 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Fördereinrichtung, insbesondere für eine Brennkraft-maschine, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie z.B. in der WO 2004/036034 gezeigt.

[0002] Die DE 102 20 281 A1 beschreibt ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine, bei der Kraftstoff von einer Vorförderpumpe zu einer Hochdruckpumpe und von dort in ein Hochdruck-Kraftstoffrail gefördert wird. An dieses sind mehrere Injektoren angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen. Die Fördermenge der von der Brennkraftmaschine mechanisch angetriebenen Hochdruckpumpe wird durch eine fluidisch vorgeschaltete Drosseleinrichtung bewirkt. Um den Fertigungsaufwand zu begrenzen, ist die Drosseleinrichtung so ausgestaltet, dass sie auch in vollkommen geschlossenem Zustand eine gewisse Leckagemenge an Kraftstoff durchlässt. Diese wird über eine Nullförderleitung, in der eine Nullförderdrossel vorhanden ist, in einen Niederdruckbereich zurückgeführt, sie gelangt also nicht bis zur eigentlichen Kolbenpumpe.

[0003] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine Kraftstoff-Fördereinrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sie möglichst einfach baut.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoff-Fördereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen angegeben.

Vorteile der Erfindung

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Fördereinrichtung wird ausdrücklich zugelassen, dass die von der Drosseleinrichtung durchgelassene Leckagemenge an Kraftstoff bis in den Arbeitsraum der Kolbenpumpe gelangt. Somit kann auf die bisher erforderliche Nullförderleitung und eine darin angeordnete Nullförderdrossel verzichtet werden, was den Aufbau der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Fördereinrichtung erheblich vereinfacht. Hierdurch werden auch Kosten gespart.

[0006] Um dennoch sicherzustellen, dass beispielsweise im Schubbetrieb einer Brennkraftmaschine, für die die Kraftstoff-Fördereinrichtung vorgesehen ist, von der Kolbenpumpe kein Kraftstoff gefördert wird, ist erfindungsgemäß eine spezielle Leckagepumpeinrichtung vorgesehen, durch die die Leckagemenge mindestens zum Teil aus dem Arbeitsraum zu einem stromaufwärts von der Drosseleinrichtung gelegenen Niederdruckbereich weggefördert wird. Dieser kann beispielsweise unmittelbar stromaufwärts von einem Einlassventil der Kolbenpumpe liegen, so dass die Kraftstoff-Fördereinrichtung sehr kompakt ist und zusätzliche lange Leitungen nicht erforderlich sind.

[0007] Mündet die Rückführung der Leckagemenge stromaufwärts von einem Filter, wird im Betrieb der Kolbenpumpe erzeugter Abrieb sicher von der Kolbenpumpe, der Drosseleinrichtung und sonstigen Ventileinrichtung ferngehalten, was die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Fördereinrichtung verbessert.

[0008] Besonders einfach und mit geringem zusätzlichen Aufwand kann die Leckagepumpeinrichtung durch den Pumpenkolben der Kolbenpumpe selbst und den Führungsspalt zwischen Pumpenkolben und Pumpengehäuse realisiert werden. Eine bis in den Arbeitsraum gelangende Leckagemenge wird in diesem Fall einfach durch die Druckdifferenz zwischen Arbeitsraum und der Antriebsseite des Pumpenkolbens abgeführt. Dabei bleibt ein guter Wirkungsgrad der Kraftstoff-Fördereinrichtung erhalten, wenn der Führungsspalt so ausgebildet ist, dass bei geschlossener Drosseleinrichtung gerade nur die Leckagemenge der Drosseleinrichtung zum Niederdruckbereich zurückgefördert wird.

[0009] Üblicherweise fördert die Kraftstoff-Fördereinrichtung in einen Hochdruckraum, beispielsweise ein Hochdruckrail. Um auf einfache Art und Weise in bestimmten Betriebssituationen eine Druckabsenkung in diesem Hochdruckraum zu ermöglichen, kann dieser über eine zu einem Auslassventil der Kolbenpumpe fluidisch parallele Drossel mit dem Arbeitsraum der Kolbenpumpe verbunden sein. Auf diese Weise kann auf ein separates Druckentlastungsventil am Hochdruckraum verzichtet werden, was den Aufbau und die entsprechenden Kosten der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Fördereinrichtung nochmals vereinfacht bzw. senkt.

[0010] Für einen zuverlässigen Betrieb der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Fördereinrichtung ist es sinnvoll, wenn der Öffnungsdifferenzdruck eines Einlassventils der Kolbenpumpe mindestens ungefähr 1 bar beträgt, da in diesem Fall die Bildung von Kraftstoffdampf aufgrund von Druckpulsationen im Betrieb der Kolbenpumpe zwischen der Drosseleinrichtung und dem Einlassventil verhindert wird.

[0011] Die Leckagemenge wird insgesamt gering gehalten, indem bei einer Drosseleinrichtung mit einem Drosselschieber eine Steueröffnung nicht am Drosselschieber sondern am Drosselgehäuse vorhanden ist. Dabei sollte der Führungsspalt zwischen Drosselschieber und Drosselgehäuse kleiner sein als oder gleich wie der Führungsspalt zwischen Pumpenkolben und Pumpengehäuse. Typische Werte sind 4 bzw. 7 μm.

[0012] Um einen unnötigen Druckaufbau im Hochdruckraum zu vermeiden, sollte die Leckagemenge der Drosseleinrichtung kleiner sein als der Kraftstoffbedarf einer Brennkraftmaschine im Leerlauf, wenn also nur eine minimale Kraftstoflfuenge in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

Zeichnungen

[0013] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter

Bezugnahme der auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Kraftstoff- Fördereinrichtung und einer Brennkraftmaschine;

Figur 2 eine vergrößerte Darstellung eines Bereichs der Kraftstoff-Fördereinrichtung von Figur 1;

Figur 3 ein Diagramm, in dem eine Druckdifferenz über einen Pumpenkolben der Fördereinrichtung von Figur 1, ein Kolbenhub und eine Lekkagemenge einer Drosseleinrichtung über dem Winkel einer Antriebswelle aufgetragen sind;

Figur 4 eine Darstellung ähnlich Figur 1 einer alternativen Ausführungsform einer Kraftstoff-Fördereinrichtung; und

Figur 5 eine vergrößerte Darstellung eines Bereichs der Kraftstoff-Fördereinrichtung von Figur 4.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0014] Eine erste Ausführungsform einer Kraftstoff-Fördereinrichtung trägt in Figur 1 insgesamt das Bezugszeichen 1. Sie umfasst einen Kraftstoff-Vorratsbehälter 2, aus dem eine Vorförderpumpe 3 den Kraftstoff über eine Leitung 4 zu einer Hochdruckpumpeinheit 10 fördert. Diese umfasst eine Drosseleinrichtung 20 sowie eine Hochdruck-Kolbenpumpe 6. Die Drosseleinrichtung 20 ist fluidisch zwischen der Vorförderpumpe 3 und der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 angeordnet, und sie regelt niederdruckseitig die Fördermenge der Hochdruck-Kolbenpumpe 6. Letztere wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel über einen Nocken 30 angetrieben, der wiederum mechanisch auf in Figur 1 nicht näher dargestellte Art und Weise von einer Brennkraftmaschine 7 angetriebenen wird, beispielsweise von deren Nocken- oder Kurbelwelle. Der Nocken 30 kann auch Teil der Nokken- oder Kurbelwelle sein.

[0015] Die Hochdruck-Kolbenpumpe 6 verdichtet den ihr zugeführten Kraftstoff auf einen vergleichsweise hohen Druck und fördert ihn über eine Leitung 5 in einen Hochdruckraum 40. In diesem ist der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert, er wird auch "Hochdruckspeicher" oder "Rail" genannt. An den Hochdruckraum 40 sind mehrere Injektoren 41 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen jeweils zugeordnete Brennräume 42 einspritzen.

[0016] Der im Hochdruckraum 40 herrschende Druck wird von einem Drucksensor 43 erfasst. Die Drehzahl einer nicht gezeigten Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 7 wird von einem Drehzahlgeber 44 erfasst, eine Temperatur der Brennkraftmaschine 7 über einen Temperatursensor 45. Eine Steuer- und Regeleinrichtung 46 steuert bzw. regelt unter anderem den Betrieb der Drosseleinrichtung 20, wobei in die Steuerung bzw. Regelung die Signale der Sensoren 43, 44 und 45, sowie gegebenenfalls noch weiterer Sensoren, einfließen. Ein Computerprogamm zur Ansteuerung der Drosseleinrichtung ist auf einem Speichermedium 47 der Steuer- und Regeleinrichtung 46 abgelegt.

[0017] Nun wird auf Figur 2 Bezug genommen, in der die Hochdruck-Pumpeinheit 10 vergrößert dargestellt ist. Stromaufwärts von der Drosseleinrichtung 20 ist in der Hochdruck-Pumpeinheit 10 ein Filter 101 und in einem zu einem Niederdruckbereich gehörenden Kanal 8 ein Druckdämpfer 102 angeordnet. Durch letzteren sollen Pulsationen der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 beispielsweise in der Leitung 4 gedämpft werden. Ferner soll er einen hohen Liefergrad der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 auch bei hohen Dreh- und Nockenzahlen gewährleisten.

[0018] Die Drosseleinrichtung 20 umfasst einen zylindrischen Drosselschieber 201 und ein zylindrisches Drosselgehäuse 202. Betätigt wird der Drosselschieber 201 von einem elektromagnetischen Aktor 203, gegen den der Drosselschieber 201 von einer Druckfeder 204 beaufschlagt wird. Der Drosselschieber 201 weist einen Anschnitt mit geringerem Durchmesser (ohne Bezugszeichen) auf, durch den zwischen Drosselschieber 201 und Drosselgehäuse 202 ein Einlassraum 205 gebildet wird. Am Drosselschieber 201 ist eine umlaufende Steuerkante 206 vorhanden, die mit am Drosselgehäuse 202 ausgebildeten Steueröffnungen 207 zusammenarbeitet. Über einen Anschluss 208 führen diese zur Hochdruckkolbenpumpe 6. Zwischen dem Drosselschieber 201 und dem Drosselgehäuse 202 ist ein Führungsspalt 209 vorhanden.

[0019] Die Hochdruck-Kolbenpumpe 6 wiederum umfasst ein Einlassventil 103, über welches der Kraftstoff vom Anschluss 208 der Drosseleinrichtung 20 zu einem Arbeitsraum 104 gelangen kann, der zwischen einem Pumpenkolben 105 und einem Pumpengehäuse 106 gebildet ist. Der Pumpenkolben 105 ist zu einem Antriebsraum, in dem der Nocken 30 angeordnet ist, über eine Kolbendichtung 107 abgedichtet. Vom Arbeitraum 104 zum Hochdruckraum 40 gelangt der Kraftstoff über ein Auslassventil 108. Parallel zu diesem, jedoch mit entgegensetzter Öffnungsrichtung ist zwischen Arbeitsraum 104 und Hochdruckraum 40 ein Druckbegrenzungsventil 109 angeordnet. Dieses ist im Normalbetrieb der Kraftstoff-Fördereinrichtung 1 geschlossen.

[0020] Fluidisch parallel zur Drosseleinrichtung 20 und zur Hochdruck-Kolbenpumpe 6 ist in der Hochdruck-Pumpeinheit 10 noch ein Bypassventil 110 angeordnet, welches den Hochdruckraum 40 mit dem zwischen Filter 101 und Druckdämpfer 102 gelegenen Kanal 8 verbindet und zum Hochdruckraum 40 hin öffnet. Auch dieses Bypassventil 110 ist im Normalbetrieb geschlossen. Im Fehlerfall, wenn beispielsweise die Drosseleinrichtung 20 in geschlossener Stellung klemmt, kann jedoch über dieses Bypassventil 110 Kraftstoff in den Hochdruckraum 40 ge-

langen, so dass in diesem wenigstens der von der Vorförderpumpe 3 erzeugte Druck herrscht, der einen gewissen Notbetrieb der Brennkraftmaschine 7 ermöglicht.

[0021] Zwischen dem Pumpenkolben 105 und dem Pumpengehäuse 106 ist ein Führungsspalt 111 vorhanden. Unmittelbar vor der Kolbendichtung 107 zweigt vom Führungsspalt 111 eine Leckageleitung 112 ab, die zum Niederdruckbereich 8 unmittelbar stromaufwärts vom Filter 101 führt. Die Mündung der Leckageleitung 112 ist also vom Pumpenkolben 105 verdeckt, wohingegen die vom Einlassventil 103 in den Arbeitsraum 104 kommende und die vom Arbeitsraum 104 zum Auslassventil 108 abgehende Mündung vom Pumpenkolben 105 immer frei sind.

[0022] Im Normalbetrieb erzeugt die Vorförderpumpe 3 einen Vorförderdruck in Höhe von ungefähr 6 bar. Je nach Position des Drosselschiebers 201 der Drosseleinrichtung 20 und je nach entsprechender Überdeckung der Steuerkante 206 mit den Steueröffnungen 207 gelangt mehr oder weniger Kraftstoff zur Hochdruck-Kolbenpumpe 6. Während der Saugphase wird der Kraftstoff über das Einlassventil 103 in den Arbeitsraum 104 angesaugt. Dabei entsteht je nach Drosselung mehr oder weniger Dampf im Arbeitsraum 104. Auf diese Weise wird die Fördermenge der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 zum Hochdruckraum 40 hin eingestellt. Dabei sei darauf hingewiesen, dass im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Drosseleinrichtung 20 "stromlos geschlossen" ist, was bedeutet, dass der Drosselschieber 201 bei stromlosen elektromagnetischem Aktor 203 von der Druckfeder 204 in die geschlossene Stellung gedrückt wird. Um das Entstehen von Kraftstoffdampf zwischen dem Anschluss 208 und dem Einlassventil 103 zu vermeiden, liegt dessen Öffnungsdifferenzdruck bei ungefähr 1 bar. Bei Verwendung von Dieselkraftstoff, der einen anderen Dampfdruck aufweist, kann der Öffnungsdifferenzdruck auch deutlich kleiner sein.

[0023] Auch in der geschlossenen Stellung der Drosseleinrichtung 20 kann jedoch Kraftstoff durch den Führungsspalt 209 zwischen Drosselschieber 201 und Drosselgehäuse 202 und weiter über das Einlassventil 103 in der Arbeitsraum 104 der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 gelangen. Um dennoch zu verhindern, dass der Druck im Arbeitsraum 104 ein Niveau erreicht, bei dem das Auslassventil 108 öffnet und Kraftstoff in den Hochdruckraum 40 gelangt, wird diese auch als "Leckagemenge" bezeichnete Kraftstoffmenge aus dem Arbeitsraum 104 über eine Leckagepumpeinrichtung 113 aus dem Arbeitsraum 104 abgefördert.

[0024] Diese Leckagepumpeinrichtung 113 wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel einfach durch den Pumpenkolben 105 und den Führungsspalt 111 zwischen Pumpenkolben 105 und Pumpengehäuse 106 gebildet. Dieser ist nämlich so dimensioniert, dass bei einem Förderhub des Pumpenkolbens 105 gerade die bei geschlossener Drosseleinrichtung 20 in den Arbeitsraum 104 gelangende Leckage-Kraftstoffmenge aufgrund der Druckdifferenz zwischen Arbeitsraum 104 und dem unmittelbar vor der Kolbendichtung 107 herrschenden Vorförderdruck über die Leckageleitung 112 abgefördert wird Funktional wird also durch den Führungsspalt 111 die bisher geläufige "Nullförderdrossel" gebildet.

[0025] Auf diese Weise kann zuverlässig eine Nullförderung der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 realisiert werden. Eine solche ist beispielsweise dann erwünscht, wenn sich die Brennkraftmaschine 7, die zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs dient, in einem Schubbetrieb befindet, in dem zwar der Nocken 30 angetrieben wird, jedoch kein Kraftstoff über die Injektoren 41 in die Brennräume 42 gelangt. Um in einem solchen Fall einen unerwünschten Druckanstieg im Hochdruckraum 40 zu vermeiden, und um auf eine separate Druckentlastungseinrichtung verzichten zu können, muss sichergestellt sein, dass die Förderung von Kraftstoff durch die Hochdruck-Kolbenpumpe 6 vollständig unterbunden werden kann. Dies ist auch bei einer in geschlossenem Zustand nicht vollständig schließenden Drosseleinrichtung 20 dank der vorgesehenen Leckagepumpeinrichtung 113 möglich.

[0026] Hierzu ist es erforderlich, den Führungsspalt 209 der Drosseleinrichtung 20 und den Führungsspalt 111 der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 so aufeinander abzustimmen, dass die von der Drosseleinrichtung 20 durchgelassene Leckagemenge mittels der Pumpbewegung des Pumpenkolbens 105 über den Führungsspalt 111 zurückgepumpt wird, ohne dass dabei im Arbeitsraum 104 der Öffnungsdruck des Auslassventils 108 bei einem ganz bestimmten Druck im Hochdruckraum 40 erreicht wird Dieser ganz bestimmte Druck im Hochdruckraum 40 kann beispielsweise ein Druck sein, bei dem die Injektoren 41 den Kraftstoff noch sicher in die Brennräume 42 einspritzen können. In Figur 2 ist der Verlauf der Leckageströmung durch Pfeile 114 verdeutlicht.

[0027] Das Funktionsprinzip der Leckagepumpeinrichtung 113 geht auch aus dem Diagramm von Figur 3 hervor. Man erkennt, dass sich jeweils im Bereich des oberen Totpunktes des Pumpenkolbens 105 (der Hub des Pumpenkolbens 105 wird durch die Kurve 115 dargestellt) im Arbeitsraum 104 ein "Druckberg" ausbildet (Kurve 116). Eine Nullförderung der Hochdruckkolbenpumpe 6 liegt dann vor, wenn der maximale Druck dieses Druckbergs höchstens gleich groß ist wie der aktuelle Druck im Hochdruckraum 40. Dies ist nur dann gewährleistet, wenn die gesamte Leckagemenge, die von der Drosseleinrichtung 20 durchgelassen wird, von der Lekkagepumpeinrichtung 113 abgeführt wird. Andernfalls würde sich der Druck im Arbeitsraum 104 bei jedem Arbeitsspiel der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 erhöhen, bis das Auslassventil 108 schließlich öffnet.

[0028] Die von der Leckagepumpeinrichtung 113 über den Führungsspalt 111 abgeführte Leckagemenge wird durch die Kurve 117 dargestellt. Man erkennt, dass bei dem im Bereich des oberen Totpunktes herrschenden hohen Druck eine relativ große Leckagemenge durch den Führungsspalt 111 hindurchtritt und von der Lekkageleitung 112 abgeführt wird. Außerhalb des oberen Totpunktes des Pumpenkolbens 105 herrscht jedoch im

Arbeitsraum 104 zum Teil ein niedrigerer Druck als im Kanal bzw. Niederdruckbereich 8, so dass sogar eine gewisse, jedoch sehr geringe Kraftstoffmenge über den Führungsspalt 111 in den Arbeitsraum 104 zurückströmt. Eine typische Abstimmung besteht darin, dass der Führungsspalt 111 einen Wert von 7 μm, der Führungsspalt 209 dagegen einen Wert von 4 μm hat.

[0029] Um auch Betriebszustände der Brennkraftmaschine 7 realisieren zu können, bei denen im Hochdruckraum 40 ein abgesenkter Druck gewünscht ist, beispielsweise im Leerlauf, sollte die Leckagemenge der Drosseleinrichtung 20 kleiner sein als der Kraftstoffbedarf der Brennkraftmaschine 7 in deren Leerlauf. Dies hängt damit zusammen, dass bei einem solch geringen Druck im Hochdruckraum 40 das Auslassventil 108 auch bei einem entsprechend geringen Druck bereits öffnet, so dass der maximale Druck im Arbeitsraum 104 ebenfalls höchstens dem verringerten Druck im Hochdruckraum 40 entspricht. Bei einem derartig verringerten Druck sinkt jedoch auch die Druckdifferenz über den Führungsspalt 111 hinweg, was die "Förderleistung" der Leckagepumpeinrichtung 113 reduziert. Gegebenenfalls könnte aufgrund dieser Reduzierung der Druckdifferenz über den Führungsspalt 111 hinweg sogar die gesamte Leckagemenge, die von der Drosseleinrichtung 20 hindurchgelassen wird, von der Hochdruckkolbenpumpe 6 zum Hochdruckraum 40 hin gefördert werden. Daher sollte, wie gesagt, diese Leckagemenge höchstens dem Kraftstoffbedarf der Brennkraftmaschine 7 im Leerlauf entsprechen.

[0030] Der Druck im Hochdruckraum 40 kann dadurch abgesenkt werden, dass mehr Kraftstoff von den Injektoren 41 in die Brennräume 42 eingespritzt als von der Kraftstoff-Fördereinrichtung 1 in den Hochdruckraum 40 gefördert wird. Dies kann mittels der Drosseleinrichtung 20 eingeregelt werden. Dabei versteht sich, dass der maximale Druck im Hochdruckraum 40, der sich im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 7 einstellt, grundsätzlich nicht größer sein soll als ein Druck, bei dem die Injektoren 41 noch zuverlässig arbeiten. Ist eine solche Absenkung des Drucks im Hochdruckraum 40 nicht möglich, muss dies durch eine entsprechend geänderte Ansteuerung der Injektoren 41 kompensiert werden.

[0031] Im Fehlerfall, wenn beispielsweise die Drosseleinrichtung 20 in offenem Zustand klemmt, wird der Druck im Hochdruckraum 40 durch das Druckbegrenzungsventil 109 auf einen bestimmten Maximalwert begrenzt.

[0032] Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass bei dem oben beschriebenen besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Führungsspalt 111 als Strömungsdrossel zwischen Arbeitsraum 104 und Leckageleitung 112 arbeitet. Denkbar, jedoch nicht dargestellt, ist aber auch, dass die Leckageleitung direkt vom Arbeitsraum 104 abzweigt und in ihr eine separate Strömungsdrossel vorhanden ist, die die hydraulische Funktion des Führungsspalts 111 übernimmt. Wenn jedoch der Führungsspalt 111 als Strömungsdrossel arbeitet, hat dies den Vorteil, dass eine variable Drosselwirkung realisiert werden kann, die im unteren Totpunkt des Pumpenkolbens 105 am geringsten und im oberen Totpunkt am größten ist.

[0033] Eine alternative Ausführungsform einer Kraftstoff-Fördereinrichtung 1 ist in den Figuren 4 und 5 gezeigt. In dieser tragen solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen des im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 3 beschriebenen Ausführungsbeispiels aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0034] Bei der in den Figuren 4 und 5 gezeigten Kraftstoff-Fördereinrichtung 1 ist die Förderleistung der Vorförderpumpe 3 einstellbar. Auf diese Weise kann der Druck in der Leitung 4 und im Niederdruckbereich 8 entsprechend einem gewünschten Vordruck eingestellt werden. Hierzu wird die Vorförderpumpe 3 von der Steuer- und Regeleinrichtung 46 angesteuert. Dies hat zum einen den Vorteil, dass die Vorförderpumpe 3 immer mit möglichst geringer Leistung betrieben wird. Zum anderen hat ein einstellbarer Vordruck den Vorteil, dass die Regel-Empfindlichkeit der Drosseleinrichtung 20 verbessert wird. Die Druckdifferenz an der Drosseleinrichtung 20 kann bei einstellbarem Vordruck optimal in Abhängigkeit von Last und Drehzahl der Brennkraftmaschine 7 eingestellt werden. Außerdem kann eine erhöhte Kraftstofftemperatur bzw. ein höherer Dampfdruck kompensiert werden.

[0035] Ein variabler Vordruck kann aber auch genutzt werden, um die Leckagemenge der Drosseleinrichtung 20 und damit den sich einstellenden Hochdruck im Hochdruckraum 40 zu steuern bzw. zu regeln. Wird beispielweise im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 7 der Vordruck abgesenkt, verringert sich ebenfalls die Lekkagemenge der Drosseleinrichtung 20, da die Druckdifferenz am Führungsspalt 209 in gleichem Maße abnimmt. Mit kleinerer Leckagemenge am Führungsspalt 209 der Drosseleinrichtung 20 stellt sich im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 7 ein ebenfalls geringerer Druck im Hochdruckraum 40 ein. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass mit einem einstellbaren Vordruck die Anforderungen an die Drosseleinrichtung 20 hinsichtlich Regel-Empfindlichkeit und zulässiger Leckagemenge herabgesetzt werden können. So kann z.B. der Führungsspalt 209 vergrößert werden, wodurch die Fertigung vereinfacht wird.

[0036] Ein weiterer Unterschied des in den Figuren 4 und 5 gezeigten Ausführungsbeispiels einer Kraftstoff-Fördereinrichtung 1 zu dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel besteht darin, dass parallel zum Auslassventil 108 eine Strömungsdrossel 118 angeordnet ist. Durch diese wird ein "passiver" Druckabbau im Hochdruckraum 40 ermöglicht. Im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 7 oder bei abgestellter Brennkraftmaschine 7 kann auf diese Weise über die Strömungsdrossel 118 und den Führungsspalt 111 der Hochdruck-Kolbenpumpe 6 der Druck im Hochdruckraum 40 bis auf den im

Niederdruckbereich 8 herrschenden Druck abgebaut werden. Insbesondere im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 7 kann so der Druck im Hochdruckraum 40 auf einen gewünschten Wert abgesenkt und mittels des variablen Vordrucks so eingeregelt werden, dass er ideal zum Wiedereinsetzen der Einspritzung der Injektoren 41 ist.

[0037] Sollte es im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 7 zu einem unsteten Ansaugen der Leckagemenge kommen, die von der Drosseleinrichtung 20 hindurchgelassen wird, weil der Dampfdruck zwischen Anschluss 208 und Einlassventil 103 unterschritten wird, wird eine hierdurch drohende stufenförmige Erhöhung des im Hochdruckraum 40 herrschenden Drucks durch die Drossel 118 vermieden.

[0038] In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Kraftstoff-Fördereinrichtung eine Hochdruck-Kolbenpumpe mit mehreren fluidisch parallel zueinander angeordneten Pumpenkolben und Arbeitsräumen. Auch in diesem Fall kann die Zumessung des Kraftstoffs über eine Drosseleinrichtung erfolgen. Bei der Auslegung der Führungsspalte müssen allerdings die Führungsspalte aller Pumpenkolben berücksichtigt werden.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1), insbesondere für eine Brennkraftmaschine (7), mit einer Kolbenpumpe (6) mit einem Arbeitsraum (104), und mit einer einstellbaren Drosseleinrichtung (20), die stromaufwärts vom Arbeitsraum (104) angeordnet ist und den Zustrom von Kraftstoff zu dem Arbeitsraum (104) verändern kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (20) in geschlossenem Zustand eine Leckagemenge in den Arbeitsraum (104) gelangen lässt, und dass die Kolbenpumpe (6) eine Leckagepumpeinrichtung (113) aufweist, welche die Leckagemenge mindestens zum Teil aus dem Arbeitsraum (104) zu einem stromaufwärts von der Drosseleinrichtung (20) gelegenen Niederdruckbereich (8) fördert.

2. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leckagepumpeinrichtung (113) einen Pumpenkolben (105) der Kolbenpumpe (6) und einen Drosselkanal (111) umfasst, der den Arbeitsraum (104) mit dem Niederdruckbereich (8) verbindet.

3. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosselkanal durch einen Führungsspalt (111) zwischen Pumpenkolben (105) und einem Pumpengehäuse (106) gebildet wird.

4. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Führungsspalt (111) so ausgebildet ist, dass bei geschlossener Drosseleinrichtung (20) gerade die Leckagemenge der Drosseleinrichtung (20) zum Niederdruckbereich (8) zurückgefördert wird.

5. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hochdruckraum (40), in den die Kolbenpumpe (6) über ein Auslassventil (108) fördert, mit dem Arbeitsraum (104) der Kolbenpumpe (6) über eine zu dem Auslassventil (108) fluidisch parallele Drossel (118) verbunden ist.

6. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsdifferenzdruck eines fluidisch zwischen Drosseleinrichtung (20) und Arbeitsraum (104) angeordneten Einlassventils (103) ungefähr 1 bar beträgt.

7. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (20) einen Drosselschieber (201) umfasst, der in einem Drosselgehäuse (202) geführt ist, und dass mindestens eine Steueröffnung (207) der Drosseleinrichtung (20) in dem Drosselgehäuse (202) vorhanden ist.

8. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach den Ansprüchen 3 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Führungsspalt (209) zwischen Drosselschieber (201) und Drosselgehäuse (202) kleiner ist als oder gleich ist wie der Führungsspalt (111) zwischen Pumpenkolben (105) und Pumpengehäuse (106).

9. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Führungsspalt (209) zwischen Drosselschieber (201) und Drosselgehäuse (202) ungefähr 4μm und der Führungsspalt (111) zwischen Pumpenkolben (105) und Pumpengehäuse (106) ungefähr 7μm groß ist.

10. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, das** die Leckagemenge kleiner ist als der Kraftstoffstoffbedarf einer Brennkraftmaschine (7) im Leerlauf, die von der Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) wenigstens mittelbar gespeist wird.

11. Kraftstoff-Fördereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Filter (101) umfasst, und dass die Lekkagemenge in einen stromaufwärts von dem Filter (101) gelegenen Bereich gefördert wird.

12. Kraftstoff-Fördereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mehrere fluidisch parallele Pumpenkolben

und Arbeitsräume umfasst.

Claims

1. Fuel delivery device (1), in particular for an internal combustion engine (7), having a piston pump (6) with a work chamber (104), and having an adjustable throttling device (20) which is arranged upstream of the work chamber (104) and can change the inflow of fuel to the work chamber (104), **characterized in that** the throttling device (20) allows a leakage amount to pass into the work chamber (104) in the closed state, and **in that** the piston pump (6) has a leakage pump device (113) which delivers the leakage amount at least partially out of the work chamber (104) to a low-pressure region (8) which is situated upstream of the throttling device (20).

2. Fuel delivery device (1) according to Claim 1, **characterized in that** the leakage pump device (113) comprises a pump piston (105) of the piston pump (6) and a throttling channel (111) which connects the work chamber (104) to the low-pressure region (8).

3. Fuel delivery device (1) according to Claim 2, **characterized in that** the throttling channel is formed by a guide gap (111) between the pump piston (105) and a pump housing (106).

4. Fuel delivery device (1) according to Claim 3, **characterized in that** the guide gap (111) is configured in such a way that, when the throttling device (20) is closed, precisely the leakage amount of the throttling device (20) is delivered back to the low-pressure region (8).

5. Fuel delivery device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a high-pressure chamber (40), into which the piston pump (6) delivers via an outlet valve (108), is connected to the work chamber (104) of the piston pump (6) via a throttle (118) which is fluidically parallel to the outlet valve (108).

6. Fuel delivery device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the opening differential pressure of an inlet valve (103) which is arranged fluidically between the throttling device (20) and the work chamber (104) is approximately 1 bar.

7. Fuel delivery device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the throttling device (20) comprises a throttling slide (201) which is guided in a throttling housing (202), and **in that** there is at least one control opening (207) of the throttling device (20) in the throttling housing (202).

8. Fuel delivery device (1) according to Claims 3 and 7, **characterized in that** a guide gap (209) between the throttling slide (201) and the throttling housing (202) is smaller than or equal to the guide gap (111) between the pump piston (105) and the pump housing (106).

9. Fuel delivery device (1) according to Claim 8, **characterized in that** the guide gap (209) between the throttling slide (201) and the throttling housing (202) is approximately 4 μm in size and the guide gap (111) between the pump piston (105) and the pump housing (106) is approximately 7 μm in size.

10. Fuel delivery device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the leakage amount is smaller than the fuel requirement of an internal combustion engine (7) when idling, which is fed at least indirectly by the fuel delivery device (1).

11. Fuel delivery device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises a filter (101), and **in that** the leakage amount is delivered into a region which is situated upstream of the filter (101).

12. Fuel delivery device according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises a plurality of fluidically parallel pump pistons and work chambers.

Revendications

1. Dispositif d'alimentation en carburant (1), en particulier pour un moteur à combustion interne (7), comprenant une pompe à piston (6) avec un espace de travail (104), et un dispositif d'étranglement ajustable (20) qui est disposé en amont de l'espace de travail (104) et qui peut modifier l'afflux de carburant à l'espace de travail (104), **caractérisé en ce que** le dispositif d'étranglement (20) permet, dans l'état fermé, le passage d'une quantité de fuite dans l'espace de travail (104), et **en ce que** la pompe à piston (6) présente un dispositif de pompage de fuite (113) qui refoule la quantité de fuite au moins en partie hors de l'espace de travail (104) vers une région de basse pression (8) située en aval du dispositif d'étranglement (20).

2. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de pompage de fuite (113) présente un piston de pompe (105) de la pompe à piston (6) et un canal d'étranglement (111), qui relie l'espace de travail (104) à la région basse pression (8).

3. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon la re-

vendication 2, **caractérisé en ce que** le canal d'étranglement est formé par une fente de guidage (111) entre le piston de pompe (105) et un boîtier de pompe (106).

4. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la fente de guidage (111) est réalisée de telle sorte que lorsque le dispositif d'étranglement (20) est fermé, la quantité de fuite du dispositif d'étranglement (20) est justement refoulée vers la région de basse pression (8).

5. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un espace haute pression (40), dans lequel la pompe à piston (6) refoule par le biais d'une soupape de sortie (108), est connecté à l'espace de travail (104) de la pompe à piston (6) par le biais d'un étranglement (118) fluidiquement parallèle à la soupape de sortie (108).

6. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la différence de pression d'ouverture d'une soupape d'entrée (103) disposée fluidiquement entre le dispositif d'étranglement (20) et l'espace de travail (104) vaut environ 1 bar.

7. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif d'étranglement (20) comprend un coulisseau d'étranglement (201), qui est guidé dans un boîtier d'étranglement (202) et **en ce qu'**au moins une ouverture de commande (207) du dispositif d'étranglement (20) est prévue dans le boîtier d'étranglement (202)..

8. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon les revendications 3 et 7, **caractérisé en ce qu'**une fente de guidage (209) entre le coulisseau d'étranglement (201) et le boîtier d'étranglement (202) est inférieure ou égale à la fente de guidage (111) entre le piston de pompe (105) et le boîtier de pompe (106).

9. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la fente de guidage (209) entre le coulisseau d'étranglement (201) et le boîtier d'étranglement (202) vaut environ 4 μm et la fente de guidage (111) entre le piston de pompe (105) et le boîtier de pompe (106) vaut environ 7 μm.

10. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la quantité de fuite est plus petite que le besoin en carburant d'un moteur à combustion interne (7) en marche à vide, qui est alimenté au moins de manière indirecte par le dispositif d'alimentation en carburant (1).

11. Dispositif d'alimentation en carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend un filtre (101), et **en ce que** la quantité de fuite est refoulée dans une région située en amont du filtre (101).

12. Dispositif d'alimentation en carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend plusieurs pistons de pompe et espaces de travail à écoulements parallèles.

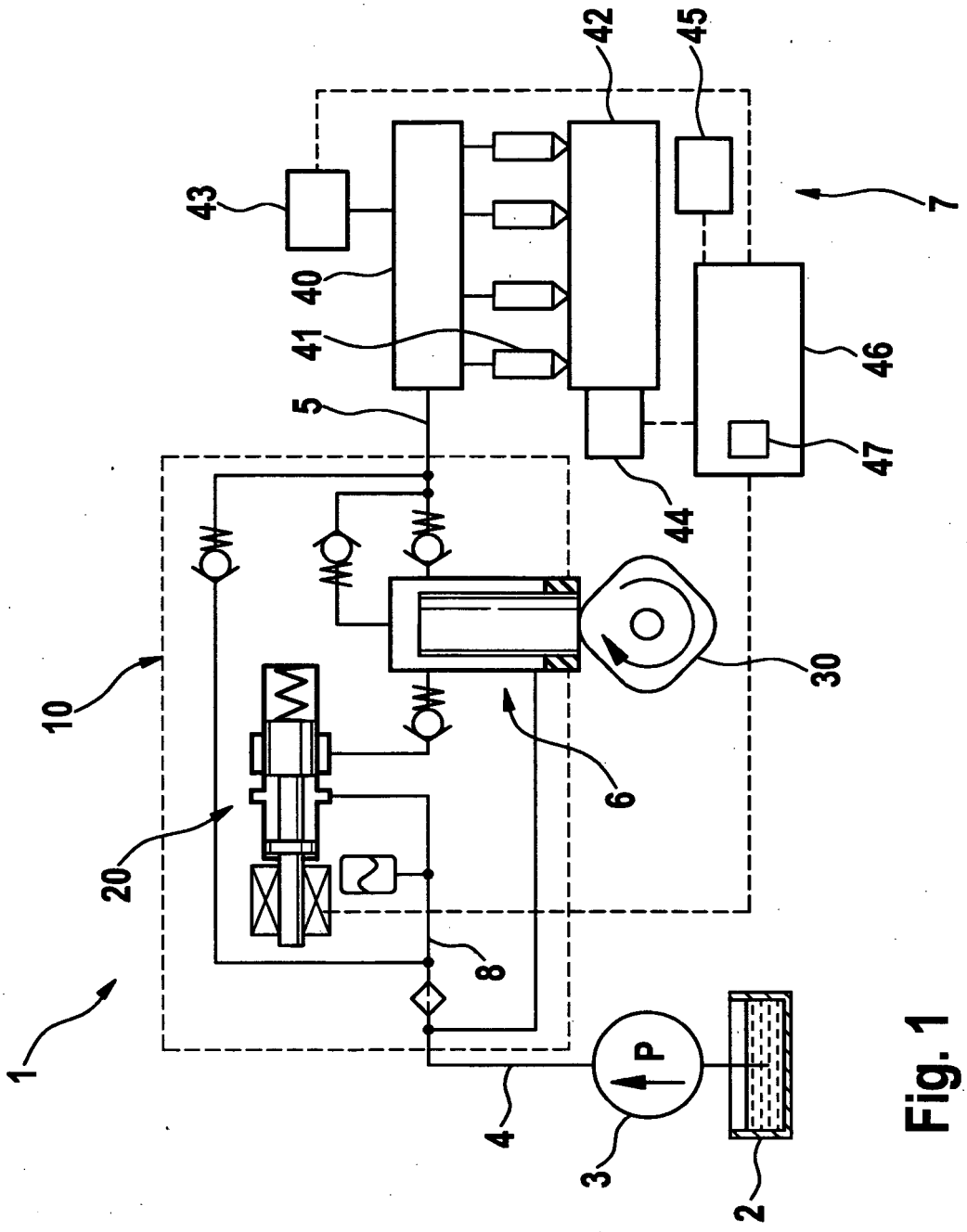


Fig. 1

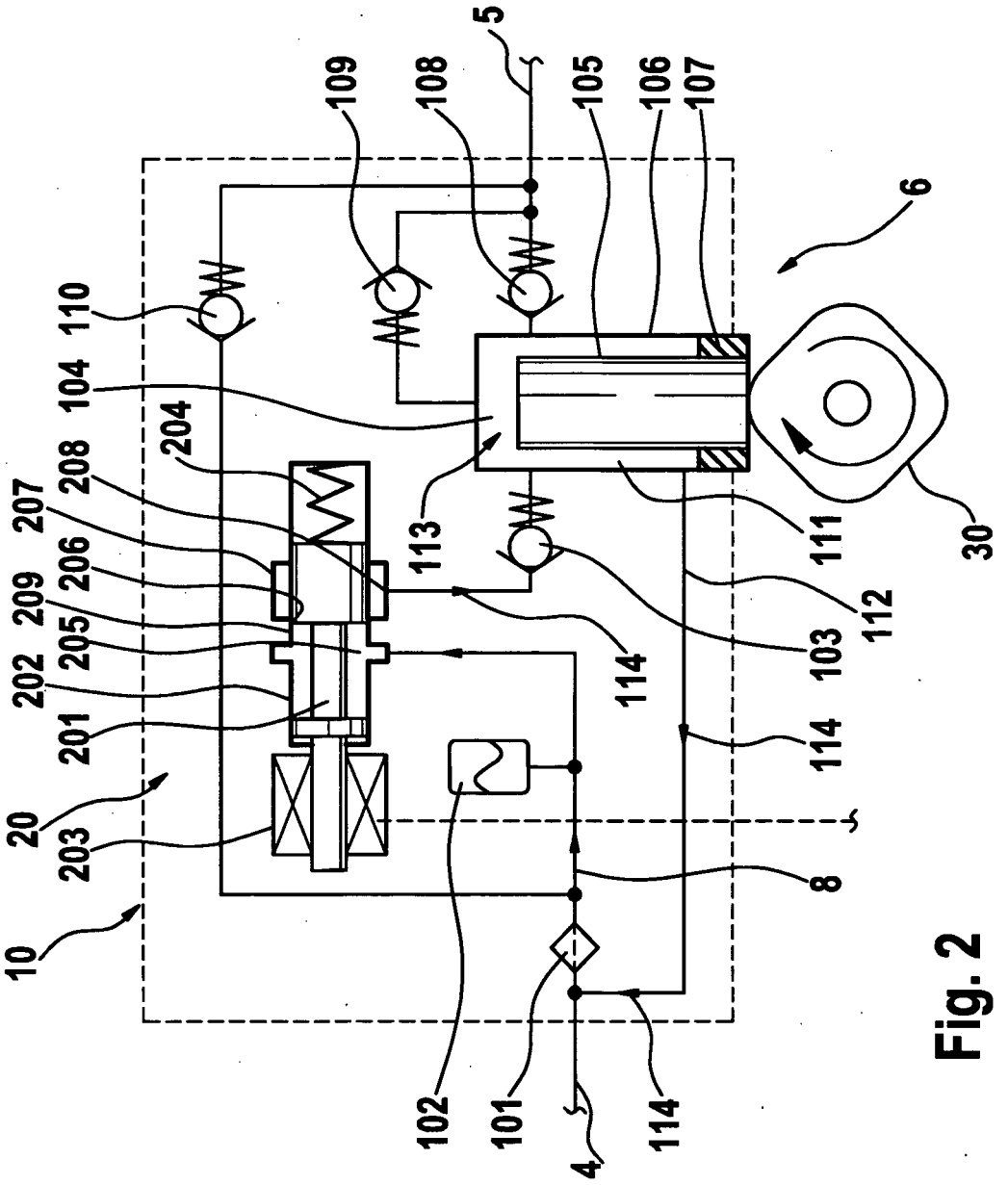
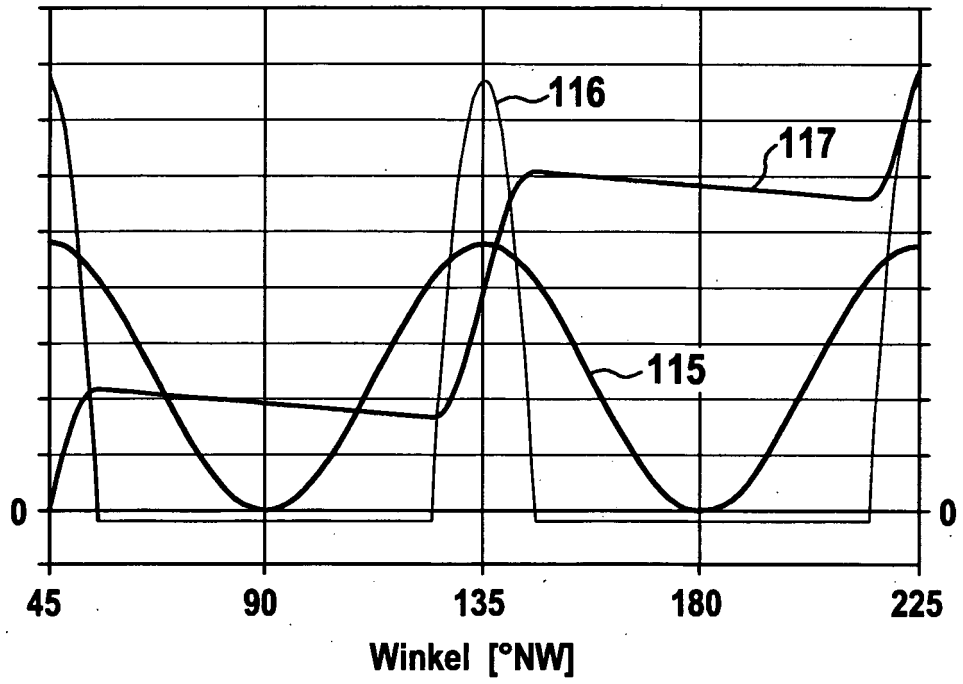

5
109
108
105
106
107
6
110
104
204
208
207
206
209
205
202
201
20
203
10
113
111
30
112
103
114
114
8
102
101
4
114

Fig. 2

Fig. 3



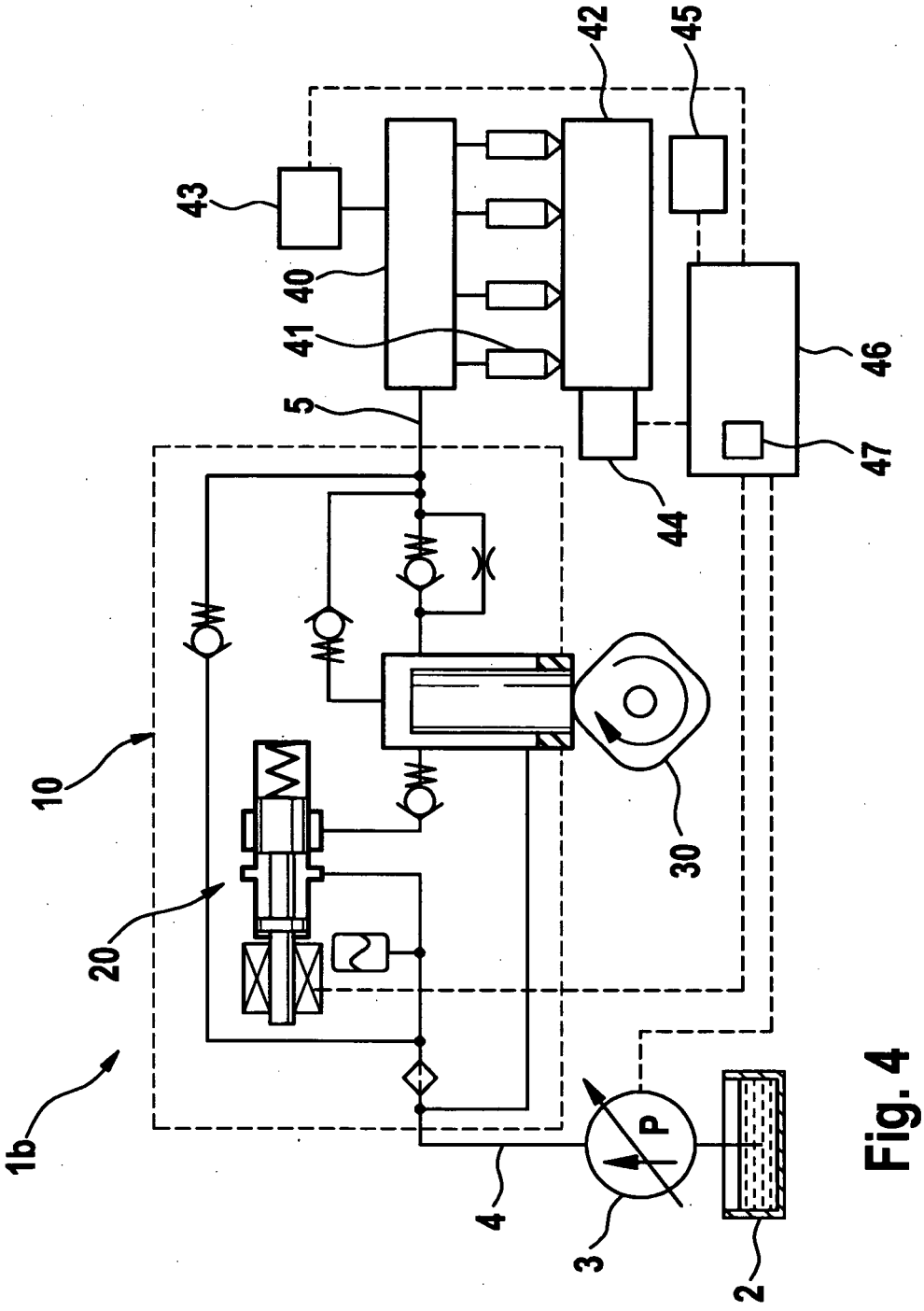


Fig. 4

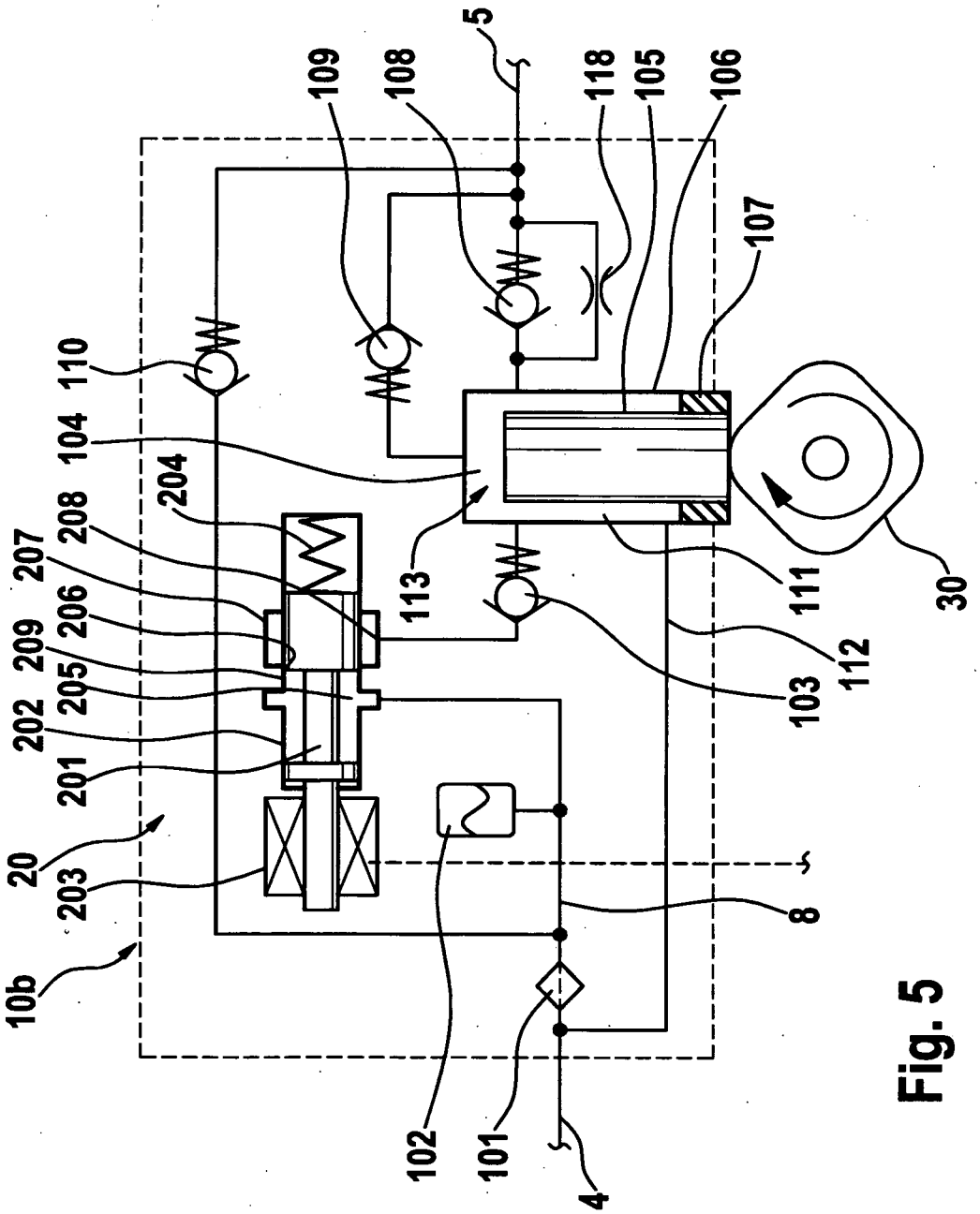

5
109
108
118
105
106
107
110
104
204
208
207
206
209
205
202
201
20
203
10b
113
111
30
112
103
8
102
101
4

Fig. 5

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

- WO 2004036034 A **[0001]**
- DE 10220281 A1 **[0002]**