



(10) **DE 10 2011 011 791 B4** 2014.04.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 011 791.1**

(22) Anmeldetag: **19.02.2011**

(43) Offenlegungstag: **23.08.2012**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.04.2014**

(51) Int Cl.: **F04C 14/18 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Voigt, Dieter, Dipl.-Ing., 38110, Braunschweig, DE

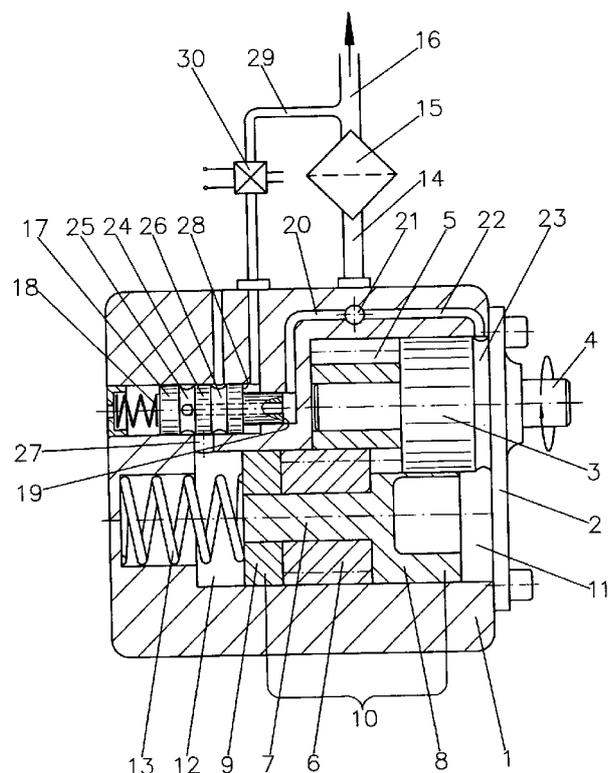
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 37 801	C5
DE	102 37 801	B4
EP	1 911 974	A1

(54) Bezeichnung: **Zweistufige Druckregelung für Hydraulikpumpen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Druckregelung von verstellbaren Hydraulikpumpen, die insbesondere der Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren mit Fördermenge und Öldruck dienen, mit einer Verstelleinrichtung zur hydraulischen Verstellung der Fördermenge der Hydraulikpumpe, mit mindestens einer Kammer zur Druckbeaufschlagung der Verstelleinrichtung, wobei eine/die Kammer mit einem Regeldruck beaufschlagt ist, mit einem den Regeldruck erzeugenden zweistufigen Regelkolben mit einer ersten Wirkfläche für eine permanente Druckbeaufschlagung und mit einer zweiten Wirkfläche für eine schaltbare Druckbeaufschlagung sowie mit einer der Druckbeaufschlagung entgegenwirkenden Regelfeder, mit einem Schaltventil zur Druckbeaufschlagung oder Druckentlastung der zweiten Wirkfläche des Regelkolbens, mit einem Modul zur Kühlung oder/und Filtrierung der Hydraulikflüssigkeit stromab der Hydraulikpumpe, dadurch gekennzeichnet, dass an der ersten Wirkfläche (19) des Regelkolbens (17) ein vor dem Modul (15) wirkender Förderdruck der Hydraulikpumpe anliegt und die zweite Wirkfläche (28) mit einem stromab nach dem Modul (15) wirkenden Öldruck beaufschlagbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft druckgeregelte Hydraulikpumpen mit verstellbarer Fördermenge, bei denen ein zweistufig schaltbarer Regelkolben die Einstellung einer die Fördermenge änderbaren Verstellvorrichtung vornimmt. Derartige Ölpumpen werden insbesondere als sog. Regelölpumpen für die Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren eingesetzt, um durch eine bedarfsgerechte Bereitstellung von Öldruck und Fördermenge Vorteile im Kraftstoffverbrauch bzw. in der CO₂-Emission zu erzielen.

[0002] Aus der DE10237801B4 ist eine Regelölpumpe bekannt, bei der zwei Förderzahnräder axial relativ zueinander zur Verstellung der Fördermenge verstellt werden können. Das verstellbare Förderzahnrad bildet mit zwei beidseitig zu ihm angeordneten Kolben eine sog. Verschiebeeinheit, die in einem Pumpengehäuse hydraulisch gegen die Kraft einer Rückstellfeder verschieblich ist. Während eine der Rückstellfeder gegenüberliegende erste Kammer permanent mit Druck beaufschlagt ist, wirkt in einer zweiten die Rückstellfeder aufnehmenden Kammer ein Regeldruck, der von einem zweistufig ausgebildeten Regelkolben erzeugt wird. Während eine erste Wirkfläche des Regelkolbens permanent mit Druck beaufschlagt ist, kann die zweite Wirkfläche zwecks Druckumschaltung der Regelölpumpe zwischen einem höheren und einem geringeren Druckniveau entweder druckbeaufschlagt oder druckentlastet werden. Hierdurch kann bei zeitweise geringerem Öldruckbedarf des von der Regelölpumpe versorgten Verbrennungsmotors die Antriebsleistung der Regelölpumpe reduziert und ein entsprechend geringerer Kraftstoffverbrauch bewirkt werden. Der Regelkolben ist bei der DE10237801 B4 über eine Steuerdruckleitung mit dem zu regelnden Öldruck einer Hauptölleitung des Verbrennungsmotors beaufschlagt, so dass der veränderliche Druckverlust eines zwischen der Regelölpumpe und der Hauptölleitung angeordneten Filters den geregelten Öldruck der Hauptölleitung nicht beeinflusst. Die zweite Wirkfläche des Regelkolbens steht über ein elektrisch schaltbares Magnetventil entweder mit der Hauptleitung oder mit der drucklosen Umgebung in Druckverbindung. Der die hydraulische Verstellung der Fördermenge steuernde Regelkolben weist eine Regelfeder auf und arbeitet als Drucksensor für den der Regelfeder entgegenwirkenden Öldruck. Wenn die zweite Wirkfläche des Regelkolbens druckentlastet ist beträgt der geregelte Öldruck der Hauptleitung beispielsweise 4 bar. Wird auch die zweite Wirkfläche des Regelkolbens über das Magnetventil mit Öldruck beaufschlagt, so erfolgt die Verschiebung des Regelkolbens je nach dem Verhältnis der beiden Wirkflächen schon bei einem geringeren Öldruck. Sind beide Wirkflächen beispielsweise gleich groß, so regelt der Regelkolben den Öldruck in der Hauptölleitung dann auf 2 bar ein.

[0003] Das Magnetventil wird bei einem Verbrennungsmotor wegen des Elektroanschlusses vorzugsweise nicht direkt an der Hydraulikpumpe, sondern von außen zugänglich in einer Steuerdruckleitung des Kurbelgehäuses zwischen der Hauptölleitung und der Regelölpumpe angeordnet. Entsprechend aufwändig müssen dann jedoch vom Kurbelgehäuse zwei Steuerdruckleitungen zu der im Kurbelgehäuse angeflanschten Regelölpumpe führen, wobei die eine Steuerdruckleitung permanent und die andere schaltbar mit Öldruck beaufschlagbar ist.

[0004] Eine weitere gattungsgemäße Regelölpumpe geht aus der Entgegenhaltung EP 1911974 A1 hervor.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für verstellbare Hydraulikpumpen mit elektrisch zweistufig schaltbarer Öldruckregelung eine Systemvereinfachung zu erzielen.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend Anspruch 1 dadurch erreicht, dass die erste Wirkfläche des Regelkolbens über eine Druckverbindung innerhalb der Hydraulikpumpe permanent mit dem auf deren Druckseite wirkenden Förderdruck beaufschlagt ist, und nur die zweite Wirkfläche des Regelkolbens über eine Steuerdruckleitung mit einem schaltbaren Magnetventil in Druckverbindung mit der Hauptölleitung steht. Diese Systemvereinfachung hat zur Folge, dass bei druckentlasteter zweiter Wirkfläche des Regelkolbens und entsprechend oberem Öldruckniveau ausschließlich der permanent an der ersten Wirkfläche des Regelkolbens anliegende Förderdruck als Regelgröße wirksam ist. Hierdurch ist der Öldruck stromab eines hinter der Hydraulikpumpe angeordneten Moduls zur Kühlung oder/und Filtrierung der zum Verbrennungsmotor fließenden Fördermenge um den am Modul auftretenden Druckverlust gegenüber dem vor dem Modul geregelten Förderdruck geringer. Bei einem maximal im Betrieb möglichen Druckverlust am Modul von beispielsweise 1,5 bar muss der durch den Regelkolben geregelte Förderdruck dann entsprechend über dem maximalen Öldruckbedarf in der Hauptölleitung des Verbrennungsmotors eingeregelt werden. Bei durch Ansteuerung des Magnetventils geschalteter Öldruckabsenkung durch zusätzliche Druckbeaufschlagung der zweiten Wirkfläche des Regelkolbens mit dem Öldruck der Hauptölleitung liegt dann eine gemischte Druckbeaufschlagung des Regelkolbens vor, zum einen mit dem Förderdruck und zum anderen mit dem um den Druckverlust des Moduls geringeren Öldruck. Hierdurch ist das geregelt untere Öldruckniveau in der Hauptölleitung deutlich weniger als beim oberen Öldruckniveau vom Druckverlust des Moduls abhängig, so dass gegenüber der vom Druckverlust des Moduls unabhängigen Öldruckregelung der DE10237801B4 nur geringfügige Nachteile bestehen. Da die Verbrauchtests von Kraftfahr-

zeugen überwiegend im unteren Motordrehzahlbereich von Verbrennungsmotoren und dann niedrigem Öldruckniveau stattfinden, werden sich mit der erfindungsgemäß vereinfachten Öldruckregelung keine nennenswerten Verbrauchsnachteile gegenüber der Lösung der DE10237801B4 mit zwei Steuerdruckleitungen zwischen der Regelölpumpe und der Hauptölleitung ergeben. Die erfindungsgemäße Lösung ist nicht auf eine bestimmte Bauart von verstellbaren Hydraulikpumpen beschränkt, so dass sie beispielsweise bei Flügelzellenpumpen, Pendelschieberpumpen und Außenzahnradpumpen angewandt werden kann. Bei verstellbaren Außenzahnradpumpen kann der in der druckseitig nahe der Förderzahnrad wirkende Förderdruck vorzugsweise direkt über einen kurzen Kanal am ersten Kolben zur Druckbeaufschlagung der Verschiebeeinheit in die erste Kammer geleitet werden. Hierbei ist es vorteilhaft, den Kanal als Bohrung in einen Innenraum des ersten Kolbens zu führen und den Innenraum mit einem Sieb zu verschließen, um die hydraulische Verstellung der Verschiebeeinheit nicht durch etwaige Schmutzpartikel zu beeinträchtigen. Das unter Förderdruck stehende, vom Sieb gereinigte Öl in der ersten Kammer wird vorzugsweise auch dem Regelkolben zugeführt, um einerseits permanent dessen erste Wirkfläche zu beaufschlagen und um andererseits auch den Regeldruck in der zweiten Kammer der Verschiebeeinheit aus dem Förderdruck zu erzeugen. Weiterhin kann das vom Sieb gereinigte Öl der ersten Kammer auch für eine Schmierung von Pumpenteilen Verwendung finden, beispielsweise der Antriebswelle.

[0007] Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von in Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

[0008] Fig. 1: eine erste Ausführung einer erfindungsgemäßen Außenzahnrad-Regelölpumpe

[0009] Fig. 2: eine zweite Ausführung einer erfindungsgemäßen Außenzahnrad-Regelölpumpe

[0010] Fig. 3: eine Schnittansicht durch die Außenzahnrad-Regelölpumpe von Fig. 2

[0011] Die Fig. 1 zeigt in Schnittansicht eine Außenzahnrad-Regelölpumpe für die Schmierölversorgung eines Verbrennungsmotors mit einem ersten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Druckregelung. Ein Pumpengehäuse 1 ist von einem Deckel 2 verschlossen, der mit einem Deckelkolben 3 in das Pumpengehäuse 1 hineinragt. Im Deckelkolben 3 ist eine Antriebswelle 4 drehbar gelagert, auf der ein erstes Förderzahnrad 5 fixiert ist. Das erste Förderzahnrad 5 steht mit einem zweiten Förderzahnrad 6 in Zahneingriff. Das Förderzahnrad 6 ist auf einem Bolzen 7 drehgelagert, der einteilig mit einem das Förderzahnrad 6 axial führenden ersten Kol-

ben 8 ausgebildet ist. Der Kolben 8 umschmieg den runden Deckelkolben 3 wie auch das Förderzahnrad 5 mit einer entsprechend bogenförmigen Ausnehmung. Gegenüberliegend zum ersten Kolben 8 ist ein zweiter Kolben 9 auf dem Bolzen 7 fixiert. Die Baueinheit von Förderzahnrad 6, Bolzen 7 mit Kolben 8 und Kolben 9 wird als Verschiebeeinheit 10 bezeichnet, die im Pumpengehäuse 1 zwischen einer ersten Kammer 11 und einer zweiten Kammer 12 gegen die Kraft einer Rückstellfeder 13 axial verschieblich gelagert ist. Die Förderzahnrad 5 und 6 saugen das Öl über eine vor der Schnittebene liegende, nicht sichtbare Saugleitung an und fördern es hinter der Schnittebene über eine ebenfalls nicht sichtbare Druckverbindung mit Förderdruck in eine Druckleitung 14 und über einen Filter 15 in eine Hauptölleitung 16 des nicht weiter dargestellten Verbrennungsmotors. Ein zweistufiger Regelkolben 17 mit einer Regelfeder 18 ist an einer ersten Wirkfläche 19 über eine erste Druckverbindung 20 und eine Bohrung 21 mit dem Förderdruck der Druckleitung 14 beaufschlagt. Weiterhin liegt der Förderdruck der Bohrung 21 über eine zweite Druckverbindung 22 und eine umlaufende Nut 23 des Deckelkolbens 3 auch in der Kammer 11 an. Der Regelkolben 17 steht in ausgeregelter Position mit einem Steuerzapfen 24 mittig zu einer Bohrung 27, die in der Kammer 12 einen erforderlichen Regeldruck einstellt. Linksseitig ist der Steuerzapfen 24 von einer Drucknut 25 begrenzt, die über Bohrungen im Regelkolben 17 permanent unter dem an der ersten Wirkfläche 19 anliegenden Förderdruck steht. Rechtsseitig ist der Steuerzapfen 24 durch eine Entlastungsnut 26 begrenzt, die mit der drucklosen Umgebung in Verbindung steht. Eine zweite, ringförmige Wirkfläche 28 des Regelkolbens 17 steht über eine Steuerdruckleitung 29 und einem Magnetventil 30 mit der Hauptölleitung 16 in schaltbarer Druckverbindung. Der Regeldruck in der Kammer 12 wird vom Regelkolben 17 in bekannter Weise durch Anpassung der Fördermenge so eingestellt, dass in der Druckleitung 14 bzw. in der Hauptölleitung 16 ein für den sicheren Betrieb des Verbrennungsmotors ausreichend hoher Druck gewährleistet ist. Das von einem Motorsteuergerät betätigte Magnetventil 30 stellt abhängig vom Öldruckbedarf des Verbrennungsmotors durch Druckbelastung oder Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 28 ein niedriges oder ein hohes Öldruckniveau ein. Bei Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 28 regelt der Regelkolben 17 den Förderdruck in der Druckleitung 14 beispielsweise immer auf 5 bar ein, wobei der Öldruck in der Hauptölleitung 16 abhängig vom Druckverlust des Filters 15 etwas geringer ausfällt und beispielsweise 4 bar beträgt. Bei Druckbelastung der zweiten Wirkfläche 28 mit dem Öldruck der Hauptleitung 16 wird durch den reagierenden Regelkolben 17 eine Absenkung des Regeldruckes in der Kammer 12 vorgenommen, so dass eine Fördermengenabsenkung durch Verstellung der Verschiebeeinheit 10 resultiert. Hieraus folgt eine Druckabsenkung in der Druckleitung 14 bzw. in

der Hauptölleitung **16**, wobei der an der ersten Wirkfläche **19** anliegende Förderdruck und der an der zweiten Wirkfläche **28** anliegende Öldruck soweit abfallen, bis der Steuerzapfen **24** wieder mittig zu der Bohrung **27** steht und ein Gleichgewichtszustand erreicht ist. Das von ursprünglich 5 bar derart abgesenkte Druckniveau des Förderdruckes in der Druckleitung **14** beträgt dann beispielsweise 2,5 bar und der Öldruck in der Hauptölleitung **16** abhängig vom nun geringeren Druckverlust des Filters **15** beispielsweise 2 bar.

[0012] Die **Fig. 2** zeigt eine Schnittdarstellung einer Außenzahnrad-Regelölpumpe, bei der die Druckverbindungen zur Pumpenregelung durch den Förderdruck alternativ zu **Fig. 1** ausgebildet sind. In einem Pumpengehäuse **31** ist eine Verschiebeeinheit **32** axial verschieblich zwischen der ersten Kammer **11** und der zweiten Kammer **12** gelagert. Die Verschiebeeinheit **32** weist einen Kolben **33** auf, der einteilig mit dem Bolzen **7** ausgebildet ist. Der Kolben **33** weist in einem Innenraum **34** eine Bohrung **35** als Druckverbindung zur Druckseite der Regelölpumpe auf, über die der Förderdruck in den Innenraum **34** eingespeist wird. Zur Vermeidung von Betriebsbeeinträchtigungen durch vom Förderdruck in den Innenraum **34** eingespülte Schmutzpartikel ist zwischen dem Innenraum **34** und der ersten Kammer **11** im Kolben **33** ein Sieb **36** angeordnet. Der permanent in der ersten Kammer **11** wirkende Förderdruck wird in **Fig. 2** vorzugsweise auch für die Schmierung einer Antriebswelle **38** genutzt. Hierzu weist der Deckelkolben **3** zusätzlich eine Bohrung **37** auf, über die unter Förderdruck stehendes Öl der Antriebswelle **38** zugeführt wird. Der in der Bohrung **37** anstehende Förderdruck wird weiterhin über die Antriebswelle **38**, die eine Nut und eine Querbohrung sowie eine Längsbohrung **39** aufweist, und über eine Verbindungsbohrung **40** des Pumpengehäuses **31** zum Regelkolben **17** geleitet. Vorteilhaft gegenüber **Fig. 1** ist bei der Ausführungsform von **Fig. 2** zum einen, dass das Pumpengehäuse **31** durch Entfall von Druckverbindungen für den Förderdruck vereinfacht ist. Zum anderen ist die Betriebssicherheit dadurch erhöht, dass das unter Förderdruck stehende Öl für die Pumpenregelung und die Schmierung der Antriebswelle **4** durch die Verwendung des Siebes **36** frei von Schmutzpartikeln ist.

[0013] In **Fig. 3** ist eine Schnittansicht in Achsrichtung der Regelölpumpe von **Fig. 2** mittig durch das Förderzahnrad **5** dargestellt, wobei jedoch die Verschiebeeinheit mit dem Kolben **33** ungeschnitten ist. Das von den beiden Förderzahnradern **5** und **6** angesaugte Öl fließt über einen Saugkanal **41** und eine Saugtasche **42** in die Zahnlücken der rotierenden Förderzahnradern **5** und **6** und wird mit Förderdruck über eine Drucktasche **43** und einen Druckkanal **44** in die am Pumpenausgang angeschlossene Druckleitung **14** gedrückt. Ein schräger Teilschnitt im Kolben

33 längs der Bohrung **35** zeigt die Druckverbindung zwischen der unter Förderdruck stehenden Drucktasche **43** und dem hinter dem Sieb **36** befindlichen Innenraum **34** des Kolbens **33**.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren zur zweistufigen Druckregelung von Hydraulikpumpen für die Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren erzielt dadurch eine Vereinfachung, dass die Hydraulikpumpe zur Pumpenregelung nur über eine Steuerdruckleitung, in die ein Magnetventil zur Öldruckschaltung angeordnet ist, mit dem Öldruck stromab eines Filters beaufschlagbar ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Druckregelung von verstellbaren Hydraulikpumpen, die insbesondere der Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren mit Fördermenge und Öldruck dienen, mit einer Verstelleinrichtung zur hydraulischen Verstellung der Fördermenge der Hydraulikpumpe, mit mindestens einer Kammer zur Druckbeaufschlagung der Verstelleinrichtung, wobei eine/die Kammer mit einem Regeldruck beaufschlagt ist, mit einem den Regeldruck erzeugenden zweistufigen Regelkolben mit einer ersten Wirkfläche für eine permanente Druckbeaufschlagung und mit einer zweiten Wirkfläche für eine schaltbare Druckbeaufschlagung sowie mit einer der Druckbeaufschlagung entgegenwirkenden Regelfeder, mit einem Schaltventil zur Druckbeaufschlagung oder Druckentlastung der zweiten Wirkfläche des Regelkolbens, mit einem Modul zur Kühlung oder/und Filtrierung der Hydraulikflüssigkeit stromab der Hydraulikpumpe, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der ersten Wirkfläche (**19**) des Regelkolbens (**17**) ein vor dem Modul (**15**) wirkender Förderdruck der Hydraulikpumpe anliegt und die zweite Wirkfläche (**28**) mit einem stromab nach dem Modul (**15**) wirkenden Öldruck beaufschlagbar ist.

2. Verfahren zur Druckregelung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regelkolben (**17**) den Regeldruck aus dem Förderdruck erzeugt.

3. Verfahren zur Druckregelung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikpumpe als Außenzahnrad-Regelölpumpe mit mindestens einem ersten Förderzahnrad (**5**) auf einer Antriebswelle (**4, 38**) und mindestens einem zweiten Förderzahnrad (**6**), das Bestandteil einer axial in einem Pumpengehäuse (**1, 31**) verstellbaren Verschiebeeinheit (**10, 32**) als Verstelleinrichtung, ausgebildet ist.

4. Verfahren zur Druckregelung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verschiebeeinheit (**10, 32**) zwischen dem Förderzahnrad (**6**) und einer ersten Kammer (**11**) des Pumpengehäuses (**1,**

31) einen ersten Kolben (**8, 33**) und zwischen dem Förderzahnrad (**6**) und einer zweiten Kammer (**12**) einen zweiten Kolben (**9**) aufweist.

5. Verfahren zur Druckregelung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Kolben (**33**) zur Einspeisung von Förderdruck in die erste Kammer (**11**) einen Kanal aufweist, der als Bohrung (**35**) in einen Innenraum (**34**) des Kolbens (**33**) ausgebildet ist.

6. Verfahren zur Druckregelung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenraum (**34**) des Kolbens (**33**) durch ein Sieb (**36**) verschlossen ist.

7. Verfahren zur Druckregelung nach einem der Ansprüche 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Kammer (**11**) mit der ersten Wirkfläche (**19**) des Regelkolbens (**17**) in Druckverbindung steht.

8. Verfahren zur Druckregelung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckverbindung über eine Längsbohrung (**39**) der Antriebswelle (**38**) erfolgt.

9. Verfahren zur Druckregelung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltventil als Magnetventil (**30**) ausgebildet ist und von einem Steuergerät des Verbrennungsmotors zwecks Öldruckumschaltung angesteuert wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

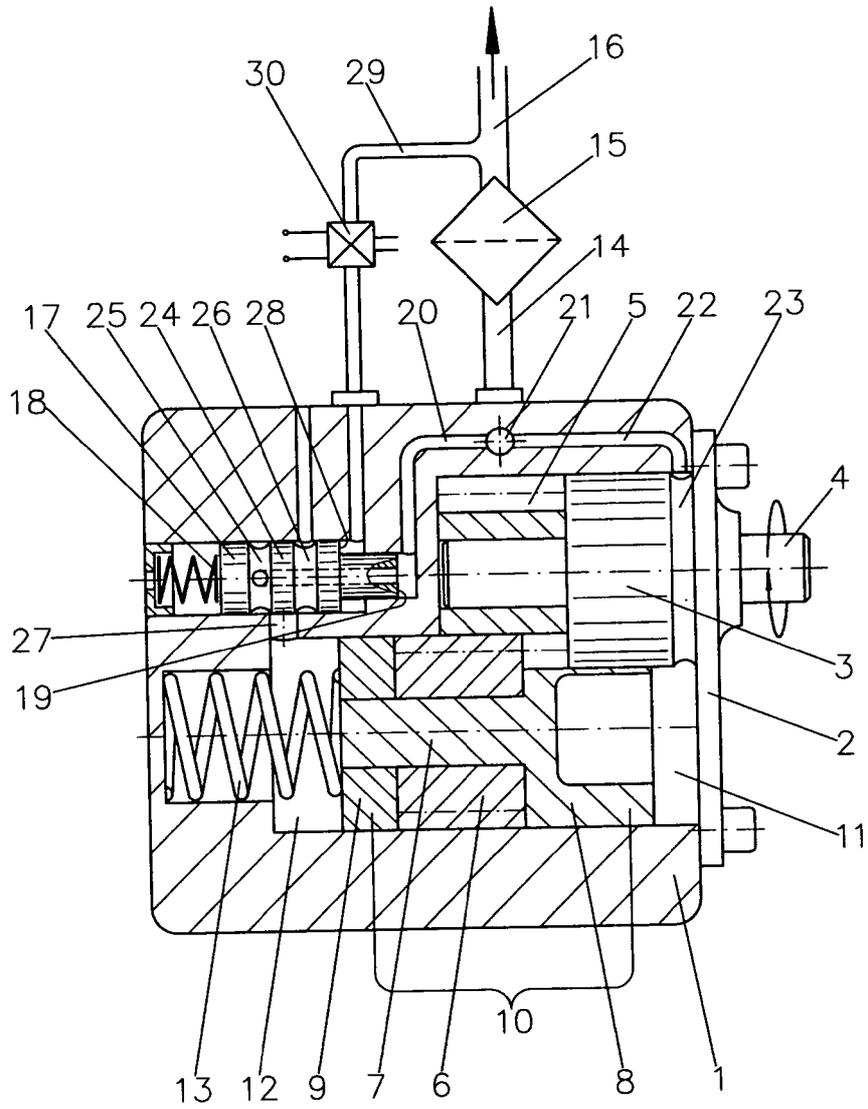


Fig. 1

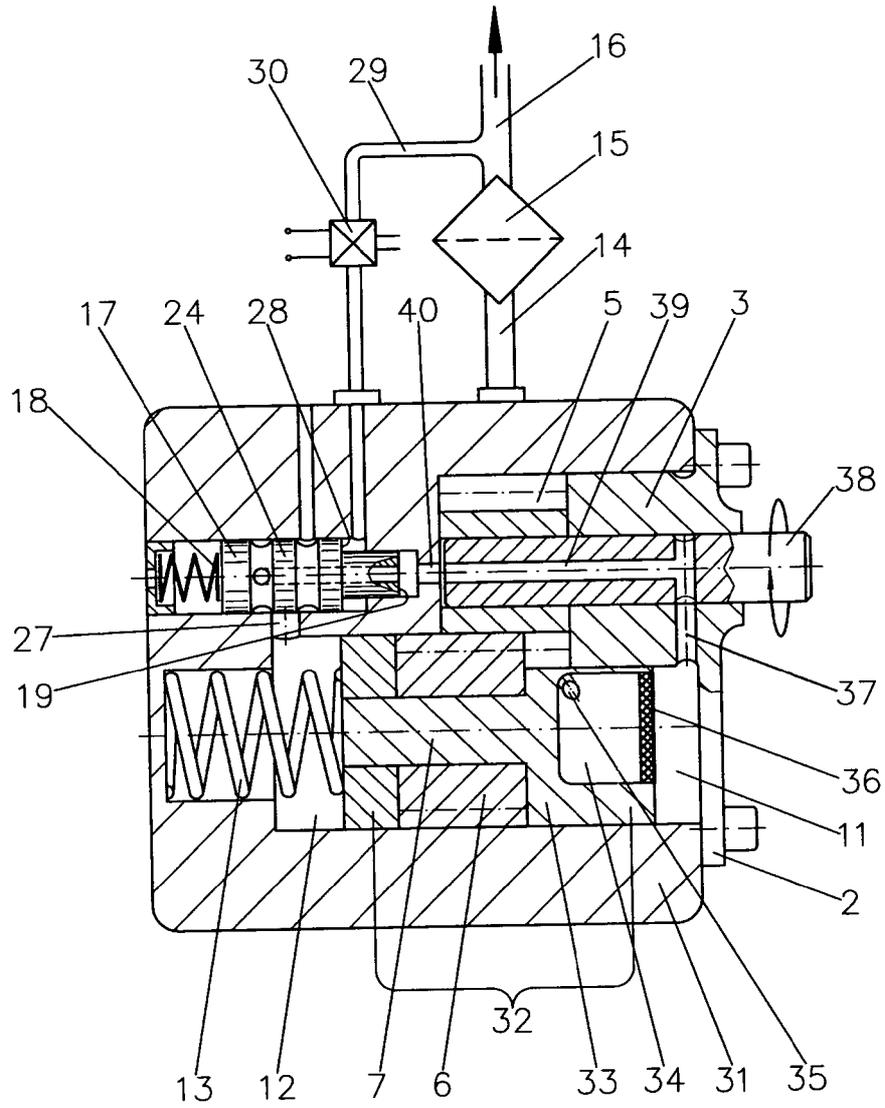


Fig. 2

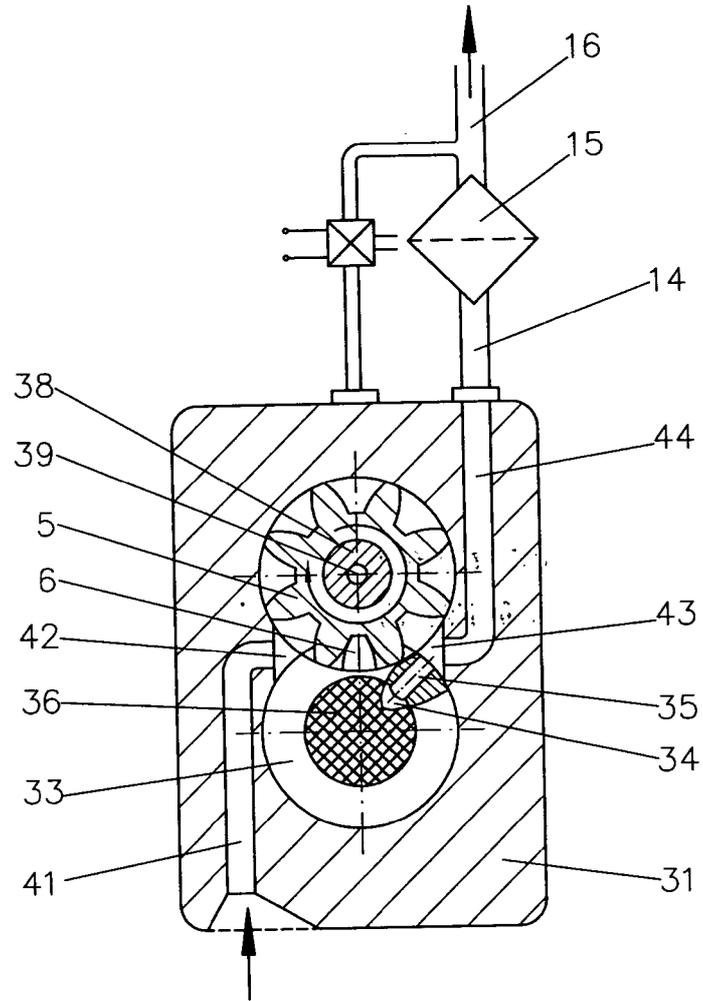


Fig. 3