



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.2003 Patentblatt 2003/42

(51) Int Cl.7: **F04B 49/12, F04B 1/04**

(21) Anmeldenummer: **02027253.0**

(22) Anmeldetag: **06.12.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
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: **Liskow, Uwe
71679 Asperg (DE)**

(30) Priorität: **12.04.2002 DE 10216205**

(54) **Kraftstoffhochdruckpumpe mit Fördermengenregelung**

(57) Es wird eine Kraftstoffhochdruckpumpe (1) vorgeschlagen, bei der durch einen Druckausgleich zwischen den Pumpenelementen (3) eine Regelung der Fördermenge stufenlos zwischen 0 und 100 % erfolgen kann.

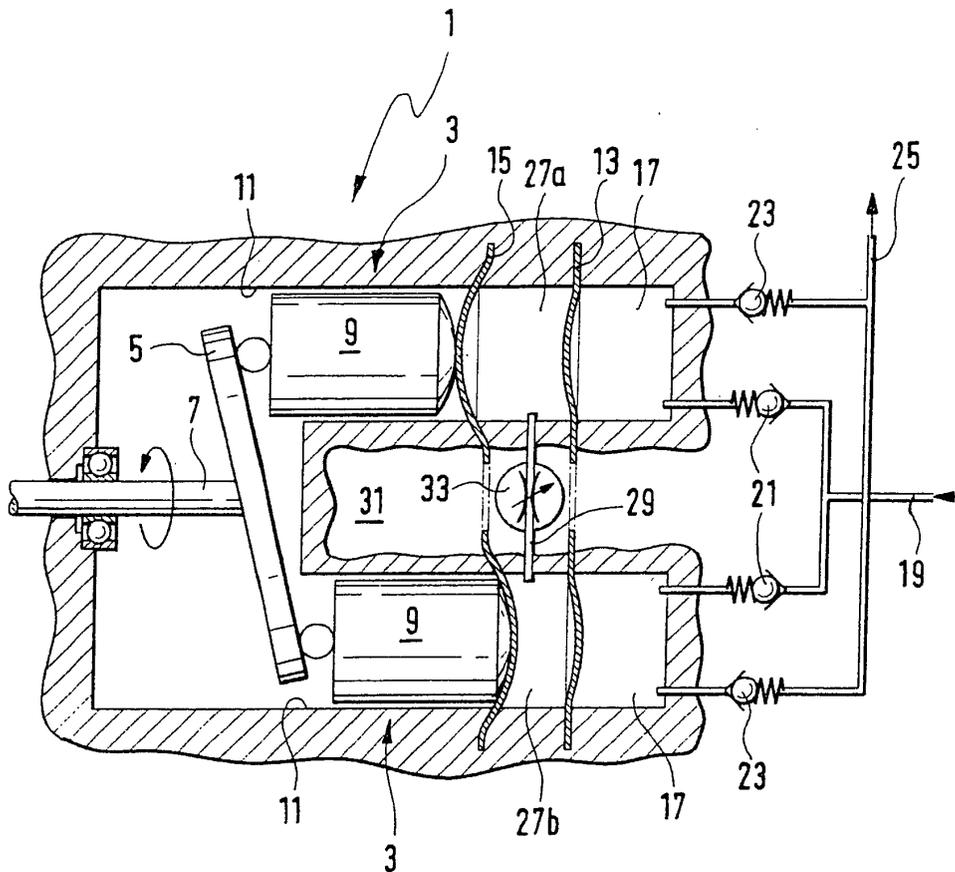


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffhochdruckpumpe für eine Einspritzanlage von Brennkraftmaschinen, mit mindestens zwei Pumpenelementen zur Förderung zur Förderung von Kraftstoff in einen Hochdruckanschluss.

[0002] Solche Kraftstoffhochdruckpumpen sind beispielsweise als Axialkolbenpumpen, Radialkolbenpumpen oder Reiheneinspritzpumpen bekannt.

[0003] Zur Regelung der Fördermenge ist es bekannt, entweder über eine Ansaugdrosselung mit Hilfe einer sogenannten Zumesseinheit den von den Pumpenelementen angesaugten Kraftstoff auf die gewünschte Fördermenge zu beschränken. Nachteilig an dieser Fördermengenregelung sind die aufwendige Zumesseinheit und die hohen Drosselverluste, welche sich beim Ansaugen des Kraftstoffs durch die als Drossel wirkende Zumesseinheit ergeben. Außerdem kann bei dieser Fördermengenregelung Kavitation in den Pumpenelementen auftreten.

[0004] Es ist weiterhin bekannt, die Fördermengenregelung von Kraftstoffhochdruckpumpen auf deren Hochdruckseite vorzusehen. Nachteilig an dieser Fördermengenregelung sind die hohen Dissipationsverluste, da der Kraftstoff zunächst auf ein hohes Druckniveau gebracht wird und anschließend der überschüssige Kraftstoff in einem Druckregelventil entspannt wird.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kraftstoffhochdruckpumpe bereitzustellen, deren Fördermenge einfach regelbar ist. Außerdem soll der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe in allen Lastpunkten annähernd gleich gut sein.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einer Kraftstoffhochdruckpumpe für eine Einspritzanlage von Brennkraftmaschinen, mit mindestens zwei Pumpenelementen zur Förderung von Kraftstoff in einen Hochdruckanschluss dadurch gelöst, dass mindestens zwischen zwei Pumpenelementen eine steuerbare hydraulische Verbindung vorgesehen ist.

Vorteile der Erfindung

[0007] Durch die steuerbare hydraulische Verbindung zwischen den Pumpenelementen wird erreicht, dass im Teillastbetrieb das Pumpenelement, welches sich im Förderhub befindet, eine Teilmenge in das Pumpenelement fördert, sich gerade im Saughub befindet. Dadurch verringert sich die erforderliche Pumpenarbeit und es wird nur die benötigte Kraftstoffmenge auf den Einspritzdruck gebracht. Dadurch ist der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe auch im Teillastbereich relativ gut.

[0008] Alternativ kann die hydraulische Verbindung durch mindestens ein Schaltventil oder mindestens ein

Regelventil gesteuert werden. Bei der Verwendung von Schaltventilen, wird der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe weiter gesteigert, da die hydraulische Verbindung bei geöffnetem Schaltventil einen geringen Strömungswiderstand hat.

[0009] Wenn die hydraulische Verbindung durch ein Regelventil gesteuert wird, ist gewährleistet, dass keine Druckstöße im Niederdruck- oder im Hochdruckbereich der Kraftstoffhochdruckpumpe auftreten und sich somit insgesamt die Belastungen der Kraftstoffhochdruckpumpe auf ein Minimum reduzieren.

[0010] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn das Regelventil einen in einem Gehäuse geführten Längsschieber aufweist, dass in dem Gehäuse Steuerschlitze vorhanden sind, die mit den Pumpenelementen hydraulisch in Verbindung stehen, und dass die Überdeckung von Längsschieber und Steuerschlitzen einstellbar ist, so dass sich die gewünschte Drosselwirkung im Regelventil auf einfache und wirkungsvolle Weise realisieren lässt.

[0011] Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass das Regelventil einen in einem Gehäuse geführten Längsschieber aufweist, dass in dem Längsschieber Steuernuten ausgebildet sind, dass in dem Gehäuse Bohrungen, die mit den Pumpenelementen hydraulisch in Verbindung stehen, vorhanden sind, und dass die hydraulische Verbindung zwischen den Bohrungen durch die Längsschieber einstellbar ist.

[0012] Eine weitere alternative Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe sieht vor, dass das Regelventil einen synchron zu den Pumpenelementen angetriebenen Drehschieber aufweist, dass in dem Drehschieber eine hydraulische Verbindung vorgesehen ist, dass die hydraulische Verbindung an ihren Enden je eine Steuernut aufweist, dass die Steuernuten mit Steuerschlitzen in einem Gehäuse des Regelventils zusammenwirken, dass die Steuerschlitze mit den Pumpenelementen hydraulisch in Verbindung stehen, und dass die Überdeckung von Steuernuten und Steuerschlitzen einstellbar ist. Bei dieser Ausführungsform lässt sich die Fördermenge besonders feinfühlig einstellen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Phasenverschiebung der Steuernuten und der Steuerschlitze und die Phasenverschiebung der Pumpenelemente der Kraftstoffhochdruckpumpe übereinstimmen.

[0013] In weiterer Ergänzung der Erfindung kann die Kraftstoffhochdruckpumpe eine erste Membran an jedem Pumpenelement aufweisen, die einen Förderraum der Pumpenelemente begrenzt, und die steuerbare hydraulische Verbindung die Förderräume der Pumpenelemente verbinden. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung können die Vorteile einer an sich bekannten Membranpumpe auch für eine erfindungsgemäße Kraftstoffhochdruckpumpe nutzbar gemacht werden.

[0014] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die Kraftstoffhochdruckpumpe eine zweite Membran an jedem

Pumpenelement aufweist, wobei die zweite Membran je einen Druckraum von den Förderräumen der Pumpenelemente abgrenzt und die steuerbare hydraulische Verbindung die Druckräume der Pumpenelemente verbindet. In den Druckräumen kann ein Druckfluid, insbesondere ein Öl, als Arbeitsmedium vorhanden sein und der Kolben der Pumpenelemente durch die zweite Membranen auf das Druckfluid in den Druckräumen wirken. Durch diese Maßnahme befindet sich lediglich in den Förderräumen Kraftstoff, so dass sich im Druckraum und in den Pumpenelementen, insbesondere zwischen Kolben und Zylinder der Pumpenelemente, ein geeignetes Druckfluid, welches vorzugsweise gute Schmiereigenschaften aufweist und nicht zur Kavitation neigt, vorhanden.

[0015] Die erfindungsgemäße Kraftstoffhochdruckpumpe kann vorteilhafterweise auch in Verbindung mit einem Common-Rail eingesetzt werden. Gerade bei Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystemen ist die Regelung der Fördermenge und damit auch des Drucks im Common-Rail von großer Bedeutung, so dass die erfindungsgemäßen Vorteile sich bei solchen Einspritzsystemen besonders positiv bemerkbar machen.

[0016] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0017] Es zeigen:

- Fig. 1: einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer als Axialkolbenpumpe ausgeführten erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe;
- Fig. 2: einen Querschnitt durch das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1;
- Fig. 3: einen Längsschnitt entlang der Linie A-B durch ein Regelventil gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4 und 5: Ausführungsbeispiele weiterer Regelventile;
- Fig. 6: eine Radialkolbenpumpe nach dem Stand der Technik;
- Fig. 7: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe;
- Fig. 8: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe; und

Fig. 9: ein Ausführungsbeispiel für ein Schalt- oder Regelventil zur Fördermengenregelung der Radialkolbenpumpe gemäß Fig. 7 und 8.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe für eine Einspritzanlage von Brennkraftmaschinen schematisch dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Kraftstoffhochdruckpumpe 1 als Axialkolbenpumpe ausgebildet. In dem Längsschnitt gemäß Fig. 1 sind zwei Pumpenelemente 3 erkennbar, die von einer Taumelscheibe 5 in an sich bekannter Weise angetrieben werden. Die Taumelscheibe 5 wiederum wird von einer Antriebswelle 7 angetrieben.

[0019] Die Pumpenelemente 3 bestehen im Wesentlichen aus einem Pumpenkolben 9, der in einer Zylinderbohrung 11 geführt ist. An der dem der Taumelscheibe 5 abgewandten Stirnseite der Pumpenkolben 9 sind eine erste Membran 13 und eine zweite Membran 15 angeordnet. Die erste Membran 13 trennt einen mit Kraftstoff (nicht dargestellt) gefüllten Förderraum 17 vom Rest des Pumpenelements 3.

[0020] Über einen Niederdruckanschluss 19 werden die Förderräume 17 während des Saughubs der Pumpenkolben 9 mit Kraftstoff gefüllt. Um ein Rückströmen von Kraftstoff während des Förderhubs der Pumpenelemente 3 zu verhindern, ist in dem Niederdruckanschluss je Pumpenelement 3 ein erstes Rückschlagventil 21 angeordnet. Der von dem Pumpenelementen 3 während des Förderhubs aus den Förderräumen 17 geförderte Kraftstoff gelangt über zweite Rückschlagventile 23 in einen Hochdruckanschluss 25. Über den Hochdruckanschluss 25 kann beispielsweise ein nicht dargestellter Common-Rail oder Injektoren (ebenfalls nicht dargestellt) mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff versorgt werden.

[0021] Die erste Membran 13 und die zweite Membran 15 begrenzen einen Druckraum 27. Die Druckräume 27 können mit einem Druckfluid (nicht dargestellt), insbesondere Öl, gefüllt sein. Die Verwendung eines besonderen Druckfluids kann wegen seiner günstigen tribologischen Eigenschaften und geringen Kavitationsneigung vorteilhaft sein. Auch der Pumpenkolben 9 kann von Druckfluid, insbesondere Öl, umgeben sein, so dass die Schmierung des Pumpenkolbens 9 in der Zylinderbohrung 11 sowie der Taumelscheibe 5 stets gewährleistet ist.

[0022] Um die Fördermenge der erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe 1 stufenlos regeln zu können, ist eine hydraulische Verbindung 29 zwischen den Druckräumen 27a und 27b der Pumpenelemente 3 vorgesehen. Die hydraulische Verbindung 29 kann bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 als Bohrung in einem Gehäuse 31 der Kraftstoffhochdruckpumpe 1 ausgebildet sein. In der hydraulischen Verbindung 29 ist ein Re-

gelventil 33 angeordnet. Alternativ kann das Regelventil 33 auch als Schaltventil ausgebildet sein. Durch das Regelventil 33 kann die hydraulische Verbindung 29 bei Bedarf vollständig geschlossen werden, so dass die erfindungsgemäße Kraftstoffhochdruckpumpe 1 wie eine aus dem Stand der Technik bekannte Axialkolbenpumpe arbeitet. Alternativ kann das Regelventil 33 die hydraulische Verbindung 29 auch mehr oder weniger freigeben, so dass die Druckdifferenz in den Druckräumen 27a und 27b beschränkt wird.

[0023] Wenn das Regelventil 33 vollständig geöffnet ist, findet ein nahezu vollständiger Druckausgleich zwischen den Druckräumen 27a und 27b statt. Dies bedeutet, dass auch während des Förderhubs eines der Pumpenelemente 3 kein nennenswerter Druckanstieg im zugehörigen Druckraum 27 und im Förderraum 17 stattfindet. Infolgedessen wird kein Kraftstoff aus dem Förderraum 17 in den Hochdruckanschluss 25 gefördert. Somit ist in diesem Betriebszustand eine Nullförderung eingestellt.

[0024] Wenn das Regelventil 33 in einer Zwischenstellung zwischen vollständig geöffnet und vollständig geschlossen ist, kann sich ein gewisser Druckaufbau im Hochdruckraum 27a und 27b einstellen, wenn der zugehörige Pumpenkolben 9 sich im Förderhub befindet. Dieser Druck wird über die erste Membran 13 auf den zugehörigen Förderraum 17 übertragen. Sobald der Druck im Förderraum 17 größer als im Hochdruckanschluss 25 ist, öffnet das zugehörige zweite Rückschlagventil 23, und es wird eine bestimmte Kraftstoffmenge aus dem Förderraum 17 in den Hochdruckanschluss 25 gefördert. In diesem Betriebszustand ist die Fördermenge der Kraftstoffhochdruckpumpe 1 größer als Null und kleiner als die Fördermenge bei geschlossenem Regelventil 33. Je nach Stellung des Regelventils 33 kann die Fördermenge zwischen 0 und 100 % eingestellt werden.

[0025] Alternativ kann das Regelventil 33 auch als Schaltventil ausgeführt werden (nicht dargestellt). In diesem Fall wird die Fördermengenregelung durch Öffnen und Schließen des Schaltventils vorgenommen. Wenn die gewünschte Fördermenge von den Pumpenelementen 3 gefördert wurde, wird das Schaltventil geöffnet, so dass ein Druckausgleich zwischen den Druckräumen 27a und 27b stattfindet und infolgedessen kein weiterer Kraftstoff mehr in den Hochdruckanschluss 25 gefördert wird. Je größer die hydraulischen Querschnitte der hydraulischen Verbindung 29 und des Schaltventils sind, desto verlustärmer kann diese Art der Fördermengenregelung erfolgen. Wenn die Fördermengenregelung durch Öffnen des Schaltventils nach Erreichen der gewünschten Fördermenge erfolgt, werden die Druckstöße im Niederdruckbereich und im Hochdruckbereich der Kraftstoffhochdruckpumpe 1 minimiert. Diese Fördermengenregelung ist besonders vorteilhaft.

[0026] In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe im Form einer Axialkolbenpumpe im Querschnitt stark ver-

einfacht dargestellt. In dieser Darstellung sind drei um 120° zueinander versetzt angeordnete Pumpenelemente 3 andeutungsweise dargestellt. Der Hochdruckanschluss und der Niederdruckanschluss sind in dieser Darstellung nicht dargestellt, ebenso wie die Taumelscheibe. Bezüglich dieser Details und auch der Ausbildung von Druckraum und Förderraum wird auf das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 verwiesen.

[0027] In Fig. 2 ist auch die hydraulische Verbindung 29 zwischen den Pumpenelementen 3 dargestellt. In der Mitte der sternförmig angeordneten hydraulischen Verbindung 29 ist ein Regelventil 33 angeordnet, welches anhand der Fig. 3, die einen Schnitt entlang der Linie A-B in Fig. 2 darstellt, nachfolgend näher erläutert wird.

[0028] In einem Gehäuse 31 der Kraftstoffhochdruckpumpe 1 ist eine Bohrung 35 ausgespart. In dieser Bohrung 35 ist ein Drehschieber 37 angeordnet, der über eine Welle 39 in Drehung versetzt wird. Die Drehzahl und Phasenlage des Drehschiebers 37 stimmen mit der Drehzahl und der Phasenlage der Taumelscheibe (nicht dargestellt in Fig. 2 und 3) der Axialkolbenpumpe überein. Die Drehbewegung von der Welle 39 wird über eine Nut 41 im Drehschieber 37 sowie einen Nutenstein 43 von der Welle 39 auf den Drehschieber 37 übertragen. Die hydraulische Verbindung 29 setzt sich im Drehschieber 37 fort. Dort, wo die hydraulische Verbindung 29 im Drehschieber endet, sind Steuernuten 45 vorgesehen. Die im Gehäuse 31 vorhandenen hydraulischen Verbindungen 29 münden in einen Steuerschlitz 47. Die Steuerschlitze 47 münden in der Bohrung 35 im Gehäuse 31.

[0029] Der Drehschieber 37 ist über einen Aktor 49 in Längsrichtung, angedeutet durch die Doppelpfeile 51, verschiebbar. Je nach Überdeckung von Steuerschlitzen 47 und Steuernuten 45 wird die hydraulische Verbindung 29 mehr oder weniger geöffnet und somit die gewünschte Fördermenge eingestellt. Diese Art der Fördermengenregelung wurde anhand der Fig. 1 bereits ausführlich erläutert, und es wird, um Wiederholungen zu vermeiden, auf diese Erläuterungen verwiesen.

[0030] In den Fig. 4 und 5 sind weitere Ausführungsbeispiele von Regelventilen 33 dargestellt. Die Konfiguration dieser Regelventile 33 in einer Axialkolbenpumpe entspricht derjenigen des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 münden die hydraulischen Verbindungen im Gehäuse 31 in Steuerschlitze 47. Ein Aktor 49 betätigt einen Längsschieber 53 in Richtung des Doppelpfeils 51. In Abhängigkeit der Position des Längsschiebers 53 deckt die Steuerrante 55 des Längsschiebers 53 die Steuerschlitze 47 vollständig, teilweise oder gar nicht ab. In Fig. 4 ist eine Position des Längsschiebers 53 dargestellt, bei dem die Steuerschlitze 47 nahezu vollständig vom Längsschieber 53 abgedeckt sind. Dies bedeutet, dass nur ein geringer Druckausgleich zwischen den Druckräumen 27 (nicht dargestellt) über die hydraulischen Verbindungen 29 erfolgen kann. Infolgedessen fördert

die ebenfalls nicht dargestellte Kraftstoffhochdruckpumpe 1 nahezu die volle Fördermenge. Wenn der Längsschieber 53 in Fig. 4 durch den Aktor 49 weiter nach rechts verschoben wird, ist ein besserer Druckausgleich zwischen den nicht dargestellten Druckräumen 27 möglich, so dass die Fördermenge sinkt.

[0031] In Fig. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Regelventils 33 dargestellt, bei dem die hydraulischen Verbindungen 29 im Gehäuse 31 direkt in die Bohrung 35 münden. In den Längsschieber 53 ist eine umlaufende Steuernut 45 eingearbeitet. In der in Fig. 5 dargestellten Position des Längsschiebers 53 verschließt dieser die hydraulischen Verbindungen 29, so dass kein Druckausgleich zwischen den Pumpenelementen (nicht dargestellt) stattfinden kann und somit die volle Fördermenge gefördert wird. Wenn der Längsschieber 53 in Fig. 5 nach links verschoben wird, ermöglicht die Steuernut 45 eine Verbindung der hydraulischen Verbindungen 29, so dass ein teilweiser oder vollständiger Druckausgleich zwischen den nicht dargestellten Druckräumen stattfindet und somit die Fördermenge reduziert wird.

[0032] Alternativ kann auch auf die zweite Membran 15 verzichtet werden. In diesem Fall muss die hydraulische Verbindung 29 die Förderräume 17 der Pumpenelemente 3 miteinander verbinden. In diesem Fall findet der Druckausgleich nicht zwischen den Druckräumen, sondern zwischen den Förderräumen 17 statt, was sich in gleicher Weise auf die Fördermenge der erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe auswirkt. Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist der geringere Bauaufwand und Platzbedarf.

[0033] In Fig. 6 ist eine Radialkolbenpumpe nach dem Stand der Technik schematisch dargestellt. Nach diesem Ausführungsbeispiel sind die drei Pumpenelemente 3 radial zu einer Antriebswelle 9 angeordnet und werden von einem exzentrischen Abschnitt 57 der Antriebswelle 9 angetrieben. Bei dieser Kraftstoffhochdruckpumpe ist an jedem Niederdruckanschluss 19 ein Schaltventil 59 vorgesehen. In der in Fig. 6 dargestellten Position der Schaltventile kann während des Förderhubs der Pumpenelemente 3 der Kraftstoff wieder zurück in den Niederdruckanschluss 19 fließen, so dass sich eine Nullförderung einstellt. Wenn die Schaltventile 59 in die zweite, in Fig. 6 nicht dargestellte Schaltstellung gebracht werden, haben die Schaltventile 59 die Funktion der ersten Rückschlagventile 21 (siehe Fig. 1), so dass die Pumpenelemente 3 in den Hochdruckanschluss 25 fördern. Je nachdem zu welchem Zeitpunkt die Schaltventile 59 betätigt werden, kann die Fördermenge der Radialkolbenpumpe eingestellt werden. Allerdings muss die Steuerung der Schaltventile 59 sehr genau erfolgen und es sind drei aufwendige Schaltventile 59 erforderlich.

[0034] Anhand der Fig. 7 wird ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckpumpe, welche als Radialkolbenpumpe ausgebildet ist, dargestellt. In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7

verbindet die hydraulische Verbindung 29 die Förderräume 17a, 17b und 17c von drei nicht dargestellten Pumpenelementen 3 einer Radialkolbenpumpe, wie sie in Fig. 6 beschrieben wurde, miteinander. Zu jedem Förderraum 17a, 17b und 17c ist ein Regelventil 33 vorgesehen. Die Regelventile 33 werden gemeinsam angesteuert.

[0035] In Fig. 8 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer als Radialkolbenpumpe ausgeführten Kraftstoffhochdruckpumpe 1 dargestellt. Die drei Pumpenelemente 3, welche von einer Antriebswelle 7 angetrieben werden, weisen je einen Niederdruckanschluss 19 mit einem ersten Rückschlagventil 21 und einen Hochdruckanschluss 25 mit einem zweiten Rückschlagventil 23 auf. Von den Förderräumen 17a, 17b und 17c der drei Pumpenelemente 3 führt jeweils eine hydraulische Verbindung 29 zu einem Schaltventil 61. Über das Schaltventil 61 kann eine hydraulische Verbindung der Förderräume 17a, 17b und 17c untereinander hergestellt werden. Wenn diese hydraulische Verbindung geschlossen ist, fördert die Radialkolbenpumpe die volle Fördermenge. Wenn die Verbindung vollständig geöffnet ist, stellt sich eine Nullförderung ein. Durch geeignetes Ansteuern des Schaltventils 61 kann jede gewünschte Fördermenge zwischen 0 % und 100 % eingestellt werden.

[0036] In Fig. 9 ist ein Ausführungsbeispiel eines Schaltventils 61 im Längsschnitt dargestellt. Bei diesem Schaltventil 61 werden die hydraulischen Verbindungen 29 durch einen Längsschieber 53 geschlossen oder mehr oder weniger geöffnet. Je nach Stellung des Längsschiebers 53 kann somit ein mehr oder weniger großer Druckausgleich zwischen den Förderräumen 17a, 17b oder 17c der Kraftstoffhochdruckpumpe bzw. den Druckräumen 27a oder 27b (s. Fig. 1) erfolgen.

[0037] Alle in der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Patentansprüche

1. Kraftstoffhochdruckpumpe für eine Einspritzanlage von Brennkraftmaschinen, mit mindestens zwei Pumpenelementen (3) zur Förderung von Kraftstoff in einen Hochdruckanschluss (25), **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwischen zwei Pumpenelementen (3) eine steuerbare hydraulische Verbindung (29) vorgesehen ist.
2. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Verbindung (29) durch mindestens ein Schaltventil (61), insbesondere ein 2/2-Schaltventil, gesteuert wird.
3. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 2, da-

- durch gekennzeichnet, dass** mehrere Schaltventile (61) parallel zueinander angeordnet sind, und dass die mehreren Schaltventile (61) von einem Aktor (49), insbesondere einem elektromagnetischen Aktor oder einem piezoelektrischen Aktor, betätigt werden. 5
4. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Verbindung (29) durch mindestens ein Regelventil (33) gesteuert wird. 10
5. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelventil (3) einen in einem Gehäuse (31) geführten Längsschieber (53) aufweist, dass in dem Gehäuse (31) Steuerschlitze (47) vorhanden sind, die mit den Pumpenelementen (3) hydraulisch in Verbindung stehen, und dass die Überdeckung von Längsschieber (53) und Steuerschlitzen (47) einstellbar ist. 15 20
6. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelventil (33) einen in einem Gehäuse (31) geführten Längsschieber (53) aufweist, dass in dem Längsschieber (53) Steuernuten (45) ausgebildet sind, dass in dem Gehäuse (31) Bohrungen, die mit den Pumpenelementen (3) hydraulisch in Verbindung stehen, vorhanden sind, und dass die hydraulische Verbindung (29) zwischen den Bohrungen durch den Längsschieber (53) einstellbar ist. 25 30
7. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelventil (33) einen synchron zu den Pumpenelementen (3) angetriebenen Drehschieber (37) aufweist, dass in dem Drehschieber (37) eine hydraulische Verbindung (29) vorgesehen ist, dass die hydraulische Verbindung (29) an ihren Enden je eine Steuernut (45) aufweist, dass die Steuernuten (45) mit Steuerschlitzen (47) in einem Gehäuse (31) des Regelventils (33) zusammenwirken, dass die Steuerschlitze (47) mit den Pumpenelementen (3) hydraulisch in Verbindung stehen, und dass die Überdeckung von Steuernuten (45) und Steuerschlitzen (47) einstellbar ist. 35 40 45
8. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenverschiebung der Steuernuten (45) und der Steuerschlitze (47) und die Phasenverschiebung der Pumpenelemente (3) übereinstimmen. 50
9. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 2 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltventil (61) oder das Regelventil (33) als Längsschieberventil ausgebildet ist. 55
10. Kraftstoffhochdruckpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffhochdruckpumpe (1) eine erste Membran (13) an jedem Pumpenelement (3) aufweist, dass die erste Membran (13) einen Förderraum (17) der Pumpenelemente (3) begrenzt, und dass durch die steuerbare hydraulische Verbindung (29) die Förderräume (17) der Pumpenelemente (3) verbindbar sind.
11. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffhochdruckpumpe eine zweite Membran (15) an jedem Pumpenelement (3) aufweist, dass die zweite Membran (15) je einen Druckraum (27) von den Förderräumen (17) der Pumpenelemente (3) abgrenzt, und dass durch die steuerbare hydraulische Verbindung (29) die Druckräume (27) der Pumpenelemente (3) verbindbar sind.
12. Kraftstoffhochdruckpumpe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckräume (27) mit einem Druckfluid, insbesondere Öl, gefüllt sind, und dass Pumpenkolben (9) der Pumpenelemente (3) durch die zweiten Membranen (15) auf das Druckfluid in den Druckräumen (27) wirken.
13. Kraftstoffhochdruckpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffhochdruckpumpe als Axialkolbenpumpe, als Radialkolbenpumpe oder als Reihenpumpe ausgeführt ist.
14. Kraftstoffhochdruckpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochdruckanschluss (25) mit einem Common-Rail hydraulisch verbunden ist.

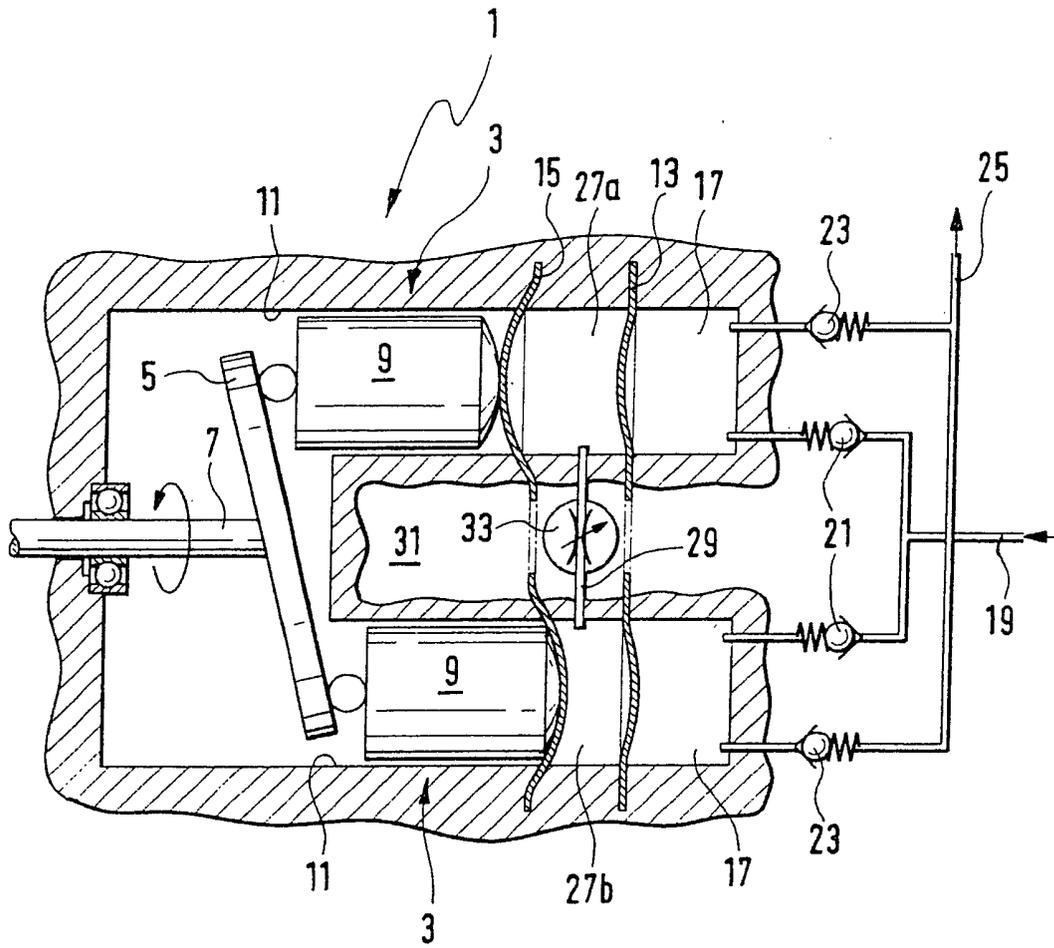


Fig. 1

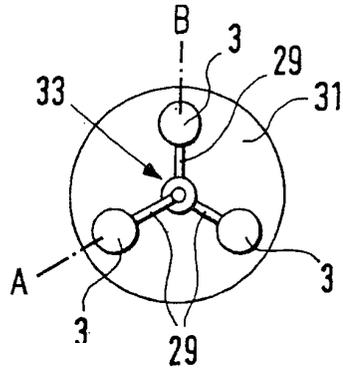


Fig. 2

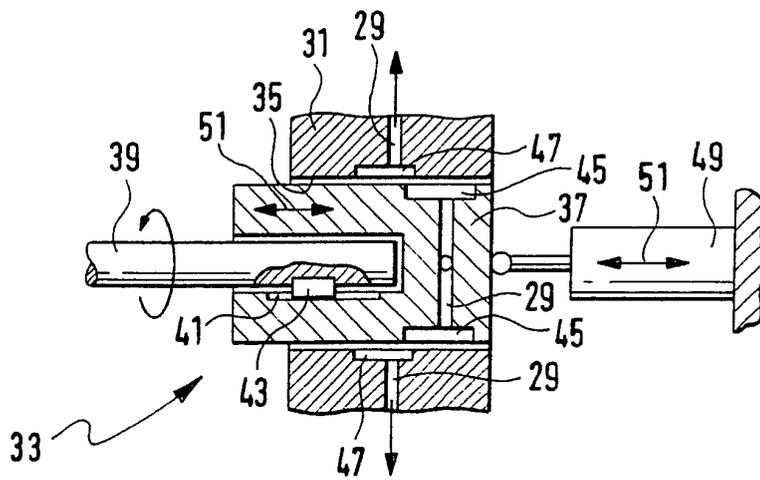


Fig. 3

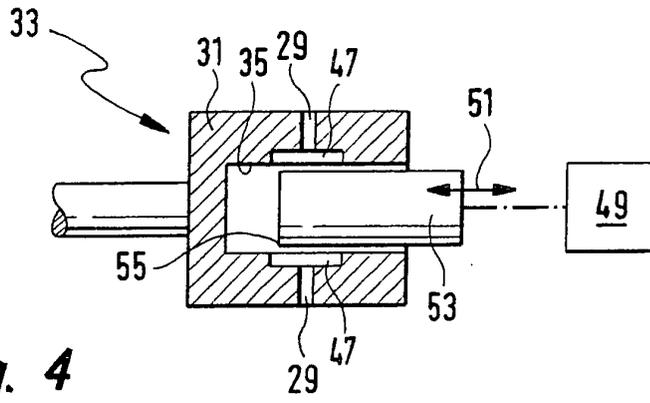


Fig. 4

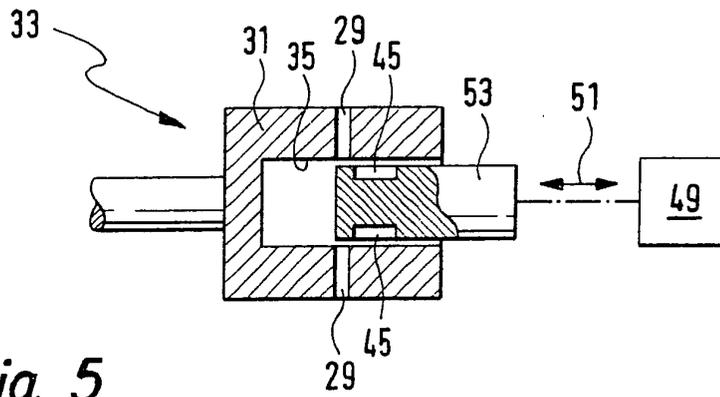


Fig. 5

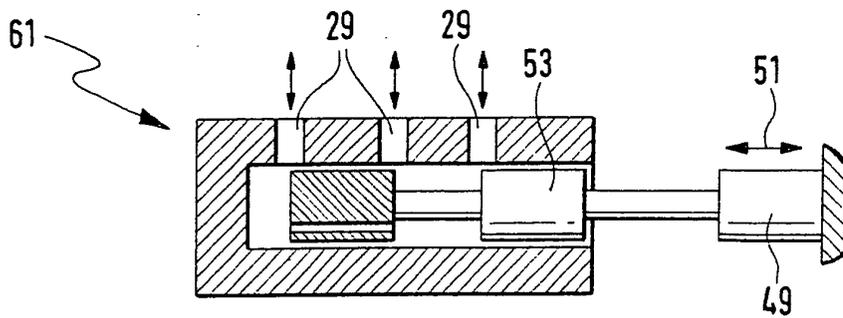


Fig. 9

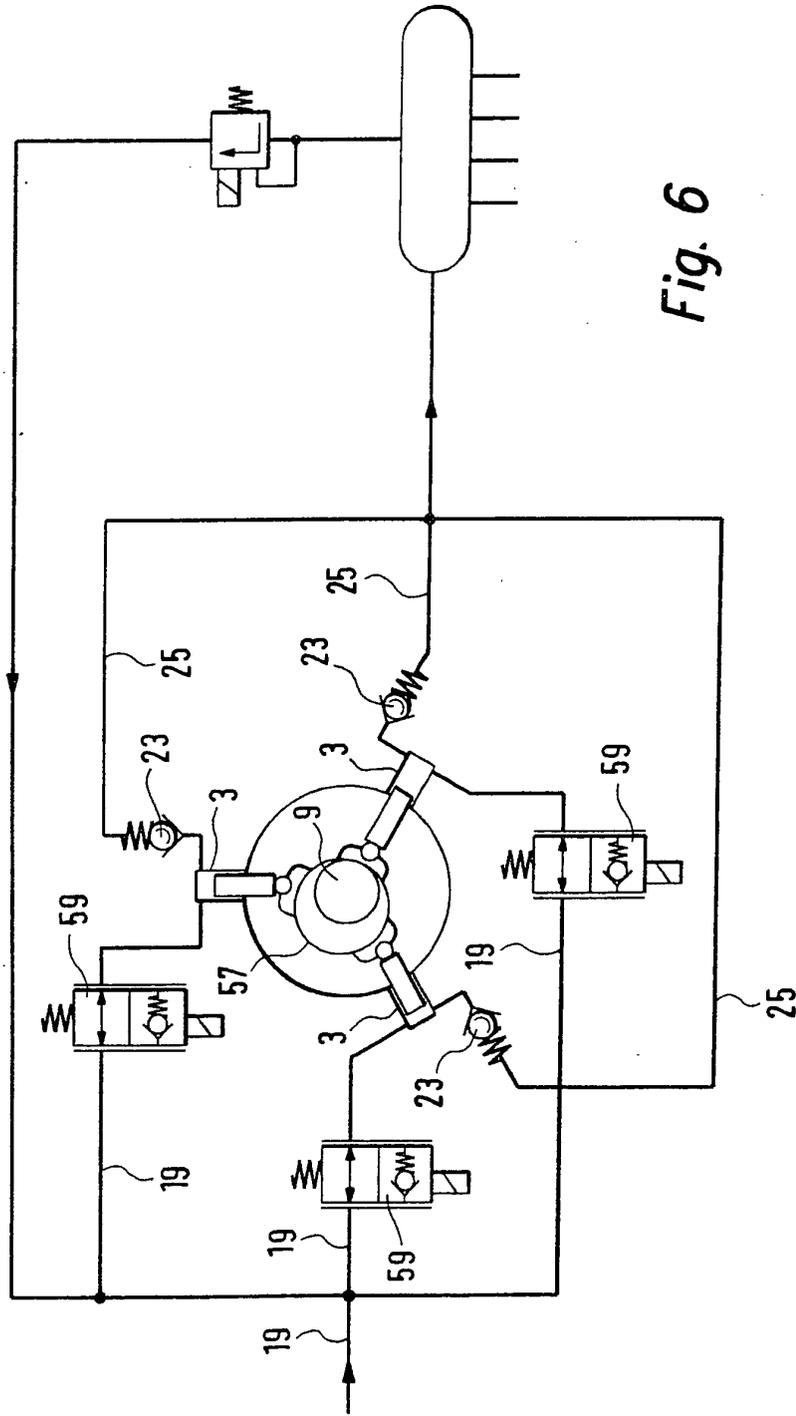


Fig. 6

