

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 348 865 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

01.10.2003 Patentblatt 2003/40(51) Int Cl.7: **F02M 63/02, F02M 55/04**(21) Anmeldenummer: **02026059.2**(22) Anmeldetag: **22.11.2002**

(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 SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **27.03.2002 DE 10213626**(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:

- **Rembold, Helmut
70435 Stuttgart (DE)**
- **Siegel, Heinz
70435 Stuttgart (DE)**
- **Schoepke, Manuel
71254 Ditzingen-Schoecking (DE)**

(54) **Hochdruck-Kraftstoffpumpe für ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine**

(57) Eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) umfasst eine Mehrzahl von Zylindern (68 - 70) mit Kolben (42 - 46). Diese begrenzen jeweils einen Förderraum (48 - 52). Eine Antriebswelle (38) versetzt bei einer Drehung die Kolben (42 - 46) in eine Hin- und Herbewegung. Mindestens ein Mengensteuerventil (78, 82) kann während eines Fördertaktes eines Zylinders (68 - 72) wenigstens zeitweise einen Förderraum (48 - 52) dieses Zylinders (68 - 72) mit einem Druckentlastungsbereich (18, 48, 52) verbinden. Um Druckpulsationen in einem Nieder-

druckbereich (18) zu verringern, wird vorgeschlagen, dass zwei Zylinder (68, 72) so zueinander angeordnet sind und die Antriebswelle (38) so ausgebildet ist, dass die Kolben (42, 46) dieser beiden Zylinder (68, 72) zueinander ungefähr 180° phasenversetzt von der Antriebswelle (38) angetrieben werden. Ferner wird vorgeschlagen, dass mindestens ein Mengensteuerventil (78) so angeordnet ist, dass der Förderraum (48, 52) des gerade nicht fördernden Zylinders (68, 72) mindestens Teil des Druckentlastungsbereichs (52, 48) ist.

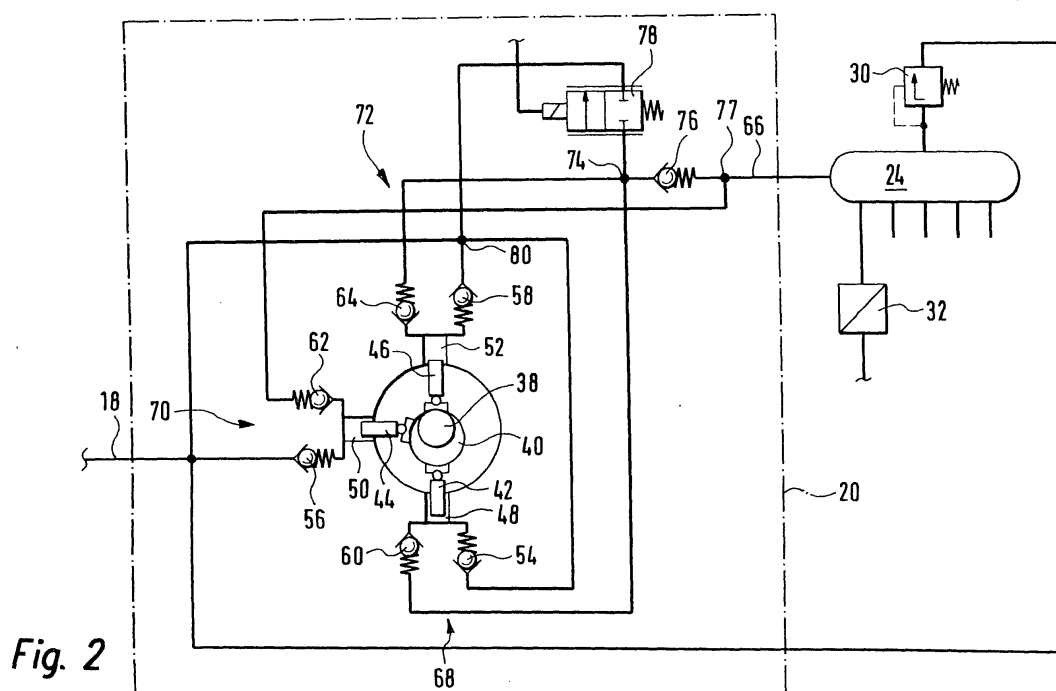


Fig. 2

EP 1 348 865 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe für ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine, mit einer Mehrzahl von Zylindern mit Kolben, welche jeweils einen Arbeitsraum begrenzen, mit einer Antriebswelle, welche bei einer Umdrehung die Kolben in eine Hin- und Herbewegung versetzt, und mit mindestens einem Mengensteuerventil, welches mindestens während eines Fördertakts eines Zylinders wenigstens zeitweise einen Förderraum dieses Zylinders mit einem Druckentlastungsbereich verbinden kann.

[0002] Eine derartige Hochdruck-Kraftstoffpumpe ist vom Markt her bekannt. Sie wird bei solchen Kraftstoffsystemen eingesetzt, welche bei Brennkraftmaschinen mit Benzin- oder Diesel-Direkteinspritzung verwendet werden. Durch eine derartige Hochdruckkraftstoffpumpe wird der Kraftstoff auf einen sehr hohen Druck komprimiert und in eine Kraftstoff-Sammelleitung ("Rail") gefördert und dort unter hohem Druck gespeichert. An diese Kraftstoff-Sammelleitung sind mehrere Injektoren angeschlossen, die den Kraftstoff in jeweilige Brennräume einspritzen.

[0003] Die Antriebswelle der bekannten Hochdruck-Kraftstoffpumpe ist starr mit einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine gekoppelt. Somit hängt, ohne entsprechende Maßnahmen, die Förderleistung der Kraftstoffpumpe direkt von der Drehzahl der Brennkraftmaschine ab. Es gibt jedoch Betriebsbereiche der Brennkraftmaschine, in denen trotz hoher Drehzahl nur wenig Kraftstoff in die Brennräume eingespritzt wird, also auch nur wenig Kraftstoff von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe gefördert werden muss.

[0004] Damit die Menge des geförderten Kraftstoffes unabhängig von der Drehzahl der Antriebswelle eingestellt werden kann, ist daher ein Mengensteuerventil vorgesehen, welches von einem Steuer- und Regelgerät so angesteuert wird, dass es gegen Ende eines Fördertraktes kurzzeitig öffnet. Der unter hohem Druck im Förderraum der Kraftstoffpumpe komprimierte Kraftstoff wird dann nicht in die Kraftstoff-Sammelleitung gepumpt, sondern in einen stromaufwärts von der Kraftstoff-Hochdruckpumpe gelegenen Niederdruckbereich abgelassen. Je länger das Mengesteuerventil während eines Fördertaktes geöffnet ist, desto geringer ist die letztlich zur Kraftstoff-Sammelleitung gelangende Kraftstoffmenge.

[0005] In dem stromaufwärts von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe gelegenen Niederdruckbereich kommt es jedoch dann, wenn das Mengesteuerventil öffnet, zu einer schlagartigen Druckerhöhung. Die hieraus resultierenden Druckpulsationen können die an sich nicht für derartig hohe Drücke ausgelegten Komponenten in diesem Bereich beschädigen. Daher werden Maßnahmen vorgeschlagen, um die Druckpulsationen im Niederdruckbereich gering zu halten. Bekannt ist zum Beispiel

der Einsatz federbeaufschlagter Druckdämpfer.

[0006] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, diese Druckpulsationen im Niederdruckbereich weiter zu verringern, so dass dieser entsprechend preiswert hergestellt werden kann und/oder eine lange Lebensdauer aufweist.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass zwei Zylinder so zu einander angeordnet sind und die Antriebswelle so ausgebildet ist, dass die Kolben dieser beiden Zylinder zueinander ungefähr 180°phasenversetzt von der Antriebswelle angetrieben werden, und dass mindestens ein Mengensteuerventil so angeordnet ist, dass der Förderraum des gerade nicht fördernden Zylinders mindestens Teil des Druckentlastungsbereichs ist.

Vorteile der Erfindung

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Hochdruck-Kraftstoffpumpe entweicht ein Teil des Kraftstoffes dann, wenn das Mengensteuerventil während eines Fördertraktes eines Zylinders öffnet, wenigstens zum Teil nicht mehr in den Niederdruckbereich, sondern gelangt in den Förderraum des gerade nicht fördernden Zylinders. Letztlich werden also die Förderräume zweier um 180°phasenversetzt angetriebener Zylinder miteinander "kurzgeschlossen".

[0009] Dadurch, dass die Kolben der beiden Zylinder um 180° zueinander phasenversetzt angetrieben werden, befindet sich der Kolben des einen Zylinders in einem Saugtakt, während der Kolben des anderen Zylinders sich gerade in einem Fördertakt befindet, und umgekehrt. Der unter hohem Druck im Förderraum des sich in einem Fördertakt befindenden Zylinders eingeschlossene Kraftstoff kann auf diese Weise problemlos in das sich vergrößernde Hubvolumen des sich gerade in einem Saugtakt befindenden Zylinders einströmen.

[0010] Im Extremfall, wenn das Mengensteuerventil während des gesamten Fördertaktes geöffnet ist, wird überhaupt kein Kraftstoff mehr in die Kraftstoff-Sammelleitung gefördert und der Kraftstoff wird statt dessen nur zwischen den Förderräumen der beiden Zylinder weitgehend drucklos hinund hergepumpt. Der stromaufwärts von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe gelegene Niederdruckbereich wird somit von schädlichen Druckpulsationen entlastet oder ggf. sogar vollständig befreit. Dies kommt der Lebensdauer der in diesem Bereich verwendeten Komponenten zugute.

[0011] Besonders vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0012] Bei einer ersten Weiterbildung weist die Hochdruck-Kraftstoffpumpe mindestens drei Zylinder auf, wobei zwei Zylindern mindestens ein Mengesteuerventil zugeordnet ist und die Kolben dieser Zylinder zueinander ungefähr 180°phasenversetzt angetrieben werden, und wobei der dritte Zylinder so angeordnet und die Antriebswelle so ausgebildet ist, dass der Kolben

des dritten Zylinders ungefähr 90° phasenversetzt zu den beiden anderen Zylindern angetrieben wird. Auf diese Weise wird eine Drei-Zylinder-Kraftstoffpumpe geschaffen, welche eine hohe Förderleistung hat, bei der jedoch ebenfalls die im Niederdruckbereich auftretenden Druckpulsationen vergleichsweise gering gehalten werden können.

[0013] Dabei wird besonders bevorzugt, dass das Hubvolumen des dritten Zylinders kleiner ist als die jeweiligen Hubvolumina der beiden anderen Zylinder. In dem Fall, dass auch der dritte Zylinder über ein Mengensteuerventil verfügt, dessen Betätigung zu entsprechenden Druckpulsationen im Niederdruckbereich führt, wird durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung sichergestellt, dass diese Druckpulsationen vergleichsweise gering sind.

[0014] Möglich ist auch, dass die Fördermenge mindestens eines Zylinders über ein dem Zylinder zugeordnetes einlassseitiges Ventil eingestellt werden kann. Beispielsweise kann das Mengensteuerventil in ein ohnehin erforderliches Einlassventil integriert sein. Diese Integration ist vergleichsweise einfach möglich. Darüber hinaus sind die erfindungsgemäßen Vorteile erzielbar, ohne dass zusätzliche Strömungskanäle im Gehäuse der Pumpe erforderlich sind.

[0015] Gegebenenfalls kann auch vorgesehen sein, dass mindestens einer der Zylinder über das Mengensteuerventil bzw. einlassseitige Ventil ein- und ausgeschaltet werden kann.

[0016] In diesem Fall ist keine hohe Dynamik des Ventils erforderlich, so dass es preiswerter hergestellt werden kann. Dennoch kann die Fördermenge durch das Ein- bzw. Ausschalten des Zylinders zumindest im groben Rahmen eingestellt werden.

[0017] Besonders bevorzugt ist es, wenn den Förderräumen der beiden Zylindern mit den ungefähr um 180° zueinander phasenversetzt angetriebenen Kolben das selbe Mengensteuerventil zugeordnet ist. Dies ist deshalb möglich, da ja immer nur einer der beiden Zylinder sich im Fördertakt befindet. Somit kann ein Mengensteuerventil eingespart werden, was die Herstellkosten der erfindungsgemäßen Hochdruck-Kraftstoffpumpe senkt.

[0018] Vorgeschlagen wird auch, dass das Mengensteuerventil ein stufenlos verstellbares Ventil ist. Grundsätzlich ist zwar auch ein Mengensteuerventil mit zwei Schaltstellungen denkbar, was Preisvorteile hat, da ein billigere Endstufe aufgrund der geringeren Anforderungen an die Schaltzeit verwendet werden kann. Ein stufenlos verstellbares Ventil hat jedoch den Vorteil, dass die zu fördernde Menge sehr exakt eingestellt werden kann, was eine Reduzierung der Leistungsaufnahme der Hochdruck-Kraftstoffpumpe ermöglicht.

[0019] Bei einer anderen erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Hochdruck-Kraftstoffpumpe weist das Mengensteuerventil drei Anschlüsse auf, wobei ein Anschluss zum Auslass des einen Förderraums, ein gegenüberliegender Anschluss zum Auslass des anderen

Förderraums, und ein weiterer gegenüberliegender Anschluss zu einem Hochdruck-Auslass der Hochdruckpumpe führt. Eine derartige hydraulische Schaltung hat den Vorteil, dass im Gegensatz zu einem Ventil mit nur zwei Anschlüssen auf ein ansonsten erforderliches zusätzliches Rückschlagventil verzichtet werden kann. Ein solche Hochdruck-Kraftstoffpumpe baut klein und preiswert.

10 Zeichnung

[0020] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe;
- Figur 2 eine vereinfachte hydraulische Prinzipdarstellung der Hochdruck-Kraftstoffpumpe von Figur 1;
- Figur 3 eine Darstellung ähnlich Figur 2 einer abgewandelten Hochdruck-Kraftstoffpumpe;
- Figur 4 eine Darstellung ähnlich Figur 2 einer nochmals abgewandelten Hochdruck-Kraftstoffpumpe; und
- Figur 5 eine Darstellung ähnlich Figur 2 einer nochmals abgewandelten Hochdruck-Kraftstoffpumpe.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] In Figur 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst ein Kraftstoffsystem (ohne Bezugszeichen). Bei diesem fördert eine elektrische Niederdruckpumpe 14 Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter 16. Von dort gelangt der Kraftstoff über eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20, welche in Figur 1 nur symbolisch strichpunktiert dargestellt ist. Sie wird weiter unten im Detail erläutert. An die Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 ist ein Druckdämpfer 22 angeschlossen.

[0022] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 fördert in eine Kraftstoff-Sammelleitung 24, in der im Betrieb der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert ist. An diese sind mehrere Injektoren 26 angeschlossen, welche den Kraftstoff direkt in ihnen jeweils zugeordnete Brennräume 28 einspritzen. Ein Überdruckventil 30 führt überschüssigen Kraftstoff aus der Kraftstoff-Sammelleitung 24 in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 zurück. Ein Drucksensor 32 erfasst den in der Kraftstoff-Sammelleitung 24 herrschenden Druck und leitet entsprechende Signale an ein Steuer- und Regelgerät 34. Dieses steuert

ert wiederum die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 an. Diese wird im übrigen direkt über eine nicht dargestellte Kupplung von einer in Figur 1 nur symbolisch dargestellten Nockenwelle 36 der Brennkraftmaschine 10 angetrieben.

[0023] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 der Brennkraftmaschine 10 ist stärker detailliert in Figur 2 dargestellt: Danach umfasst die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 eine Antriebswelle 38 mit einem Exzenterabschnitt 40. Auf diesem ist ein in Figur 2 nicht dargestellter Hubring aufgesteckt. Über hier nicht weiter interessierende Zwischenelemente werden bei einer Drehung der Antriebswelle 38 vom Exzenterabschnitt 40 drei radial angeordnete Kolben 42, 44 bzw. 46 in eine Hin- und Herbewegung versetzt.

[0024] Die Kolben 42 bis 46 sind in einem nicht näher dargestellten Gehäuse gehalten und begrenzen bereichsweise Förderräume 48, 50 bzw. 52. Über als Einlassventil fungierende federbelastete Kugel-Rückschlagventile 54 bis 58 können die Förderräume 48 bis 52 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 verbunden werden. Ähnliche federbeaufschlagte Kugel-Rückschlagventile 60, 62 und 64 bilden Auslassventile, mit denen die Förderräume 48 bis 52 mit einer Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 verbunden werden können, die zur Kraftstoff-Sammelleitung 24 führt.

[0025] Die Komponenten 42, 48, 54 und 60 gehören zu einem Zylinder 68, die Komponenten 44, 50, 56, 62 zu einem Zylinder 70, und die Komponenten 46, 52, 58 und 64 zu einem Zylinder 72.

[0026] Die Zylinder 68 bis 72 sind folgendermaßen hydraulisch verschaltet:

[0027] Die Auslassventile 60 und 64 der Zylinder 68 und 72 führen zu einem Knotenpunkt 74. Dieser ist über ein federbeaufschlagtes Rückschlagventil 76 mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 verbunden. Das Auslassventil 62 des Zylinders 70 ist mit einem Knotenpunkt 77 verbunden, der zwischen dem Rückschlagventil 76 und der Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 liegt. Der Knotenpunkt 74 ist ferner über ein stufenlos verstellbares elektromagnetisch betätigtes Mengensteuerventil 78 und einen Knotenpunkt 80 mit einem Kanal verbunden (ohne Bezugszeichen) verbunden, an den wiederum alle Einlassventile 54, 56 und 58 und die Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 angeschlossen sind.

[0028] Wie man deutlich in Figur 2 erkennen kann, sind der Zylinder 68 und der Zylinder 72 um 180° versetzt zueinander angeordnet. Da die Kolben 42 und 46 der Zylinder 68 und 72 vom selben Exzenterabschnitt 40 der Antriebswelle 38 angetrieben werden, werden sie bei einer Drehung der Antriebswelle 38 mit einer Phasenverschiebung von 180° in ein Hin- und Herbewegung versetzt. Dies bedeutet, dass dann, wenn sich der Kolben 42 des Zylinders 68 nach radial auswärts bewegt, sich der Kolben 46 des Zylinders 42 nach radial einwärts bewegt, und umgekehrt.

[0029] Zur Steuerung der Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 wird folgendermaßen vorge-

gangen:

[0030] Ist die bei einer vorgegebenen Drehzahl der Antriebswelle 38 maximal mögliche Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 gewünscht, bleibt das Mengensteuerventil 78 in seiner stromlos geschlossenen Stellung. Bei einem Saughub eines Kolbens 42, 44 oder 46 eines Zylinders 68, 70 oder 72 (ein Saughub entspricht einer nach radial innen gerichteten Bewegung eines Kolbens 42 bis 46) wird Kraftstoff aus der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 über die Einlassventile 54, 56 bzw. 58 in die Förderräume 48, 50 bzw. 52 der entsprechenden Zylinder 68, 70 bzw. 72 eingesaugt.

[0031] Bei einem Förderhub eines der Kolben 42, 44 bzw. 46 (also einer nach radial außen gerichteten Bewegung eines der Kolben 42 bis 46) wird der im Förderraum 48, 50 bzw. 52 eingeschlossene Kraftstoff komprimiert und bei Überschreiten des Öffnungsdrucks der Auslassventile 60, 62, 64 und 76 in die Kraftstoff-Sammelleitung 24 gepresst.

[0032] Sollen jedoch bei einer bestimmten Drehzahl der Antriebswelle 38 eine geringere als die maximal mögliche Kraftstoffmenge gefördert werden, wird das Mengensteuerventil 78 während bestimmter Zeiträume während der Fördertakte der Zylinder 68 und 72 bestrahlt und somit geöffnet. Bei geöffnetem Mengensteuerventil 78 wird der zwischen dem Rückschlagventil 76 und den Auslassventilen 60 und 64 gelegene Bereich über den Knotenpunkt 74, das Mengensteuerventil 78 und den Knotenpunkt 80 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 verbunden. Der Druck in diesem Bereich sinkt somit deutlich ab, so dass auch der Öffnungsdruck der Rückschlagventile 60 bzw. 64 sinkt.

[0033] Wird beispielsweise gegen Ende eines Fördertakts des Kolbens 42 des Zylinders 68 das Mengensteuerventil 78 bestrahlt und geöffnet, öffnet aufgrund des Druckabfalls in dem besagten Bereich das Auslassventil 60, so dass der unter hohem Druck im Förderraum 48 vorhandene Kraftstoff ausströmen kann. Da währenddessen jedoch der Kolben 46 des Zylinders 72 eine nach radial einwärts gerichtete Bewegung ausführt, sich dieser Zylinder also in einem Saugtakt befindet und das Einlassventil 58 dieses Zylinders 72 geöffnet ist, strömt der aus dem Förderraum 48 entweichende Kraftstoff über das Mengensteuerventil 78 nicht vollständig in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 18, sondern wenigstens zum Teil über das geöffnete Einlassventil 58 in den Förderraum 52 des Zylinders 72.

[0034] Wird das Mengensteuerventil 78 in der oben beschriebenen Weise geöffnet, gelangt somit vergleichsweise wenig Kraftstoff in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 18, so dass der entsprechende Druckstoß in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 ebenfalls vergleichsweise gering ist. Die Komponenten der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 werden daher geschont und der geringe Druckstoß kann im wesentlichen vom Druckdämpfer 22 aufgenommen werden.

[0035] Wenn der Fördertakt des Zylinders 68 beendet ist, schließt das Mengensteuerventil 78 wieder. Es öff-

net dann wieder für einen bestimmten Zeitraum gegen Endes des Fördertakts des Zylinders 72, so dass dann der aus dem Förderraum 52 entweichende Kraftstoff über das Auslassventil 64, den Knotenpunkt 74, das Mengensteuerventil 78, und den Knotenpunkt 80 zum geöffneten Einlassventil 54 des sich dann in einem Saugtakt befindenden Kolbens 42 des Zylinders 68 gelangt.

[0036] Im Extremfall, wenn die Zylinder 68 und 72 überhaupt keinen Kraftstoff fördern sollen, bleibt das Mengensteuerventil 78 vollständig geöffnet, ist also ständig bestromt. In diesem Fall wird der Kraftstoff zwischen den Förderräumen 48 und 52 der Zylinder 68 und 72 hin- und hergepumpt, ohne über das Rückschlagventil 76 in die Kraftstoff-Sammelleitung 24 zu gelangen.

[0037] Von alledem unbeeinflusst bleibt die Förderleistung des Zylinders 70: Dessen Auslassventil 62 ist, wie aus Figur 2 ersichtlich ist, über den Knotenpunkt 77 direkt mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 verbunden. Der entsprechende Kanal (ohne Bezugszeichen) mündet also stromabwärts vom Rückschlagventil 76 in die Hochdruck-Kraftstoffleitung 66.

[0038] Eine Ansteuerung des Mengensteuerventils 78 hat also auf die Förderleistung des Zylinders 70 keinen Einfluss, dieser fördert bei drehender Antriebswelle 38 ständig.

[0039] Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel handelt es sich beim Mengensteuerventil 78 um ein Schaltventil, welches zwischen zwei Schaltstellungen hin- und hergeschaltet werden kann. Möglich ist aber auch der Einsatz eines stufenlos einstellbaren Ventils. In diesem Fall kann der Öffnungsdruck der Auslassventile 60 und 64 stufenlos eingestellt werden, was eine besonders präzise Einstellung der Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 ermöglicht.

[0040] Nun wird unter Bezugnahme auf Figur 3 im Detail auf eine Abwandlung der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 eingegangen. Dabei tragen solche Elemente, Komponenten und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu den entsprechenden Elementen, Komponenten und Bereichen der Hochdruck-Kraftstoffpumpe von Figur 2 aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0041] Der Unterschied der in Figur 3 dargestellten Hochdruck-Kraftstoffpumpe zu der in Figur 2 dargestellten betrifft den Zylinder 70. Diesem ist vorliegend ein schaltbares Ventil 82 zugeordnet, welches hydraulisch zwischen dem Förderraum 50 des Zylinders 70 und der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 angeordnet ist. Das Ventil 82 hat zwei Schaltstellungen: In der Schaltstellung 84 ist das Ventil 82 in beiden Richtungen durchlässig. Es ist also ein freier Fluidaustausch zwischen dem Förderraum 50 und der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 möglich. In der Schaltstellung 86 arbeitet das Ventil 82 als federbeaufschlagtes Rückschlagventil 56, entsprechend dem Einlassventil in Figur 2.

[0042] Das Ventil 82 ist ebenfalls vom Steuer- und Re-

gelgerät 34 ansteuerbar. Im geöffneten Zustand (Schaltstellung 84) wird bei einem Saughub des Kolbens 44 des Zylinders 70 Kraftstoff aus der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 in den Förderraum 50 eingesaugt und bei dem anschließenden Förderhub gleich wieder in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 ausgestoßen. Befindet sich das Ventil 82 dagegen in der Schaltstellung 56, gelangt bei einem Saughub des Kolbens 44 zwar Kraftstoff aus der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 in den Förderraum 50, bei einem Förderhub des Kolbens 44 wird der Kraftstoff dagegen über das Auslassventil 62 und den Knotenpunkt 77 in die Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 ausgestoßen.

[0043] Über das Ventil 82 kann der Zylinder 70 also aus- und eingeschaltet werden. Wenn das Ventil 82 sich in der Schaltstellung 84 befindet, kann es aufgrund der Bewegungen des Kolbens 44 des Zylinder 70 in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 18 ebenfalls zu Druckpulsationen kommen. Um diese möglichst gering zu halten, ist das Hubvolumen des Zylinders 70 im Vergleich zu den Hubvolumina der Zylinder 68 und 72 relativ klein.

[0044] Eine weitere Variante einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 ist in Figur 4 dargestellt. Auch hier tragen solche Komponenten, Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu den vorab beschriebenen Komponenten, Elementen und Bereichen aufweisen, die gleichen Bezugszeichen und sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0045] Die in Figur 4 dargestellte Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 weist ebenfalls das Ventil 82 auf, mit dem der Zylinder 70 ein- und ausgeschaltet werden kann. Darüber hinaus ist das Mengensteuerventil 78 als 2/3-Wegeventil ausgebildet, es verfügt also über zwei Schaltstellungen 86 und 88 und über drei Anschlüsse 90, 92 und 94. Dies hat den Vorteil, dass zwischen den Förderräumen 48 und 52 der Zylinder 68 und 72 und der Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 insgesamt nur zwei Rückschlagventile 60 und 64 erforderlich sind.

[0046] Möglich wird dies durch folgende hydraulische Verschaltung: Die Förderräume 48 und 52 der Zylinder 68 und 72 sind direkt mit dem Mengensteuerventil 78 verbunden. Dabei ist der Förderraum 52 des Zylinders 72 mit dem Anschluss 90 und der Förderraum 48 des Zylinders 68 mit dem gegenüberliegenden Anschluss 94 des Mengensteuerventils 78 verbunden. Parallel zur Verbindung des Förderraums 48 mit dem Anschluss 94 ist der Förderraum 48 über das federbelastete Rückschlagventil 60 auch mit dem Knotenpunkt 77 bzw. mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 verbunden.

[0047] Dieser Knotenpunkt 77 ist auch über das federbelastete Rückschlagventil 64 mit dem neben dem Anschluss 94 liegenden Anschluss 92 des Mengensteuerventils 78 verbunden. In der Schaltstellung 86 des Mengensteuerventils 78 kann Kraftstoff aus dem Förderraum 52 über die Anschlüsse 90 und 92 des Mengensteuerventils 78 und das Rückschlagventil 64 in die Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 strömen. Ferner kann Kraftstoff aus dem Förderraum 48 des Zylinders 68 über

das Rückschlagventil 60 in die Hochdruck-Kraftstoffleitung 66 strömen. Der hierzu parallele Zweig, welcher im Anschluss 94 endet, ist gesperrt.

[0048] In der anderen Schaltstellung 88 des Mengensteuerventils 78 ist der Förderraum 52 über die Anschlüsse 90 und 94 fluidisch direkt mit dem Förderraum 48 des Zylinders 68 verbunden. Der Anschluss 92, welcher über das Rückschlagventil 64 zur Kraftstoffhochdruck-Kraftstoffleitung 66 führt, ist dagegen gesperrt. In dieser Schaltstellung kann der Kraftstoff also vom Förderraum 48 in den Förderraum 52 gelangen, und umgekehrt.

[0049] Das in Figur 5 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 20 entspricht jenem von Figur 4, mit Ausnahme des Zylinders 70: Dieser kann nicht ein- und ausgeschaltet werden. Statt dessen ist als Einlassventil 56 ein normales federbeaufschlagtes Rückschlagventil vorgesehen.

Patentansprüche

1. Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) für ein Kraftstoffsystem (12) einer Brennkraftmaschine (10), mit einer Mehrzahl von Zylindern (68-70) mit Kolben (42-46), welche jeweils einen Förderraum (48-52) begrenzen, mit einer Antriebswelle (38), welche bei einer Drehung die Kolben (42-46) in eine Hin- und Herbewegung versetzt, und mit mindestens einem Mengensteuerventil (78, 82), welches mindestens während eines Fördertaktes eines Zylinders (68-72) wenigstens zeitweise einen Förderraum (48-52) dieses Zylinders (68-72) mit einem Druckentlastungsbereich (18, 48, 52) verbinden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Zylinder (68, 72) so zueinander angeordnet sind und die Antriebswelle (38) so ausgebildet ist, dass die Kolben (42, 46) dieser beiden Zylinder (68, 72) zueinander ungefähr 180° phasenversetzt von der Antriebswelle (38) angetrieben werden, und dass mindestens ein Mengensteuerventil (78) so angeordnet ist, dass der Förderraum (48, 52) des gerade nicht fördernden Zylinders (68, 72) mindestens Teil des Druckentlastungsbereichs (52, 48) ist.
2. Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens drei Zylinder (68-72) aufweist, wobei zwei Zylindern (68, 72) mindestens ein Mengensteuerventil (78) zugeordnet ist und die Kolben (42, 46) dieser Zylinder (68, 72) zueinander ungefähr 180° phasenversetzt angetrieben werden, und wobei der dritte Zylinder (70) so angeordnet und die Antriebswelle (38) so ausgebildet ist, dass der Kolben (50) des dritten Zylinders (70) ungefähr 90° phasenversetzt zu den beiden anderen Zylindern (68, 72) angetrieben wird.
3. Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hubvolumen des dritten Zylinders (70) kleiner ist als die jeweiligen Hubvolumina der beiden anderen Zylinder (68, 72).
4. Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördermenge mindestens eines Zylinders (70) über ein dem Zylinder (70) zugeordnetes einlassseitiges Ventil (82) eingestellt werden kann.
5. Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Zylinder (70) über das einlassseitige Ventil (82) ein- und ausgeschaltet werden kann.
6. Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Förderräumen (48, 52) der beiden Zylinder (68, 72) mit den ungefähr um 180° zueinander phasenversetzt angetriebenen Kolben (42, 46) das selbe Mengensteuerventil (78) zugeordnet ist.
7. Hochdruck-Kraftstoffpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mengensteuerventil ein stufenlos verstellbares Ventil (78) ist.
8. Hochdruck-Kraftstoffpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mengensteuerventil (78) drei Anschlüsse (90-94) aufweist, wobei ein Anschluss (90) zum Auslass des einen Förderraums (52), ein gegenüberliegender Anschluss (94) zum Auslass des anderen Förderraums (48), und ein weiterer gegenüberliegender Anschluss (92) zu einem Hochdruck-Auslass (66) der Hochdruckpumpe (20) führt.

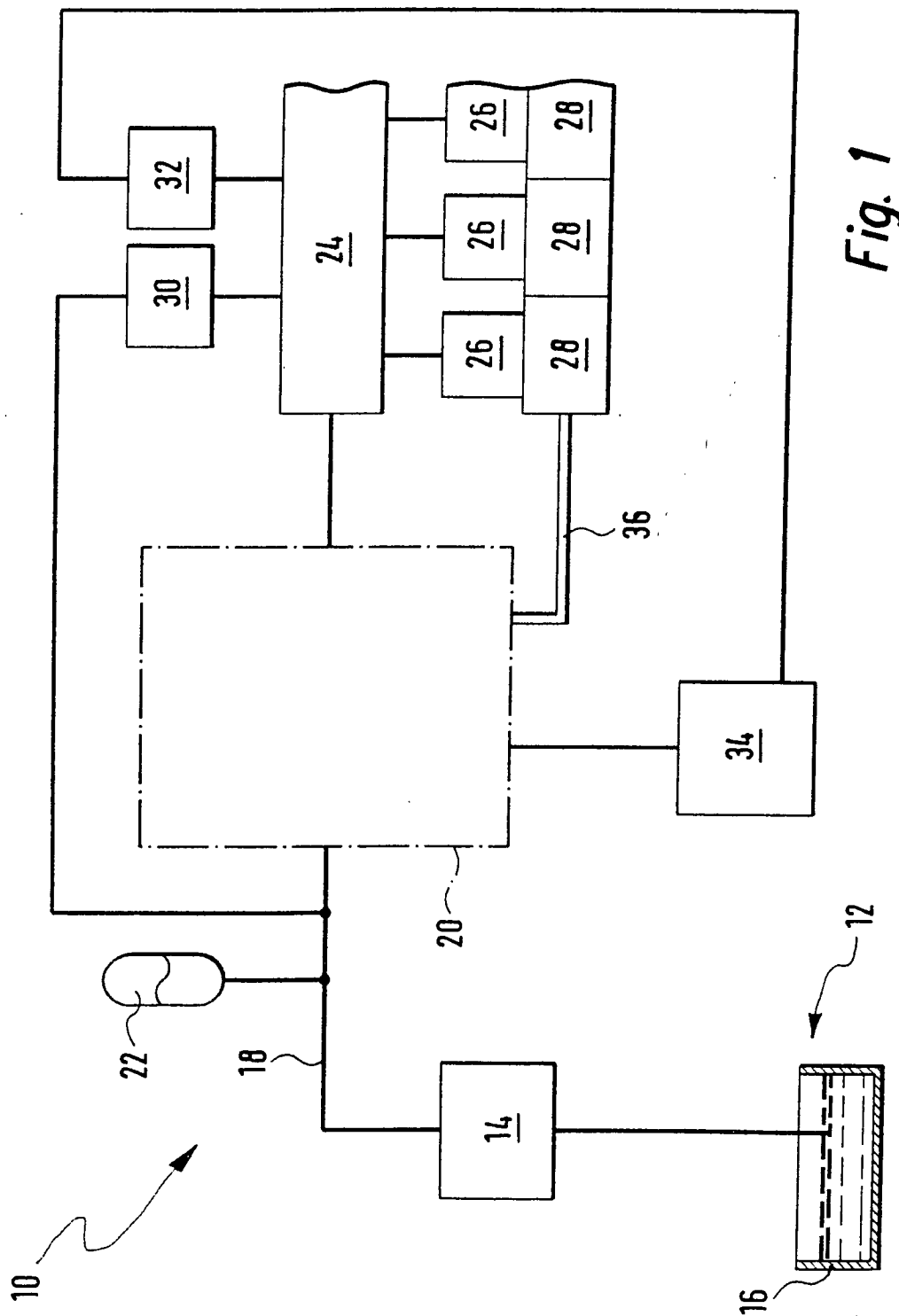


Fig. 1

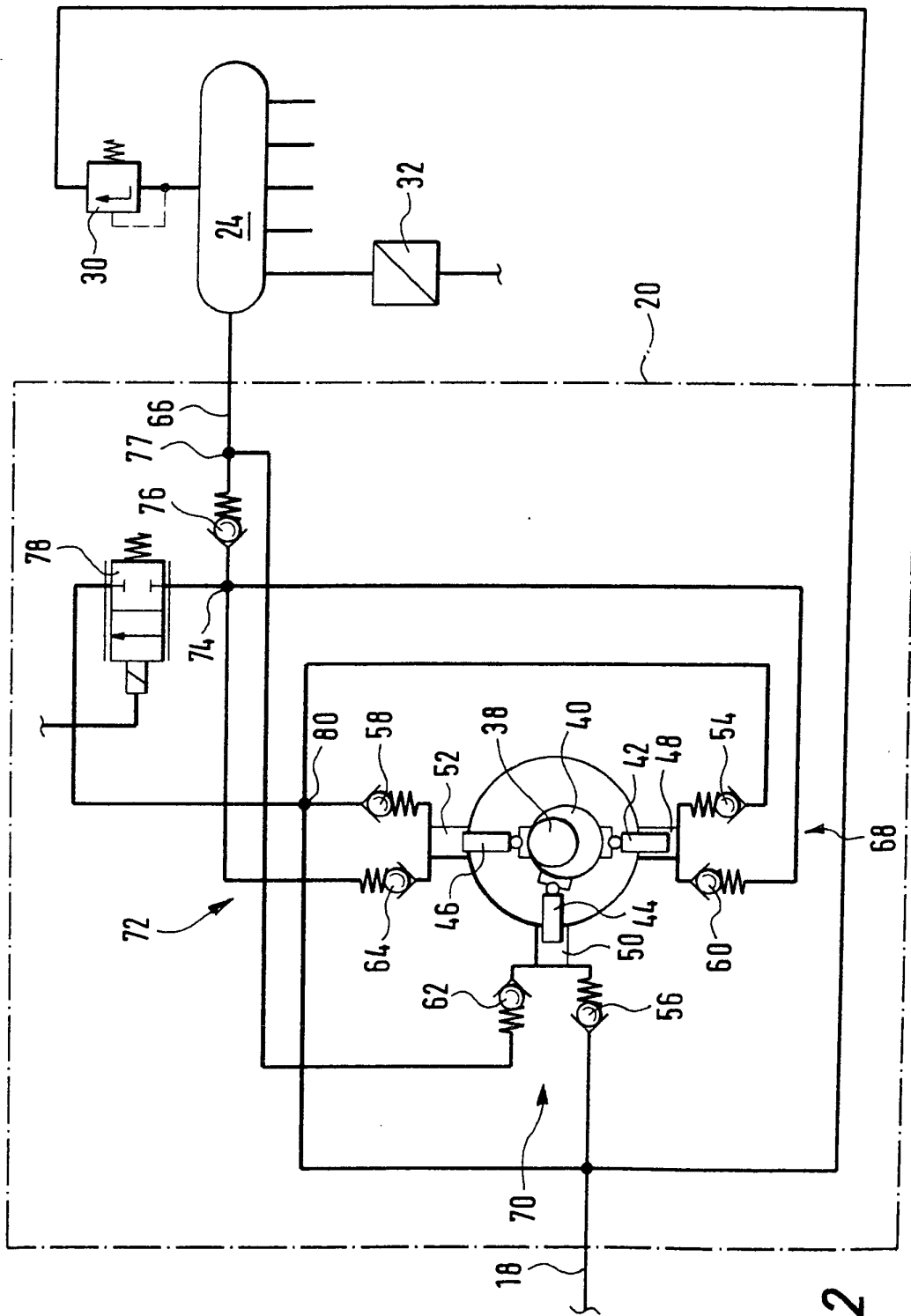
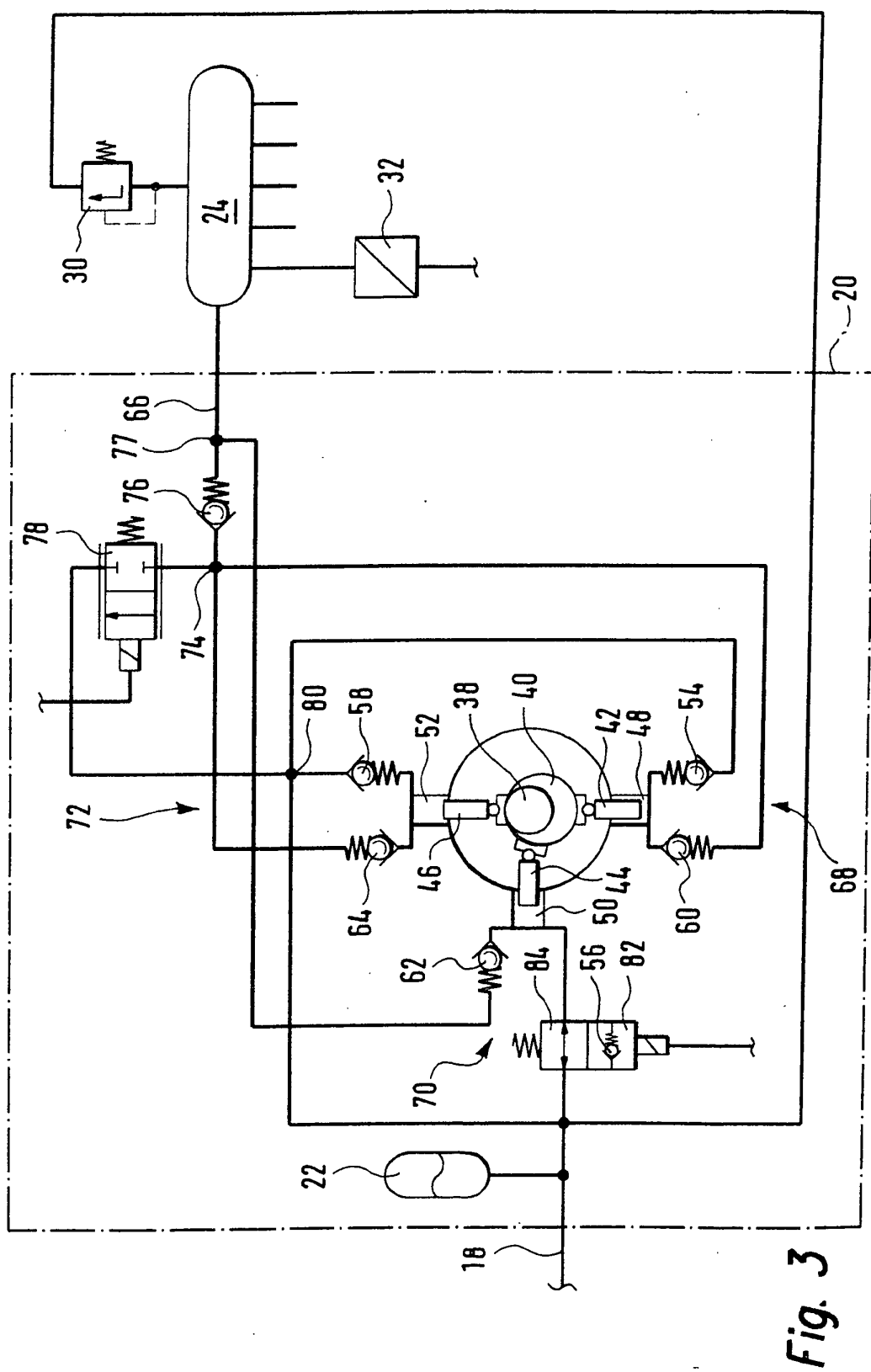


Fig. 2



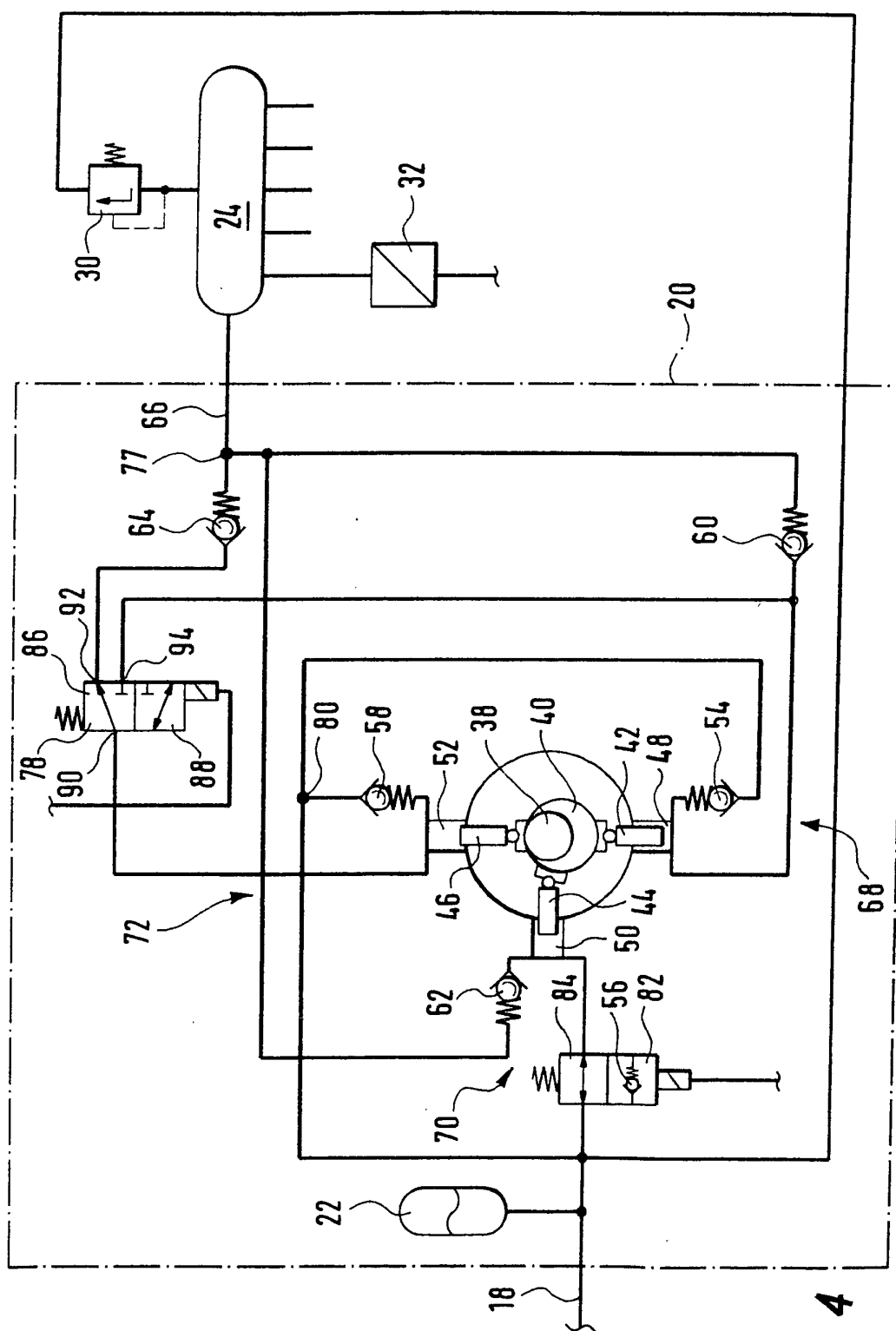


Fig. 4

