



(11) **EP 2 215 331 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.06.2011 Patentblatt 2011/26

(51) Int Cl.:
F01L 1/34^(2006.01) F01L 1/344^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08851456.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/064936

(22) Anmeldetag: **04.11.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/065728 (28.05.2009 Gazette 2009/22)

(54) **VORRICHTUNG ZUR VARIABLEN EINSTELLUNG DER STEUERZEITEN VON
GASWECHSELVENTILEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

APPARATUS FOR VARIABLY ADJUSTING THE CONTROL TIMES OF GAS EXCHANGE VALVES
IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF DE RÉGLAGE VARIABLE DES TEMPS D'OUVERTURE ET DE FERMETURE DE
SOUPAPES D'ÉCHANGE DES GAZ D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **24.11.2007 DE 102007056683**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.08.2010 Patentblatt 2010/32

(73) Patentinhaber: **Schaeffler Technologies GmbH &
Co. KG
91074 Herzogenaurach (DE)**

(72) Erfinder:
• **AUCHTER, Jochen
91466 Gerhardshofen (DE)**
• **HEMPFLING, Andreas
91338 Igensdorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 3 929 621 DE-A1- 19 914 156
DE-A1- 19 930 101 JP-A- 10 054 215
JP-A- 11 153 014 US-A- 3 488 958
US-A- 5 243 935**

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 2 215 331 B1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine mit einem Antriebs-
element, einem Abtriebs-
element, zumindest einer Druckkammer, einer Druckmittelversorgungseinrichtung und zumindest einem Druckspeicher, wobei mittels der Druckmittelversorgungseinrichtung der mindestens einen Druckkammer Druckmittel zugeführt oder von dieser abgeführt werden kann, wobei durch Druckmittelzufuhr zu bzw. Druckmittelabfluss von der Druckkammer eine Phasenlage des Abtriebs-
elements relativ zum Antriebs-
element veränderbar ist, wobei der Druckspeicher ein verlagerbares Element aufweist, das mit einer ersten Druckfläche versehen ist, die einen Vorratsraum teilweise begrenzt, wobei der Vorratsraum mit der Druckmittelversorgungseinrichtung verbunden ist, wobei durch Druckbeaufschlagung des Vorratsraums das verlagerbare Element gegen die Kraft eines Kraftspeichers verschoben werden kann.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In modernen Brennkraftmaschinen werden Vorrichtungen zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen eingesetzt, um die Phasenrelation zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle in einem definierten Winkelbereich, zwischen einer maximalen Früh- und einer maximalen Spätposition, variabel gestalten zu können. Die Vorrichtung umfasst üblicherweise eine Stelleinrichtung, die von einer Kurbelwelle angetrieben wird und deren Drehmoment auf die Nockenwelle überträgt. Dabei ist innerhalb der Stelleinrichtung ein hydraulischer Stellantrieb ausgebildet, der es ermöglicht die Phasenlage zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle gezielt zu beeinflussen. Zur Versorgung der Stelleinrichtung mit Druckmittel ist eine Druckmittelversorgungseinrichtung vorgesehen.

[0003] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der EP 1 025 343 B1 bekannt. Die Vorrichtung umfasst zwei gegeneinander verdrehbare Rotoren, wobei ein Außenrotor in Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle steht und der Innenrotor drehfest mit der Nockenwelle verbunden ist. Die Vorrichtung umfasst mehrere Hohlräume, wobei jeder der Hohlräume mittels eines Flügels in zwei gegeneinander wirkende Druckkammern unterteilt wird. Durch Druckmittelzufuhr zu bzw. Druckmittelabfuhr von den Druckkammern werden die Flügel innerhalb der Druckräume verschoben, wodurch eine gezielte Verdrehung der Rotoren zueinander und somit der Nockenwelle zur Kurbelwelle bewirkt wird.

[0004] Der Druckmittelzufluss zu, bzw. der Druckabfluss von den Druckkammern wird mittels einer Druckmittelversorgungseinrichtung gesteuert, die eine Druckmittelpumpe, einen Tank, ein Steuerventil, und mehrere

Druckmittelleitungen umfasst. Dabei verbindet eine Druckmittelleitung die Druckmittelpumpe mit dem Steuerventil. Jeweils eine weitere Druckmittelleitung verbindet einen der Arbeitsanschlüsse des Steuerventils mit den Druckkammern. Das Druckmittel wird üblicherweise dem Schmiermittelkreislauf der Brennkraftmaschine entnommen.

[0005] Um die Funktion der Vorrichtung zu gewährleisten, muss der Druck im Druckmittelsystem in jeder Betriebsphase der Brennkraftmaschine einen bestimmten Wert übersteigen. Dies ist besonders in den Leerlaufphasen der Brennkraftmaschine kritisch, da die Druckmittelpumpe von der Kurbelwelle angetrieben wird und somit der Systemdruck mit der Drehzahl der Brennkraftmaschine ansteigt. Der von der Druckmittelpumpe bereitgestellte Systemdruck ist weiterhin von der Druckmitteltemperatur abhängig, wobei der Systemdruck bei steigender Temperatur sinkt. Somit muss die Druckmittelpumpe derart ausgelegt werden, dass diese unter den ungünstigsten Bedingungen ausreichend Systemdruck zur Verfügung stellt, um eine ausreichend schnelle Verstellung der Phasenlage des Innenrotors zum Außenrotor zu gewährleisten. Um die geforderte Verstellgeschwindigkeit selbst bei ungünstigsten Druckverhältnissen, wie beispielsweise hohe Druckmitteltemperaturen und/oder niedrigen Drehzahlen zu gewährleisten, muss die Druckmittelpumpe dementsprechend ausgelegt werden. Dies führt dazu, dass Druckmittelpumpen Einsatz finden, die auf die Spitzenanforderungen der Stelleinrichtung ausgelegt sind und somit während der meisten Betriebsphasen der Brennkraftmaschine zu groß dimensioniert sind. Alternativ können regelbare Druckmittelpumpen Einsatz finden, die bedarfsgerecht Druckmittel zur Verfügung stellen. In beiden Fällen wirkt sich der erhöhte Aufwand negativ auf die Kosten, den Bauraumbedarf und den Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine aus.

[0006] In der US 5,775,279 A eine weitere derartige Vorrichtung offenbart. In dieser Ausführungsform ist zwischen der Druckmittelpumpe und dem Steuerventil ein Druckspeicher angeordnet, der mit der Druckmittelversorgungseinrichtung kommuniziert. Dieser Druckspeicher wird in Phasen hohen Systemdrucks mit Druckmittel befüllt. Fällt der Systemdruck ab, so entleert sich der Druckspeicher automatisch, wodurch der Druckmittelversorgungseinrichtung zusätzliches Druckmittel zur Verfügung gestellt wird. Somit wird die Phasenverstellung der Vorrichtung unterstützt.

[0007] Nachteilig an dieser Ausführungsform ist der Umstand, dass der Druckspeicher auch dann entleert wird, wenn der Systemdruck nicht aufgrund eines Verstellvorgangs, sondern aufgrund anderer äußerer Umstände, beispielsweise durch ein Absinken der Drehzahl, abfällt. Somit stehen für einen sich anschließenden Phasenverstellvorgang eine geringere Druckunterstützung und ein geringeres Druckmittelvolumen aus dem Druckspeicher zur Verfügung.

[0008] Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass der maximale Druck, mit dem der Druckspeicher die Druck-

mittelversorgungseinrichtung unterstützen kann, dem Druck entspricht, der direkt vor dem Phasenverstellvorgang in der Druckmittelversorgungseinrichtung vorgeherrscht hat. Wird bei hohen Temperaturen und niedrigen Drehzahlen von der Motorsteuerung eine Verstellanforderung an die Vorrichtung gerichtet, so fällt die Druckunterstützung des Druckspeichers geringer aus, da der Systemdruck, mit dem der Druckspeicher gefüllt wurde, gering war. Dies kann dazu führen, dass der Verstellvorgang nicht durchgeführt werden kann, bzw. die Verstellgeschwindigkeit erheblich reduziert wird. Somit ist auch in diesem Fall eine Auslegung der Druckmittelpumpe auf die Spitzenlast mit den daraus resultierenden Nachteilen erforderlich.

Aufgabe der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine zu schaffen, wobei ein funktionssicheres Einstellen der Steuerzeiten bei hohen Verstellgeschwindigkeiten in jeder Betriebsphase der Brennkraftmaschine sichergestellt werden soll. Dabei soll auf eine Überdimensionierung der Druckmittelpumpe (Auslegung auf die zu erwarteten Spitzenlasten) ebenso verzichtet werden können, wie auf die Verwendung variabler Druckmittelpumpen.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das verlagerbare Element mindestens eine zweite Druckfläche aufweist, die einen Steuerraum teilweise begrenzt, wobei durch Druckbeaufschlagung des Steuerraums das verlagerbare Element gegen die Kraft des Kraftspeichers verschoben werden kann und wobei innerhalb des Druckspeichers ein Druckmittelfluss von dem Vorratsraum in den Steuerraum unterbunden ist.

[0011] Dabei kann vorgesehen sein, dass der Vorratsraum und der Steuerraum innerhalb des Druckspeichers nicht miteinander kommunizieren.

[0012] Das verlagerbare Element kann beispielsweise als Druckkolben ausgebildet sein, welcher innerhalb eines Druckbehälters gegen die Kraft eines als Federelement ausgebildeten Kraftspeichers verschoben werden kann. Alternativ können auch andere Formen von Kraftspeichern Einsatz finden, beispielsweise reversibel deformierbare Körper, beispielsweise aus Elastomeren, oder gasbefüllte Blasen. Durch die Ausbildung des Druckspeichers mit einem verlagerbaren Element, welches voneinander isolierte Räume innerhalb des Druckspeichers teilweise begrenzt, können diese beiden Räume getrennt voneinander angesteuert, d.h. befüllt und/oder entleert, werden. Abgesehen von Leckage besteht keine Verbindung zwischen den Räumen. So können beispielsweise unterschiedliche Druckquellen zum Befüllen des Vorratsraums und des Steuerraums verwendet werden.

[0013] Alternativ kann auch eine Druckmittelverbindung zwischen dem Vorratsraum und dem Steuerraum innerhalb des Druckspeichers vorgesehen sein. Druck-

mittel welches dem Steuerraum zugeführt wird, kann über diese Druckmittelverbindung in den Vorratsraum gelangen. Dabei ist aber zu beachten, dass ein umgekehrter Druckmittelfluss, von dem Vorratsraum in den Steuerraum unterbunden wird. Dies kann beispielsweise über einen Druckmittelkanal in dem Druckkolben oder dem Gehäuse des Druckspeichers realisiert werden, in dem ein Rückschlagventil angeordnet ist. In diesem Fall kann die Befüllung des Vorratsraums und des Steuerraums alleine durch die Befüllung des Steuerraums erfolgen. Soll der Druckspeicher entleert werden, so wird der Steuerraum auf Tank geschaltet. Der Vorratsraum entleert sich in die Druckmittelversorgungseinrichtung, der Steuerraum drucklos in den Tank. Ein Übertritt von Druckmittel von dem Vorratsraum in den Steuerraum wird durch das Rückschlagventil verhindert.

[0014] Ist vorgesehen, dass eine Druckmittelbeaufschlagung des Vorratsraums das verlagerbare Element in die gleiche Richtung verlagert, wie eine Druckmittelbeaufschlagung des Steuerraums, so kann der Steuerraum das Befüllen des Vorratsraums unterstützen. Zu diesem Zweck wird der Steuerraum während des Befüllungsvorgangs des Vorratsraums ebenfalls mit Druckmittel befüllt. Dadurch wirkt auf beide Druckflächen des Druckkolbens eine Kraft auf diesen, wodurch in dem Kraftspeicher eine höhere Kraft gespeichert wird (das Federelement stärker komprimiert wird). Erhält der befüllte Druckspeicher von der Motorsteuerung den Befehl den Phasenverstellvorgang zu unterstützen, so kann der Steuerraum unabhängig vom Vorratsraum entleert werden. Das heißt, während der Vorratsraum in die Druckmittelversorgungseinrichtung entleert wird, und damit der Phasenverstellvorgang unterstützt, kann der Steuerraum gegen Atmosphärendruck in einen Tank entlüftet werden. Durch geeignete Auslegung kann die Entlüftung des Steuerraums schneller erfolgen als die Entleerung des Vorratsraums in die Druckmittelversorgungseinrichtung. Somit wirkt die gesamte Kraft, die in dem Kraftspeicher gespeichert wurde, über die erste Druckfläche auf den Vorratsraum. Als Folge kann der der Druck bei Beginn des Unterstützungsvorgangs um bis zu einem Faktor von

$$\frac{A_1 + A_2}{A_1}$$

ansteigen, abhängig von der Last, die zu diesem Zeitpunkt auf den Kraftspeicher wirkt. Dabei entspricht A_1 dem Flächeninhalt der ersten Druckfläche und A_2 dem Flächeninhalt der zweiten Druckfläche. Wird als Kraftspeicher beispielsweise ein Federelement eingesetzt, so steigt der Druck bei Beginn des Unterstützungsvorgangs

um den vollen Faktor $\frac{A_1 + A_2}{A_1}$ an, solange die Feder noch nicht ihren maximal komprimierten Zustand erreicht

hat.

[0015] Die Erfindung beruht darauf, dass in einer Vorrichtung zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine mit einem Antriebselement, einem Abtriebselement, zumindest einer Druckkammer, einer Druckmittelversorgungseinrichtung und zumindest einem Druckspeicher, wobei mittels der Druckmittelversorgungseinrichtung der mindestens einen Druckkammer Druckmittel zugeführt oder von dieser abgeführt werden kann, wobei durch Druckmittelzufuhr zu bzw. Druckmittelabfluss von der Druckkammer eine Phasenlage des Abtriebselements relativ zum Antriebselement veränderbar ist, ein verlagerbares Element des Druckspeichers zumindest zwei unabhängig voneinander ausgebildete und mit Druck beaufschlagbare Räume in Verlagerrichtung des Elements begrenzt. Dabei ist zumindest einer der Räume (Vorratsraum) mit der Druckmittelversorgungseinrichtung verbunden und kann während eines Phasenstellvorgangs in die Druckmittelversorgungseinrichtung entleert werden. Des Weiteren wird zumindest ein weiterer Raum (Steuerraum) während des Befüllvorgangs des Vorratsraums ebenfalls mit Druckmittel beaufschlagt und während des Entleervorgangs des Vorratsraums schneller als dieser entleert. Dies kann beispielsweise gegen Atmosphärendruck, in einen Tank erfolgen. Somit unterstützt der Steuerraum den Befüllvorgang derart, dass das verlagerbare Element stärker ausgelenkt wird, als dies ohne Druckmittelbeaufschlagung des Steuerraums der Fall wäre.

[0016] Durch die Erhöhung des vom Druckspeicher bereitgestellten Drucks, kann der Druckspeicher Spitzenverbräuche abfangen, so dass die Druckmittelpumpe auf den Normalbetrieb der Brennkraftmaschine ausgelegt werden kann. Es sind keine überdimensionierten oder geregelten Druckmittelpumpen nötig, um ein funktionssicheres und schnelles Verstellen der Phasenlage zu gewährleisten. Zusätzlich wird die Verstellgeschwindigkeit der Stelleinrichtung erhöht. Alternativ kann bei gleicher Verstellgeschwindigkeit die Stelleinrichtung kleiner dimensioniert werden. Wodurch die Masse, das Massenträgheitsmoment und die Kosten gesenkt werden können.

[0017] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Steuerraum während des Betriebs der Brennkraftmaschine wahlweise mit einer Druckquelle oder einem Tank verbunden werden kann. Die Druckquelle kann beispielsweise die Druckmittelversorgungseinrichtung bzw. deren Druckmittelpumpe oder eine dazu separate Quelle, beispielsweise die Druckquelle eines Servoverbrauchers (bspw. der Servolenkung) sein. Im zweiten Fall kann auch in Betriebsphasen mit niedrigem Systemdruck der Druckspeicher vollständig befüllt werden. Die wahlweise Verbindung mit einer Druckquelle bzw. dem Tank wird über Steuermittel, beispielsweise ein 3/2-Wegeventil in Form eines Schaltventils (bspw. Sitzventil) oder eines Proportionalventils (bspw. Schieberventils), hergestellt. Alternativ kommen

auch zwei Steuermittel in Betracht, wobei eines der Steuermittel die Verbindung Druckquelle -> Steuerraum und das andere Steuermittel die Verbindung Steuerraum -> Tank sperrt bzw. freigibt. Die Steuermittel können beispielsweise elektromagnetisch betätigte Hydraulikventile, wie Wegeventile (bspw. Schalt- oder Proportionalventile), entsperbare Rückschlagventile oder dergleichen sein. Diese Steuermittel erhalten von einem Motorsteuergerät der Brennkraftmaschine Steuersignale, gemäß derer der Druckspeicher befüllt oder entleert wird. Somit können verschiedenste Unterstützungsstrategien realisiert werden.

[0018] Ebenso denkbar ist der Einsatz von hydraulisch betätigten Steuermitteln. Dabei kann vorgesehen sein, dass die hydraulische Betätigungseinrichtung der Steuermittel mit der Druckmittelversorgungseinrichtung kommuniziert. So werden die Steuermittel bei Absinken des Drucks in der Druckmittelversorgungseinrichtung unter einen definierten Wert automatisch geschalten werden. Dadurch verringert sich der Regelaufwand erheblich.

[0019] In einer Konkretisierung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Steuerraum, ohne Umweg über einen Verbraucher, in einen Tank entleert werden kann. Dabei wird der Steuerraum vorzugsweise gegen Atmosphärendruck, üblicherweise über ein Proportional- oder Schaltventil entleert.

[0020] In einer Weiterbildung der Erfindung sind Steuermittel vorgesehen, wobei der Steuerraum mittels der Steuermittel wahlweise mit einem Tank oder der Druckquelle verbunden werden kann. Die Steuermittel können beispielsweise als Wegeventil ausgebildet sein.

[0021] In einer dazu alternativen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass Steuermittel vorgesehen sind, die in einem ersten Zustand einen Druckmittelfluss von dem Vorratsraum zur Druckmittelversorgungseinrichtung sperren und einen Druckmittelfluss zu dem Vorratsraum und dem Steuerraum zulassen und die in einem weiteren Zustand den Druckmittelfluss von dem Vorratsraum zu der Druckmittelversorgungseinrichtung zulassen und eine Verbindung zwischen dem Steuerraum und einem Tank, ohne Umweg über einen Verbraucher, herstellen. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Vorratsraum und der Steuerraum über ein Rückschlagventil verbunden sind, wobei die Verbindung zwischen den Steuermitteln und den Räumen angeordnet ist und wobei das Rückschlagventil einen Druckmittelfluss von dem Vorratsraum zu dem Steuerraum sperrt.

[0022] Somit wird verhindert, dass der Vorratsraum mit der Druckmittelversorgungseinrichtung in Betriebsphasen der Brennkraftmaschine kommuniziert, in denen keine Phasenverstellung stattfindet, der Systemdruck aber trotzdem abfällt. Somit werden das Druckmittelvolumen und der Druck in dem Vorratsraum auf einem hohen Wert gehalten.

[0023] Dabei kann eine Vorratsleitung vorgesehen sein, die die Druckmittelversorgungseinrichtung mit dem Vorratsraum verbindet und eine Steuerleitung vorgesehen sein, die den Steuerraum mit einer Druckquelle ver-

bindet.

[0024] Des Weiteren kann das Steuermittel als ein einziges Wegeventil ausgebildet sein, das je einen Anschluss für die Vorratsleitung, die Steuerleitung, den Steuerraum, den Vorratsraum und den Tank aufweist. Dadurch wird die Anzahl der Bauteile und der Regelaufwand während des Betriebs der Brennkraftmaschine verringert.

[0025] Alternativ kann das Steuermittel zumindest ein erstes Wegeventil umfassen, welches in der Steuerleitung angeordnet ist. Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Steuermittel weiterhin ein zweites Wegeventil umfassen, welches in der Vorratsleitung angeordnet ist. Dabei können die Wegeventile beispielsweise als Schalt oder Proportionalventile ausgebildet sein. Alternativ können die Steuermittel weiterhin ein entsperbares Rückschlagventil umfassen, welches in der Vorratsleitung angeordnet ist.

[0026] Vorteilhafterweise kann in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zwischen dem Steuerraum und der Druckquelle ein Rückschlagventil vorgesehen sein, welches einen Druckmittelstrom von dem Steuerraum in Richtung der Druckquelle sperrt. Somit wird das in dem Steuerraum befindliche Druckmittelvolumen bis zu dessen Verbindung mit einem Tank eingeschlossen. Dadurch wird das verlagerbare Element in der ausgelenkten Position gehalten, selbst wenn der Systemdruck abfällt und damit ein ungewolltes Entleeren des Vorratsraums verhindert.

[0027] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein dass zwischen dem Vorratsraum und der Druckmittelversorgungseinrichtung ein Rückschlagventil vorgesehen ist, welches einen Druckmittelstrom von der Druckmittelversorgungseinrichtung in Richtung des Vorratsraums sperrt. Dadurch wird verhindert, dass Druckspitzen, die in der Stelleinrichtung generiert werden, in den Druckspeicher übertragen werden. Somit stützt sich das während einer Druckspitze aus der Druckkammer der Stelleinrichtung zurückfließende Druckmittel auf dem Rückschlagventil ab, wodurch die hydraulische Steifigkeit der Vorrichtung erhöht und somit die Verstellgeschwindigkeit erhöht und die Momentübertragung von der Kurbelwelle auf die Nockenwelle verbessert wird.

[0028] Die Druckunterstützung des Druckspeichers kann also durch einfaches Schalten von einem oder mehreren Steuermittel aktiviert werden. Dabei wird das Druckmittelvolumen bereitgestellt, welches in den Betriebsphasen der Brennkraftmaschine, in denen die Phasenlage konstant gehalten wird, in dem Vorratsraum gesammelt wird. Dabei entspricht der vom Druckspeicher bereitgehaltene Druck je nach Ausführungsform entweder dem aktuellen Systemdruck multipliziert mit einem Faktor, der bis zu $1+A_2/A_1$ betragen kann oder einem maximalen Systemdruck, der während der Befüllphase vorhanden ist, multipliziert mit dem selben Faktor. Der volle Faktor $1+A_2/A_1$ liegt immer dann vor, wenn die volle Speicherkapazität des Kraftspeichers noch nicht ausgeschöpft wurde, das Federelement noch nicht auf Block

komprimiert ist bzw. der Druckkolben noch an den Anschlüssen anliegt.

[0029] In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das verlagerbare Element eine dritte Druckfläche aufweist, die einen Gegendruckraum zumindest teilweise begrenzt, wobei eine Druckmittelbeaufschlagung des Gegendruckraums das verlagerbare Element in die entgegengesetzte Richtung verlagert, wie eine Druckmittelbeaufschlagung des Steuerraums oder des Vorratsraums. Somit wird der vom Druckspeicher zur Verfügung stellbare Druck nochmals erhöht, da sich nun die von dem Kraftspeicher auf das verlagerbare Element ausgeübte Kraft um die von dem Druck, der gegen die dritte Druckfläche wirkt, hervorgerufene Kraft erhöht wird.

[0030] Die Druckunterstützung des Druckspeichers kann bei jedem Phasenstellvorgang genutzt werden. Zu diesem Zweck werden immer dann die Steuermittel (Wegeventile und/oder entsperbare Rückschlagventile) in die Position gebracht, in der der Vorratsraum entleert wird, wenn eine Phasenverstellung angefordert wird. In den Betriebsphasen zwischen den Phasenverstellanforderungen kann sich der Druckspeicher befüllen.

[0031] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Druckunterstützung des Druckspeichers bedarfsabhängig zuzuschalten. Detektiert die Motorsteuerung, dass der von der Druckmittelpumpe gelieferte Druck oder Volumenstrom für die Phasenverstellung nicht ausreicht, so gibt sie die Druckunterstützung durch den Druckspeicher frei. Dieses Vorgehen verlängert die Zeiten, in denen der Druckspeicher befüllt werden kann und somit die Performance des Druckspeichers während der Druckunterstützung.

[0032] Alternativ kann vorgesehen sein die Druckunterstützung des Druckspeichers lediglich als "boost"-Funktion für kritische Stellvorgänge zu nutzen, die beispielsweise einen hohen Volumenstrom oder eine hohe Verstellgeschwindigkeit benötigen. Detektiert die Motorsteuerung, dass ein derartiger kritischer Stellvorgang eingeleitet werden soll, so schaltet diese die Druckunterstützung durch geeignete Einstellung der Steuermittel frei.

[0033] Ebenso denkbar ist es die Steuermittel einteilig mit einem Steuerventil auszubilden, welches den Druckmittelfluss zu und von den Druckkammern der Stelleinrichtung steuert.

[0034] In einer Konkretisierung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Verhältnis zwischen dem minimalen Durchflussquerschnitt zwischen dem Steuerraum und dem Tank und dem minimalen Durchflussquerschnitt zwischen dem Vorratsraum und der Stelleinrichtung größer ist, als das Verhältnis zwischen dem Flächeninhalt der zweiten Druckfläche und dem Flächeninhalt der ersten Druckfläche.

[0035] Vorteilhafterweise entspricht das maximale Volumen des Vorratsraums zumindest dem zweifachen des Volumens der für eine Phasenverstellung von einer maximalen Spätstellung zu einer maximalen Frühstellung

benötigt wird.

[0036] Der Druckspeicher kann beispielsweise in die Druckmittelleitung zwischen der Druckmittelpumpe und dem Steuerventil münden.

[0037] Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Druckspeicher in eine der Druckmittelleitungen mündet, die einen der Arbeitsanschlüsse des Steuerventils mit einer Gruppe von Druckkammern verbindet. Zusätzlich kann in dieser Ausführungsform ein zweiter Druckspeicher vorgesehen sein, der in die Druckmittelleitung mündet, die den anderen Arbeitsanschluss des Steuerventils mit der anderen Gruppe von Druckkammern verbindet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0038] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen in denen Ausführungsbeispiele der Erfindung vereinfacht dargestellt sind. Es zeigen:

- Figur 1 nur sehr schematisch eine Brennkraftmaschine,
- Figur 2a einen Längsschnitt durch die Stelleinrichtung
- Figur 2b einen Querschnitt durch eine Stelleinrichtung,
- Figur 3 eine erste erfindungsgemäße Ausführungsform einer Vorrichtung,
- Figur 4-12 weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen einer Vorrichtung.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0039] In Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 skizziert, wobei ein auf einer Kurbelwelle 2 sitzender Kolben 3 in einem Zylinder 4 angedeutet ist. Die Kurbelwelle 2 steht in der dargestellten Ausführungsform über je einen Zugmitteltrieb 5 mit einer Einlassnockenwelle 6 bzw. Auslassnockenwelle 7 in Verbindung, wobei eine erste und eine zweite Vorrichtung 10 für eine Relativdrehung zwischen Kurbelwelle 2 und den Nockenwellen 6, 7 sorgen können. Die Vorrichtungen 10 umfassen jeweils eine hydraulische Stelleinrichtung 10a,b,c und eine Druckmittelversorgungseinrichtung 37. Nocken 8 der Nockenwellen 6, 7 betätigen ein oder mehrere Einlassgaswechselventile 9a bzw. ein oder mehrere Auslassgaswechselventile 9b. Ebenso kann vorgesehen sein nur eine der Nockenwellen 6, 7 mit einer Vorrichtung 10 auszustatten, oder nur eine Nockenwelle 6, 7 vorzusehen, welche mit einer Vorrichtung 10 versehen ist.

[0040] Figur 3 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10, mit Stelleinrichtungen 10a,b,c einer Druckmittelversorgungseinrichtung 37 und einem Druckspeicher 43. Die Figuren 2a und 2b zei-

gen eine Stelleinrichtung 10a,b,c im Längsschnitt bzw. im Querschnitt.

[0041] Die Stelleinrichtung 10a,b,c weist ein als Außenrotor 22 ausgebildetes Antriebselement und ein als Innenrotor 23 ausgebildetes Abtriebselement auf. Der Außenrotor 22 weist ein Gehäuse 22a und zwei Seitendeckel 24, 25 auf, die an den axialen Seitenflächen des Gehäuses 22a angeordnet sind. Der Innenrotor 23 ist in Form eines Flügelrades ausgeführt und weist ein im Wesentlichen zylindrisch ausgeführtes Nabenelement 26 auf, von dessen äußerer zylindrischer Mantelfläche sich in der dargestellten Ausführungsform fünf Flügel 27 in radialer Richtung nach außen erstrecken. Die Flügel 27 sind separat zum Innenrotor 23 ausgebildet und in Flügelnuten 28 angeordnet, die an dem Nabenelement 26 ausgebildeten sind. Die Flügel 27 werden mittels Flügelfedern 27a, die zwischen den Nutründen der Flügelnuten 28 und den Flügeln 27 angeordnet sind, radial nach außen mit einer Kraft beaufschlagt.

[0042] Ausgehend von einer äußeren Umfangswand 29 des Gehäuses 22a erstrecken sich mehrere Vorsprünge 30 radial nach innen. In der dargestellten Ausführungsform sind die Vorsprünge 30 einteilig mit der Umfangswand 29 ausgebildet. Der Außenrotor 22 ist mittels radial innen liegender Umfangswände der Vorsprünge 30 relativ zu dem Innenrotor 23 drehbar auf diesem gelagert.

[0043] An einer äußeren Mantelfläche der Umfangswand 29 ist ein Kettenrad 21 angeordnet, mittels welchem über einen nicht dargestellten Kettentrieb Drehmoment von der Kurbelwelle 2 auf den Außenrotor 22 übertragen werden kann.

[0044] Je einer der Seitendeckel 24, 25 ist an einer der axialen Seitenflächen des Gehäuses 22a angeordnet und drehfest an diesem fixiert. Zu diesem Zweck ist in jedem Vorsprung 30 eine Axialöffnung vorgesehen, die von einem Befestigungselement 32, beispielsweise einer Schraube, durchgriffen wird, welches zur drehfesten Fixierung der Seitendeckel 24, 25 an dem Gehäuse 22a dient.

[0045] Innerhalb der Stelleinrichtung 10a,b,c ist zwischen jeweils zwei in Umfangsrichtung benachbarten Vorsprüngen 30 ein Hohlraum 33 ausgebildet. Jeder der Hohlräume 33 wird in Umfangsrichtung von gegenüberliegenden, im Wesentlichen radial verlaufenden Begrenzungswänden 34 benachbarter Vorsprünge 30, in axialer Richtung von den Seitendeckeln 24, 25, radial nach innen von dem Nabenelement 26 und radial nach außen von der Umfangswand 29 begrenzt. In jeden der Hohlräume 33 ragt ein Flügel 27, wobei die Flügel 27 derart ausgebildet sind, dass diese sowohl an den Seitendeckeln 24, 25, als auch an der Umfangswand 29 anliegen. Jeder Flügel 27 teilt somit den jeweiligen Hohlraum 33 in zwei gegeneinander wirkende Druckkammern 35, 36.

[0046] Der Innenrotor 23 ist in einem definierten Winkelbereich drehbar zu dem Außenrotor 22. Der Winkelbereich wird in einer Drehrichtung des Innenrotors 23 dadurch begrenzt, dass die Flügel 27 an je einer korrespon-

dierenden Begrenzungswand 34 (Frühanschlag 34a) der Hohlräume 33 zum Anliegen kommen. Analog wird der Winkelbereich in der anderen Drehrichtung dadurch begrenzt, dass die Flügel 27 an den anderen Begrenzungswänden 34 der Hohlräume 33, die als Spätanschlag 34b dienen, zum Anliegen kommen.

[0047] Durch Druckbeaufschlagung einer Gruppe von Druckkammern 35, 36 und Druckentlastung der anderen Gruppe kann die Phasenlage des Außenrotors 22 zum Innenrotor 23 variiert werden. Durch Druckbeaufschlagung beider Gruppen von Druckkammern 35, 36 kann die Phasenlage der beiden Rotoren 22, 23 zueinander konstant gehalten werden. Alternativ kann vorgesehen sein, keine der Druckkammern 35, 36 während Phasen konstanter Phasenlage mit Druckmittel zu beaufschlagen. Als hydraulisches Druckmittel wird üblicherweise das Schmieröl der Brennkraftmaschine 1 verwendet.

[0048] Zur Druckmittelzufuhr zu bzw. Druckmittelabfuhr von den Druckkammern 35, 36 ist eine Druckmittelversorgungseinrichtung 37 vorgesehen, die in Figur 3 dargestellt ist. Die Druckmittelversorgungseinrichtung 37 umfasst eine Druckquelle, die als Druckmittelpumpe 38 ausgeführt ist, einen Tank 39, ein Steuerventil 40 und mehrere Druckmittelleitungen 41. Das Steuerventil 40 weist einen Zulaufanschluss P, einen Tankanschluss T und zwei Arbeitsanschlüsse A, B auf. Jeweils eine der Druckmittelleitungen 41 verbindet die Druckmittelpumpe 38 mit dem Zulaufanschluss P, den ersten Arbeitsanschluss A mit der ersten Druckkammer 35, den zweiten Arbeitsanschluss B mit der zweiten Druckkammer 36 und den Tankanschluss T mit dem Tank 39. Somit kann Druckmittel von der Druckmittelpumpe 38 über die Druckmittelleitung 41 zu dem Zulaufanschluss P des Steuerventils 40 gelangen.

[0049] In einer ersten Stellung des Steuerventils 40 ist der Zulaufanschluss P mit den ersten Druckkammern 35 verbunden, während die zweiten Druckkammern 36 mit dem Tank 39 verbunden sind.

[0050] In einer zweiten Stellung des Steuerventils 40 ist vorgesehen, dass keine der Druckkammern 35, 36 mit dem Tank 39 und dem Zulaufanschluss P kommuniziert.

[0051] In einer dritten Stellung des Steuerventils 40 ist der Zulaufanschluss P mit den zweiten Druckkammern 36 verbunden, während die ersten Druckkammern 35 mit dem Tank 39 verbunden sind.

[0052] Während des Betriebs der Brennkraftmaschine 1 wirkt auf die Nockenwelle 6, 7 ein Wechselmoment, welches durch das Abwälzen der Nocken 8 auf Nockenfolgern hervorgerufen wird. Dabei wirkt die Kraft von Ventiltfedern bis zur vollständigen Öffnung des Gaswechselventils bremsend auf die Nockenwelle 6, 7 ein. Anschließend wird die Nockenwelle 6, 7 durch die Kraft der Ventiltfedern beschleunigt. Als Konsequenz werden innerhalb der Stelleinrichtung 10a,b,c Druckspitzen erzeugt, die dazu führen, dass die mit dem Zulaufanschluss P verbundene Druckkammern 35, 36 gegen die Druckmittelpumpe 38 entleert werden, was zu einer erheblichen

Verringerung der Verstellgeschwindigkeit führt. Um dies zu verhindern ist in der Druckmittelleitung 41, die die Druckmittelpumpe 38 mit dem Steuerventil 40 verbindet, ein Rückschlagventil 42a vorgesehen. Das Rückschlagventil 42a verhindert ein Zurückströmen des Druckmittels von den Druckkammern 35, 36 über das Steuerventil 40 zur Druckmittelpumpe 38. Die Druckspitzen stützen sich auf dem Rückschlagventil 42a ab, wodurch eine ungewollte Entleerung der Druckkammern 35, 36 effektiv verhindert wird und somit die Steifigkeit der Momentübertragung und die Verstellgeschwindigkeit erhöht wird.

[0053] Die Verstellgeschwindigkeit der Stelleinrichtungen 10a,b,c ist abhängig von dem bereitgestellten Druck, bzw. dem bereitgestellten Druckmittelvolumenstrom der Druckmittelpumpe 38. Der bereitgestellte Druck, bzw. der bereitgestellte Druckmittelvolumenstrom sind ihrerseits von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, beispielsweise von der Drehzahl der Brennkraftmaschine 1 und der Druckmitteltemperatur. Um die geforderte Verstellgeschwindigkeit selbst bei ungünstigsten Verhältnissen, wie beispielsweise hohe Druckmitteltemperaturen und oder niedrigen Drehzahlen zu gewährleisten, muss die Druckmittelpumpe 38 dementsprechend ausgelegt werden. Dies führt dazu, dass Druckmittelpumpen 38 Einsatz finden, die auf die Spitzenanforderungen der Stelleinrichtung 10a,b,c ausgelegt sind und somit während der meisten Betriebsphasen der Brennkraftmaschine 1 zu groß dimensioniert sind. Alternativ können auch regelbare Druckmittelpumpen 38 Einsatz finden, die bedarfsgerecht Druckmittel zur Verfügung stellen. In beiden Fällen wirkt sich der erhöhte Aufwand negativ auf die Kosten und den Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine 1 aus.

[0054] Um diese Nachteile zu vermeiden, ist in der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 ein Druckspeicher 43 vorgesehen. Der Druckspeicher 43 umfasst ein als Druckkolben 45 ausgeführtes verlagerbares Element, welches innerhalb eines Druckbehälters 44 gegen die Kraft eines Kraftspeichers verschoben werden kann. In der dargestellten Ausführungsform ist der Kraftspeicher als Federelement 46 ausgeführt. Denkbar sind allerdings auch andere Arten von Kraftspeichern, wie beispielsweise geeignet geformte Elastomerkörper oder gasbefüllte Blasen.

[0055] Der Druckkolben 45 weist zwei Druckflächen 47, 48 auf. Gemeinsam mit dem Druckbehälter 44 begrenzt die erste Druckfläche 47 einen Vorratsraum 49 und die zweite Druckfläche 48 einen Steuerraum 50. Dabei sind der Druckkolben 45 und der Druckbehälter 44 derart ausgebildet, dass innerhalb des Druckspeichers 43 keine Verbindung zwischen den beiden Räumen 49 und 50 besteht. In der dargestellten Ausführungsform wird zu diesem Zweck der Verschiebeweg des Druckkolbens 45 durch Anschläge 54 begrenzt.

[0056] Der Vorratsraum 49 ist mittels einer Vorratsleitung 51 mit der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 verbunden, wobei die Vorratsleitung 51 stromabwärts des Rückschlagventils 42a in diese mündet.

[0057] Der Steuerraum 50 kann wahlweise mit einem Tank 39 oder mittels einer Steuerleitung 52 mit einer Druckquelle oder verbunden werden. In der dargestellten Ausführungsform dient als Druckquelle die Druckmittelversorgungseinrichtung 37. Ebenfalls denkbar ist aber, dass eine andere Druckquelle, wie beispielsweise die Druckmittelpumpe 38 eines Servoverbrauchers, bspw. der Servolenkung, genutzt wird. In diesem Fall wird das von dem Steuerraum 50 abfließende Druckmittel nicht in den Tank 39 des Schmierölkreislaufes der Brennkraftmaschine 1, sondern zu dem entsprechenden Tank 39 des Servoverbrauchers geleitet.

[0058] Um den Druckmittelfluss zu und von dem Steuerraum 50 zu steuern ist ein Steuermittel 60 in Form eines ersten Wegeventils 53 vorgesehen. Das erste Wegeventil 53 weist einen Druckanschluss P_1 , einen Steuerraumanschluss A_1 und einen Ablaufanschluss T_1 auf. Der Druckanschluss P_1 ist mit der Druckquelle, in der dargestellten Ausführungsform über die Steuerleitung 52 mit der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 verbunden. Der Steuerraumanschluss A_1 ist mit dem Steuerraum 50 und der Ablaufanschluss T_1 mit dem Tank 39 verbunden. In einer ersten Steuerstellung des ersten Wegeventils 53 ist der Steuerraumanschluss A_1 mit dem Druckanschluss P_1 verbunden, während der Ablaufanschluss T_1 mit keinem der anderen Anschlüsse P_1 , A_1 kommuniziert.

[0059] In einer zweiten Steuerstellung des ersten Wegeventils 53 ist der Steuerraumanschluss A_1 mit dem Ablaufanschluss T_1 verbunden, während der Druckanschluss P_1 mit keinem der anderen Anschlüsse T_1 , A_1 kommuniziert.

[0060] Zusätzlich kann ein weiteres Rückschlagventil 42b vorgesehen sein, welches in der Steuerleitung 52 angeordnet ist und ein Rückströmen von Druckmittel von dem Steuerraum 50 zur Druckmittelversorgungseinrichtung 37 verhindert. Wird während des Betriebs der Brennkraftmaschine 1 von der Motorsteuerung keine Verstellanforderung an die Vorrichtung 10 gerichtet, so befindet sich das Steuerventil 40 in der zweiten (mittleren) Stellung und das erste Wegeventil 53 in der ersten Stellung. Folglich fließt kein Druckmittel zu oder von der Stelleinrichtung 10a. Gleichzeitig gelangt Druckmittel sowohl über die Vorratsleitung 51 in den Vorratsraum 49 als auch über die Steuerleitung 52 in den Steuerraum 50. Das in den Vorratsraum 49 bzw. den Steuerraum 50 eingebrachte Druckmittel wirkt auf die Druckfläche 47 bzw. die Druckfläche 48 wodurch der Druckkolben 45 in Richtung der Anschläge 54 entgegen der Kraft des Federelements 46 verschoben wird, so dass das Volumen sowohl des Steuerraums 50 als auch des Vorratsraums 49 zunimmt.

[0061] Sinkt der Druck in der Druckmittelversorgungseinrichtung 37, so sinkt in gleichem Maße auch der Druck in dem Vorratsraum 49. Auf Grund des Druckgefälles zwischen dem Steuerraum 50 und der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 schließt das Rückschlagventil 42b in der Steuerleitung 52, wodurch ein Druckabfall in dem Steuerraum 50 und ein Druckmittelabfluss aus die-

sem vermieden wird. Dies hat zur Folge, dass das Volumen des Steuerraums 50 und des Vorratsraums 49 trotz des Druckabfalls in der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 konstant bleibt. Dabei gilt für den Weg x , den der Druckkolben 45 aus seiner Ruhelage ausgelenkt wurde:

$$x = \frac{p_{\max} (A_1 + A_2)}{D},$$

wobei A_1 dem Flächeninhalt der ersten Druckfläche 47, A_2 dem Flächeninhalt der zweiten Druckfläche 48, P_{\max} dem während der Befüllphase maximal auftretenden Systemdruck und D der Federkonstante des Federelements 46 entspricht. Dabei ist der maximale Verschiebeweg durch die Anschläge 54 begrenzt. Unter der Ruhelage ist der Zustand des Druckkolbens 45 zu verstehen, in der das Federelement 46 maximal entspannt ist.

[0062] Wird von dem Motorsteuergerät eine Phasenwinkelverstellung angefordert, so wird das Steuerventil 40 in dessen erste bzw. dritte Stellung überführt. Somit gelangt Druckmittel von der Druckmittelpumpe 38 zu den ersten bzw. zweiten Druckkammern 35, 36, wodurch eine Phasenverstellung durch die Stelleinrichtung 10a,b,c hervorgerufen wird. Ist der von der Druckmittelpumpe 38 geförderte Volumenstrom zu gering um die Verstellung zu gewährleisten oder soll eine höhere Verstellgeschwindigkeit erreicht werden, so wird das erste Wegeventil 53 in dessen zweite Steuerstellung überführt. In dieser Steuerstellung ist der Steuerraum 50 mit einem Tank 39 verbunden. Das in dem Steuerraum 50 unter Druck stehende Druckmittel wird somit mit atmosphärischem Druck verbunden, wodurch eine rapide Entleerung des Steuerraums 50 erfolgt. Gleichzeitig wird der Vorratsraum 49 in die Druckmittelversorgungseinrichtung 37 entleert. Erfolgt die Druckmittelentleerung des Steuerraums 50 derart schnell, dass sich der Druckkolben 45 ausschließlich über die erste Druckfläche 47 gegenüber dem Vorratsraum 49 abstützt, so wirkt die gesamte Kraft des Federelements 46 lediglich auf den Vorratsraum 49. Somit gilt für den Druck p in dem Vorratsraum 49 zu Beginn des Entleervorgangs:

$$p = \frac{p_{\max} (A_1 + A_2)}{A_1},$$

[0063] Solange der Druckkolben 45 noch nicht vollständig ausgelenkt wurde, also nicht an den Anschlägen 54 anliegt.

[0064] Da das Rückschlagventil 42a in der Druckmittelleitung 41 stromaufwärts der Vorratsleitung 51 angeordnet ist, ist sichergestellt, dass der gesamte Druck p und das gesamte Volumen des Vorratsraum 49 der Stelleinrichtung 10a zur Verfügung steht und nicht in Ölgalerie der Brennkraftmaschine 1 abfließt. Somit steht nicht nur,

wie in Anwendungen mit konventionellen Druckspeichern, der aktuelle Systemdruck oder der maximale Befülldruck zur Verfügung, sondern ein um den Faktor $1+A_2/A_1$ erhöhter Druck. Die Druckmittelversorgungseinrichtung 37 kann somit durch Einstellen der zweiten Steuerstellung an dem ersten Wegeventil 53 eine Druckunterstützung erfahren. Somit kann die Verstellgeschwindigkeit des Stelleinrichtung 10a bei gleicher Dimensionierung signifikant erhöht bzw. die Stelleinrichtung 10a bei gleicher Verstellgeschwindigkeit kleiner ausgeführt werden, ohne die Nachteile einer überdimensionierten oder einer geregelten Druckmittelpumpe 38 in Kauf nehmen zu müssen.

[0065] Ebenso denkbar sind Ausführungsformen, in denen auf die Anordnung eines Rückschlagventils 42b in der Steuerleitung 52 verzichtet wird. In Betriebsphasen der Brennkraftmaschine 1, in denen die Phasenlage konstant gehalten wird, füllt sich der Druckspeicher 43 analog der oben beschriebenen Ausführungsform. Sinkt der Systemdruck, so fließt Druckmittel sowohl aus Vorratsraum 49 als auch aus dem Steuerraum 50 ab. Dies führt zu einem Druckabfall in beiden Räumen 49, 50, was zu einer Verschiebung des Druckkolbens 45 in Richtung seiner Ruhelage führt. Somit wird in dieser Ausführungsform sowohl das zur Phasenverstellung bereitstellbare Druckmittelvolumen als auch der bereitstellbare Druck im Vorratsraum 49 abgesenkt. Trotzdem findet die Druckerhöhung im Vorratsraum 49 statt, wenn das erste Wegeventil 53 in die zweite Schaltstellung überführt wird. In diesem Fall gilt für den bereitgestellten Druck p bei noch nicht vollständig ausgelenktem Druckkolben 45:

$$p = \frac{p_{\text{sys}} (A_1 + A_2)}{A_1},$$

wobei p_{sys} dem bei Beginn der Druckunterstützung herrschenden Systemdruck entspricht. Denkbar ist der Einsatz dieser Ausführungsform in Brennkraftmaschinen 1 in denen der benötigte Spitzensystemdruck nur geringfügig oberhalb der Kapazität der Druckmittelpumpe 38 liegt. In diesem Fall kann auf das Rückschlagventil 42b in der Steuerleitung 52 verzichtet werden, wodurch die Kosten sinken.

[0066] Um die Druckerhöhung zu realisieren muss für das Verhältnis des Druckmittelstroms aus dem Steuerraum 50 zu dem Druckmittelstrom aus dem Vorratsraum 49 Q_D/Q_V

$$\frac{Q_D}{Q_V} > \frac{A_2}{A_1},$$

gelten. Um dies zu erreichen ist vorgesehen, dass für den minimalen Durchflussquerschnitt zwischen dem Steuerraum 50 und dem Tank 39 A_D

$$A_D > \frac{A_2}{A_1} A_V$$

gilt, wobei A_V dem minimalen Durchflussquerschnitt zwischen dem Vorratsraum 49 und der Stelleinrichtung 10a bzw. der Stelleinrichtung 10a und dem Tank 39 entspricht.

[0067] Ebenfalls denkbar ist, dass neben der ersten Stelleinrichtung 10a auch eine oder mehrere weitere Stelleinrichtung 10b, 10c durch die Druckmittelversorgungseinrichtung 37 über weitere Druckmittelleitungen 41 und weitere Steuerventile 40 gesteuert werden können. Dabei kann die weitere Stelleinrichtung 10b ebenfalls von dem Druckspeicher 43 profitieren. Zu diesem Zweck liegt der Abzweig, der zu dieser Stelleinrichtung 10b führt, in Strömungsrichtung hinter dem Rückschlagventil 42a.

[0068] Soll der Druckspeicher 43 lediglich die erste Stelleinrichtung 10a unterstützen, so ist der Abzweig zur weiteren Stelleinrichtung 10c in Strömungsrichtung vor dem Rückschlagventil 42a anzuordnen.

[0069] Um die Funktionsfähigkeit des Druckspeichers 43 zu gewährleisten ist eine Entlüftung 46a des Federraums zum Tank 39 vorgesehen.

[0070] Ebenso denkbar ist es, das Rückschlagventil 42a stromabwärts der Abzweigung zur Vorratsleitung 51 anzuordnen (Figur 4). In diesem Fall erfolgt die Abstützung der Druckspitzen zwischen der Stelleinrichtung 10a,b und dem Abzweig zur Vorratsleitung 51. Die Druckspitzen können somit den Druckspeicher 43 nicht erreichen, wodurch eine steifere Momentübertragung durch die Stelleinrichtung 10a,b erreicht wird.

[0071] Ebenfalls denkbar ist der Einsatz jeweils eines Rückschlagventils 42a in der Druckmittelleitung 41 stromaufwärts und stromabwärts der Abzweigung zur Vorratsleitung 51 (Figur 5). Hierbei wird sowohl eine steife Momentübertragung durch die Stelleinrichtung 10a,b erreicht als auch verhindert, dass der Druck, bzw. das Druckmittelvolumen des Vorratsraums 49 in die Ölgalerie der Brennkraftmaschine 1 abfließt.

[0072] Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 ist in Figur 6 dargestellt. Im Unterschied zu der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform ist in dieser Ausführungsform ein zusätzliches Rückschlagventil 42c in der Vorratsleitung 51 angeordnet. Dieses Rückschlagventil 42c verhindert einen Druckmittelfluss von der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 zu dem Vorratsraum 49, wodurch in den Stelleinrichtungen 10a,b,c generierte Druckspitzen nicht bis zu dem Vorratsraum 49 des Druckspeichers 43 vordringen können, sondern sich auf dem Rückschlagventil 42c abstützen. Somit wird die hydraulische Steifigkeit der Vorrichtung 10 analog der Ausführungsform aus Figur 5 erhöht.

[0073] Um den Vorratsraum 49 des Druckspeichers 43 zu befüllen, ist eine Verbindungsleitung 55 vorgese-

hen, die einerseits zwischen der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 und dem ersten Wegeventil 53 in die Steuerleitung 52 und andererseits zwischen dem Rückschlagventil 42c und dem Vorratsraum 49 in die Vorratsleitung 51 mündet. Dabei kann in der Verbindungsleitung 55 ein zusätzliches Rückschlagventil 42d angeordnet sein, dass verhindert, dass Druckmittel aus dem Vorratsraum 49 zwischen der Druckmittelpumpe 38 und dem Rückschlagventil 42a in die Druckmittelversorgungseinrichtung 37 fließt.

[0074] In einer leichten Abwandlung der Ausführungsform könnten auch das Rückschlagventil 42b und/ oder die gesamte Druckmittelleitung 41, in der das Rückschlagventil 42a angeordnet ist, zwischen den Mündungspunkten des Druckspeichers 43 entfallen.

[0075] In den Figuren 7 bis 11 sind weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen einer Vorrichtung 10 dargestellt. In diesen Ausführungsformen sind sowohl in der Steuerleitung 52 als auch in der Vorratsleitung 51 Steuermittel 60 vorgesehen, die den Durchfluss von Druckmittel zumindest in eine Richtung sperren können.

[0076] In der in Figur 7 dargestellten Ausführungsform ist ein einziges Steuerventil in Form eines Wegeventils 56 vorgesehen. Das Wegeventil 56 weist einen Druckanschluss P_1 , einen Steuerraumanschluss A_1 , einen Vorratsanschluss V_1 , einen Vorratsraumanschluss B_1 und einen Ablaufanschluss T_1 auf. Der Druckanschluss P_1 und der Vorratsanschluss V_1 sind mit der Druckquelle, in der dargestellten Ausführungsform über die Steuerleitung 52 bzw. die Vorratsleitung 51 mit der Druckmittelversorgungseinrichtung 37, verbunden. Der Steuerraumanschluss A_1 ist mit dem Steuerraum 50, der Vorratsraumanschluss B_1 mit dem Vorratsraum 49 und der Ablaufanschluss T_1 mit dem Tank 39 verbunden.

[0077] Des Weiteren ist eine Verbindungsleitung 55 vorgesehen, die einerseits zwischen dem Wegeventil 56 und dem Steuerraum 50 in die Steuerleitung 52 und andererseits zwischen dem Wegeventil 56 und dem Vorratsraum 49 in die Vorratsleitung 51 mündet. In der Verbindungsleitung 55 ist ein Rückschlagventil 42d angeordnet, welches einen Druckmittelfluss von der Vorratsleitung 51 zur Steuerleitung 52 verhindert.

[0078] In einer ersten Steuerstellung des Wegeventils 56 ist lediglich der Steuerraumanschluss A_1 mit dem Druckanschluss P_1 verbunden, während alle anderen Anschlüsse B_1 , T_1 , V_1 verschlossen sind.

[0079] In einer zweiten Steuerstellung des Wegeventils 56 kommuniziert der Vorratsanschluss V_1 mit dem Vorratsraumanschluss B_1 und der Steuerraumanschluss A_1 mit dem Tankanschluss T_1 , während der Druckanschluss P_1 mit keinem der anderen Anschlüsse A_1 , B_1 , T_1 , V_1 , kommuniziert.

[0080] Wird während des Betriebs der Brennkraftmaschine 1 von der Motorsteuerung keine Verstellanforderung an die Vorrichtung 10 gerichtet, so befindet sich das Wegeventil 56 in der ersten Steuerstellung. In diesem Zustand kann Druckmittel von der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 über die Steuerleitung 52 und das

Wegeventil 56 in den Steuerraum 50 gelangen. Gleichzeitig wird ebenfalls der Vorratsraum 49 über die Verbindungsleitung 55 befüllt. In diesem Zustand verhält sich der Druckspeicher 43 ähnlich zu dem in Figur 3 dargestellten Druckspeicher 43. Der Druckkolben 45 wird gegen die Kraft des Federelements 46 verschoben und die Räume 49, 50 mit Druckmittel befüllt. Sinkt der Druck der Druckmittelversorgungseinrichtung 37, so sinkt ebenfalls der Druck in dem Steuerraum 50. Der Vorratsraum 49 hält aber den hohen Druckzustand bei, da er einerseits durch das Wegeventil 56 und andererseits durch das Rückschlagventil 42d gegenüber der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 isoliert ist. Somit behält der Druckspeicher 43 seinen befüllten Zustand bei.

[0081] Wird das Wegeventil 56 in den zweiten Steuerzustand überführt, so entleert sich einerseits der Steuerraum 50 in den Tank 39 und andererseits der Vorratsraum 49 in die Druckmittelversorgungseinrichtung 37. Dieser Vorgang verläuft analog zur ersten Ausführungsform (Figur 3).

[0082] Figur 8 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform, die sich von der vorangegangenen Ausführungsform lediglich durch die Anordnung des Rückschlagventils 42a unterscheidet. Dabei ist das Rückschlagventil 42a analog zur Ausführungsform aus Figur 4 angeordnet. Denkbar ist auch eine Ausführungsform analog Figur 5 mit zwei Rückschlagventilen 42a, jeweils einem stromaufwärts und stromabwärts der Vorratsleitung 51.

[0083] Die Figuren 9 bis 11 zeigen weitere erfindungsgemäße Vorrichtungen 10, die im Wesentlichen denen aus Figur 7 und 8 gleichen. Im Unterschied zu diesen sind die in den Figuren 9 bis 11 dargestellten Vorrichtungen 10 statt mit einem einzigen Steuermittel 60 (in der dargestellten Ausführungsform mit einem einzigen Wegeventil 56) mit zwei Steuermitteln 60 versehen. Dabei steuert das erste Steuermittel 60 die Kommunikation zwischen der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 und dem Vorratsraum 49, während das zweite Steuermittel 60 die Kommunikation zwischen der Druckmittelversorgungseinrichtung 37, dem Steuerraum 50 und dem Tank 39 steuert.

[0084] In der in Figur 9 dargestellten Ausführungsform ist das erste Steuermittel 60 als entsperbares Rückschlagventil 42e ausgebildet, das in einer ersten Steuerstellung einen Druckmittelfluss von der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 zum Vorratsraum 49 zulässt, einen entgegengesetzten Druckmittelstrom aber unterbindet. In der zweiten Steuerstellung werden die Druckmittelflüsse in beide Richtungen zugelassen.

[0085] Das zweite Steuermittel 60 ist in diesem Fall das in der ersten Ausführungsform dargestellte erste Wegeventil 53.

[0086] Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß Figur 9 zeigt Figur 10 eine Ausführungsform, in der das entsperbare Rückschlagventil 42e durch ein zweites Wegeventil 57, in der speziellen Ausführungsform ein 2/2-Wegeventil, ersetzt ist. In einer ersten Steuerstellung

lässt das zweite Wegeventil 57 keinen Druckmittelfluss zwischen der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 und dem Vorratsraum 49 zu. In einer zweiten Steuerstellung kann das Druckmittel in beide Richtungen fließen.

[0087] Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß Figur 10 zeigt Figur 11 eine Ausführungsform, in der das erste Wegeventil 53 dahingehend modifiziert wurde, dass in der ersten Steuerstellung lediglich ein Druckmittelfluss von der Druckmittelversorgungseinrichtung 37 in Richtung des Steuer-raums 50 zugelassen wird, wohingegen ein entgegengesetzter Druckmittelfluss in dem ersten Wegeventil 53 unterbunden wird.

[0088] Figur 12 zeigt einen weiteren Aspekt der Erfindung, der anhand der in Figur 6 dargestellten Ausführungsform erläutert wird. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dieser Aspekt in allen vorangegangenen Ausführungsformen Einsatz finden kann. Die Vorrichtung 10 unterscheidet sich von der in Figur 6 gezeigten Vorrichtung 10 dadurch, dass die Verbindungsleitung 55 zwischen dem ersten Wegeventil 53 und dem Steuer-raum 50 in die Steuerleitung 52 mündet und dass keine Entlüftung 46a des Federraums vorgesehen ist. Der Federraum ist vielmehr als Gegendruckraum 58 ausgestattet, der mit Druckmittel befüllt werden kann.

[0089] Das erste Wegeventil 53 ist in dieser Ausführungsform mit einem zusätzlichen Gegendruckanschluss G versehen, welcher mit dem Gegendruckraum 58 kommuniziert.

[0090] In einer ersten Steuerstellung des ersten Wegeventils 53 ist der Steuerraumanschluss A₁ mit dem Druckanschluss P₁ verbunden, während der Gegendruckanschluss G mit dem Ablaufanschluss T₁ kommuniziert.

[0091] In einer zweiten Steuerstellung des ersten Wegeventils 53 ist der Steuerraumanschluss A₁ mit dem Ablaufanschluss T₁ verbunden, während der Druckanschluss P₁ mit dem Gegendruckanschluss G kommuniziert.

[0092] Befindet sich das erste Wegeventil 53 in der ersten Steuerstellung treten keine Änderungen gegenüber der Ausführungsform aus Figur 6 auf. In der zweiten Steuerstellung wird allerdings zusätzlich Druckmittel in den Gegendruckraum 58 geleitet. Dieses beaufschlagt eine dritte Druckfläche 59 des Druckkolbens 45 mit einer Kraft, die in die gleiche Richtung, wie das Federelement 46 wirkt. Dadurch wird der Druck in dem Vorratsraum 49 zusätzlich erhöht.

[0093] In sämtlichen dargestellten Ausführungsformen mündet der Druckspeicher 43 mit der Druckmittelleitung 41, die die Druckmittelpumpe 38 mit dem bzw. den Steuerventilen 40 verbindet. Ebenso denkbar sind Ausführungsformen, in denen der oder die Druckspeicher 43 in die Druckmittelleitungen 41 mündet, die das bzw. die Steuerventile 40 mit den Stelleinrichtungen 10a, b verbindet.

[0094] Neben dem Einsatz des Druckspeicher 43 in Anwendungen zur variablen Einstellungen der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine 1 kann der Druckspei-

cher 43 auch in anderen Fahrzeuganwendungen Einsatz finden, beispielsweise bei schaltbaren Nockenfolgern oder in Anwendungen in automatisierten Getrieben.

5 Bezugszeichen

[0095]

1	Brennkraftmaschine
2	Kurbelwelle
3	Kolben
4	Zylinder
5	Zugmitteltrieb
6	Einlassnockenwelle
7	Auslassnockenwelle
8	Nocken
9a	Einlassgaswechselventil
9b	Auslassgaswechselventil
10	Vorrichtung
10a	erste Stelleinrichtung
10b,c	weitere Stelleinrichtung
21	Kettenrad
22	Außenrotor
22a	Gehäuse
23	Innenrotor
24	Seitendeckel
25	Seitendeckel
26	Nabenelement
27	Flügel
27a	Flügelfedern
28	Flügelnuten
29	Umfangswand
30	Vorsprung
32	Befestigungselement
33	Hohlraum
34	Begrenzungswand
34a	Frühanschlag
34b	Spätanschlag
35	erste Druckkammer
36	zweite Druckkammer
37	Druckmittelversorgungseinrichtung
38	Druckmittelpumpe
39	Tank
40	Steuerventil
41	Druckmittelleitung
42a	Rückschlagventil
42b	Rückschlagventil
42c	Rückschlagventil
42d	Rückschlagventil
42e	entsperrbares Rückschlagventil
43	Druckspeicher
44	Druckbehälter
45	Druckkolben
46	Federelement
46a	Entlüftung
47	erste Druckfläche
48	zweite Druckfläche
49	Vorratsraum

50 Steuerraum
 51 Vorratsleitung
 52 Steuerleitung
 53 erstes Wegeventil
 54 Anschlag
 55 Verbindungsleitung
 56 Wegeventil
 57 zweites Wegeventil
 58 Gegendruckraum
 59 dritte Druckfläche
 60 Steuermittel
 A erster Arbeitsanschluss
 B zweiter Arbeitsanschluss
 P Zulaufanschluss T Ablaufanschluss
 P₁ Druckanschluss
 T₁ Ablaufanschluss
 A₁ Steuerraumanschluss
 B₁ Vorratsraumanschluss
 V₁ Vorratsanschluss
 G Gegendruckanschluss

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen (9a,b) einer Brennkraftmaschine (1) mit

- einem Antriebselement (22), einem Abtriebs-
element (23), zumindest einer Druckkammer
(35, 36), einer Druckmittelversorgungsein-
richtung (37) und zumindest einem Druckspeicher
(43),
- wobei mittels der Druckmittelversorgungsein-
richtung (37) der mindestens einen Druckkam-
mer (35, 36) Druckmittel zugeführt oder von die-
ser abgeführt werden kann,
- wobei durch Druckmittelzufuhr zu bzw. Druck-
mittelabfluss von der Druckkammer (35 36) eine
Phasenlage des Abtriebselements (23) relativ
zum Antriebselement (22) veränderbar ist,
- wobei der Druckspeicher (43) ein verlagerba-
res Element (45) aufweist, das mit einer erste
Druckfläche (47) versehen ist, die einen Vorrats-
raum (49) teilweise begrenzt,
- wobei der Vorratsraum (49) mit der Druckmit-
telversorgungseinrichtung (37) verbunden ist,
- wobei durch Druckbeaufschlagung des Vor-
ratsraums (49) das verlagerbare Element (45)
gegen die Kraft eines Kraftspeichers (46) ver-
schoben werden kann, **dadurch gekennzeich-**
net, dass
- das verlagerbare Element (45) mindestens ei-
ne zweite Druckfläche (48) aufweist, die einen
Steuerraum (50) teilweise begrenzt,
- wobei durch Druckbeaufschlagung des Steu-
erraums (50) das verlagerbare Element (45) ge-
gen die Kraft des Kraftspeichers (46) verscho-

ben werden kann und

- wobei innerhalb des Druckspeichers (43) ein
Druckmittelfluss von dem Vorratsraum (49) in
den Steuerraum (50) unterbunden ist.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** der Steuerraum (50) während
des Betriebs der Brennkraftmaschine (1) wahlweise
mit einer Druckquelle (38) oder einem Tank (39) ver-
bunden werden kann.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** der Steuerraum (50), ohne
Umweg über einen Verbraucher, in einen Tank (39)
entleert werden kann.

4. Vorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** Steuermittel (60) vorgesehen
sind, wobei der Steuerraum (50) mittels der Steuer-
mittel (60) wahlweise mit einem Tank (39) oder der
Druckquelle (38) verbunden werden kann.

5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** Steuermittel (60) vorgesehen
sind,

- die in einem ersten Zustand einen Druckmit-
telfluss von dem Vorratsraum (49) zur Druckmit-
telversorgungseinrichtung (37) sperren und ei-
nen Druckmittelfluss zu dem Vorratsraum (49)
und dem Steuerraum (50) zulassen und
- die in einem weiteren Zustand den Druckmit-
telfluss von dem Vorratsraum (49) zu der Druck-
mittelversorgungseinrichtung (37) zulassen und
eine Verbindung zwischen dem Steuerraum
(50) und einem Tank (39), ohne Umweg über
einen Verbraucher, herstellen.

6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** eine Vorratsleitung (51) vorge-
sehen ist, die die Druckmittelversorgungseinrich-
tung (37) mit dem Vorratsraum (49) verbindet und
eine Steuerleitung (52) vorgesehen ist, die den Steu-
erraum (50) mit einer Druckquelle (38) verbindet.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** das Steuermittel (60) als ein
einziges Wegeventil (56) ausgebildet ist, das je ei-
nen Anschluss (A₁, B₁, P₁, T₁, V₁,) für die Vorrats-
leitung (51), die Steuerleitung (52), den Steuerraum
(50), den Vorratsraum (49) und den Tank (39) auf-
weist.

8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** die Steuermittel (60) zumin-
dest ein erstes Wegeventil (53) umfassen, welches
in der Steuerleitung (52) angeordnet ist.

9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel (60) weiterhin ein zweites Wegeventil (57) oder ein entsperbares Rückschlagventil (42e) umfassen, welches in der Vorratsleitung (51) angeordnet ist. 5
10. Vorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel (60) weiterhin ein entsperbares Rückschlagventil (42e) umfassen, welches in der Vorratsleitung (51) angeordnet ist. 10
11. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorratsraum (49) und der Steuerraum (50) über ein Rückschlagventil (42d) verbunden sind, wobei die Verbindung zwischen den Steuermitteln (60) und den Räumen (49,50) angeordnet ist und wobei das Rückschlagventil (42d) einen Druckmittelfluss von dem Vorratsraum (49) zu dem Steuerraum (50) sperrt. 15
12. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Steuerraum (50) und der Druckquelle (38) ein Rückschlagventil (42b) vorgesehen ist, welches einen Druckmittelstrom von dem Steuerraum (50) in Richtung der Druckquelle (38) sperrt. 20
13. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Vorratsraum (49) und der Druckmittelversorgungseinrichtung (37) ein Rückschlagventil (42c) vorgesehen ist, welches einen Druckmittelstrom von der Druckmittelversorgungseinrichtung (37) in Richtung des Vorratsraums (49) sperrt. 25
14. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckmittelbeaufschlagung des Vorratsraums (49) das verlagerbare Element (45) in die gleiche Richtung verlagert, wie eine Druckmittelbeaufschlagung des Steuerraums (50). 30
15. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das verlagerbare Element (45) eine dritte Druckfläche (59) aufweist, die einen Gegendruckraum (58) zumindest teilweise begrenzt, wobei eine Druckmittelbeaufschlagung des Gegendruckraums (58) das verlagerbare Element (45) in die entgegengesetzte Richtung verlagert, wie eine Druckmittelbeaufschlagung des Steuerraums (50) oder des Vorratsraums (49). 35
16. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen dem minimalen Durchflussquerschnitt zwischen dem Steuerraum (50) und dem Tank (39) und dem minimalen Durchflussquerschnitt zwischen dem Vorratsraum (49) und der Stelleinheit (10a,b) größer ist, als das Verhältnis zwischen dem Flächen-

inhalt der zweiten Druckfläche (48) und dem Flächeninhalt der ersten Druckfläche (47).

17. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorratsraum (49) und der Steuerraum (50) innerhalb des Druckspeichers (43) nicht miteinander kommunizieren. 40
18. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel (60) als ein Wegeventil (53) ausgebildet sind. 45

Claims

- Device (10) for variably adjusting the control times of gas exchange valves (9a,b) of an internal combustion engine (1), having
 - a drive input element (22), a drive output element (23), at least one pressure chamber (35, 36), a pressure medium supply device (37) and at least one pressure accumulator (43),
 - with it being possible for pressure medium to be supplied to or discharged from the at least one pressure chamber (35, 36) by means of the pressure medium supply device (37),
 - with it being possible for a phase position of the drive output element (23) relative to the drive input element (22) to be varied by means of the supply of pressure medium to or discharge of pressure medium out of the pressure chamber (35, 36),
 - with the pressure accumulator (43) having a movable element (45) which is provided with a first pressure surface (47) which partially delimits a store chamber (49),
 - with the store chamber (49) being connected to the pressure medium supply device (37),
 - with it being possible by means of the pressurization of the store chamber (49) for the movable element (45) to be moved counter to the force of a force store (46), **characterized in that**
 - the movable element (45) has at least one second pressure surface (48) which partially delimits a control chamber (50),
 - with it being possible by means of the pressurization of the control chamber (50) for the movable element (45) to be moved counter to the force of the force store (46), and
 - with a pressure medium flow within the pressure accumulator (43) from the store chamber (49) into the control chamber (50) being prevented.
- Device (10) according to Claim 1, **characterized in that**, during the operation of the internal combustion engine (1), the control chamber (50) can be selec-

tively connected to a pressure source (38) or to a tank (39).

3. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the control chamber (50) can be emptied into a tank (39) without diversion via a consumer. 5
4. Device (10) according to Claim 2, **characterized in that** control means (60) are provided, with it being possible for the control chamber (50) to be selectively connected to a tank (39) or to the pressure source (38) by the control means (60). 10
5. Device (10) according to Claim 2, **characterized in that** control means (60) are provided, 15
 - which, in a first state, block a pressure medium flow from the store chamber (49) to the pressure medium supply device (37) and permit a pressure medium flow to the store chamber (49) and to the control chamber (50), and 20
 - which, in a further state, permit the pressure medium flow from the store chamber (49) to the pressure medium supply device (37) and produce a connection between the control chamber (50) and a tank (39) without diversion via a consumer. 25
6. Device (10) according to Claim 5, **characterized in that** a store line (51) is provided which connects the pressure medium supply device (37) to the store chamber (49), and a control line (52) is provided which connects the control chamber (50) to a pressure source (38). 30
7. Device (10) according to Claim 6, **characterized in that** the control means (60) is designed as a single directional valve (56) which has in each case one port (A_1 , B_1 , P_1 , T_1 , V_1) for the store line (51), the control line (52), the control chamber (50), the store chamber (49) and the tank (39). 35 40
8. Device (10) according to Claim 6, **characterized in that** the control means (60) comprise at least one first directional valve (53) which is arranged in the control line (52). 45
9. Device (10) according to Claim 8, **characterized in that** the control means (60) also comprise a second directional valve (57) or a double check valve (42e) which is arranged in the store line (51). 50
10. Device (10) according to Claim 8, **characterized in that** the control means (60) also comprise a double check valve (42e) which is arranged in the store line (51). 55
11. Device (10) according to Claim 5, **characterized in**

that the store chamber (49) and the control chamber (50) are connected via a check valve (42d), with the connection being arranged between the control means (60) and the chambers (49,50) and with the check valve (42d) blocking a pressure medium flow from the store chamber (49) to the control chamber (50).

12. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** a check valve (42b) is provided between the control chamber (50) and the pressure source (38), which check valve (42b) blocks a pressure medium flow from the control chamber (50) in the direction of the pressure source (38).
13. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** a check valve (42c) is provided between the store chamber (49) and the pressure medium supply device (37), which check valve (42c) blocks a pressure medium flow from the pressure medium supply device (37) in the direction of the store chamber (49).
14. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** a pressurization of the store chamber (49) moves the movable element (45) in the same direction as a pressurization of the control chamber (50).
15. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the movable element (45) has a third pressure surface (59) which at least partially delimits a counterpressure chamber (58), with a pressurization of the counterpressure chamber (58) moving the movable element (45) in the opposite direction to a pressurization of the control chamber (50) or of the store chamber (49).
16. Device (10) according to Claims 2 or 5, **characterized in that** the ratio between the minimum through-flow cross section between the control chamber (50) and the tank (39) and the minimum throughflow cross section between the store chamber (49) and the actuating unit (10a,b) is greater than the ratio between the surface area of the second pressure surface (48) and the surface area of the first pressure surface (47).
17. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the store chamber (49) and the control chamber (50) do not communicate with one another within the pressure accumulator (43).
18. Device (10) according to Claim 4, **characterized in that** the control means (60) are designed as a directional valve (53).

Revendications

1. Dispositif (10) pour réguler de manière variable les temps de commande de soupapes d'échange des gaz (9a,b) d'un moteur à combustion interne (1), comprenant :

- un élément d'entraînement (22), un élément de prise de force (23), au moins une chambre de pression (35, 36), un dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37) et au moins un accumulateur de pression (43),
- du fluide sous pression pouvant être acheminé à l'au moins une chambre de pression (35, 36) ou évacué de celle-ci par le biais du dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37),
- une position de phase de l'élément de prise de force (23) par rapport à l'élément d'entraînement (22) pouvant être modifiée par alimentation en fluide sous pression vers, ou évacuation de fluide sous pression depuis, la chambre de pression (35, 36),
- l'accumulateur de pression (43) présentant un élément déplaçable (45) qui est pourvu d'une première surface de pression (47) qui limite en partie un espace de réserve (49),
- l'espace de réserve (49) étant connecté au dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37),
- par sollicitation en pression de l'espace de réserve (49), l'élément déplaçable (45) pouvant être déplacé à l'encontre de la force d'un accumulateur de force (46),

caractérisé en ce que

- l'élément déplaçable (45) présente au moins une deuxième surface de pression (48) qui limite en partie un espace de commande (50),
- par sollicitation en pression de l'espace de commande (50), l'élément déplaçable (45) pouvant être déplacé à l'encontre de la force de l'accumulateur de force (46) et
- à l'intérieur de l'accumulateur de pression (43), un flux de fluide sous pression depuis l'espace de réserve (49) dans l'espace de commande (50) étant supprimé.

2. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'espace de commande (50) peut être connecté de manière sélective à une source de pression (38) ou à un réservoir (39) pendant le fonctionnement du moteur à combustion interne (1).
3. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'espace de commande (50) peut être vidangé dans un réservoir (39) sans contournement par un consommateur.

4. Dispositif (10) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** des moyens de commande (60) sont prévus, l'espace de commande (50) pouvant être connecté de manière sélective à un réservoir (39) ou à la source de pression (38) au moyen des moyens de commande (60).

5. Dispositif (10) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** des moyens de commande (60) sont prévus,

- lesquels, dans un premier état, bloquent un flux de fluide sous pression depuis l'espace de réserve (49) vers le dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37) et libèrent un flux de fluide sous pression vers l'espace de réserve (49) et l'espace de commande (50) et
- lesquels, dans un deuxième état, libèrent le flux de fluide sous pression depuis l'espace de réserve (49) vers le dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37) et établissent une connexion entre l'espace de commande (50) et un réservoir (39), sans contournement par un consommateur.

6. Dispositif (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une conduite de réserve (51) qui relie le dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37) à l'espace de réserve (49) et une conduite de commande (52) qui relie l'espace de commande (50) à une source de pression (38).

7. Dispositif (10) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le moyen de commande (60) est réalisé sous forme d'unique soupape de distribution (56), qui présente un raccord respectif (A_1 , B_1 , P_1 , T_1 , V_1) pour la conduite de réserve (51), la conduite de commande (52), l'espace de commande (50), l'espace de réserve (49) et le réservoir (39).

8. Dispositif (10) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens de commande (60) comprennent au moins une première soupape de distribution (53) qui est disposée dans la conduite de commande (52).

9. Dispositif (10) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les moyens de commande (60) comprennent en outre une deuxième soupape de distribution (57) ou un clapet anti-retour déverrouillable (42e), qui est disposé dans la conduite de réserve (51).

10. Dispositif (10) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les moyens de commande (60) comprennent en outre un clapet anti-retour déverrouillable (42e), qui est disposé dans la conduite de réserve (51).

11. Dispositif (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'espace de réserve (49) et l'espace de commande (50) sont connectés par le biais d'un clapet anti-retour (42d), la connexion étant disposée entre les moyens de commande (60) et les espaces (49, 50), et le clapet anti-retour (42d) bloquant un flux de fluide sous pression depuis l'espace de réserve (49) jusqu'à l'espace de commande (50). 5
12. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est prévu entre l'espace de commande (50) et la source de pression (38) un clapet anti-retour (42b) qui bloque un flux de fluide sous pression depuis l'espace de commande (50) dans la direction de la source de pression (38). 10 15
13. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est prévu entre l'espace de réserve (49) et le dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37) un clapet anti-retour (42c) qui bloque un flux de fluide sous pression depuis le dispositif d'alimentation en fluide sous pression (37) dans la direction de l'espace de réserve (49). 20
14. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** sollicitation avec du fluide sous pression de l'espace de réserve (49) déplace l'élément déplaçable (45) dans la même direction qu'une sollicitation en fluide sous pression de l'espace de commande (50). 25 30
15. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément déplaçable (45) présente une troisième surface de pression (59) qui limite au moins en partie un espace de contre-pression (58), une sollicitation en fluide sous pression de l'espace de contre-pression (58) déplaçant l'élément déplaçable (45) dans la direction opposée à une sollicitation en fluide sous pression de l'espace de commande (50) ou de l'espace de réserve (49). 35 40
16. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 2 ou 5, **caractérisé en ce que** le rapport entre la section transversale d'écoulement minimale entre l'espace de commande (50) et le réservoir (39) et la section transversale d'écoulement minimale entre l'espace de réserve (49) et l'unité de régulation (10a,b) est supérieur au rapport entre la superficie de la deuxième surface de pression (48) et la superficie de la première surface de pression (47). 45 50
17. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'espace de réserve (49) et l'espace de commande (50) ne communiquent pas l'un avec l'autre à l'intérieur de l'accumulateur de pression (43). 55
18. Dispositif (10) selon la revendication 4, **caractérisé**
- en ce que** les moyens de commande (60) sont réalisés sous forme de soupape de distribution (53).

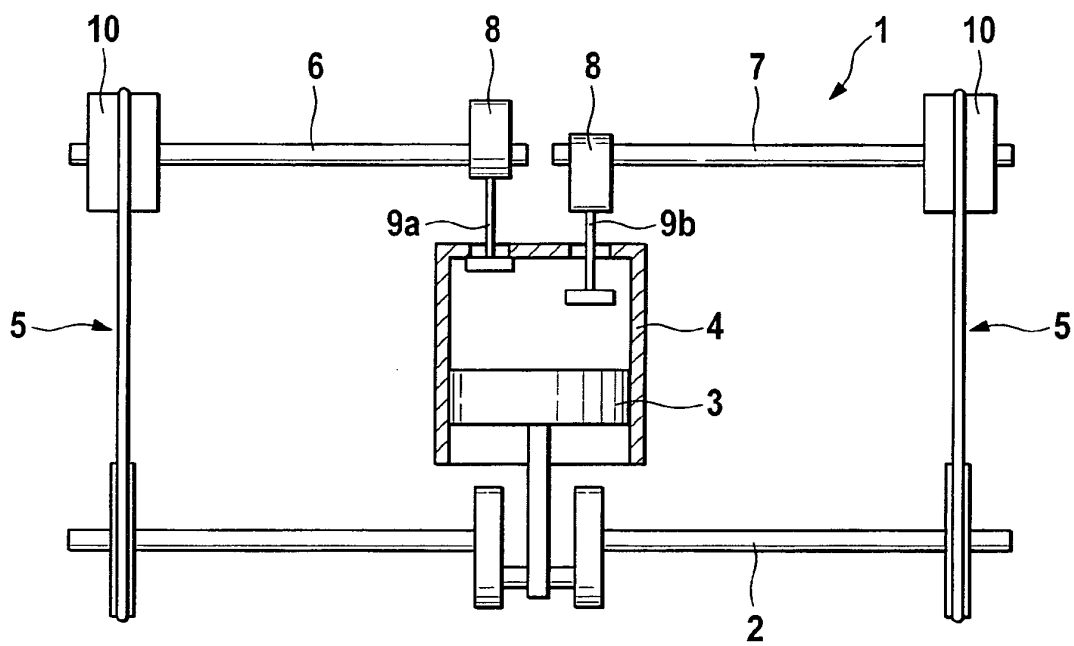


Fig. 1

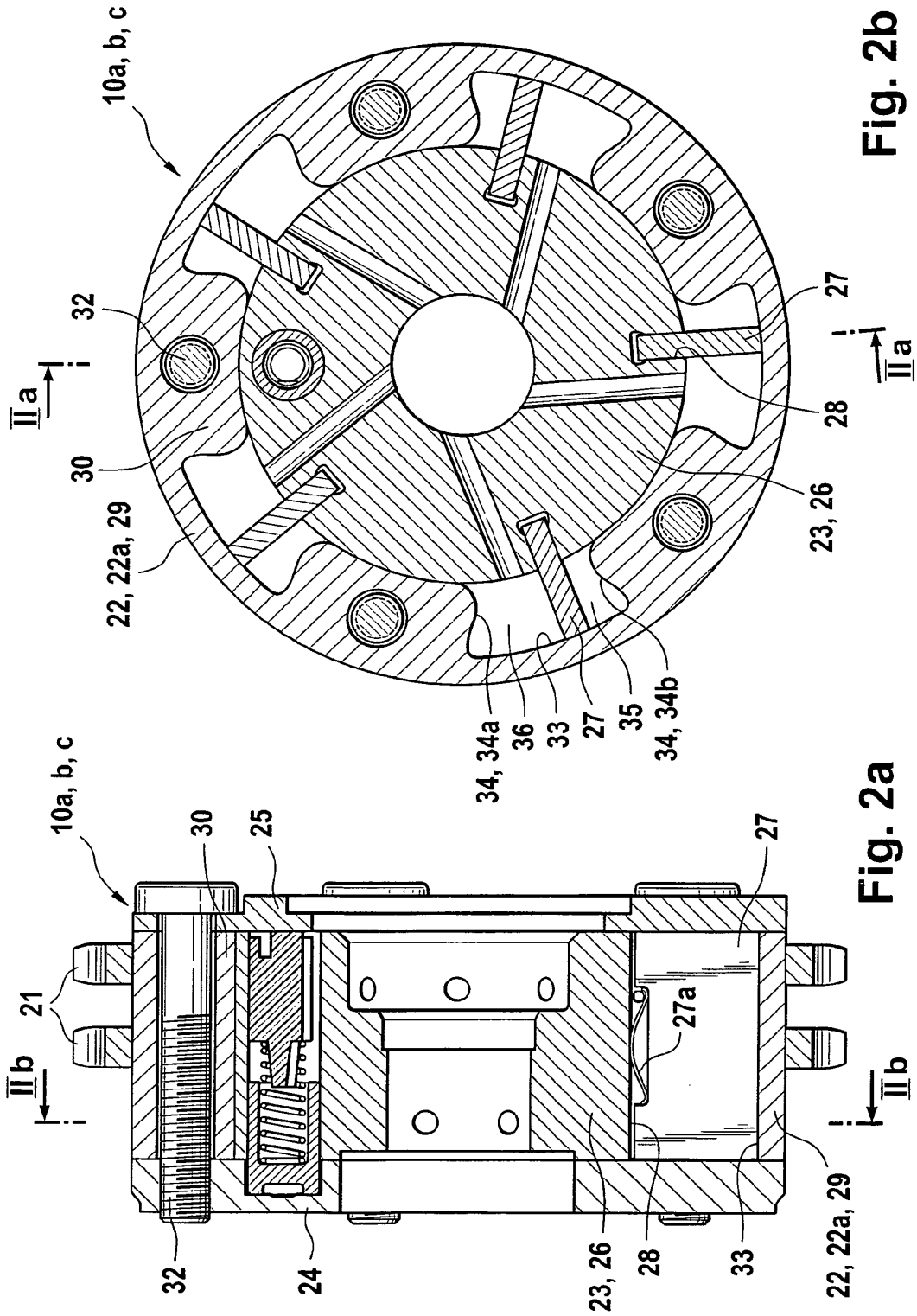
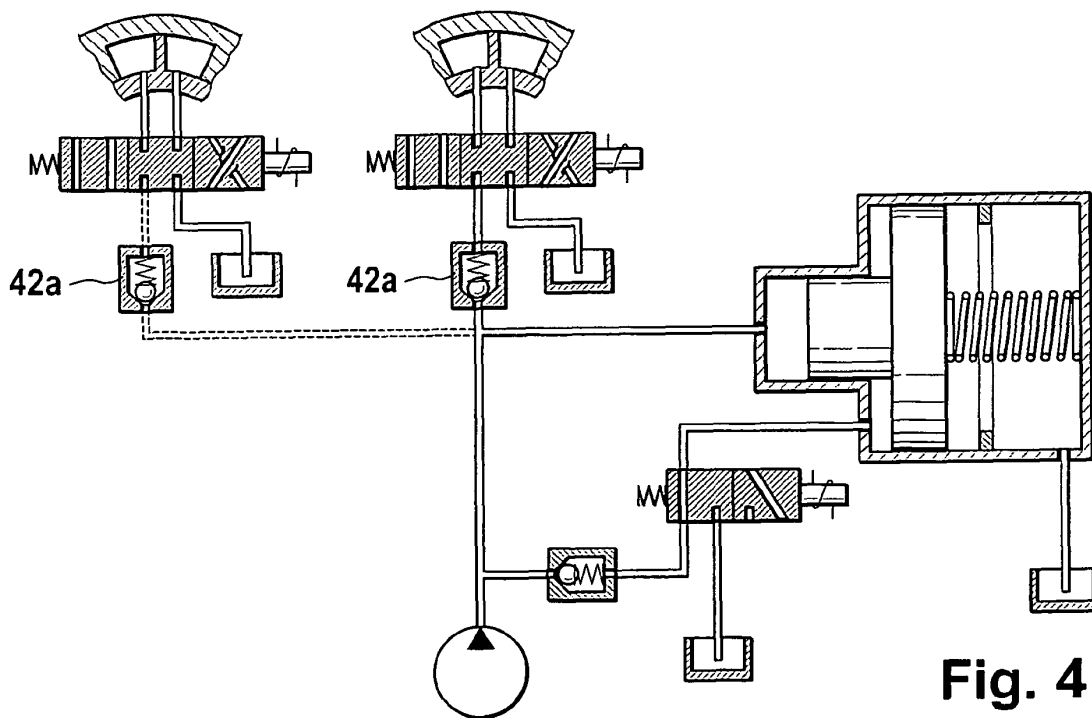
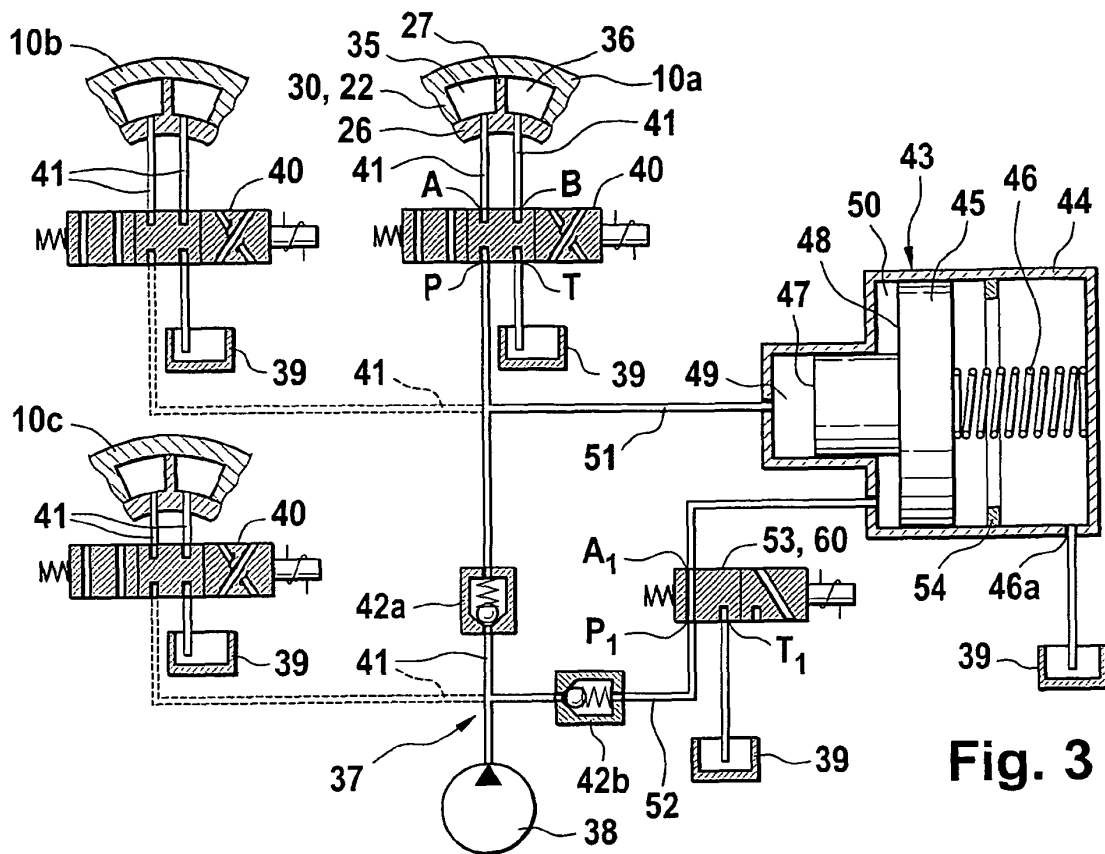


Fig. 2b

Fig. 2a



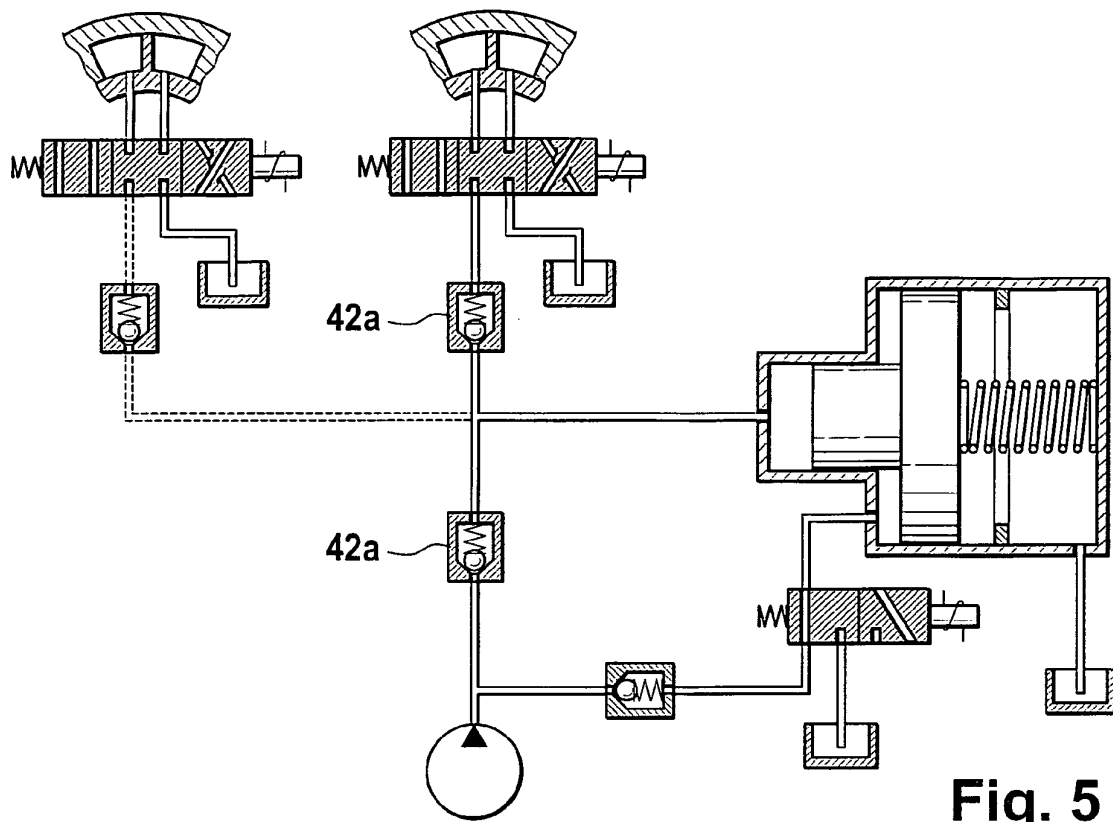


Fig. 5

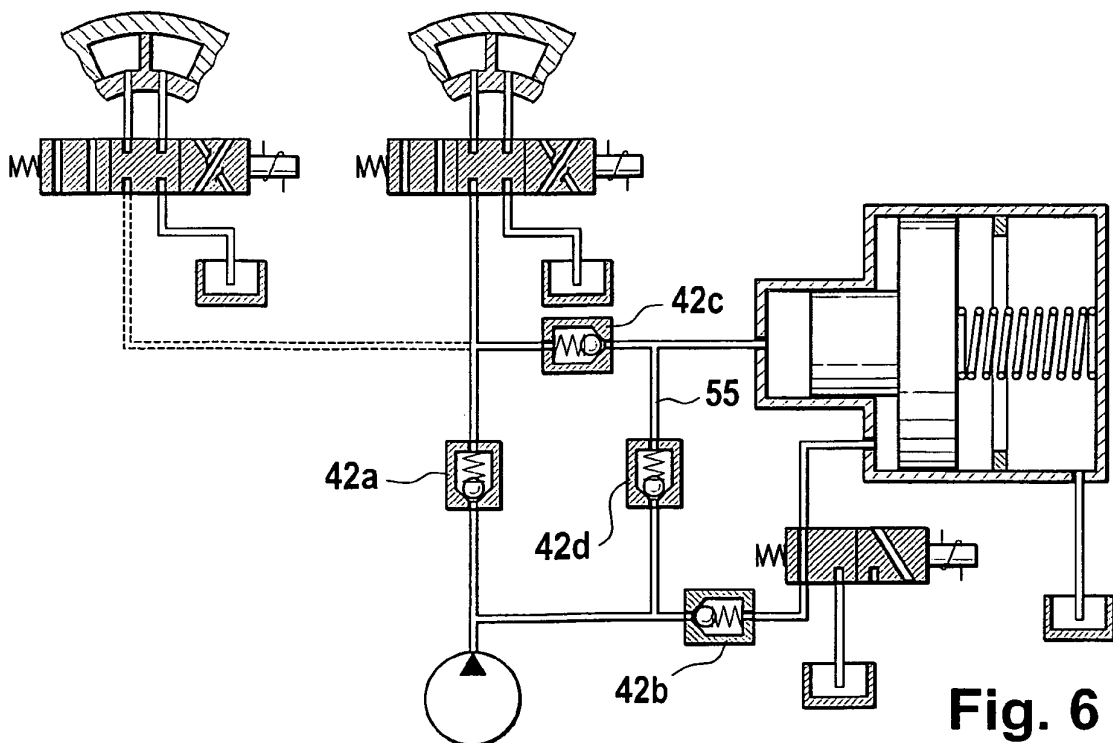
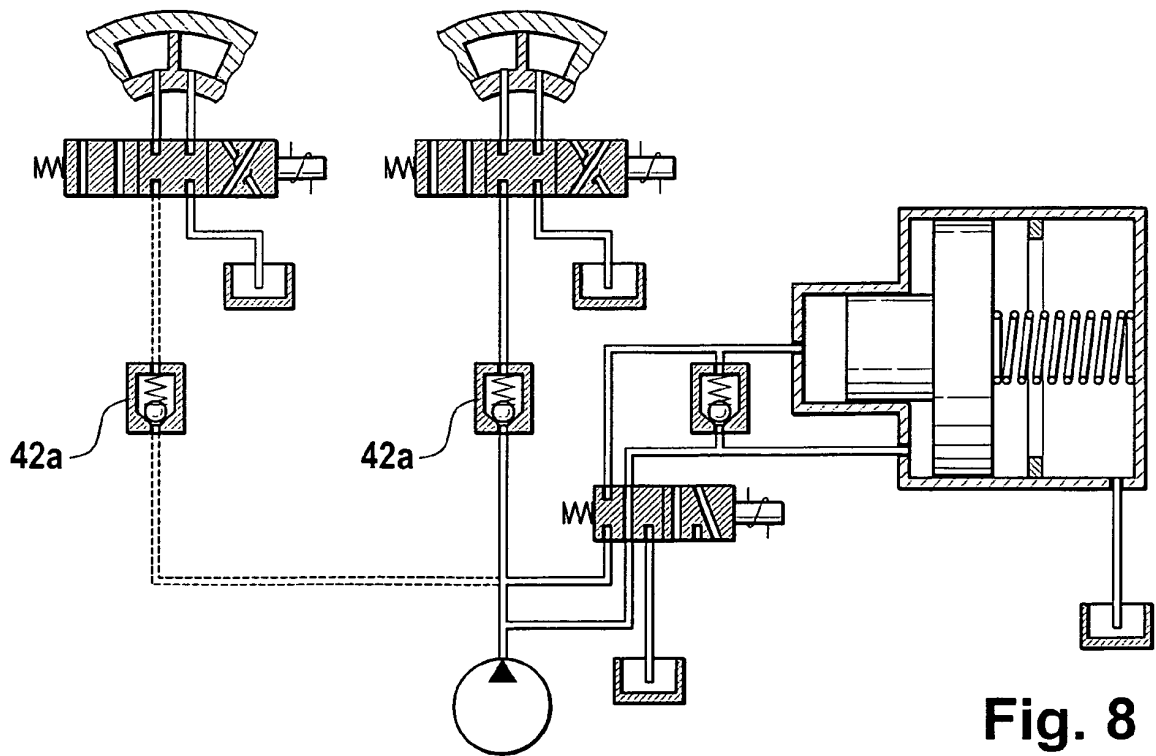
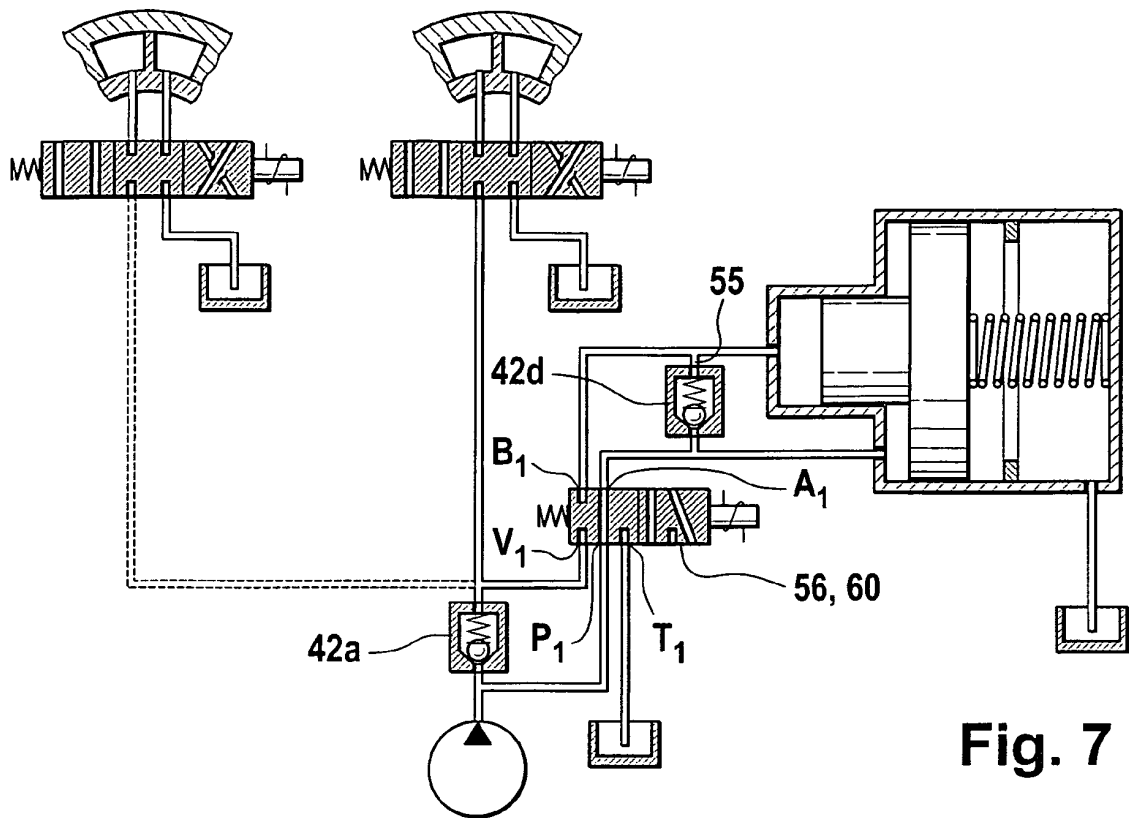


Fig. 6



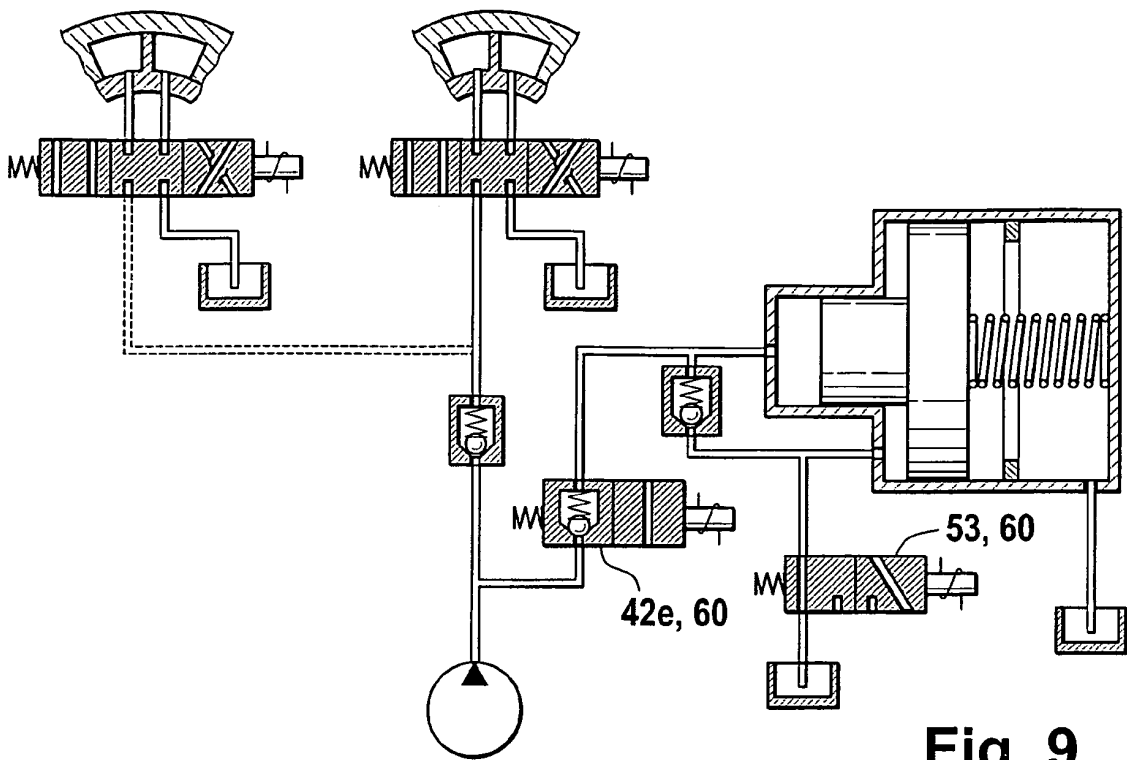


Fig. 9

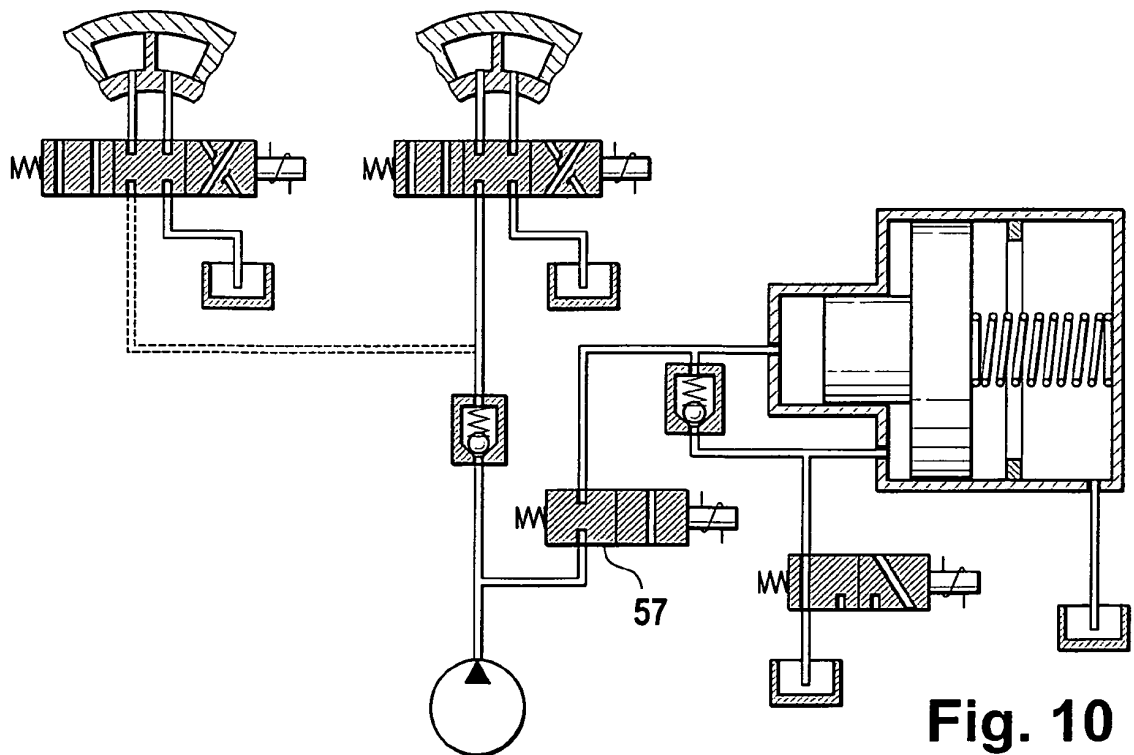


Fig. 10

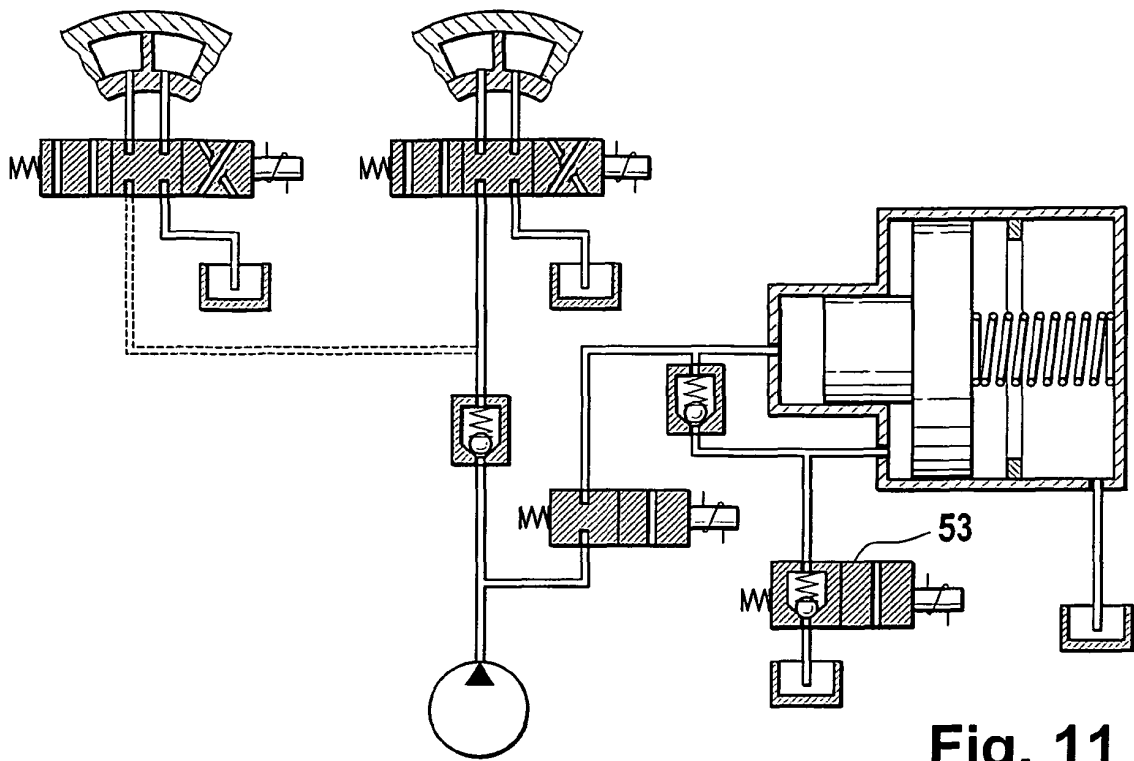


Fig. 11

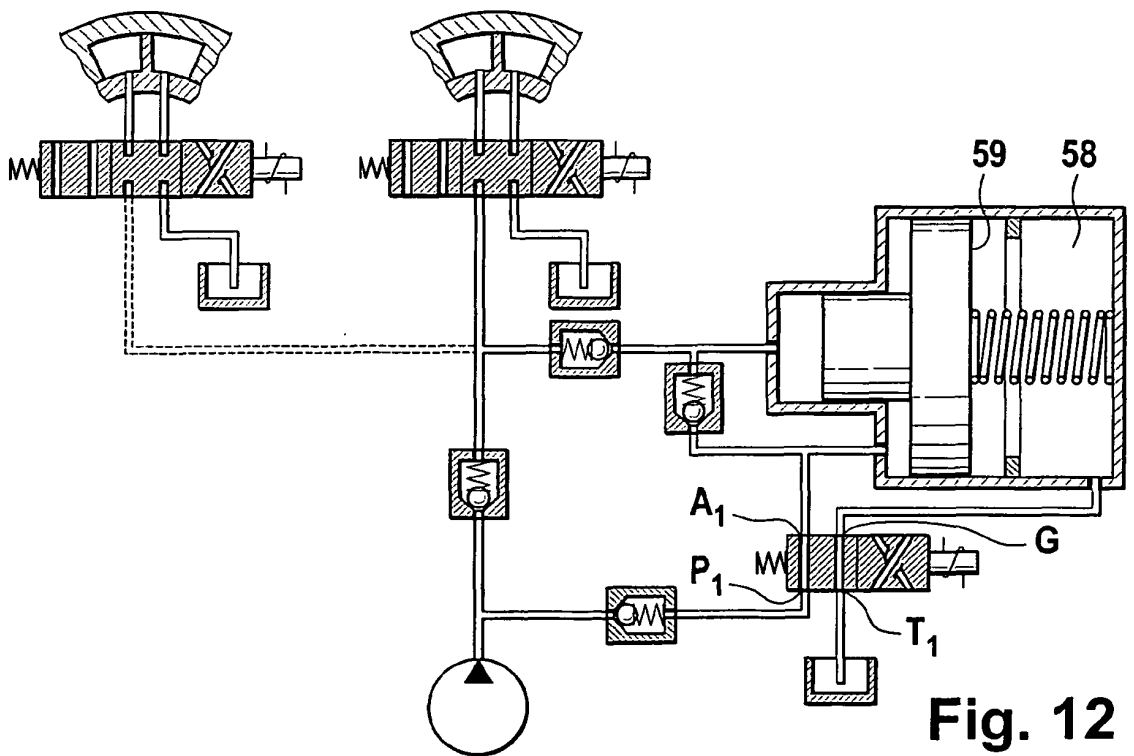


Fig. 12

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

- EP 1025343 B1 [0003]
- US 5775279 A [0006]