



(11) **EP 2 063 075 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.05.2009 Patentblatt 2009/22

(51) Int Cl.:
F01L 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07022717.8**

(22) Anmeldetag: **23.11.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(72) Erfinder:
• **Rüst, Bernhard**
8192 Glattfelden (CH)
• **Soltic, Patrik**
8248 Uhwiesen (CH)
• **Bach, Christian**
8602 Wangen (CH)

(71) Anmelder: **EMPA Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt**
8600 Dübendorf (CH)

(74) Vertreter: **Schmauder & Partner AG**
Patent- & Markenanwälte VSP
Zwängiweg 7
CH-8038 Zürich (CH)

(54) **Fluid betriebener Ventiltrieb**

(57) Um bei einem mit einem Fluid betriebenen Motorenventil (2) eine Rekuperation zu optimieren, wird vorgeschlagen, zwei fluidgefüllte Druckkammern (10, 12) und einen verschiebbaren Stellkolben (14), der zwei Wirkflächen aufweist, die jeweils eine der Druckkammern (10, 12) begrenzen, vorzusehen. Die Druckkammern (10, 12) sind mit jeweils zwei Fluidventilen (20, 22; 24, 26) verbunden, von denen jeweils das erste Fluidventil (20, 22) von einem ersten Druckreservoir (P2) beaufschlagbar, jeweils das zweite Fluidventil (24, 26) mit einem Basisdruckreservoir (P0) verbindbar ist. Die ersten Fluidventile (20, 22) sind weiterhin mit einem zweiten Druckreservoir (P1) so verbindbar, dass die ersten Fluidventile (20, 22) eine Stellung geschlossen, verbunden mit dem ersten Reservoir (P2) oder verbunden mit dem zweiten Reservoir (P1) einnehmen können. Eine Steuer- oder Regeleinrichtung (40, 42) ist so eingerichtet, dass die Ventile (2), neben einer Ruhestellung in eine erste, beschleunigte Bewegungsphase schaltbar sind, die durch das Beaufschlagen eines der ersten Fluidventile (20, 22) mit dem Druck des ersten Druckreservoirs (P2) und dem Öffnen eines der zweiten Fluidventile (26, 24) zum Basisreservoir (P0) bewirkt wird. Weiterhin sind sie in eine Abbremsphase schaltbar, die durch das Öffnen des anderen der ersten Fluidventile (22, 20) zum zweiten Druckreservoir (P1) und dem Schliessen des zuerst geöffneten der zweiten Fluidventile (26, 24) sowie dem Öffnen des anderen der zweiten Fluidventile (24, 26) zum Basisreservoir (P0) bewirkt wird.

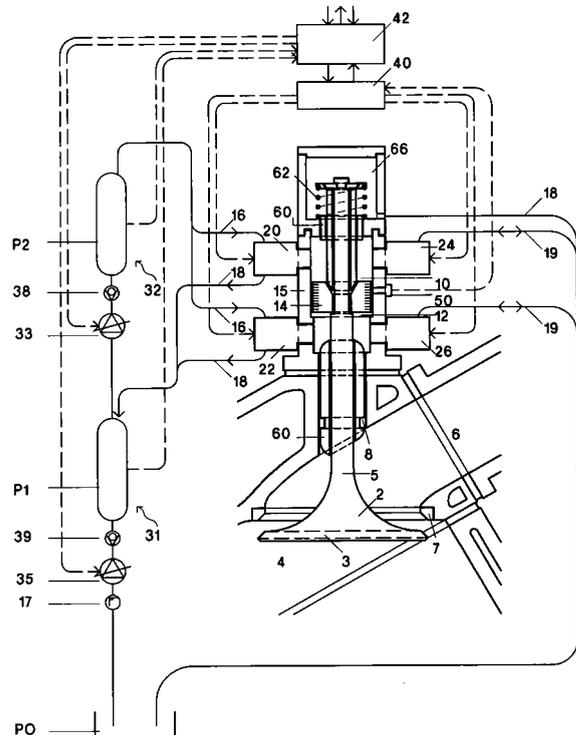


Fig. 1

EP 2 063 075 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Fluid betriebenen Ventiltrieb, insbesondere für ein Gaswechselventil in einem Verbrennungszylinder einer Brennkraftmaschine, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Fluid betriebene Ventiltriebe, insbesondere für Gaswechselventile in einem Verbrennungszylinder einer Brennkraftmaschine, die im Sinne dieser Erfindung hydraulisch wie auch pneumatisch betriebene Ventiltriebe umfassen, sind seit langer Zeit bekannt. Zunächst einmal wurden diese Ventiltriebe zum Ersatz eines nockenwellengesteuerten Öffnens eines Motorventils verwendet, während das Schliessen des Ventils weiterhin durch einen Federmechanismus vorgesehen war. Solche Systeme sind z.B. aus der Deutschen Offenlegungsschrift 1'944'177 bekannt. Aber auch zweiseitig gesteuerte, Fluid betriebene Ventiltriebe für Ventilsteuerungen sind dem Grunde nach, z.B. aus der CH 417'219, bereits seit langer Zeit bekannt. Dabei wurde zumeist das Prinzip verwendet, dass ein Stellkolben zwei druckbeaufschlagte Flächen aufweist, von denen eine grösser ist als die andere. Bei der CH 417'219 wird allerdings noch vorgeschlagen, die Steuerung der Fluidzuführung - hier der Ölzuführung - mit Hilfe einer herkömmlichen Nockenwelle zu betreiben. Dieses Prinzip macht sich auch der Vorschlag nach der DE 101 439 59 A1 zueigen, wobei allerdings ein nockenwellenfreier Betrieb der Ventilsteuerung vorgesehen ist. Nach der DE 101 439 59 A1 soll sich die Flächengrösse zumindest einer der beiden Wirkflächen des Stellkolbens längs seines Verschiebeweges ändern. Weiterhin wird darin vorgeschlagen, dass eine von zwei Fluiddruckkammern mit einem Fluid jeweils gefüllt und entleert wird. Dieser Vorschlag erweist sich als nicht sonderlich vorteilhaft, da die Ventilsteuerung mit überschaubarem Aufwand nicht allzu genau eingerichtet werden kann.

[0003] Eine wesentliche Verbesserung dieses Konzeptes ist ursprünglich schon aus der US-5'225'641 A, verbessert vorgeschlagen in der US 6'223'846 B1, bekannt, nachfolgend als Schechter zitiert. Dabei wird eine Druckbeaufschlagung von zwei entgegengesetzt angeordneten Wirkflächen mit jeweils einem Fluid vorgeschlagen, das einem gemeinsamen Reservoir entnommen wird und mit Zuführungsventilen gesteuert wird. Die Abflussventile sind unter anderem zur Druckentlastung vorgesehen. Dieses System ist allerdings sehr kompliziert und kann auf Grund der aufwändigen Fluidzuführungssteuerung nur begrenzt eingesetzt werden.

[0004] Fluid betriebene Ventiltriebe haben gegenüber herkömmlichen mechanisch angetriebenen Ventiltrieben grundsätzlich den Nachteil bzw. das Problem eines höheren Energieverbrauchs, der dann der Leistung der

Verbrennungskraftmaschine verlustig geht. Den bekannten Fluid betriebenen Ventiltriebseinrichtungen - insbesondere auch den Einrichtungen, die aus der US-A-5'058'857, aus der US-A-3'844'528, der DE 199'31129, der US-A-6'170'524 der WO-A-02/46582 und der WO-A-02/066'796 bekannt sind - ist gemein, dass das Problem des überhöhten Energieverbrauchs nicht oder allenfalls ansatzweise gelöst ist. So ist in der WO-A-02/066'796 zum Beispiel zwar vorgesehen, dass dort ein Pufferspeicher Druckschwankungen auffangen soll, die Hydraulikfüssigkeit aus dem Auslass der Kolben zur Ventilsteuerung wird aber in ein Reservoir geleitet, von dem aus es mittels einer Hochdruckpumpe Energie verschleudernd wieder auf den Arbeitsdruck der Hydraulik gepumpt werden muss.

[0005] Bei Schechter wird bereits vorgeschlagen, dass nicht nur die Beschleunigung der Fluid betriebenen Ventile sondern auch das Abbremsen zum weichen Aufsetzen auf den Ventilsitz mittels eines Fluids durchgeführt wird. Auch wird dort schon angedeutet, dass die durch das Abbremsen zurückgewinnbare Energie - dort mit Hilfe einer Niederdruckschiene - verwendet werden soll. Damit ist schon ein erster Ansatz zur Rekuperation offenbart worden. Allerdings muss bei Schechter die Hochdruckschiene immer noch vollständig Druck beladen werden, da die Niederdruckschiene nur am Reservoir angeschlossen ist. Diese mindere Art der Rekuperation gilt es ebenfalls zu verbessern.

Darstellung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen vereinfachten, fluidbetriebenen Ventiltrieb vorzusehen, bei dem die oben beschriebenen Nachteile des Standes der Technik vermieden werden. Insbesondere soll der Energieverbrauch durch die Ventilsteuerung nicht überhöht sein. Vielmehr sollte eine möglichst optimale Form der Rekuperation eingesetzt werden.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung wird durch einen Fluid betriebenen Ventiltrieb nach Anspruch 1 gelöst. Dabei haben die Massnahmen der Erfindung zunächst einmal zur Folge, dass die durch das Abbremsen der Motorventile zurückgewinnbare Energie mittels eines Druckzwischenniveaus zwischen dem Ventilbeschleunigungsdruck und dem Reservoir verwendet wird. Dies erspart z.B. Energie zum Aufladen des Ventilbeschleunigungsdrucks und dient gleichzeitig einem optimal gedämpften Abbremsvorgang.

[0008] Um die Erfindung ausführen zu können, ist es grundsätzlich möglich, von der Beschleunigungsphase direkt in die Abbremsphase überzugehen. Dies bewirkt auch die schnellste Motorventilbewegung bei minimalem Fluidruck. Energiemässig vorteilhaft kann es aber sein, zwischen die beiden genannten Phasen eine unbeschleunigte Phase einzufügen, wenn die Ventilbewegungsgeschwindigkeit zulässt (Anspruch 2).

[0009] Grundsätzlich kann die Rekuperation des zweiten Druckreservoirs P1 nicht nur als Druckzwischenstufe

zum Einsparen von Energie für die Druckhochstufe verwendet werden (Anspruch 3 und 4) sondern - z.B. bei einer Verwendung von Kraftstoff, insbesondere von Dieselmotorkraftstoff, als Fluid - auch oder als Hilfe alternativ zur Bereitstellung von Druck für die Kraftstoffpumpe und/oder für die Kraftstoffaufbereitung, wie z.B. die Zerstäubung etc. (Anspruch 5 und 6). Als Kraftstoff kommt hier nicht nur eine hydraulisch verwendbare Flüssigkeit in Frage, sondern auch ein pneumatisch verwendbares Gas oder ähnliches Medium, z.B. in gasbetriebenen Motoren.

[0010] Grundsätzlich ist es möglich, die zweiten Fluidventilmittel entweder als Proportionalventile auszulegen, die dann mengengesteuert werden können oder aber - oder zusätzlich - einfache Ventile nur einer Offen- und einer Geschlossenstellung und einer Zeitansteuerung. Es erscheint aber - zumindest für bestimmte Anwendungen - vorteilhaft, diese Ventile zur Feinabstimmung bezüglich ihrer Öffnungsgrösse steuerbar zu machen (Anspruch 7). Für die ersten Fluidventilmittel erscheint aber eine Ausführung als Fluidventile nur mit einer wahlweisen Offen- und einer Geschlossenstellung zu P1 oder P2 ausreichend und vorteilhaft.

[0011] Zur Feinabstimmung erscheint es - in bestimmten Fällen - vorteilhaft zu sein, wenn während der Übergangsphase von der ersten zur zweiten Phase und/oder von der zweiten zur dritten Phase beide zweite Fluidventilmittel für einen bestimmten Zeitraum mit dem Basisdruckreservoir P0 verbindbar sind, während eines der ersten Fluidventilmittel geöffnet ist. Damit wird - insbesondere bei einer hydraulischen Auslegung - vermieden, dass eine Phase auftritt, in der die Druckräume geschlossen sind und die Bewegung eines nur gering komprimierbaren Fluids zu Schlägen bzw. Überdrücken führen kann. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass entsprechende Probleme auch bei einer pneumatischen Auslegung möglich sind, die durch diese vorteilhafte Ausgestaltung behoben werden können (Anspruch 8). Zur schnellen Steuerung ist eine Ausgestaltung mit Magnetventilen vorteilhaft. Besonders vorteilhaft ist eine Ausführung der Erfindung, bei der ein Messsensor zur Messung der Stellung des Motorventils, vorzugsweise durch eine Messung der Stellung des Stellkolbens, vorgesehen ist, mit der die Öffnung und das Schliessen der Fluidventilmittel gesteuert bzw. geregelt wird (Ansprüche 9 und 10). Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindungen sind im abhängigen Anspruch 11 dargelegt.

[0012] Die Vorteile der Erfindung, insbesondere im Umfang der vorgeschlagenen Konstruktion, können wie folgt zusammengefasst werden: Mit der vorgeschlagenen Ventilsteuerung ist eine freie Steuerung des gesamten Bewegungsablaufs für jedes einzelne Ventil ohne weiteren Aufwand möglich, z.B. die Hubhöhe von 0 bis maximal, Beschleunigungen, Abbremsungen und Geschwindigkeiten. Damit wird den unterschiedlichsten Zuständen und Ansprüchen entsprochen, wie Starten ohne Anlasser, drosselklappenfreier Betrieb, Optimierung des Lufteinlasses in den Verbrennungsraum bei allen Tou-

renzahlen, vorzeitige Schliessung des Auslassventils zur Reduktion des NOx, Ventilstellung zur Verstärkung der Motorbremswirkung, Zylinderabschaltungen bei Teillast, druckfreier Ruhezustand mit mechanisch geschlossen gehaltenen Ventilen, Notlauf mit Teilabschaltung des Motors, etc. Es wird weiterhin eine hohe Energieeffizienz erzielt mit kurzen und strömungsgünstigen Wegen für das Fluid, tiefem und dem Betriebszustand anpassbarem Druck im Hochdrucksystem, geringer Masse und damit geringem Energiebedarf zum Beschleunigen und Abbremsen der bewegten Massen, oben und unten geführten beweglichen Teilen ohne Biegebeanspruchung, schlankem Ventilschaft und geringen Reibungswiderständen, kleinen Kolben und hydraulischen bzw. pneumatischen Wirkflächen sowie geringer Abnutzung. Die Betriebssicherheit ist hoch, da technisch einfach, ohne Verstärkung der Anfangsbeschleunigung (dank geringer bewegter Masse). Vorteilhaft ist auch die Steuerung anhand der effektiven Bewegung des Motorventils mit den Möglichkeiten einer automatischen Korrektur von Verschiebungen des Zyklus auf Grund von thermischer Dilatation, ändernder Viskosität des Fluids, Gasblasen, Fertigungstoleranzen und mechanischer Abnutzung mit Abnahme der Abdichtung zwischen Kolben und Zylinderwand. Mit dem System ist ein geringer Unterhalt zu erwarten wegen geringer mechanischer Beanspruchung der Komponenten, des geschlossenen Systems mit wenigen Dichtflächen, einem einfachen Austausch der gesamten Ventilbetätigung, einzelner Ventile oder Komponenten. Die Geometrie ist vorteilhaft, weil keine Störung der Wege für Ansaugluft und Abgase zu erwarten ist und wenig Platzbedarf besteht.

[0013] Gemäss der Ausführung nach Anspruch 9 bzw. 10 zeichnet sich dieser Aspekt der Erfindung dadurch aus, dass der Bewegungsablauf des Motorenventils mit einem Sensor auf seiner Wegstrecke überwacht wird. Zu jedem Zeitpunkt wird die Abweichung des effektiven Standorts des Motorventils von seinem Soll-Standort gemäss Vorgabe ermittelt und durch eine Steuerungseinheit für dieses Motorventil erfasst. Es wird die Veränderung des Querschnitts des entsprechenden zweiten Fluidventilmittels errechnet, damit das Ventil die Position gemäss Vorgabe wieder erreicht. Gemäss diesem Aspekt der Erfindung ist das System durch diese Funktion selbst korrigierend und Einflüsse, welche die Bewegung des Motorventils ungünstig verändern könnten, müssen nicht beachtet werden.

[0014] Die vorbenannten sowie die beanspruchten und in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen beschriebenen, erfindungsgemäss zu verwendenden Elemente unterliegen in ihrer Grösse, Formgestaltung, Materialverwendung und ihrer technischen Konzeption keinen besonderen Ausnahmbedingungen, so dass die in dem jeweiligen Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien uneingeschränkt Anwendung finden können.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale des Gegenstandes der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der dazu gehörenden Zeichnungen, in denen - beispielhaft - erfindungsgemässe Vorrichtungen erläutert werden. In den Zeichnungen zeigt:

Figur 1 eine Darstellung eines Motorventils mit einer Ventilsteuerung gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 eine Darstellung eines Motorventils mit einer Ventilsteuerung gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0016] In Figur 1 ist eine Ventilanordnung zu einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit einem Motorenventil 2 und einer Triebeinrichtung (Aktuator) für dieses Motorenventil dargestellt. Das Ventil 2 umfasst - nach herkömmlicher Weise - einen Ventilteller 3, der in einem Ventilsitzring 7 eingepasst ist, um damit den Motorenraum abzuschliessen. Bei geöffnetem Ventil 2, wenn also das Ventil gesenkt ist, ist der Verbrennungsraum 4 des Motors mit dem Verbrennungsgaskanal 6 verbunden. Diese Verbindung gilt es mit dem Ventiltrieb zu steuern bzw. zu regeln.

[0017] Das Motorenventil 2 trägt auf seinem Ventilschaft 5 einen fest damit verbundenen Stellkolben 14, der eine obere, auf der Oberseite des Stellkolbens 14 ausgebildete Wirkfläche und weiterhin eine untere, auf der Unterseite des Stellkolbens 14 ausgebildete Wirkfläche aufweist. Zusammen mit dem Druckkammergehäuse 15, in dem der Stellkolben 14 auf- und abwärtsbewegbar angeordnet ist, bildet der Stellkolben 14 eine obere Druckkammer 10 und eine untere Druckkammer 12 aus. Beide Druckkammern 10 und 12 weisen jeweils ein erstes Fluidventil 20 bzw. 22 und ein zweites Fluidventil 24 bzw. 26 für ein Druckfluid, im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ein Hydrauliköl oder der Treibstoff für den Motor, vorzugsweise ein Dieselmotorenöl, auf. Diese Fluidventile sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Magnetventile ausgebildet, wobei für die ersten Fluidventile 20 und 22 jeweils lediglich eine Offen- und eine Geschlossenstellung jeweils über die Fluidzufussleitung 16 zum Druckreservoir P2 und über die Fluidabflussleitung 18 zum Druckreservoir P1 vorgesehen ist, während die zweiten Fluidventile 24 und 26 jeweils über die Fluidzu- und abflussleitung 19 zum Basisreservoir P0 verbindbar sind. Die zweiten Fluidventile 24 und 26 sind analog oder - alternativ - digital in einer Vielzahl von Stellungen steuerbar. Es sollte an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass diese analoge oder digitale modulierende Ausführung der Öffnung der zweiten Fluidventile 24 und 26 nur beispielhaft ist. Andere Modulationsverfahren, wie

eine intermittierende Öffnung, allenfalls auch z.B. mit einer Pulsweitenmodulation können, eine geeignete Bandbreite der Öffnung vorausgesetzt, ebenso zum Einsatz kommen.

[0018] Beide ersten Fluidventile 20 und 22 sind mit einem ersten Druckreservoir P2 für das unter Druck stehende Fluid sowie mit einem zweiten Druckreservoir P1 wahlweise verbindbar. Dabei ist vorgesehen, dass zum Beschleunigen des Motorventils 2 in jeweils eine Richtung eines der ersten Fluidventile 20 bzw. 22 geöffnet ist und damit das erste Druckreservoir P2 mit einer der beiden Druckkammern verbunden ist. Zum Beschleunigen zum Zwecke des Öffnens des Motorventils 2 wird dabei das obere erste Fluidventil 20 geöffnet. Um keinen Gegendruck zu erzeugen, wird gleichzeitig das untere zweite Fluidventil 26, welches mit dem Basisreservoir P0 in Verbindung steht, geöffnet. Zum Beschleunigen zum Zwecke des Schliessens des Motorventils 2 wird dabei das untere erste Fluidventil 22 geöffnet. Um keinen Gegendruck zu erzeugen, wird nunmehr gleichzeitig das obere zweite Fluidventil 24, welches mit dem Basisreservoir P0 in Verbindung steht, geöffnet.

[0019] Wie schon erwähnt, sind die ersten Fluidventile 20 und 22 weiterhin mit einem zweiten Druckreservoir P1 verbindbar. Dabei ist vorgesehen, dass zum Abbremsen des Motorventils 2 in jeweils eine Richtung eines der ersten Fluidventile 20 bzw. 22 geöffnet ist und damit das zweite Druckreservoir P1 mit einer der beiden Druckkammern verbunden ist.

[0020] Zum Abbremsen beim Öffnen des Motorventils 2 wird dabei das untere erste Fluidventil 22, in Verbindung stehend mit dem zweiten Druckreservoir P1, geöffnet. Um die obere Druckkammer 10 weiterhin mit Fluid zu füllen, wird gleichzeitig das obere zweite Fluidventil 24, welches mit dem Basisreservoir P0 in Verbindung steht, geöffnet. Dabei strömt das Fluid ohne Druck in die obere Druckkammer 10.

[0021] Zum Abbremsen beim Schliessen des Motorventils 2 wird dabei das obere erste Fluidventil 20, in Verbindung stehend mit dem zweiten Druckreservoir P1, geöffnet. Um die untere Druckkammer 12 weiterhin mit Fluid zu füllen, wird gleichzeitig das untere zweite Fluidventil 26, welches mit dem Basisreservoir P0 in Verbindung steht, geöffnet. Dabei strömt das Fluid ohne Druck in die untere Druckkammer 12.

[0022] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist vorgesehen und die Steuerung ist auch so eingerichtet, dass zwischen dem Beschleunigen und dem Abbremsen jeweils eine unbeschleunigte Bewegung durchgeführt werden kann. Dabei sind die beiden ersten Fluidventile 20 und 22 geschlossen und die beiden zweiten Fluidventile 24 und 26 geöffnet, so dass das Motorventil 2 eine nahezu gleichförmige Bewegung ausführt und jeweils eine Druckkammer 10 bzw. 12 entleert und im gleichen Umfang die andere Druckkammer 10 bzw. 12 nachgefüllt wird. Es wird dem Fachmann klar sein, dass mit der Länge dieser unbeschleunigten Phase die Bewegung des Motorventils unter Verwendung von Messdaten über die

aktuelle Position des Motorventils 2 geregelt werden kann. Dies ist im Ausführungsbeispiel vorgesehen.

[0023] Weiterhin ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass für eine kurze Zeit beide zweiten Fluidventile 24 und 26 geöffnet sind, während das erste Fluidventil 20 bzw. 22 noch offen sind. Dies bewirkt, dass durch das inkompressible Fluid keine Schläge auftreten.

[0024] Aus diesem Basisreservoir P0 wird - wie nachfolgend beschrieben - die Zuführung für die ersten Fluidventile 20 und 22 gespeist.

[0025] Vorstehend wurde für die Fluidventilmittel gemäß der Erfindung jeweils einzelne Fluidventile 20, 22, 24, 26 beschrieben. Insbesondere die ersten Fluidventilmittel 20 und 22 mit den im Ausführungsbeispiel beschriebenen wahlweisen Verbindungen mit P1 bzw. P2 können aber - ohne Einschränkung der Allgemeinheit der Erfindung - aber jeweils auch als getrennte Fluidventile für P1 bzw. P2 ausgebildet sein. Weiterhin kann vorgesehen sein, die zweiten Fluidventilmittel 24 bzw. 26 in jeweils ein lediglich schaltbares Fluidventil und zusätzlich ein bezüglich seiner Durchflussmenge steuerbares Fluidventil aufzuteilen, wenn die spezielle Auslegung der hydraulischen bzw. pneumatischen Verhältnisse und/oder die Regelbandbreite dies erfordern.

[0026] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird eine zweistufige Druckerzeugung aus dem Basisreservoir P0 zunächst zum zweiten Druckreservoir P1 und von dort zum ersten Druckreservoir P2 durchgeführt, jeweils durch eine Druckstufe 31 und 32, die eine regelbare Hochdruckpumpe 33 bzw. 35 und ein Rückschlagventil 38 bzw. 39 umfasst.

[0027] In diesem Ausführungsbeispiel wird also die durch das Abbremsen der Motorventile 2 zurück gewonnene Energie vollumfänglich zum Aufrechterhalten des Drucks im ersten Druckreservoir P2 verwendet, indem - nach einem Anfahrvorgang - die erste Pumpe von P0 nach P1 kaum noch Energie verbraucht und die Hochdruckpumpe von P1 nach P2 entsprechend entlastet wird. Es wird also ein optimales Rekuperationssystem vorgeschlagen.

[0028] Eine zentrale, elektronische Steuerungs-/Regelungseinheit 42 ermittelt für jedes Motorventil den aufgrund der Umgebungs- und der Betriebsbedingungen optimalen Bewegungsablauf und gibt diese Vorgabe an die elektronische Ventilsteuerungseinrichtung 40 weiter, welche die Befehle zur Öffnung der Fluidventile gibt. Jedes Motorventil 2 hat eine eigene elektronische Ventilsteuerungseinrichtung 40. Die Position des Motorventils 2 wird auf der gesamten Wegstrecke mit Hilfe eines Messsensors 50 festgestellt und der Ventilsteuerungsrichtung 40 übermittelt, die bei Abweichungen vom Sollwert die Öffnung des jeweiligen Auslass-Magnetventils 24 bzw. 26 zu P0 korrigiert. Der Hub der Motorventile 2 und der zeitliche Verlauf der Bewegung können frei bestimmt werden. Die zentrale, elektronische Steuerungs-/Regelungseinheit 42 bestimmt den Druck im Hochdrucksystem, nämlich in den Druckreservoirs P2 und P1.

[0029] Im Fluiddrucksystem P2 herrscht der gleiche

Druck für alle von ihm versorgten Motorenventile 2. Der Druck kann mittels Steuerung der regelbaren Hochdruckpumpe 33 an unterschiedliche Betriebsbedingungen angepasst werden.

[0030] Als Parameter für die Regelung durch die zentrale Regeleinrichtung 42 werden z.B. verwendet: Gaspedalstellung, Bremsbetätigung, Gangwahl, Programmwahl Automat, Temperaturen von Motorenöl bzw. Wasser, Stellung des Fahrzeugs (Steigung, Gefälle), Aussenlufttemperatur.

[0031] Jedes Motorventil 2 verfügt über eine Ventilsteuerungseinrichtung 40, welche mittels Steuerbefehlen an die Fluidventile 20 und 22 sowie 24 und 26 die Bewegung des Motorenventils möglichst genau gemäß den Vorgaben der zentralen Ventilregelungseinrichtung 42 steuert.

[0032] Alle Ventilsteuerungseinrichtungen 40 eines Motors melden die Parameter der Ventilbewegung an die zentrale Regelungseinrichtung 42 zurück, die den Druck im Hochdrucksystem - insbesondere im ersten Druckreservoir P2 - anpassen kann. Mit diesem System des Vergleichs der Ist-Position des Motorventils 2 mit der Soll-Position werden Abweichungen von der Vorgabe korrigiert. Diese können verschiedene Ursachen haben, z.B. für das Fluid: Temperatur, Viskosität, Alterung, bezüglich der Abnutzung: Spiel zwischen Kolben und Zylinderraum, Fertigungstoleranzen.

[0033] Der Ventilschaft 5 des Motorventils 2 tritt am oberen Abschluss der oberen Druckkammer 10 durch die Abdeckung des Zylinders. Eine Spiralfeder 62 wirkt in einem Ventilderraum 66 auf einen Federteller, der mit dem Ventilschaft 5 verbunden ist. Im Fall von Fehlern, die eine begrenzte Anzahl Motorenventile betreffen, kann der betreffende Zylinder - oder auch mehrere - teilabgeschaltet werden und der Kolben passiv bewegt werden. Damit wird ein Notlaufprogramm mit mechanischer Rückführung von Motorventilen 2 in einen Ruhezustand zur Verfügung gestellt. Im Ruhezustand kann das Fluid im Hochdrucksystem durch eine kurze Öffnung aller Fluidventile abgelassen werden. Die Motorventile 2 werden durch diese Federn 62 in ihre obere Position geführt, damit Wartung und Reparaturen in drucklosem Zustand ausgeführt werden können. Die Ventile geraten nicht in Kontakt mit den Kolben im Motor, die sich in der Nähe des oberen Totpunkts befinden. Der vom Motorblock abgehobene Zylinderkopf kann ohne die Gefahr von Beschädigung in der Einbaulage abgestellt werden. Montage und Demontage des Ventiltriebs werden dadurch erheblich vereinfacht. Fluid, das durch die obere Ventilführung 60 beim Übergang von der oberen Druckkammer 10 zum Ventilderraum 66 in letzteren gerät, wird durch eine Öffnung in das drucklose Basisreservoir P0 geleitet.

[0034] In einem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 wird als Fluid der Motorkraftstoff verwendet und das erste Druckreservoir P2 dient als Zwischenstufe für die Bereitstellung P3 des notwendigen Kraftstoffdrucks für die Kraftstoffeinspritzung. Eine dritte Pumpe ist vorgesehen, die den notwendigen Kraftstoffdruck bereit-

stellt. Ansonsten sind die Betriebsbedingungen für die Steuerung und die Bewegung der Motorventile 2 unverändert.

[0035] Es wird dem Fachmann klar sein, dass im Rahmen der Patentansprüche weitere Modifikationen möglich sind, ohne die Grundidee optimaler Rekuperation verlassen zu müssen. Darunter zählt z.B. eine hier nicht im Bild dargestellte Ausführung, bei der das erste Druckreservoir P2 direkt aus dem Basisreservoir P0 gespeist wird, während das zweite Druckreservoir P1 nur beim Anfahren des Motors, wenn dort noch kein Fluidruck herrscht, entweder mit einer Hilfspumpe oder eine Abzweigung aus dem ersten Druckreservoir P2 gespeist wird, dann aber seinen Druck alleine aus dem Abbremsen der Motorventile 2 bezieht. In diesem Fall kann vorgesehen sein, dass der im zweiten Druckreservoir P1 durch das Abbremsen gewonnene Energieüberschuss - als Zwischenstufe zur oben beschriebenen Bereitstellung des notwendigen Kraftstoffdrucks für die Kraftstoff-

[0036] einspritzung dient.

[0037] Es wird in der vorstehenden Beschreibung davon ausgegangen, dass die Drücke in den beiden Druckreservoirs P1 und P2 ungleich sein werden, wobei der Druck in P2 als grösser angenommen wird als in P1, wenn P1 als Zwischenstufe für P2 vorgesehen ist. Dies ist aber nicht notwendig. Grundsätzlich kann der Druck in P1 gleich sein wie im ersten Druckreservoir. Dann können die beiden Druckreservoirs P1 und P2 verbunden sein oder zusammen ausgeführt werden. In diesem Fall wäre also die Abbremskraft für die Motorenventile 2 in etwa gleich ihrer Beschleunigungskraft. Denkbar wäre sogar ein Vertauschen der Druckverhältnisse, so dass die Abbremskraft der Motorventile 2 grösser ist wie ihre Beschleunigungskraft, die dann länger ausgeübt würde als die Abbremskraft. Dies kann beispielsweise durch ein Vertauschen von P2 mit P1, mit denen ja beide ersten Fluidventile 20 und 22 beaufschlagt werden, bewirkt werden.

Bezugszeichenliste

[0038]

2	Motorventil
3	Ventilteller
4	Verbrennungsraum
5	Ventilschaft
6	Verbrennungsgaskanal
7	Ventilsitzring
8	Dichtung
10	obere Druckkammer
12	untere Druckkammer
14	Stellkolben
15	Druckkammergehäuse
16	Fluidzufussleitung
17	Filter
18	Fluidabflussleitung
19	Fluidzufuss- und abflussleitung

20	oberes erstes Fluidventil, Fluidventilmittel
22	unteres erstes Fluidventil, Fluidventilmittel
24	oberes zweites Fluidventil, Fluidventilmittel
26	unteres zweites Fluidventil, Fluidventilmittel
5 31	Druckstufe
32	Druckstufe
33	Hochdruckpumpe
35	Hochdruckpumpe
38	Rückschlagventil
10 39	Rückschlagventil
40	Ventilsteuerungseinrichtung
42	zentrale Steuerungs-/Regelungseinrichtung
50	Messsensor
60	Ventilführung
15 62	Ventilfeder
66	Ventilfederraum
P0	Basisreservoir für das Fluid
P1	zweites Druckreservoir für das Fluid
P2	erstes Druckreservoir für das Fluid
20 P3	zusätzliches Druckreservoir für Kraftstoffeinspritzung

Patentansprüche

1. Fluidbetriebener Ventiltrieb, insbesondere für ein Gaswechselventil (2) in einem Verbrennungszylinder einer Brennkraftmaschine, mit

- zumindest zwei fluidgefüllten Druckkammern (10, 12), mit
- einem auf das Ventil (2) wirkenden, aus einer Ventilschliessstellung in eine Ventiloffenstellung und von einer Ventiloffenstellung in eine Ventilschliessstellung verschiebbaren Stellkolben (14), der zwei Wirkflächen aufweist, die jeweils eine der Druckkammern (10, 12) begrenzen, wobei
- die Druckkammern (10, 12) mit jeweils zwei Fluidventilmitteln, nämlich ersten und zweiten Fluidventilmitteln (20, 22; 24,26), verbunden sind,
- jeweils die ersten Fluidventilmittel (20, 22) mit einem ersten Druckreservoir (P2) beaufschlagbar sind,
- jeweils die zweiten Fluidventilmittel (24, 26) mit einem Basisdruckreservoir (P0) verbindbar sind,
- weiterhin mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung (40, 42) zum Öffnen und Schliessen der Fluidventilmittel (20, 22; 24 26),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die ersten Fluidventilmittel (20, 22) weiterhin mit einem zweiten Druckreservoir (P1) so verbindbar sind, dass die ersten Fluidventilmittel (20, 22) eine Stellung geschlossen, verbunden

- mit dem ersten Reservoir (P2) oder verbunden mit dem zweiten Reservoir (P1) einnehmen können,
- die zweiten Fluidventilmittel (24, 26) eine Stellung geschlossen oder verbunden mit dem Basisreservoir (P0) innehaben können,
 - und die Steuer- oder Regeleinrichtung (40, 42) so eingerichtet ist, dass das Ventil (2), neben einer Ruhestellung ("offen" oder "geschlossen") zumindest in eine erste, beschleunigte Bewegungsphase schaltbar ist, die durch das Beaufschlagen eines der ersten Fluidventilmittel (20, 22) mit dem Druck des ersten Druckreservoirs (P2) und dem Öffnen eines der zweiten Fluidventilmittel (26, 24) zum Basisreservoir (P0) bewirkt wird, und in eine Abbremsphase schaltbar ist, die durch das Öffnen des anderen der ersten Fluidventilmittel (22, 20) zum zweiten Druckreservoir (P1) und dem Schliessen des zuerst geöffneten der zweiten Fluidventilmittel (26, 24) sowie dem Öffnen des anderen der zweiten Fluidventilmittel (24, 26) zum Basisreservoir (P0) bewirkt wird.
2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- oder Regeleinrichtung (40, 42) so eingerichtet ist, dass das Ventil (2) weiterhin in eine im wesentlichen unbeschleunigte Phase schaltbar ist, die durch das Öffnen beider zweiten Fluidventilmittel (24, 26) zum Basisreservoir (P0) bewirkt wird, wobei die ersten Fluidventilmittel (20, 22) geschlossen sind.
 3. Ventiltrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Druckreservoir (P1) als Druckzwischenstufe zum Bereitstellen des Drucks im ersten Druckreservoir vorgesehen ist.
 4. Ventiltrieb nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Druckreservoir (P1) einen kleineren Druck aufweist als das erste Druckreservoir (P2).
 5. Ventiltrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein drittes Druckreservoir (P3) vorgesehen ist, welches zur Treibstoffversorgung oder -aufbereitung dient und vom ersten oder vom zweiten Druckreservoir (P2, P1) als Druckzwischenstufe versorgt wird.
 6. Ventiltrieb nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Fluid der in der Brennkraftmaschine verwendete Kraftstoff vorgesehen ist.
 7. Ventiltrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Fluidventilmittel (24, 26) bezüglich ihrer Öffnungsgrösse steuerbar sind.
 8. Ventiltrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- oder Regeleinrichtung derart ausgelegt ist, dass während der Übergangsphase von der ersten zur zweiten Phase und/oder von der zweiten zur dritten Phase die beiden zweiten Fluidventilmittel (24, 26) für einen bestimmten Zeitraum mit dem Basisdruckreservoir (P0) verbindbar sind, während eines der ersten Fluidventilmittel (20, 22) geöffnet ist.
 9. Ventiltrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Messmittel (50) zur Messung der Stellung des Ventils, vorzugsweise zur Messung der Position des Stellkolbens (14), vorgesehen sind.
 10. Ventiltrieb nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegung des Ventils (2) unter Verwendung der Messwerte der Messmittel (50) geregelt wird, wobei die Regelung jeweils zumindest mittels der Länge der Beschleunigungsphase, der Länge der unbeschleunigten Phase, mit der Zeit, in der beide zweite Fluidventilmittel (24, 26) gleichzeitig geöffnet sind, und/oder der Öffnungsgrösse der zweiten Fluidventilmittel (24, 26) durchgeführt wird.
 11. Ventiltrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine zweistufige Druckerzeugung für das erste Druckreservoir (P2) aus dem zweiten Druckreservoir (P1).

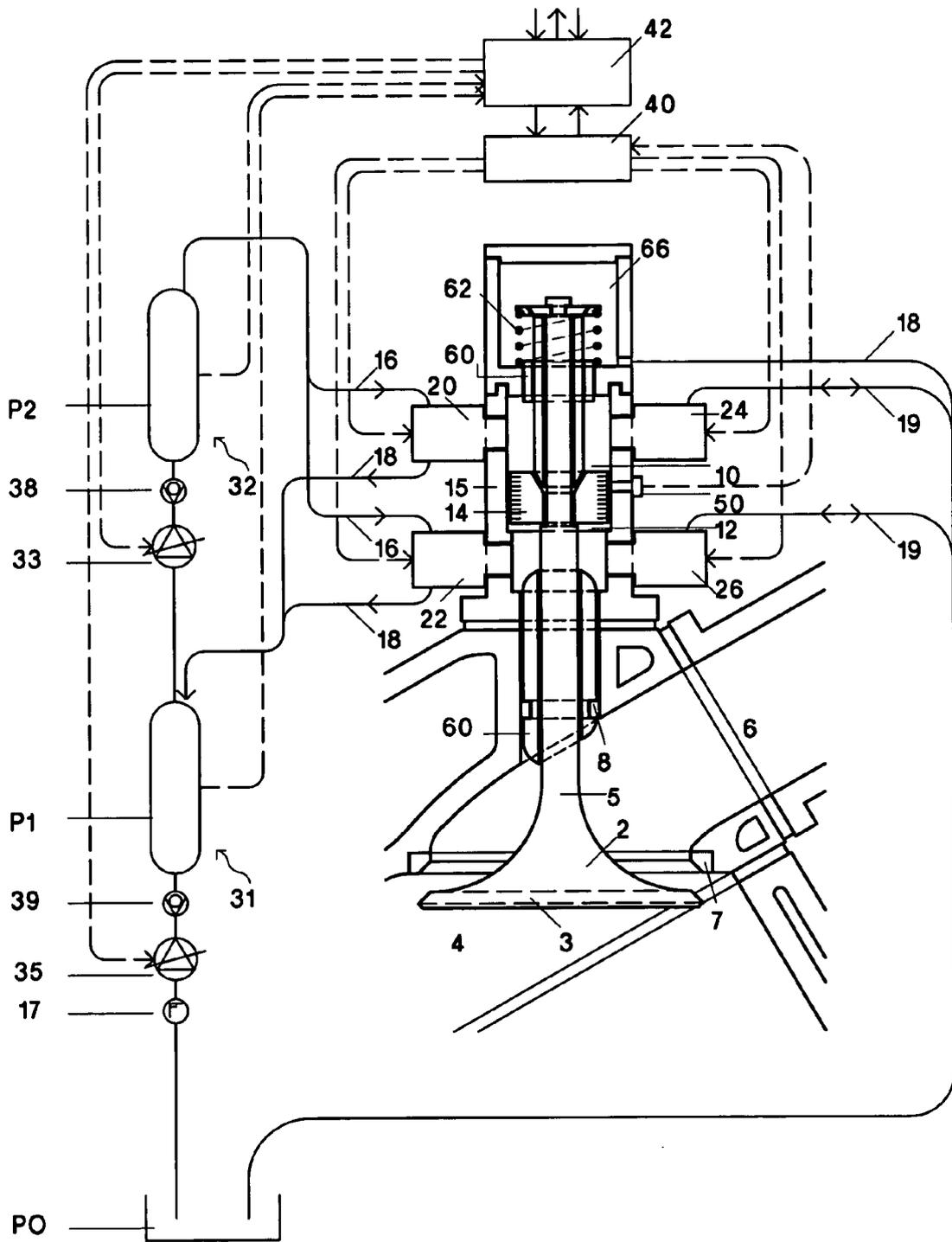


Fig. 1

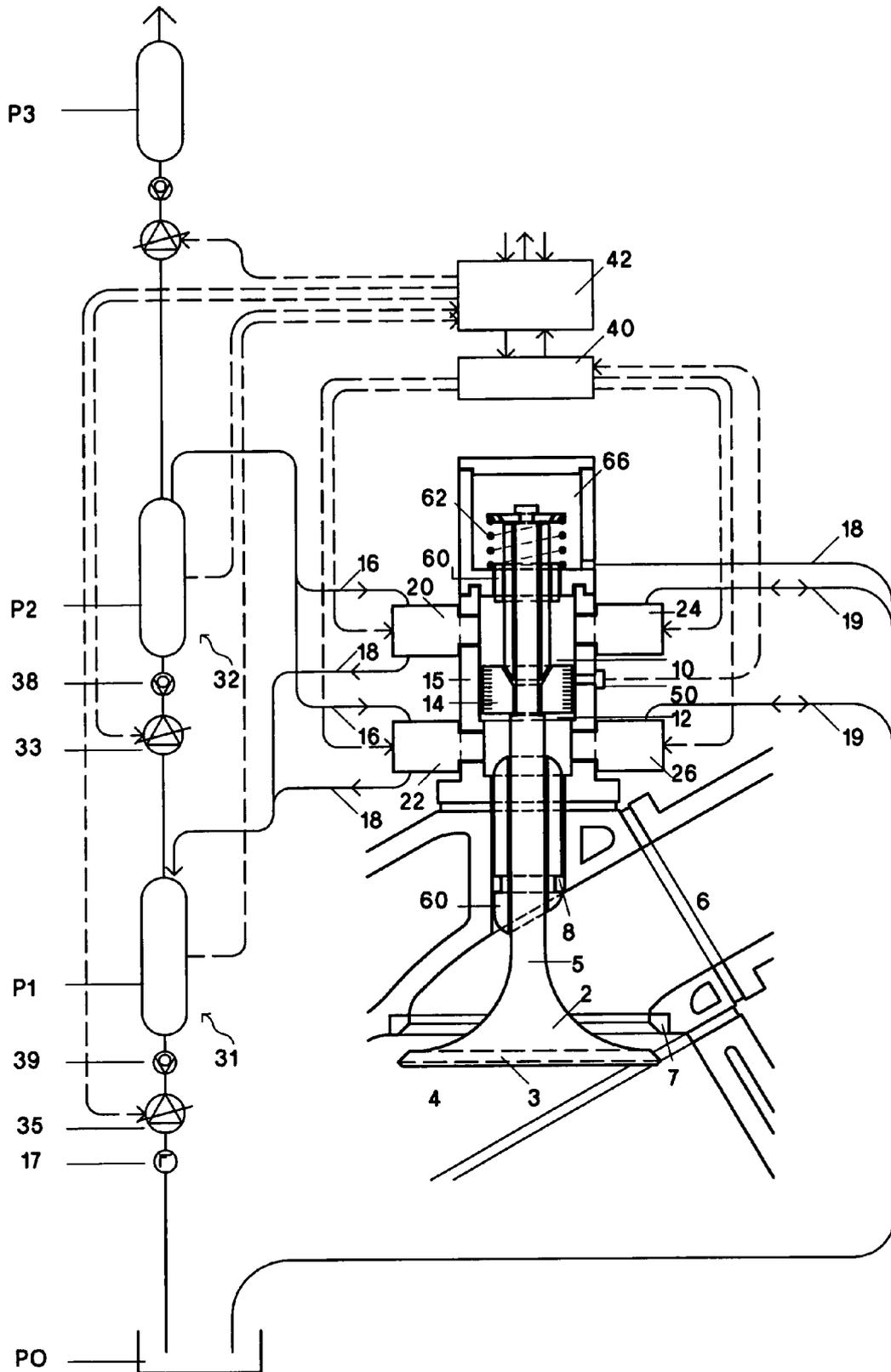


Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 2004/107699 A1 (FALES ROGER CLAYTON [US] ET AL) 10. Juni 2004 (2004-06-10) * Absatz [0013] - Absatz [0024] *	1,2,4, 7-10	INV. F01L9/02
Y	US 7 040 266 B1 (SUN ZONGXUAN [US] ET AL) 9. Mai 2006 (2006-05-09) * Spalte 3, Zeile 11 - Spalte 7, Zeile 61 *	1,2,4, 7-10	
A	EP 1 536 107 A (BUSCHKUEHL THOMAS FRIEDHELM [AU]) 1. Juni 2005 (2005-06-01) * Absatz [0036] - Absatz [0057] *	1-10	
A	DE 10 2005 047180 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. April 2007 (2007-04-05) * Absatz [0010] - Absatz [0018] *	1-11	
A	EP 1 186 783 A (HUSCO INT INC [US]) 13. März 2002 (2002-03-13) * Absatz [0010] - Absatz [0035] *	1-11	
A	WO 03/008770 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; DIEHL UDO [DE]; HAMMER UWE [DE]; BEUCHE VOLKER) 30. Januar 2003 (2003-01-30) * Seite 5, Absatz 4 - Seite 10, Absatz 24 *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F15B
A	US 2006/283411 A1 (LOU ZHENG [US]) 21. Dezember 2006 (2006-12-21) * Absatz [0049] - Absatz [0085] *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
4	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 28. April 2008	Prüfer de Mateo Garcia, I
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 02 2717

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-04-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004107699 A1	10-06-2004	KEINE	
US 7040266 B1	09-05-2006	DE 112006001163 T5 WO 2006121637 A1	03-04-2008 16-11-2006
EP 1536107 A	01-06-2005	WO 2005052324 A1 BR P10416410 A CA 2546813 A1 CN 1882765 A JP 2007533898 T KR 20060111612 A US 2007113804 A1	09-06-2005 09-01-2007 09-06-2005 20-12-2006 22-11-2007 27-10-2006 24-05-2007
DE 102005047180 A1	05-04-2007	WO 2007039336 A1	12-04-2007
EP 1186783 A	13-03-2002	BR 0101117 A CA 2340605 A1 DE 60120061 T2 JP 3650343 B2 JP 2002089517 A US 6502393 B1	28-05-2002 08-03-2002 23-11-2006 18-05-2005 27-03-2002 07-01-2003
WO 03008770 A	30-01-2003	DE 10134644 A1 EP 1412620 A1 JP 2004521275 T US 2004035388 A1	06-02-2003 28-04-2004 15-07-2004 26-02-2004
US 2006283411 A1	21-12-2006	KEINE	

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 1944177 [0002]
- CH 417219 [0002] [0002]
- DE 10143959 A1 [0002] [0002]
- US 5225641 A [0003]
- US 6223846 B1 [0003]
- US 5058857 A [0004]
- US 3844528 A [0004]
- DE 19931129 [0004]
- US 6170524 A [0004]
- WO 0246582 A [0004]
- WO 02066796 A [0004] [0004]