(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 26 511 T2** 2004.02.19

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 830 496 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 26 511.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/06256**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 915 488.9**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 96/036795**
(86) PCT-Anmeldetag: **02.05.1996**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **21.11.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.03.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **05.03.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.02.2004**

(51) Int Cl.[7]: **F01L 9/02**
F01L 9/04

(30) Unionspriorität:
442665 **17.05.1995** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, IT

(73) Patentinhaber:
Sturman Industries, Inc., Woodland Park, Col., US

(72) Erfinder:
STURMAN, E., Oded, Woodland Park, US

(74) Vertreter:
Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489 Berlin

(54) Bezeichnung: **EIN HYDRAULISCHES STELLGLIED FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG TECHNISCHER HINTERGRUND

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein hydraulisch gesteuertes Ventil, das wie es aus der Druckschrift WO-A-93/01399 bekannt ist, als Einlass- oder Auslassventil für einen Verbrennungsmotor anwendbar ist.

BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Verbrennungsmotoren umfassen ein Einlassventil und ein Auslassventil für jeden Zylinder des Motors. In einem Dieselmotor ermöglicht das Einlassventil, dass Luft in den Brennraum strömt und das Auslassventil ermöglicht, dass das verbrannte Kraftstoff-Luftgemisch aus dem Brennraum strömt. Die Steuerung der Ventile muss der Bewegung des Kolbens und der Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum entsprechen. Gängige Dieselmotoren umfassen Nocken, um die Steuerung der Ventile mit dem Kolben und dem Kraftstoff-Einspritzventil zu koordinieren. Nocken unterliegen einem Verschleiß, was die Steuerung der Ventile beeinflussen kann. Außerdem sind Nocken für Änderungen der Ventilsteuerung beim Betrieb des Motors nicht zugängig.

[0003] Das Auslassventil eines Verbrennungsmotors wird für den Auslasshub des Motortaktes geöffnet. Bevor das Auslassventil geöffnet wird, ist über dem Ventil ein Differenzdruck vorhanden, der der Differenz zwischen dem Druck des Abgases im Brennraum und dem Druck im Abgaskrümmer entspricht. Die zum Öffnen des Ventils erforderliche Kraft muss groß genug sein, um diesen Differenzdruck zu überwinden. Wenn das Ventil anfangs geöffnet wird, strömt das Abgas aus dem Brennraum, wobei sich der Druck im Brennraum schnell verringert. Nachdem das Abgasventil einmal geöffnet ist, ist die das Ventil weiter offen haltende Kraft. Im Allgemeinen viel größer als die zur Überwindung des Gasdruckes im Brennraum erforderliche Energie: Diese zusätzliche Arbeit senkt schließlich den energetischen Wirkungsgrad des Motors. Die verloren gegangene Energie kann erheblich sein, wenn sie mit der Anzahl der von einem Motor ausgeführten Auslasshüben multipliziert wird. Es wäre deshalb wünschenswert, eine Auslassventil-Baugruppe bereitzustellen, die die Kraft zum Öffnen des Ventils optimiert.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden, wobei diese Aufgabe durch eine Ventilbaugruppe gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 7 erfüllt wird. Die vorliegende Erfindung ist somit ein Einlass-/Auslassventil ohne Nocken für einen Verbrennungsmotor, das durch eine Anzahl von Kolben geöffnet wird. Einer der Kolben ist durch einen Anschlag begrenzt, so dass das Ventil zunächst mit einer relativ großen Kraft geöffnet und anschließend mit einer geringeren Kraft in die voll geöffnete Stellung bewegt wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0005] Die Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden dem Durchschnittsfachmann einfacher deutlich nach dem Überprüfen der folgenden ausführlichen Beschreibung und der begleitenden Zeichnungen, in denen zeigen:

[0006] **Fig.** 1 die seitliche Querschnittsansicht eines anderen Ausführungsbeispiels von einem Einlassventil mit einer Anzahl von Kolben, die das Ventil öffnen;

[0007] **Fig.** 2 eine der **Fig.** 1 ähnliche Querschnittsansicht, die einen Kolben der in einen Anschlag einrastet darstellt;

[0008] **Fig.** 3 die seitliche Querschnittsansicht eines anderen Ausführungsbeispiels des Einlassventils von **Fig.** 1, die ein Vierwege-Steuerventil darstellt:

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0009] Bezug nehmend auf die Zeichnungen insbesondere die Bezugszeichen zeigt **Fig.** 1 eine Ventilbaugruppe **150** der vorliegenden Erfindung. Die Ventilbaugruppe **150** ist typischerweise entweder als Einlass- oder Auslassventil in einen Verbrennungsmotor eingebaut. Die Baugruppe **150** weist ein Ventil **156** auf, das einen am Ende des Ventilschaftes angeordneten Sitz enthält. Der Sitz befindet sich in einer Öffnung im Brennraum des Motors. Das Ventil **156** kann sich zwischen einer geöffneten Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegen. Die Baugruppe **150** kann eine Feder **160** enthalten, die das Ventil **156** in die geschlossene Stellung vorspannt.

[0010] Die Ventilbaugruppe **150** umfasst einen ersten Kolben **152** und ein Paar von zweiten Kolben **154**, die das Ventil **156** in eine geöffnete Stellung schieben. Die Kolben **152** und **154** drücken gegen einen Ventilbund **158**, der an dem Ventil **156** befestigt ist. Der Ventilbund **158** nimmt eine Feder **160** auf, die das Ventil **156** in eine geschlossene Stellung vorspannt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel weist der erste Kolben **152** eine Fläche auf, die ungefähr viermal größer ist als die kombinierte Fläche der zweiten Kolben **154**.

[0011] Der erste Kolben **152** ist in einer Druckkammer **162** eines Ventilgehäuses **164** angeordnet. Die Druckkammer **162** befindet sich in Fluidverbindung mit einem Steuerventil **166**. Fluidverbindung zwischen der Druckkammer **162** und dem Ventil **166** kann ausgebildet sein mit einem Einweg-Rückschlagventil **168**, das eine Strömung in die Kammer **162** ermöglicht, und einer Ausflussöffnung **170**, die eine Strömung des Fluids aus der Druckkammer **162**

heraus begrenzt. Die zweiten Kolben **154** sind in Kanälen **172** angeordnet, die sich in Fluidverbindung mit dem Steuerventil **166** befinden. Das Ventilgehäuse **164** weist einen Anschlag **174** auf, der die Bewegung des ersten Kolbens **152** begrenzt, so dass das Ventil **156** zunächst durch alle Kolben **152** und **154** geöffnet und anschließend nur mit den zweiten Kolben **154** weiter geöffnet wird.

[0012] Das Steuerventil **166** weist zwei zylindrische Kanäle **180** auf, die beide über einen Hauptkanal **175** mit der Druckkammer **162** und Kanälen **172** verbunden sind. Das Steuerventil **166** besitzt außerdem einen einzelnen Zuführkanal **182**, der mit einer Druckfluidquelle verbunden ist, und zwei Rückführkanäle **184**, die jeweils mit einer Abflussleitung verbunden sind. Das Ventil **166** kann zwischen einer ersten Position, die die zylindrischen Kanäle **180** mit dem Zuführkanal **182** verbindet, damit Fluid in die Druckkammer **162** und Kanäle **172** strömen kann, und einer zweiten Position, die die zylindrischen Kanäle **180** mit den Rückführkanälen **184** verbindet, damit Fluid aus der Druckkammer **162** und den Kanälen **172** herausströmen kann, geschaltet werden.

[0013] Das Ventil **166** enthält eine Spule **186**, die sich in der inneren Kammer **188** eines Gehäuses **190** bewegt. In dem Gehäuse **190** befindet sich eine erste Magnetspule **192**, die die Spule **186** in die erste Position ziehen kann, und eine zweite Magnetspule **194**, die die Spule **186** in die zweite Position bewegen kann. Die Magnetspulen **192** und **194** sind mit einer externen Stromversorgung verbunden, die eine der Magnetspulen zum Bewegen der Spule **186** in die gewünschte Position stromführend machen kann.

[0014] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist sowohl das Gehäuse **190** als auch die Spule **186** aus Magnetstahl wie Aisi 440C oder Aisi 52100 gebaut. Die Hysterese des Magnetstahls ist so, dass das Magnetfeld innerhalb der Spule **186** und des Gehäuses **190** die Position der Spule **186** aufrechterhalten wird, selbst wenn die Magnetspule ohne Energie ist. Der Magnetstahl ermöglicht die digitale Steuerung des Ventils, wobei eine Magnetspule für einen vorgegebenen Zeitraum stromführend gemacht wird, bis die Spule **186** sich neben einer Innenfläche des Gehäuses **190** befindet. Sobald die Spule **186** die neue Position erreicht hat, wird die Magnetspule energielos geschaltet, wobei die Hysterese des Magnetstahlmaterials die Position der Spule **186** aufrechterhält.

[0015] Die Spule **186** weist äußere Nuten **196** auf, die die zylindrischen Kanäle **180** entweder mit dem Zuführkanal **182** oder den Rückführkanälen **184** verbinden. Die zylindrischen Kanäle **180** befinden sich an jeder Seite des Zuführkanals **182**, um das Ventil **166** dynamisch zu regeln, wenn die Spule **186** von der ersten Position in die zweite Position bewegt wird. Das durch die zylindrischen Kanäle strömende Fluid besitzt eine zugeordnete Kraft, die auf die Spule **186** aufgebracht wird. Die Anordnung der Kanäle **180** an jeder Seite des Zuführkanals **182** erzeugt Fluidkräfte, die auf die Spule **186** in entgegengesetzten Richtungen aufgebracht werden. Die entgegengesetzten Kräfte sind voneinander versetzt, so dass die Fluidkräfte der Zugkraft der Magnetspule **192** an der Spule **186** nicht entgegen wirken. Ebenso befinden sich die Rückführkanäle **184** an jeder Seite der zylindrischen Kanäle **182**, so dass die resultierenden Kräfte, die von dem durch die Rückführkanäle strömenden Fluid erzeugt werden, jeweils einander aufheben, wodurch verhindert wird, dass eine entgegen wirkende Kraft die Zugkraft der Magnetspule **194** behindert. Die Kanalstellen des Ventils bewirken somit ein Fluid-Steuerventil, das dynamisch druckgeregelt wird. Das Regeln der Spule **186** erhöht die Ansprechzeit des Ventils und reduziert die Energie, die durch die Magnetspulen zum Ziehen der Spule **186** von einer Position in eine andere benötigt wird.

[0016] Die Spule **186** weist einen inneren Kanal **198** und zwei Stirnöffnungen **200** auf, die sich in Fluidverbindung mit der inneren Kammer **188** des Gehäuses **190** befinden. Die Stirnöffnungen **200** und der innere Kanal **198** ermöglichen es, dass Fluid in der inneren Kammer **198** vom Ende der Spule **186** wegströmt, wenn die Spule **186** in eine neue Position gezogen wird. Das zwischen dem Ende der Spule **186** und dem Gehäuse **190** befindliche Fluid strömt beispielhaft durch die Stirnöffnung **200** in den inneren Kanal **198**, wenn die zweite Magnetspule **194** die Spule **186** zu dem Gehäuse **190** hin zieht. Der Durchfluss des Fluides verhindert den Aufbau von hydrostatischem Druck, der dem Zug der Magnetspule entgegen wirken kann. Der innere Kanal **198** und die Öffnungen **200** regeln somit statisch den Druck der Spule **186**.

[0017] Das Ventil **166** kann ein Druckentlastungsventil **202** aufweisen, das Fluid freigibt, wenn der Fluiddruck in der inneren Kammer **188** einen vorgegebenen Wert überschreitet. Das Druckentlastungsventil **202** kann eine Kugel **204** aufweisen, die durch die Feder **206** in eine geschlossene Stellung vorgespannt ist. Das Druckentlastungsventil **202** kann außerdem einen Einsatz **208** mit einer Auslassöffnung **210** aufweisen. Die Enden der Spule und die Innenfläche des Gehäuses können abgeschrägte Flächen **212** aufweisen, um das Volumen der inneren Kammer **188** zwischen der Spule **186** und dem Gehäuse **190** zu vergrößern und den hydrostatischen Druck innerhalb des Ventils **166** zu reduzieren.

[0018] Bei Betrieb wird ein digitaler Impuls für das Steuerventil **166** bereitgestellt, um das Ventil **166** zu schalten und zu ermöglichen, dass ein unter Druck gesetztes Arbeitsfluid in die Druckkammer **162** und Kanäle **172** strömt. Das unter Druck gesetzte Fluid übt eine Kraft auf die Kolben **152** und **154** aus, die das Ventil **156** in die geöffnete Stellung schieben.

[0019] Gemäß **Fig.** 2 verhindert der Anschlag **174** eine weitere Bewegung des ersten Kolbens **152**, während der zweite Kolben **154** das Ventil **156** weiter in die voll geöffnete Stellung schiebt. Zum Schliessen des Ventils **156** ist ein digitaler Impuls vorgesehen, um das Steuerventil **166** zur Verbindung der Druckkammer **162** und der Kanäle **172** mit der Abflusslei-

tung zu schalten. Die Kraft der Feder **160** schiebt das Ventil in die geschlossene Stellung zurück. Die Auslassöffnung **170** schränkt den Durchfluss des Arbeitsfluides aus der Druckkammer **162** heraus ein und verringert die Geschwindigkeit des Ventils **156** zurück in die geschlossene Stellung. Die Auslassöffnung **170** bewirkt eine dämpfende Funktion, die verhindert, dass das Ventil **156** gegen den Ventilsitz „schlägt". Die Dämpfung des Ventils reduziert den Verschleiß und erhöht die Lebensdauer des Ventilsitzes **214**.

[0020] Die Ventilbaugruppe **150** mit Doppelkolben ist besonders wünschenswert für eine Verwendung als Auslassventil. Beim Auslasstakt eines Verbrennungsmotors ist der Druck innerhalb des Brennraumes **216** verhältnismäßig hoch. Die durch das Fydraulikfluid bewirkte Arbeit muß groß genug sein, um den Druck im Brennraum zu überwinden und das Ventil zu öffnen. Wenn das Ventil **150** zunächst geöffnet ist, strömen die im Brennraum befindlichen Abgase aus in den Abgaskrümmer 218 hinein. Der Durchfluss von Abgas in den Abgaskrümmer **218** reduziert den Druck im Brennraum **216** schnell. Wegen des geringeren Druckes innerhalb des Brennraumes und des Momentes des Ventils muß das Hydraulikfluid nicht so viel Arbeit zum weiteren Öffnen des Ventils **156** leisten.

[0021] Die wirksame Fläche und die durch das Hydraulikfluid bewirkten resultierenden Kräfte auf die Kolben sind reduziert, wenn der erste Kolben **152** den Anschlag **174** erreicht. Folglich wird die durch das Hydraulikfluid geleistete Arbeit verringert, nachdem das Ventil **156** zunächst geöffnet ist. Die Ventilbaugruppe nach der vorliegenden Erfindung reduziert somit die Arbeit und erhöht den energetischen Wirkungsgrad des Motors. Obwohl jede differentielle Reduzierung von Arbeit während eines Auslasshubes relativ klein ist, kann die sich ergebende Erhöhung des energetischen Wirkungsgrades relativ bedeutend sein, wenn sie mit der Anzahl von Hüben beim Betrieb eines Motors multipliziert wird.

[0022] **Fig.** 3 ist ein anderes Ausführungsbeispiel einer Ventilbaugruppe, die ein Vierwege-Steuerventil **166'** aufweist. Das Steuerventil **166'** ist mit der Druckkammer **162**, den Kanälen **172** und einer Rückführkammer **220** verbunden. Die Rückführkammer **220** nimmt unter Druck gesetztes Arbeitsfluid auf und schiebt das Ventil **156** in die geschlossene Stellung zurück. Bei Betrieb wird das Ventil **156** geschaltet, um die Druckkammer **162** und den Kanal **172** mit dem Hochdruckfluid und die Rückführkammer **220** mit der Abflussleitung zu verbinden. Das unter Druck gesetzte Arbeitsfluid übt eine Kraft auf die Kolben **152** und **154** aus, die das Ventil **156** in die offene Stellung bewegen. Das Steuerventil **166'** wird anschließend geschaltet, um die Rückführkammer **220** mit dem unter Druck gesetzten Arbeitsfluid und die Druckkammer **162** und die Kanäle **172** mit der Abflussleitung zu verbinden. Das in der Rückführkammer 220 befindliche Arbeitsfluid schiebt das Ventil **156** in die geschlossene Stellung zurück. Das Steuerventil **166'** ist vorzugsweise dynamisch und statisch druckgeregelt, um die Geschwindigkeit des Ventils zu erhöhen und die durch das Ventil verbrauchte Energie zu reduzieren.

Patentansprüche

1. Ventilbaugruppe (**150**) für eine Brennkraftmaschine, umfassend: ein Ventil (**456**), das sich zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegt;
einen ersten Kolben (**152**), der hydrostatischen Druck aufnimmt, um das Ventil in die offene Stellung zu drücken;
einen zweiten Kolben (**154**), der hydrostatischen Druck aufnimmt, um das Ventil in die offene Stellung zu drücken; und
ein Ventilgehäuse, das einen Anschlag (**174**) aufweist, der die Bewegung des ersten Kolbens begrenzt, so dass das Ventil zunächst durch den ersten und den zweiten Kolben geöffnet und dann durch den zweiten Kolben weiter geöffnet wird.

2. Ventilbaugruppe nach Anspruch 1, bei welcher der erste Kolben eine Fläche aufweist, die größer ist als eine Fläche des zweiten Kolbens.

3. Ventilbaugruppe nach Anspruch 1 oder 2, weiter umfassend eine Öffnung, um einen Fluiddurchluss von dem ersten Kolben zu beschränken, wenn sich das Ventil in die geschlossene Stellung bewegt.

4. Ventilbaugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter umfassend einen mit dem Ventil verbundenen Ventilbund (**158**), wobei der erste Kolben und der zweite Kolben gegen den Ventilbund drücken.

5. Ventilbaugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter umfassend ein Hydraulikventil (**166**), das hydrostatischen Druck für den ersten und den zweiten Kolben bereitstellt.

6. Ventilbaugruppe nach Anspruch 5, bei der das Hydraulikventil ein Viennregeventil ist, das weiter hydrostatischen Druck auf den Ventilbund bewirkt, um das Ventil in die geschlossene Stellung zudrücken:

7. Verfahren, umfassend:
Erzeugen von hydrostatischem Druck auf einen ersten Kolben (**152**) und einen zweiten Kolben (**154**) zum Öffnen eines Ventils (**156**) einer Brennkraftmaschine, bis der erste Kolben einen Anschlag (**174**) erreicht; und
Bereitstellen von hydrostatischem Druck auf den zweiten Kolben zum weiteren Öffnen des Ventils.

8. Verfahren nach Anspruch 7, weiter umfassend das Erzeugen von hydrostatischem Druck auf einen

Ventilbund (**158**) zum Schließen des Ventils.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, weiter umfassend das Beschränken eines Fluiddurchflusses von dem ersten Kolben, wenn sich das Ventil in die geschlossene Stellung bewegt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

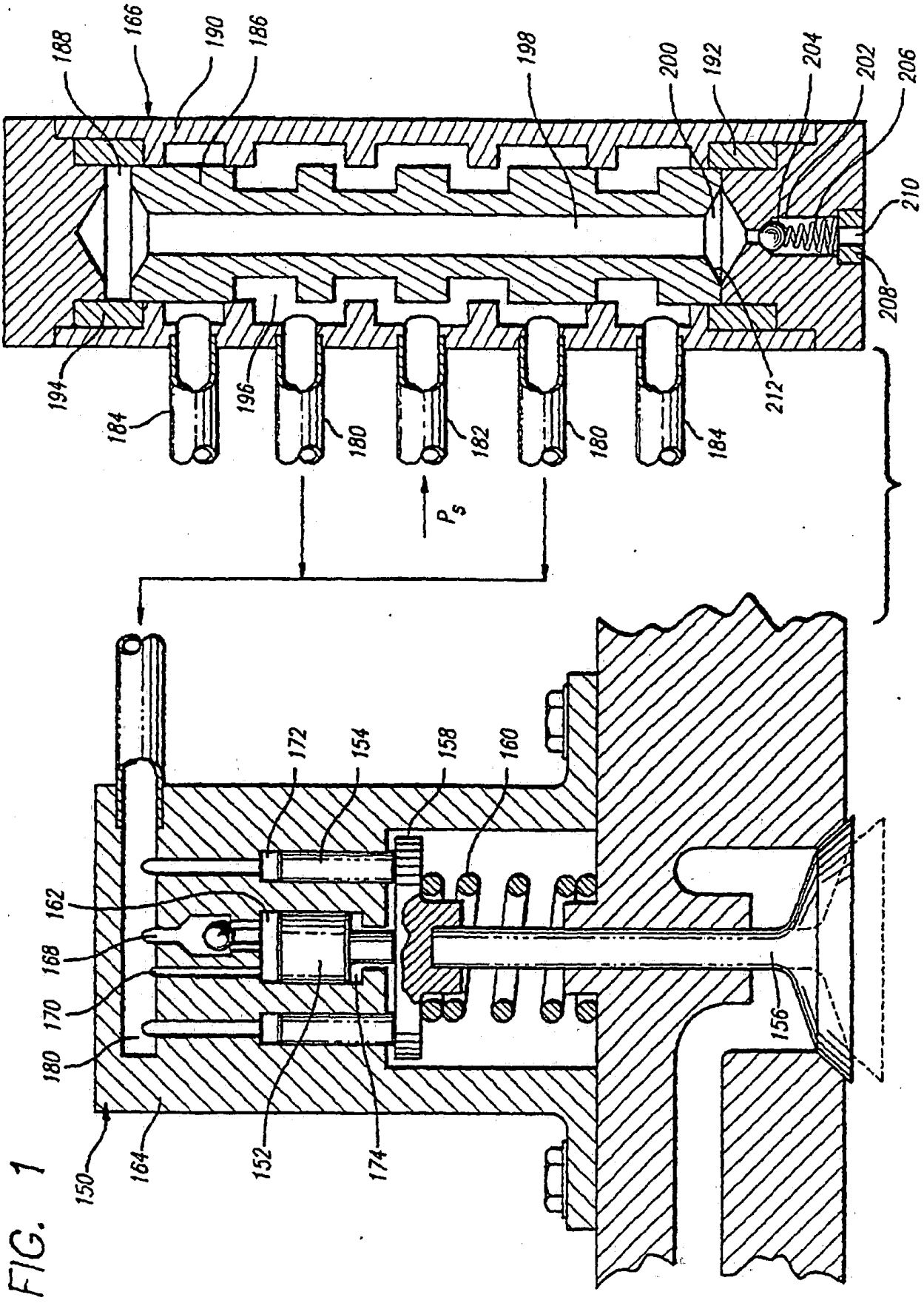


FIG. 1

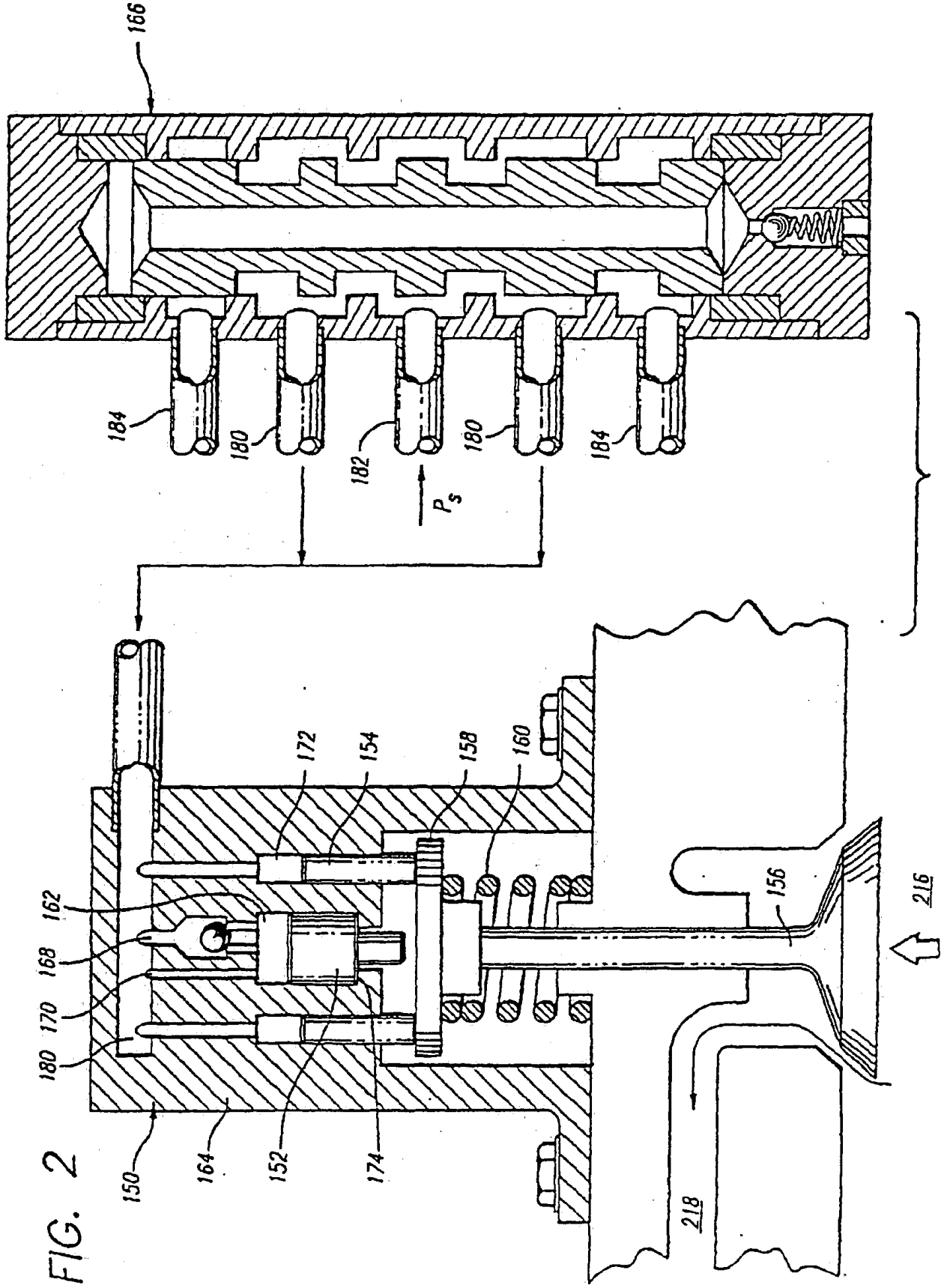

166
184
180
182
180
184
P_s
172
154
158
160
162
168
170
180
156
216
150
164
152
174
218

FIG. 2

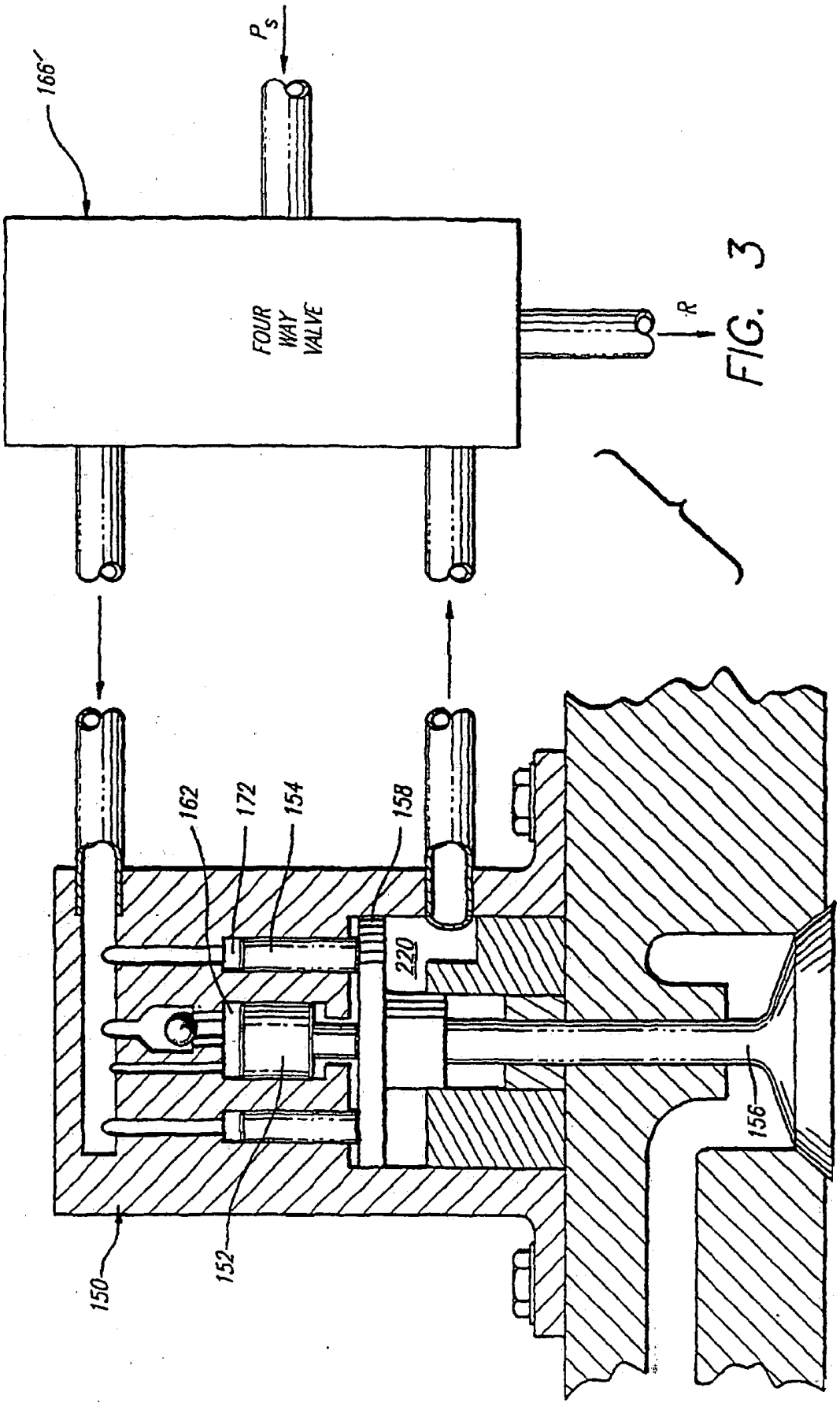


FIG. 3