

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 001 143 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.2005 Patentblatt 2005/38

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**, F01L 9/02,
F01L 1/14, F01L 1/24

(21) Anmeldenummer: **99121736.5**

(22) Anmeldetag: **03.11.1999**

(54) Ventilsteuerung für Ein- und Auslassventile von Verbrennungsmotoren

Valve control for intake and exhaust valves in internal combustion engines

Commande de soupape pour soupapes d'admission et d'échappement de moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR IT

(30) Priorität: **12.11.1998 DE 19852209**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.05.2000 Patentblatt 2000/20

(73) Patentinhaber: **Hydraulik Ring GmbH**
09212 Limbach-Oberfrohna (DE)

(72) Erfinder:
• **Tischer, Dieter**
73240 Wendlingen (DE)
• **Trzmiel, Alfred**
72661 Grafenberg (DE)
• **Maisch, Dieter**
72585 Riederich (DE)

• **Panowitz, Herbert**
72636 Frickenhausen (DE)

(74) Vertreter: **Kohl, Karl-Heinz**
Patentanwälte
Dipl.-Ing. A.K. Jackisch-Kohl
Dipl.-Ing. K.H. Kohl
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 1 569 638 **GB-A- 2 122 257**
US-A- 3 727 595 **US-A- 4 724 801**
US-A- 5 806 474

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 009, no.
268 (M-424), 25. Oktober 1985 (1985-10-25) -& JP
60 113008 A (YANMAR DIESEL KK), 19. Juni 1985
(1985-06-19)

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).

EP 1 001 143 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ventilsteuerung für Ein- und Auslaßventile von Verbrennungsmotoren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei herkömmlichen Verbrennungsmotoren erfolgt die Steuerung der Hubbewegungen der Einlaß- und Auslaßventile durch eine von der Kurbelwelle im Drehzahlverhältnis 2:1 angetriebene Nockenwelle. Die Hubkurve des Ventiles ist für den gesamten Bereich des Kennfeldes proportional dem Nockenverlauf und damit unveränderlich. Der Schließpunkt des Einlaßventiles ist, bedingt durch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeit im Saugrohr, nicht optimal gelegt. Der Einlaß- bzw. Öffnungspunkt kann ebenso nicht optimal gelegt werden. Die Werte für bestmögliche Füllung der Verbrennungskammer bei hohen Drehzahlen und dem Zylinder-Abgasgehalt bei niedrigen Drehzahlen und im Leerlauf stehen einander diametral gegenüber. Der Öffnungspunkt bzw. Auslaßbeginn wird deshalb meistens so gewählt, daß die Ausschleibeverluste minimiert sind und das Gas in der Lage ist, maximale Arbeit zu verrichten.

[0003] Zur Vermeidung der vorgenannten Abstimmungen, die immer Kompromisse sind, wurden Ventilsteuerungen entwickelt, um Steuerzeiten, Hubverläufe der Ein- und Auslaßventile in Abhängigkeit von der Motordrehzahl, der Last und anderen Einflußgrößen beeinflussen und verändern zu können. Der Verlauf des Ventilhubes kann damit durch Variationen der Phasenlage, des Ventilhubes oder der Ventilöffnungsdauer beeinflusst bzw. verändert werden. Derartige Maßnahmen können einzeln oder in Kombination eingesetzt werden, um am Ottomotor einerseits den Kraftstoffverbrauch und die Emissionen zu reduzieren sowie andererseits den Drehmomentverlauf zu verbessern und die Maximalleistung zu steigern. Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Möglichkeit, die angesaugte Luftmenge durch Veränderung des Ventilöffnungsquerschnitts zu beeinflussen und damit eine drosselfreie Laststeuerung ohne Drosselklappe zu ermöglichen.

[0004] Bei Mehrventiltechnik kann eine solche Beschaltung vorgenommen werden, daß die angesaugte Ladung nur über ein Einlaßventil strömt und damit deren Menge beeinflusst wird. Eine Zylinderabschaltung durch Beeinflussung der Einlaß- und Auslaßventile kann gleichfalls verwirklicht werden, wobei die befeuerten Zylinder durch das Ausblenden von Einspritzungen und Verbrennungsluft im besten Wirkungsgradbereich arbeiten können. Mit moderner Motorelektronik kann die Zylinderabschaltung zyklisch (selektiv) wechseln, um das Auskühlen der Zylinderwand zu vermeiden.

[0005] Die vorgenannten Möglichkeiten zur Beeinflussung und Veränderung von Parametern werden unter dem Begriff "variable Ventilsteuerung" zusammengefaßt. Entsprechend der Ventilbetätigungsart wird zwischen direkt und indirekt betätigten Systemen unterschieden.

[0006] Bei den indirekt betätigten Systemen sind zwei Lösungen bekannt, nämlich die Verwendung einer variablen Nockenwelle oder eines variablen Zwischenelementes. Bei direkt betätigten Systemen sind grundsätzlich drei Möglichkeiten bekannt, bei denen die Betätigung des Ventiles hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch erfolgt. Eine Nockenwelle entfällt in diesen Fällen.

[0007] Im Hydrauliksystem wird die Energie ähnlich wie beim sogenannten Common Rail System gespeichert und durch schnelle Magnet- oder Servoventile den Stellkolbenflächen zugeführt oder von ihnen abgeführt, mit denen ihrerseits die Ein- und Auslaßventile betätigt werden. Solche Systeme sind für den Einsatz in langsam laufenden Dieselmotoren bekannt.

[0008] Bei einer bekannten Ventilsteuerung der gattungsbildenden Art (Abstracts JP-A 60-113008) werden die Ein/Auslaßventile stets mit gleichem Hub über zwei Magnetventile geöffnet. Mit dem einen Magnetventil wird die Zufuhr des Druckmediums aus dem Tank zum Stellkolben gesteuert, mit dem das Ein/Auslaßventil geöffnet wird. Das andere Magnetventil verschließt die Tankleitung. Soll das Ein/Auslaßventil wieder geschlossen werden, wird mit dem einen Magnetventil die Druckleitung geschlossen und das andere Magnetventil geöffnet. Das vor dem Stellkolben befindliche Druckmedium kann dann über das geöffnete Magnetventil in die Tankleitung gelangen. Die Magnetventile müssen stets unter Strom gehalten werden, damit das Ein/Auslaßventil nicht in die Öffnungslage fährt, in der der im Verbrennungsraum befindliche Kolben das Ein/Auslaßventil beschädigen könnte.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ventilsteuerung dieser Art so auszubilden, daß unter Vermeidung eines aufwendigen Servoventiles eine einfache und zuverlässige Betätigung bei hohen Schaltfrequenzen möglich ist, so daß die Ventilsteuerung auch für hochdrehende Verbrennungsmotoren einsetzbar ist.

[0010] Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Ventilsteuerung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung werden als Stellelemente piezoelektrische Aktoren eingesetzt. Mit ihnen werden massearme Ventilelemente betätigt, welche den Zu- und Abfluß des Druckmediums zum und vom Stellkolben steuern, durch dessen Hub die Ein- und Auslaßventile des Verbrennungsmotors geöffnet und geschlossen werden. Piezoelektrische Aktoren setzen elektrische Spannungen direkt in Wege und Kräfte um. Die Umsetzung der elektrischen Eingangsgröße in eine mechanische Ausgangsgröße erfolgt extrem schnell. Stellhübe von beispielsweise 40 µm (0,04 mm) können in einer Stellzeit von 50 µs (0,000.05 sec) erfolgen. Die Auflösung des Stellwegs ist bei geeigneter elektrischer Ansteuerung im Nanometerbereich (0,0001 mm) möglich. Stellkräfte werden im Kilonewtonbereich erreicht, das heißt es handelt sich um Stellglieder mit sehr hoher mechanischer Steifigkeit. Da die beiden Piezoelemente als Öffner und Schließer wirken, läßt sich

ein variabler Hub des Ein/Auslaßventiles einfach erreichen.

[0012] Auch wird dadurch verhindert, daß bei einem eventuellen Stromausfall das Ein/Auslaßventil in die Öffnungslage fährt.

[0013] Im hochdynamischen Bereich ist einerseits die Verfügbarkeit von geeigneten Leistungsverstärkern eine wesentliche Voraussetzung, um den Ansteuerungsverlauf und die Reaktion der Ein- und Auslaßventile zu synchronisieren. Andererseits ist der Durchflußquerschnitt am Sitzventil entsprechend groß zu dimensionieren. Dies erfolgt bei einer vorteilhaften Ausbildung der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung durch Vergrößerung des Hubs auf einen Wert, für den der verfügbare Stellweg des piezoelektrischen Wandlers nicht ausreicht. Es werden deshalb Stellwegvergrößerer eingesetzt, die vorteilhaft nach dem Hebelprinzip arbeiten und die den nutzbaren Stellweg des Ventilelementes beispielsweise bis zum Faktor $\ddot{u} = 10$ vergrößern können.

[0014] Bei der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung können in vorteilhafter Weise nach Maßgabe des Motormanagements die Öffnungs- und Schließzeitpunkte für die Ein/Auslaßventile die Dauer der Öffnungszeiten bedarfsgerecht bestimmt werden.

[0015] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0016] Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 bis 3 jeweils in schematischer Darstellung verschiedene Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Ventilsteuerungen, die mit variablem Hub arbeiten,

Fig. 4 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Ventilsteuerung mit Wirkprinzip entsprechend Fig. 1, jedoch mit zusätzlicher Hebelübersetzung,

Fig. 5 einen Schnitt längs der Linie V-V in Fig. 4,

Fig. 6 einen Schnitt längs der Linie VI-VI in Fig. 4,

Fig. 7 und 8 jeweils in vergrößerter Darstellung einen Teil der Ventilsteuerung gem. Fig. 5,

Fig. 9 bis 12 verschiedene Diagramme, die die Möglichkeit der Variierung des Ventilhubs, der Öffnungsdauer, der Phasenlage und der Kombination dieser Parameter zeigen.

[0017] Anhand der Fig. 1 bis 3 werden unterschiedliche Ausführungsformen von Ventilsteuerungen in ihrer Wirkungsweise beschrieben. Die Fig. 4 bis 12 zeigen dann konkrete Ausbildungen solcher Ventilsteuerungen und zugehörige Kennlinien.

[0018] Die im folgenden beschriebenen Ventilsteuerungen ermöglichen hohe Steuerfrequenzen, so daß diese Ventilsteuerungen auch bei hochdrehenden Verbrennungsmotoren eingesetzt werden können.

[0019] Die Fig. 1 und 4 bis 12 zeigen eine Ausführungsform, bei der der Hub eines Ein/Auslaßventiles 30 verändert werden kann. Die Ventilsteuerung hat zwei Piezoelemente 1, 1a, mit denen zwei Stößel 2, 2a betätigt werden können, um zwei Ventilelemente 3, 3a zweier Sitzventile 9, 9a zu verschieben. Die beiden Ventilelemente 3, 3a stehen jeweils unter der Kraft wenigstens einer Druckfeder 6, 6a. In eine Ventilkammer 4a des Sitzventiles 9a mündet eine Druckleitung 7. Bei stromlosem Piezoelement 1a ist die Druckleitung 7 über das geschlossene Ventilelement 3a von einer Zuführleitung 10 für Hydraulikmedium getrennt, die in einen Druckraum 14 mündet, der in einem Ventilgehäuse 5 vorgesehen ist und in dem sich ein Stellkolben 15 befindet, dessen eine Stirnfläche 16 mit dem Hydraulikmedium beaufschlagbar ist.

[0020] Von der Zuführleitung 10 zweigt eine Verbindungsleitung 63 ab, die in eine Ventilkammer 4 des Sitzventiles 9 mündet. Bei nichtbestromtem Piezoelement 1 ist die Ventilkammer 4 mit einer Tankleitung 12 verbunden.

[0021] Auf der dem Druckraum 14 gegenüberliegenden Seite befindet sich ein Zylinderraum 17, der über wenigstens eine Öffnung 18 mit der Atmosphäre verbunden ist. In den Zylinderraum 17 ragt ein Stößel 19, der mit einem Tassenstößel 20 zusammenwirkt. Er steht unter der Kraft wenigstens einer Druckfeder 21, die über einen Ventilschaft 22 den Tassenstößel 20 und damit den bolzenförmigen Stößel 19 in Richtung auf den Stellkolben 15 belastet. Am Tassenstößel 20 liegt der Ventilschaft 22 an, der am freien Ende mit einem Ventilteller 23 versehen ist. Mit ihm wird eine Ein- bzw. Auslaßöffnung 24 einer Verbrennungskammer 25 eines Verbrennungsmotors 26 eines Kraftfahrzeuges geöffnet und geschlossen.

[0022] In der in Fig. 1 dargestellten Lage sind die Piezoelemente 1, 1a stromlos, so daß die Ein/Auslaßventile 30 geschlossen sind. Soll das Ein/Auslaßventil 30 den maximalen Öffnungshub ausführen (Normalhub und Überhub), werden beide Piezoelemente 1, 1a bestrahlt. Dadurch werden die beiden Stößel 2, 2a verschoben. Mit dem Stößel 2 wird das Ventilelement 3 gegen die Kraft der Feder 6 in seine Schließstellung bewegt, in der es die Tankleitung 12 verschließt. Mit dem Stößel 2a wird das Ventilelement 3a in eine Offenstellung bewegt, so daß das Hydraulikmedium über die Druckleitung 7 und die Ventilkammer 4a in die Zuführleitung 10 strömen kann. Das Hydraulikmedium gelangt dadurch in den Druckraum 14 und verschiebt den Stell-

kolben 15 nach unten. Über den Stößel 19 und den Tassenstößel 20 wird der Ventilschaft 22 gegen die Kraft der Druckfeder 21 verschoben und auf diese Weise das Ein/Auslaßventil 30 geöffnet. Der Stellkolben 15 wird so weit verschoben, bis er am Boden 29 des Zylinderraumes 17 zur Anlage kommt. Damit entspricht der Hub des Stellkolbens 15 und somit des Ventils 30 dem Normalhub zuzüglich einem Überhub.

[0023] Wenn das Motormanagement es erfordert, kann der Stellkolben 15 und damit auch das Ventil 30 lediglich um den normalen oder jeden beliebigen anderen Hub verstellt werden. Hierzu werden beide Piezoelemente 1, 1a bestromt und das Piezoelement 1a nach einer hubbestimmenden Zeit stromlos gemacht, so daß das Ventilelement 3a durch die Kraft der Druckfeder 6a in seine Schließstellung bewegt wird. Dadurch ist die Druckleitung 7 von der Zuführleitung 10 getrennt. Gleichzeitig bleibt das Piezoelement 1 bestromt und dadurch das Ventil 3 geschlossen und das Volumen im Druckraum 14 gekammert. Das jetzt im Vergleich zum vorhergehenden Vorgang geringere Flüssigkeitsvolumen des in den Druckraum eingeströmten Hydraulikmediums bestimmt somit den Hub des Stellkolbens 15 und damit auch den Hub des Ein/Auslaßventiles 30, da das Piezoelement 1 weiterhin bestromt wird und dadurch die Leitung 63 zum Tank 12 geschlossen bleibt. Das im Druckraum 14 befindliche Flüssigkeitsvolumen bleibt dadurch eingeschlossen (gekammert), das Ventil 30 ist weniger weit geöffnet, so daß eine entsprechend kleinere Menge an Kraftstoff-Luft-Gemisch in die Verbrennungskammer des Verbrennungsmotors gelangt.

[0024] Soll das Ein-/Auslaßventil 30 geschlossen werden, wird das Piezoelement 1 stromlos geschaltet. Die Druckfeder 6 hebt das Ventilelement 3 von seinem Ventilsitz 66 ab, wodurch das im Druckraum 14 befindliche Hydraulikmedium über die Zuführleitung 10 und die geöffnete Ventilkammer 4 in die Tankleitung 12 verdrängt werden kann.

[0025] Wie die Fig. 7 und 8 zeigen, liegen das Ventilelement 3 und die Druckfeder 6 in einer Buchse 64, die in einen Einbauraum 65 des Ventilgehäuses 5 eingepreßt ist. Der für das Ventilelement 3 vorgesehene Ventilsitz 66 ist an einem Einsatzstück 43 vorgesehen. Die Druckfeder 6 hält das Ventilelement 3 bei nichtbestromtem Piezoelement 1 in der Offenstellung, die in Fig. 8 dargestellt ist. Das Einsatzstück 43 wird durch das umgebördelte Ende 67 der Buchse 64 axial gesichert. Eine zentrale Axialbohrung 68 des Einsatzstückes 43 ist durch ein Verschlusselement 69, vorzugsweise eine Kugel, geschlossen.

[0026] Das Ventilelement 3a ist ebenfalls in einer Buchse 70 aufgenommen (Fig. 7), deren unteres Ende 71 umgebördelt ist. Das Ventilelement 3a wird durch die Druckfeder 6a nach oben gegen einen Ventilsitz 72 gedrückt, den der Stößel 2a axial durchdringt und damit eine für den Durchfluß erforderliche Ringfläche 81 erzeugt.

[0027] Die beiden Sitzventile 9, 9a liegen beiderseits

des Stellkolbens 15 und achsparallel zu ihm. Dadurch hat das Ventilgehäuse 5 eine nur geringe axiale Höhe.

[0028] Der Zylinderraum 17 ist, wie Fig. 5 zeigt, über die Entlüftungsleitung 18 mit der Atmosphäre verbunden, so daß der Stellkolben 15 zum Öffnen des Ein/Auslaßventils 30 zuverlässig verschoben werden kann.

[0029] Zum Öffnen des Ein/Auslaßventils 30 werden beide Piezoelemente 1, 1a bestromt. Die Größe des Hubes des Stellkolbens 15 und damit des Ein/Auslaßventiles 30 hängt davon ab, nach welcher Zeit ab Öffnungsbeginn das Piezoelement 1a nicht mehr bestromt wird und somit kein Hydraulikmedium mehr in den Druckraum 14 strömen kann. In Abhängigkeit von der Bestromungszeit des Piezoelementes 1a läßt sich somit der Hub des Ein/Auslaßventiles 30 stufenlos steuern.

[0030] Für die Schließbewegung des Ein/Auslaßventiles 30 kann eine Dämpfung vorgesehen sein. Hierzu sind beide Stirnflächen 16, 28 des Stellkolbens 15 mit einem Drosselquerschnitt versehen, der beispielhaft eine diametral verlaufende, im Querschnitt dreieckige Vertiefung ist. Die Drosselquerschnitte wirken mit Steuerkanten zusammen, wenn der Stellkolben 15 verschoben wird. Bei Überfahren der jeweiligen Steuerkante baut sich infolge des sich stetig verkleinernden Durchflußquerschnittes für das Hydraulikmedium ein Druck im Medium auf, der der Bewegung des Stellkolbens 15 entgegenwirkt und so die Dämpfung durch Geschwindigkeitsreduzierung bewirkt.

[0031] Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen kann im Gegensatz zu einer Nockenwellensteuerung die Phasenlage bezüglich des Öffnens und Schließens der Ein/Auslaßventile 30 verändert werden. Dies ist dadurch möglich, daß die den Ein/Auslaßventilen 30 zugeordneten Piezoelemente zum gewünschten Zeitpunkt be- oder entstromt werden. Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 4 bis 8 kann in der beschriebenen Weise zusätzlich auch die Größe des Öffnungshubes des Ein/Auslaßventiles 30 variiert werden.

[0032] Fig. 9 zeigt Hubkennlinien der anhand des Ausführungsbeispiels nach den Fig. 1 und 5 bis 8 beschriebenen Möglichkeit, den Öffnungshub des Ein/Auslaßventiles 30 zu variieren.

[0033] Fig. 10 zeigt anhand von Kennlinien, daß die Öffnungsdauer des Ein/Auslaßventiles 30 in der beschriebenen Weise verändert werden kann. Aus den Kennlinien in Fig. 11 ergibt sich, daß zusätzlich auch die Phasenlage in der beschriebenen Weise eingestellt werden kann. Fig. 12 schließlich zeigt Kennlinien für das Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 4 bis 8, in welchen die drei Einstellmöglichkeiten gemäß den Fig. 9 bis 11 in Kombination angewendet werden können. Dabei können der Ventilhub, die Öffnungsdauer und die Phasenlage verändert werden. Dieses Ausführungsbeispiel stellt eine vollvariable Steuerung der Ein/Auslaßventile 30 dar.

[0034] Die Stößel 2, 2a können direkt durch die Piezoelemente 1, 1a betätigt werden, wie dies schematisch in Fig. 1 dargestellt ist. Es ist aber auch möglich zwi-

schen dem Stößel 2, 2a und dem Piezoelement 1, 1a jeweils einen Übersetzungshebel 59, 59a vorzusehen, um den Öffnungs- und Schließhub des Ventilelementes 3, 3a bei vorgegebenem Piezohub zu vergrößern. Beim schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 sind die Übersetzungshebel 59, 59a einarmige Hebel. Im Abstand 60 von der Schwenkachse 61, 61a der Hebel 59, 59a greift an ihnen der Stößel 58, 58a an. Am freien Ende der Hebel 59, 59a, das sich im Abstand 62 von der jeweiligen Schwenkachse 61, 61a befindet, greift der Stößel 2, 2a an. Die Stößel 2, 58 und 2a, 58a liegen auf einander gegenüberliegenden Seiten des Hebels 59, 59a. Über das Verhältnis der Abstände 60 und 62 zueinander kann das Übersetzungsverhältnis bestimmt werden.

[0035] Bei der Ausführungsform nach Fig. 3 sind die Hebel 33, 33a zweiarmige Hebel, die unterschiedlich lange Hebelarme 86, 87 aufweisen. Am kürzeren Hebelarm 87 greifen die Stößel 58, 58a der Piezoelemente 1, 1a an. Auf der gleichen Seite der Hebel 33, 33a greifen an den freien Enden der längeren Hebelarme 86 die Stößel 2, 2a an. Über das Verhältnis der Länge der Hebelarme zueinander läßt sich ebenfalls das Übersetzungsverhältnis festlegen.

[0036] Da bei der Ausführungsform nach Fig. 3 die beiden Stößel 2, 58; 2a, 58a auf derselben Seite der Hebel 33, 33a liegen, ergibt sich eine geringe Bauhöhe 73. Die zweiarmigen Hebel 33, 33a liegen, wie dies anhand der Ausführungsform nach den Fig. 4 bis 8 im einzelnen erläutert wird, räumlich versetzt zueinander, so daß das Ventilgehäuse 5 nur entsprechend geringe Abmessungen aufweist.

[0037] Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist die Bauhöhe größer als beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3, weil die Piezoelemente 1, 1a mit ihren Stößeln 58, 58a auf der einen und die Stößel 2, 2a mit den Ventilen 9, 9a auf der anderen Seite der Hebel 59, 59a sitzen. In Fig. 2 ist die Bauhöhe der Piezoelemente 1, 1a mit den Stößeln 58, 58a mit 74 und die Bauhöhe der Sitzventile 9, 9a mit den Stößeln 2, 2a und den Schwenkhebeln 59, 59a mit 75 bezeichnet. Es ist erkennbar, daß die Gesamtbauhöhe 74, 75 etwa doppelt so groß ist wie die Gesamtbauhöhe 73 beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3.

[0038] Bei der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 4 bis 8 liegen die beiden zweiarmigen Hebel 33, 33a im Gehäuseraum 34, der durch einen Gehäusedeckel 76 geschlossen ist. Die beiden Hebel 33, 33a sind versetzt zueinander angeordnet und liegen jeweils unter einem spitzen Winkel zu einer Längsmittlebene 77 des Ventilgehäuses 5. In Seitenansicht gesehen liegen die beiden Hebel 33, 33a einander überlappend mit geringem Abstand hintereinander. Die Schwenkachsen 36, 36a liegen parallel zueinander. Am freien Ende des kürzeren Hebelarmes greifen die Stößel 58, 58a der beiden Piezoelemente 1, 1a an. An den freien Enden der längeren Hebelarme liegen die Stößel 2, 2a an, mit denen die Ventilelemente 3, 3a in der beschriebenen Weise betä-

tigt werden.

[0039] Die beiden Piezoelemente 1, 1a liegen in getrennten Gehäuseräumen 78, 79 (Fig. 6). Im Bereich zwischen den beiden Gehäuseräumen 78, 79 befindet sich der Zylinderraum 17 mit dem Kolben 15. Durch das Verhältnis der Länge der Hebelarme des jeweiligen Hebels 33, 33a wird das Übersetzungsverhältnis bestimmt. Auf diese Weise kann sehr einfach der geringe Bewegungsweg des piezoseitigen Stößels 58, 58a in den erforderlichen Verstellweg des Stößels 2, 2a übersetzt werden, um das jeweilige Ventilelement 3, 3a zuverlässig mit dem erforderlichen Hub in die entsprechende Offen- bzw. Schließstellung zu verschieben.

Patentansprüche

1. Ventilsteuerung für Ein- und Auslaßventile (30) von Verbrennungsmotoren, mit Stellelementen (1, 1a), mit denen das Ein-/Auslaßventil (30) geöffnet und geschlossen und mit denen jeweils ein Ventilelement (3, 3a) betätigt wird, die den Zu- und Abfluß eines Druckmediums zu und von mindestens einem mittels des Druckmediums zum Öffnen und Schließen des Ein-/Auslaßventiles (30) verschiebbaren Stellkolben (15) steuern, wobei das eine Ventilelement (3a) in einer Stellung eine Druckleitung (7) mit einem Druckraum (14) vor dem Stellkolben (15) verbindet und das andere Ventilelement (3) in einer Stellung eine Tankleitung (12) verschließt, wobei das Ein-/Auslaßventil (30) durch eine von der Druckbeaufschlagung des Stellkolbens (15) unabhängige Kraft in seine Schließstellung verstellbar ist, wobei das eine Ventilelement (3a) in seine die Druckleitung (7) verschließende Lage verstellt und das im Druckraum (14) vor dem Stellkolben (15) befindliche Druckmedium in eine Tankleitung (12) verdrängt wird,

dadurch gekennzeichnet, daß die Stellelemente (1, 1a) Piezoelemente sind, daß die beiden Ventilelemente (3, 3a) gegensinnig arbeiten und den Zufluß zu einer gemeinsamen Zuführleitung (10) für das Druckmedium steuern, die in den Druckraum (14) mündet, daß die beiden Piezoelemente (1, 1a) zur Einstellung des Hubes des Ein-/Auslaßventiles (30) unabhängig voneinander betätigbar sind, und daß das eine Piezoelement (1) als Schließer für die Tankleitung und das andere Piezoelement (1a) als Öffner für die Druckleitung wirksam ist.

2. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Ventilelemente (3, 3a) Teile von Sitzventilen (9, 9a) sind, die den Zufluß des Druckmediums von der Druckleitung (7) zum Stellkolben (15) steuern.
3. Ventilsteuerung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Sitzven-

tile (9, 9a) an die gemeinsame Zuführleitung (10) angeschlossen sind.

4. Ventilsteuerung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, daß bei stromlosen Piezoelementen (1, 1a) das eine Sitzventil (9) geöffnet und das andere Sitzelement (9a) geschlossen ist.
5. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß der Stellkolben (15) über einen Stößel (19) mit einem vorteilhaft über einen Tassenstößel (20) mit dem Stößel (19) zusammenwirkenden Ventilschaft (22) des Ein/Auslaßventils (30) zusammenwirkt.
6. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Piezoelemente (1, 1a) über jeweils einen Stößel (2, 2a) mit dem Ventilelement (3, 3a) zusammenwirken.
7. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilelement (3) des geöffneten Sitzventiles (9) durch den Stößel (2) des einen Piezoelementes (1) bei dessen Bestromung in seine Schließstellung verstellbar ist, in der die Zuführleitung (10) von der Tankleitung (12) getrennt ist.
8. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilelement (3a) des geschlossenen Sitzventiles (9a) durch den Stößel (2a) des weiteren Piezoelementes (1a) bei dessen Bestromung in seine Offenstellung verstellbar ist, in der die Druckleitung (7) mit der in den Druckraum (14) mündenden Zuführleitung (10) verbunden ist.
9. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß bei zeitlich ausreichender Bestromung beider Piezoelemente (1, 1a) der Stellkolben (15) und damit das angetriebene Ein/Auslaßventil (30) seinen maximalen Hub ausführt und dort gehalten werden kann.
10. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 2 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß zum Halten des Stellkolbens (15) in der maximalen Offenstellung beide Sitzventile (9, 9a) geschlossen werden.
11. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 2 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß zum Halten des Stellkolbens (15) in der maximalen Offenstellung das eine Sitzventil (9) geschlossen und das andere Sitzventil (9a) geöffnet wird.
12. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 2 bis

11,
dadurch gekennzeichnet, daß bei zeitlich kürzerer Bestromung der beiden Piezoelemente (1, 1a) der Stellkolben (15) einen im Vergleich zum Maximalhub kleineren Hub ausführt.

13. Ventilsteuerung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, daß zum Halten des Stellkolbens (15) bei verringertem Öffnungshub beide Sitzventile (9, 9a) geschlossen werden.
14. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Piezoelemente (1, 1a) über jeweils einen Übersetzer (33, 33a), vorzugsweise einen zweiarmigen Hebel, mit dem Stößel (2, 2a) zusammenwirken.
15. Ventilsteuerung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Übersetzer (33, 33a), in Richtung ihrer Schwenkachse (36, 36a) gesehen, einander überlappend angeordnet sind.
16. Ventilsteuerung nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Übersetzer (33, 33a) in Reihe liegen.
17. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Übersetzer (33, 33a) parallel zueinander und vorteilhaft unter einem spitzen Winkel zu einer Längsmittalebene (77) eines Ventilgehäuses (5) liegen.
18. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, daß das vorteilhaft aus einer Kugel gefertigte Ventilelement (3, 3a) einen Sitzteil (83) aufweist, von dem ein im Querschnitt kleinerer Ansatz (84) absteht.
19. Ventilsteuerung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, daß die Druckfeder (6, 6a) auf den sich vorteilhaft vom Sitzteil (83) aus konisch erweiternden Ansatz (84) des Ventilelementes (3, 3a) aufgeschoben ist.
20. Ventilsteuerung nach Anspruch 18 oder 19,
dadurch gekennzeichnet, daß am Übergang vom Ansatz (84) in den Sitzteil (83) der Durchmesserunterschied der doppelten Drahtstärke der Druckfeder (6, 6a) entspricht.
21. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 18 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, daß am freien Ende des Ansatzes (84) ein weiterer, vorzugsweise teil-

kugelförmig oder konisch ausgebildeter Sitzteil (85) vorgesehen ist.

22. Ventilsteuerung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der weitere Sitzteil (85) kleineren Sitzdurchmesser hat als der andere Sitzteil (83).
23. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 14 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Stößel (2, 2a) auf derselben Seite der beiden Übersetzer (33, 33a) liegen.
24. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 14 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Übersetzer (33, 33a) räumlich versetzt zueinander angeordnet sind.

Claims

1. Valve control for intake and exhaust valves (30) of combustion engines with setting elements (1, 1a), with which the intake/exhaust valve (30) is opened and closed and with which respectively a valve element (3, 3a) is actuated, which control the inflow and outflow of a pressurized medium and of at least one setting piston (15), displaceable via the pressurized medium for opening and closing the intake/exhaust valve (30), whereby the one valve element (3a) connects in one position a pressure line (7) with a pressure chamber (14) in front of the setting piston (15) and the other valve element (3) closes a tank line (12), whereby the intake/exhaust valve (30) is adjustable in its closed position by a force independent from the pressurisation of the setting piston (15), whereby the one valve element (3a) adjusts into its position closing the pressure line (7) and the pressurized medium which is within the pressure chamber (14) in front of the setting piston (15) is being displaced into a tank line (12), **characterised in that** the setting elements (1, 1a) are piezoelectric elements and that both the valve elements (3, 3a) work in an opposite direction and control the inflow to a common supply line (10) for the pressurized medium, which flows to the pressure chamber (14) and that the two piezoelectric elements (1, 1a) for adjustment of the course of the intake/exhaust valve (30) are actuatable independently from one another and that the one piezoelectric element (1) is effective as a shutter for the tank line and the other piezoelectric element (1a) is effective as an opener for the pressure line.
2. Valve control according to claim 1, **characterised in that** both valve elements (3, 3a) are parts of seat valves (9, 9a), which control the inflow of the pressurized medium from the pressure line (7) to the setting piston (15).
3. Valve control according to claim 2, **characterised in that** both seat valves (9, 9a) are connected to the common supply line (10).
4. Valve control according to claim 2 or 3, **characterised in that** with piezoelectric elements (1, 1a) being non-electric the one seat valve (9) is opened and the other seat valve (9a) is closed.
5. Valve control according to one of the claims 1 to 4, **characterised in that** the setting piston (15) acts via a pestle (19) in combination with a valve stem (22) of the intake/exhaust valve (30), advantageously cooperating via a bucket tappet (20) with the pestle (19).
6. Valve control according to one of the claims 1 to 5, **characterised in that** the both piezoelectric elements (1, 1a) act in combination respectively via a pestle (2, 2a) with the valve element (3, 3a).
7. Valve control according to one of the claims 4 to 6, **characterised in that** the valve element (3) of the opened seat valve (9) is adjustable by the pestle (2) of the one piezoelectric element (1) at its current feed to its closing position, in which the supply line (10) is separated from the tank line (12).
8. Valve control according to one of the claims 4 to 7, **characterised in that** the valve element (3a) of the closed seat valve (9a) is adjustable by the pestle (2a) of the further piezoelectric element (1a) at its current feed into its open position, in which the pressure line (7) is connected with the supply line (10), flowing to the pressure chamber (14).
9. Valve control according to one of the claims 1 to 8, **characterised in that** at chronological sufficient current feed of both piezoelectric elements (1, 1a) the setting piston (15) and with it the driven intake/exhaust valve (30) executes its maximum lift and can be held there.
10. Valve control according to one of the claims 2 to 9, **characterised in that** for holding the setting piston (15) in the maximum open position both seat valves (9, 9a) are closed.
11. Valve control according to one of the claims 2 to 10, **characterised in that** for holding the setting piston (15) in the maximum open position the one seat valve (9) is closed and the other seat valve (9a) is opened.

12. Valve control according to one of the claims 2 to 11, **characterised in that** at chronological shorter current feed of both piezoelectric elements (1, 1a) the setting piston (15) executes a smaller lift in comparison with the maximum lift.
13. Valve control according to claim 12, **characterised in that** for holding the setting piston (15) at reduced opening lift both seat valves (9, 9a) are closed.
14. Valve control according to one of the claims 1 to 13, **characterised in that** both piezoelectric elements (1, 1a) act in combination via a transmitter (33, 33a), preferably a lever with two branches, with the pestle (2, 2a).
15. Valve control according to claim 14, **characterised in that** both transmitters (33, 33a) are arranged overlapping one another, seen in direction of its pivoting axis (36, 36a).
16. Valve control according to claim 14 or 15, **characterised in that** both transmitters (33, 33a) are disposed in line.
17. Valve control according to one of the claims 14 to 16, **characterised in that** both transmitters (33, 33a) are disposed parallel to one another and advantageously at an acute angle to a longitudinal midplane (77) of a valve case (5).
18. Valve control according to one of the claims 1 to 17, **characterised in that** the valve element (3, 3a), advantageously manufactured out of a ball comprises a seat means (83), from which protrudes an appendix (84), smaller in the cross-section.
19. Valve control according to claim 18, **characterised in that** the compression spring (6, 6a) is put onto the appendix (84) of the valve element (3, 3a), advantageously widening itself conically from the seat means (83) on.
20. Valve control according to claim 18 or 19, **characterised in that** at the transition from the appendix (84) to the seat means (83) the difference in diameter corresponds to the double wire gauge of the compression spring (6, 6a).
21. Valve control according to one of the claims 18 to 20, **characterised in that** at the free end of the appendix (84) a further seat means (85) is provided, preferably partially spherically or conically formed.
22. Valve control according to claim 21,

characterised in that the further seat means (85) comprises a smaller diameter of the seat than the other seat means (83).

23. Valve control according to one of the claims 14 to 22, **characterised in that** the both pestles (2, 2a) are situated at the same side of the two transmitters (33, 33a).
24. Valve control according to one of the claims 14 to 23, **characterised in that** the both transmitters (33, 33a) are disposed spatially offset to each other.

Revendications

1. Commande de soupape pour des soupapes d'admission et d'échappement (30) de moteurs à combustion interne, comportant des éléments de réglage (1, 1a) par lesquels la soupape d'admission/échappement (30) est ouverte et fermée et par lesquels un élément de soupape respectif (3, 3a) est actionné, qui commandent l'afflux et l'évacuation d'un fluide sous pression vers et depuis au moins un piston de réglage (15) mobile au moyen du fluide sous pression pour ouvrir et fermer la soupape d'admission/échappement (30), dans laquelle l'un des éléments de soupape (3a) relie dans une position une conduite sous pression (7) à un compartiment sous pression (14) devant le piston de réglage (15), et l'autre élément de soupape (3) referme dans une position une conduite de réservoir (12), la soupape d'admission/échappement (30) peut être déplacée dans sa position de fermeture par une force indépendante de la sollicitation en pression du piston de réglage (15), l'un des éléments de soupape (3a) est déplacé dans sa position refermant la conduite sous pression (7), et le fluide sous pression situé dans le compartiment de pression (14) devant le piston de réglage (15) est refoulé dans une conduite de réservoir (12), **caractérisée en ce que** les éléments de réglage (1, 1a) sont des éléments piézoélectriques, **en ce que** les deux éléments de soupape (3, 3a) opèrent en sens opposés et commandent l'afflux vers une conduite d'alimentation commune (10) pour le fluide sous pression, conduite qui débouche dans le compartiment de pression (14), **en ce que** les deux éléments piézoélectriques (1, 1a) pour régler la course de la soupape d'admission/échappement (30) sont actionnables indépendamment l'un de l'autre, et **en ce que** l'un des éléments piézoélectriques (1) fait office de dispositif de fermeture pour la conduite de réservoir et l'autre élément piézoélectrique (1a) fait office de dispositif d'ouverture pour la conduite sous pression.

2. Commande de soupape selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les deux éléments de soupape (3, 3a) font partie de soupapes à siège (9, 9a) qui commandent l'afflux du fluide sous pression depuis la conduite sous pression (7) vers le piston de réglage (15). 5
3. Commande de soupape selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les deux soupapes à siège (9, 9a) sont branchées à la conduite d'alimentation commune (10). 10
4. Commande de soupape selon l'une ou l'autre des revendications 2 et 3, **caractérisée en ce que** dans l'état sans courant des éléments piézoélectriques (1, 1a), l'une des soupapes à siège (9) est ouverte et l'autre soupape à siège (9a) est fermée. 15
5. Commande de soupape selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le piston de réglage (15) coopère par un poussoir (19) avec une tige de soupape (22) de la soupape d'admission/échappement (30), tige qui coopère avec le poussoir (19) avantageusement par un poussoir à cloche (20). 20 25
6. Commande de soupape selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les deux éléments piézoélectriques (1, 1a) coopèrent avec l'élément de soupape (3, 3a) par un poussoir respectif (2, 2a). 30
7. Commande de soupape selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce que** l'élément de soupape (3) de la soupape à siège ouverte (9) est susceptible d'être déplacé dans sa position de fermeture par le poussoir (2) de l'un des éléments piézoélectriques (1) lors de son alimentation en courant, position dans laquelle la conduite d'alimentation (10) est séparée de la conduite de réservoir (12). 35 40
8. Commande de soupape selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisée en ce que** l'élément de soupape (3a) de la soupape à siège fermée (9a) est susceptible d'être déplacé dans sa position d'ouverture par le poussoir (2a) de l'autre élément piézoélectrique (1a) lors de son alimentation en courant, position dans laquelle la conduite sous pression (7) est reliée à la conduite d'alimentation (10) débouchant dans le compartiment de pression (14). 45 50
9. Commande de soupape selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** lors d'une alimentation en courant de durée suffisante des deux éléments piézoélectriques (1, 1a), le piston de réglage (15) et ainsi la soupape d'admission/échappement entraînée (30) décrivent leur course maximale et peuvent y être maintenus. 55
10. Commande de soupape selon l'une des revendications 2 à 9, **caractérisée en ce que** pour maintenir le piston de réglage (15) dans la position d'ouverture maximale, les deux soupapes à siège (9, 9a) sont fermées.
11. Commande de soupape selon l'une des revendications 2 à 10, **caractérisée en ce que** pour maintenir le piston de réglage (15) dans la position d'ouverture maximale, l'une des soupapes à siège (9) est fermée et l'autre soupape à siège (9a) est ouverte.
12. Commande de soupape selon l'une des revendications 2 à 11, **caractérisée en ce que** lors d'une alimentation en courant d'une durée plus courte des deux éléments piézoélectriques (1, 1a), le piston de réglage (15) décrit une course plus petite par comparaison avec la course maximale.
13. Commande de soupape selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** pour maintenir le piston de réglage (15), la course d'ouverture étant réduite, les deux soupapes à siège (9, 9a) sont fermées.
14. Commande de soupape selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** les deux éléments piézoélectriques (1, 1a) coopèrent avec le poussoir (2, 2a) par un transmetteur (33, 33a), de préférence par un levier à deux bras.
15. Commande de soupape selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** les deux transmetteurs (33, 33a) sont agencés, vus en direction de leur axe de pivotement (36, 36a), de manière à se chevaucher.
16. Commande de soupape selon l'une ou l'autre des revendications 14 et 15, **caractérisée en ce que** les deux transmetteurs (33, 33a) sont disposés en rangée.
17. Commande de soupape selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisée en ce que** les deux transmetteurs (33, 33a) se trouvent parallèlement l'un à l'autre et de préférence sous un angle aigu par rapport à un plan longitudinal médian (77) d'un boîtier de soupape (5).
18. Commande de soupape selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisée en ce que** l'élément de soupape (3, 3a) fabriqué avantageusement à partir d'une bille comprend une partie formant siège (83) depuis laquelle fait saillie un talon (84) de plus petite section transversale.
19. Commande de soupape selon la revendication 18,

caractérisée en ce que le ressort de compression (6, 6a) est enfilé sur le talon (84) de l'élément de soupape (3, 3a), talon qui va en s'élargissant coniquement avantageusement à partir de la partie formant siège (83).

5

20. Commande de soupape selon l'une ou l'autre des revendications 18 et 19, **caractérisée en ce qu'à** la transition du talon (84) vers la partie formant siège (83), la différence de diamètre correspond au double de l'épaisseur de fil du ressort de compression (6, 6a). 10
21. Commande de soupape selon l'une des revendications 18 à 20, **caractérisée en ce qu'à** l'extrémité libre du talon (84) est prévue une autre partie formant siège (85) réalisée de préférence sous forme partiellement sphérique ou conique. 15
22. Commande de soupape selon la revendication 21, **caractérisée en ce que** l'autre partie formant siège (85) présente un diamètre de siège plus petit que l'autre partie formant siège (83). 20
23. Commande de soupape selon l'une des revendications 14 à 22, **caractérisée en ce que** les deux poussoirs (2, 2a) se trouvent sur le même côté des deux transmetteurs (33, 33a). 25
24. Commande de soupape selon l'une des revendications 14 à 23, **caractérisée en ce que** les deux transmetteurs (33, 33a) sont agencés en décalage dans l'espace l'un par rapport à l'autre. 30

35

40

45

50

55

Fig. 2

Fig. 1

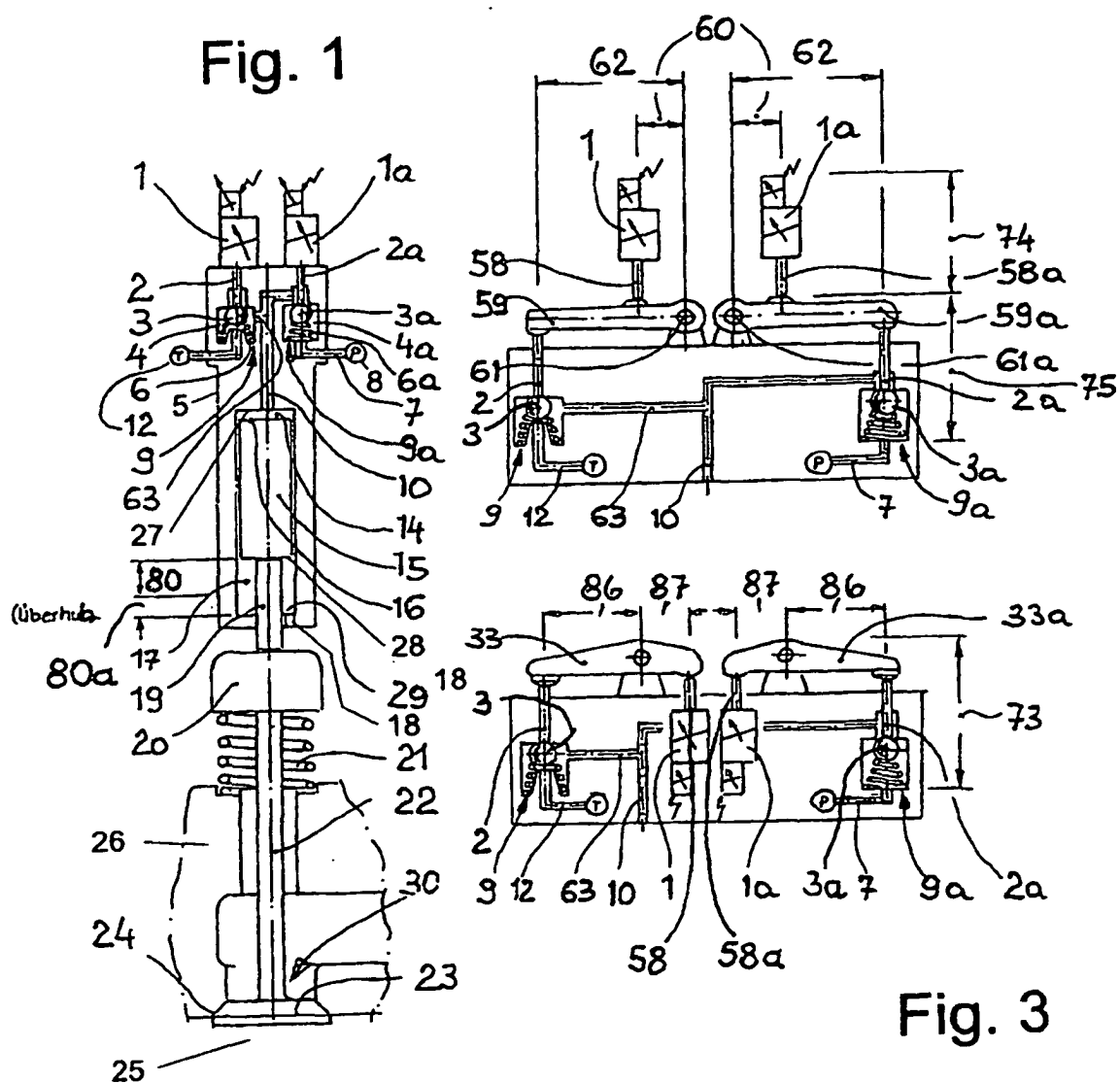


Fig. 3

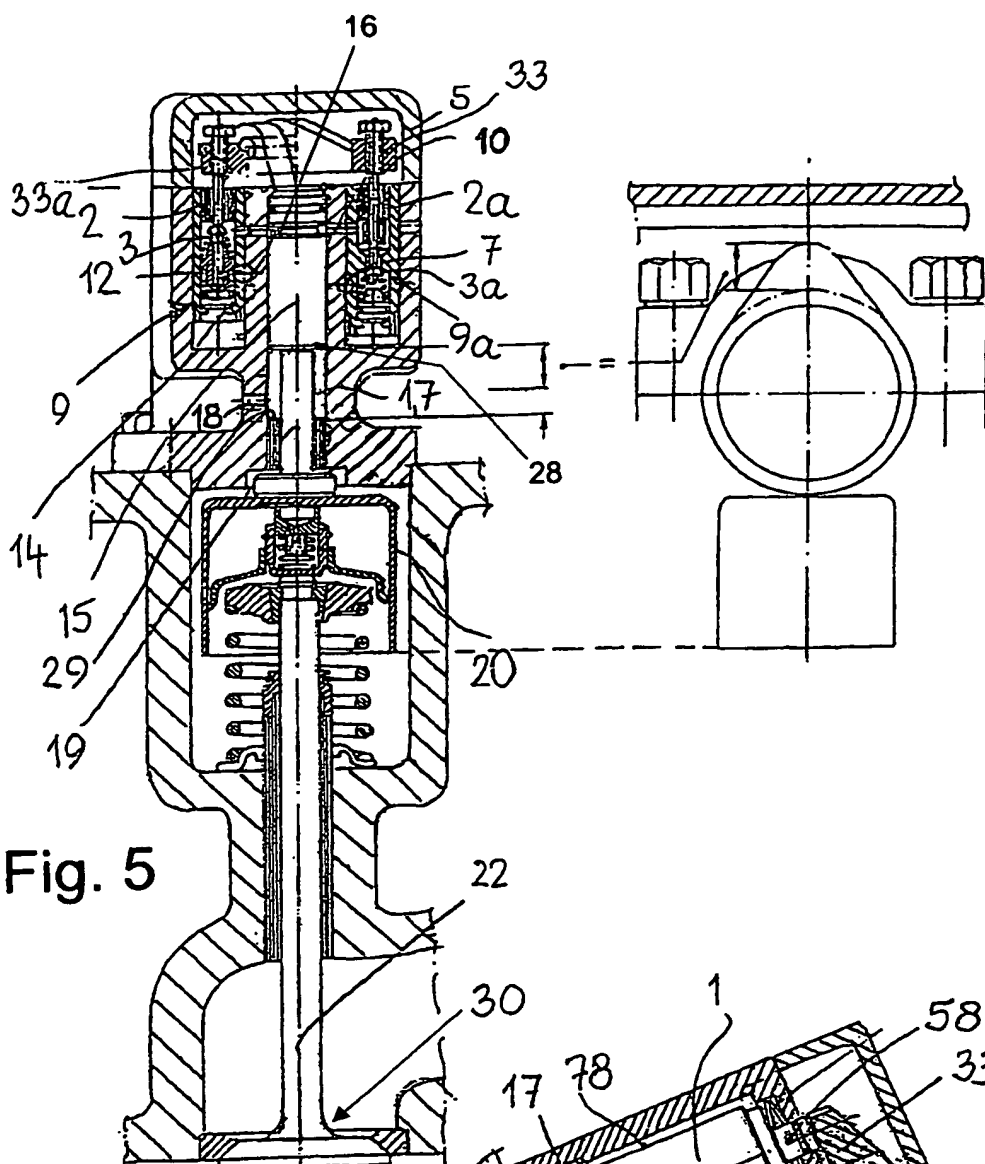


Fig. 5

Fig. 4

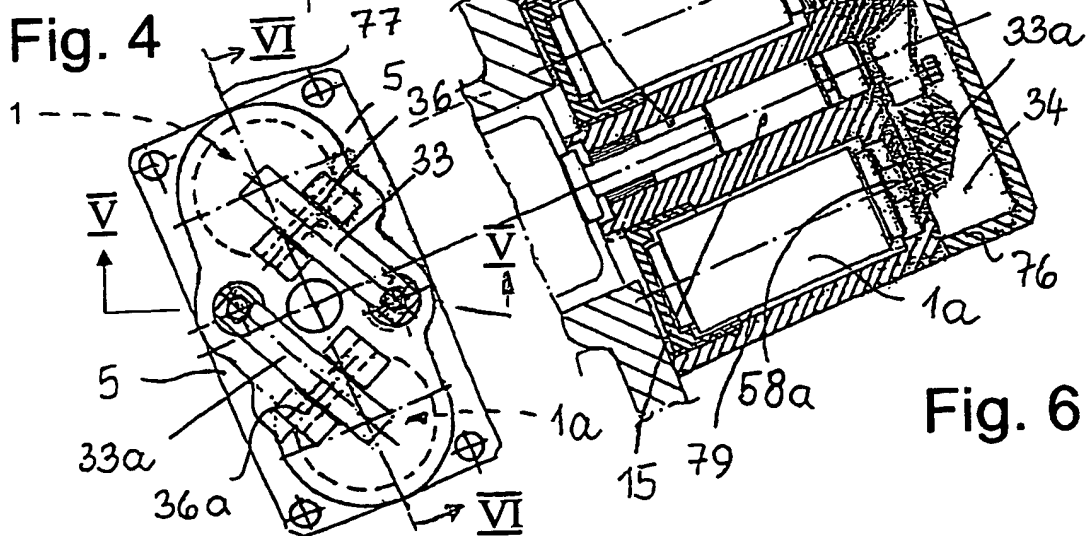


Fig. 6

Fig. 8

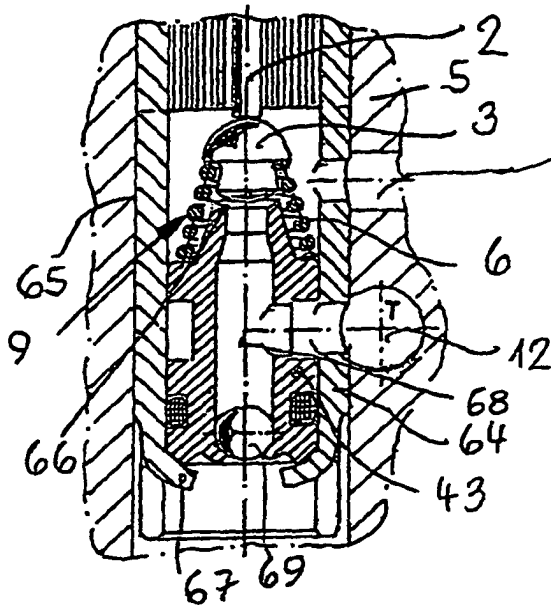


Fig. 7

