

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 88101403.9

Int. Cl.⁴: F01L 9/02, F01L 31/22, F01L 1/34

Anmeldetag: 01.02.88

Priorität: 10.02.87 DE 3704071

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 24.08.88 Patentblatt 88/34

Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

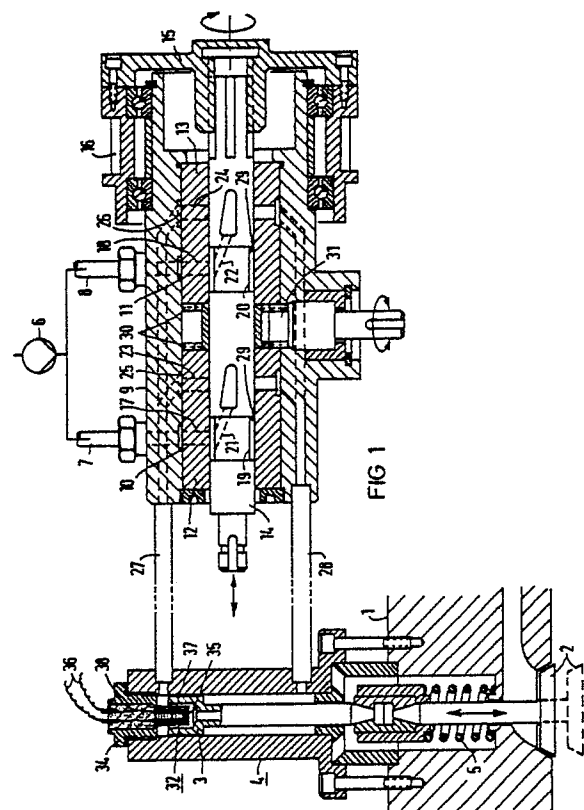
Anmelder: INTERATOM Gesellschaft mit
 beschränkter Haftung
 Friedrich-Ebert-Strasse
 D-5060 Bergisch Gladbach 1(DE)

Erfinder: Tittizer, Gabriel
 Auf dem Rosenberg 19 B
 D-5064 Rösrath 1(DE)
 Erfinder: Junghans, Ewald, Dipl.-Ing.
 Habichtweg 1
 D-5060 Bergisch Gladbach(DE)

Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al
 Postfach 22 13 17
 D-8000 München 22(DE)

Ventiltrieb mit hydraulischer Übertragung und variabler Charakteristik durch Kulissensteuerung.

Die Ventile (2) einer Verbrennungskraftmaschine werden durch hydraulische Kolben (3) gesteuert. Der Fluß des von einer Pumpe (6) gelieferten Hydraulikfluids wird durch einen Drehschieber gesteuert, bei dem der zu erzielende Ventilhub durch das axiale Verstellen einer mit halber Kurbelwellendrehzahl umlaufenden Hilfswelle (14, 15) erfolgt und eine Veränderung des Überlappungsbereiches der Öffnungszeiten von Ein- und Auslaßventilen durch das Verdrehen von um die Hilfswelle angeordneten Kulissen (12, 13) zueinander. Aus an der Maschine gemessenen Betriebsparametern, wie Drehzahl, Drehmoment und Temperatur errechnet ein Prozeßrechner optimale Werte für Ventilhub und -überlappung. Dieser Sollwert wird mit dem Istwert verglichen und bei Abweichungen der Drehschieber durch Stellorgane in Richtung einer Angleichung der Werte betätigt.



Ventiltrieb mit hydraulischer Übertragung und variabler Charakteristik durch Kulissensteuerung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ventiltrieb nach dem Oberbegriff des 1. Anspruchs. Die Anmelderin hat in der EP-A-0 191 376 einen Ventiltrieb mit hydraulischer Übersetzung beschrieben, mittels dessen eine verhältnismäßig kleine Steuerbewegung in einen verhältnismäßig großen Ventilhub umgesetzt werden kann, wie er mit den üblichen Nockenwellen wegen der Begrenzung der Flankensteilheit der Nocken nicht realisierbar ist. Damit gelang eine Änderung der Ventilcharakteristik von der bislang üblichen, mehr oder weniger sinusähnlichen Form hin zu einer angenäherten Rechteckform, wie sie für die Verbesserung sowohl der Wirtschaftlichkeit als auch des Schadstoffverhaltens von Verbrennungskraftmaschinen günstig erscheint. Immerhin ist auch bei diesem Ventiltrieb nur eine feste Ventilcharakteristik möglich, die im Hinblick auf den am häufigsten vorkommenden Betriebszustand der Maschine ausgelegt wird und bei anderen Betriebszuständen notwendigerweise nicht optimal ist. Dazu wäre es erforderlich, Ausmaß und Dauer des Ventilhubes der einzelnen Ventile und unter Umständen auch die Länge des Zeitraumes zu variieren, in dem sowohl das Ein-als auch das Auslaßventil gleichzeitig geöffnet sind, d. h. das Maß der Überschneidung der beiden Ventilcharakteristiken zu ändern. Zu diesem Zweck ist in der FR-A-2 480 853 eine hydraulische Ventilsteuerung vorgeschlagen worden, bei der aus einer zentralen Druckquelle beaufschlagte, hydraulisch betätigte Ventile dadurch in ihrer Charakteristik verändert werden, daß durch zwei gegeneinander verdrehbare Kulissen ein in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern der Maschine variabler Durchgang für das Hydraulikfluid geschaffen wird. Wegen der bei den verschiedenen Betriebstemperaturen der Maschine unterschiedlichen Viskosität des Hydraulikfluids läßt sich mit einer Einrichtung dieser Art jedoch keine exakte Ventilsteuerung erreichen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Ventiltrieb der beschriebenen Art, bei dem die Ventilcharakteristik entsprechend den jeweiligen Betriebserfordernissen geändert werden kann, ohne daß sich die vorerwähnten Nachteile ergeben.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die im kennzeichnenden Teil des 1. Anspruchs angegebenen Mittel. Durch die Drehung der Kulissen kann der für den Durchtritt des Hydraulikfluids zur Verfügung stehende Querschnitt reguliert werden und damit der Ventilhub. Dreht sich, von der Kurbelwelle aus (üblicherweise mit der halben Drehzahl) angetrieben die Hilfswelle, so wird in regelmäßigen Abständen die Zufuhr von Hydraulikfluid zu dem jeweiligen Ventil unterbrochen; die

Dauer der Unterbrechung und damit auch die der Ventilöffnungszeit werden durch die Umfangsausdehnung der fünften bzw. sechsten Kanäle bestimmt. Dabei ist es zweckmäßig, die Ventile nicht nur (wie in der zuletzt genannten Druckschrift angegeben) in ihrer einen Bewegungsrichtung mit Hydraulikfluid zu beaufschlagen, die Rückstellbewegung jedoch durch eine Feder vorzunehmen, sondern die Stellbewegung des Ventils durch die wechselseitige Beaufschlagung eines Doppelkolbens vorzunehmen. Entsprechend sind für jedes Ventil zwei Hydraulikleitungen vorzusehen.

Die im 2. Anspruch vorgeschlagene Ausgestaltung der Erfindung gestattet es, die Ventilöffnungs- und -schließzeiten der Ein- und Auslaßventile entgegengesetzt zu steuern, so daß eine wechselnd große Überlappung der beiden Ventilcharakteristiken erreicht werden kann. Eine konstruktiv besonders günstige Lösung der gegenseitigen Verdrehbarkeit der Kulissen wird im 3. Anspruch angegeben.

Die im 4. Anspruch angegebene Ausgestaltung der Erfindung gestattet es, die Höhe des Ventilhubes zu verändern, da bei einer Änderung in der Zeit, während derer Hydraulikfluid zu dem jeweiligen Ventil gelangen kann, auch das Ausmaß der Bewegung des das Ventil verschiebenden Kolbens verändert wird. Die weitere Ausgestaltung nach dem 5. Anspruch gestattet die besagte axiale Verschiebbarkeit der Hilfswelle, ohne daß gleichzeitig die zu deren Antrieb erforderlichen Elemente auch verschoben werden müßten.

Besonders beim Betrieb in Kraftfahrzeugen ändern sich die Betriebsparameter von Verbrennungsmaschinen ständig, so daß eine selbsttätige Anpassung der Ventilcharakteristik an diese Änderungen wünschenswert erscheint. Diese erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Ventiltrieb durch die im 6. Anspruch vorgeschlagenen Maßnahmen. Da die Maschine ständig mit optimaler Ventileinstellung betrieben wird, werden sowohl günstige Verbrauchswerte erreicht als auch das Auftreten schädlicher Verbrennungsrückstände minimiert. Der 7. Anspruch gibt die konstruktiven Mittel an, mittels derer eine derartige selbsttätige Anpassung am günstigsten erfolgen kann.

Im 8. Anspruch sind die Parameter aufgeführt, in deren Abhängigkeit ein Ventiltrieb nach der vorliegenden Erfindung am vorteilhaftesten betrieben wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, und zwar zeigt

Figur 1 einen Längsaxialschnitt,

Figur 2 und Figur 3 typischerweise erreichbare Ventilcharakteristiken und

Figur 4 schematisch die zur Steuerung des Ventiltriebes vorgeschlagene Schaltung.

In einem Motorblock 1 sind eine Vielzahl von Ventilen 2 angeordnet, von denen hier nur eines gezeigt ist. Betätigt wird das Ventil 2 durch das Verschieben eines aus einem ferritischen Material hergestellten Kolbens 3, der in einem am Motorblock 1 befestigten Steuerzylinder 4 gleitet und wechselseitig von der einen oder anderen Seite mit Hydraulikfluid beaufschlagt wird. Die jeweilige Lage des Kolbens 3 wird durch einen kontaktlosen Wegaufnehmer 32 erfaßt, der aus einem oben in den Steuerzylinder 4 eingesetzten, aus einem unmagnetischen, beispielsweise austenitischen Material gefertigten Gehäuse 34 besteht, in dem ein aus einem Magnetkern 35 und einer Spule 37 zusammengesetzter Elektromagnet durch Isolierung 38 getrennt untergebracht ist, wobei die Spule 37 durch Zuleitungen 36 versorgt wird. Das sich bei Oberlage des Kolbens 3 über die Wandung des Steuerzylinders 4 schließende Magnetfeld bricht zusammen, wenn sich der Kolben 3 abwärts bewegt. Eine Feder 5 dient anders als bei herkömmlichen Ventilen nicht der Rückstellung derselben sondern lediglich dem Spielausgleich. Von einer nur angedeuteten Ölpumpe 6 mit variablem Massenstrom gehen für die getrennte Betätigung der Einlaß- bzw. Auslaßventile eine erste bzw. zweite Zufuhrleitung 7, 8 aus und münden im Inneren eines Gehäuses 9 in einer ersten bzw. zweiten umlaufenden Ringnut 10, 11. Drehbar im Inneren des Gehäuses 9 sind eine erste bzw. zweite Kulisse 12, 13 angeordnet und in diesen wiederum eine aus zwei ineinander schiebbaren Teilen 14, 15 bestehende Hilfswelle, wobei das ortsfeste Teil 15 z. B. mit einem Antriebszahnrad 16 versehen ist, mittels derer die Hilfswelle 14, 15 von der hier nicht gezeigten Kurbelwelle der Verbrennungskraftmaschine in bekannter Weise mittels eines hier ebenfalls nicht gezeigten Zahnriemens mit halber Kurbelwellenumdrehungszahl angetrieben wird. Die erste bzw. zweite Kulisse 12, 13 sind mit sich radial erstreckenden dritten bzw. vierten Kanälen 17, 18 versehen, durch die das bis in die erste bzw. zweite Ringnut 10, 11 gelangte Hydraulikfluid hindurchtreten kann. Von hier aus fließt das Hydraulikfluid in eine fünfte bzw. sechste Ringnut 19, 20 in der Hilfswelle 14. Von hier aus erstrecken sich axial ein fünfter bzw. sechster Kanal 21, 22 bis zur Querschnittsebene eines siebten bzw. achten Kanals 23, 24, die sich ebenfalls radial durch die Kulissen 12, 13 erstrecken und in einer dritten bzw. vierten Ringnut 25, 26 münden, von denen aus je Ventil ein erster und zweiter Kanal 27, 28 zu dem betreffenden Steuerzylinder 4 führt. Durch das Umfangsmaß der Mündung des

fünften bzw. sechsten Kanals 21, 22 auf der Oberfläche der Hilfswelle 14 wird die Dauer der Beaufschlagung des zugehörigen Kolbens 3 mit Hydraulikfluid bestimmt und damit dessen Verschiebeweg. Dieser wiederum ist gleich dem erzielten Ventilhub. Die fünfte und sechste Ringnut 19, 20 sind durch in axialer Richtung verlaufende Stege 29 in ebensovielen Kammern geteilt, wie Ventile zu betätigen sind. Die Kulissen 12, 13 sind an ihren einander gegenüberliegenden Seiten mit Zahnkränzen 30 versehen. In ihre Verzahnung greift ein um eine Querachse drehbares Stellzahnrad 31 ein, so daß sich bei dessen Drehung die Kulissen 12, 13 gegeneinander verdrehen. Es läßt sich so die zeitliche Zuordnung der Ventilsteuerzeiten von Ein- und Auslaßventil verändern.

Diese Eigenschaft wird durch die Figuren 2 und 3 veranschaulicht. In der Figur 1 stellt die Kurve a die bislang übliche, angenähert sinusförmige Steuercharakteristik der Ventile dar, wie sie mit der herkömmlichen Nockensteuerung zu erreichen ist. Mit b ist dagegen eine mit der hier vorgeschlagenen Vorrichtung zu erzielende, mehr rechteckförmige Steuerkurve dargestellt. Der so dargestellte große Ventilhub ergibt sich, wenn das verschiebbare Teil 14 der Hilfswelle so verschoben ist (in der Figur 1 nach rechts), daß ein sich über einen größeren Teil des Umfanges erstreckender Teil der Mündungen des fünften bzw. sechsten Kanals 21, 22 gegenüber dem siebten bzw. achten Kanal 23, 24 zu liegen kommt. Durch die je Umdrehung der Hilfswelle 14, 15 längere Zeit der Überschneidung dieser Öffnungen tritt eine größere Menge Hydraulikfluid hindurch und bewirkt einen größeren Verschiebeweg des Kolbens 3. Wird umgekehrt das verschiebbare Teil 14 der Hilfswelle in die andere Richtung verschoben, ergibt sich infolge des dann kleineren wirksamen Querschnittes der Öffnungen des fünften bzw. sechsten Kanals 21, 22 eine kürzere Überschneidungszeit. Weniger Hydraulikfluid tritt durch, der Kolben 3 wird nur um eine kleinere Strecke verschoben und es ergibt sich die Ventilcharakteristik c in der Figur 2. In dem Diagramm der Figur 3, in dem gleichfalls h den Ventilhub und t die Zeit bedeutet sind die Ventilkurven sowohl eines Ein- als auch eines Auslaßventils b, bzw. b₂ dargestellt, wobei sich die Ventilcharakteristiken über eine Strecke x₁ überlappen, d. h. für den entsprechenden Zeitraum beide Ventile gleichzeitig geöffnet sind. Bei anderen Betriebsverhältnissen kann es günstiger sein, die Zeitdauer des gleichzeitigen Öffnens zu verlängern, was bedeutet, daß der Bereich der Überlappung auf die Strecke x₂ ausgedehnt wird. Hierzu werden die Kurve b, nach b₂ und die Kurve b₁ nach b₄ symmetrisch zueinander verschoben, was durch ein Verdrehen des Stellzahnrades 31 und damit der Kulissen 12, 13 zueinander erreicht

wird.

Der in der Figur 1 dargestellte Drehschieber ist in der schematischen Darstellung der Figur 4 mit 40 bezeichnet. Der Betrieb der Verbrennungskraftmaschine wird z. B. durch drei Meßaufnehmer und -umformer überwacht, und zwar durch einen Drehzahlmesser 41, einen Drehmomentmesser 42 und ein Thermometer 43. Die Meßwerte werden einem Prozeßrechner und Impulsgenerator 44 zugeführt, der daraus einen Sollwert für die jeweilige Ventilstellung errechnet und in einen Komparator 45 eingibt. Hier wird der Sollwert mit einem in einem Verstärker 49 verstärkten Istwert der momentanen Ventilstellung verglichen, wie er von dem kontaktlosen Wegaufnehmer 32 geliefert wird, mit dessen Hilfe an jedem Steuerzylinder 4 die Lage des dazugehörigen Kolbens 3 ermittelt wird. Um den Ist- an den Sollwert anzugleichen, gibt der Komparator 45 Steuersignale an einen ersten Schrittmotor 46, mit dem der bewegliche Teil 14 der Hilfswelle verschoben wird und an einen zweiten Schrittmotor 47, daß das Stellzahnrad 31 betätigt. Entsprechend den jeweiligen Gegebenheiten kann der eine oder andere der Schrittmotoren 46, 47 oder auch beide gleichzeitig betätigt werden, wobei im letzteren Falle sich eine Überlagerung der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Änderungen der Ventilcharakteristik ergibt. Das aus dem Zylinder 4 verdrängte Hydraulikfluid fließt über eine Rücklaufleitung 33 in ein Reservoir 48, aus dem die Pumpe 6 ansaugt.

Ansprüche

1. Ventiltrieb für eine Verbrennungskraftmaschine (1) mit einer von der Kurbelwelle angetriebenen Hilfswelle (14, 15), einer Hydraulikpumpe (6) und Ventilen (2), die je für sich durch die Einwirkung des Hydraulikfluids auf einen Kolben (3) bewegbar sind, wobei die Hilfswelle mit drehbaren Kulissen (12, 13) versehen ist, mit deren Hilfe die Zufuhr von Hydraulikfluid zu den Ventilen in regelmäßigen Abständen abgesperrt und wieder freigegeben wird, **gekennzeichnet durch** folgende Merkmale:

a) ein Gehäuse (9), in dem die Hilfswelle (14, 15) gelagert ist und das mit einer ersten und zweiten Zufuhrleitung (7, 8) für Hydraulikfluid zur Betätigung der Ein- bzw. Auslaßventile (2) verbunden ist, die sich bis auf die Innenseite des Gehäuses fortsetzen und in einer ersten und zweiten Ringnut enden (10, 11), sowie mit einer dritten bzw. vierten Ringnut (25, 26), von denen aus sich ein erster und zweiter (27, 28) bzw. siebenter und achter (23, 24) Kanal zu jedem Ein- bzw. Auslaßventil erstreckt,

b) einer oder zwei Kulissen (12, 13), die zwischen Gehäuse (9) und Hilfswelle (14, 15) angeordnet sind und mit einer der Ventilizahl entsprechenden Zahl von radialen, an ihrer Außenseite in den ersten bis vierten Ringnuten (10, 11, 25, 26) endenden dritten und vierten (17, 18) Kanälen versehen sind,

c) fünften und sechsten Ringnuten (19, 20) in der Hilfswelle (14, 15), in die die ersten bzw. dritten Kanäle (27, 17) an ihrer Innenseite münden, und mit hiervon ausgehenden fünften und sechsten Kanälen (21, 22), die sich axial erstrecken und in der Querschnittsebene der zweiten bzw. vierten Kanäle (28, 18) nach außen münden, wobei die Ringnuten durch Stege 29 in eine der Ventilizahl entsprechende Zahl von Sektoren geteilt sind.

2. Ventiltrieb nach Anspruch 1 mit zwei Kulissen (12, 13), **dadurch gekennzeichnet**, daß diese in einander entgegengesetztem Drehsinn gegenüber dem Gehäuse (9) verdrehbar sind.

3. Ventiltrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kulissen (12, 13) mittels eines quer zu ihrer Achse drehbaren, zwischen ihnen angeordneten und in an ihnen angebrachte Zahnkränze (30) eingreifenden Stellzahnrades (31) verdrehbar sind.

4. Ventiltrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hilfswelle (14, 15) axial verschieblich ist und die Mündungen der fünften und sechsten Kanäle (21, 22) auf ihrer Oberfläche in verschiedenen Querschnittsebenen verschieden große Teile des Wellenumfanges einnehmen.

5. Ventiltrieb nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hilfswelle aus zwei ineinander verschiebbaren Teilen (14, 15) besteht, von denen der eine (14) mit den fünften und sechsten Ringnuten (19, 20) bzw. Kanälen (21, 22) versehen ist und der andere mit den Antriebselementen (16).

6. Ventiltrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das axiale Verschieben der Hilfswelle (14) und/oder das Verdrehen der Kulissen (12, 13) zueinander durch Stellorgane (46, 47) erfolgt, die in dem Sinne gesteuert werden, daß Ventilhub und -öffnungszeit Sollwerten nachgefahren werden, die in Abhängigkeit von gemessenen Betriebsparametern (41-43) der Verbrennungskraftmaschine (1) bestimmt werden.

7. Ventiltrieb nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedes Ventil (2) mit einem Wegaufnehmer (32) versehen ist, dessen Meßsignal als Istwert in einen Komparator (45) eingeht, der ihn mit einem Sollwert vergleicht, der durch einen Prozeßrechner (44) aus den aktuellen Betriebsparametern (41-43) der Verbrennungskraftmaschine ermittelt wird, wobei der Komparator bei Abweichungen des Ist vom Sollwert Steuersignale an die Stellorgane (46, 47) sendet.

8. Ventiltrieb nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß als aktuelle Betriebsparameter Drehzahl (41), Drehmoment (42) und/oder Temperatur (43) eingehen.

5

10

15

20

25

30

35

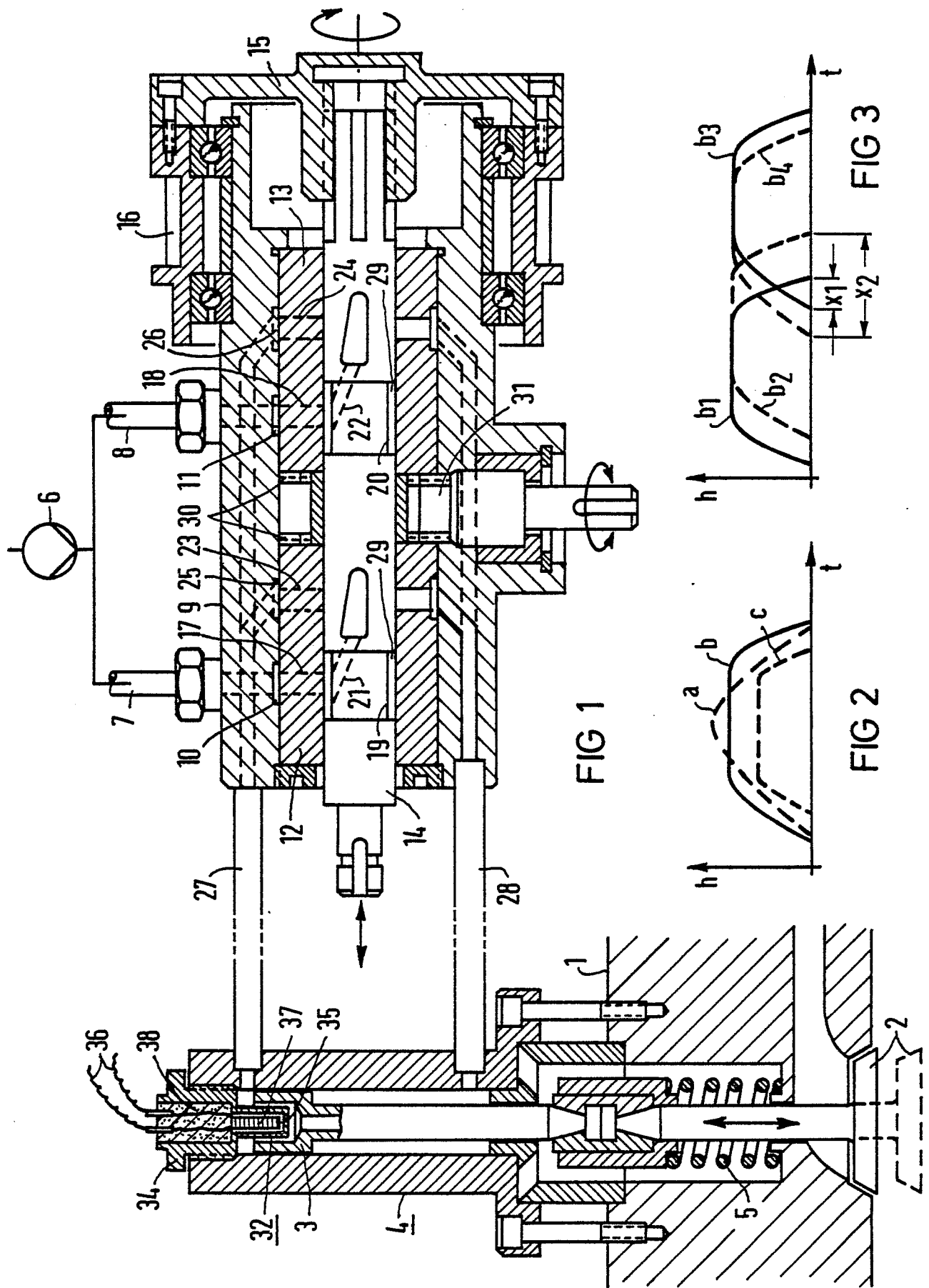
40

45

50

55

5



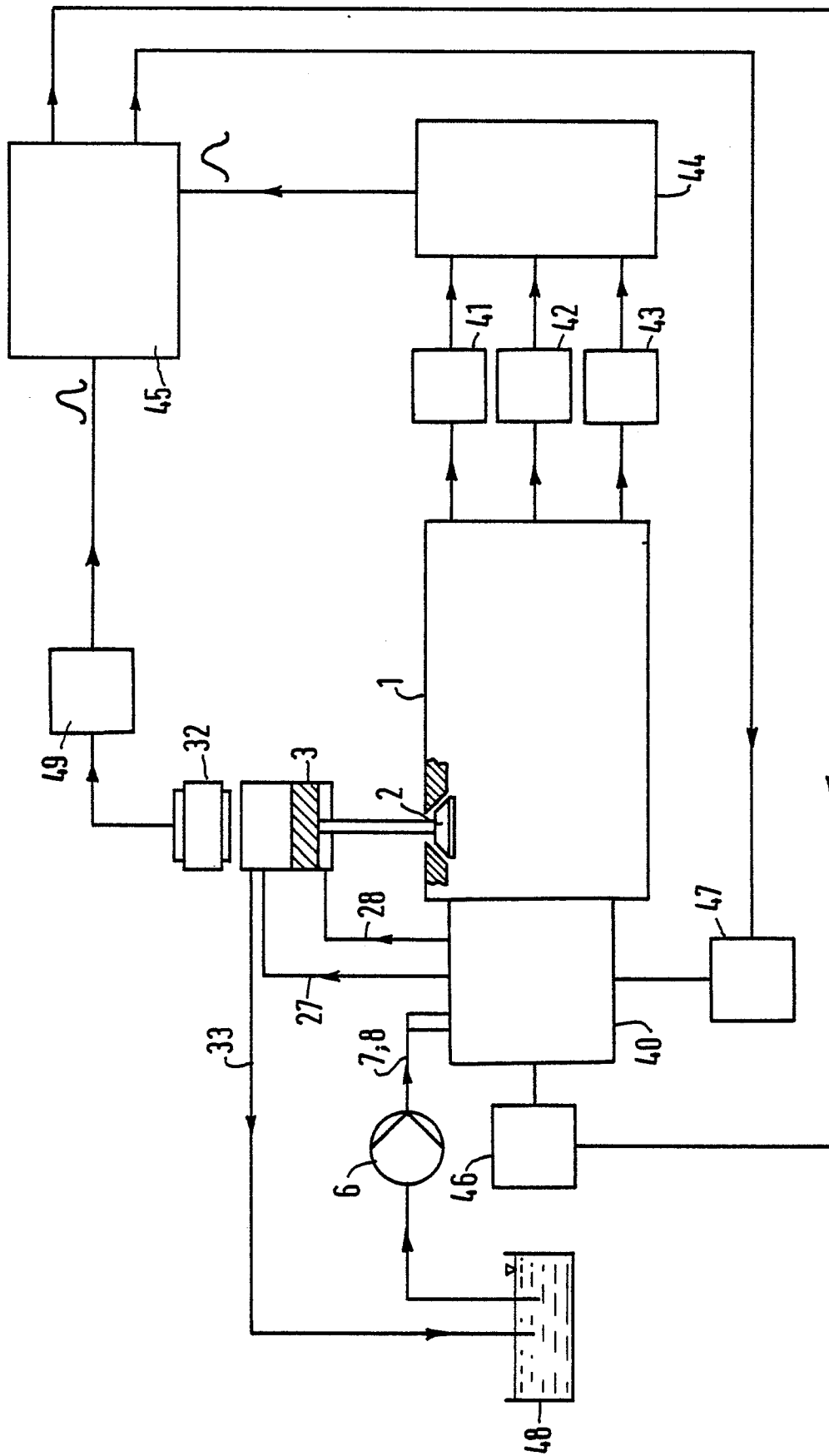


FIG 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	US-A-2 692 588 (CATHERS) * Spalte 2, Zeile 34 - Spalte 3, Zeile 65; Abbildungen 2-18 * ---	1,4,5	F 01 L 9/02 F 01 L 31/22 F 01 L 1/34
A	DE-A-1 962 323 (DAIMLER BENZ) * Seite 6, Zeile 24 - Seite 9, Zeile 7; Seite 10, Zeilen 10-34; Abbildungen 1-4 * ---	1,4,6,8	
D,A	FR-A-2 480 853 (RENAULT) * Seite 3, Zeile 5 - Seite 5, Zeile 13; Seite 6, Zeilen 4-17; Seite 9, Zeile 32 - Seite 10, Zeile 17; Abbildungen 1-4 * ---	1,2,6,8	
A	FR-A-2 428 144 (M.A.N.) * Seite 8, Zeile 4 - Seite 9, Zeile 39; Abbildung 1 * ---	1	
A	US-A-4 476 823 (WILLIAMS) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 01 L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18-05-1988	Prüfer LEFEBVRE L.J.F.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			