



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: 89810139.9

 Int. Cl.⁴: **F 04 B 43/08**
F 04 B 17/04, F 04 B 21/04,
F 04 B 9/10, F 04 B 15/06

 Anmeldetag: 22.02.89

 Priorität: 03.06.88 CH 2109/88

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 06.12.89 Patentblatt 89/49

 Benannte Vertragsstaaten:
 CH DE FR GB IT LI NL SE

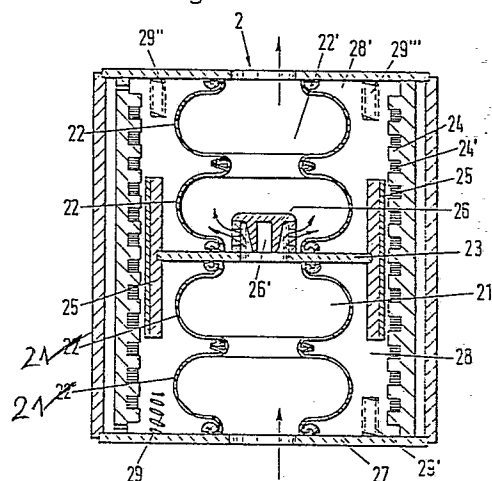
 Anmelder: **GEBRÜDER SULZER**
AKTIENGESELLSCHAFT
 Zürcherstrasse 9
 CH-8401 Winterthur (CH)

 Erfinder: **Kläui, Erich**
 Gotthelfstrasse 77
 CH-8472 Seuzach (CH)

 **Mehrkammer-Pumpe, Ventil für eine derartige Pumpe und Verwendung der Pumpe.**

 Die Mehrkammerpumpe (2) umfasst eine Reihe von Kammern (21, 21'), die balgartige Wände (22) oder teleskopartig ineinanderlaufende Wände aufweisen. Die Kammern sind durch einen Ventilboden (23) getrennt, auf welchem eine Ventil (26) angebracht ist, das in Förderrichtung (Pfeile) einen geringeren Strömungswiderstand als in umgekehrter Richtung aufweist. Der Antrieb der Pumpe, d.h. die Bewegung des Ventilbodens (23), kann z.B. mit einem Linearmotor (24, 24', 25) oder mit einem hydraulischen Motor erfolgen. Die Mehrkammerpumpe (2) eignet sich für das Fördern von Mehrphasen-Fördermedien.

Fig. 2



Beschreibung

Mehrkommer-Pumpe, Ventil für eine derartige Pumpe und Verwendung der Pumpe.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Mehrkommerpumpe mit mindestens zwei Kammern. Weiter bezieht sich die Erfindung auf ein Ventil für eine derartige Pumpe sowie Verwendungen der Pumpe.

Es sind beispielsweise Quetschpumpen bekannt, bei denen ein flexibler Schlauch mit Quetschwalzen, die auf einem sich drehenden Rad angebracht sind, im Pumpabschnitt des Schlauchs in mehrere Kammern geteilt wird. Die Quetschwalzen drücken dabei den Schlauch gegen eine feste Unterlage, z.B. Platte. Jede der Kammern ist mit Fördermedium gefüllt, das durch das Abrollen der Quetschwalzen weitergepumpt wird. Diese Pumpen versagen ihren Dienst vielfach, wenn das Fördermedium beispielsweise ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch ist. Grössere Gasmengen werden nur noch mit ungenügendem Wirkungsgrad gefördert. Wenn das Fördermedium auch Feststoffe enthält, besteht die Gefahr der Beschädigung des flexiblen Schlauchs. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Pumpe zu schaffen, welche in der Lage ist, beispielsweise Fördermedien mit einem beliebigen und auch wechselnden Mischverhältnis von Flüssig- und Gasphase mit ausreichendem Wirkungsgrad zu fördern. Die Pumpe soll in der Lage sein, sowohl die reine Gasphase, als auch die reine Flüssigphase zu fördern. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Ventil zu schaffen, das für derartige Pumpen besonders geeignet ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, besonders vorteilhafte weitere Verwendungen derartiger Pumpen nach der Erfindung zu zeigen.

Erfindungsgemäss vorgesehen ist eine Mehrkommer-Pumpe mit mindestens zwei Kammern mit veränderbarem Volumen, wobei die Kammern in Förderrichtung des Fördermediums in Serie geschaltet sind, und jede der Kammern mindestens ein Einlassventil und/oder mindestens ein Auslassventil aufweist, das in Förderrichtung einen für den Fluss des Fördermediums geringeren Strömungswiderstand aufweist als in der entgegengesetzten Richtung, und die Kammern Mittel aufweisen, die das Vergrössern und Verkleinern des Kammervolumens mindestens einer dieser Kammern ermöglichen, und mit Antriebs- und Steuermitteln zum Vergrössern und Verkleinern des Volumens mindestens der einen Kammer. Das Ventil ist erfindungsgemäss durch die Merkmale im Kennzeichen des unabhängigen Anspruchs 22 gekennzeichnet. Die Verwendung der Mehrkommer-Pumpe ist erfindungsgemäss durch die Merkmale im Kennzeichen der unabhängigen Ansprüche 23 und 24 gekennzeichnet.

Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung.

Eine Mehrkommer-Pumpe nach der Erfindung fördert problemlos Ein- und Mehrphasengemische mit beliebigen Anteilen der einzelnen Phasen flüssig und gasförmig des Fördermittels oder Fördermediums. Es ist aber auch möglich, nur eine der beiden Phasen allein mit ausreichendem Wirkungsgrad zu fördern. Durch die Wahl eines Ventils, das im Gemisch bei dessen Durchfluss eine beträchtliche

Vermischung der Phasen bewirkt, wird das Entmischen der beiden Phasen verhindert. Das Anordnen von Kammern unmittelbar aneinandergrenzend, ermöglicht kompakte Bauweise, einfacher Antrieb eventuell nur eines einzigen Ventilbodens und die Doppelfunktion einzelner Ventile als Auslassventil für die eine Kammer sowie Einlassventil für die nächste. Das Verwenden von flexiblen Kammerwänden, beispielsweise Balgen aus flexiblem Werkstoff, wie einem Elastomer, ermöglicht einfache Konstruktionen. Die eher niedrige Druckfestigkeit solcher Balge allein kann mit einem korsettartigen Druckmantel oder Druckgefäss wesentlich erhöht werden.

Für den Antrieb der Pumpe sind die verschiedensten Systeme geeignet, wie beispielsweise hydraulische Kolben, insbesondere hydraulische Ringkolben, elektrische Linearmotoren, z.B. als Spaltrohrlinearmotoren ausgebildete Synchron- oder Asynchronmotoren, vor- und rücklaufende Spindelantriebe, Zahnstangenantriebe, Antriebe mit Schaltkupplungen für den Vor- und Rückwärtslauf usw.

Der Einbau von Federelementen als Anschläge für beispielsweise oszillierende Teleskoprohre ermöglicht neben dem sanfteren Abbremsen dieser Maschinenteile das Rückgewinnen von Energie für den Rücklauf in der umgekehrten Richtung. Das Bauen der Pumpe als mechanischen Oszillator, ist beim Betrieb bei der Resonanzfrequenz auch im Energieverbrauch besonders interessant und vorteilhaft.

Als Federelement zum Ausgleich von Druckpulsationen im System, kann ein Hohlraum als Gaskammer vorgesehen sein, der sich beim Fördern beispielsweise eines Flüssig-Gas-Gemisches mit Gas füllt. Der Hohlraum kann als Teil eines Ventils diesem angeordnet sein. Das Ventil kann aber auch noch die Funktion eines Verdrängungskörpers übernehmen und/oder es können separate Verdrängungskörper vorgesehen sein, die das Totvolumen der Pumpenkammern (Totvolumen = Volumen des Fördermediums, das am Ende der Förderphase in der Pumpenkammer verbleibt) verkleinern, was den Wirkungsgrad der Pumpe verbessert.

Um bei Mehrphasenfördermedien den Lauf und die Arbeitsweise der Pumpe zu verbessern, kann es günstig sein, das Verhältnis von beispielsweise Flüssigkeits- zu Gasanteil innerhalb gewisser Grenzen zu halten oder den Flüssigkeitsanteil nicht unter einen vorgegebenen Anteil sinken zu lassen, was mit Rezirkulationsvorrichtungen erreicht werden kann. Bei derartigen Rezirkulationsvorrichtungen wird Fördermedium (gasförmiges und/oder flüssiges) über Rückleitungen von nachfolgenden, vorzugsweise der letzten Stufe einer vorhergehenden, vorzugsweise der ersten Stufe der Pumpe zugeführt, um das gewünschte Verhältnis der Phasen zu erhalten bzw. einzuhalten. Es wäre auch denkbar, in Zykclone Prallbleche oder andere Flüssigkeitsabscheider vor dem Auslassventil einzelner oder mehrerer Stufen anzuordnen, um dieses gewünschte Verhältnis der Phasen zu erhalten.

Die Mehrkommerpumpe kann aus einer Reihe von

gleichartigen, hintereinandergeschalteten Stufen aufgebaut sein, wobei es ohne weiteres möglich ist, pro Stufe, d.h. pro Kammer, eine Druckerhöhung von etwa 10 bar und bei teleskoprohrartigen Konstruktionen der Kammern von etwa 30 bar oder mehr zu erzeugen. Mit derartigen Pumpen sind also Druckerhöhungen von 50 bis 100 bar ohne weiteres erreichbar.

Die Bewegung der einzelnen Kammern, bzw. Kammerböden ist derart gesteuert, dass eine möglichst kontinuierliche Förderung erzielt wird. Die Zahl der Stufen N sollte generell gleich 360° dividiert durch den Phasenunterschied in Grad oder ein Vielfaches davon sein. Beispielsweise drei hintereinandergeschaltete Stufen, die 120° phasenverschoben laufen, mit zeitlich symmetrischer Füll- und Förderphase zeigen schon ausgezeichnete Pumpeneigenschaften.

Beim Gegentakt-Betrieb (180° Phasenunterschied) z.B. sind die Bewegungen der einzelnen Kammern bzw. Ventilböden derart gesteuert, dass aufeinanderfolgend immer abwechselnd eine Kammer in der Förderphase und die benachbarten Kammern in der Füllphase sind.

Die Füll- und Förderphase brauchen keinesfalls die gleiche Dauer zu haben. Vielmehr kann es vorteilhaft sein, die Förder- oder Kompressionsphase zeitlich länger als die Rücklauf- oder Füllphase auszulegen. Die Ventilböden können nach einem trapezförmigen Bewegungsverlauf, sinusförmig oder sonst nach einer Bewegungskurve angetrieben werden.

Das Zusammenspiel der Bewegungsabläufe der Stufen untereinander, kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Wichtig ist vor allem, dass die sich folgenden Stufen so gesteuert und gebaut sind, dass die Anpassung an die physikalischen Bedingungen der Kontinuitätsgleichung (Gesetz von der Konstanz des Massenstroms für eine Strömung; d.h. die Differenz der in einem Zeitabschnitt durch eine Kontrollfläche ausströmenden über die einströmende Masse, muss gleich der in diesem Zeitabschnitt innerhalb der Kontrollfläche verschwundenen Masse sein) laufend und ohne unnötigen Energieaufwand erfolgt. So ist es z.B. bei reinem Flüssigkeitsbetrieb vorteilhaft, wenn die Bewegung nach einem allen Stufen gemeinsamen, starren Takt erfolgt. Der Synchronismus wird umso weniger wichtig, je grösser bei einem Mehrphasengemisch der kompressible Anteil im Fördermedium ist. Derartige Systeme können so gebaut werden, dass sie sich selbst an das Förderoptimum bei bestimmter Zusammensetzung des Fördermediums anpassen (Selbstadaptation). Diese Selbstanpassung ist z.B. damit zu erreichen, dass jede Pumpenstufe mit einer gegebenen Leistung angetrieben bzw. für einen bestimmten maximalen Förderdruck (Druckzuwachs zwischen Eingang und Ausgang der Stufe) ausgelegt wird. Damit wird die Überlastung einzelner Stufen vermieden und die Antriebsleistung gleichmässig auf die Stufen verteilt.

Die Leistung des Antriebs der einzelnen Stufen der Pumpe kann verschieden angepasst werden. Elektrische Motoren können mit einem Strom- und damit Druck- und/oder Leistungsbegrenzer verse-

hen sein. Hydraulische Motoren z.B. können aus einer Quelle mit konstantem Druck versorgt werden, so dass sich die Pumpenstufen auf konstanten Förderdruck einregeln.

Turm- oder Etagenventile sind aufgrund ihrer grossen möglichen Durchflussmenge in Flussrichtung bei kleinem Strömungswiderstand und ausgezeichnetem Sperrwiderstand in der entgegengesetzten Richtung, bei einfacher Konstruktion und hoher Zuverlässigkeit, besonders vorteilhaft für Pumpen nach der Erfindung.

Aufgrund der ausgezeichneten Durchmischung des Fördermittels beim Pumpvorgang ist eine derartige Pumpe auch als Gleichstrom-Stofftaucher, Gleichstrom-Mischer und/oder Begasungsvorrichtung geeignet. Der Ausdruck Gleichstrom ist hier als gleichströmend (im Gegensatz zu einem Gegenstrom-Mischer) zu interpretieren. Eine Pumpe nach der Erfindung, die nur als Mischer eingesetzt wird, kann nur einen geringfügig höheren Ausgangsdruck als der Eingangsdruck aufweisen.

Eine weitere Möglichkeit, Selbstadaptation zu erreichen, besteht darin, einen Teil der Ventilböden nicht mehr synchron, sondern frei laufen zu lassen; d.h. die Bewegungen der Ventilböden werden nicht mehr durch einen gemeinsamen, vorgegebenen Takt gesteuert, sondern die Ventilböden kehren ihre Bewegungsrichtung am Ende ihres Hubes mittels Endschaltern selbst um. Bei reiner Flüssigkeitsförderung laufen die Stufen infolge der Inkompressibilität der Flüssigkeitssäule immer noch synchron. Mit zunehmendem kompressiblem Anteil im Fördergemisch, wird der Synchronismus jedoch gelöst, so dass sich die Stufen in praktisch idealer Weise an die Erfordernisse der Kontinuitätsgleichung anpassen können, dies u.a. in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Mehrphasen-Fördergemischs.

Bei der hydraulisch angetriebenen Pumpe können die einzelnen Stufen selbst als Differentialzylinder ausgebildet werden, so dass keinerlei separate Antriebszylinder notwendig sind.

Dazu kann jede Stufe in einem Druckbehälter eingeschlossen werden. Der Durchmesser der Bälge bzw. der teleskopartig ineinandergreifenden Rohrmäntel ist auf der Eingangsseite der Stufe kleiner als auf der Ausgangsseite.

Durch Erhöhen bzw. Absenken des Druckes im Druckbehälter entsteht infolge der Durchmesserdivergenz (Querschnittsdifferenz) im beweglichen Teil der Stufe eine axiale Kraft, welche diesen beweglichen Teil antreibt.

Der Vorteil solcher Anordnungen besteht, insbesondere bei Teleskopvarianten, darin, dass der Druck im Druckbehälter grösser gehalten werden kann als im Fördermedium selbst. Dadurch werden Leckagen nach aussen vermieden. Leckagen nach innen stören kaum, wenn die Druck- bzw. Antriebsflüssigkeit aus Fördermedium selbst besteht oder so gewählt wird, dass sie mit diesem verträglich ist.

Bälge aus hochflexiblem Material, wie z.B. Elastomeren, haben den Vorteil, dass grosse prozentuale Längenänderungen von beispielsweise 100 % zulässig sind. Dadurch lässt sich das Totvolumen in Grenzen halten. Damit lassen sich auch grosshubige, langsamlaufende Pumpen von relativ geringer

Baulänge realisieren. Der Nachteil solcher flexibler Bälge ist ihre geringe Druckfestigkeit von beispielsweise nur etwa 5 bar, was bei grösseren zu erzielenden Drücken zu grossen Stufenzahlen führen kann.

Dagegen sind Metallbälge wesentlich druckfester und beispielsweise noch für Drücke von 20 bar geeignet. Sie lassen aber im Dauerbetrieb Längenänderungen, d.h. Pumpbewegungen, von beispielsweise nur 10 % zu. Dies führt bei konventioneller Anordnung der Ventilböden (Ventilboden in der Balgmitte) zu sehr hohen Totvolumen. Dieser Nachteil kann durch asymmetrische Anordnung der Ventilebenen (Ventilebene am Ende des Balgs) teilweise behoben werden.

Pumpenkammern, bei denen die Ventilböden direkt, d.h. mittels starrer mechanischer Verbindung, angetrieben werden, haben den Nachteil, dass die Linearmotoren nur während des Förderhubes voll ausgelastet sind. Ferner verlangt der direkte Antrieb der Ventilböden relativ grosse Kräfte und kleine Geschwindigkeiten.

Beides führt dazu, dass die Linearmotoren gross und schwer werden, einen schlechten Wirkungsgrad haben und schlecht ausgenutzt sind. Linearmotoren erreichen einen besseren Wirkungsgrad und können leichter und kompakter gebaut werden, wenn sie für kleinere Kräfte und höhere Geschwindigkeiten ausgelegt sind und in beiden Bewegungsrichtungen voll belastet sind. Dies ist möglich, wenn die oszillierende Bewegung des Linearmotors mittels einer geeigneten Transmission auf die Ventilböden übertragen wird. Diese Transmission muss so beschaffen sein, dass sie die vom Linearmotor zur Verfügung gestellte schnellere, aber kraftärmere Bewegung, in die für die Ventilböden benötigte langsamere, aber kraftvollere Bewegung umsetzt und die Vorwärts- wie auch die Rückwärtsbewegung des Linearmotors zur Förderung ausgenutzt wird.

Eine derartige Transmission kann mechanisch, z.B. mittels Seil- oder Stahlbandzügen, Zahnstangen usw. oder auch hydraulisch realisiert werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen, welche Ausführungsbeispiele der Erfindung und Einzelheiten zeigen, näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Das Prinzipschema einer erfindungsgemässen Pumpe mit vier angetriebenen Ventilböden mit je einem Ventil;

Fig. 2 schematisch, im Schnitt, eine Pumpe mit flexiblem Balg als Kammerwand und mit elektrischem Linearmotor als Antrieb für einen einzigen Ventilboden und mit einem Turmventil in diesem Ventilboden;

Fig. 3 schematisch, im Schnitt, eine Pumpe mit Rohren, die teleskopartig ineinander bewegt werden und mit Hydraulik-Zylinder-Antrieb für den Ventilboden mit einem Kegelventil;

Fig. 4 schematisch, im Schnitt, eine Pumpe mit Rohren, die teleskopartig ineinander bewegt werden und mit hydraulischem Ringkolben-Antrieb für den Ventilboden mit einem Kippscheibenventil;

Fig. 5 schematisch, im Schnitt, eine Pumpe mit Rohren, die teleskopartig ineinander be-

wegt werden und mit elektrischem Linearmotor-Antrieb für den Ventilboden mit einem Lamellenventil;

Fig. 6 schematisch, im Schnitt, ein Turm- oder Etagenventil;

Fig. 7 schematisch, im Schnitt, Teile einer Pumpenstufe mit einem Differentialzylinder mit hydraulischem Antrieb;

Fig. 8 schematisch, im Schnitt, Teile einer Kammerpumpe mit hochflexiblen Bälgen und druckfesten, weniger flexiblen Metallbälgen;

Fig. 9 schematisch, in einem Schnitt, eine Mehrkammerpumpe mit Linearmotor und hydraulischem Untersetzungsantrieb, bzw. Transmission;

Fig. 10 in einem schematischen Schnitt zwei mögliche Arten von magnetischen Antrieben für Pumpenstufen;

Das Prinzipschema von Fig. 1 zeigt die Pumpe 1 mit den Kammern 10, 11, 12 und 13 und den axial angetriebenen Ventilböden mit den Ventilen 14, 15, 16 und 17, die in Strömungsrichtung/Förderrichtung (generell mit Pfeilen angezeigt) und gegen diese Richtung hin und her bewegt werden. Der Strömungswiderstand der Ventile 14, 15, 16, 17 ist richtungsabhängig und in Strömungsrichtung wesentlich geringer. Eine Energieversorgung 18 versorgt die Steuerungen 19, 19', 19'' 19''' und Motoren M, M', M'', M''' mit z.B. elektrischer oder hydraulischer Energie. Die Wände der Kammern 10, 11, 12, 13 sind hier als flexibler Balg dargestellt. Mit der Rezirkulationsvorrichtung R ist es möglich, dafür zu sorgen, dass immer ein bestimmter Anteil einer Phase eines Mehrphasengemischs in der Pumpe vorhanden ist. Die Amplitude der Bewegungen der Ventilböden 14, 15, 16, 17 wird beispielsweise durch die Endschalter bzw. Umkehrschalter E, E' begrenzt und gesteuert.

Der Wände 21 und 22 der Kammern 21' und 22' der Pumpe 2 von Fig. 2 sind aus einem flexiblen Material, z.B. einem verstärkten Elastomer, gefertigt. Im Ventilboden 23, der vom Motor mit dem Stator 24 und der Stator-Wicklung 24', sowie dem Anker 25 axial hin und her bewegt wird, ist das Turmventil 26 montiert. Die Pumpe 2 ist in einem Druckbehälter 27 gekapselt und der die Kammern 21' und 22' umgebende Raum 28, 28' ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, die unter Druck steht. Damit wird der hydrostatische Druck auf die Wände 21 und 22 der Kammern 21', 22' ausgeglichen, was die Wände 21, 22 entlastet. Der Hohlraum 26' im Ventil 26 füllt sich bei vertikaler Lage des Ventils mit Gas und dient als Gaspolster oder Gasfeder. Die federnden Anschläge 29, 29', 29'', 29''' dienen u.a. zur Rückgewinnung der kinetischen Energie der sich bewegenden Teile der Pumpe.

In der Pumpe 3 von Fig. 3 bewegt sich das Rohr 31 im feststehenden Rohr 32. Die Dichtung 33 dichtet den Spalt zwischen den beiden Rohren 31, 32. Das Rohr 31 ist mit dem Ventilboden 34, der ein Kegelventil 35 aufweist, verbunden. Der Antrieb des Ventilbodens 34 erfolgt mit den Hydraulikzylindern 37. Das Gaspolster bzw. die Gasfeder bildet sich hier im Hohlraum 38. Die beiden Verdrängungskörper 39 dienen zur Reduktion des Totraums der Pumpen-

kammern.

Auch in der Pumpe 4 von Fig. 4 werden die Wände der Pumpenkammern von Rohrteilen, dem stehenden Rohr 41 und dem bewegten Rohr 42, gebildet. Der Antrieb des bewegten Rohrs 42 erfolgt hydraulisch, indem das Rohr 42 als Ringkolben ausgebildet wird, das in den Ringkammern 40, 40' wechselweise druckbeaufschlagt wird. Als Ventil im Ventilboden 43 ist hier ein Kippscheibenventil 44 vorgesehen.

Die nur halbseitig gezeichnete Pumpe 5 von Fig. 5, hat wieder einen teleskoprohrartigen Aufbau mit dem beweglichen Rohrmantel 51 und den feststehenden Rohrmänteln 52, 53. Auf dem Ventilboden 54 befindet sich das Lamellenventil 55. Als Dichtung zwischen den Rohrmänteln 51 und 52 bzw. 51 und 53 dienen die flexiblen Rollmembranen 56, 56'. Der Antrieb der Pumpe erfolgt mit dem Linearmotor 57, der im wesentlichen den Stator 57', die Wicklung 57'' und den Anker 57''' umfasst. Der Permanentmagnet 58 dient zur Polarisierung des Motors. Die Hohlräume 50, 50' sind mit Flüssigkeit gefüllt, um die Rollmembrane 56 bzw. 56' zu stabilisieren und zu stützen. Die Federn 59, 59' bilden zusammen mit dem Ventil 55, dem Ventilboden 54, dem Rohrmantel 51 und dem Anker 57''' des Linearmotors 57 sowie dem Permanentmagneten 58 einen mechanischen Oszillator, der vorzugsweise bei Resonanzfrequenz betrieben wird.

Die Fig. 2 bis 5 zeigen nur einzelne Stufen und Kammern von erfindungsgemässen Mehrkammer-Pumpen. Eine Pumpe kann selbstverständlich aus mehreren solcher Stufen bestehen. Genauso ist es möglich, derartige Pumpen nach der Erfindung parallel arbeiten zu lassen, bzw. parallel anzuordnen. Jede Kammer weist mindestens ein Eingangsventil und ein Ausgangsventil auf.

Fig. 6 schliesslich zeigt in zwei halbseitigen Schnitten ein Turm- oder Etagenventil 6, und zwar links als Einlass-, rechts als Auslassventil. Die Kanäle 60 im Mantel 61 des Ventils 6 haben in Fluss- bzw. Förderrichtung (Pfeile) einen bedeutend geringeren Strömungswiderstand als in umgekehrter Richtung.

Es sind aber auch andere, vorzugsweise vorspannungsbelastete Ventilkonstruktionen, wie Kugel-, Kegel-, Kippscheiben-, Lamellenventile usw. geeignet für eine Pumpe nach der vorliegenden Erfindung.

Die Pumpenstufe von Fig. 7 zeigt eine Pumpenstufe mit Differentialzylinder als Teleskopvariante. Der Druckbehälter 73 umschliesst die Stufe. Die ausgangsseitigen Rohrmäntel 74, 75 haben einen grösseren Durchmesser als die eingangsseitigen Rohrmäntel 76, 77. Der flüssigkeitsgefüllte Druckraum 78 ist über den Druckanschluss 79 mit dem Hydrauliksystem für den Antrieb der Pumpe verbunden. Die Feder 70 bringt den Ventilboden 71 nach jedem Förderhub wieder in die Ausgangsstellung zurück, falls der Druck des Fördermediums im eigentlichen Pumpenraum dazu selbst nicht ausreichen sollte.

Fig. 8 zeigt ein Pumpenkonzept mit zwei hintereinander geschaltete Stufen, bei dem die Vorteile der grossen Nachgiebigkeit von Bälgen oder Membranen aus hochflexiblem Material mit der Druckfestigkeit von Metallbälgen kombiniert sind und mit

wenigen Stufen und entsprechend geringer Baulänge grosse Drücke erreicht werden.

Die Ventilböden 85, 86 sind am unteren bzw. oberen Ende der Metallbälge 87, 88 angeordnet. Dadurch entstehen auch bei den durch die Metallbälge bedingten kleinen Hüben keine grossen Totvolumen. Im Gasbetrieb können grosse Druckunterschiede gefahren werden, was ermöglicht, die Zahl der Stufen tief zu halten. Die Stufen sind vom flüssigkeitsgefüllten Druckbehälter 89, 89' umschlossen. Zwischen den Ventilböden befindet sich der Balg 81 aus flexiblem Material. Infolge der Nachgiebigkeit dieses Balgs, herrscht im Druckbehälter jederzeit derselbe Druck wie zwischen den Ventilböden. Dadurch wird der flexible Balg nicht druckdeformiert und die Metallbälge werden nur mit dem Druck einer einzigen Stufe belastet. Infolge der gleichen Innen- und Aussendruckverhältnisse erst, können hochflexible Bälge eingesetzt und gleichzeitig günstige Baulängen erzielt werden. Die Länge einer Stufe wird fast auf die Hälfte reduziert im Vergleich zu einer Stufe, bei welcher der hochflexible Balg 81 durch einen oder mehrere Metallbälge ersetzt wäre. Der Antrieb der Ventilböden 85, 86 ist hier nicht gezeigt und kann in irgendeiner Form erfolgen. Schliesslich könnte der Balg 81 auch weggelassen werden. Dadurch würde das Totvolumen allerdings etwas grösser.

Fig. 9 zeigt ein Beispiel einer Mehrkammerpumpe mit hydraulischer Transmission, Untersetzung der schnellen Antriebsbewegung eines Linearmotors in langsamere Antriebsbewegungen eines Hydraulikantriebs. Die Pumpe besteht aus den Kammern 92 mit den Ventilböden 93. Diese werden angetrieben mit den Zylindern 94. Die Pumpe ist umgeben vom röhrenförmigen Linearmotor 95, dessen Anker 95' auf die Zylinder 96 wirkt. Die Zylinder 94 aufeinanderfolgender Ventilböden sind dabei abwechselungsweise mit dem oberen respektive dem unteren Druckraum der Zylinder 96 verbunden. Durch entsprechende Wahl der Kolbenflächen der Zylinder 94 resp. 96 kann ein beliebiges Transformationsverhältnis der Kräfte resp. der Geschwindigkeiten erzielt und eingestellt werden.

Das Beispiel zeigt einen Pumpenstrang mit vier Ventilböden. Das beschriebene Prinzip lässt sich aber auf beliebig viele Kammern anwenden, wobei im Extremfall nur ein einziger Linearmotor für den ganzen Pumpenstrang benötigt wird. Anstelle der den Pumpenstrang umhüllenden, röhrenförmigen Linearmotoren, könnten natürlich auch separat, neben dem Pumpenstrang angeordnete Motoraggregate vorgesehen sein.

Die hin- und hergehende Bewegung der Ventilböden kann auch ohne direkte mechanische Verbindung zwischen Ventilboden und Antriebsmittel, z.B. mittels Magnetfeldern, erzeugt resp. diesen aufgezungen werden.

Die wesentlichen Elemente der Pumpenstufe mit Magnetantrieb von Fig. 10 bestehen aus dem Primärteil 107, 108, dem Spaltrohr 109 aus nichtmagnetischem Material, welches zugleich die Kammerwand bildet, dem Sekundärteil 110 mit Ventilboden 111 und dem Ventil 112. Sekundärteil 110 und Ventilboden 111 bilden einen Kolben mit der Dich-

tung 113, der sich im Spaltrohr 109 axial frei verschieben kann.

Der Primärteil 107, 108 erzeugt ein magnetisches Feld, welches durch das Spaltrohr 109 hindurch auf den Sekundärteil 110 einwirkt und diesen in axialer Richtung antreibt. Der Primärteil kann entweder aus dem Stator eines Linearmotors mit Wicklung bestehen oder er kann aus einer Anordnung von Magnetpolen bestehen, welche mechanisch hin- und herbewegt werden. Der Sekundärteil ist analog dem Anker eines Linearmotors, und passend zum Primärteil, z.B. als Gleichstrom-, Synchron-, Reluktanzoder Induktionsmaschinenanker ausgeführt.

In der Fig. 10 sind, jeweils halbseitig, zwei mögliche Ausführungsbeispiele für die Pumpenstufe dargestellt. Die linke Hälfte zeigt als Primärteil einen Stator 107' mit seiner Wicklung 107". Die rechte Hälfte zeigt als Primärteil eine Anordnung von Magnetpolen, welche mit Hilfe des Hydraulikzylinders 104 auf- und abbewegt werden. Die Anordnung von Magnetpolen besteht aus den ringförmigen Polschuhen 108' aus Weicheisen sowie den dazwischenliegenden und ebenfalls ringförmig angeordneten Permanentmagneten 108". Die Magnete sind so gepolt, dass der magnetische Fluss im wesentlichen der eingezeichneten Richtung 108''' folgt. Der Sekundärteil 110 ist gleich aufgebaut wie der Primärteil 108 und passt im Prinzip auch zum links gezeichneten Stator 107. Man kann den Pumpenstrang aber auch in mehrere Abschnitte unterteilen und jedem Abschnitt einen separaten Linearmotor zuordnen.

Patentansprüche

1. Mehrkammer-Pumpe (1), mit mindestens zwei Kammern (10, 11, 12, 13) mit veränderbarem Volumen wobei die Kammern (10, 11, 12, 13) in Förderrichtung (Pfeil) des Fördermediums in Serie geschaltet sind, und jede der Kammern (10, 11, 12, 13) mindestens ein Einlassventil (14) und/oder mindestens ein Auslassventil (15) aufweist, das in Förderrichtung einen für den Fluss des Fördermediums geringeren Strömungswiderstand aufweist als in der entgegengesetzten Richtung, und die Kammern (10, 11, 12, 13) Mittel aufweisen, die das Vergrössern und Verkleinern des Kammerolumens mindestens einer dieser Kammern ermöglichen, und mit Antriebs- (M, M', M'', M''') und Steuermitteln (19, 19', 19'', 19''') zum Vergrössern und Verkleinern des Volumens mindestens der einen Kammer (10, 11, 12, 13).

2. Mehrkammerpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede Kammer (10) einen Ventilboden mit mindestens einem Einlassventil (14 bzw. 15) und/oder einen Ventilboden mit mindestens einem Auslassventil (15 bzw. 16) aufweist, dass mindestens einer der Ventilböden zu den anderen hin- und von diesen wegbewegbar ist, derart, dass das Volumen der Kammern (10, 11) steuerbar grösser und kleiner wird.

3. Mehrkammerpumpe nach Anspruch 1 oder

2, dadurch gekennzeichnet, dass angrenzende Kammern (10, 11) einen Ventilboden mit mindestens einem Ventil (15) gemeinsam haben, das für die vorgeschaltete Kammer (10) Auslassventil und für die nachgeschaltete Kammer (11) Einlassventil ist.

4. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammern (10, 11) hohlzylinderartig ausgebildet sind und deren Mantelwand aus balgartigem flexiblem Material besteht.

5. Mehrkammerpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Kammern (21', 22') in einem Druckbehälter (27) gekapselt ist.

6. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammern starr und rohrartig ausgebildet sind und die Rohrmäntel (31, 32) teleskopartig ineinander greifen.

7. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel mindestens einen Linearmotor (24, 24', 25) umfassen.

8. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel mindestens einen hydraulischen Kolbenmotor (37) umfassen.

9. Mehrkammerpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine hydraulischen Kolbenmotor als Ringkolbenmotor (40, 40', 42) ausgebildet ist.

10. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie federnde Anschlagelemente (29, 29', 29'', 29''') aufweist, gegen welche gegeneinander- und/oder voneinanderbewegende Teile der Kammern (25) auflaufen.

11. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel als mechanischer Oszillator mit Federelementen (59, 59') ausgebildet sind.

12. Mehrkammerpumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Einphasen-Wechselstrommotor (57'', 57''', 58) zum Anregen des mechanischen Oszillators aufweist.

13. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kammer (21'), vorzugsweise in einem Ventil (26), einen Hohlraum (26') aufweist, der wenigstens teilweise mit Gas gefüllt sein kann.

14. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Rezirkulationsvorrichtung (R) für wenigstens eine Phase eines Mehrphasenfördermediums aufweist.

15. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel mantelförmig um die Kammern angeordnet sind.

16. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammerwände benachbarter Kam-

mern Bälge aus unterschiedlich flexiblen Werkstoffen aufweisen.

17. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass diese Kammern unterschiedliche Querschnitte aufweisen.

18. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb von Ventilböden magnetisch erfolgt.

19. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Druckkammer Verdrängungskörper zum Reduzieren des Totvolumens aufweist.

20. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 19, als selbstadaptives System ausgebildet, bei dem jede Pumpenstufe mit einer vorgegebenen Leistung angetrieben ist

bzw. deren Antrieb für einen vorgegebenen, maximalen Förderdruck ausgelegt ist.

21. Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 20, als selbstadaptives System ausgebildet, bei welchem mindestens eine Stufe sich am Hubende selbst umsteuert.

22. Ventil für eine Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 21, welches als Turm- oder Etagenventil (6) ausgebildet ist.

23. Verwendung einer Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 21, als Pumpe zum Fördern eines Mehrphasenfördermediums, insbesondere für Flüssigkeits-Gasgemische oder Flüssigkeits-, Gas-Feststoffgemische.

24. Verwendung einer Mehrkammerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 21 als Gleichstrom-Stoffaustauschmaschine, Gleichstrom-Reaktor, Gleichstrom-Mischer und/oder als Begasungs-Vorrichtung der Fördermedien.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

Fig.1

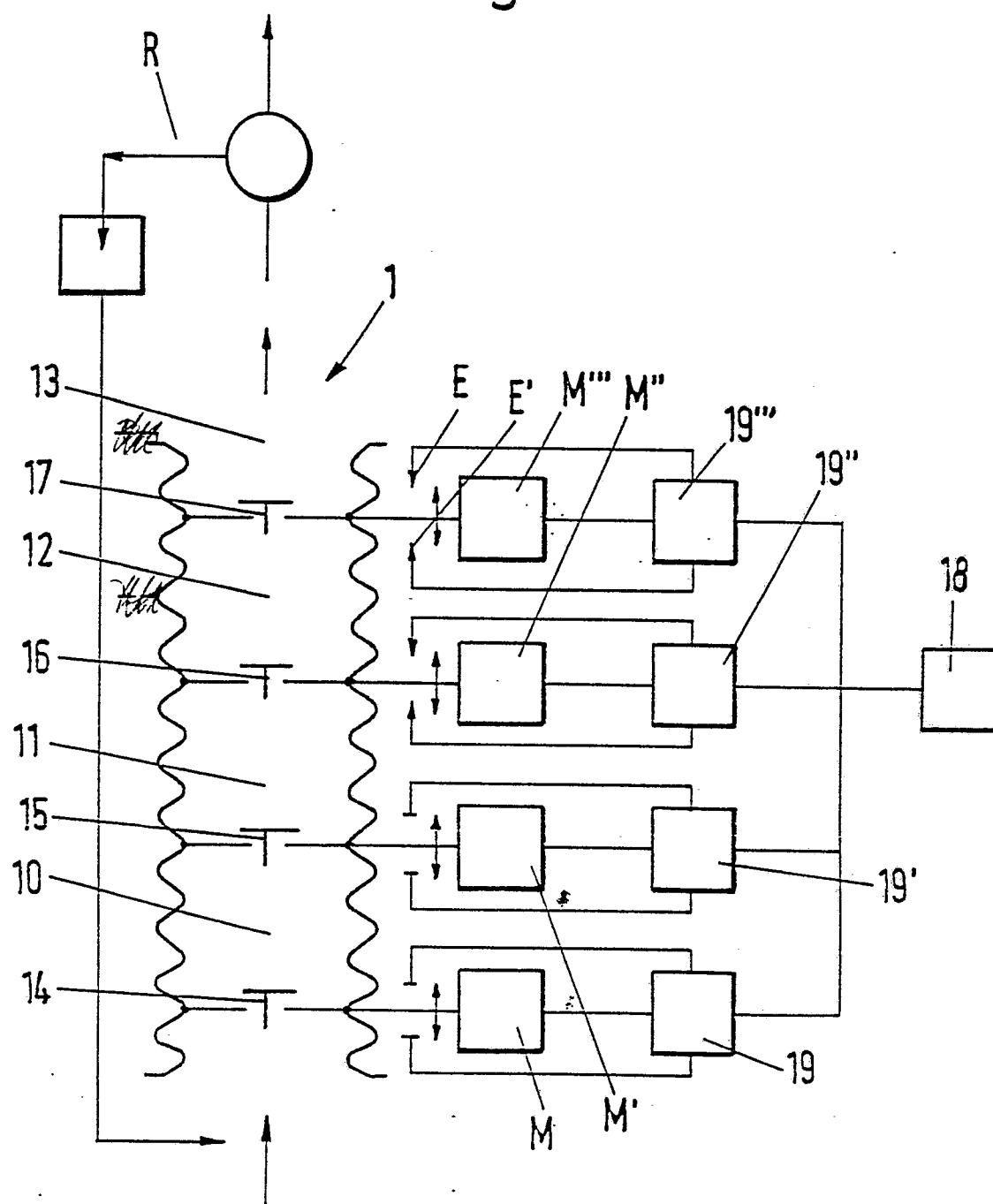


Fig. 2

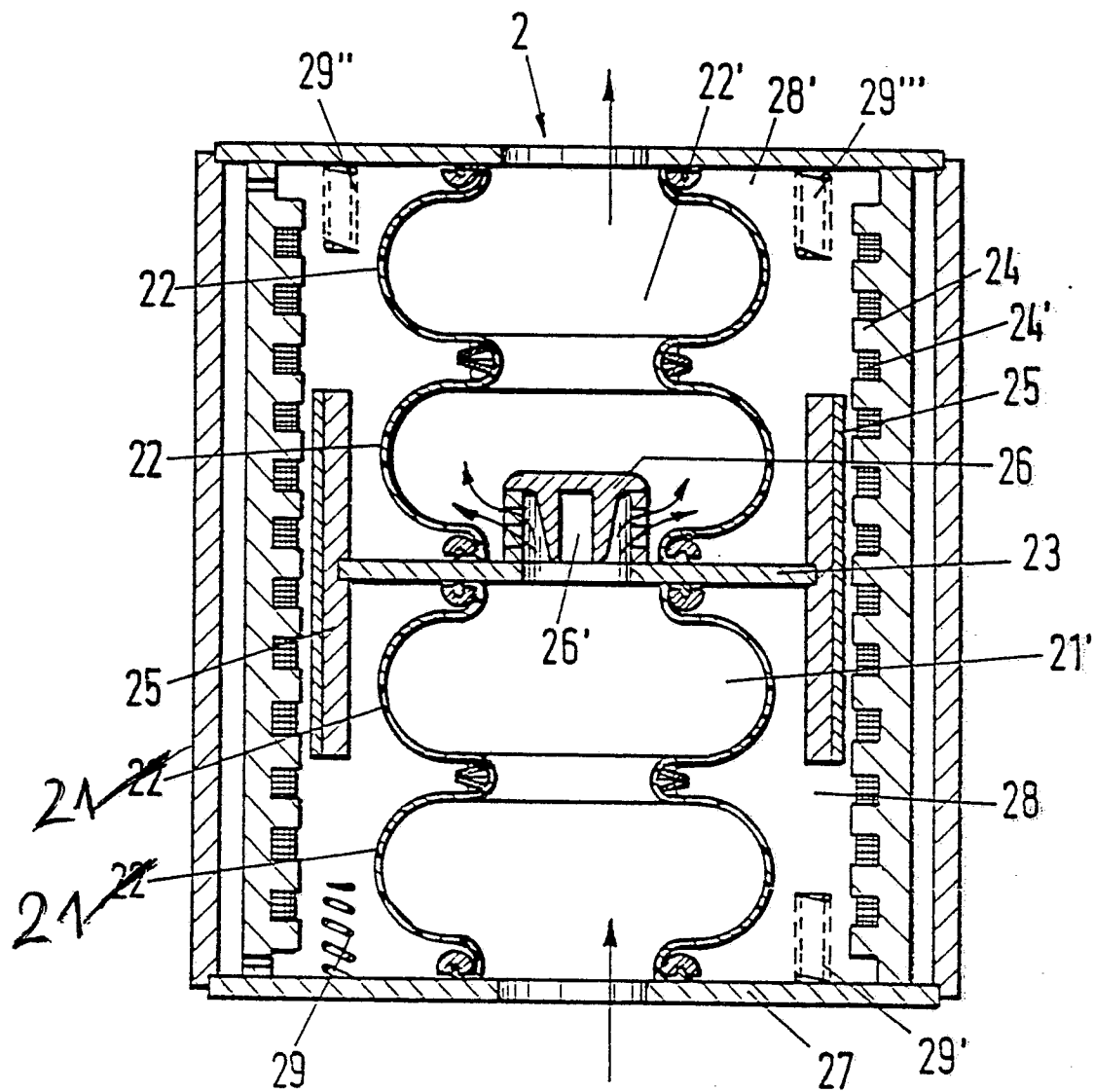
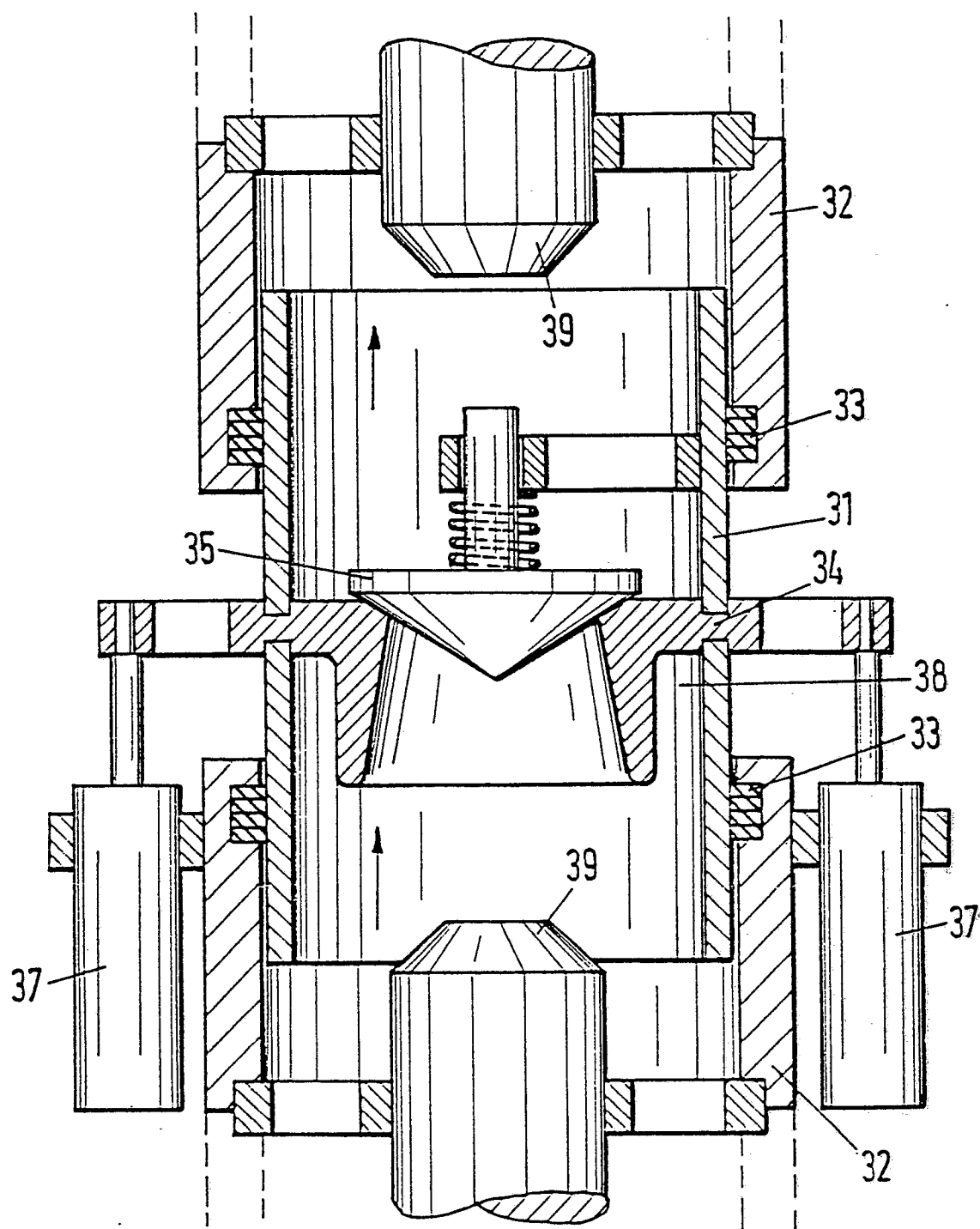


Fig.3



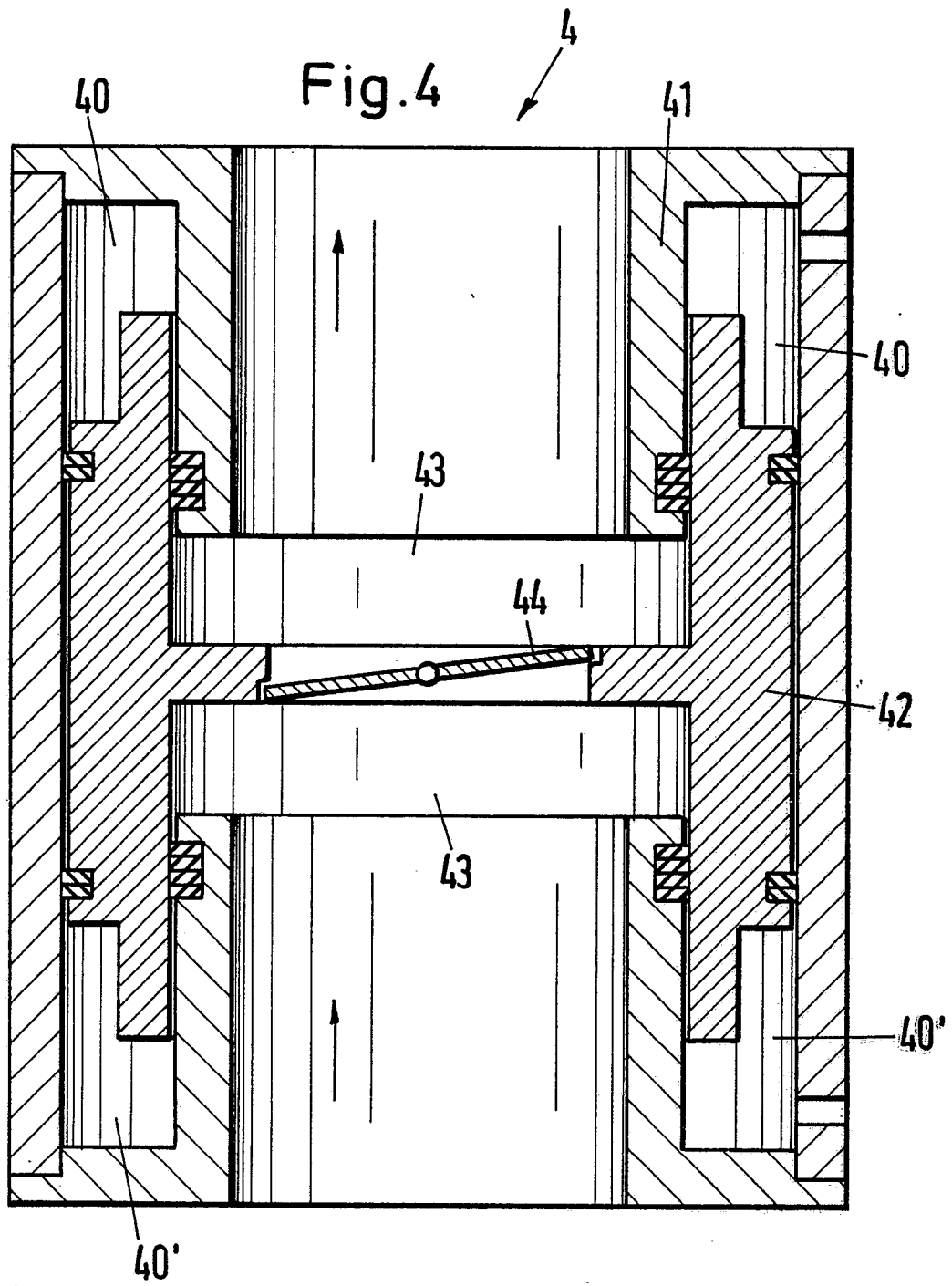


Fig.5

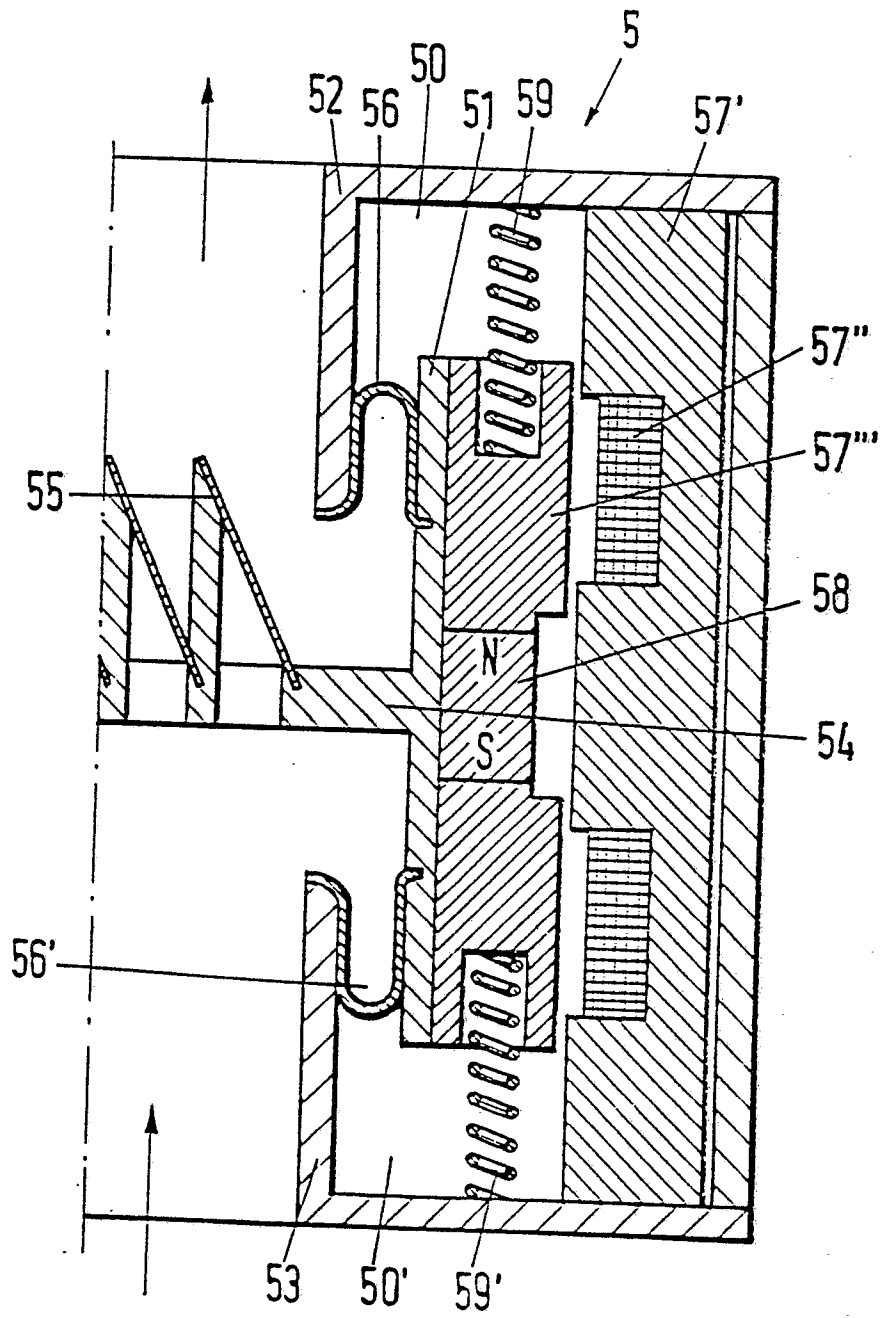
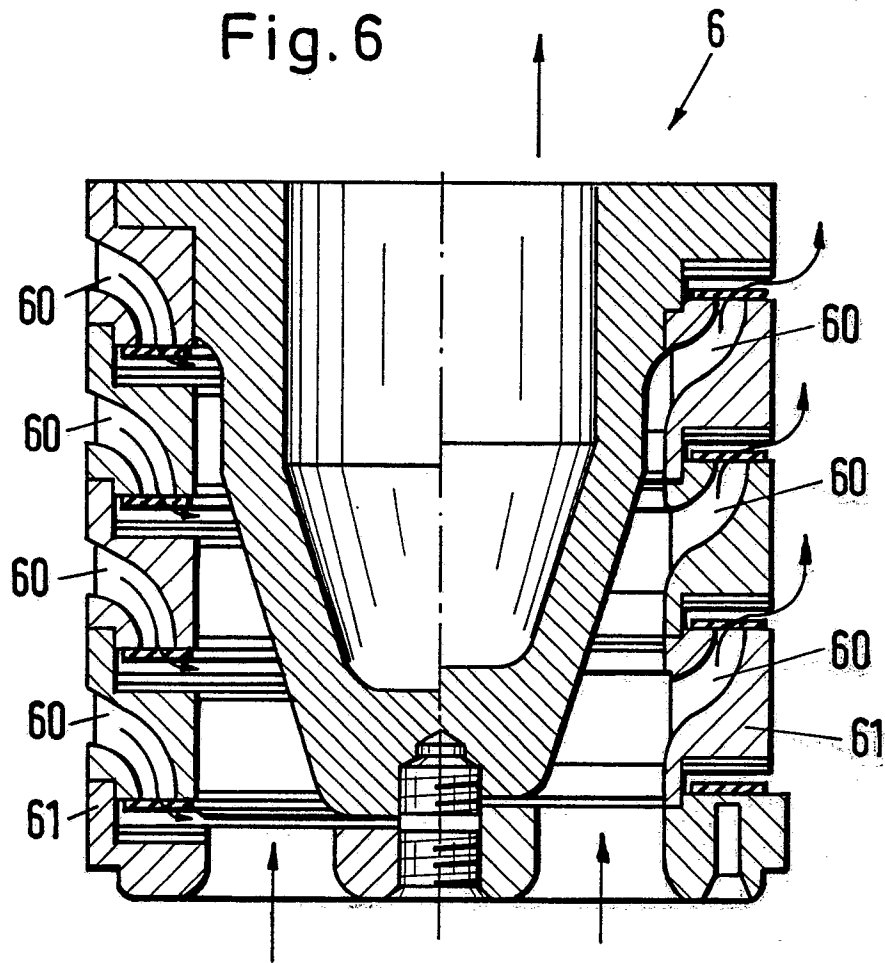


Fig. 6



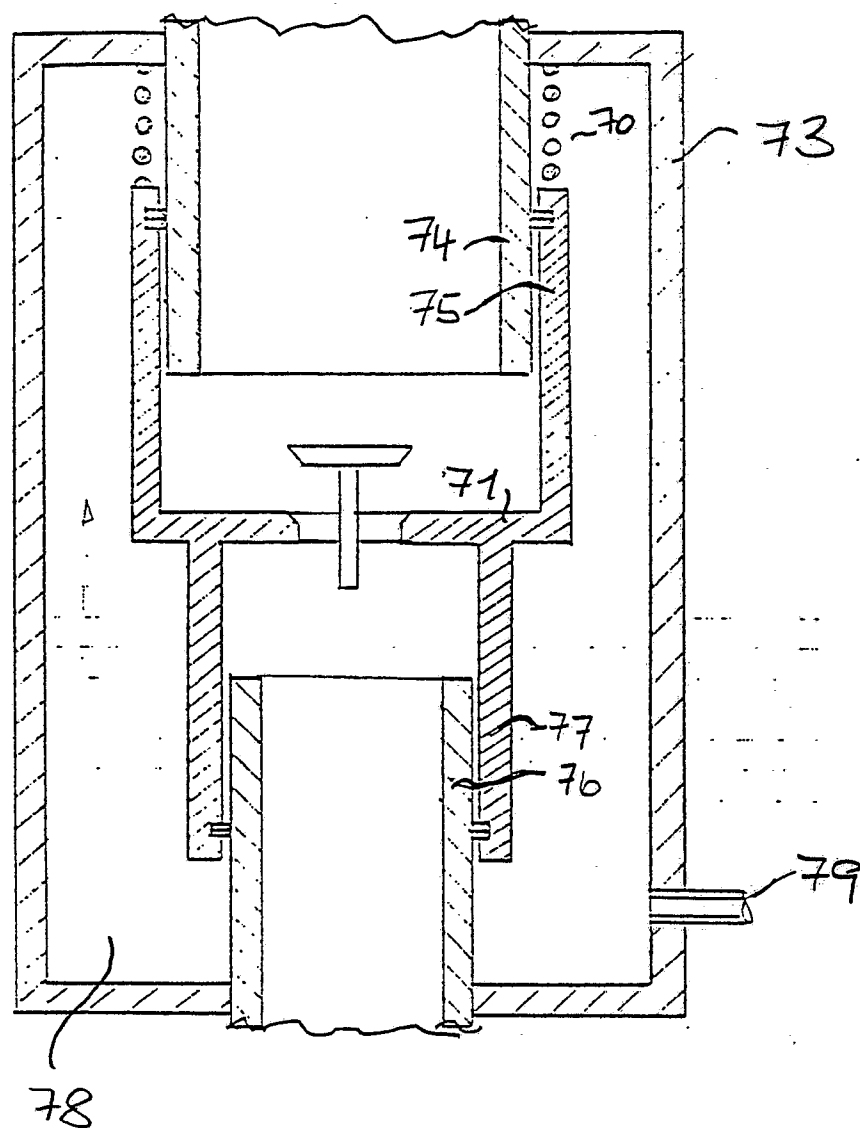


Fig. 7

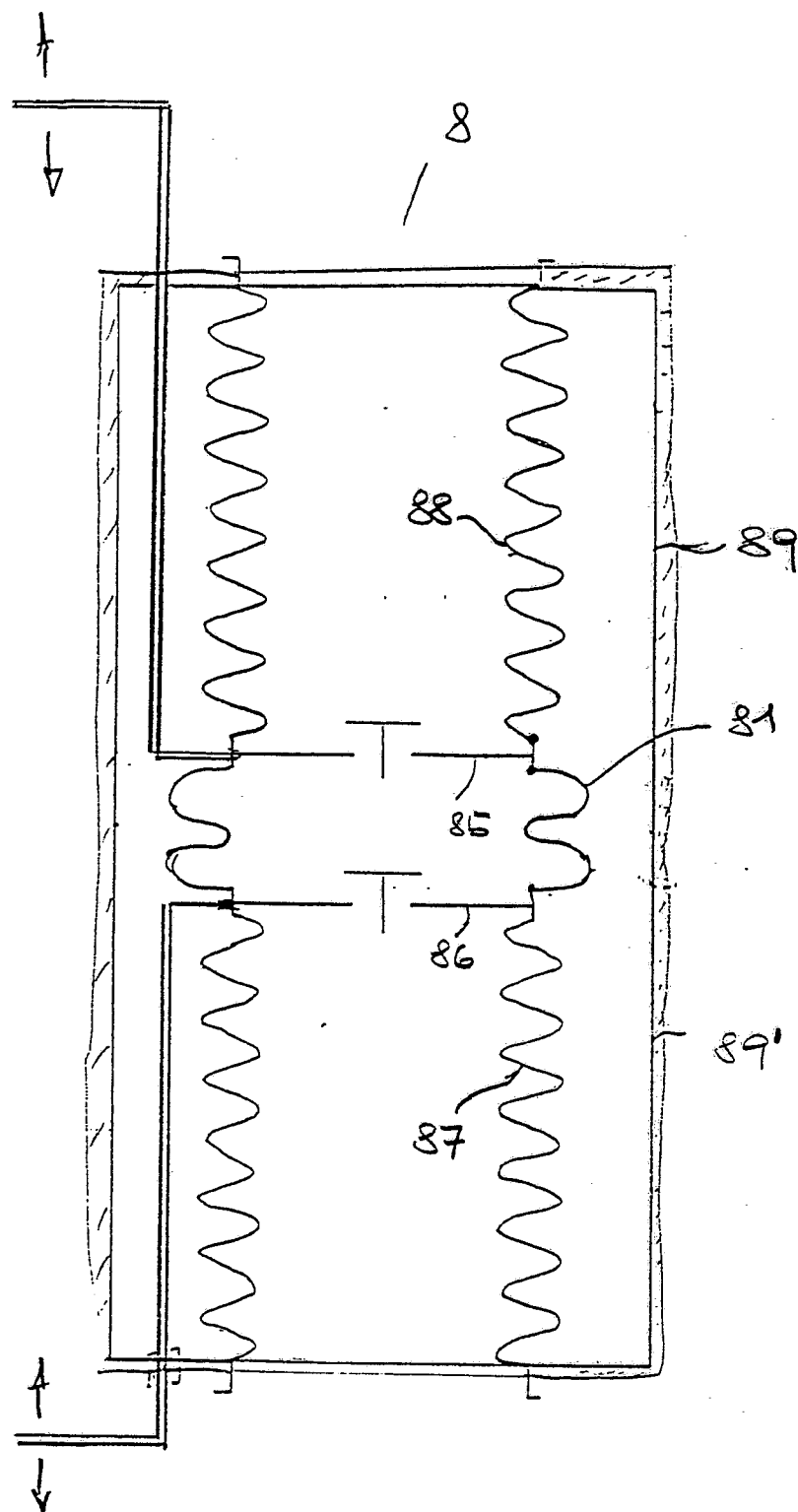


Fig. 8.

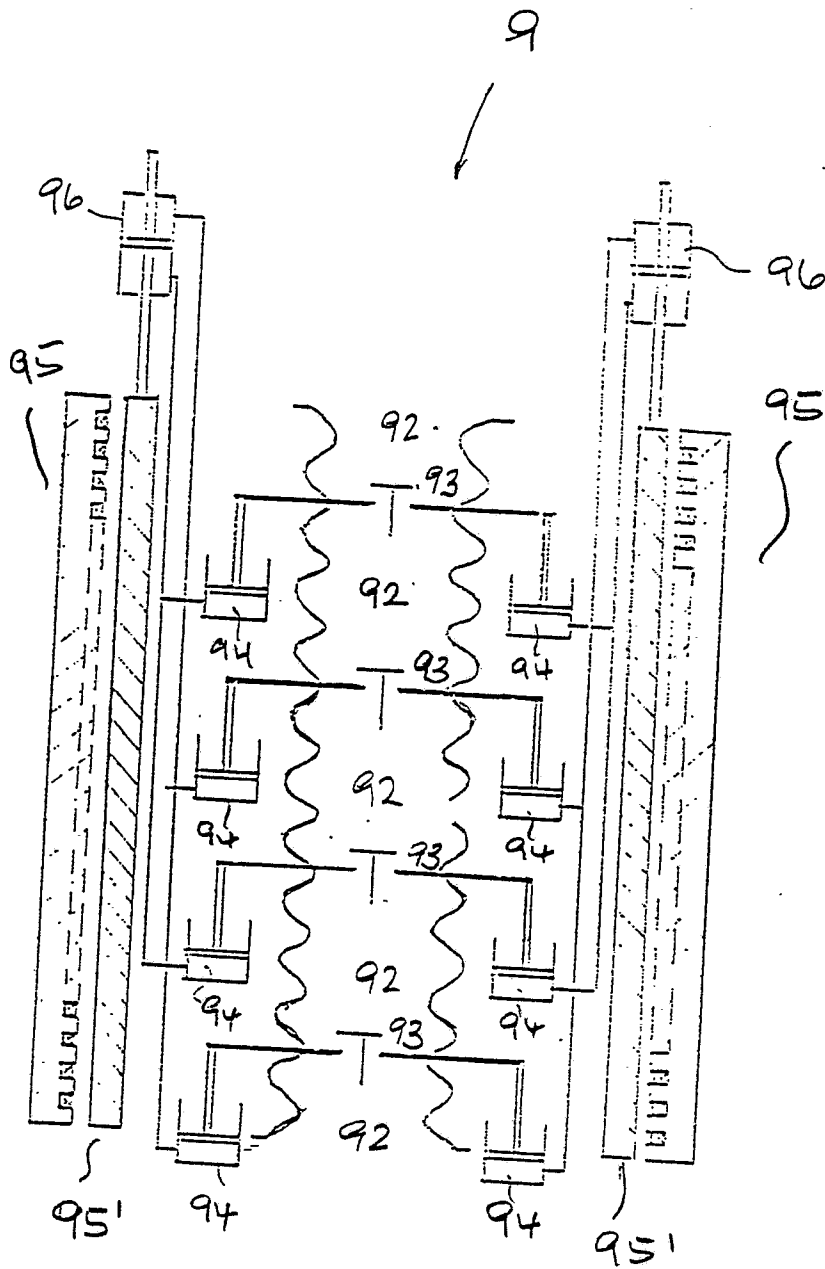


Fig. 9

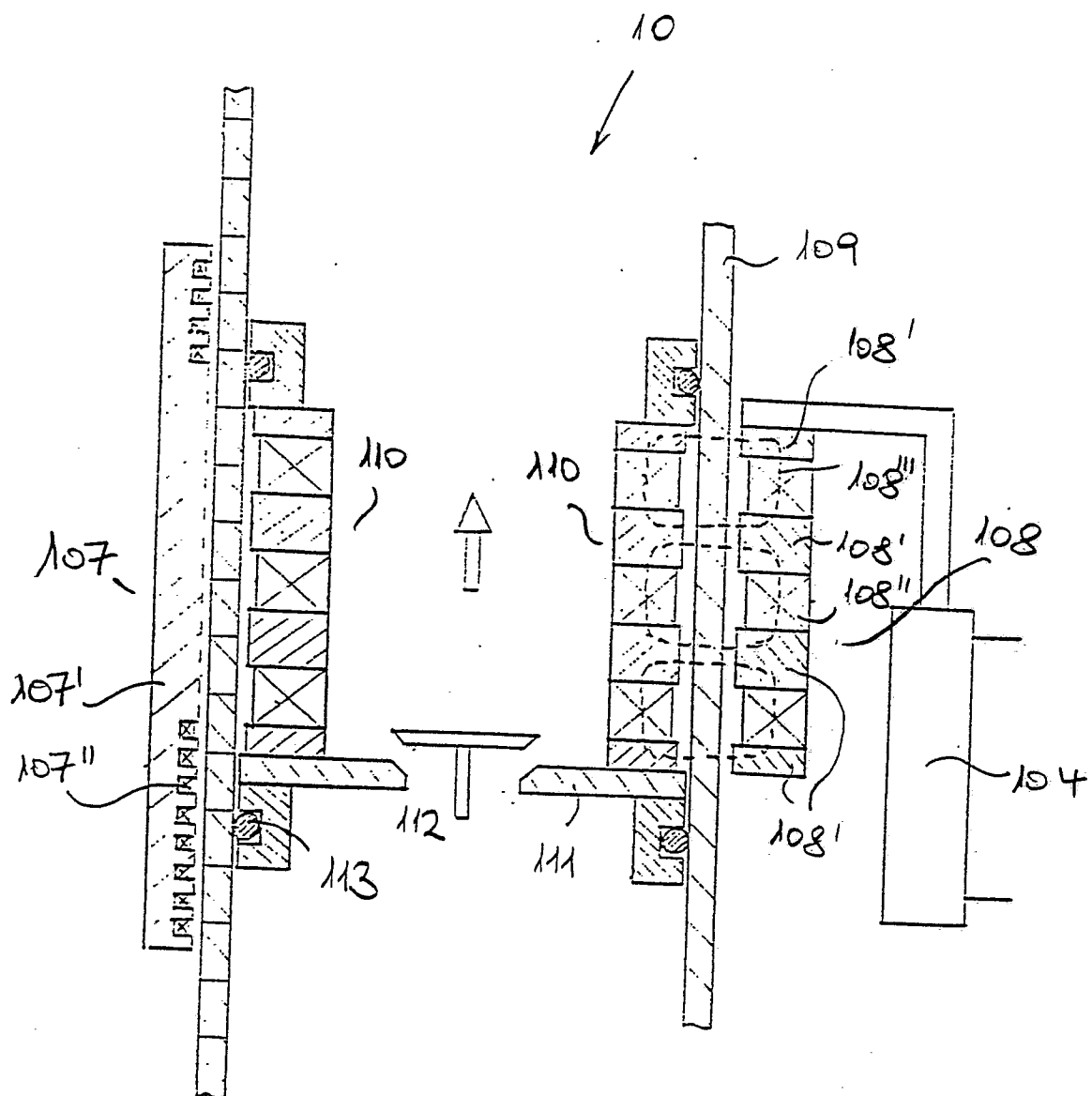


Fig. 10



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 81 0139

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	US-A-4 718 832 (TAKAHASHI) * Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 5, Zeile 48; Figuren 1-6A *	1	F 04 B 43/08 F 04 B 17/04
A	---	7,10	F 04 B 21/04 F 04 B 9/10
Y	FR-A- 803 938 (MICHEL) * Seite 1, Zeile 30 - Seite 2, Zeile 58; Figuren 1-4 *	1-7	F 04 B 15/06
Y	---	1-7	
Y	DE-A-2 915 199 (JENTSCH) * Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 6, Zeile 63; Figuren 1,2 *	1-7	
A	---	18,20,21	
A	FR-A-1 407 679 (KASZO) * Seite 2, linke Spalte, Absatz 3 - rechte Spalte, Absatz 7; Figuren 1,2 *	1,4,5,15,22	
A	---	1,4,7,8,23	
A	GB-A-1 569 094 (BENJAMIN) * Seite 1, Zeile 70 - Seite 2, Zeile 65; Seite 3, Zeilen 29-57; Figuren 1-3 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
A	---	1,9,17	F 04 B
A	DE-A-3 206 613 (INTEZET) * Seite 7, Zeile 20 - Seite 9, Zeile 5; Figur 1 *	1,10,11	
A	---	1,11	
A	FR-A-1 586 672 (POMPES GUINARD) * Seite 1, Zeilen 25-40; Figur 1 *		
A	---		
A	US-A-3 136 257 (SMITH) * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 5, Zeile 52; Figuren 1,2 *		

	-/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16-06-1989	Prüfer BERTRAND G.
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 Patentedokument, 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			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	DE-C- 802 642 (STROEHLEN) * Seite 2, Zeilen 36-51; Ansprüche 1,2,6; Figur 1 * ---	1,16-18	
A	DE-A-2 451 302 (HRANICE) * Seite 6, Spalte 2 - Seite 7, Spalte 1; Figuren 1-3 * -----	1,19	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16-06-1989	Prüfer BERTRAND G.
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 : mündliche 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			