

(19)



(11)

EP 2 464 868 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.04.2019 Patentblatt 2019/16

(51) Int Cl.:
F04B 43/02 ^(2006.01) **F04B 43/06** ^(2006.01)
F04B 43/073 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10737345.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/061305

(22) Anmeldetag: **03.08.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/018394 (17.02.2011 Gazette 2011/07)

(54) **MEMBRANMASCHINE**

DIAPHRAGM MACHINE

MACHINE À MEMBRANES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **11.08.2009 DE 102009039175**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(73) Patentinhaber: **ProMinent GmbH**
69123 Heidelberg (DE)

(72) Erfinder: **FRITSCH, Horst**
71229 Leonberg (DE)

(74) Vertreter: **WSL Patentanwälte Partnerschaft mbB**
Kaiser-Friedrich-Ring 98
65185 Wiesbaden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 959 247 WO-A1-99/25999
US-A- 2 383 193 US-A- 2 821 930
US-A1- 2003 077 190

EP 2 464 868 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mehrzylindermembranmaschine mit mindestens zwei hydraulisch angetriebenen Membranen bestehend aus einer Antriebseinheit zur Erzeugung von zumindest zwei pulsierenden Hydraulikfluidströmen zum Antrieb der Membrane und einer Fördereinheit zur Förderung eines Fördermediums mit mindestens zwei Förderräumen, deren Volumina durch die Bewegung von jeweils einer Membran verändert werden können, wobei jeder Förderraum über ein Druckventil mit einer Druckleitung und über ein Saugventil mit einer Saugleitung verbunden ist.

[0002] Die Bedeutung von Mehrzylinder-Membranmaschinen insbesondere von Prozessmembranpumpen und Membrankompressoren für die verfahrenstechnische Industrie hat in den letzten Jahren stark zugenommen, da die Schadstoffemissionen von Produktionsanlagen immer weiter abgesenkt werden müssen. Diese Forderung gilt für viele in der Verfahrenstechnik benötigten Pumpen und Kompressoren. Je größer deren Leistungseinheiten und je umweltbelastender die zu fördernden Fluide sind, umso schwieriger wird es, das Problem der Leckage und ihre Entsorgung in den Griff zu bekommen. In den letzten Jahren wurden deshalb intensive Anstrengungen unternommen, um die Entwicklung leckfreier Prozessmaschinen in Richtung größerer Leistungseinheiten voranzutreiben.

[0003] Für viele Fluide, die als Reaktionskomponenten vor allem in der chemischen Verfahrenstechnik gefördert bzw. gepumpt werden, wurden die maximal zulässigen Emissionswerte (MAK-Werte) vom Gesetzgeber inzwischen so niedrig angesetzt, dass leckfreie Maschinen zwingend notwendig geworden sind. Dies hatte zur Konsequenz, dass besonders für Hochdruckprozesse die klassische Kolbenmaschine durch Membranmaschinen ersetzt werden musste. Es werden heute aber auch für weniger gefährliche Flüssigkeiten zunehmen Membranmaschinen eingesetzt. Mit Membranmaschinen sind unter anderem folgende Vorteile verbunden:

- Die gegenüber der Kolbenmaschine höhere Verfügbarkeit und Betriebssicherheit aufgrund der nahezu verschleißfreien Hydraulik-Kolbenabdichtung, langer Membranlebensdauer, einer leckfreien zuverlässigen Membranbruchsignalisierung und einer integrierten totalen Absicherung gegen Überdruck und Unterdruck,
- Die niedrigen Betriebskosten infolge des geringen Wartungsaufwandes und Energiebedarfs. So hat zum Beispiel die hydraulische Membranpumpe aufgrund der äußerst geringen Reibung und Leckage ihrer in Hydrauliköl laufenden Kolbenabdichtung den höchsten energetischen Wirkungsgrad aller bekannten Pumpengattungen.
- Diese Eigenschaften haben dazu geführt, dass bei der Investitionsplanung von Anlagen immer häufiger zugunsten von Membranmaschinen entschieden

wird. Ihr höherer Kaufpreis gegenüber anderen Konstruktionen wird oft schon nach kurzer Betriebszeit durch die höhere Verfügbarkeit, d.h. durch minimale Stillstandszeiten der Anlage, und durch die günstigen Betriebskosten amortisiert.

[0004] Auch bei der Modernisierung bestehender Anlagen werden, vor allem, wenn es um schwierig zu fördernde Komponenten geht, wie z.B. Flüssiggase, feststoffhaltige Flüssigkeiten oder chemisch aggressive Fluide, häufig ältere Kolbenmaschinen durch Membranmaschinen ersetzt, um kostspielige Stillstandszeiten sowie die Wartungs- und Reparaturkosten zu senken oder nicht mehr tolerierbare Leckagen zu beseitigen. Üblicherweise werden große Membranmaschinen als Mehrzylindermaschinen gebaut, wobei die einzelnen Membranköpfe in der Regel von oszillierend arbeitenden Kurbeltriebwerken angetrieben werden. Das Triebwerk und die einzelnen Membranköpfe bilden hierbei eine bauliche Einheit, wobei das Kurbeltriebwerk entweder in Monoblockbauweise oder Elementbauweise ausgeführt ist.

[0005] Der Nachteil dieses Konzeptes besteht einerseits darin, dass es nicht ausreichend flexibel an die örtlichen Bedingungen, wie z.B. den verfügbaren Platz oder das zulässige Gewicht, anpassbar ist, andererseits erfordert es teure Sammelleitungen auf der Saug- und Druckseite, um die einzelnen, voneinander entfernten Membranköpfe miteinander zu verbinden.

[0006] Ein weiterer Nachteil der konventionellen Bauweise ist die nur schwer zugängliche Membran im Servicefall. Bei einem Membranwechsel oder einem Austausch der Ventile müssen die vom Förderfluid benetzten saug- und druckseitigen Rohrleitungen vom Membrankopf gelöst werden, damit die auszutauschenden Verschleißteile, wie z.B. Membrane oder Ventile, überhaupt zugänglich sind. Vor allem bei großen Hochdruck-Membranmaschinen ist dies mit einem beträchtlichen Aufwand verbunden.

[0007] Insgesamt betrachtet, sind die Nachteile der bekannten Konstruktionen im Wesentlichen die folgenden:

- Großer Platzbedarf
- Hohes Gewicht
- Hoher Materialverbrauch
- Unzureichende Anpassungsfähigkeit an örtliche Verhältnisse
- Mangelnde Servicefreundlichkeit
- Hoher Preis
- Nicht ausgeschöpftes Potential zur Maximierung des energetischen Wirkungsgrades Beispiele solcher Mehrzylindermembranmaschinen sind in der US 2003/077190 A, DE 39 42 981 sowie der US 5,368,451 gezeigt.

[0008] Die WO 99/25999 zeigt eine Ventilanordnung mit einer Einlassmündung und zwei Auslassmündungen. Die Ventilanordnung weist ein in einer Ventilkammer angeordnetes Ventilelement auf, welches zwischen zwei

Endstellungen bewegt werden kann, wobei in den jeweiligen Endstellungen jeweils eine Auslassmündung verschlossen ist.

[0009] Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Mehrzylindermembranmaschine bereitzustellen, die die genannten Nachteile vermeidet oder zumindest vermindert, die äußerst kompakt und damit platz- und materialsparend ist, einen hohen energetischen Wirkungsgrad hat, hohe Flexibilität in der Anpassung an die Verhältnisse am Aufstellungsort aufweist und bei der gleichzeitig gewährleistet ist, dass Montage und Demontage der einzelnen Membranen und Ventile auf einfache Weise möglich sind.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Mehrzylindermembranmaschine nach Anspruch 1 gelöst.

[0011] Durch die erfindungsgemäße Mehrzylindermembranmaschine werden die erwähnten Probleme bzw. Nachteile in einfacher Weise dadurch beseitigt, dass eine klare Trennung zwischen Antriebseinheit und Fördereinheit erfolgt und somit jede der beiden Einheiten unabhängig voneinander in ihrer konstruktiven Gestaltung optimiert werden kann. Gekoppelt werden die beiden Einheiten durch Verbindungsleitungen, welche die vom Hydrauliktrieb, d.h. der Antriebseinheit, erzeugten pulsierenden Hydraulikfluidströme auf die Fördereinheit der Membranmaschine über die Membrankörper übertragen.

[0012] Dieses Konzept ermöglicht es, den im Allgemeinen aus hochwertigen, teuren Werkstoffen bestehenden, vom Förderfluid benetzten Bauteilen der Fördereinheit eine äußerst kompakte, material- und platzsparende Form zu geben.

[0013] Außerdem kann die Fördereinheit so gestaltet werden, dass für einen Membranwechsel keine sonstigen, vom Förderfluid benetzten Bauteile demontiert werden müssen und die teuren Sammelrohrleitungen, welche die einzelnen Membranköpfe auf der Saug- und Druckseite miteinander verbinden, stark reduziert werden oder sogar ganz entfallen können. Die Antriebseinheit kann beispielsweise als Exzenterkulissentriebwerk ausgebildet sein, welches gestattet, dass alle Kolbenstangen in einer gemeinsamen Ebene liegen, wodurch sowohl das Biegemoment in der Exzenterwelle als auch die Lagerkräfte bei einer Dreizylindermaschine auf ein Drittel der bei üblichen Kurbeltriebwerken in Reihenbauweise auftretenden Werte reduziert werden. Dadurch kann die Baugröße drastisch verringert werden.

[0014] Ein weiterer Vorteil des Exzenterkulissentriebwerkes ist, dass es einen sehr hohen energetischen Wirkungsgrad aufweist und damit einen Beitrag zur Energieeinsparung leistet.

[0015] Die erfindungsgemäße Anordnung der Fördereinheit bestehend aus einem im Wesentlichen zentral angeordneten Membrankörper und daran bzw. darauf befestigten Hydraulikkörpern, zwischen denen ein Hohlraum gebildet wird, in dem eine der Membrane angeord-

net ist, so dass die Membran den Hohlraum in einen Hydraulikraum, der mit den pulsierenden Hydraulikfluidströmen verbunden ist, und den Förderraum unterteilt.

[0016] Mit Vorteil sind die Hydraulikkörper an der Außenseite des Membrankörpers angeordnet, so dass durch Demontage des Hydraulikkörpers von dem Membrankörper auf die Membran zugegriffen werden und diese gegebenenfalls ausgetauscht werden kann.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform bildet der Membrankörper einen zentralen Block, wobei der Membrankörper entweder einstückig ausgebildet ist oder aus mehreren Teilen besteht, die zusammen mit einem Verbindungsstück einen zentralen Block bilden. Letztere Variante ist zwar etwas aufwendiger herzustellen, hat jedoch den Vorteil, dass der zentrale Block aus einem kostengünstigeren Material hergestellt werden kann, als die anderen Teile des Membrankörpers, die mit dem Fördermedium in Kontakt treten und daher spezielle Anforderungen erfüllen müssen.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die zur Steuerung und Überwachung der Membranmaschine vorgesehenen Bauelemente, wie z.B. ein Druckbegrenzungsventil, ein Dauerentgasungsventil, ein Leckergänzungsventil oder ein Hydraulikfluidvorratsraum in der Antriebseinheit angeordnet. Je mehr dieser Bauelemente in die Antriebseinheit integriert werden, umso kompakter kann die Fördereinheit ausgestaltet werden.

[0019] Weiterhin ist in einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass alle Saugleitungen und alle Druckleitungen im oder am Membrankörper, vorzugsweise jeweils in einem Sammelstück, miteinander verbunden sind, so dass der Membrankörper nach außen nur mit einer Druckleitung und nur mit einer Saugleitung verbunden ist. Diese Maßnahme verringert die Kosten für die Bereitstellung der Saug- und Druckleitungen. So kann beispielsweise die Fördereinheit eine Oberseite, eine Unterseite und umlaufende Seitenflächen aufweisen, wobei die Hydraulikkörper an den umlaufenden Seitenflächen angeordnet sind und dass eine oder die mehreren Sammelstücke dann an der Ober- oder der Unterseite angeordnet sein können.

[0020] In der Regel wird die Mehrzylindermembranmaschine derart ausgestaltet sein, dass den Membranen pulsierende Hydraulikfluidströme gleicher Stärke zugeführt werden, wobei die pulsierenden Hydraulikfluidströme zueinander phasenverschoben sind, um zu gewährleisten, dass bei jeder Stellung des in der Antriebseinheit vorhandenen Antriebskolbens eine signifikante Förderung erfolgt.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Fördereinheit als zweistufiger Membrankompressor ausgebildet und beide Stufen haben einen gemeinsamen Membrankörper, wobei vorzugsweise ein Ventil sowohl als Druckventil der ersten Stufe, als auch als Saugventil der zweiten Stufe fungiert.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Antriebseinheit über der

Fördereinheit, d.h. an einem geodätisch höher liegenden Punkt angeordnet ist.

[0023] Weiterhin ist es grundsätzlich von Vorteil, die Hydraulikkörper derart anzuordnen, dass die Hydraulikleitungen von den Hydraulikkörpern zur Antriebseinheit möglichst kurz und möglichst gleich lang sind, um die Einflüsse der Leitungen möglichst gering und gleichmäßig zu halten.

[0024] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele sowie der zugehörigen Figuren. Es zeigen:

Figur 1 eine Mehrzylindermembranmaschine gemäß der Erfindung,
 Figur 2 eine Fördereinheit im Schnitt,
 Figur 3 eine Fördereinheit in einer Ansicht von oben,
 Figur 4 verschiedene Ausführungsformen der kompakten Fördereinheit,
 Figur 5 ein Ausführungsbeispiel für die Fördereinheit eines zweistufigen Membrankompressors und
 Figur 6 ein maßstabgetreuer Größenvergleich zwischen einer konventionellen Membranpumpe und einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Membranpumpe.

[0025] Figur 1 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mehrzylindermembranmaschine bestehend aus einer Antriebseinheit 1, einer Fördereinheit 2 und den die Fördereinheit und die Antriebseinheit verbindenden Hydraulikleitungen. Die Fördereinheit 2 setzt sich zusammen aus dem vom Förderfluid berührten Membrankörper 4, den Hydraulikkörpern 5 und den Membranen 6. Die Hydraulikkörper 5 sind an der Außenfläche des Membrankörpers 4 angebracht. Sowohl Hydraulikkörper als auch Membrankörper weisen jeweils eine Einbuchtung auf, so dass sich bei auf dem Membrankörper aufgesetzten Hydraulikkörper ein Hohlraum zwischen Membrankörper und Hydraulikkörper 5 ergibt. In diesem Hohlraum ist die Membran 6 eingebracht, die den Hohlraum in zwei Räume 16, nämlich in den Förderraum und den Hydraulikraum unterteilt. Der Förderraum wird somit im Wesentlichen durch die Membran und die im Membrankörper vorgesehene Einbuchtung gebildet, während der Hydraulikraum durch die im Hydraulikkörper gebildete Einbuchtung und die Membran gebildet wird. Wird nun der Druck im Hydraulikraum durch einen Druckanstieg in den Hydraulikleitungen 3 aufgrund der Funktion der Antriebseinheit 1 erhöht, wird sich die Membran 6 verbiegen, so dass der Hydraulikraum größer wird und der Förderraum kleiner wird. Das im Förderraum befindliche Fördermedium wird nun größtenteils über das Druckventil in die Druckleitung befördert. Fällt der Druck im Hydraulikraum wieder ab, so wird die Membran sich in die andere Richtung verformen, so dass der Förderraum ein größeres Volumen erhält. Aus der Saugleitung wird dann über das Saugventil weiteres Fördermedium in den Förderraum gebracht.

[0026] Die Antriebseinheit 1 enthält die normalerweise in der Fördereinheit 2 integrierten Bauelemente, dies sind im gezeigten Beispiel ein Druckbegrenzungsventil 7, ein Dauerentgasungsventil 8, ein Leckergänzungsventil 9 sowie ein Hydraulikfluidvorratsraum 10.

[0027] Dadurch kann die Fördereinheit äußerst kompakt gestaltet werden. Selbstverständlich wäre es möglich, falls dies eine spezielle Anwendung erfordern sollte, auch einen Teil der genannten Bauelemente in die Fördereinheit zu integrieren, auch wenn dies die Baugröße der Fördereinheit wieder vergrößern würde.

[0028] Die Fördereinheit ist in den Figuren 2 und 3 noch einmal vergrößert in zwei Schnittansichten dargestellt. Man erkennt, dass alle vom Förderfluid berührten Bauteile in einem Membrankörperblock 4 angeordnet sind. Die Hydraulikkörper 5 sind an dessen Peripherie so angeordnet, dass die Membranen 6 mit geringem Aufwand, d.h. ohne Demontage der fluidberührten Bauteile, ausgetauscht werden können.

[0029] Die Saugventile 11 und Druckventile 12 sind jeweils durch ein Sammelstück 13 mit dem Membrankörper verbunden, so dass die üblichen teuren Sammelrohrleitungen entfallen können und die Ventile zudem leicht zugänglich sind.

[0030] Figur 4 zeigt verschiedene Ausgestaltungen der Fördereinheit in Schnittansichten, bei denen der Membrankörperblock 4 entweder einstückig (siehe die obersten 3 Ausführungsformen der linken Seite der Figur 4) oder bestehend aus Einzelteilen 14, die durch ein Verbindungsstück 15 zu einem Block zusammengefasst sind, ausgeführt ist. Dabei ist die in Figur 4 links oben dargestellte Ausführungsform nicht Teil der Erfindung, da sie nur zwei Membrane aufweist.

[0031] Bei all diesen Ausführungsformen existiert ein Zentrum, um das die einzelnen Hydraulikkörper 5 angeordnet sind. Die Hydraulikkörper liegen somit alle in einer Ebene.

[0032] Als weitere Ausführungsvariante ist in Figur 5 eine für Membrankompressoren vorgesehene Konstruktion gezeigt, bei der die Membrankörper 4 ein zweistufiges Ventil bilden, wobei das Druckventil der Stufe 1, die durch das erste Membrankörperelement 21 gebildet wird, und das Saugventil der Stufe 2, die durch das zweite Membrankörperelement 22 gebildet wird, durch ein einziges Ventil 17 verwirklicht wird. Dadurch lassen sich im Gegensatz zu üblichen Konstruktionen eine besonders kompakte, material- und gewichtsparende Bauweise und minimale schädliche Räume im Förderraum des Membrankörpers 4 realisieren.

[0033] Um die Vorzüge der Erfindung deutlich zu machen, ist in Figur 6 ein maßstabgetreuer Vergleich zwischen einer konventionellen Membranpumpe mit Kurbeltriebwerk 19 (linke Seite der Figur 6) und einer erfindungsgemäßen Membranpumpe 20 mit einem Exzenterkulissenantriebwerk gleicher Förderleistung (rechte Seite der Figur 6) gezeigt. Man erkennt deutlich, dass die Fördereinheit deutlich kompakter ausgebildet ist, so dass sie auch bei engem Platzbedarf verwendet werden kann.

Die Antriebseinheit kann dann über die Hydraulikleitungen getrennt angeordnet werden.

[0034] In der Regel werden die von der Antriebseinheit gelieferten, pulsierenden Hydraulikfluidströme für alle Druckräume der Membrankörper gleich sein und die Arbeitsräume werden das gleiche Volumen aufweisen.

[0035] Dennoch kann es für bestimmte Anwendungsfälle von Vorteil sein, wenn die Schöpfräume ungleiche Volumen aufweisen und mit Hydraulikfluidströmen unterschiedlicher Stärke beaufschlagt werden.

[0036] Weiterhin ist es von Vorteil, wenn der Anschluss der Verbindungsleitung zwischen Fördereinheit 2 und Antriebseinheit 1 an der geodätisch höchsten Stelle des Hydraulikraums 5 angeordnet ist.

[0037] Weiterhin kann es von Vorteil sein, wenn die in der Antriebseinheit 1 angeordneten Leckergänzungsventile 9 mittels einer Rohrleitung oder einem Schlauch 18 mit dem Hydraulikraum 5 der Fördereinheit 2 verbunden sind.

Bezugszeichenliste

[0038]

- | | |
|----|-------------------------------|
| 1 | Antriebseinheit |
| 2 | Fördereinheit |
| 3 | Hydraulikleitung |
| 4 | Membrankörper |
| 5 | Hydraulikkörper |
| 6 | Membran |
| 7 | Druckbegrenzungsventil |
| 8 | Dauerentgasungsventil |
| 9 | Leckergänzungsventil |
| 10 | Hydraulikfluidvorratsraum |
| 11 | Saugventil |
| 12 | Druckventil |
| 13 | Sammelstück |
| 14 | Einzelteile |
| 15 | Verbindungsstück |
| 16 | Räume |
| 17 | Ventil |
| 18 | Schlauch |
| 19 | Kurbeltriebwerk |
| 20 | Membranpumpe |
| 21 | erstes Membrankörperelement |
| 22 | zweites Membrankörperelement |
| 23 | Saugventil der ersten Stufe |
| 24 | Druckventil der zweiten Stufe |

Patentansprüche

1. Mehrzylinder-Membranmaschine mit mindestens drei hydraulisch angetriebenen Membranen (6) bestehend aus:
einer Antriebseinheit (1) zur Erzeugung von zumindest drei pulsierenden Hydraulikfluidströmen zum Antrieb der Membrane (6) und einer Fördereinheit

(2) zur Förderung eines Fördermediums mit mindestens drei Förderräumen, deren Volumina durch die Bewegung von jeweils einer Membran (6) verändert werden können, wobei jeder Förderraum über ein Druckventil (12) mit einer Druckleitung und über ein Saugventil (11) mit einer Saugleitung verbunden ist, wobei die Fördereinheit (2) aus einem Membrankörper (4), in welchem die Druck- und die Saugleitung angeordnet sind und mindestens drei Hydraulikkörpern (5) besteht, wobei jeder Hydraulikkörper (5) mit der Antriebseinheit (1) verbunden ist, wobei zwischen jedem Hydraulikkörper (5) und dem Membrankörper (4) ein Hohlraum gebildet wird, in dem eine der Membrane (6) angeordnet ist, so dass durch Erzeugen der pulsierenden Hydraulikfluidströme die Membrane (6) innerhalb der Hohlräume bewegt werden und ein Fördermedium periodisch von der Saugleitung in die Druckleitung überführt wird.

2. Mehrzylinder-Membranmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydraulikkörper (5) an der Außenseite des Membrankörpers (4) angeordnet sind, so dass durch Demontage des Hydraulikkörpers (5) von dem Membrankörper (4) auf die Membran (6) zugegriffen und diese gegebenenfalls ausgetauscht werden kann.

3. Mehrzylinder-Membranmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Membrankörper (4) einen zentralen Block bildet, wobei der Membrankörper (4) entweder einstückig ausgebildet ist oder aus mehreren Teilen (14) besteht, die zusammen mit einem Verbindungsstück einen zentralen Block bilden.

4. Mehrzylinder-Membranmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Steuerung und Überwachung der Membranmaschine vorgesehenen Bauelemente, wie z. B. ein Druckbegrenzungsventil (7), ein Dauerentgasungsventil (8), ein Leckergänzungsventil (9) oder ein Hydraulikfluidvorratsraum (10) in der Antriebseinheit (1) angeordnet sind.

5. Mehrzylinder-Membranmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Saugleitungen und alle Druckleitungen im oder am Membrankörper (4), vorzugsweise jeweils in einem Sammelstück (13), miteinander verbunden sind, so dass der Membrankörper (4) nach außen nur mit einer Druckleitung und nur mit einer Saugleitung verbunden ist.

6. Mehrzylinder-Membranmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit (1) derart ausgestaltet ist, dass den Membranen (6) pulsierende Hydraulikfluidströme unterschiedlicher Stärke zugeführt werden.

7. Mehrzylinder-Membranmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinheit (2) als 2-stufiger Membrankompressor ausgebildet ist und beide Stufen einen gemeinsamen Membrankörper haben, wobei vorzugsweise ein Ventil sowohl als Druckventil (24) der ersten Stufe als auch als Saugventil (23) der zweiten Stufe dient.
8. Mehrzylinder-Membranmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinheit (2) eine Oberseite, eine Unterseite und umlaufende Seitenflächen aufweist und die Hydraulikkörper (5) an den umlaufenden Seitenflächen angeordnet sind, wobei vorzugsweise die Antriebseinheit (1) über der Fördereinheit (2) angeordnet ist.

Claims

1. A multi-cylinder diaphragm machine having at least three hydraulically driven diaphragms (6) comprising:
a drive unit (1) for producing at least three pulsating hydraulic fluid flows for driving the diaphragms (6) and a delivery unit (2) for delivering a delivery medium and having at least three pump chambers, the volumes of which can be varied by the movement of a respective diaphragm (6), wherein each delivery chamber is connected by way of a pressure valve (12) to a pressure line and by way of a suction valve (11) to a suction line, wherein the delivery unit (2) comprises a diaphragm body (4) in which the pressure and suction lines are arranged and at least three hydraulic bodies (5), wherein each hydraulic body (5) is connected to the drive unit (1), wherein formed between each hydraulic body (5) and the diaphragm body (4) is a cavity in which one of the diaphragms (6) is arranged so that by production of the pulsating hydraulic fluid flows the diaphragms (6) are moved within the cavities and a delivery medium is periodically transferred from the suction line into the pressure line.
2. A multi-cylinder diaphragm machine as set forth in claim 1 **characterized in that** the hydraulic bodies (5) are arranged at the outside of the diaphragm body (4) so that the diaphragm (6) can be accessed by dismantling the hydraulic body (5) from the diaphragm body (4) and the diaphragm can optionally be replaced.
3. A multi-cylinder diaphragm machine as set forth in claim 1 or claim 2 **characterized in that** the diaphragm body (4) forms a central block, wherein the diaphragm body (4) is either in one piece or comprises a plurality of pieces (14) which together with a connecting portion form a central block.

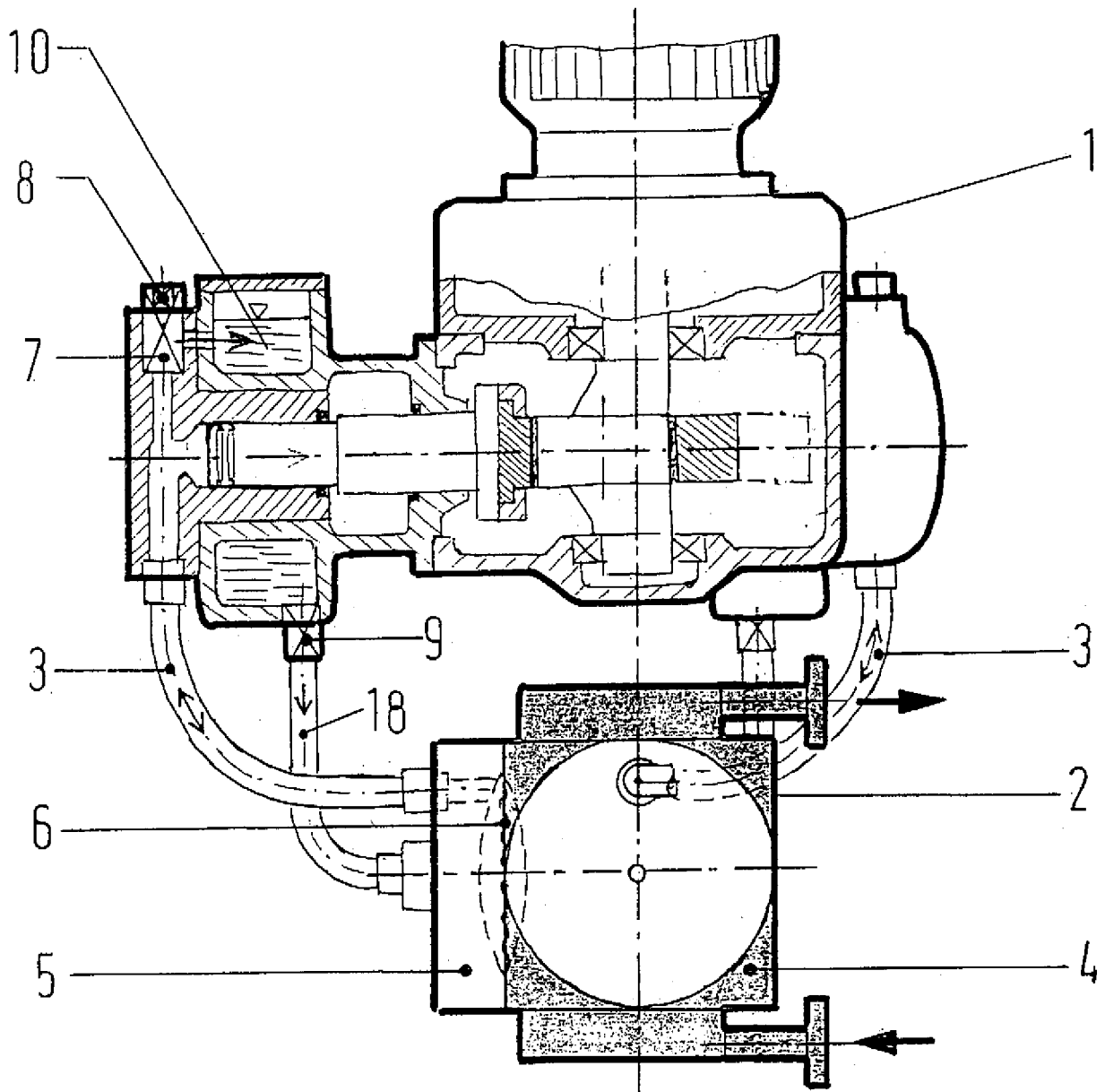
4. A multi-cylinder diaphragm machine as set forth in one of claims 1 through 3 **characterized in that** components provided for controlling and monitoring the diaphragm machine such as for example a pressure limiting valve (7), a continuous degassing valve (8), a leak make-up valve (9) or a hydraulic fluid storage chamber (10) are arranged in the drive unit (1).
5. A multi-cylinder diaphragm machine as set forth in one of claims 1 through 4 **characterized in that** all suction lines and all pressure lines in or on the diaphragm body (4) are connected together, preferably each in a collecting portion (13), so that the diaphragm body (4) is connected to the exterior only with one pressure line and only with one suction line.
6. A multi-cylinder diaphragm machine as set forth in one of claims 1 through 5 **characterized in that** the drive unit (1) is of such a configuration that pulsating hydraulic fluid flows of differing strength are fed to the diaphragms (6).
7. A multi-cylinder diaphragm machine as set forth in one of claims 1 through 6 **characterized in that** the delivery unit (2) is in the form of a 2-stage diaphragm compressor and both stages have a common diaphragm body, wherein preferably a valve serves both as the pressure valve (24) of the first stage and also as the suction valve (23) of the second stage.
8. A multi-cylinder diaphragm machine as set forth in one of claims 1 through 7 **characterized in that** the delivery unit (2) has a top side, an underside and peripherally extending side surfaces and the hydraulic bodies (5) are arranged at the peripherally extending side surfaces, wherein preferably the drive unit (1) is arranged over the delivery unit (2).

Revendications

1. Machine à membranes multicylindre avec au moins trois membranes (6) entraînées de manière hydraulique, composée de :
une unité d'entraînement (1) pour la génération d'au moins trois flux de fluide hydraulique pulsés pour l'entraînement de la membrane (6) et une unité de transport (2) pour le transport d'un milieu de transport avec au moins trois espaces de transport, dont les volumes peuvent être modifiés par le déplacement de respectivement une membrane (6), dans laquelle chaque espace de transport est relié à une conduite de pression par le biais d'une soupape de pression (12) et à une conduite d'aspiration par le biais d'une soupape d'aspiration (11), dans laquelle l'unité de transport (2) se compose d'un corps de membrane (4), dans lequel la conduite de pression et la conduite d'aspiration sont agencées, et d'au

- moins trois corps hydrauliques (5), dans laquelle chaque corps hydraulique (5) est relié à l'unité d'entraînement (1), dans laquelle une cavité est formée entre chaque corps hydraulique (5) et le corps de membrane (4), dans laquelle cavité une des membranes (6) est agencée de sorte que la membrane (6) puisse être déplacée à l'intérieur des cavités par génération des flux de fluide hydraulique pulsés et un milieu de transport soit transmis périodiquement de la conduite d'aspiration à la conduite de pression. 5
2. Machine à membranes multicylindre selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les corps hydrauliques (5) sont agencés au niveau du côté extérieur du corps de membrane (4) de sorte que par démontage du corps hydraulique (5) du corps de membrane (4), il soit possible d'accéder à la membrane (6) et de la remplacer le cas échéant. 10
3. Machine à membranes multicylindre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le corps de membrane (4) forme un bloc central, dans laquelle le corps de membrane (4) ou est réalisé d'un tenant ou se compose de plusieurs parties (14), qui forment un bloc central conjointement avec un raccord. 15 20 25
4. Machine à membranes multicylindre selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** des composants prévus pour la commande et la surveillance de la machine à membranes, comme par exemple une soupape de limitation de pression (7), une soupape de dégazage continu (8), une soupape de complément de fuite (9) ou un réservoir de fluide hydraulique (10), sont agencés dans l'unité d'entraînement (1). 30 35
5. Machine à membranes multicylindre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** toutes les conduites d'aspiration et toutes les conduites de pression sont reliées l'une à l'autre dans ou au niveau du corps de membrane (4), de préférence respectivement dans un collecteur (13), de sorte que le corps de membrane (4) soit relié vers l'extérieur seulement à une conduite de pression et seulement à une conduite d'aspiration. 40 45
6. Machine à membranes multicylindre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** l'unité d'entraînement (1) est configurée de sorte que des flux de fluide hydraulique pulsés de différente intensité soient amenés aux membranes (6). 50
7. Machine à membranes multicylindre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** l'unité de transport (2) est réalisée en tant que compresseur à membranes à deux étages et les deux étapes ont un corps de membrane commun, 55
- dans laquelle de préférence une soupape sert aussi bien de soupape de pression (24) du premier étage que de soupape d'aspiration (23) du deuxième étage.
8. Machine à membranes multicylindre selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** l'unité de transport (2) présente un côté supérieur, un côté inférieur et des surfaces latérales périphériques et les corps hydrauliques (5) sont agencés au niveau des surfaces latérales périphériques, dans laquelle de préférence l'unité d'entraînement (1) est agencée au-dessus de l'unité de transport (2).

Fig. 1



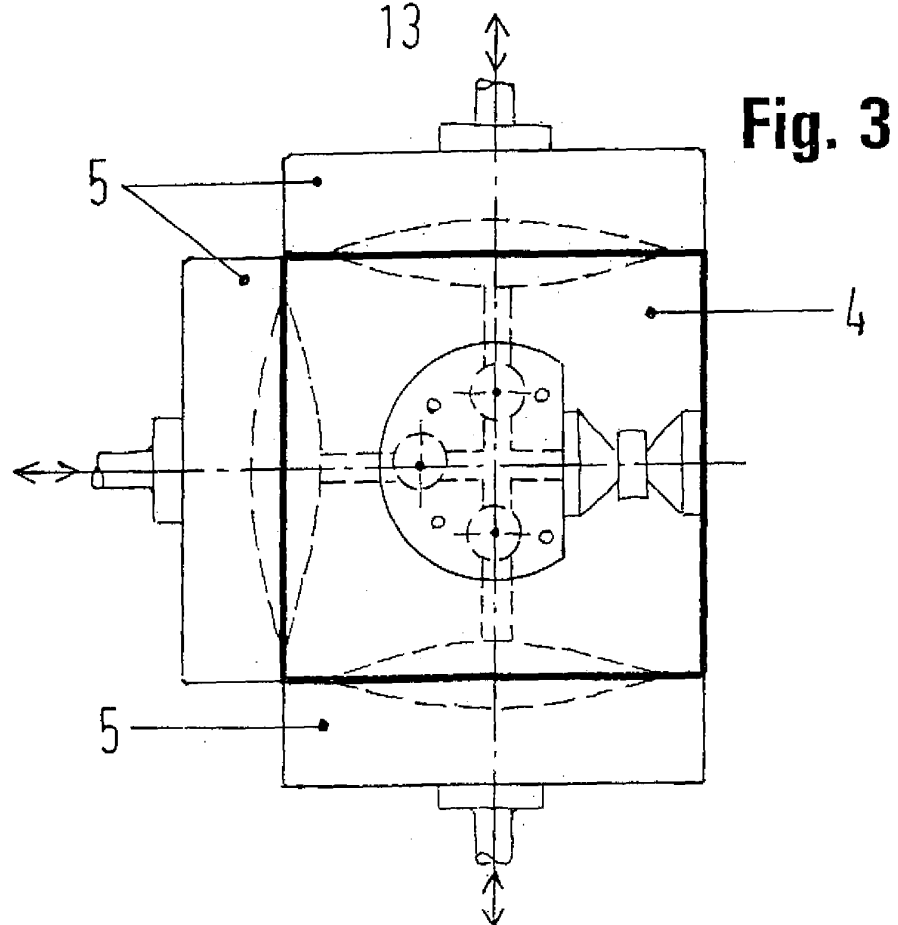
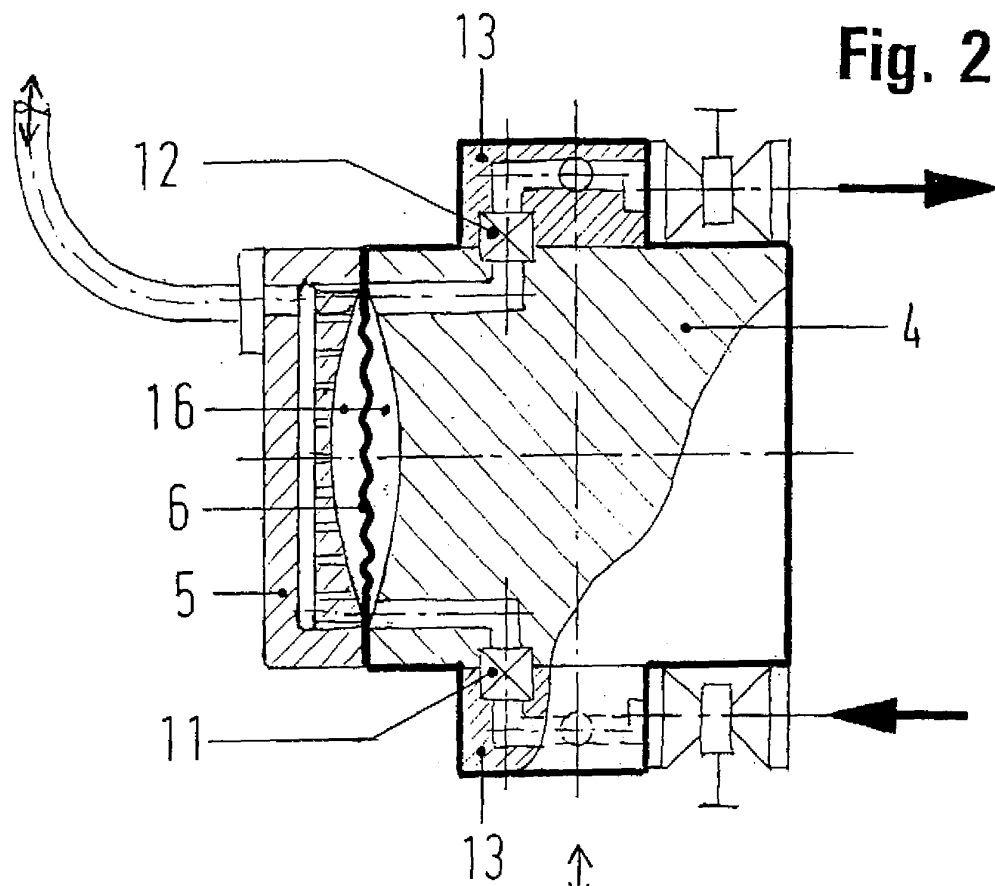


Fig. 4

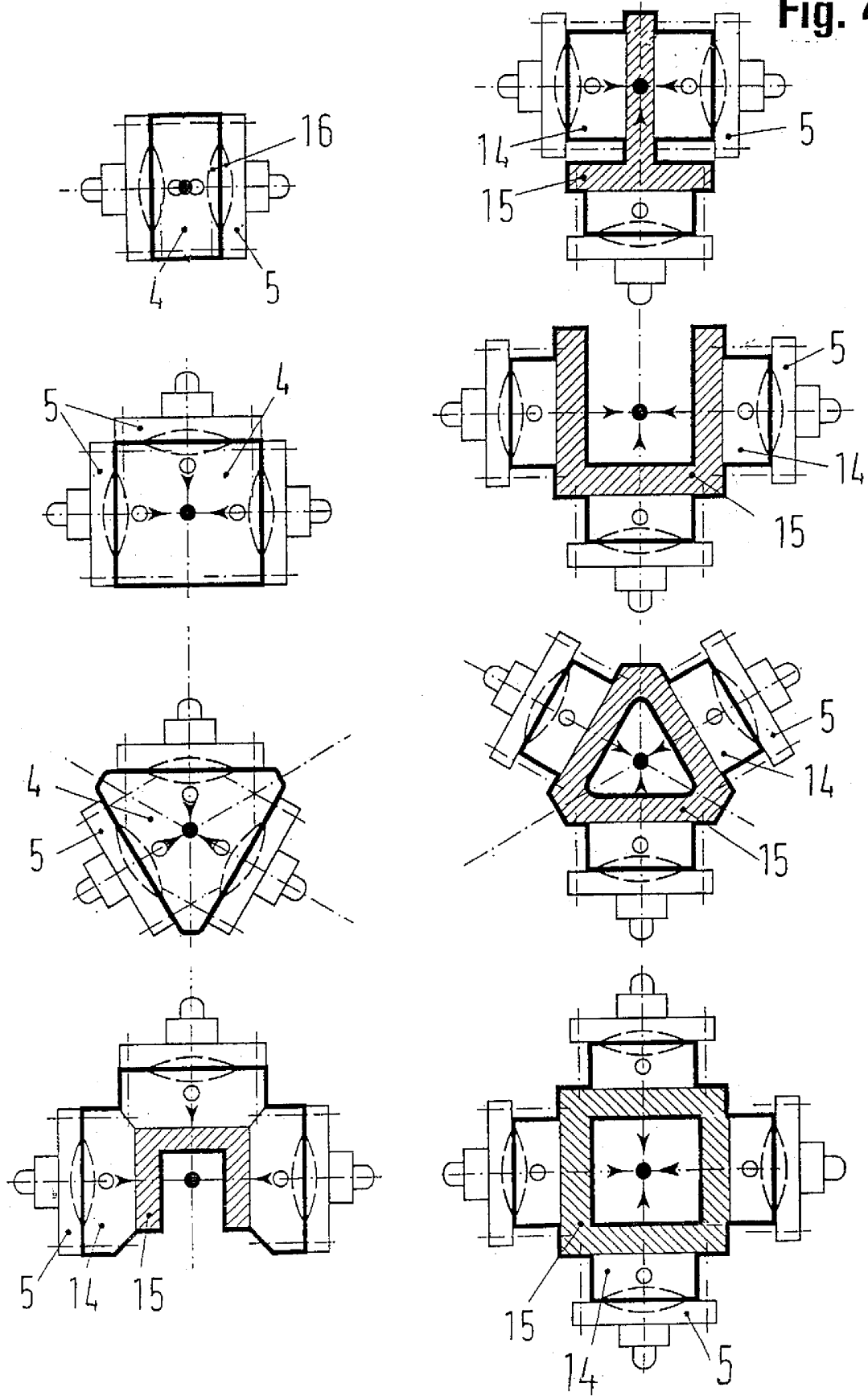


Fig. 5

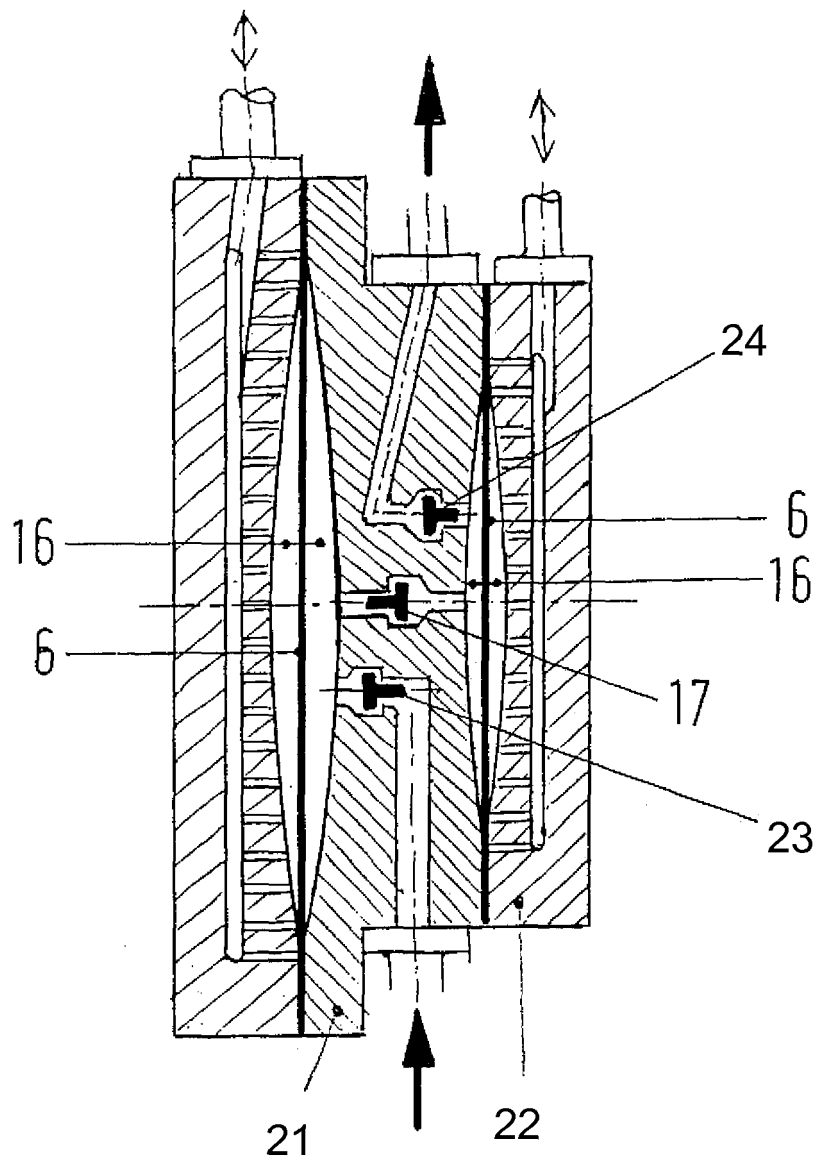
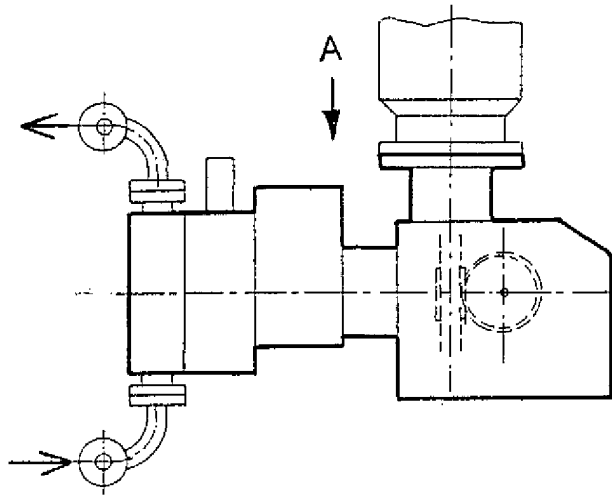
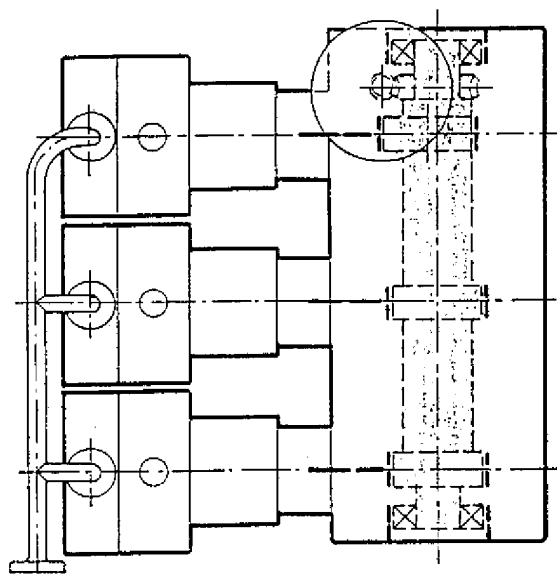


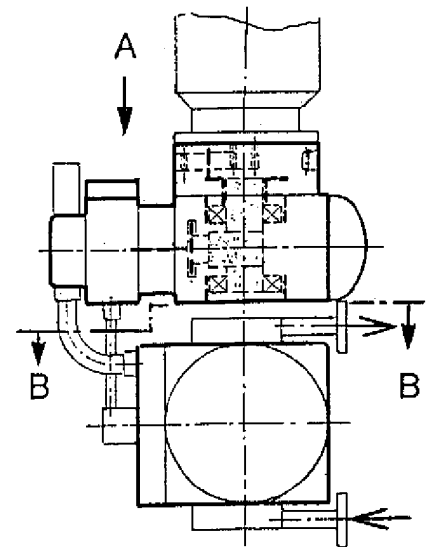
Fig. 6



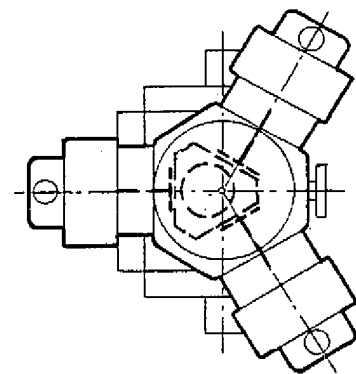
Ansicht A



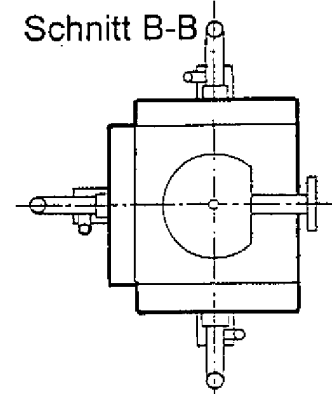
500 mm



Ansicht A



Schnitt B-B



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2003077190 A [0007]
- DE 3942981 [0007]
- US 5368451 A [0007]
- WO 9925999 A [0008]