

(19)



(11)

EP 3 559 463 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.12.2020 Patentblatt 2020/49

(51) Int Cl.:
F04B 13/00 ^(2006.01) **F04B 15/00** ^(2006.01)
F04B 43/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17816835.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/083184

(22) Anmeldetag: **17.12.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/114727 (28.06.2018 Gazette 2018/26)

(54) **VERDRÄNGERPUMPE FÜR MEDIZINISCHE FLÜSSIGKEITEN UND BLUTBEHANDLUNGSVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZU DEREN STEUERUNG**

DISPLACEMENT PUMP FOR MEDICAL LIQUIDS, BLOOD TREATMENT DEVICE, AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

POMPE VOLUMÉTRIQUE POUR LIQUIDES MÉDICAUX ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DU SANG AINSI QUE PROCÉDÉ DE COMMANDE ASSOCIÉ

(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 RS SE SI SK SM TR

- **WIKTOR, Christoph**
63571 Gelnhausen (DE)
- **ÖRTER, Gökhan**
35789 Weilmünster (DE)

(30) Priorität: **20.12.2016 DE 102016015110**

(74) Vertreter: **Oppermann, Frank**
OANDO Oppermann & Oppermann LLP
Wilhelminenstrasse 1a
65193 Wiesbaden (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.10.2019 Patentblatt 2019/44

(73) Patentinhaber: **Fresenius Medical Care Deutschland GmbH**
61352 Bad Homburg v.d.H (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 156 211 GB-A- 2 053 378
US-A1- 2015 064 025 US-B1- 6 302 653

(72) Erfinder:
• **PETERS, Arne**
61352 Bad Homburg (DE)

EP 3 559 463 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 Erfindung betrifft eine Verdrängerpumpe zum Fördern von medizinischen Flüssigkeiten, die über eine Pumpenkammer und einen Verdrängerkörper verfügt, und eine Blutbehandlungsvorrichtung mit einer Verdrängerpumpe. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung einer Verdrängerpumpe zum Fördern von medizinischen Flüssigkeiten.

[0002] Die bekannten Verdrängerpumpen verfügen über eine Pumpenkammer und einem Verdrängerkörper. Die Förderung der Flüssigkeit erfolgt infolge der durch die Bewegung des Verdrängerkörpers in der Pumpenkammer hervorgerufenen Volumenänderung. Bei den bekannten Kolbenpumpen ist der Verdrängerkörper ein in einem Holzzylinder geführter Kolben, der von einer Antriebseinheit betätigt wird.

[0003] Zur Förderung von medizinischen Flüssigkeiten finden in der Medizintechnik Membranpumpen Verwendung. Der Vorteil von Membranpumpen liegt in der Trennung der Antriebseinheit von der zu fördernden Flüssigkeit durch eine Membran. In der Medizintechnik werden an Membranpumpen hohe Anforderungen gestellt. Die Membranpumpen sollen eine hohe Fördergenauigkeit haben. Membranpumpen mit einer hohen Fördergenauigkeit finden beispielsweise in der Dialyse Verwendung.

[0004] In Dialysegeräten werden Membranpumpen eingesetzt, die über eine geräteseitige Baugruppe und eine nur zur einmaligen Verwendung bestimmte Baugruppe verfügen, die als eine Kassette (Disposable) ausgebildet sein kann. Die Kassette weist eine Pumpenkammer auf, die von einer elastischen Membran verschlossen ist. Die geräteseitige Baugruppe umfasst einen Betätigungskörper, mit dem die Membran verformt wird, so dass eine Volumenänderung in der Pumpenkammer erfolgt, wodurch die medizinische Flüssigkeit gefördert wird. In der Saugphase wird der Auslass der Pumpenkammer von einem Auslassventil verschlossen, während der Einlass der Pumpenkammer in der Druckphase von einem Einlassventil verschlossen wird.

[0005] Die disposableseitige Baugruppe der Membranpumpe kann an die geräteseitige Baugruppe angekoppelt werden, so dass der Betätigungskörper die Membran verformen kann. Aufgrund der zweiteiligen Ausführung der Membranpumpe ist eine dauerhafte Verbindung zwischen dem Betätigungskörper und der Membran nicht möglich.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind zur Erzeugung hoher Drücke in Arbeitsmaschinen Kolben-Membranpumpen bekannt, bei denen die Membran über einen Arbeitsraum in Wirkverbindung steht, der mit Hydrauliköl als Arbeitsfluid befüllt ist. Dadurch soll die Membran entlastet und deren Lebensdauer erhöht werden.

[0007] Die US 6 302 653 B1 beschreibt ein Pumpensystem mit einer Pumpenkammer, einem Verdrängerkörper, einem mit dem Verdrängerkörper in Wirkverbindung stehenden Betätigungskörper zum Verfahren oder

Verformen des Verdrängerkörpers zum Fördern der Flüssigkeit in die Pumpenkammer bzw. aus der Pumpenkammer und einer Antriebseinrichtung zum Verfahren des Betätigungskörpers. Der Betätigungskörper steht mit dem Verdrängerkörper über eine mit Gas befüllte Arbeitskammer, die ein abgeschlossenes Volumen hat, in Wirkverbindung. Das Pumpensystem umfasst eine Betätigungseinrichtung und eine Pumpeneinrichtung. Die Antriebseinrichtung, der Betätigungskörper und die Arbeitskammer sind Bestandteil der Betätigungseinrichtung und der Verdrängerkörper und die Pumpenkammer (5) sind Bestandteil der Pumpeneinrichtung.

[0008] Die EP 0 156 211 A2 beschreibt ein Pumpensystem für medizinische Zwecke, insbesondere eine Blut- oder Infusionspumpe, mit einem Pumpengehäuse, das durch eine Pumpenmembran in eine Arbeitskammer, die mit der zu pumpenden Flüssigkeit beaufschlagt wird, und eine Antriebskammer unterteilt ist, die über eine Verbindungsleitung mit einer pneumatischen Pumpe verbunden ist.

[0009] Aus der GB 2 053 378 A ist ein Pumpensystem bekannt, dass über eine geräteseitige Baugruppe und eine nur zur einmaligen Verwendung bestimmte Baugruppe verfügt, die als eine Kassette (Disposable) ausgebildet ist. Diese Bauart zeichnet sich dadurch aus, dass die geräteseitige Betätigungseinrichtung und die disposableseitige Pumpeneinrichtung derart ausgebildet sind, dass die disposableseitige Pumpeneinrichtung an die geräteseitige Betätigungseinrichtung ankoppelbar ist. Folglich kann über das in einer Arbeitskammer eingeschlossene Volumen an Gas eine Wirkverbindung zwischen einem Betätigungskörper und einem als elastische Membran ausgebildeten Verdrängerkörper hergestellt werden.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verdrängerpumpe für die Verwendung in der Medizintechnik zum Fördern medizinischer Flüssigkeiten zu schaffen, die eine Trennung von einer geräteseitigen und einer disposableseitigen Baugruppe erlaubt. Insbesondere liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Verdrängerpumpe in einer zweiteiligen Bauweise zum Fördern medizinischer Flüssigkeiten mit einer hohen Fördergenauigkeit zu schaffen. Darüber hinaus ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Blutbehandlungsvorrichtung mit einer Verdrängerpumpe bereitzustellen und ein Verfahren zum Steuern einer Membranpumpe anzugeben, wobei eine Trennung der Verdrängerpumpe in eine geräteseitige und eine disposableseitige Baugruppe möglich ist.

[0011] Die Lösung dieser Aufgaben erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0012] Die erfindungsgemäße Verdrängerpumpe für medizinische Flüssigkeiten verfügt über eine Pumpenkammer, einen Verdrängerkörper, einen mit dem Verdrängerkörper in Wirkverbindung stehenden Betätigungskörper zum Verfahren oder Verformen des Ver-

drängerkörpers zum Fördern der Flüssigkeit in die Pumpenkammer bzw. aus der Pumpenkammer und eine Antriebseinrichtung zum Verfahren des Betätigungskörpers. Zum Ansteuern der Antriebseinrichtung und des Einlassventils und Auslassventils ist eine Steuereinheit vorgesehen. Die Steuereinheit ist derart ausgebildet, dass in der Saugphase das Einlassventil geöffnet und das Auslassventil geschlossen und in der Druckphase das Einlassventil geschlossen und das Auslassventil geöffnet ist.

[0013] Der Verdrängerkörper kann grundsätzlich unterschiedlich ausgebildet sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verdrängerpumpe eine Membranpumpe, die als Verdrängerkörper eine verformbare Membran aufweist, die eine Pumpenkammer verschließt. Der Verdrängerkörper kann aber auch ein Kolben in einem Hohlzylinder sein.

[0014] Bei der erfindungsgemäßen Verdrängerpumpe ist der Betätigungskörper nicht fest mit dem Verdrängerkörper verbunden, sondern der Betätigungskörper steht mit dem Verdrängerkörper über eine mit Gas befüllte Arbeitskammer, die ein abgeschlossenes Volumen hat, in Wirkverbindung. Da eine feste Verbindung zwischen Betätigungskörper und Verdrängerkörper nicht besteht, erlaubt die erfindungsgemäße Verdrängerpumpe eine zweiteilige Bauweise mit einer geräteseitigen und einer zur einmaligen Verwendung bestimmten disposableseitigen Baugruppe.

[0015] Bei einer Bewegung des Betätigungskörpers wird das in der Arbeitskammer eingeschlossene Gasvolumen verdrängt, so dass über das Gasvolumen der Verdrängerkörper betätigt wird. Das von dem Betätigungskörper verdrängte Gasvolumen entspricht dem Volumen an Flüssigkeit, die von dem Verdrängerkörper aus der Pumpenkammer verdrängt wird.

[0016] Die erfindungsgemäße Verdrängerpumpe sieht eine geräteseitige Betätigungseinrichtung und eine disposableseitige Pumpeneinrichtung vor, wobei die Antriebseinrichtung, der Betätigungskörper und die Arbeitskammer Bestandteil der geräteseitigen Betätigungseinrichtung und der Verdrängerkörper und die Pumpenkammer Bestandteil der disposableseitigen Pumpeneinrichtung sind. Es ist aber auch möglich, dass eine geräteseitige Betätigungseinrichtung und eine disposableseitige Pumpeneinrichtung nicht vorgesehen sind.

[0017] Bei der Ausführungsform mit der geräteseitigen Betätigungseinrichtung und der disposableseitigen Pumpeneinrichtung sind die geräteseitige Betätigungseinrichtung und die disposableseitige Pumpeneinrichtung vorzugsweise derart ausgebildet, dass die disposableseitige Pumpeneinrichtung an die geräteseitige Betätigungseinrichtung ankoppelbar ist. Wenn die Pumpeneinrichtung an die Betätigungseinrichtung angekoppelt ist, wird über das in der Arbeitskammer eingeschlossene Volumen an Gas eine Wirkverbindung zwischen dem Betätigungskörper und dem Verdrängerkörper hergestellt, so dass der Betätigungskörper den Verdrängerkörper betätigen kann, beispielsweise verfahren oder

verformen kann.

[0018] Die Arbeitskammer kann unterschiedlich ausgebildet sein. Vorzugsweise ist die Arbeitskammer ein Zylinderkörper (Hohlzylinder), in dem ein Kolben als Betätigungskörper geführt ist. Bei einer Bewegung des Kolbens in dem Hohlzylinder wird das in dem Hohlzylinder eingeschlossene Gasvolumen verdrängt, so dass über das Gasvolumen der Verdrängerkörper betätigt wird.

[0019] Die Antriebseinrichtung weist zum Antrieb des Betätigungskörpers vorzugsweise einen Elektromotor auf, der von der Steuereinheit angesteuert wird.

[0020] Zur genauen Einstellung der Fördermenge bzw. Förderrate sieht die erfindungsgemäße Verdrängerpumpe bei der Kopplung von Betätigungskörper und Verdrängerkörper über ein in einer Arbeitskammer eingeschlossenes Gasvolumen, insbesondere Luftvolumen, eine besondere Ausbildung der Steuereinheit vor.

[0021] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Steuereinheit eine Druckmesseinrichtung zum Messen des Drucks in der Arbeitskammer auf, beispielsweise einen elektronischen Drucksensor. Die Steuereinheit ist derart ausgebildet, dass in der Druckphase das Auslassventil in Abhängigkeit von dem mit der Druckmesseinrichtung gemessenen Druck derart angesteuert wird, dass der Druck p in der Arbeitskammer beim Verfahren des Betätigungskörpers konstant bleibt. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich auch die Temperatur T nicht verändert, wovon in der Praxis ausgegangen werden kann.

[0022] Darüber hinaus ist die Steuereinheit vorzugsweise derart ausgebildet, dass die Antriebseinrichtung derart angesteuert wird, dass die Fördermenge einer vorgegebenen Soll-Fördermenge oder die Förderrate einer vorgegebenen Soll-Förderrate entspricht. In der Druckphase, d. h. wenn der Verdrängerkörper die Flüssigkeit aus der Pumpenkammer verdrängt, ist der Ist-Druck in der Arbeitskammer konstant, so dass sich das geförderte Volumen an Flüssigkeit aus dem Verfahrensweg des Betätigungskörpers ergibt. Für die Förderung einer bestimmten Soll-Fördermenge gibt die Steuereinheit eine bestimmte Wegstrecke vor, um die der Betätigungskörper verfahren wird, während die Steuereinheit zur Einstellung einer bestimmten Soll-Förderart für die Bewegung des Verdrängerkörpers eine bestimmte Geschwindigkeit vorgibt. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass sich der Soll-Fluss über den Verfahrensweg des Betätigungskörpers einstellen lässt, wobei zur Einstellung des konstanten Drucks in der Arbeitskammer nicht der Betätigungskörper, sondern das Auslassventil von der Steuereinheit entsprechend angesteuert wird.

[0023] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform sieht einen Wegsensor zum Messen des Verfahrensweges des Betätigungskörpers vor, wobei die Steuereinheit derart ausgebildet ist, dass auf der Grundlage des gemessenen Verfahrensweges des Betätigungskörpers die Ist-Fördermenge oder Ist-Förderart berechnet und die Antriebseinrichtung derart ansteuert wird, dass die Ist-Fördermenge der Soll-Fördermenge oder Ist-Förderrate der Soll-Förderrate entspricht.

[0024] Die erfindungsgemäße Verdrängerpumpe findet insbesondere als Membranpumpe in medizintechnischen Geräten zum Fördern einer medizinischen Behandlungsflüssigkeit Verwendung, beispielsweise in einer Blutbehandlungsvorrichtung (Dialysevorrichtung) zur genauen Dosierung einer Antikoagulanzlösung.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung einer Verdrängerpumpe für medizinische Flüssigkeiten, die über eine Pumpenkammer, einen Verdrängerkörper, einen mit dem Verdrängerkörper in Wirkverbindung stehenden Betätigungskörper zum Verfahren oder Verformen des Verdrängerkörpers, eine Antriebseinrichtung zum Verfahren des Betätigungskörpers und ein Einlassventil und ein Auslassventil aufweist, zeichnet sich dadurch aus, dass der Verdrängerkörper von dem Betätigungskörper über ein abgeschlossenes Volumen an Luft, das in einem Arbeitsraum eingeschlossen ist, betätigt wird.

[0026] Bei einer ersten besonders bevorzugten Ausführungsform wird das Auslassventil in Abhängigkeit von dem Druck in dem Arbeitsraum derart angesteuert, dass der Druck in dem Arbeitsraum beim Verfahren des Betätigungskörpers konstant bleibt, und der Betätigungskörper wird derart verfahren, dass die Fördermenge einer vorgegebenen Soll-Fördermenge oder die Förderart einer vorgegebenen Soll-Förderart entspricht.

[0027] Bei einer zweiten alternativen Ausführungsform wird der Betätigungskörper in Abhängigkeit von dem Druck in dem Arbeitsraum derart angesteuert, dass der Druck in dem Arbeitsraum beim Verfahren des Betätigungskörpers konstant bleibt, und das Auslassventil wird derart angesteuert, dass die Fördermenge einer vorgegebenen Soll-Fördermenge oder die Förderart einer vorgegebenen Soll-Förderart entspricht.

[0028] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Einzelnen erläutert.

[0029] Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verdrängerpumpe in vereinfachter schematischer Darstellung,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung zur Verdeutlichung der Ausführungsform für die Steuerung des Auslassventils und des Betätigungskörpers der Verdrängerpumpe und

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung zur Verdeutlichung einer alternativen nicht beanspruchten Abwandlung für die Steuerung des Auslassventils und des Betätigungskörpers der Verdrängerpumpe.

[0030] Fig. 1 zeigt in stark vereinfachter schematischer Darstellung eine medizinische Behandlungsvorrichtung, insbesondere Dialysevorrichtung, die über die erfindungsgemäße Verdrängerpumpe 1 verfügt. Die Dialyse-

vorrichtung weist einen extrakorporalen Blutkreislauf 2 auf, der nur schematisch dargestellt ist. Mit der Verdrängerpumpe 1 wird eine medizinische Flüssigkeit für die Durchführung der Behandlung gefördert, die in einem Behältnis 3 bereitgestellt wird. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird dem extrakorporalen Blutkreislauf 2 mit der Verdrängerpumpe 1 eine Antikoagulanzlösung zugeführt.

[0031] Die Verdrängerpumpe 1 weist eine Pumpeneinrichtung 4 mit einer Pumpenkammer 5 auf, die Bestandteil einer zur einmaligen Verwendung bestimmten Kassette 6 (Disposable) ist, die in eine Aufnahmeeinheit 7 der Dialysevorrichtung eingesetzt wird. Die Pumpenkammer 5 weist einen Einlass 8, an den eine Einlassleitung 9 angeschlossen ist, und einen Auslass 10 auf, an den eine Auslassleitung 11 angeschlossen ist. Die Einlassleitung 9 ist mit dem Behältnis 3 für die Behandlungsflüssigkeit, insbesondere Antikoagulanzlösung, und die Auslassleitung 11 ist mit dem extrakorporalen Blutkreislauf 2 verbunden. Der Zufluss von Flüssigkeit, insbesondere der Antikoagulanzlösung, in die Pumpenkammer 5 wird mit einem Einlassventil 12 und der Abfluss von Flüssigkeit aus der Pumpenkammer 5 mit einem Auslassventil 13 reguliert. Das Einlassventil 12 und das Auslassventil 13, die als elektromagnetische oder pneumatische Ventile ausgebildet sein können, werden von einer Steuereinheit 14 angesteuert, die Bestandteil der zentralen Steuereinheit der Behandlungsvorrichtung sein kann.

[0032] Die Pumpenkammer 5, die einen zylindrischen Pumpenraum haben kann, ist von einer flexiblen Membran 15 dicht verschlossen, die auf die Oberseite der Kassette 6 aufgebracht ist.

[0033] Darüber hinaus weist die Verdrängerpumpe 1 eine geräteseitige Betätigungseinrichtung 16 auf, an die die disopsableseitige Pumpeneinrichtung 4 abdichtend angekoppelt werden kann. Die Abdichtung erfolgt über einander gegenüberliegende Anlageflächen 17, 18 der Pumpeneinrichtung 4 und der Betätigungseinrichtung 16.

[0034] Die Betätigungseinrichtung 16 weist eine Arbeitskammer 19 auf, die einen zylindrischen Arbeitsraum haben kann, der an die Pumpenkammer 5 der Betätigungseinrichtung 4 abdichtend angekoppelt werden kann. In der Arbeitskammer 19 ist ein Betätigungskörper 20 längsverschiebbar geführt, der ein Kolben sein kann. Der Antrieb des Betätigungskörpers 20 erfolgt mit einer Antriebseinrichtung 21, die einen Elektromotor 22 aufweisen kann, der den Kolben über einen nicht dargestellten Kopplungsmechanismus betätigt.

[0035] Wenn die Pumpeneinrichtung 16 an die Betätigungseinrichtung 4 angekoppelt ist, wird in der Arbeitskammer 19 der Betätigungseinrichtung zwischen dem Betätigungskörper 20, d.h. der Stirnfläche des Kolbens, ein Luftvolumen eingeschlossen, so dass eine Hubbewegung des Kolbens zu einer Verformung des Verdrängerkörpers (Membran) 15 führt, wodurch Flüssigkeit aus der Pumpenkammer 5 verdrängt wird. Dabei entspricht das von dem Kolben verdrängte Luftvolumen dem Volu-

men an aus der Pumpenkammer verdrängter Flüssigkeit.

[0036] Die Steuereinheit 14 zur Ansteuerung der Antriebseinrichtung 21 sowie des Ein- und auslassventils 12, 13 kann beispielsweise einen allgemeinen Prozessor, einen digitalen Signalprozessor (DSP) zur kontinuierlichen Bearbeitung digitaler Signale, einen Mikroprozessor, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), einen aus Logikelementen bestehenden integrierten Schaltkreis (FPGA) oder andere integrierte Schaltkreise (IC) oder Hardware-Komponenten aufweisen, um die einzelnen Verfahrensschritte zur Regelung des Drucks oder Flusses auszuführen. Auf den Hardware-Komponenten kann zur Durchführung der Verfahrensschritte ein Datenverarbeitungsprogramm (Software) laufen.

[0037] Die Steuereinheit 21 steuert das Einlass- und Auslassventil 12, 13 derart an, dass in der Saugphase das Einlassventil 12 geöffnet und das Auslassventil 13 geschlossen ist und in der Druckphase das Einlassventil 12 geschlossen und das Auslassventil 13 geöffnet ist. In Fig. 1 sind sämtliche Bauteile nur schematisch dargestellt. Auch die Einlass- und Auslassventile können dispo-

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

ableseseitige und geräteseitige Bauteile aufweisen.

[0038] Zur Einstellung einer genauen Fördermenge bzw. Förderrate sieht die Steuereinheit 14 folgende Steuerung (Regelung) für die Antriebseinrichtung 21 des Betätigungskörpers 20 und für das Einlassventil 12 und Auslassventil 13 vor.

[0039] Die Erfindung beruht auf der thermischen Zustandsgleichung idealer Gase ($pV = nR_mT$, wobei p der Druck, V das Volumen, n die Stoffmenge, R_m die molare Gaskonstante und T die Temperatur ist). Wenn der Druck p und die Temperatur T in der Arbeitskammer 19 konstant gehalten wird, verändert sich nach der allgemeinen Gasgleichung bei der Hubbewegung des Betätigungskörpers (Kolben) das in dem Arbeitsraum eingeschlossene Luftvolumen nicht. Daher wird der Druck konstant gehalten. Die Steuereinheit 14 weist eine Druckmesseinrichtung 23, beispielsweise einen elektronischen Drucksensor auf, der den Ist-Druck in der Arbeitskammer 19 misst.

[0040] Nachfolgend wird die Steuerung beschrieben. Die Figuren 2 und 3 veranschaulichen die Regelung des Druckes und des Flusses. Die einzelnen Bauteile sind in den Figuren 2 und 3 mit denselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 versehen, wobei Pumpenkammer 19 und Arbeitskammer 5 stark vereinfacht dargestellt sind.

[0041] Bei der ersten Ausführungsform ist die Steuereinheit 14 derart konfiguriert, dass die Steuereinheit in der Druckphase das Auslassventil 13 in Abhängigkeit von dem mit dem Drucksensor 23 gemessenen Druck derart ansteuert, dass der Druck p in der Arbeitskammer 19 bei der Hubbewegung des Kolbens 20 konstant bleibt. Dabei misst die Steuereinheit 14 den Ist-Druck p_{ist} mit dem Drucksensor 23 und vergleicht den Ist-Druck mit dem Soll-Druck p_{soll} , der konstant gehalten werden soll. Zur Erhöhung bzw. Verringerung des Ist-Drucks wird der Ventilkörper des Auslassventils 13 entsprechend geöffnet bzw. geschlossen, so dass der Druck konstant ist.

[0042] Die Fördermenge der Verdrängerpumpe wird bei der ersten Ausführungsform über den Verfahrensweg des Betätigungskörpers geregelt, der mit einem Wegsensor 24 gemessen wird. Die Steuereinheit 14 ist derart konfiguriert, dass auf der Grundlage des gemessenen Verfahrensweges des Betätigungskörpers die Ist-Fördermenge oder Ist-Förderrate berechnet wird. Das verdrängte Luftvolumen, das der Fördermenge entspricht, berechnet sich aus dem Produkt von dem mit dem Wegsensor 24 gemessenen Verfahrensweg x und der Querschnittsfläche der Arbeitskammer 19 bzw. Stirnfläche des Kolbens 20. Die Steuereinheit 14 steuert die Antriebseinrichtung 21 derart an, dass die Ist-Fördermenge der Soll-Fördermenge oder die Ist-Förderrate Q_{ist} der Soll-Förderrate Q_{soll} entspricht.

[0043] Bei einer alternativen, nicht unter die Ansprüche fallenden Abwandlung, ist die Steuereinheit 14 derart konfiguriert, dass in der Druckphase die Antriebseinrichtung 21 in Abhängigkeit von dem mit dem Drucksensor 23 gemessenen Druck derart angesteuert wird, dass der Druck p in der Arbeitskammer beim Verfahren des Betätigungskörpers konstant bleibt. Zur Erhöhung bzw. Verringerung des Ist-Drucks p_{ist} auf den konstanten Soll-Druck p_{soll} erhöht bzw. verringert die Steuereinheit 14 die Vorschubgeschwindigkeit des Betätigungskörpers. Hierzu kann die Drehzahl des Elektromotors 22 erhöht bzw. verringert werden. Dabei wird das Auslassventil 13 von der Steuereinheit 14 derart angesteuert, dass die Ist-Fördermenge der Soll-Fördermenge oder Ist-Förderrate Q_{ist} der Soll-Förderrate Q_{soll} entspricht. Zur Erhöhung bzw. Verringerung der Fördermenge bzw. Förder-
rate wird das Auslassventil weiter geöffnet bzw. geschlossen.

Patentansprüche

1. Verdrängerpumpe für medizinische Flüssigkeiten mit einer Pumpenkammer (5), einem Verdrängerkörper (15), einem mit dem Verdrängerkörper in Wirkverbindung stehenden Betätigungskörper (20) zum Verfahren oder Verformen des Verdrängerkörpers zum Fördern der Flüssigkeit in die Pumpenkammer bzw. aus der Pumpenkammer und einer Antriebseinrichtung (21) zum Verfahren des Betätigungskörpers (20), wobei ein Einlassventil (12) und ein Auslassventil (13) und eine Steuereinheit (14) zum Ansteuern der Antriebseinrichtung (21) und des Einlassventils (12) und Auslassventils (13) vorgesehen sind, der Betätigungskörper (20) mit dem Verdrängerkörper (15) über eine mit Gas befüllte Arbeitskammer (19), die ein abgeschlossenes Volumen hat, in Wirkverbindung steht, und die Verdrängerpumpe eine geräteseitige Betätigungseinrichtung (16) und eine dispo-

Arbeitskammer (19) Bestandteil der geräteseitigen Betätigungseinrichtung (16) und der Verdrängerkörper (15) und die Pumpenkammer (5) Bestandteil der disposableseitigen Pumpeneinrichtung (4) sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinheit (14) eine Druckmesseinrichtung (23) zum Messen des Drucks in der Arbeitskammer (19) aufweist, wobei die Steuereinheit (14) derart ausgebildet ist, dass in der Druckphase das Auslassventil (13) in Abhängigkeit von dem mit der Druckmesseinrichtung gemessenen Druck derart angesteuert wird, dass der Druck in der Arbeitskammer (19) beim Verfahren des Betätigungskörpers (20) konstant bleibt.

2. Verdrängerpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (14) derart ausgebildet ist, dass die Antriebseinrichtung (21) derart angesteuert wird, dass die Fördermenge einer vorgegebenen Soll-Fördermenge oder die Förderrate einer vorgegebenen Soll-Förderrate entspricht.
3. Verdrängerpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (14) einen Wegsensor (24) zum Messen des Verfahrensweges des Betätigungskörpers (20) aufweist, wobei die Steuereinheit (14) derart ausgebildet ist, dass auf der Grundlage des gemessenen Verfahrensweges des Betätigungskörpers die Ist-Fördermenge oder Ist-Förderrate berechnet und die Antriebseinrichtung (21) derart ansteuert, dass die Ist-Fördermenge der Soll-Fördermenge oder Ist-Förderrate der Soll-Förderrate entspricht.
4. Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geräteseitige Betätigungseinrichtung (16) und die disposableseitige Pumpeneinrichtung (4) derart ausgebildet sind, dass die disposableseitige Pumpeneinrichtung an die geräteseitige Betätigungseinrichtung ankopplbar ist, so dass über das in der Arbeitskammer (19) eingeschlossene Volumen an Gas eine Wirkverbindung zwischen dem Betätigungskörper (20) und dem Verdrängerkörper (5) herstellbar ist.
5. Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrängerkörper (15) eine die Pumpenkammer (5) verschließende Membran ist.
6. Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskammer (19) ein Zylinderkörper ist und der Verdrängerkörper (20) ein Kolben ist, der in dem Zylinderkörper geführt ist.
7. Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsein-

richtung (21) einen Elektromotor (22) aufweist.

8. Medizintechnisches Gerät mit mindestens einer Verdrängerpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Fördern einer medizinischen Behandlungsflüssigkeit.
9. Verfahren zum Steuern einer Verdrängerpumpe für medizinische Flüssigkeiten, die eine Pumpenkammer (5), einen Verdrängerkörper (15), einen mit dem Verdrängerkörper in Wirkverbindung stehenden Betätigungskörper (20) zum Verfahren oder Verformen des Verdrängerkörpers, eine Antriebseinrichtung (21) zum Verfahren des Betätigungskörpers und ein Einlassventil (12) und ein Auslassventil (13) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrängerkörper (15) von dem Betätigungskörper (19) über ein abgeschlossenes Volumen an Gas, das in einem Arbeitsraum eingeschlossen ist, betätigt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auslassventil (13) in Abhängigkeit von dem Druck in dem Arbeitsraum derart betätigt wird, dass der Druck in dem Arbeitsraum beim Verfahren des Betätigungskörpers (20) konstant bleibt, und der Betätigungskörper derart verfahren wird, dass die Fördermenge einer vorgegebenen Soll-Fördermenge oder die Förderrate einer vorgegebenen Soll-Förderrate entspricht.

Claims

1. Positive displacement pump for medical fluids, comprising a pumping chamber (5), a positive displacement element (15), an actuation member (20) in operative connection with the positive displacement element for displacing or deforming the positive displacement element in order to convey the fluid into pumping chamber or out of the pumping chamber, and a drive device (21) for displacing the actuation member (20), wherein
an inlet valve (12) and an outlet valve (13) and a control unit (14) for controlling the drive device (21) and the inlet valve (12) and outlet valve (13) being provided,
the actuation member (20) is in operative connection with the positive displacement element (15) via a working chamber (19) that is filled with gas and has a sealed volume, and
the positive displacement pump comprises an actuation device (16) on the unit and a pumping device (4) on the disposable, the drive device (12), the actuation member (20) and the working chamber (19) being components of the actuation device (16) on the unit, and the positive displacement element (15) and the pumping chamber (5) being components of the pumping device (4) on the disposable,
characterised in that the control unit (14) comprises a pressure measuring device (23) for measuring the

pressure in the working chamber (19), the control unit (14) being designed such that, in the pressure phase, the outlet valve (13) is controlled depending on the pressure measured by the pressure sensor such that the pressure in the working chamber (19) remains constant when the actuation member (20) is displaced.

2. Positive displacement pump according to claim 1, **characterised in that** the control unit (14) is designed such that the drive device (21) is controlled such that the pump output corresponds to a preset target pump output or the conveyance rate corresponds to a preset target conveyance rate.
3. Positive displacement pump according to claim 2, **characterised in that** the control unit (14) comprises a path sensor (24) for measuring the displacement path of the actuation member (20), the control unit (14) being designed such that, on the basis of the measured displacement path of the actuation member, the actual pump output or the actual conveyance rate is calculated and the drive device (21) is controlled such that the actual pump output corresponds to the target pump output or the actual conveyance rate corresponds to the target conveyance rate.
4. Positive displacement pump according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the actuation device (16) on the unit and the pumping device (4) on the disposable are designed such that the pumping device on the disposable can be coupled to the actuation device on the unit such that an operative connection can be produced between the actuation member (20) and the positive displacement element (5) via the volume of gas enclosed in the working chamber (19).
5. Positive displacement pump according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the positive displacement element (15) is a membrane that seals the pumping chamber (5).
6. Positive displacement pump according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the working chamber (19) is a cylindrical body and the positive displacement element (20) is a piston which is guided in the cylindrical body.
7. Positive displacement pump according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the drive device (21) comprises an electric motor (22).
8. Medico-technical device comprising at least one positive displacement pump (1) according to any of claims 1 to 7 for conveying a medical treatment fluid.
9. Method for controlling a positive displacement pump

for medical fluids, which pump comprises a pumping chamber (5), a positive displacement element (15), an actuation member (20) in operative connection with the positive displacement element for displacing or deforming the positive displacement element, a drive device (21) for displacing the actuation member and an inlet valve (12) and an outlet valve (13), **characterised in that** the positive displacement element (15) is actuated by the actuation member (19) via a sealed volume of gas which is enclosed in a working space, **characterised in that** the outlet valve (13) is actuated depending on the pressure in the working space such that the pressure in the working space remains constant when the actuation member (20) is displaced, and the actuation member is displaced such that the pump output corresponds to a preset target pump output or the conveyance rate corresponds to a preset target conveyance rate.

Revendications

1. Pompe volumétrique pour liquides médicaux avec une chambre de pompe (5), un corps déplaceur (15), un corps d'actionnement (20) en liaison active avec le corps déplaceur pour déplacer ou déformer le corps déplaceur afin d'amener le liquide dans ou hors de la chambre de pompe et un dispositif d'entraînement (21) pour déplacer le corps d'actionnement (20), dans laquelle sont prévues une vanne d'entrée (12) et une vanne de sortie (13) et une unité de commande (14) pour commander le dispositif d'entraînement (21) ainsi que la vanne d'entrée (12) et la vanne de sortie (13), le corps d'actionnement (20) est en liaison active avec le corps déplaceur (15) par l'intermédiaire d'une chambre de travail (19) remplie de gaz et ayant un volume fermé, et la pompe volumétrique comporte un dispositif d'actionnement (16) côté appareil et un dispositif de pompe (4) côté jetable, le dispositif d'entraînement (21), le corps d'actionnement (20) et la chambre de travail (19) faisant partie du dispositif d'actionnement (16) côté appareil et le corps déplaceur (15) et la chambre de pompe (5) faisant partie du dispositif de pompe (4) côté jetable, **caractérisée en ce que** l'unité de commande (14) comporte un dispositif de mesure de la pression (23) pour mesurer la pression dans la chambre de travail (19), l'unité de commande (14) étant conçue de telle sorte que, dans la phase de pression, la vanne de sortie (13) est actionnée en fonction de la pression mesurée avec le dispositif de mesure de la pression de telle sorte que la pression dans la chambre de travail (19) reste constante lors du déplacement du corps d'actionnement (20).
2. Pompe volumétrique selon la revendication 1, ca-

- caractérisée en ce que** l'unité de commande (14) est conçue de telle sorte que le dispositif d'entraînement (21) est entraîné de telle sorte que la quantité de refoulement correspond à une quantité de refoulement requise prédéterminée ou que le débit correspond à un débit requis prédéterminé. 5
3. Pompe volumétrique selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'unité de commande (14) présente un capteur de course (24) pour mesurer la course de déplacement du corps d'actionnement (20), dans laquelle l'unité de commande (14) est conçue de telle sorte que la quantité de refoulement réelle ou le débit réel est calculé(e) sur la base de la course de déplacement mesurée du corps d'actionnement, et commande le dispositif d'entraînement (21) de telle sorte que la quantité de refoulement réelle correspond à la quantité de refoulement requise ou que le débit réel correspond au débit requis. 10 15 20
4. Pompe volumétrique selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le dispositif d'actionnement (16) côté appareil et le dispositif de pompe (4) côté jetable sont conçus de telle sorte que le dispositif de pompe côté jetable peut être couplé au dispositif d'actionnement côté appareil, de sorte qu'une liaison active entre le corps d'actionnement (20) et le corps déplaceur (5) peut être établie par l'intermédiaire du volume de gaz enfermé dans la chambre de travail (19). 25 30
5. Pompe volumétrique selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le corps déplaceur (15) est une membrane fermant la chambre de pompe (5). 35
6. Pompe volumétrique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la chambre de travail (19) est un corps de cylindre et le corps déplaceur (20) est un piston qui est guidé dans le corps de cylindre. 40
7. Pompe volumétrique selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le dispositif d'entraînement (21) comporte un moteur électrique (22). 45
8. Appareil médico-technique comportant au moins une pompe volumétrique (1) selon l'une des revendications 1 à 7 pour amener un liquide de traitement médical. 50
9. Procédé de commande d'une pompe volumétrique pour liquides médicaux, qui présente une chambre de pompe (5), un corps déplaceur (15), un corps d'actionnement (20) en liaison active avec le corps déplaceur pour déplacer ou déformer le corps déplaceur, un dispositif d'entraînement (21) pour déplacer le corps d'actionnement, ainsi qu'une vanne

d'entrée (12) et une vanne de sortie (13), **caractérisé en ce que** le corps déplaceur (15) est actionné par le corps d'actionnement (19) par l'intermédiaire d'un volume de gaz fermé, qui est enfermé dans un espace de travail, **caractérisé en ce que** la vanne de sortie (13) est actionnée en fonction de la pression dans l'espace de travail de telle sorte que la pression dans l'espace de travail reste constante lors du déplacement du corps d'actionnement (20), et que le corps d'actionnement est déplacé de telle sorte que la quantité de refoulement correspond à une quantité de refoulement requise prédéterminée ou que le débit correspond à un débit requis prédéterminé.

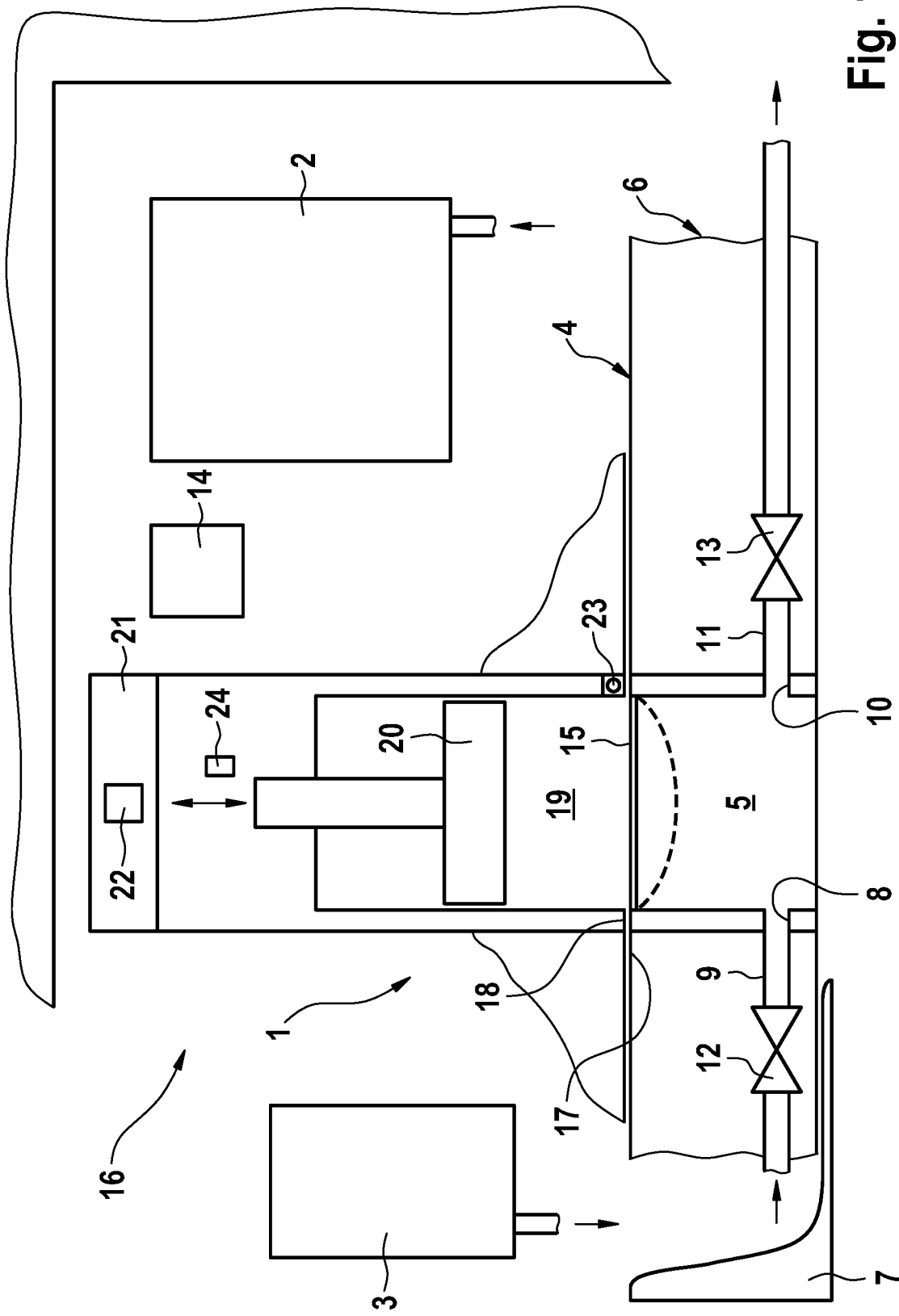


Fig. 1

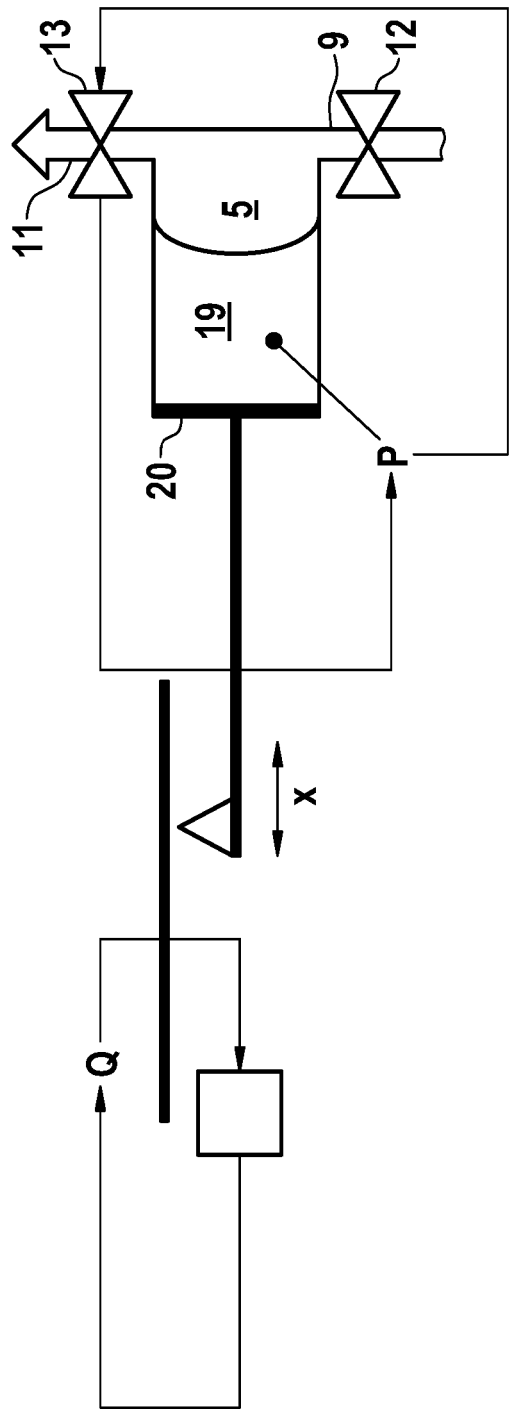


Fig. 2

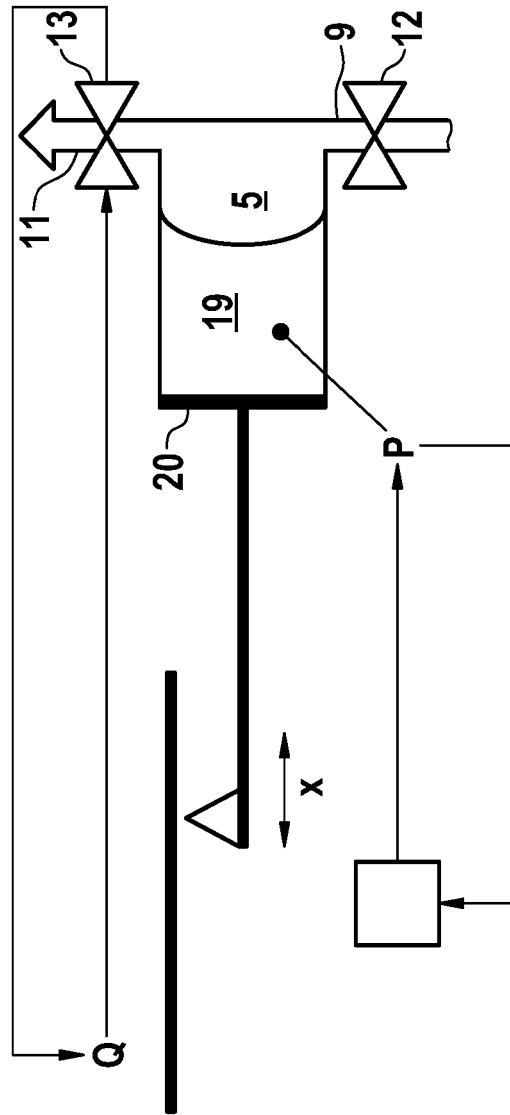


Fig. 3

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 6302653 B1 [0007]
- EP 0156211 A2 [0008]
- GB 2053378 A [0009]