



(11) **EP 2 108 838 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.02.2012 Patentblatt 2012/09

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

(21) Anmeldenummer: **09009999.5**

(22) Anmeldetag: **20.08.2007**

(54) **Pumpenvorrichtung**

Pumping device

Dispositif de pompe

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **04.09.2006 DE 102006041420**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.10.2009 Patentblatt 2009/42

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
07016273.0 / 1 898 093

(73) Patentinhaber: **BRAN + LUEBBE GmbH**
22844 Norderstedt (DE)

(72) Erfinder:
• **Ferk, Bernd**
24576 Bad Bramstedt (DE)

- **Gode, Gunnar**
23689 Techau (DE)
- **Ladiges, Hennig**
25436 Uetersen (DE)
- **Petersen, Dirk**
23843 Travenbrück (DE)
- **Schade, Uwe**
25451 Quickborn (DE)
- **Tille, Wilfried**
23562 Lübeck (DE)

(74) Vertreter: **Friese, Martin et al**
Patentanwälte
Andrae Flach Haug
Balanstrasse 55
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 011 022 EP-A- 0 085 725
US-A- 3 630 642

EP 2 108 838 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 Pumpenvorrichtung mit einem Membranpumpenkopf und einem daran hydraulisch gekoppelten nachgeschalteten Pumpenkopf.

[0002] Zur Förderung bzw. Rezirkulation von viskosen Medien mit hohem Feststoffanteil (Suspensionen) bei hohen Drücken von über 200 bar und hohen Temperaturen von über 300 °C können Kolbenpumpen eingesetzt werden. Sie eignen sich für einen derartigen Anwendungsfall jedoch nur beschränkt, da die Feststoffanteile in relativ kurzer Zeit zugehörige Dichtungen eines Kolbens zerstören und eine Riefenbildung auf einer Oberfläche des Kolbens bewirken.

[0003] Eine Möglichkeit, diese Schwierigkeiten zu umgehen, besteht darin, Membranpumpen zu verwenden. Um ein Fördern bei den oben erwähnten Drücken zu realisieren, lassen sich nur Konstruktionen mit hydraulisch angetriebenen Membranen einsetzen. Diese wiederum können nur unter erheblichem konstruktivem und materialtechnischem Aufwand für einen sicheren und störungsfreien Betrieb in dem genannten Temperaturbereich konzipiert werden.

[0004] Der Einsatz von Kunststoffmembranen zum Beispiel aus PTFE ist nicht möglich, da bei dem genannten hohen Druck und der hohen Temperatur Kunststoff in beträchtlichem Maß zu fließen beginnt. Die Verwendung von Metallmembranen ist prinzipiell möglich, jedoch sind technische Forderungen wie Mehrlagenmembran mit Bruchsignalisierung und eine Ausführung als eine im Produktraum frei schwingende Membran mit Lagensteuerung nur mit hohem Aufwand realisierbar, siehe EP 0 085 725 A1, dem nächsten Stand der Technik.

[0005] Als Maßnahme gegen die hohe Temperaturbelastung wurden bisher Pumpen mit einem so genannte Remote-Valve-Head verwendet. Bei einer solchen Konstruktion arbeitet eine Membranpumpe als ein vorgeschalteter Pulsator, der über eine als Kühlstrecke dienende Rohrleitung die Arbeitsventile im nachgeschalteten Remote-Valve-Head der Pumpe mit Hilfe des zu fördernden Fluids betätigt. Dadurch wird erreicht, dass die Membranpumpe im unkritischen Niedertemperaturbereich bis ca. 150 °C arbeiten kann. Nachteilig ist jedoch, dass mögliche Feststoffanteile des zu fördernden Fluids die Rohrleitung zwischen dem vorgeschalteten Pulsator und dem Remote-Valve-Head verstopfen können und somit die Förderwirkung beeinträchtigt wird.

[0006] Der hohe Druck des zu fördernden Fluids führt zu einem weiteren Problem. Die aus dem Produkt aus Druck und Fläche resultierende Kolbenstangenkraft oszillierender Verdrängerpumpen erfordert unter Umständen die Verwendung sehr großer Pumpenantriebsaggregate, die für die benötigte Anwendung in zweifacher Hinsicht unwirtschaftlich sein können. Zum einen sind damit erheblich höhere Investitionskosten und zum anderen höhere Lebenszykluskosten verbunden, die insbesondere durch Energiekosten und Aufwendungen für Verschleiß- und Ersatzteile geprägt sein können. Die wirt-

schaftliche Betrachtung von Pumpensystemen zur Rezirkulation mit den eingangs genannten Randbedingungen ist speziell bei Verfahren zur Energierückgewinnung aus biologischen Abfällen von höchster Bedeutung.

[0007] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Pumpenvorrichtung zu schaffen, welche viskose Medien mit hohem Feststoffanteil bei hohen Drücken von über 200 bar und hohen Temperaturen von über 300 °C zuverlässig und kostengünstig fördern kann.

[0008] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Die erfindungsgemäße Pumpenvorrichtung umfasst einem Membranpumpenkopf und einen nachgeschalteten Pumpenkopf mit zwei oder einem ganzzahligen Vielfachen von zwei Fluidförderräumen, welche mit dem Membranpumpenkopf zum Antrieb des nachgeschalteten Pumpenkopfes hydraulisch gekoppelt sind, wobei der Membranpumpenkopf zwei Fluidförderräume und zwei zugehörige Membranen aufweist, die von einem doppelt wirkenden Kolben über zugehörige Membransteuerräume antreibbar sind, wobei an die Membransteuerräume jeweils ein Nachfüllventil angeschlossen ist, und mittels der Nachfüllventile die Membransteuerräume temporär mit einem Membransteuerdruck beaufschlagt werden, der größer als Atmosphärendruck ist.

[0010] Eine solche Pumpenvorrichtung ist vorteilhaft, da zu einem Zeitpunkt, in dem die Nachfüllventile die Membransteuerräume mit einem Steuerfluid nachfüllen, um eine unvermeidbare Leckage des Steuerfluides zu kompensieren, ein zum Beispiel bei lagengesteuerten Membranen bisher üblicher kurzzeitiger Druckabfall in den Membransteuerräumen auf bis zu Atmosphärendruck durch den überlagerten Membransteuerdruck, der größer als der Atmosphärendruck ist, begrenzt werden kann.

[0011] Durch Einsatz der erfindungsgemäßen Pumpenvorrichtung wird erreicht, dass eine Bewegung des Kolbens zu jedem Zeitpunkt mit einer geringeren Kraft als bei Lösungen im Stand der Technik möglich ist, so dass ein Förderdruck abwechselnd in die jeweiligen Membransteuerräume des Membranpumpenkopfes und von dort zum nachgeschalteten Pumpenkopf (Remote-Valve-Head) geleitet werden kann, um Fluid durch den nachgeschalteten Pumpenkopf zu transportieren. Obwohl der Gesamtdruck im nachgeschalteten Pumpenkopf zum Fördern des Fluides relativ hoch sein kann, ist es möglich, mit einer auf den Kolben ausgeübten relativ geringen Kraft und damit erzeugten Druckdifferenz einen Pumpvorgang zu betreiben. Damit entsteht eine Situation, als ob der Kolben die Druckerhöhung direkt im nachgeschalteten Pumpenkopf ausüben würde. Durch die erfindungsgemäße Pumpenvorrichtung ist es möglich, dass sich der Kolben von einem Antriebsaggregat antreiben lässt, welches für viel geringere Kräfte ausgelegt sein kann als bei bisher bekannten Lösungen, so dass ein deutlich kostengünstigeres Fördern bei hohen Tem-

peraturen und Drücken im nachgeschalteten Pumpenkopf erreicht wird.

[0012] Vorzugsweise ist die Pumpenvorrichtung derart ausgestaltet, dass der Membransteuerdruck etwa einem Fluiddruck am Einlass eines Fluidförderraumes des nachgeschalteten Pumpenkopfes entspricht. Damit gelingt nahezu eine vollständige Kompensation des beschriebenen kurzzeitigen Druckabfalls im Membransteuerraum des Membranpumpenkopfes. In Kombination mit einer doppelt wirkenden Ausführung des Kolbens des Membranpumpenkopfes hat dies zur Folge, dass das Antriebsaggregat für den Kolben nur noch für Kräfte ausgelegt sein muss, welche etwa der Druckdifferenz zwischen dem Einlass und dem Auslass eines Fluidförderraumes des nachgeschalteten Pumpenkopfes entsprechen.

[0013] Vorzugsweise lässt sich bei der erfindungsgemäßen Pumpenvorrichtung der Membransteuerdruck an den Fluiddruck durch einen Regelkreis mit zugehöriger Sensorik und Aktorik anpassen. Besonders bei einem elektronischen Regelkreis ermöglicht dies eine optimal abgestimmte Kompensation des beschriebenen Druckabfalls und damit die Verhinderung von Druckstößen, die eine schädliche Rückwirkung auf das Antriebsaggregat ausüben können.

[0014] Der Membransteuerdruck kann durch eine Pumpe erzeugt werden, welche mit jeweils einem Behälter für einen Membransteuerraum gekoppelt ist, wobei jeder Behälter eines der Nachfüllventile aufweist und jeder Behälter durch die Pumpe mit einem statischen Staudruck beaufschlagt wird. Bei einer solchen Ausführungsform ist die Pumpe permanent in Betrieb.

[0015] Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann der Membransteuerdruck durch eine regelbare Pumpe erzeugt werden, welche einen Druckspeicher speist, der jeweils mit einem Behälter für einen Membransteuerraum gekoppelt ist. Der Behälter dient in diesem Fall als ein Nachfüllreservoir. Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, dass die Pumpe nur dann in Betrieb ist, wenn ein vorgegebener unterer Grenzdruck im Druckspeicher unterschritten wird. Die Pumpe arbeitet dann so lange, bis im Druckspeicher wieder ein oberer Grenzdruck erreicht wird (Zweipunktregelung).

[0016] Ferner ist es möglich, jeweils einen Behälter als Nachfüllreservoir eines Steuerfluides für einen Membransteuerraum des Membranpumpenkopfes vorzusehen, wobei jedem Behälter eine einstellbare Drosselvorrichtung nachgeschaltet ist. In diesem Fall kann die Pumpe ständig in Betrieb sein, so dass ein kontinuierliches Umwälzen eines Steuerfluides gegeben ist.

[0017] Der Aufbau der Pumpenvorrichtung und ihre Wirkungsweise ist relativ symmetrisch, wenn der Kolben als doppeltwirkender Scheibenkolben mit gegenüberliegenden Kolbenstangen ausgebildet ist. In diesem Fall besitzen die Kolbenflächen an beiden Seiten des Scheibenkolbens eine identische Größe, so dass bei einem Saughub oder Druckhub jeweils die gleiche Druckänderung sowie die gleiche Volumenverdrängung erzeugt

wird.

[0018] Wenn der nachgeschaltete Pumpenkopf ein zweiter Membranpumpenkopf ist, und die Membranen des zweiten Membranpumpenkopfes jeweils frei schwingende Metallmembranen sind, kann aufgrund des Werkstoffes Metall ein Fluid bei hohen Temperaturen transportiert werden. Da der zweite Membranpumpenkopf und der erste Membranpumpenkopf über Leitungen mit einem Steuerfluid gekoppelt sind, können diese Leitungen als Kühlstrecken wirken. Damit können bei einer bevorzugten Ausführungsform die Membranen des ersten Membranpumpenkopfes aus einem Kunststoff, insbesondere PTFE, gebildet sein, so dass keine Gefahr besteht, dass diese Kunststoffmembranen wegen zu hoher Temperatur ein signifikantes Fließen zeigen.

[0019] Sind die Membranen des ersten Membranpumpenkopfes jeweils mehrlagig ausgebildet und mit einer Lagensteuerung und Bruchsignalisierung versehen, kann die Sicherheit beim Fördern des Fluids erhöht werden. Eine noch höhere Sicherheit wird erreicht, wenn innerhalb der Membransteuerräume des zweiten Membranpumpenkopfes ein Leitfähigkeits- oder Viskositätsensor vorgesehen ist. Sollte eine Metallmembran im zweiten Membranpumpenkopf brechen, könnte das zu fördernde Fluid in die benachbarten Membransteuerräume gelangen, so dass eine Vermischung von Förderfluid und Steuerfluid eintreten würde. Eine derartige Vermischung kann die elektrische Leitfähigkeit oder die Viskosität des Gemisches im Vergleich zu den Werten des Steuerfluides ändern, so dass sich mit dem Sensor ein Bruch einer Metallmembran detektieren lässt.

[0020] Die hydraulische Kopplung zwischen dem nachgeschalteten Pumpenkopf und dem Membranpumpenkopf kann mittels Steuerfluiden erfolgen, welche Wasser oder Öl aufweisen. Als Öl kann zum Beispiel ein spezielles Wärmeträgeröl zum Einsatz kommen, wenn die Pumpenvorrichtung zum Fördern eines Fluides bei hohen Temperaturen eingesetzt wird.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 : eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pumpenvorrichtung.

[0022] In Fig. 1 ist eine Pumpenvorrichtung 1 mit einem nachgeschalteten Pumpenkopf 2 und einem Membranpumpenkopf 8 dargestellt. Der nachgeschaltete Pumpenkopf 2 weist eine erste Membran 3 auf, welche einen ersten Fluidförderraum 4 von einem ersten Membransteuerraum 5 trennt. Ein durch den ersten Fluidförderraum 4 zu förderndes Fluid wird durch eine Zuführleitung 60, in der ein Fluiddruck p_1 herrscht (siehe Pfeil 7), zu einer Einlassöffnung 6 mit einem Saugventil 61 zugeführt. Das Fluid kann bei einer Ausbauchung der ersten Membran 3 durch den ersten Fluidförderraum 4 zu einem Druckventil 62 an einem Ende des Fluidförderraumes 4

transportiert werden. Die Ausbauchung der Membran 3 erfolgt durch das Aufbringen eines Druckes im ersten Membransteuerraum 5. Wird dort ein um dp höherer Druck aufgebracht, liegt am Druckventil 62 ein Druck $p_1 + dp$ vor, mit dem das Fluid zur Abführung 63 transportiert wird.

[0023] Der Druck p_1+dp wird durch eine erste Leitung 13 von einem zweiten Membranpumpenkopf 8 bereitgestellt. Dieser weist eine zweite Membran 9 auf, welche einen zweiten Fluidförderraum 10 von einem zweiten Membransteuerraum 11 trennt. Der zweite Fluidförderraum 10 ist mit dem ersten Membransteuerraum 5 durch ein erstes Steuerfluid 12 gekoppelt. Bei einer Ausbauchung der zweiten Membran 9 wird dieses erste Steuerfluid 12 durch die erste Leitung 13 zum ersten Membransteuerraum 5 geleitet, so dass sich die erste Membran 3 ausbaucht. Eine derartige Verlagerung des ersten Steuerfluides 12 wird mittels eines Kolbens 15 erreicht, welcher einen Hub ausübt, der bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform nach unten gerichtet ist. Ein im zweiten Membransteuerraum 11 vorhandenes zweites Steuerfluid 14 dient als Überträgermedium der Volumenveränderung in einem zugehörigen unteren Kolbenraum 32. Der zweite Membransteuerraum 11 erstreckt sich bis zu einem Scheibenkolben 31 des Kolbens 15, so dass der untere Kolbenraum 32 ein Teil des zweiten Membransteuerraumes 11 ist.

[0024] Die Hubbewegung des Scheibenkolbens 31 in eine Richtung, die bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform nach unten weist, wird durch ein Pumpenantriebsaggregat 51 mittels einer ersten Kolbenstange 33 bewirkt. Am Scheibenkolben 31 ist gegenüberliegend zur ersten Kolbenstange 33 eine zweite Kolbenstange 35 angeordnet. Damit ist der Scheibenkolben 31 symmetrisch aufgebaut, so dass auf beiden einander gegenüberliegenden Stirnseiten des Scheibenkolbens 31 die gleiche Fläche vorhanden ist. Dies hat zur Folge, dass bei einem Kolbenhub im unteren Kolbenraum 32 der gleiche Betrag einer Druck- und Volumenänderung erreicht wird, wie bei einem Kolbenhub in einem gegenüberliegenden oberen Kolbenraum 34.

[0025] Der obere Kolbenraum 34 ist Teil eines dritten Membransteuerraumes 17, der von einem dritten Fluidförderraum 19 durch eine dritte Membran 18 getrennt ist. Bei einer nach unten gerichteten Hubbewegung des Scheibenkolbens 31 vergrößert sich das Volumen des oberen Kolbenraumes 34, so dass die dritte Membran 18 zusammengezogen oder gestaucht wird. Als Überträgermedium dient ein drittes Steuerfluid 16 im dritten Membransteuerraum 17.

[0026] Ein Transport eines mit einem Druck p_1 in den ersten Fluidförderraum 4 geleiteten Fluides wird erreicht, wenn über die Leitung 13 ein Druck p_1+dp in den ersten Membransteuerraum 5 übertragen wird. Damit muss auch im zweiten Fluidförderraum 10 dieser Druck p_1+dp vorherrschen. Dies ist nur möglich, wenn im zweiten Membransteuerraum 11 ein solcher Druck aufgebaut wird. Bei Lösungen nach dem Stand der Technik ist es

üblich, dass ein Antriebsaggregat diesen gesamten Druck $p_1 + dp$ auf einen oder zwei einfach wirkende Tauchkolben ausübt. Bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform ist dies hingegen nicht mehr erforderlich. Hierbei wird, wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, der Druck p_1 abwechselnd über die Membranen 3 und 24, die Steuerfluide 12 und 21, die Membranen 9 und 18 sowie die Steuerfluide 14 und 16 jeweils auf den den Saughub ausführenden Kolbenraum 32 bzw. 34 übertragen. Wenn die unvermeidbare Leckage der Steuerfluide 14 und 16 durch die Nachfüllventile 38 und 40, die durch die Membranlagensteuerung aktiviert werden, ausgeglichen wird, erfolgt im jeweiligen Membransteuerraum eine kurzzeitige prinzipbedingte Druckabsenkung bis zu Atmosphärendruck. Bei der erfindungsgemäßen Pumpenvorrichtung wird dann dem in den Membransteuerräumen 11 und 17 vorhandenen Druck ein Druck p_2 überlagert, so dass die Druckabsenkung kompensiert werden kann.

[0027] Ist der Kolben des Membranpumpenkopfes als doppelt wirkender Kolben ausgeführt und der Druck p_2 etwa gleich p_1 , braucht mit dem Pumpenantriebsaggregat 51 nur eine solche Kraft auf die Kolbenstange 33 ausgeübt werden, dass der Kolben 15 lediglich einen Differenzdruck dp erzeugt. Ist zum Beispiel $p_1=250$ bar, kann mit einem Differenzdruck von $dp=20$ bar ein Transport des Fluids durch den ersten Fluidförderraum 4 erreicht werden. Das Pumpenantriebsaggregat 51 muss somit nicht mehr auf $p_1+dp=270$ bar, sondern nur noch auf 20 bar ausgelegt werden. Dies ermöglicht einen wirtschaftlich deutlich günstigeren Fluidtransport.

[0028] Der Druck p_2 wird von einer Pumpe 50 über eine Zuführleitung 36 zu den Behältern 37 und 39 bereitgestellt. Im Falle des durch die Membranposition gesteuerten Nachfüllvorganges wird der Druck p_2 in die Membransteuerräume 11 und 17 weitergeleitet. Überschüssiges Steuerfluid wird über ein Entlüftungsventil 42 bzw. 44 in einen Behälter 41 bzw. 43 abgeführt und mittels einer Rückführleitung 53 in ein Steuerfluidreservoir 52 geleitet.

[0029] Während eines nach unten gerichteten Hubes des Scheibenkolbens 31 wird der obere Kolbenraum 34 vergrößert, so dass die dritte Membran 18 gestaucht wird. Damit vergrößert sich auch das Volumen des dritten Fluidförderraumes 19, der über ein viertes Steuerfluid 21 und der zweiten Leitung 22 mit einem vierten Membransteuerraum 23 gekoppelt ist. Der vierte Membransteuerraum 23 befindet sich bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform im nachgeschalteten Pumpenkopf 2 und ist mit einer vierten Membran 24 von einem vierten Fluidförderraum 25 getrennt. Dieser Aufbau ist spiegelbildlich zu dem Aufbau mit erster Membran 3, erstem Fluidförderraum 4 sowie erstem Membransteuerraum 5. Bei einer Vergrößerung des dritten Fluidförderraumes 19 wird auch das Volumen des vierten Fluidförderraumes 25 vergrößert, so dass ein Saugen bzw. eine Fluidzufuhr über die Einlassöffnung 26 mit dem Saugventil 64 erfolgt. Wird der Scheibenkolben in einem nach oben gerichteten Hub bewegt, kehren sich die zuvor beschriebenen Ver-

hältnisse um. Dann fördert der vierte Fluidförderraum 25 ein Fluid durch eine Auslassöffnung 28 mittels eines Entlüftungsventiles 65 in eine Abföhrleitung 63, während der erste Fluidförderraum 4 befüllt wird.

[0030] Die erste Membran 3 und vierte Membran 24 sind frei schwingende Metallmembranen. Auf eine Mehrlagenausführung und eine Membranlagensteuerung kann verzichtet werden. Eine Kontrolle, ob ein Bruch einer Metallmembran erfolgt ist, kann indirekt durch einen Leitfähigkeits- oder Viskositätssensor 29 bzw. 30 erfolgen. Bei einem Bruch von z.B. der Membran 3 kommt es zu einer Vermischung der Fluide im ersten Fluidförderraum 4 und ersten Membransteuerraum 5, so dass sich der elektrische Leitwert oder die Viskosität ändert, welches von den Sensoren 29 oder 30 erfasst werden kann.

[0031] Wird bei der Pumpenvorrichtung im Membranpumpenkopf 8 zum Beispiel die dritte Membran 18 während eines Saughubes des Scheibenkolbens 31 so gestaucht, dass sie ihre hintere Anlage erreicht, kann, wie oben erwähnt, der Druck im dritten Membransteuerraum 17 bis auf bzw. unter den Atmosphärendruck abfallen. Dies ist unerwünscht, da in diesem Fall eine deutliche Schubkrafteerhöhung des Kolbens 15 stoßartig erfolgt und das Pumpenantriebsaggregat stark belastet wird. Bei der erfindungsgemäßen Pumpenvorrichtung kann dies durch die permanente Druckbeaufschlagung mit p_2 , welches etwa p_1 entspricht, über die Behälter 37 und 39 vermieden werden.

[0032] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform (in Fig. 1 nicht dargestellt) weist der Membranpumpenkopf 8 für die jeweilige zweite 9 und dritte Membran 18 eine separate Membranlagensteuerung auf, wie sie in der EP 0 085 725 A1 offenbart ist. Dabei sind die jeweiligen Nachfüllventile 38 und 40 ersetzt durch einen federnd gelagerten Steuerstößel, welcher einen Bereich mit einer in seiner Umfangsfläche eingedrehten konischen Fläche aufweist, und einer damit in Wirkverbindung stehenden Zuhaltungsstange, welche wiederum ein federnd gelagertes Nachfüllventil freigibt oder sperrt. Im Bereich des jeweiligen Membransteuerraums 17 bzw. 11 ist eine gegen Herausfallen in Richtung der jeweiligen Membran 18 bzw. 9 gesicherte und mit Durchgangsöffnungen für das jeweilige Steuerfluid 16 bzw. 14 versehene federnd gelagerte Stützplatte angeordnet, welche in Wirkverbindung mit dem Steuerstößel steht. Hat sich ein Verlust an dem Steuerfluid 16 bzw. 14 ergeben, so verschiebt sich die jeweilige in Richtung zum Membransteuerraum 17 bzw. 11 gerichtete Endlage der Membran 18 bzw. 9, so dass die Stützplatte entgegen der sie stützenden Federkraft und gegen die den Stößel stützende Federkraft bewegt wird. Die Bewegung der Stützplatte bewegt somit den Steuerstößel, so dass deren konischer Umfangsbereich die Zuhaltungsstange freigibt, wobei diese bspw. schwerkraftbedingt in Richtung Steuerstößellängsachse fällt. Alternativ kann bspw. auch eine Feder die Zuhaltungsstange in Richtung des Steuerstößels zwingen. Daraus resultierend wird das Nachfüllventil

durch die Zuhaltungsstange freigegeben, so dass aufgrund des im jeweiligen Membransteuerraum 17 bzw. 11 herrschenden Unterdrucks das Nachfüllventil entgegen der sie stützenden Federkraft geöffnet wird und das Steuerfluid 16 bzw. 14 in den jeweiligen Membransteuerraum 17 bzw. 11 einströmen kann. Sobald sich wieder der normale Steuerdruck im Membransteuerraum 17 bzw. 11 aufgebaut hat, bewegt sich die zuvor verschobene Endlage der betroffenen Membran 18 bzw. 9 in die korrekte Endlage zurück und gibt somit wieder die Stützplatte frei, welche den Steuerstößel freigibt und somit die Zuhaltungsstange wieder zurück in die Sperrstellung schiebt, wodurch das Ventil gesperrt wird, das auch durch den Druckausgleich aufgrund seiner sie stützenden Feder wieder geschlossen wird.

[0033] Darüber hinaus ist es in einer anderen Ausführungsform der Erfindung möglich, den doppelt wirkenden Kolben 15 außerhalb des Membranpumpenkopfs 8 anzuordnen. Dabei ist der Kolben 15 mit dem Scheibenkolben 31 und den Kolbenstangen 33 und 35 in einem vom Membranpumpenkopf 8 separaten steuerfluiddichten Gehäuse angeordnet, welche die den Kolben 15 aufnehmenden Kolbenräume 32 und 34 umfasst sowie flexible oder installierte Leitungen für die Steuerfluide 16 und 14. Diese Leitungen verbinden die jeweiligen Kolbenräume 32 und 34 mit den Membransteuerräumen 16 und 11.

Patentansprüche

1. Pumpenvorrichtung (1), umfassend: einem Membranpumpenkopf (8) und einen nachgeschalteten Pumpenkopf (2) mit zwei oder einem ganzzahligen Vielfachen von zwei Fluidförderräumen (4, 25), welche mit dem Membranpumpenkopf (8) zum Antrieb des nachgeschalteten Pumpenkopfes (2) hydraulisch gekoppelt sind, wobei der Membranpumpenkopf (8) zwei Fluidförderräume (10, 19) und zwei zugehörige Membranen (9, 18) aufweist, die von einem doppelt wirkenden Kolben (15) über zugehörige Membransteuerräume (11, 17) antreibbar sind, wobei an die Membransteuerräume (11, 17) jeweils ein Nachfüllventil (38, 40) angeschlossen ist, und mittels der Nachfüllventile (38, 40) die Membransteuerräume (11, 17) temporär, während des membranlagengesteuerten Nachfüllvorgangs, mit einem Membransteuerdruck (p_2) beaufschlagt werden, der größer als Atmosphärendruck ist.
2. Pumpenvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Membransteuerdruck (p_2) geringer als der Systemdruck ($p_1 + dp$) ist.
3. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Membransteuerdruck (p_2) etwa einem Fluid-

druck (p1) am Einlass (6, 26) eines Fluidförderraumes (4, 25) des nachgeschalteten Pumpenkopfes (2) entspricht.

4. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Membransteuerdruck (p2) an den Fluiddruck (p1) durch einen Regelkreis mit zugehöriger Sensorik und Aktorik anpassen lässt.
5. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Membransteuerdruck (p2) durch eine Pumpe (50) erzeugt wird, welche mit jeweils einem Behälter (37, 39) für einen Membransteuerraum (11, 17) gekoppelt ist, wobei jeder Behälter (37, 39) eines der Nachfüllventile (38, 40) aufweist und durch die Pumpe (50) mit einem statischen Staudruck beaufschlagt wird.
6. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Membransteuerdruck (p2) durch eine regelbare Pumpe (50) erzeugt wird, welche einen Druckspeicher speist, der jeweils mit einem Behälter (37, 39) für einen Membransteuerraum (11, 17) gekoppelt ist.
7. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils ein Behälter (37, 39) für einen Membransteuerraum (11, 17) vorgesehen ist und jedem Behälter (37, 39) eine einstellbare Drosselvorrichtung nachgeschaltet ist.
8. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (15) als doppelwirkender Scheibenkolben (31) mit gegenüberliegenden Kolbenstangen (33, 35) gleicher Querschnittsfläche ausgebildet ist.
9. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der nachgeschaltete Pumpenkopf (2) frei schwingende Metallmembranen (3, 24) aufweist.
10. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membranen (9, 18) des Membranpumpenkopfes (8) aus einem Kunststoff, insbesondere PTFE, gebildet sind.
11. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass

die Membranen (9, 18) des Membranpumpenkopfes jeweils mehrlagig ausgebildet und mit einer Lagensteuerung und Bruchsignalisierung versehen sind.

12. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb von Membransteuerräumen (5, 23) des nachgeschalteten Pumpenkopfes (2) ein Leitfähigkeits- oder Viskositätssensor (29, 30) vorgesehen ist.
13. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Kopplung zwischen dem Membranpumpenkopf (2) und dem nachgeschalteten Pumpenkopf (8) mittels Steuerfluiden (12, 21) erfolgt, welche Wasser oder Öl aufweisen.

Claims

1. Pump device (1) comprising: a diaphragm pump head (8) and a downstream pump head (2) having two or an integral multiply of two fluid delivery chambers (4, 25), which are hydraulically coupled to the diaphragm pump head (8) for driving the downstream pump head (2), wherein the diaphragm pump head (8) has two fluid delivery chambers (10, 19) and two associated diaphragms (9, 18), which are drivable by a double-acting piston (15) via associated diaphragm control chambers (11, 17), wherein a refilling valve (38, 40) is connected to each of the diaphragm control chambers (11, 17), and, using the refilling valves (38, 40), the diaphragm control chambers (11, 17) is impinged temporarily, during the refilling procedure, which is controlled by the diaphragm position, by a diaphragm control pressure (p2), which is greater than atmospheric pressure.
2. Pump device (1) according to claim 1, **characterised in that** the diaphragm control pressure (p2) is less than the system pressure (p1 + dp).
3. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the diaphragm control pressure (p2) approximately corresponds to a fluid pressure (p1) at the inlet (6, 26) of a fluid delivery chamber (4, 25) of the downstream pump head (2).
4. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the diaphragm control pressure (p2) may be adapted to the fluid pressure (p1) by a control circuit having associated sensors and actuators.

5. Pump device (1) according to any of any of the preceding claims, **characterised in that** the diaphragm control pressure (p_2) is generated by a pump (50), which is coupled to a container (37, 39) for a diaphragm control chamber (11, 17), each container (37, 39) having one of the refilling valves (38, 40) and being impinged using a static stagnation pressure by the pump (50).
6. Pump device (1) according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the diaphragm control pressure (p_2) is generated by a controllable pump (50), which feeds a pressure accumulator, which is coupled to a container (37, 39) for a diaphragm control chamber (11, 17).
7. Pump device (1) according to claims 1 to 4, **characterised in that** a container (37, 39) is provided in each case for a diaphragm control chamber (11, 17), and an adjustable throttle device is connected downstream from each container (37, 39).
8. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the piston (15) is implemented as a double-acting disk piston (31) having diametrically opposite piston rods (33, 35) of equal cross-sectional area.
9. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the diaphragms (3, 24) of the downstream pump head (2) are each freely oscillating metal diaphragms (3, 24).
10. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the diaphragms (9, 18) of the diaphragm pump head (8) are made of a plastic, in particular PTFE.
11. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the diaphragms (9, 18) of the diaphragm pump head are each implemented as multilayered and are provided with a position controller and fracture signaling.
12. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** a conductivity or viscosity sensor (29, 30) is provided inside diaphragm control chambers (5, 23) of the downstream pump head (2).
13. Pump device (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the hydraulic coupling between the diaphragm pump head (2) and the downstream pump head (8) occurs using control fluids (12, 21) comprising water or oil.

Revendications

- Dispositif de pompe (1) comprenant : une tête de pompe à membrane (8) et à la suite de celle-ci une tête de pompe (2) avec deux chambres de refoulement de fluide ou avec un multiple entier de deux chambres de refoulement de fluide (4, 25) qui sont accouplées sur le plain hydraulique avec la tête de pompe à membrane (8) pour l'entraînement de la tête de pompe (2) située à la suite de celle-ci, dans lequel la tête de pompe à membrane (8) comprend deux chambres de refoulement de fluide (10, 19) et deux membranes associées (9, 18) qui peuvent être entraînées par un piston à double effet (15) via des chambres de commande de membranes associées (11, 17), une valve de remplissage (38 40) respective est raccordée aux chambres de commande de membranes (11, 17) et, au moyen des valves de remplissage de (38, 40), les chambres de commande de membranes (11, 17) sont alimentées temporairement, pendant le processus de remplissage sous la commande de position de la membrane, avec une pression de commande (p_2) qui est supérieure à la pression atmosphérique.
- Dispositif de pompe (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression de commande (p_2) est inférieure à la pression du système ($p_1 + dp$).
- Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression de commande (p_2) correspond approximativement à une pression (p_1) du fluide à l'entrée (6, 26) d'une chambre de refoulement de fluide (4, 25) de la tête de pompe (2) située à la suite.
- Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression de commande (p_2) est susceptible d'être adaptée à la pression du fluide (p_1) au moyen d'un circuit de régulation avec des moyens capteurs et acteurs associés.
- Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression de commande (p_2) est engendrée par une pompe (50), laquelle est accouplée à un réservoir respectif (37, 39) pour une chambre de commande de membrane (11, 17), chaque réservoir (37, 39) comprenant l'une des valves de remplissage (38, 40) et étant alimentée par la pompe (50) avec une pression statique.
- Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la pression de commande (p_2) est engendrée par une pompe (50)

capable d'être régulée, qui alimente un accumulateur de pression qui est respectivement accouplé à un réservoir (37, 39) pour une chambre de commande de membrane (11, 17).

5

7. Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un réservoir respectif (37, 39) pour une chambre de commande de membrane (11, 17), et **en ce qu'un** dispositif à étranglement réglable est placé en aval de chaque réservoir (37, 39). 10
8. Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston (15) est réalisé sous forme de piston-disque (31) à double effet avec des tiges de piston opposées (33, 35) possédant des surfaces de section transversale égales. 15
9. Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tête de pompe (2) placée à la suite comprend des membranes métalliques (3, 24) en oscillation libre. 20
10. Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les membranes (9, 18) de la tête de pompe à membrane (8) sont formées en matière plastique, en particulier en PTFE. 25
11. Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les membranes (9, 18) de la tête de pompe à membrane sont respectivement réalisées à plusieurs couches et sont dotées d'une commande de position et d'une signalisation de rupture. 30 35
12. Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un capteur de conductivité ou de viscosité (29, 30) à l'intérieur des chambres de commande de membranes (5, 23) de la tête de pompe (2) placée à la suite. 40
13. Dispositif de pompe (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'accouplement hydraulique entre la tête de pompe à membrane (2) et la tête de pompe (8) placée à la suite a lieu au moyen de fluides de commande (12, 21) qui comprennent de l'eau ou de l'huile. 45 50

55

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

- EP 0085725 A1 [0004] [0032]