(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 898 093 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.2008 Patentblatt 2008/11

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

(21) Anmeldenummer: **07016273.0**

(22) Anmeldetag: **20.08.2007**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

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

(71) Anmelder: **BRAN + LUEBBE GmbH**
22844 Norderstedt (DE)

(72) Erfinder:
- **Ferk, Bernd**
  24576 Bad Bramstedt (DE)
- **Gode, Gunnar**
  23689 Techau (DE)
- **Ladiges, Henning**
  25436 Uetersen (DE)
- **Petersen, Dirk**
  23843 Travenbrück (DE)
- **Schade, Uwe**
  25451 Quickborn (DE)
- **Tille, Wilfried**
  23560 Lübeck (DE)

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al**
Patentanwälte Lang & Tomerius
Postfach 15 13 24
80048 München (DE)

(54) **Pumpenvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Pumpenvorrichtung, umfassend:
einen ersten Membranpumpenkopf mit zwei oder einem ganzzahligen Vielfachen von zwei Fluidförderräumen und dazu zugehörigen Membranen, welche mit einem zweiten Membranpumpenkopf hydraulisch gekoppelt sind,

wobei der zweite Membranpumpenkopf zwei zusätzliche Fluidförderräume und dazu zugehörige zusätzliche 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 (p2) beaufschlagt werden, der größer als Atmosphärendruck ist.
Dadurch kann zum Erzielen einer Förderwirkung für ein Fluid der Kolben mit einer relativ geringen Kraft angesteuert werden.

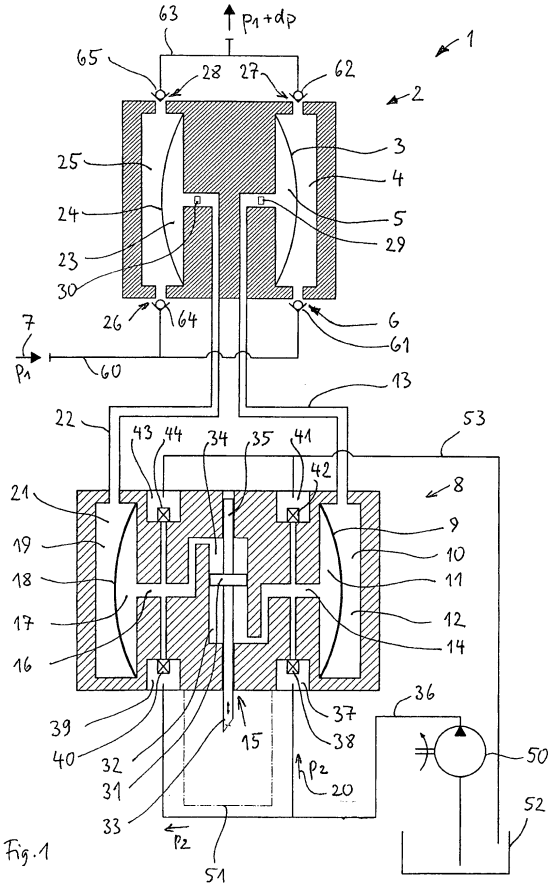

Fig.1

EP 1 898 093 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpenvorrichtung mit einem ersten Membranpumpenkopf und einem daran hydraulisch gekoppelten zweiten Membranpumpenkopf.

[0002] Zur Förderung bzw. Rezirkulation von viskosen Medien mit hohem Feststoffanteil (Suspensionen) bei hohen Drücken von über 200 bar und hohen Temperatur 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.

[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 wirtschaftliche 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 einen ersten Membranpumpenkopf mit zwei oder einem ganzzahligen Vielfachen von zwei Fluidförderräumen und dazu zugehörigen Membranen, welche mit einem zweiten Membranpumpenkopf hydraulisch gekoppelt sind, wobei der zweite Membranpumpenkopf zwei zusätzliche Fluidförderräume und dazu zugehörige zusätzliche 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 Membrandruck 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 zweiten Membranpumpenkopfes und von dort zum ersten Membranpumpenkopf geleitet werden kann, um Fluid durch den ersten Membranpumpenkopf zu transportieren. Obwohl der Gesamtdruck im ersten Membranpumpenkopf 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 ersten Membranpumpenkopf 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 Temperaturen und Drücken im

ersten Membranpumpenkopf erreicht wird.

[0012] Vorzugsweise ist die Pumpenvorrichtung derart ausgestaltet, dass der Membransteuerdruck etwa einem Fluiddruck am Einlass eines Fluidförderraumes des ersten Membranpumpenkopfes entspricht. Damit gelingt nahezu eine vollständige Kompensation des beschriebenen kurzzeitigen Druckabfalls im Membransteuerraum des zweiten Membranpumpenkopfes. In Kombination mit einer doppelt wirkenden Ausführung des Kolbens des zweiten 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 ersten Membranpumpenkopfes 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 zweiten 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 die Membranen des ersten Membranpumpenkopfes jeweils frei schwingende Metallmembranen sind, kann aufgrund des Werkstoffes Metall ein Fluid bei hohen Temperaturen transportiert werden. Da der erste Membranpumpenkopf und der zweite Membranpumpenkopf über Leitungen mit einem Steuerfluid gekoppelt sind, können diese Leitungen als Kühlstrecken wirken. Damit können bei einer bevorzugten Ausführungsform die Membranen des zweiten 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 zweiten 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 ersten Membranpumpenkopfes ein Leitfähigkeits- oder Viskositätssensor vorgesehen ist. Sollte eine Metallmembran im ersten 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 ersten Membranpumpenkopf und dem zweiten Membranpumpenkopf kann mittels Steuerfluiden erfolgen, welche Wasser oder Öl aufweisen. Als Öl kann zum Beispiel ein spezielles Wärmeträgeröl zum Einsatz kommen, wenn die Pumpvorrichtung zum Fördern eines Fluides bei hohen Temperaturen eingesetzt wird.

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

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

[0022] In Fig. 1 ist eine Pumpenvorrichtung 1 mit einem ersten Membranpumpenkopf 2 und einem zweiten Membranpumpenkopf 8 dargestellt. Der erste Membranpumpenkopf 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 p1 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 p1 + dp vor, mit dem das Fluid zur Abführleitung 63 transportiert wird.

[0023] Der Druck p1+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 p1 in den ersten Fluidförderraum 4 geleiteten Fluides wird erreicht, wenn über die Leitung 13 ein Druck p1 +dp in den ersten Membransteuerraum 5 übertragen wird. Damit muss auch im zweiten Fluidförderraum 10 dieser Druck p1+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 p1 +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 p1 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 aktuiert 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 p2 überlagert, so dass die Druckabsenkung kompensiert werden kann.

[0027] Ist der Kolben des zweiten Membranpumpenkopfes als doppelt wirkender Kolben ausgeführt und der Druck p2 etwa gleich p1, 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 p1=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 p1+dp=270 bar, sondern nur noch auf 20 bar ausgelegt werden. Dies ermöglicht einen wirtschaftlich deutlich günstigeren Fluidtransport.

[0028] Der Druck p2 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 p2 in die Membransteurräume 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 ersten Membransteuerkopf 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 Verhältnisse um. Dann fördert der vierte Fluidförderraum 25 ein Fluid durch eine Auslassöffnung 28 mittels eines Entlüf-

tungsventiles 65 in eine Abführleitung 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 zweiten 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 Schubkrafterhöhung des Kolbens 15 stoßartig erfolgt und das Pumpenantriebsaggregat stark belastet wird. Bei der erfindungsgemäßen Pumpenvorrichtung kann dies durch die permanente Druckbeaufschlagung mit p2, welches etwa p1 entspricht, über die Behälter 37 und 39 vermieden werden.

[0032] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform (in Fig. 1 nicht dargestellt) weist der zweite 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 Membransteuerraums 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 wider 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 zweiten 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:

   einen ersten Membranpumpenkopf (2) mit zwei oder einem ganzzahligen Vielfachen von zwei Fluidförderräumen (4, 25) und dazu zugehörigen Membranen (3, 24), welche mit einem zweiten Pumpenkopf (8) zum Antrieb des ersten Membranpumpenkopfes (2) hydraulisch gekoppelt sind,

   dadurch gekennzeichnet, dass
   der zweite Pumpenkopf (8) ein Membranpumpenkopf (8) ist, welcher zwei zusätzliche Fluidförderräume (10, 19) und zwei zugehörige zusätzliche Membranen (9, 18) aufweist, die von einem im zweiten Membranpumpenkopf (8) angeordneten 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 (p2) beaufschlagt werden, der größer als Atmosphärendruck ist und geringer als der Systemdruck (p1 + dp) ist.

2. Pumpenvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Membransteuerdruck (p2) etwa einem Fluiddruck (p1) am Einlass (6, 26) eines Fluidförderraumes (4, 25) des ersten Membranpumpenkopfes (2) entspricht.

3. Pumpenvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Membransteuerdruck (p2) an den Fluiddruck (p1) durch einen Regelkreis mit zugehöriger Sensorik und Aktorik anpassen lässt.

4. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **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.

5. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **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.

6. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **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.

7. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (15) als doppeltwirkender Scheibenkolben (31) mit gegenüberliegenden Kolbenstangen (33, 35) gleicher Querschnittsfläche ausgebildet ist.

8. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membranen (3, 24) des ersten Membranpumpenkopfes (2) jeweils frei schwingende Metallmembranen (3, 24) sind.

9. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membranen (9, 18) des zweiten Membranpumpenkopfes (8) aus einem Kunststoff, insbesondere PTFE, gebildet sind.

10. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membranen (9, 18) des zweiten Membranpumpenkopfes jeweils mehrlagig ausgebildet und mit einer Lagensteuerung und Bruchsignalisierung versehen sind.

11. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb von Membransteuerräumen (5, 23) des ersten Membranpumpenkopfes (2) ein Leitfähigkeits- oder Viskositätssensor (29, 30) vorgesehen ist.

12. Pumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Kopplung zwischen dem ersten Membranpumpenkopf (2) und dem zweiten Membranpumpenkopf (8) mittels Steuerfluiden (12, 21) erfolgt, welche Wasser oder Öl aufweisen.

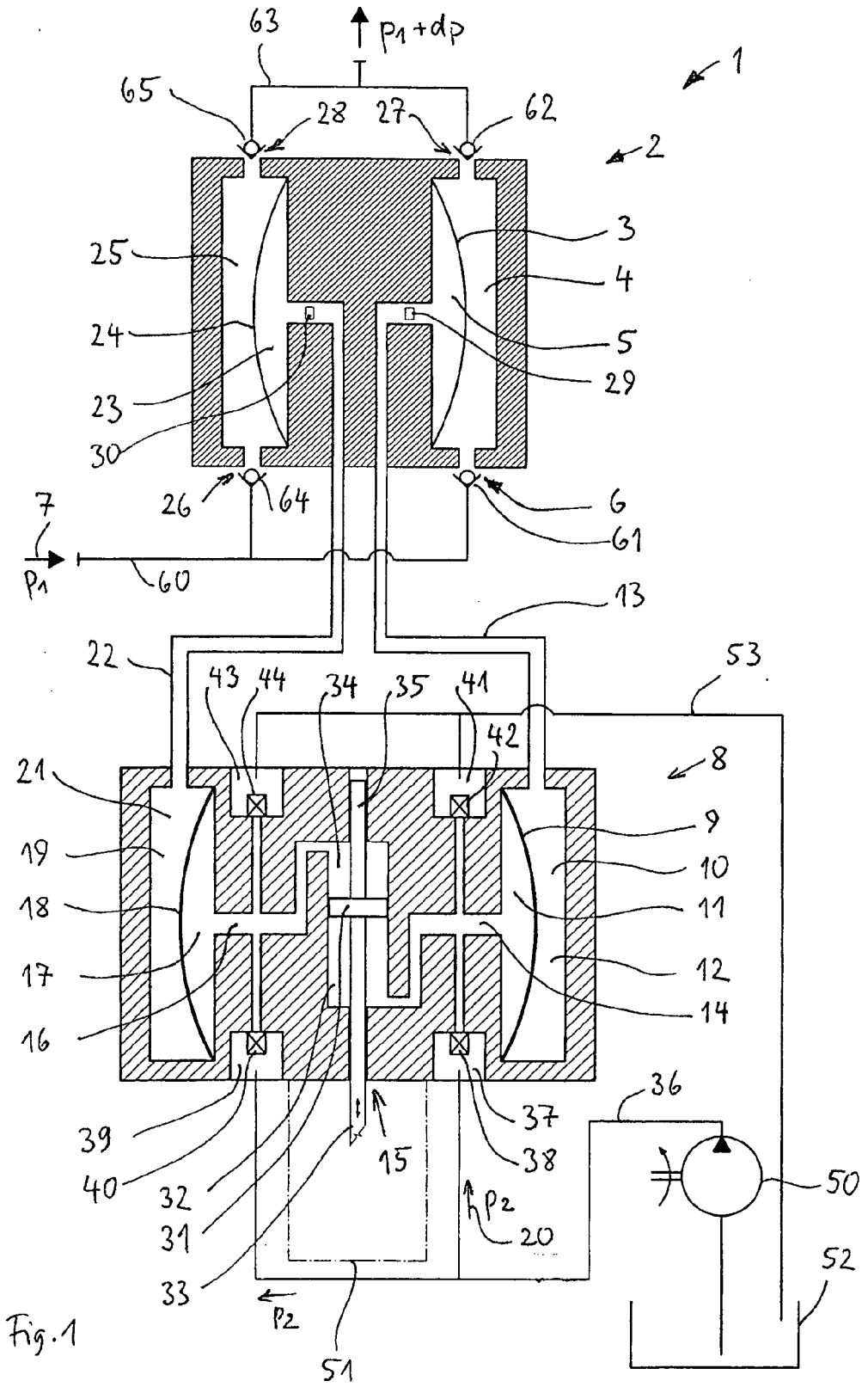
63
p1+dp
1
65
28
27
62
2
3
25
4
24
5
29
23
30
26
64
6
61
7
p1
60
13
22
53
43
44
34
35
41
42
8
21
9
19
10
18
11
12
17
14
16
36
39
37
15
40
38
50
32
p2
20
31
52
33
p2
51

Fig. 1

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 6273

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 011 022 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 14. Mai 1980 (1980-05-14) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 5, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 21 * -----	1-12	INV. F04B43/02 F04B43/06
A,D	EP 0 085 725 A (BRAN & LUEBBE [DE]) 17. August 1983 (1983-08-17) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-12	
A	US 3 630 642 A (OSTERMAN EDMUND J) 28. Dezember 1971 (1971-12-28) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Spalte 4, Zeile 1 - Spalte 4, Zeile 50 * -----	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F04B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	22. November 2007	Pinna, Stefano

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 07 01 6273

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-11-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0011022 A	14-05-1980	AU 5202979 A	01-05-1980
		FR 2439880 A1	23-05-1980
		JP 55060676 A	07-05-1980
EP 0085725 A	17-08-1983	AT 10533 T	15-12-1984
		DE 3261319 D1	10-01-1985
		JP 1508233 C	26-07-1989
		JP 58138286 A	17-08-1983
		JP 63058267 B	15-11-1988
		US 4465438 A	14-08-1984
US 3630642 A	28-12-1971	CA 936042 A1	30-10-1973
		DE 2105005 A1	19-08-1971
		ES 195226 Y	01-06-1975
		FR 2078100 A5	05-11-1971
		GB 1319718 A	06-06-1973
		JP 55014277 B	15-04-1980
		SE 378130 B	18-08-1975

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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]**