

(19)



(11)

EP 2 949 931 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.2015 Patentblatt 2015/49

(51) Int Cl.:
F04B 17/03 (2006.01) **F04B 35/04** (2006.01)
F04B 43/02 (2006.01) **F04B 43/08** (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01) **F04B 49/20** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15001604.6**

(22) Anmeldetag: **28.05.2015**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **LEWA GmbH**
71229 Leonberg (DE)

(72) Erfinder: **Geiselhart, Marc**
71263 Weil der Stadt (DE)

(74) Vertreter: **Zeitler Volpert Kandlbinder**
Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Postfach 26 02 51
80059 München (DE)

(30) Priorität: **30.05.2014 DE 102014008321**

(54) **Pulsator**

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Erzeugen einer oszillierenden Bewegung eines Fluids, insbesondere Pulsatorvorrichtung, mit einem abwechselnd in einer Saugrichtung und in ei-

ner Druckrichtung beweglichen Fluidverdrängungselement, wobei der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements in der Druckrichtung und/oder in der Saugrichtung einstellbar ist.

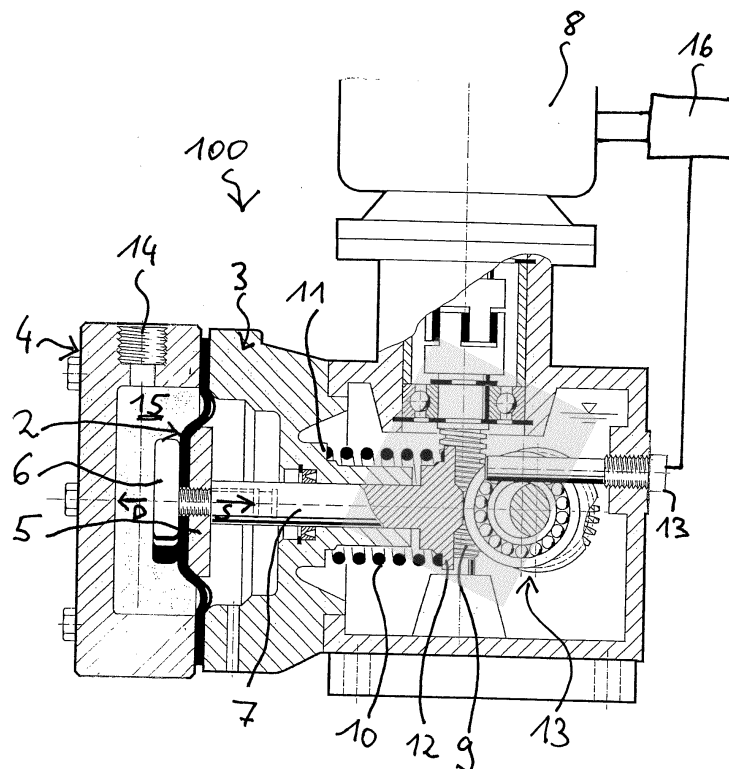


Fig. 1

EP 2 949 931 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen einer oszillierenden Bewegung eines Fluids, insbesondere eine Pulsatorvorrichtung, mit einem abwechselnd in einer Saugrichtung und in einer Druckrichtung beweglichen Fluidverdrängungselement, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Eingesetzt werden Pulsatoren beispielsweise als Antrieb für Extraktionskolonnen. Üblicherweise ist der Bewegungsablauf der oszillierenden hydraulischen Bewegung durch einen eingesetzten Kurbeltrieb nahezu sinusförmig. Die Amplitude und die Frequenz der Pulsation sind in der Regel einstellbar. Ein zweites Einsatzgebiet für Hochdruckpulsatoren ist die Bauteilprüfung. Im diesem Zusammenhang wird beispielhaft auf die Druckschrift WO 2008/083961 A1 verwiesen.

[0003] Durch den Pulsator wird der dem Fluid zur Verfügung stehende Raum zyklisch abwechselnd verkleinert und vergrößert, so dass sich der Druck, unter dem das Fluid steht, abwechselnd ändert. Dieser zyklische (oder "oszillierende") Bewegungsablauf des den Raum vergrößernden und verkleinernden Fluidverdrängungselements führt zu der Erzeugung der oszillierenden Fluidbewegung. Ein Saughub (das Fluidverdrängungselements bzw. ein Teil davon bewegt sich in die Saugrichtung) und ein Druckhub (das Fluidverdrängungselement bzw. ein Teil davon bewegt sich in die der Saugrichtung entgegengesetzte Druckrichtung) wechseln sich dabei zyklisch ab. Wichtig ist, dass bei einem Pulsator, anders als bspw. bei einer Pumpe, kein Fluidtransport von einem Fluideingang zu einem Fluidausgang erfolgt, sondern dass das Fluid oszillierend bewegt wird, wodurch ein sich zyklisch (bspw. wellenartig oder sinusförmig) ändernder Druck in einem an den Pulsator angeschlossenen Arbeitsraum generierbar ist.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind ferner unterschiedliche Verfahren zum Reinigen von Filtern bekannt. Es ist beispielsweise bekannt, Druckimpulse für die Filterreinigung einzusetzen. Die Druckschrift DE 19608104 C1 beschreibt ein Verfahren zur Druckimpuls-Rückspülung von Filtern. Nachteilig ist dabei der hohe apparative Aufwand. Der zur Rückspülung notwendige Hydrospeicher hat eine begrenzte Kapazität und muss wieder in den Ausgangszustand zurückversetzt, sprich gefüllt werden.

[0005] Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Pulsator bereitzustellen, der flexibler einsetzbar ist, so dass er auch für andere Aufgaben wie etwa die Filterreinigung verwendet werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Erzeugen einer oszillierenden hydraulischen Fluidbewegung zeichnet sich dadurch aus, dass die Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements bzw. de-

ren Verlauf in der Druckrichtung und/oder in der Saugrichtung je nach Bedarf einstellbar ist, wobei vorzugsweise der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements in der Druckrichtung unabhängig von dem Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements in der Saugrichtung einstellbar ist. Mit anderen Worten kann der Betrag und/oder der zeitliche Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements in der Druckrichtung je nach Wunsch anders eingestellt werden als in der Saugrichtung. Bspw. ist die Geschwindigkeit derart einstellbar, dass sich das Fluidverdrängungselement in der Druckrichtung im Mittel und/oder abschnittsweise schneller bewegt als in der Saugrichtung oder umgekehrt.

[0007] Die Erfindung geht auf die Erkenntnis zurück, dass Filter mittels eines herkömmlichen Pulsators, bei dem die Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements in der Druckrichtung und in der Saugrichtung mit umgekehrtem Vorzeichen gleich ist, nur unzureichend gereinigt werden können, da sich Verschmutzungen nach Ablauf eines Druckzyklus wiederum auf dem Filter absetzen können. Dagegen kann ein Pulsator besonders wirksam zur Filterreinigung verwendet werden und es kann eine gute Reinigungswirkung erzielt werden, wenn das Fluidverdrängungselement in positiver Richtung mit einer schnellen Geschwindigkeit und in negativer Richtung mit einer langsamen Geschwindigkeit bewegt wird. Vorzugsweise ist die Geschwindigkeit während des Druckhubs schnell eingerichtet und während des Saughubs langsam eingerichtet.

[0008] Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass die schnelle Pulsbewegung derart limitiert wird, dass kein Schaden am Filter selbst entsteht. Vorteilhaft ist auch, wenn sich der zeitliche Bewegungsablauf und/oder der Geschwindigkeitsbetrag je nach Bedarf verändern bzw. einstellen lassen, um z.B. den unterschiedlichen Eigenschaften von Filtern und Filtermedien Rechnung zu tragen. Zwischen den Druckpulsen des Fluidverdrängungselements können Bewegungspausen des Fluidverdrängungselements eingefügt werden, in denen der oder die zu reinigenden Filter normal arbeiten können.

[0009] Der erfindungsgemäße Pulsator kann unterschiedlich ausgeführt werden. Gemäß einer ersten möglichen Ausführungsform ist der Pulsator mit einem Linearantrieb ausgestattet und gemäß einer zweiten möglichen Ausführungsform ist der Pulsator mit einem Feder-Nockenantrieb oder Kurbelantrieb und/oder mit einem rotierenden elektrischen Antrieb ausgestattet.

[0010] Möglich sind beispielsweise: ein elektrischer Linearantrieb mit einer direkten Verbindung zum Verdrängungselement; ein mechanischer Linearantrieb (z.B. Kugelgewindespindel) mit einem rotierenden elektrischen Antrieb; ein von einem rotierenden elektrischen Antrieb angetriebener Feder-Nockenantrieb oder Kurbelantrieb mit Untersetzungsgetriebe zur Reduzierung der Hubfrequenz; ein von einem rotierenden elektrischen Antrieb angetriebener Feder-Nockenantrieb oder Kurbelantrieb mit Hubverstellung zur Reduzierung der Hublänge. Pul-

satoren mit höherer Leistung werden vorzugsweise mit Feder-Nocken-Antrieb oder Kurbelantrieb und Untersetzungsgetriebe ausgeführt.

[0011] Der erfindungsgemäße Pulsator kann als Kolben-, Membran- oder Faltenbalgpulsator aufgebaut sein. Faltenbalgpulsatoren sind z.B. in der Veröffentlichung D8-940d, Ausgabe 8/1978, LEWA Herbert Ott GmbH+Co beschrieben.

[0012] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Fluidverdrängungselement in Form eines mechanisch oder hydraulisch antreibbaren Membran- oder Faltenbalgelements und/oder eines mechanisch betätigbaren Kolbens gebildet. Die Haltbarkeit des Membranelements und die Überwachbarkeit einer ordnungsgemäßen Filterreinigung können dadurch verbessert werden, dass das Membranelement als eine Sandwichmembran mit einer Einrichtung zur Anzeige eines Membranbruchs ausgeführt ist. Ein zentraler Membranbereich kann dabei zwischen zwei Halteelementen wie etwa Halteplatten oder Stütztellern aufgenommen sein, die den von dem Antrieb angetriebenen zentralen Membranbereich stabilisieren und festigen. Im Falle einer Membran als Fluidverdrängungselement wird als dessen Bewegungsgeschwindigkeit die Bewegungsgeschwindigkeit des an das Antriebselement gekoppelten zentralen Membranbereichs verstanden.

[0013] Erfindungsgemäß besonders wichtig ist ein Antrieb zum Antreiben des Fluidverdrängungselement, der einen hochdynamischen elektrischen Antrieb, bevorzugt einen Servomotor, insbesondere einen permanenterrregten Drehstrom-Synchronservomotor aufweist. Mittels eines Servomotors, der vorzugsweise mit einer integrierten Positionsrückmeldung ausgestattet ist, kann der exakte Bewegungsverlauf des Fluidverdrängungselements vorgegeben und gesteuert werden. Insbesondere kann die Drehgeschwindigkeit am Servomotor derart eingestellt werden, dass sich ein bestimmter Bewegungsverlauf des Fluidverdrängungselements ergibt, wobei sich die Bewegungsverläufe in der Druckrichtung und in der Saugrichtung unterscheiden können.

[0014] Vorzugsweise ist eine an das Fluidverdrängungselement angekoppelte und von einer Exzenterwelle angetriebene Schubstange vorgesehen, wobei die Exzenterwelle von dem Antrieb angetrieben wird. Ein derartiger Antriebsstrang ist nämlich besonders zuverlässig und haltbar.

[0015] Im Hinblick auf eine zuverlässige Positionsbestimmung des Fluidverdrängungselements hat es sich als zweckmäßig erwiesen, einen mit einer Steuervorrichtung des Antriebs verbundenen Sensor wie etwa einen elektrischen Geber zum Erfassen einer vorgegebenen Lage des Fluidverdrängungselements oder eines damit verbundenen beweglichen Antriebsteils wie etwa einer Schubstange vorzusehen, wobei der Sensor zur Übermittlung einer ermittelten Lageinformation an die Steuervorrichtung vorgesehen sein kann. In einer Referenzfahrt kann mittels des Sensors der hintere Totpunkt des Fluidverdrängungselements erfasst und in der Steue-

rung zum Ansteuern des Antriebs gespeichert werden.

[0016] Alternativ zu der automatischen Referenzfahrt mit Hilfe des Sensors sind auch eine manuelle Einstellung des Fluidverdrängungselements im hinteren Totpunkt und die Speicherung dieser Lage möglich.

[0017] Der Sensor kann zum Erfassen einer Totpunkt- oder Umkehrpunktstellung des Fluidverdrängungselements eingerichtet sein und befindet sich in diesem Fall vorzugsweise an einem ortsfesten Montagepunkt im Gehäuse des Pulsators, der einem hinteren Ende der das Fluidverdrängungselement antreibenden Schubstange am hinteren Umkehrpunkt gegenüberliegt.

[0018] Im Hinblick auf eine einfache und zweckmäßige Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, einen Pulsatorraum für das Fluid mit einem von einer Fluidöffnung zu dem Fluidverdrängungselement verlaufenden Fluidströmungsweg vorzusehen, der bei der Bewegung des Fluidverdrängungselements in der Druckrichtung in der einen Richtung durchströmt wird und bei der Bewegung des Fluidverdrängungselements in der Saugrichtung in der umgekehrten Richtung. Die Fluidöffnung liegt dabei nicht notwendigerweise auf einer Bewegungsachse des Fluidverdrängungselements oder der dieses antreibenden Schubstange. Mit anderen Worten kann der Fluidströmungsweg in Abhängigkeit von dem gewünschten Strömungs- und Druckpulsverhalten des Fluids geformt sein.

[0019] Im Hinblick auf eine wirksame Filterreinigung hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, dass die Bewegungsgeschwindigkeit des Verdrängungselements derart einstellbar ist, dass sich das Verdrängungselement in der Druckrichtung im Mittel mehr als doppelt so schnell, bevorzugt mehr als dreimal so schnell, insbesondere fünfmal so schnell oder schneller bewegt als in der Saugrichtung, oder umgekehrt. In diesem Fall werden nämlich Filterverschmutzungen bei mehreren aufeinanderfolgenden Bewegungs- bzw. Hubzyklen des Fluidverdrängungselements zuverlässig von dem zu reinigenden Filter entfernt und wegbewegt. Besonders zweckmäßig sind eine hohe (mittlere) Geschwindigkeit des Fluidverdrängungselements während des Druckhubs und eine geringe (mittlere) Geschwindigkeit des Fluidverdrängungselements während des Saughubs. Je nach Einbau der zu reinigenden Filter in den Fluidbewegungspfad kann auch ein umgekehrter Bewegungsverlauf des Fluidverdrängungselements sinnvoll sein.

[0020] Alternativ oder zusätzlich ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Verdrängungselements derart einstellbar, dass sich das Verdrängungselement in der Druckrichtung und/oder in der Saugrichtung vorzugsweise abschnittsweise stoßartig bewegt. Unter einer stoßartigen Bewegung wird eine besonders schnelle Bewegung in einem eng eingeschränkten Zeitfenster verstanden, wobei die Bewegungsgeschwindigkeit sowohl vor als auch nach dem Zeitfenster deutlich langsamer ist als während des Zeitfensters. Bspw. ist der Geschwindigkeitsbetrag während des Stoßes mehr als 5mal so groß als im Anschluss an den Stoß oder zuvor. Eine stoß-

förmige Bewegung des Verdrängungselements insbesondere zu Beginn des Druckhubs dient dazu, dass sich hartnäckige Verschmutzungen von dem zu reinigenden Filter lösen können.

[0021] Besonders bevorzugt ist ein Bewegungsverlauf des Verdrängungselements, bei dem sich das Verdrängungselement zu Beginn des Druckhubs stoßartig bewegt, wobei die Bewegungsgeschwindigkeit im Anschluss an den Druckstoß allmählich bis zu dem Totpunkt des Verdrängungselements bzw. zum Beginn des sich anschließenden Saughubs abnimmt. In der Saugrichtung bewegt sich das Fluidverdrängungselement vorzugsweise (zumindest im Mittel) deutlich langsamer und weiter bevorzugt zumindest abschnittsweise mit im Wesentlichen konstanter Geschwindigkeit. Vorzugsweise dauert der Saughub mehr als doppelt so lang, insbesondere 5mal so lang oder mehr als der Druckhub.

[0022] Alternativ oder zusätzlich ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Verdrängungselements derart einstellbar, dass das Verdrängungselement an zumindest einer Umkehrstelle bzw. an einem Totpunkt zumindest zeitweise stillsteht. Damit erfolgt an zumindest einem der Totpunkte eine Bewegungspause des Fluidverdrängungselements. Vorzugsweise erfolgt an beiden Totpunkten eine Bewegungspause, wobei die Pause am Übergang vom Saughub zum Druckhub vorzugsweise länger, bevorzugt mehr als doppelt so lang, insbesondere 10mal so lang oder länger eingerichtet ist als die Pause am Übergang vom Druckhub zum Saughub. Zwischen den einzelnen Hubzyklen oder zwischen Gruppen von mehreren Hubzyklen kann ggf. ein normaler Filterbetrieb erfolgen.

[0023] Alternativ ist es möglich, einen (zusätzlichen) Stillstand des Fluidverdrängungselements während der Druckhubs und/oder während des Saughubs vorzusehen. Bspw. kann ein einzelner Druckhub aus zwei oder mehr jeweils von einer Bewegungspause unterbrochenen Druckstößen bestehen.

[0024] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, insbesondere zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Pulsators, wobei das Fluidverdrängungselements während des Druckhubs mit einem anderen (mittleren) Geschwindigkeitsbetrag und/oder einem anderen Geschwindigkeitsverlauf bewegt wird als während des Saughubs. Insbesondere wird das Fluidverdrängungselement vorzugsweise mit Hilfe eines Servomotors derart bewegt bzw. angetrieben, dass sich die oben beschriebenen Bewegungsverläufe ergeben. Es wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0025] Die Erfindung wird im Folgenden in Form eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 einen Pulsator mit mechanisch angetriebener Membran, und in

Fig. 2 a-e verschiedene Diagramme mit unterschiedlichen Verläufen des Wegs s des Verdrän-

gungselements, aufgetragen über der Zeit t .

[0026] Wie aus der Fig. 1 ersichtlich ist, weist der dargestellte Pulsator 100 ein Fluidverdrängungselement 2 in Form einer mechanisch angelenkten Membran auf. Diese ist randseitig zwischen einem Pulsatorkörper 3 und einem Pulsatordeckel 4 eingespannt und mittig mit einem zum Membranantrieb dienenden Stützteller 5 fest verbunden. Hierbei ist die mittige Membraneinspannung derart ausgeführt, dass die Membran 2 in ihrem mittigen Bereich zwischen dem Stützteller 5 und einer Halteplatte 6 angeordnet ist, die in eine Gewindebohrung des Stütztellers 5 eingeschraubt ist. Der Stützteller 5 seinerseits ist am Ende einer hin- und herschiebbaren Schubstange 7 befestigt, die im Pulsatorkörper 3 abgedichtet geführt und gelagert ist. Hierbei wird die in Fig. 1 von rechts nach links erfolgende Antriebsbewegung der Schubstange 7 - und damit der Druckhub der Membran 2, während dessen sich das Zentrum der Membran 2 in der Druckrichtung D bewegmechanisch mittels eines Antriebsmotors 8 über ein Schneckengetriebe 9 und eine Exzenterwelle 13 bewirkt. Demgegenüber wird die in Fig. 1 von links nach rechts erfolgende Rückstellbewegung der Schubstange 7 - und damit der Saughub der Membran 2, während dessen sich die Membran 2 in der Saugrichtung S bewegt über eine Druckfeder 10 erreicht, die sich zwischen einer inneren gehäusefesten Schulter 11 des Pulsatorkörpers 3 und einer Schulter 12 der Schubstange 7 abstützt.

[0027] Der den Pulsatorkopf bildende Pulsatordeckel 4 begrenzt zusammen mit der Membran 2 einen Pulsatorraum 15, in den/aus dem das zu bewegende Fluid über eine Fluidöffnung 14 mit einem Gewindeanschluß ein- und austreten kann.

[0028] Der Fluidströmungsweg verläuft von der Membran 2 durch den Pulsatorraum 15 zu der Fluidöffnung 14, wobei ein Filter-Reinigungsraum (nicht gezeigt) mit darin angeordneten und zu reinigenden Filtern in Fluidverbindung mit der Fluidöffnung 14 stehen kann. Vorzugsweise steht die zu reinigende Filterfläche senkrecht auf der durch den Pulsator zu erzeugenden oszillierenden Fluidströmung.

[0029] Details im Hinblick auf die Membranbefestigung sind in der Druckschrift EP 0418 644 B1 beschrieben, deren Inhalt durch Verweis in die vorliegende Offenbarung aufgenommen wird. Die Membran 2 kann, wie in der EP 0418 644 B1 beschrieben, als Sandwichmembran mit einer Einrichtung zur Membranbruchanzeige ausgeführt sein.

[0030] Der Antriebsmotor 8 ist als hochdynamischer Antrieb mit einer zugehörigen Steuerung 16 ausgeführt. Dies ist vorzugsweise eine Servomotor, und zwar insbesondere ein permanenterregter Drehstrom-Synchronservomotor. Motor und Steuerung sind über eine Versorgungs- und Steuerleitung verbunden.

[0031] Ein elektrischer Geber bzw. Sensor 13 ist mit der Steuerung 16 verbunden und ist zur Erfassung der

hinteren Stellung der Schubstange 7 vorgesehen. In einer Referenzfahrt wird mittels des Gebers der hintere Totpunkt erfasst und in der Steuerung 16 des Antriebs gespeichert. Nachdem der Referenzpunkt in der Steuerung 16 hinterlegt ist, kann mit der gewählten Schneckengetriebeübersetzung, der Kinematik des Exzentrers und den Rückmeldedaten des Antriebs zu jedem Zeitpunkt die Stellung der Membran berechnet werden.

[0032] Der Antriebsmotor 8 kann über die Steuerung 16 derart betrieben werden, dass beliebige vorgegebene Pulsationsbewegungen erzeugt werden können. Insbesondere kann sowohl der Geschwindigkeitsbetrag als auch der Geschwindigkeitsverlauf der Membran 2 während des Druckhubs und während des Saughubs unterschiedlich eingestellt werden, so dass der erfindungsgemäße Pulsator auch für die Filterreinigung mit optimalen Reinigungsergebnissen verwendbar ist.

[0033] Diese mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung betriebene Vorgehensweise ist durch die einzelnen Diagramme der Figuren 2a bis 2e in Form von Weg-Zeit-Verläufen des Fluidverdrängungselements 2 dargestellt. Die Diagramme in den Figuren 2a bis 2c zeigen jeweils einen vollständigen Hubzyklus (Druckhub und sich anschließender Saughub des Verdrängungselements 2) und einen Teil des sich daran anschließenden zweiten Hubzyklus.

[0034] Alternativ kann zwischen den einzelnen Hubzyklen jeweils eine Pause eingebaut sein, in der sich das Verdrängungselement nicht bewegt und über eine kurze oder lange Zeitdauer an dem hinteren Totpunkt (Übergang zwischen Saughub und dem nächsten Druckhub) verweilt. Diese Pausen sind in den Diagrammen der Figuren 2d und 2e besonders lang und deshalb abgekürzt dargestellt.

Fig. 2a:

[0035] Die mittlere Geschwindigkeit des Verdrängungselements ist im Druckhub sehr viel höher als im Saughub (hier: mehr als 5mal so hoch). Der Druckhub wird mit im Wesentlichen konstanter, sehr hoher Drehgeschwindigkeit am Antriebsmotor ausgeführt. Der Saughub wird ebenfalls mit im Wesentlichen konstanter, aber sehr niedriger Drehgeschwindigkeit am Antriebsmotor ausgeführt.

Der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit des Verdrängungselements ergibt sich insbesondere aus der Kinematik des Exzentrers und ist für beide Bewegungsrichtungen (Druckhub, Saughub) sinusförmig geprägt. Insbesondere erfolgen keine sprunghaften Geschwindigkeitsänderungen des Verdrängers.

Fig. 2b:

[0036] Im Unterschied zu Fig. 2a wird die Drehgeschwindigkeit am Antriebsmotor derart über den Drehwinkel verändert, dass die Geschwindigkeit des Verdrängungselements in der jeweiligen Phase (Druckhub,

Saughub) näherungsweise konstant ist. An den beiden Umkehrpunkten ändert sich die Geschwindigkeit des Verdrängers sprunghaft. Die etwa konstante Geschwindigkeit des Verdrängers während des Druckhubs ist fast 8mal so hoch wie die in umgekehrter Richtung konstante Geschwindigkeit während des Saughubs.

Fig. 2c:

[0037] Im Unterschied zu Fig. 2b startet der Druckhub stoßartig mit sehr hoher Geschwindigkeit des Verdrängers und wird in Richtung vorderer Totpunkt verringert. Der Geschwindigkeitsverlauf während des Saughubs entspricht im Wesentlichen Fig. 2b.

Fig. 2d:

[0038] Der Bewegungsverlauf entspricht im Wesentlichen demjenigen in Fig. 2b, jedoch mit zusätzlichen Pausen an den beiden Umkehrpunkten. Die Geschwindigkeit des Verdrängers während des Saughubs und während des Druckhubs ist jeweils im Wesentlichen konstant. Die Pause im hinteren Totpunkt (Übergang zwischen Saughub und Druckhub) ist deutlich länger als die Pause im vorderen Totpunkt (Übergang zwischen Druckhub und Saughub). Mit dieser Pause wird der zeitliche Abstand zwischen einzelnen Pulsen eingestellt.

Fig. 2e:

[0039] Der Bewegungsverlauf entspricht im Wesentlichen demjenigen in Fig. 2d, jedoch mit einem durch eine Pause unterbrochenen Druckhub. Der Druckhub ist zweigeteilt und mit einer weiteren Pause versehen.

Bezugszeichenliste

[0040]

2	Fluidverdrängungselement/Membran
3	Pulsatorkörper
4	Pulsatordeckel
5	Stützteller
6	Halteplatte
7	Schubstange
8	Antriebsmotor
9	Schneckengetriebe
10	Druckfeder
11	erste Schulter
12	zweite Schulter
13	Exzenterwelle
14	Durchström-Öffnung
15	Pulsatorraum
100	Pulsatorvorrichtung

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zum Erzeugen einer oszillierenden Bewegung eines Fluids, insbesondere Pulsatorvorrichtung, mit einem abwechselnd in einer Saugrichtung (S) und in einer Druckrichtung (D) beweglichen Fluidverdrängungselement (2),
dadurch gekennzeichnet, dass der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements (2) in der Druckrichtung (D) und/oder in der Saugrichtung (S) einstellbar ist. 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements (2) in der Druckrichtung (D) unabhängig von dem Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements in der Saugrichtung (S) einstellbar ist. 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluidverdrängungselement (2) ein mechanisch oder hydraulisch antreibbares Membran- oder Faltenbalgelement und/oder einen mechanisch betätigbaren Kolben aufweist. 15
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Antrieb (8) zum Antreiben des Fluidverdrängungselements (2), der einen hochdynamischen elektrischen Antrieb, bevorzugt einen Servomotor, insbesondere einen permanentenregten Drehstrom-Synchronservomotor aufweist, wobei der Antrieb (8) vorzugsweise mit einer integrierten Positionsrückmeldung ausgestattet ist. 20
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen mit einer Steuervorrichtung (16) des Antriebs (8) verbundenen Sensor (13) wie etwa einen elektrischen Geber zum Erfassen einer vorgegebenen Lage des Fluidverdrängungselements (2) oder eines damit verbundenen beweglichen Antriebsteils (7) und zur Weiterleitung einer ermittelten Lageinformation an die Steuervorrichtung (16). 25
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (13) zum Erfassen einer Totpunkt- oder Umkehrpunktstellung des Fluidverdrängungselements (2) oder eines damit verbundenen Antriebsteils (7) eingerichtet ist. 30
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Pulsatorraum (15) mit einem ausgehend von einer Fluidöffnung (14) in Richtung auf das Fluidverdrängungselement (2) verlaufenden Fluidströmungsweg, der bei 35
- der Bewegung des Fluidverdrängungselements (2) in der Druckrichtung (D) in der einen Richtung durchströmt wird und bei der Bewegung des Fluidverdrängungselements (2) in der Saugrichtung (S) in der umgekehrten Richtung durchströmt wird.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements (2) derart einstellbar ist, dass sich das Fluidverdrängungselement in der Druckrichtung (D) im Mittel mehr als doppelt so schnell, bevorzugt mehr als dreimal so schnell, insbesondere fünfmal so schnell oder schneller bewegt als in der Saugrichtung (S), oder umgekehrt. 40
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements (2) derart einstellbar ist, dass sich das Fluidverdrängungselement (2) in der Druckrichtung (D) und/oder in der Saugrichtung (S) zumindest abschnittsweise stoßartig bewegt. 45
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements (2) derart einstellbar ist, dass sich das Fluidverdrängungselement (2) in der Druckrichtung (D) zu Beginn stoßartig und mit sich dann allmählich verringernder Geschwindigkeit bewegt und/oder dass sich das Fluidverdrängungselement (2) in der Saugrichtung (S) langsam und bevorzugt zumindest abschnittsweise mit im Wesentlichen konstanter Geschwindigkeit bewegt. 50
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Fluidverdrängungselements (2) derart einstellbar ist, dass das Fluidverdrängungselement (2) an zumindest einer Umkehrstelle (U) zumindest zeitweise stillsteht. 55

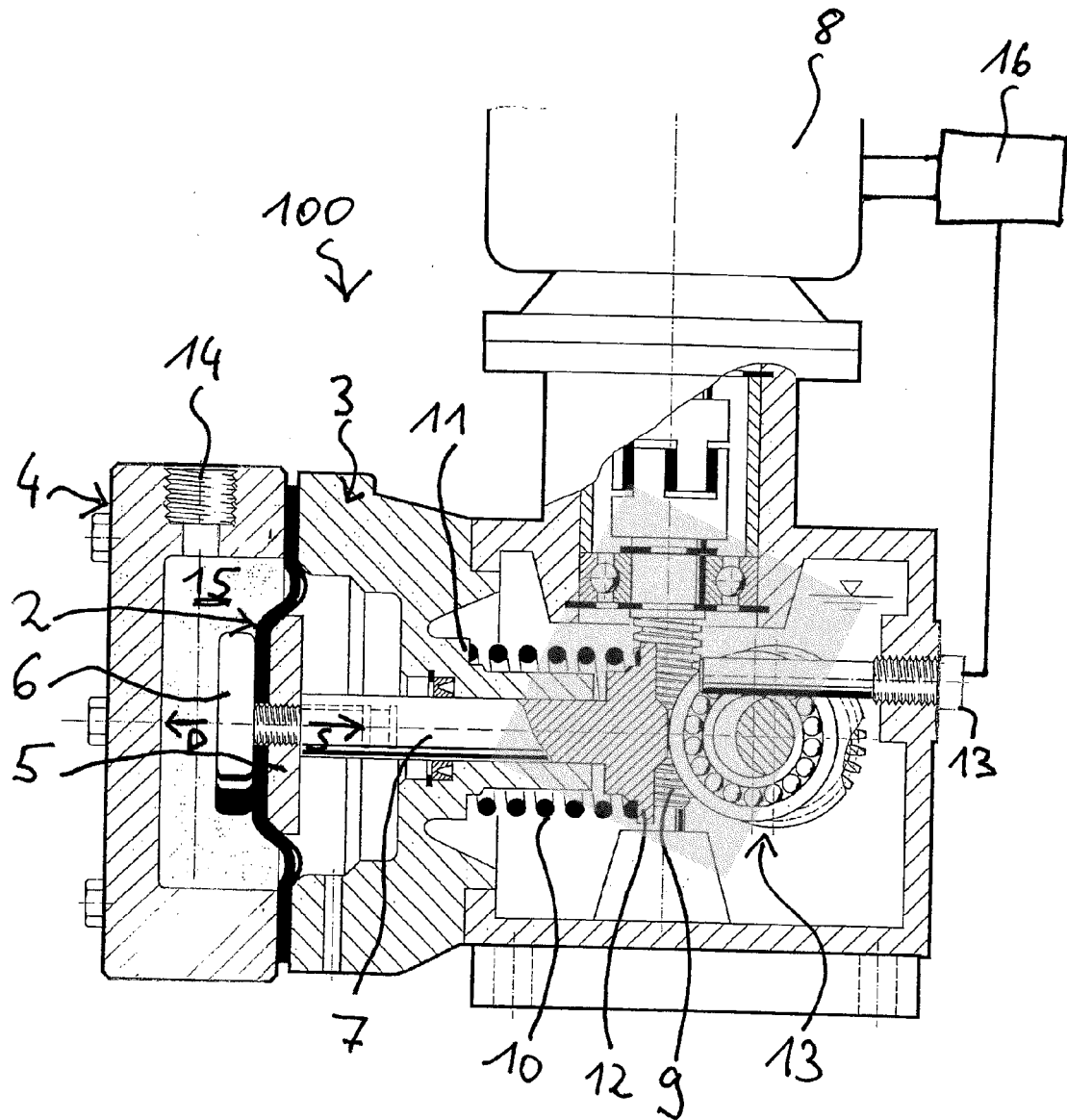


Fig. 1

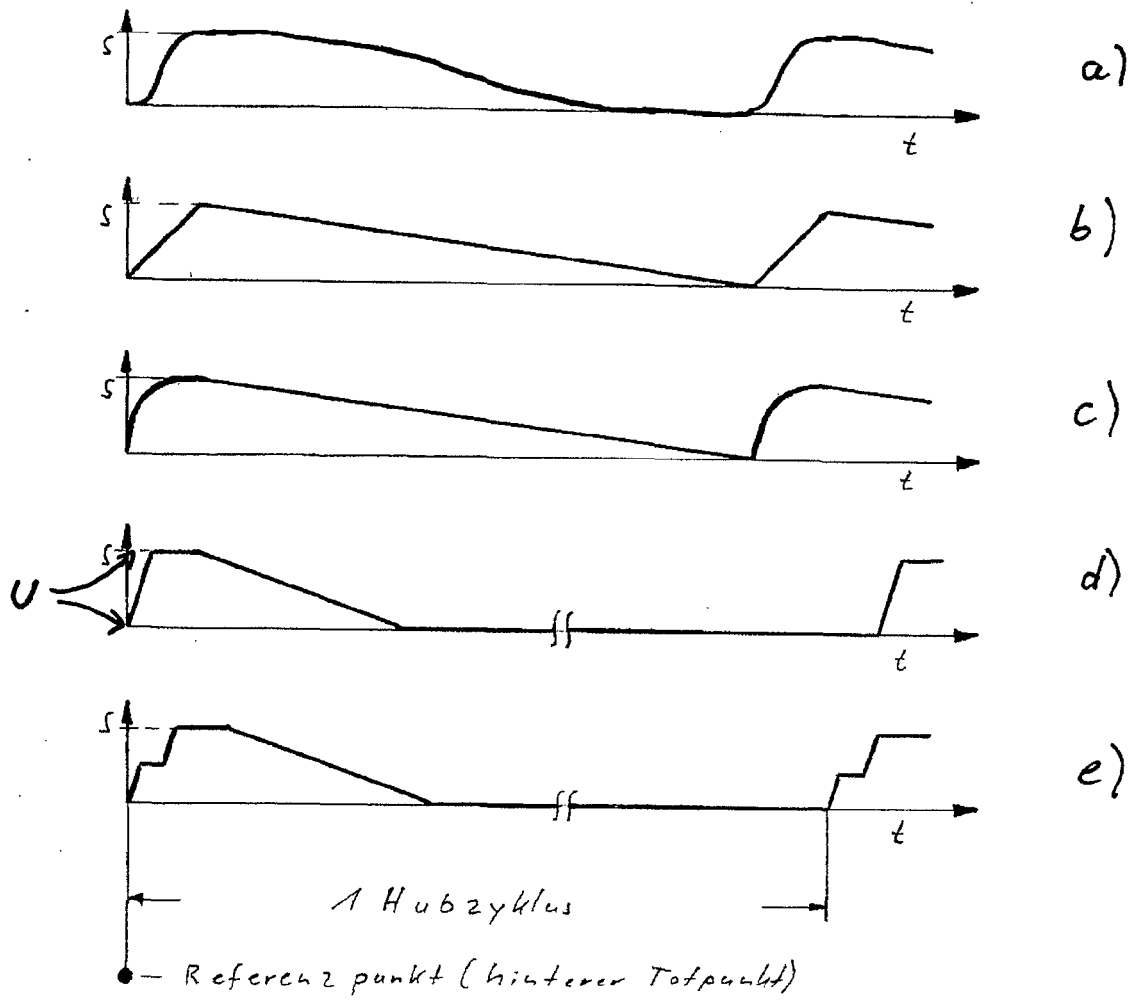


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 15 00 1604

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 1 475 144 A (SECR DEFENCE) 1. Juni 1977 (1977-06-01) * Seite 2, Spalte 2, Zeile 73 - Seite 2, Spalte 2, Zeile 130; Ansprüche; Abbildungen *	1-11	INV. F04B17/03 F04B35/04 F04B43/02 F04B43/08 F04B49/06 F04B49/20
X	DE 20 2005 013089 U1 (PROMINENT DOSIERTECHNIK GMBH [DE]) 4. Januar 2007 (2007-01-04) * Zusammenfassung * * * Absatz [0029]; Anspruch 15; Abbildungen *	1-11	
X	DE 27 37 062 B1 (ZUMTOBEL KG) 29. März 1979 (1979-03-29) * Zusammenfassung * Spalte 3, Zeilen 10-20; Abbildungen *	1	
X	US R E31 608 E (HAAKON T. MAGNUSSEN) 19. Juni 1984 (1984-06-19) * Ansprüche 1-5 *	1	
A	EP 2 249 033 A2 (LEWA GMBH [DE]) 10. November 2010 (2010-11-10) * Absatz [0016]; Anspruch 7 *	4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 2015	Prüfer 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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03-82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 00 1604

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.

15-10-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1475144 A	01-06-1977	KEINE	
DE 202005013089 U1	04-01-2007	KEINE	
DE 2737062 B1	29-03-1979	KEINE	
US RE31608 E	19-06-1984	KEINE	
EP 2249033 A2	10-11-2010	DE 102009020414 A1	11-11-2010
		EP 2249033 A2	10-11-2010
		ES 2529678 T3	24-02-2015
		JP 5567385 B2	06-08-2014
		JP 2010261461 A	18-11-2010
		US 2010284827 A1	11-11-2010

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

- WO 2008083961 A1 [0002]
- DE 19608104 C1 [0004]
- EP 0418644 B1 [0029]