



(11) **EP 2 292 509 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2013 Patentblatt 2013/14

(51) Int Cl.:
B63G 8/34 ^(2006.01) **F04F 13/00** ^(2009.01)

(21) Anmeldenummer: **10007418.6**

(22) Anmeldetag: **17.07.2010**

(54) **Unterseeboot mit einem Verdichter**

Submarine with a compactor

Submersible doté d'un compresseur

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

(30) Priorität: **07.09.2009 DE 102009040379**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.03.2011 Patentblatt 2011/10

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Marine Systems
GmbH
24143 Kiel (DE)**

(72) Erfinder:
• **Krummrich, Stefan
24634 Padenstedt (DE)**

- **Mechsner, Alfred
24148 Kiel (DE)**
- **Henke, Andreas
49124 Georgsmarienhütte (DE)**
- **Pein, Marc
24147 Kiel (DE)**

(74) Vertreter: **Vollmann, Heiko et al
Vollmann & Hemmer
Patentanwälte
Wallstrasse 33a
23560 Lübeck (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2006/079421 DE-A1- 2 658 484
FR-A1- 2 836 983**

EP 2 292 509 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 ein Unterseeboot mit einem Verdichter.

[0002] Stand der Technik ist Dokument FR 2 836 983.

[0003] Bei Unterseebooten zählt es zum Stand der Technik, Gas, wie beispielsweise das Abgas von Antriebsmaschinen, zu komprimieren und aus dem Unterseeboot auszubringen. Zur Kompression des Gases ist es ferner bekannt, Verdichter - beispielsweise Kolbenkompressoren - einzusetzen. Nachteilig allerdings erzeugen solche Verdichter einen sehr hohen akustischen Schallpegel, der die Signatur des Unterseeboots negativ beeinflusst.

[0004] Insbesondere bei kohlendioxidhaltigem Abgas sind häufig hohe Konzentrationen an Wasser vorhanden. Dieser hohe Wasseranteil führt bei bekannten Verdichtern zur Korrosion.

[0005] Weiterhin können die typischerweise in Verdichtern verwendeten Schmierstoffe, beispielsweise Fette und Öle, das Gas derart verunreinigen, dass mit dem Gas ausgebrachte Schmierstoffe Filme auf dem Wasser bilden. Auch hierdurch kann die Ortbarkeit des Unterseeboots deutlich erhöht sein.

[0006] Problematisch sind zudem die meist eingesetzten dynamischen Dichtungen der Verdichter, bei welchen sich Teile der Dichtung relativ zueinander bewegen. Dies hat häufig Leckverluste in die Umgebung zur Folge, wodurch die Atemluft belastet werden kann.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein in so weit verbessertes Unterseeboot zu schaffen.

[0008] Diese Aufgabe wird mit einem Unterseeboot mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung.

[0009] Das erfindungsgemäße Unterseeboot weist einen Verdichter auf, welcher zumindest einen starren Druckbehälter mit Schaltmitteln zum Gasein- und -auslass, Flüssigkeit sowie zumindest eine in den Druckbehälter mündende Leitung umfasst. An der Leitung ist eine Pumpe vorgesehen, mit der die Flüssigkeit in den und/oder aus dem Druckbehälter förderbar ist. Auf diese Weise kann im Druckbehälter befindliches Gas komprimiert werden, indem Flüssigkeit durch die Leitung in den Druckbehälter gepumpt wird. Die Flüssigkeit verdrängt dabei Gas aus dem von der Flüssigkeit eingenommenen Teil des Innenraums des Druckbehälters und verdichtet das Gas. Bei entsprechender Stellung der Schaltmittel entweicht komprimiertes Gas aus dem Druckbehälter. Die Beschickung des Druckbehälters mit zu komprimierendem Gas erfolgt, indem Flüssigkeit aus dem Druckbehälter herausgepumpt wird und der von der Flüssigkeit freigegebene Innenraum des Druckbehälters von bei entsprechender Stellung der Schaltmittel durch einen Gaseinlass nachströmendem Gas ausgefüllt wird. Die Schaltmittel sind beispielsweise durch an Gasein- und -auslässen des Druckbehälters angeordnete Rück-

schlagventile gebildet. So kann beispielsweise Gas in den Druckbehälter einströmen, wenn im Druckbehälter ein Unterdruck gegenüber einer über den Gaseinlass mit dem Druckbehälter verbundenen Gasquelle herrscht. Das Gas wird beispielsweise aus dem Druckbehälter ausgelassen, wenn der durch Kompression gestiegene Druck den Gasdruck in weiteren, über den Gasauslass angebundenen Teilen des Unterseebootes übersteigt.

[0010] Da bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot der durch das Gas ausfüllbare Bereich des Innenraums des Druckbehälters nicht durch einen Kolben, sondern durch eine geräuscharm förderbare Flüssigkeit begrenzt ist, vergrößert der Verdichter die akustische Signatur des Unterseeboots nicht. Weiterhin besteht bei dem Verdichter des erfindungsgemäßen Unterseebootes keine Gefahr, mit den komprimierten Gasen Schmierstoffe auszubringen, da Schmierstoffe bei dem Verdichter entbehrllich sind. Da ferner bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot dynamische Dichtungen nicht erforderlich sind, ist die Atemluftreinheit stets gewährleistet. Vorteilhaft kann der bzw. können die Druckbehälter bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot zudem in der Form frei gestaltet und insbesondere geeignet an die Anforderungen des Unterseebootes angepasst werden.

[0011] Bevorzugt weist bei dem Unterseeboot der Verdichter zumindest einen zweiten starren Druckbehälter auf, der über zumindest eine der Leitungen mit dem ersten Druckbehälter verbunden ist. In dieser Weiterbildung wird die Flüssigkeit beispielsweise in einem ersten Verdichterzyklus von dem zweiten Druckbehälter in den ersten Druckbehälter gefördert, wobei die aus dem zweiten Druckbehälter heraus geförderte Flüssigkeit zusätzlichen Raum im zweiten Druckbehälter zur Beschickung mit Gas freigibt. Das im ersten Druckbehälter befindliche Gas wird durch die eingeleitete Flüssigkeit verdrängt und wie zuvor beschrieben komprimiert. Das komprimierte Gas wird dann aus dem ersten Druckbehälter ausgelassen. Zu diesem Zeitpunkt ist der zweite Druckbehälter mit Gas beschickt. Wird nachfolgend in einem zweiten Verdichterzyklus Flüssigkeit vom ersten Druckbehälter in den zweiten Druckbehälter gefördert, so wird das Gas im zweiten Druckbehälter komprimiert und zugleich der erste Druckbehälter mit Gas beschickt. Der Verdichter ist in dieser Ausgestaltung besonders effizient und zugleich mit einer guten Kontinuität betreibbar, da bei der Förderung der Flüssigkeit in jeder Richtung stets in einem der Druckbehälter Gas komprimiert wird.

[0012] Besonders bevorzugt ist bei dem Unterseeboot die Flüssigkeit eine Kühlflüssigkeit eines Kühlkreislaufs des Unterseebootes. Auf diese Weise lässt sich die bei der Kompression des Gases entstehende Wärme abführen. Geeigneterweise wird das Gas isotherm komprimiert. Dabei ist der Verdichter besonders energieeffizient betreibbar.

[0013] Zweckmäßigerweise sind bei dem Unterseeboot zumindest zwei Leitungen zur Förderung der Flüssigkeit in jeweils nur eine Richtung vorgesehen. Beispielsweise können bei dem Verdichter zwei Druckbe-

hälter vorgesehen sein, von denen eine erste Leitung zur Förderung der Flüssigkeit vom ersten Druckbehälter in den zweiten Druckbehälter und die zweite Leitung zur Förderung der Flüssigkeit vom zweiten Druckbehälter in den ersten Druckbehälter vorgesehen ist. Zweckmäßigerweise sind die vorgesehenen Förderrichtungen durch Rückschlagventile bestimmt. Zweckmäßigerweise ist die Förderrichtung einer oder mehrerer an den Leitungen angeordneter Pumpen an die vorgesehene Förderrichtung der Leitungen angepasst.

[0014] In einer bevorzugten Weiterbildung sind zumindest zwei mit vertikalem Abstand voneinander in einen Druckbehälter mündende Leitungen vorhanden. So ist durch eine tiefer in den Druckbehälter mündende Leitung die Flüssigkeit geeignet aus dem Druckbehälter herausförderbar. Bevorzugt mündet eine der Leitungen oberhalb eines maximalen Flüssigkeitsstandes des Druckbehälters in diesen hinein, während eine weitere Leitung unterhalb eines minimalen Flüssigkeitsstandes des Druckbehälters in den Druckbehälter einmündet. Bevorzugt ist an der in den oberen Bereich des Druckbehälters in diesen mündende Leitung ein Wärmetauscher des Kühlkreislaufs des Unterseebootes angeordnet. Insbesondere wird die Flüssigkeit in den Druckbehälter eingespritzt oder eingesprüht. In dieser Weiterbildung der Erfindung wird die bei der Kompression des Gases entstehende Wärme besonders effizient abgeführt und beispielsweise eine nahezu isotherme Verdichtung des Gases erreicht.

[0015] Vorteilhaft weisen bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot zumindest zwei Leitungen einen gemeinsamen Leitungsabschnitt auf, wobei die Pumpe an dem gemeinsamen Leitungsabschnitt angeordnet ist, und stromauf- und abwärts des gemeinsamen Leitungsabschnitts Sperrventile angeordnet sind. Auf diese Weise ist die Flüssigkeit durch mehrere Leitungen mit einer einzigen Pumpe förderbar. Insbesondere bei Verdichtern mit zwei Druckbehältern kann Flüssigkeit in einem ersten Verdichterzyklus von einem ersten Druckbehälter über eine der Leitungen mit dem gemeinsamen Leitungsabschnitt in einen zweiten Druckbehälter gefördert werden und in einem zweiten Verdichterzyklus über eine zweite Leitung mit dem gemeinsamen Leitungsabschnitt von dem zweiten Druckbehälter in den ersten Druckbehälter gefördert werden. Dabei erfolgt die Einbindung des gemeinsamen Leitungsabschnitts bei beiden Leitungen zweckmäßigerweise derart, dass die Pumpe während beider Verdichterzyklen in derselben Förderrichtung betreibbar ist.

[0016] Besonders bevorzugt umfasst bei dem Unterseeboot der Verdichter zwei oder mehr Druckbehälter, welche derart geformt und/oder angeordnet sind, dass der Schwerpunkt der Flüssigkeit und/oder des Verdichters bei Förderung der Flüssigkeit unverändert bleibt. In dieser Weiterbildung der Erfindung ist es daher nicht erforderlich, beim Betrieb des Verdichters Änderungen des Schwerpunkts des Verdichters durch zusätzliche Einrichtungen des Unterseebootes, beispielsweise durch

Trimmzellen, zu kompensieren. Vielmehr ist der Verdichter auch für sich genommen im Betrieb schwerpunktsneutral.

[0017] Zweckmäßigerweise umgibt dazu ein erster Druckbehälter einen zweiten Druckbehälter, mit dem er verbunden ist, umfänglich. Beispielsweise sind erster und zweiter Druckbehälter im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Bevorzugt weist der zweite Druckbehälter die Gestalt eines geraden Kreiszylinders mit vertikaler Achse auf, während der erste Druckbehälter den Querschnitt eines Kreisrings aufweist und konzentrisch den zweiten Druckbehälter umgibt. Wird nun Flüssigkeit vom ersten Druckbehälter in den zweiten Druckbehälter bzw. vom zweiten Druckbehälter in den ersten Druckbehälter gefördert, so ändert sich die horizontale Ortskomponente des Schwerpunkts nicht. Bevorzugt weisen erster und zweiter Druckbehälter Querschnitte mit gleicher Querschnittsfläche auf. In dieser Weiterbildung der Erfindung ändert sich auch die vertikale Ortskomponente des Schwerpunkts bei der Förderung von Flüssigkeit nicht.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausbildung umgeben zumindest zwei Druckbehälter des Verdichters des erfindungsgemäßen Unterseebootes horizontal einen zentralen Druckbehälter, mit welchem sie jeweils verbunden sind. Geeigneterweise weisen die den zentralen Druckbehälter umgebenden Druckbehälter jeweils eine zylindrische Gestalt mit gleich großer horizontaler Querschnittsfläche auf und sind gleichmäßig auf einem Kreis um den zentralen Druckbehälter herum verteilt. Auch in diesem Fall ändert sich die horizontale Ortskomponente des Schwerpunkts nicht, wenn Flüssigkeit von den umgebenen Druckbehältern in den zentralen Druckbehälter bzw. vom zentralen Druckbehälter in die umgebenden Druckbehälter gefördert wird. Weisen die umgebenden Druckbehälter zusammen genommen eine gleiche Querschnittsfläche wie der zentrale Druckbehälter auf, so ändert sich zudem auch die vertikale Ortskomponente des Schwerpunkts beim Betrieb des Verdichters nicht.

[0019] Alternativ oder zusätzlich weist der Verdichter des erfindungsgemäßen Unterseebootes zumindest zwei Paare jeweils miteinander verbundener Druckbehälter auf, deren individuelle Schwerpunktsänderungen sich im Betrieb des Verdichters kompensieren. Beispielsweise umfasst der Verdichter ein Paar von Druckbehältern, welche nebeneinander auf einer gemeinsamen horizontalen ersten Achse angeordnet sind. Wird nun in einem Verdichterzyklus Flüssigkeit vom rechts auf dieser Achse angeordneten Druckbehälter in den links von diesem gelegenen Druckbehälter gefördert, so bewegt sich hinsichtlich dieses ersten Paares von Druckbehältern allein der Schwerpunkt entlang der ersten Achse nach links. Bei einem zweiten Paar von Druckbehältern sind die Druckbehälter nebeneinander auf einer zweiten Achse angeordnet, welche parallel zur ersten Achse verläuft. Die Druckbehälter des zweiten Paares weisen dabei einen Querschnitt auf, der mit demjenigen des ersten Paares flächengleich ist. In dem zuvor beschriebenen Ver-

dichterzyklus wird beim zweiten Paar Flüssigkeit entlang der zweiten Achse nach rechts gefördert. Hinsichtlich des zweiten Paares allein bewegt sich folglich der Schwerpunkt entlang der zweiten Achse nach rechts. Der gemeinsame Schwerpunkt beider Paare von Druckbehältern und damit des Verdichters bleibt folglich während dieses Verdichterzyklus unverändert. Die Schwerpunktsneutralität des Verdichters bleibt während der weiteren Verdichterzyklen in entsprechender Weise erhalten. Vorzugsweise sind die Druckbehälter zumindest zweier Paare entlang einer gemeinsamen Achse angeordnet.

[0020] Zweckmäßigerweise weist bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot der Verdichter zumindest zwei synchron ansteuerbare Pumpen auf, wobei der Verdichter zum synchronen Betrieb der Pumpen ausgebildet ist. Auf diese Weise sind, insbesondere bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel, die individuellen Verdichterzyklen mehrerer Paare von jeweils miteinander verbundenen Druckbehältern hinsichtlich der Schwerpunktsneutralität des Verdichters aufeinander abstimmbare. Auch in Ausbildungen, bei welchen mehrere Druckbehälter einen zentralen Druckbehälter horizontal umgeben, kann über synchron ansteuerbare Pumpen ein schwerpunktsneutraler Betrieb des Verdichters gewährleistet werden. Bevorzugt ist bzw. sind bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot der oder die Druckbehälter zwischen den Spanten des Unterseebootes angeordnet.

[0021] Grundsätzlich können bei dem erfindungsgemäßen Unterseeboot der oder die Druckbehälter beliebig geformt sein. Zweckmäßigerweise sind die Druckbehälter in ihrer Form an die Raumerfordernisse des Unterseebootes angepasst, beispielsweise, um einen vorhandenen Freiraum auszunutzen.

[0022] Nachfolgend ist die Erfindung anhand in den Figuren gezeigter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Verdichters eines erfindungsgemäßen Unterseebootes,
- Fig. 2 eine räumliche Anordnung von vier Druckbehältern eines schwerpunktneutral betreibbaren Verdichters eines erfindungsgemäßen Unterseebootes in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig. 3 die Anordnung der Druckbehälter gemäß Fig. 2 in einer Draufsicht,
- Fig. 4 eine alternative Anordnung von vier Druckbehältern eines Verdichters eines erfindungsgemäßen Unterseebootes in einer Seitenansicht und
- Fig. 5 die Anordnung gemäß Fig. 4 in einer Draufsicht.

[0023] Der Verdichter 2 gemäß Fig. 1 des erfindungsgemäßen Unterseebootes weist zwei Druckbehälter 5, 10 auf. Die beiden Druckbehälter 5, 10 sind auf gleicher Höhe im Unterseeboot angeordnet und weisen im Wesentlichen kreiszylindrische Gestalt mit identischen Querschnittsflächen auf.

[0024] Beide Druckbehälter 5, 10 sind mit Schaltmitteln zum Gasein- und auslass an Gaseinlassleitungen 15 und Gasauslassleitungen 25 der Druckbehälter 5, 10 versehen. Die Schaltmittel sind als Rückschlagventile 20 ausgeführt. Wenn eine der Gaseinlassleitungen 15 speisende Gasquelle, beispielsweise ein abgasender Teil einer Antriebsmaschine des Unterseebootes, den Druck des im Druckbehälter 5, 10 befindlichen Gases im Gasdruck übertrifft, wird über das Rückschlagventil 20 Gas durch die Gaseinlassleitung 15 in den Druckbehälter 5, 10 eingelassen. Aus dem Druckbehälter wird über die Gasauslassleitung 25 das Gas dann ausgelassen, wenn der Gasdruck in den Druckbehältern 5, 10 den Gasdruck der mit den Druckbehältern 5, 10 jeweils verbundenen Flüssigkeitsabscheider 30 überschreitet. In diesem Fall passiert das Gas aus den Druckbehältern 5, 10 die Rückschlagventile 20 an der Gasauslassleitung 25.

[0025] Der in Fig. 1 links abgebildete Druckbehälter 5 ist mit dem rechten Druckbehälter 10 über eine erste Leitung 35 verbunden, welche aus dem linken Druckbehälter 5 an einer Unterseite 40 ausmündet und an einer Oberseite 45 des rechten Druckbehälters 10 in diesen einmündet. Ferner sind die Druckbehälter 5, 10 über eine zweite Leitung 50 miteinander verbunden, welche an einer Unterseite 40 des rechten Druckbehälters 10 ausmündet und an einer Oberseite des linken Druckbehälters 5 in diesen einmündet.

[0026] Bei dem Verdichter 2 wird in einem ersten Verdichterzyklus über die Leitung 35 Flüssigkeit 52 von dem linken Druckbehälter 5 in den rechten Druckbehälter 10 gefördert, so dass im rechten Druckbehälter 10 befindliches Gas durch den Anstieg des Flüssigkeitspegels von einem Minimalpegel Lo zu einem Maximalpegel Hi verdrängt wird und im verbleibenden Teil des rechten Druckbehälters 10 komprimiert wird. Der Druck im rechten Druckbehälter 10 steigt dabei soweit an, dass der Druck das Rückschlagventil 20 an der Gasauslassleitung 25 des rechten Druckbehälters 10 öffnet.

[0027] Im linken Druckbehälter 5 sinkt bei der Förderung der Flüssigkeit 52 vom Druckbehälter 5 in den Druckbehälter 10 der Flüssigkeitspegel von einem Maximalpegel Hi zu einem Minimalpegel Lo . Damit vergrößert sich der gasbeschickbare Innenraum des linken Druckbehälters 5, wobei in seinem Inneren ein Unterdruck erzeugt wird, sodass das Rückschlagventil 20 an der Gaseinlassleitung 15 des linken Druckbehälters 5 öffnet und Gas in den linken Druckbehälter 5 nachströmt.

[0028] In einem zweiten Verdichterzyklus wird Flüssigkeit 52 vom rechten Druckbehälter 10 über die zweite Leitung 50 in den linken Druckbehälter 5 gefördert, so dass das im linken Druckbehälter 5 befindliche Gas komprimiert wird. Entsprechend wird der rechte Druckbehälter

ter 10 über die Gaseinlassleitung 15 des rechten Druckbehälters 10 mit Gas beschickt. In den aufeinanderfolgenden Verdichterzyklen wird also jeweils Gas im Wechsel in den Druckbehältern 5, 10 komprimiert.

[0029] Die erste 35 und die zweite Leitung 50 weisen dabei einen gemeinsamen Leitungsabschnitt 55 auf, an welchem zur Förderung der Flüssigkeit 52 von einem Druckbehälter 5, 10 in den jeweils anderen Druckbehälter 5, 10 eine Pumpe 60 angeordnet ist. Die Flüssigkeitsförderung durch die Leitungen 35, 50 wird durch Ventile 65, 70 in Form von Kugelhähnen bestimmt, welche stromauf- und stromabwärts der gemeinsamen Leitung 55 an der ersten Leitung 35 sowie der zweiten Leitung 50 angeordnet sind. Werden die Ventile 65 an der ersten Leitung 35 geöffnet und sind die Ventile 70 an der zweiten Leitung 50 geschlossen, so wird die Flüssigkeit 52 über die Pumpe 60 durch die Leitung 35 vom linken Druckbehälter 5 zum rechten Druckbehälter 10 befördert.

[0030] Sind hingegen die Ventile 65 geschlossen und die Ventile 70 an der zweiten Leitung 50 geöffnet, so fördert die Pumpe 60 Flüssigkeit 52 durch die zweite Leitung 50 vom rechten Druckbehälter 10 in den linken Druckbehälter 5. Das Rückschlagventil 20 an der gemeinsamen Leitung 55 verhindert dabei einen Rückfluss von Flüssigkeit 52 entgegen der vorgesehenen Förderrichtung der Pumpe 60.

[0031] Bei dem anhand von Fig. 1 dargestellten Verdichter 2 ist die von der Pumpe 60 geförderte Flüssigkeit 52 zugleich eine Kühlflüssigkeit eines Kühlkreislaufs des Unterseebootes. Dabei wird durch einen Wärmetauscher 75, der an der gemeinsamen Leitung 55 angeordnet ist, während der Kompression des Gases entstehende Wärme abgeführt. Die gekühlte Flüssigkeit wird an den Oberseiten 45 der Behälter 5, 10 an den Einmündungen der Leitungen 35, 50 zur effizienten Kühlung des Gases eingesprüht (die dafür vorgesehenen Sprühdüsen sind in der Zeichnung nicht dargestellt).

[0032] Ferner ist ein Tank 80 vorgesehen, aus welchem Verluste an Flüssigkeit 52 ausgeglichen werden. Dazu ist der Tank 80 mit der gemeinsamen Leitung 55 über ein Ventil 82 in Form eines Kugelhahns saugseitig der Pumpe 60 und saugseitig des Wärmetauschers 75, sowie mit den Wasserabscheidern 30 verbunden. Der Tank 80 kann bei zu großem Flüssigkeitsaufkommen Flüssigkeit 52 von den Flüssigkeitsabscheidern 30, einem zum Wärmetauscher 75 saugseitigen Abschnitt der gemeinsamen Leitung 55 und einem weiteren, zur Pumpe 60 saugseitigen und zum Wärmetauscher 75 druckseitigen Bereich der gemeinsamen Leitung 55 Flüssigkeit aufnehmen.

[0033] Bei dem zuvor beschriebenen Verdichter ist die Flüssigkeit 52 Wasser. Der Verdichter ist mit einem Reformer einer Reformerbrennstoffzellenanlage des Unterseebootes verbunden (in den Zeichnungen nicht dargestellt).

[0034] Die in Fig. 2 dargestellte Anordnung von vier Druckbehältern 5', 10', 5'', 10'' umfasst zwei Paare 5', 10' und 5'', 10'', welche jeweils wie vorangehend beschrie-

ben miteinander verbunden und beschaltet sind. Die in den Fig. 2 bis 5 dargestellten Anordnungen können jedoch auch unabhängig von der oben beschriebenen Weiterbildung ausgeführt werden. Die vier in Fig. 2 dargestellten Druckbehälter 5', 10', 5'', 10'' sind jeweils als aufrecht im Boot positionierte, gerade Kreiszylinder mit flächengleichen Querschnitten ausgebildet.

[0035] Die Paare von Druckbehältern 5', 10' und 5'', 10'' sind miteinander jeweils über flüssigkeitsführende Leitungen verbunden, die in dieser und den folgenden Prinzipskizzen schematisch als jeweils eine einzige Leitung 85 dargestellt sind. Wie in Fig. 2 und 3 dargestellt, sind die beiden Paare 5', 10' und 5'', 10'' von Druckbehältern jeweils entlang einer ersten (unten in Fig. 3) und einer zweiten (oben in Fig. 3) horizontalen Achse angeordnet. Die horizontalen Achsen jedes Paares von Druckbehältern 5'', 10'' bzw. 5', 10' entsprechen in der Draufsicht gemäß Fig. 3 der Orientierung der dargestellten Leitungen 85. Die beiden horizontalen Achsen sind parallel zueinander orientiert. Die synchrone Förderung der Flüssigkeit 52 (in diesem Beispiel durch synchron betriebene und in den Figuren 2 und 3 nicht dargestellte Pumpen) in entgegengesetzte Förderrichtungen, d. h. vom Druckbehälter 10' in den Druckbehälter 5' und zugleich vom Druckbehälter 5'' in den Druckbehälter 10'' (siehe entgegengesetzt gerichtete Pfeile in den Figuren 2 und 3) lässt den Schwerpunkt des Verdichters unverändert. Gleiches gilt für Förderrichtungen entgegengesetzt zu den dargestellten Pfeilrichtungen in nachfolgenden Verdichterzyklen.

[0036] Bei einer weiteren Ausführung eines Verdichters eines erfindungsgemäßen Unterseebootes gemäß Fig. 4 und 5 sind zwei Paare von Druckbehältern 5', 10'; 5'' 10'' nicht lediglich auf zueinander parallelen Achsen, sondern auf einer gemeinsamen horizontalen Achse seitlich zueinander versetzt angeordnet. Auch in diesem Fall wird die Flüssigkeit 52 synchron zwischen den Druckbehältern 5', 10' sowie 5'', 10'' jeweils eines Paares in einander entgegengesetzten Förderrichtungen gepumpt. Auch diese Anordnung gewährleistet einen schwerpunktsneutralen Betrieb des Verdichters des erfindungsgemäßen Unterseebootes. Es versteht sich, dass in obigen Ausführungsbeispielen die Form der Druckbehälter 5, 10, bzw. 5', 10' und 5'', 10'' von der beschriebenen Form abweichen kann. Beispielsweise können die Druckbehälter 5, 10 bzw. 5', 10' und 5'', 10'' in ihrer Form an die Raumerfordernisse des U-Bootes angepasst sein.

Bezugszeichenliste

2	- Verdichter
5, 5', 5''	- Druckbehälter
10, 10', 10''	- Druckbehälter
15	- Gaseinlassleitung
20	- Rückschlagventil
25	- Gasauslassleitung

30	- Flüssigkeitsabscheider
35	- Erste Leitung
40	- Unterseite
45	- Oberseite
50	- Zweite Leitung
52	- Flüssigkeit
55	- Gemeinsamer Leitungsabschnitt
60	- Pumpe
65	- Ventil
70	- Ventil
75	- Wärmetauscher
80	- Tank
82	- Ventil
85	- Leitung
Lo	- Minimalpegel
Hi	- Maximalpegel

Patentansprüche

1. Unterseeboot mit einem Verdichter (2), welcher zumindest einen Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") sowie Schaltmittel zum Gasein- und -auslass aus dem Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10"), eine Flüssigkeit (52) sowie zumindest eine in den Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") mündende Leitung (35; 50; 85) umfasst, an welcher eine Pumpe vorgesehen ist, mit der die Flüssigkeit (52) in den und/oder aus dem Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") förderbar ist.
2. Unterseeboot nach Anspruch 1, dessen Verdichter (2) zumindest einen zweiten Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") aufweist, der über zumindest eine der Leitungen (35; 50; 85) mit dem ersten Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") verbunden ist.
3. Unterseeboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem zumindest zwei Leitungen (35, 50) vorgesehen sind, in welchen die Flüssigkeit (52) in jeweils nur eine Richtung förderbar ist.
4. Unterseeboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Flüssigkeit (52) eine Kühlflüssigkeit eines Kühlkreislaufs des Unterseebootes ist.
5. Unterseeboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem zumindest zwei der Leitungen (35, 50) mit vertikalem Abstand voneinander in den Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") münden.
6. Unterseeboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit zumindest zwei Leitungen (35, 50) mit einem gemeinsamen Leitungsabschnitt (55), wobei die Pumpe (60) an dem gemeinsamen Leitungsabschnitt (55) angeordnet ist und stromauf- und -abwärts des gemeinsamen Leitungsabschnitts (55)

Sperrventile (65; 70) angeordnet sind.

7. Unterseeboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen Verdichter (2) zwei oder mehr Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") aufweist, welche derart geformt und/oder angeordnet sind, dass der Schwerpunkt der Flüssigkeit (52) und/oder des Verdichters (2) bei Förderung der Flüssigkeit (52) unverändert bleibt.
8. Unterseeboot nach Anspruch 7, bei welchem ein erster Druckbehälter einen zweiten Druckbehälter, mit dem er verbunden ist, umfänglich umgibt.
9. Unterseeboot nach Anspruch 7 oder 8, bei welchem zumindest zwei Druckbehälter einen zentralen Druckbehälter, mit welchem sie jeweils verbunden sind, horizontal umgeben.
10. Unterseeboot nach Anspruch 7, 8, oder 9, welches zumindest zwei Paare jeweils miteinander verbundener Druckbehälter (5, 10; 5', 10'; 5", 10") aufweist, deren individuelle Schwerpunktsänderungen sich im Betrieb des Verdichters (2) kompensieren.
11. Unterseeboot nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei welchem der Verdichter (2) zumindest zwei synchron ansteuerbare Pumpen (60) aufweist, wobei der Verdichter (2) zur synchronen Betrieb der Pumpen (60) ausgebildet ist.
12. Unterseeboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der oder die Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") zwischen den Spanten des Unterseebootes angeordnet ist bzw. sind.
13. Unterseeboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Form des oder der Druckbehälter (5; 5'; 5"; 10; 10'; 10") an die Raumerfordernisse des Unterseebootes angepasst ist.

Claims

1. A submarine with a compressor (2), which comprises at least one pressure container (5; 5', 5"; 10; 10'; 10") as well as switch means for the gas inlet and gas outlet from the pressure container (5; 5', 5"; 10; 10'; 10"), a fluid (52), as well as at least one conduit (35; 50; 85) which runs into the pressure container (5; 5', 5"; 10; 10'; 10") and on which a pump is provided, with which pump the fluid (52) may be delivered into and/or out of the pressure container (5; 5', 5"; 10; 10'; 10").
2. A submarine according to claim 1, whose compressor (2) comprises at least one second pressure container (5; 5', 5"; 10; 10'; 10"), which is connected via

at least one of the conduits (35; 50; 85) to the first pressure container (5; 5', 5"; 10; 10'; 10").

3. A submarine according to one of the preceding claims, with which at least two conduits (35, 50) are provided, in which the fluid (52) may be delivered in each case in only one direction. 5
4. A submarine according to one of the preceding claims, with which the fluid (52) is a cooling fluid of a cooling circuit of the submarine. 10
5. A submarine according to one of the preceding claims, with which at least two of the conduits (35, 50) run into the pressure container (5; 5', 5"; 10; 10'; 10") at a vertical distance to one another. 15
6. A submarine according to one of the preceding claims, with at least two conduits (35, 50) with a common conduit section (55), wherein the pump (60) is arranged on the common conduit section (55), and blocking valves (65; 70) are arranged upstream and downstream of the common conduit section (55). 20
7. A submarine according to one of the preceding claims, whose compressor (2) comprises two or more pressure containers (5; 5', 5"; 10; 10'; 10"), which are shaped and/or arranged in a manner such that the centre of gravity of the fluid (52) and/or of the compressor (2) remains unchanged on delivering the fluid (52). 25
8. A submarine according to claim 7, with which a first pressure container peripherally surrounds a second pressure container, to which it is connected. 30
9. A submarine according to claim 7 or 8, with which at least two pressure containers horizontally surround a central pressure container, to which they are connected in each case. 35
10. A submarine according to claim 7, 8 or 9, which comprises at least two pairs of pressure containers (5; 10; 5', 10'; 5", 10") which are connected to each other in each case and whose individual changes in the centre of gravity compensate one another on operation of the compressor (2). 40
11. A submarine according to one of the claims 7 to 10, with which the compressor (2) comprises at least two pumps (60) which may be synchronously activated, wherein the compressor (2) is designed for synchronous operation of the pumps (60). 45
12. A submarine according to one of the preceding claims, with which the pressure container or the pressure containers (5; 5', 5"; 10; 10'; 10") is or are arranged between the frames of the submarine. 50

13. A submarine according to one of the preceding claims, with which the shape of the pressure container or pressure containers (5; 5', 5"; 10; 10'; 10") is adapted to the spatial requirements of the submarine. 5

Revendications

1. Sous-marin doté d'un compresseur (2), comprenant au moins un réservoir sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10") ainsi que des moyens de commutation pour l'admission et la sortie de gaz du réservoir sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10"), un fluide (52) ainsi qu'au moins un conduit (35 ; 50 ; 85) débouchant dans le réservoir sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10") et sur lequel est prévue une pompe au moyen de laquelle le fluide (52) peut être transporté dans le réservoir sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10") et/ou évacué de celui-ci. 10
2. Sous-marin selon la revendication 1, dont le compresseur (2) présente au moins un deuxième réservoir sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10") qui est relié au premier réservoir sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10") par l'intermédiaire d'au moins l'un des conduits (35 ; 50 ; 85). 15
3. Sous-marin selon l'une des revendications précédentes, dans lequel sont prévus au moins deux conduits (35, 50) dans lesquels le fluide (52) peut être transporté respectivement dans une seule direction. 20
4. Sous-marin selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le fluide (52) est un fluide de refroidissement d'un circuit de refroidissement du sous-marin. 25
5. Sous-marin selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins deux des conduits (35, 50) débouchent dans le réservoir sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10") à une certaine distance verticale l'un de l'autre. 30
6. Sous-marin selon l'une des revendications précédentes, comprenant au moins deux conduits (35, 50) ayant une portion de conduit commune (55), la pompe (60) étant disposée sur la portion de conduit commune (55) et des vannes d'arrêt (65 ; 70) étant disposées en amont et en aval de la portion de conduit commune (55). 35
7. Sous-marin selon l'une des revendications précédentes, dont le compresseur (2) présente deux ou plus de deux réservoirs sous pression (5 ; 5' ; 5" ; 10 ; 10' ; 10") qui sont formés et/ou disposés de telle façon que le centre de gravité du fluide (52) et/ou du compresseur (2) demeure inchangé lors du transport 40

du fluide (52).

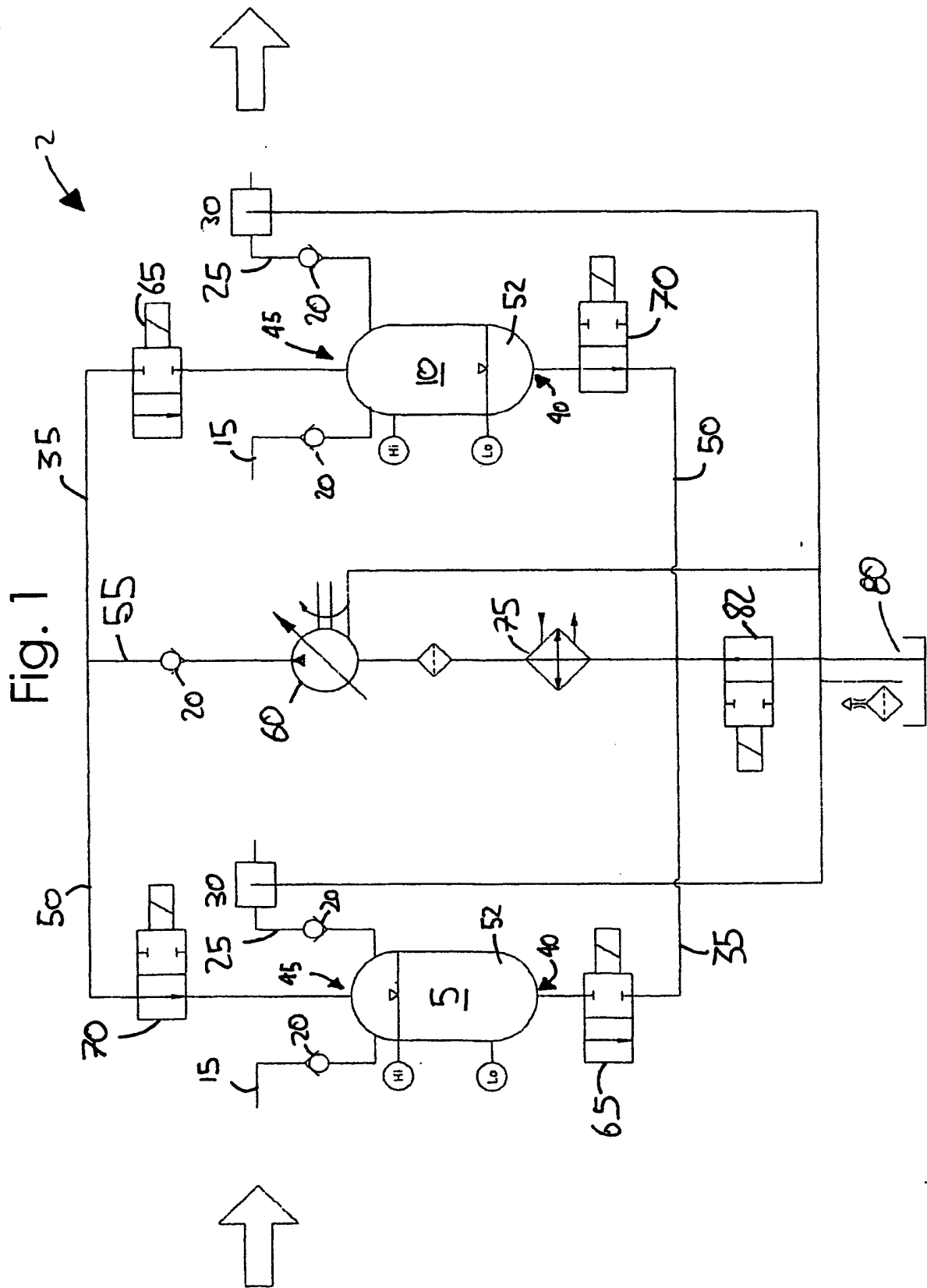
8. Sous-marin selon la revendication 7, dans lequel un premier réservoir sous pression entoure circonférentiellement un deuxième réservoir sous pression auquel il est relié. 5
9. Sous-marin selon la revendication 7 ou 8, dans lequel au moins deux réservoirs sous pression entourent horizontalement un réservoir sous pression central auquel ils sont respectivement reliés. 10
10. Sous-marin selon la revendication 7, 8 ou 9, qui présente au moins deux paires de réservoirs sous pression (5, 10 ; 5', 10' ; 5'', 10'') respectivement reliés entre eux, dont les variations de centre gravité individuelles se compensent lors du fonctionnement du compresseur (2). 15
11. Sous-marin selon l'une des revendications 7 à 10, dans lequel le compresseur (2) présente au moins deux pompes (60) pouvant être commandées de manière synchrone, le compresseur (2) étant conçu pour le fonctionnement synchrone des pompes (60). 20
25
12. Sous-marin selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le ou les réservoir(s) sous pression (5 ; 5' ; 5'' ; 10 ; 10' ; 10'') est ou sont disposé(s) entre les couples du sous-marin. 30
13. Sous-marin selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la forme du ou des réservoirs sous pression (5 ; 5' ; 5'' ; 10 ; 10' ; 10'') est adaptée à l'espace disponible dans le sous-marin. 35

40

45

50

55



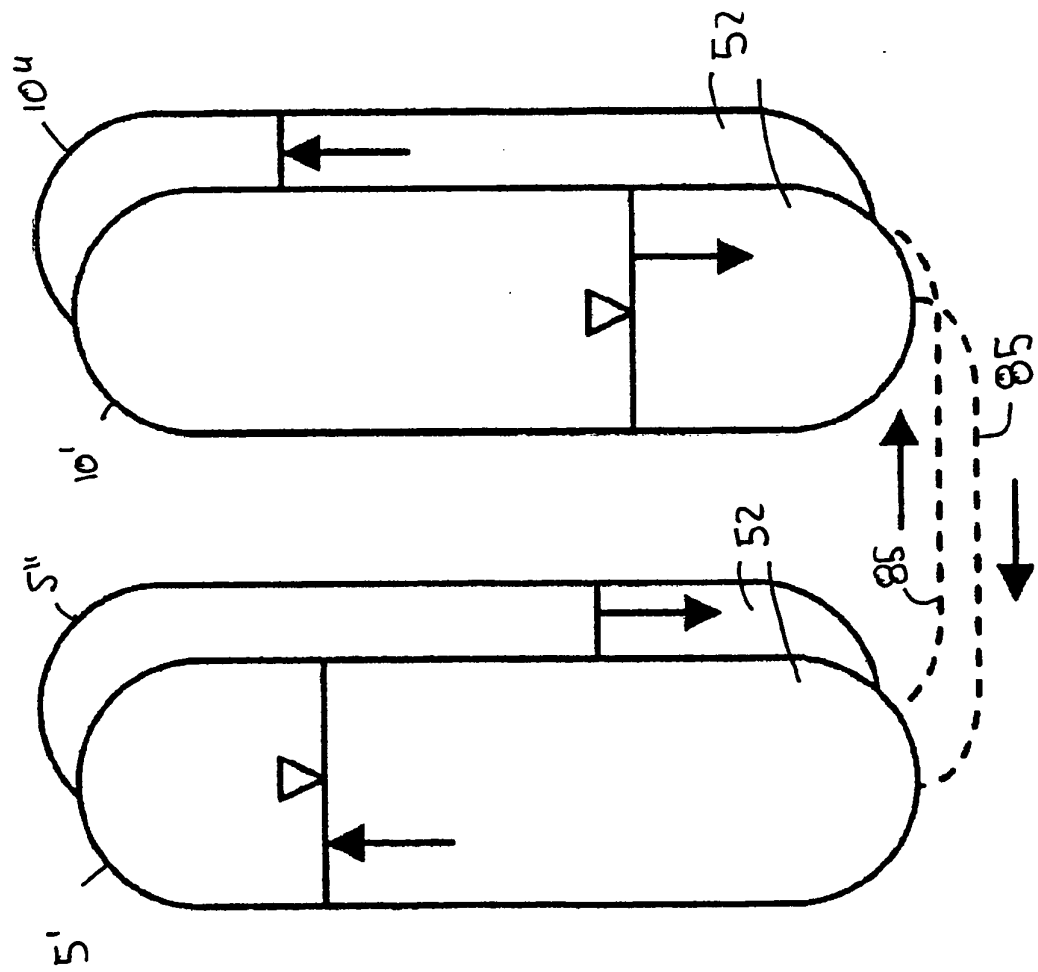


Fig. 2

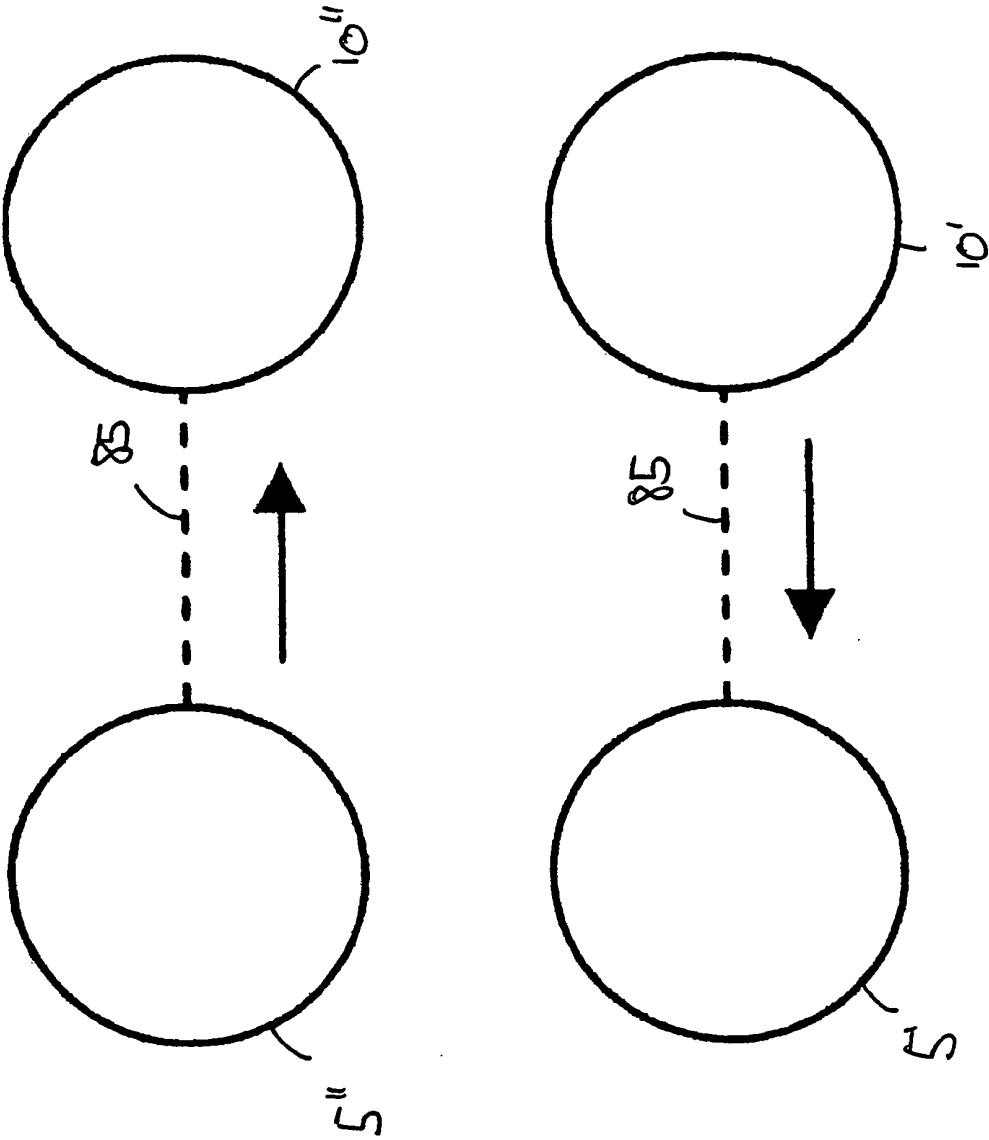


Fig. 3

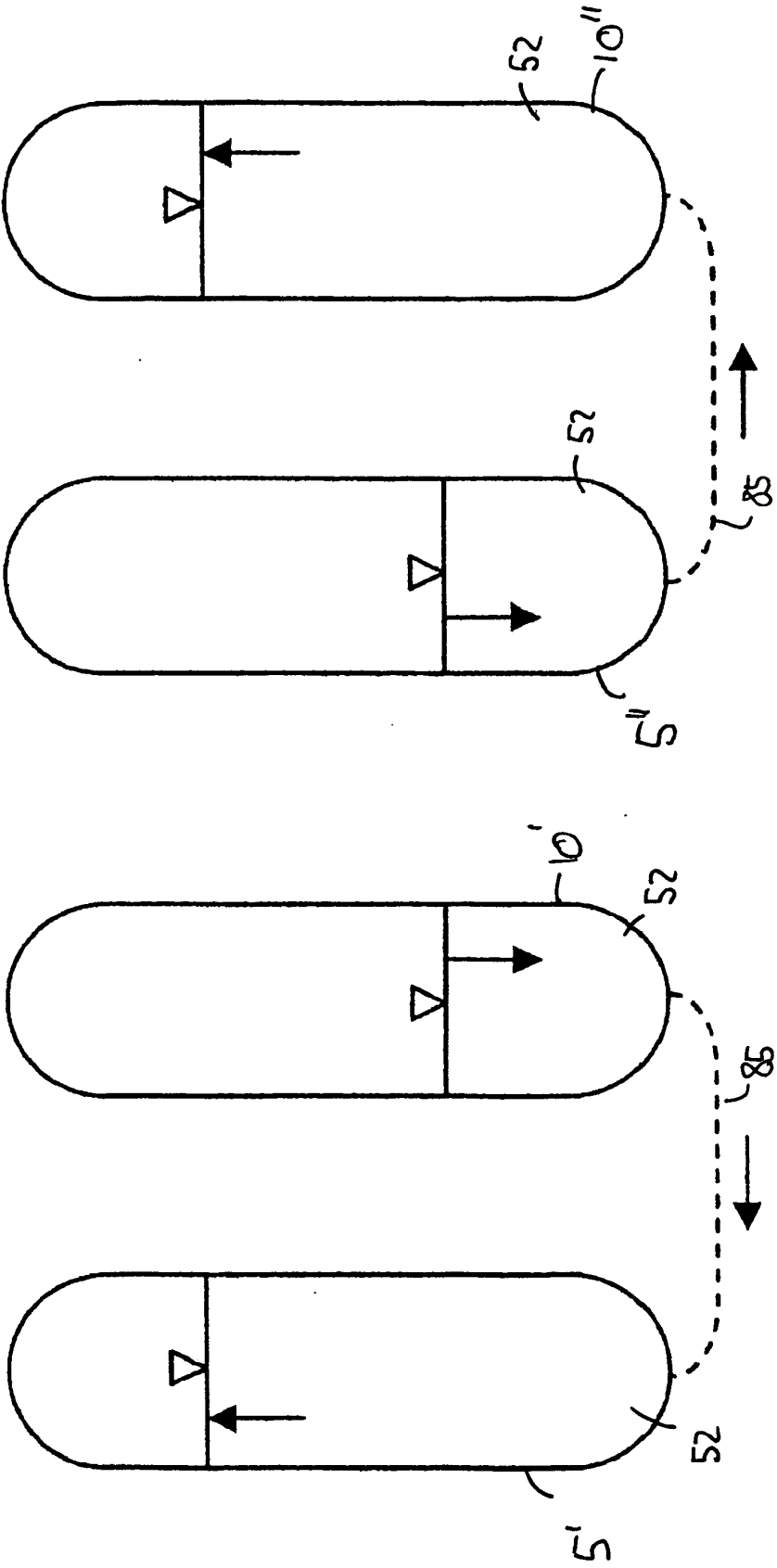


Fig. 4

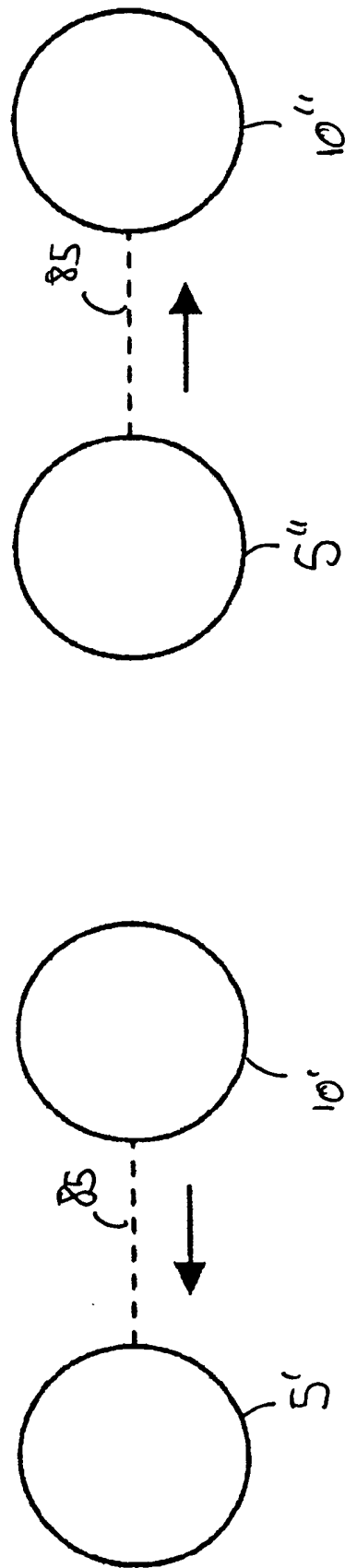


Fig. 5

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

- FR 2836983 [0002]