

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
15. August 2013 (15.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/117329 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F03D 9/00 (2006.01) F03B 13/06 (2006.01)
F03D 9/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/000354

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Februar 2013 (06.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 100 981.3
7. Februar 2012 (07.02.2012) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : SCHRAMM, Rainer [DE/DE]; Wiesenau 4,
60323 Frankfurt (DE).

(74) Anwälte: MEISSNER, BOLTE & PARTNER GBR et
al.; Ellberg, Nils, Hollerallee 73, 28209 Bremen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: UNDERWATER ACCUMULATOR FOR STORING PREFERABLY ELECTRICAL ENERGY

(54) Bezeichnung : UNTERWASSERSPEICHER ZUM SPEICHERN VON VORZUGSWEISE ELEKTRISCHER ENERGIE

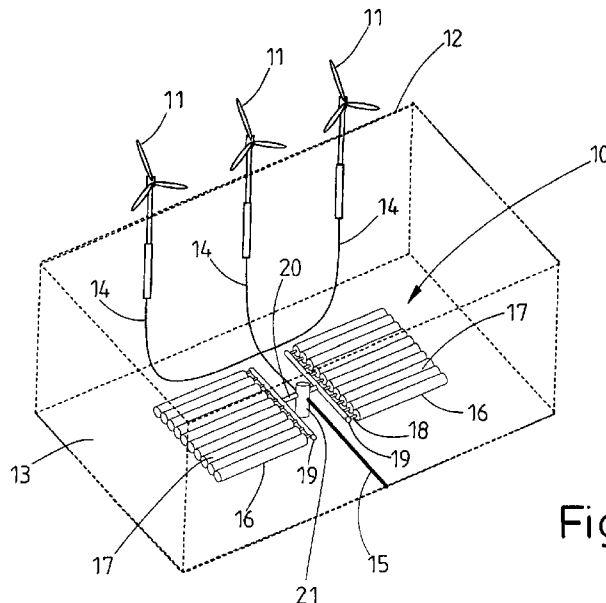


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an underwater accumulator (10) for storing preferably electrical energy having a plurality of storage containers (17) for receiving a medium and having at least one means, in particular a pump, for at least partial emptying the storage containers (17), and having at least one means for generating current when filling the storage containers (17) with the medium, in particular a generator driven by a turbine. The invention is characterised in that a group (16) of a plurality of storage containers (17) is connected to the common pump and/or common turbine via a common line (19).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Unterwasserspeicher (10) zum Speichern von vorzugsweise elektrischer Energie, mit mehreren Speicherbehältern (17) zur Aufnahme eines Mediums, sowie mit wenigstens einem Mittel zum wenigstens teilweisen Entleeren der Speicherbehälter (17), insbesondere einer Pumpe, und mit wenigstens einem Mittel zum Erzeugen von Strom beim Befüllen der Speicherbehälter (17) mit dem Medium, insbesondere einem durch eine Turbine angetriebenen Generator. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Gruppe (16) aus mehreren Speicherbehältern (17) über eine gemeinsame Leitung (19) mit der gemeinsamen Pumpe bzw. der gemeinsamen Turbine verbunden ist.

WO 2013/117329 A1

Unterwasserspeicher zum Speichern von vorzugsweise elektrischer Energie

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Unterwasserspeicher zum Speichern von vorzugsweise elektrischer Energie, mit mehreren Speicherbehältern zur Aufnahme eines Mediums, sowie mit wenigstens einem Mittel zum teilweisen Entleeren der Speicherbehälter, insbesondere einer Pumpe, und mit
5 wenigstens einem Mittel zum Erzeugen von Strom beim Befüllen der Speicherbehälter mit dem Medium, insbesondere einem durch eine Turbine angetriebenen Generator, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Idee Unterwasserspeicher zur Speicherung von Energie aus Wind-, Wasser
10 oder Gezeitenkraftwerken einzusetzen ist aus WO 2011/112561 A2 grundsätzlich bekannt. Demnach besteht ein Bedarf die aus solchen Kraftwerken erzeugte Energie zu speichern und bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt wieder abzugeben. Auf diese Weise kann zeitweilig nicht benötigte Energie zu einem späteren Zeitpunkt, beispielsweise in Spitzenverbrauchszeiten, zur Verfügung
15 gestellt werden.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde Unterwasserspeicher der eingangs genannten Art weiterzuentwickeln.

20 Zur Lösung dieser Aufgabe weist ein erfindungsgemäßer Unterwasserspeicher die Merkmale des Anspruchs 1 auf. Es ist demnach vorgesehen, dass eine Gruppe aus mehreren Speicherbehältern über eine gemeinsame Leitung mit der Pumpe bzw. der Turbine verbunden ist. Es können aber auch zwei oder mehr Gruppen von Speicherbehältern vorgesehen sein, wobei zwischen den Gruppen

mehrere Pumpen bzw. Turbinen angeordnet sind, die mit den Gruppen verbunden sind.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Speicherbehälter als im wesentlichen
5 zylindrische und im wesentlichen horizontal angeordnete Behälter ausgebildet
sind, die mit ihrer Längserstreckung parallel zueinander und nebeneinander
angeordnet sind und im Bereich des Bodens des Gewässers angeordnet sind.
Die Speicherbehälter können demnach auf dem Boden des Gewässers,
beispielsweise eines Meeres, ruhen, oder auch teilweise oder ganz in den Boden
10 des Gewässers eingebettet sein. Die Speicherbehälter können von ihrer
horizontalen Anordnung leicht abweichen, um die Aufnahme des Mediums und
das Entleeren der Speicherbehälter zu erleichtern.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Unterwasserspeichers ist vorgesehen,
15 dass die Speicherbehälter mittels einer Auflast vorzugsweise einer
Gesteinsschüttung als Auftriebssicherung am Boden des Gewässers gesichert
sind. Dies hat insbesondere zur Folge, dass die Wandungen der
Speicherbehälter nicht als Auftriebssicherung herangezogen werden müssen und
somit nur hinsichtlich der herrschenden Druckbedingungen bemessen werden
20 müssen. Auf diese Weise wird weniger Material für die Erstellung der
Speicherbehälter benötigt, wodurch die Kosten gegenüber herkömmlichen
Behältern reduziert werden können. Zudem ist durch die leichteren
Speicherbehälter der Transport zum Gründungsort einfacher. Ein weiterer Vorteil
dieser Lösung besteht darin, dass die Gruppe von Speicherbehältern unter der
25 Auflast besser gegen äußere Einwirkungen wie Erschütterungen, insbesondere
durch Erdbeben gesichert ist.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Speicherbehälter mit geringem
seitlichen Abstand zueinander angeordnet sind, derart, dass sich die
30 Speicherbehälter seitlich gegeneinander abstützen, wobei vorzugsweise
zwischen den Speicherbehältern nur eine geringe Schicht der Auflast bzw. einer
Aufschüttung angeordnet ist. Durch die seitliche Abstützung der Speicherbehälter
wird der Materialbedarf für die Auflast bzw. der Aufschüttung verringert.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind Wandungen der Speicherbehälter aus einem Material mit hoher Festigkeit bei geringer Wandstärke gebildet, vorzugsweise aus einem UHPC. Als Ultrahochfeste Betone (Ultra High Performance Concrete = UHPC) werden Betone bezeichnet, die
5 Druckfestigkeiten oberhalb der in DIN EN 206-1 definierten Festigkeitsklasse C 100/115, insbesondere über 150 N/mm² erreichen. Derartige Betone eignen sich hervorragend zur Herstellung extrem belastbarer Speicherbehälter, die aufgrund der Materialfestigkeiten nur geringe Wandstärken und damit über ein geringes Gewicht verfügen.

10

Eine weitere Besonderheit kann darin bestehen, dass statt eines Speicherbehälters mit einem großen Volumen eine entsprechende Anzahl an Speicherbehältern mit kleinerem Volumen vorgesehen ist. Zum einen hat dies statische Vorteile, weil kleinere Behälter unter Last weniger zum Beulen bzw.
15 Knicken neigen. Zum anderen ist bei ganz oder teilweise gefüllten kleinen Speicherbehältern die für die Energieerzeugung zur Verfügung stehenden hydrostatischen Druckdifferenz an der Turbine größer, als bei einem vergleichbaren größeren Behälter, wodurch sich die relative Energiespeicherkapazität der kleineren Speicherbehälter gegenüber dem
20 größeren Speicherbehälter erhöht.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die Pumpe unterhalb des Niveaus der Speicherbehälter angeordnet ist. Auf diese Weise werden Kavitationen im Medium vermieden, die zur Beschädigung der
25 Pumpe führen könnten.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel ist es vorgesehen, dass die Speicherbehälter in einer Tiefe von 200m bis 3000m, insbesondere 200m bis 1500m, vorzugsweise 200m bis 1200, höchst vorzugsweise 200m bis
30 800m angeordnet sind. Der obere Schwellenwert kann auch bei 300m liegen.

Eine weitere Besonderheit der Erfindung kann darin bestehen, dass jeweils eine Pumpe bzw. Turbine einer Gruppe aus Speicherbehältern zugeordnet ist, vorzugsweise im Bereich einer Stirnseite der Speicherbehälter wobei die

gemeinsame Leitung im Bereich diese Stirnseite verläuft. Diese Lösung weist insbesondere den Vorteil auf, dass wenige größere Pumpen bzw. Turbinen effizienter und kostengünstiger sind als mehrere kleinere Pumpen bzw. Turbinen. Zudem wird durch die bevorzugte Anordnung mehrerer "parallel geschalteter" Speicherbehälter die Leitungslänge der gemeinsamen Leitung verringert. An die gemeinsame Leitung können auch auf einfache Weise weitere Speicherbehälter angeschlossen werden, um die Kapazität des Unterwasserspeichers zu erhöhen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass Ventile jeweils zwischen jedem Speicherbehälter und der gemeinsamen Leitung angeordnet sind. Dies ermöglicht es einzelne Speicherbehälter innerhalb der Gruppe gezielt zu deaktivieren, beispielsweise zur Wartungszwecken oder bei Störungen, ohne dabei den Betrieb der gesamten Anlage zu unterbrechen. Weiterhin ermöglicht es die Zurverfügungstellung von redundanten Speicherbehältern.

Bevorzugt ist es außerdem vorgesehen, dass eine Pumpturbine und ein Generator bzw. Motor zusammen in einem Kraftwerksbehälter angeordnet sind. Durch das Integrieren der Pumpturbine und des Generators in einem gemeinsamen Kraftwerksbehälter wird der gesamte Unterwasserspeicher kompakt gehalten, was besonders materialsparend und wartungsfreundlich ist. Die Pumpturbine und der Generator können aber auch als einzelne Komponenten an den Unterwasserspeicher angeordnet sein.

Weiter ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Speicherbehälter der Aufnahme des jeweiligen Gewässers als energiespeicherndes Medium dienen. Es ist jedoch auch denkbar, dass ein anderes Medium als das Gewässer als energiespeicherndes Medium dient. Denkbar sind insbesondere Druckluft- oder Gasspeicher bzw. (Erd-)Öl-Speicher.

Der Unterwasserspeicher kann zum einen zur Speicherung von aus erneuerbaren Energiequellen stammender Energie dienen, insbesondere zur Speicherung von einer oder mehreren Windenergieanlagen auf See erzeugter Energie. Alternativ kann der Unterwasserspeicher zur Speicherung von an Land erzeugter Energie, insbesondere photovoltaisch oder solar-thermisch erzeugter

Solarenergie, Windenergie aber auch konventionelle Energie und Nuklearenergie dienen. Weitere Einsatzzwecke sind denkbar.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie einige Varianten werden
5 nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen:

- Fig.1 eine perspektivische Darstellung eines Unterwasserspeichers
zusammen mit drei angeschlossenen Windkraftanlagen,
- 10 Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Gruppe von Speicherbehältern
des Unterwasserspeichers,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung von zwei Gruppen von
Speicherbehältern mit zwei Pumpturbinen bzw. Generatoren,
- 15 Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Speicherbehälters,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Vielzahl von Speicherbehältern,
- 20 Fig. 6a einen Querschnitt durch einen Speicherbehälter,
- Fig. 6b einen Querschnitt durch einen Speicherbehälter mit integrierten
Stützelementen,
- 25 Fig. 7 eine schematische Darstellungen einzelner Komponenten des
Speicherbehälters,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung von drei Speicherbehältern mit einer
Lüftungsleitung,
- 30 Fig. 9 eine schematische Darstellung von drei Speicherbehältern mit jeweils
einer Lüftungsleitung,

- Fig. 10 eine schematische Darstellung von drei Speicherbehältern ohne Lüftungsleitung,
- 5 Fig. 11 eine schematische Darstellung mehrerer Speicherbehälter mit einer Auflast,
- Fig. 11a eine schematische Darstellung der auf die Speicherbehälter wirkenden Kräfte,
- 10 Fig. 12 eine schematische Darstellung der durch die Auflast wirkenden Kräfte,
- Fig. 13 eine schematische Darstellung von beabstandeten Speicherbehältern mit einer Auflast,
- 15 Fig. 14 eine schematische Darstellung mehrerer Speicherbehälter mit jeweils einer Auflast,
- Fig. 15 das Verhalten mehrerer Speicherbehälter während eines Erdbebens,
- 20 Fig. 16 eine schematische Aufsicht auf eine Gruppe von Speicherbehältern mit Pfählen,
- Fig. 17 eine schematische Darstellung mehrerer Speicherbehälter mit Pfählen,
- 25 Fig. 18 eine schematische Darstellung des Unterwasserspeichers mit einer tieferliegenden Pumpturbine bzw. Generator,
- 30 Fig. 19 eine perspektivische Darstellung des Unterwasserspeichers als Energiespeicher für Offshore Windkraftanlagen,
- Fig. 20 eine perspektivische Darstellung des Unterwasserspeichers als Energiespeicher für Onshore Windkraftanlagen,

- Fig. 21 eine perspektivische Darstellung des Unterwasserspeichers als Offshore Energiespeicher,
- 5 Fig. 22 eine schematische Darstellung von drei Varianten eines Druckluft-Unterwasserspeichers,
- Fig. 23 eine vergrößerte Darstellung von zwei der in Fig. 22 gezeigten Varianten,
- 10 Fig. 24 eine schematische Darstellung eines Öl-Unterwasserspeichers,
- Fig. 25 eine vergrößerte Darstellung der Variante gemäß Fig. 24.
- 15 Die Figuren der vorliegenden Zeichnung zeigen ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Unterwasserspeichers 10 zur Speicherung von Energie und einige Varianten. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird dazu Windenergie (kinetische Energie) in elektrische Energie umgewandelt, um mit dieser Energie mittels Pumpturbinen ein Medium vorzugsweise Wasser aus den
- 20 erfindungsgemäßen Unterwasserspeicher 10 zu pumpen. Die durch Windkraft gewonnene elektrische Energie wird so in Form von potentieller Energie in dem Unterwasserspeicher 10 gespeichert und kann nach Bedarf wieder in elektrische Energie umgewandelt werden.
- 25 Da besonders auf dem Meer durch den stärkeren Wind mit hoher Effizienz elektrische Energie erzeugt werden kann, stellt der erfindungsgemäße Unterwasserspeicher 10 ein hilfreiches Bauteil für eine flexible und zuverlässige Energieversorgung für insbesondere den Landbereich 58 dar. Insbesondere die höhere Produktivität der Offshore Windenergieerzeugung, sowie der hohe
- 30 Wirkungsgrad eines Unterwasserspeichers 10 machen die erfindungsgemäße Vorrichtung für die Anwendung attraktiv. Durch die Nutzung natürlicher Ressourcen kann Energie besonders günstig, umweltschonend, flexibel und effizient gespeichert werden.

In Fig. 1 ist ein derartiger Unterwasserspeicher 10 dargestellt. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind an den Unterwasserspeicher 10 drei Windkraftanlagen 11 angeschlossen. Während sich die hier dargestellten Offshore -Windkraftanlagen 11 zumindest größtenteils oberhalb der Wasser-
5 Wasseroberfläche 12 eines Gewässers 57 insbesondere eines Meeres befinden, ist der Unterwasserspeicher 10 auf dem Grund 13 des Meeres positioniert. Die von den Windkraftanlagen 11 generierte elektrische Energie wird über Zuleitungen 14 dem Unterwasserspeicher 10 zugeführt. Diese elektrische Energie wird in dem Unterwasserspeicher 10 als potentielle Energie gespeichert,
10 bei Bedarf zurück in elektrische Energie umgewandelt und über eine Hauptleitung 15 an einen Abnehmer transportiert. Bei dem Abnehmer kann es sich um einen Offshore- (auf dem Meer) sowie auch um einen Onshore- (auf dem Festland) Verbraucher handeln. Die elektrische Energie kann aber auch direkt in das elektrische Versorgungsnetz eingespeist werden.

15

Der in Fig. 1 dargestellte Unterwasserspeicher 10 besteht aus zwei Speicherbehältergruppen 16. Jede Speicherbehältergruppe 16 besteht aus einer Vielzahl einzelner Speicherbehälter 17, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet sind. Die
20 Speicherbehälter 17 können allerdings auch jede andere Form annehmen.

Die in Fig. 1 dargestellten Speicherbehälter 17 sind nebeneinander parallel zu ihrer Längsachse 29 sowie im Wesentlichen horizontal und parallel zum Meeresgrund 13 angeordnet. Die Anordnung der Speicherbehälter 17 kann
25 allerdings auch jede andere beliebige Formation einnehmen. Insbesondere ist es denkbar, dass die Speicherbehälter 17 aus Ihrer horizontalen Lage leicht ausgelenkt auf dem Meeresgrund 13 positioniert sind. Diese leichte Schräglage erzeugt einen höchsten Punkt der Speicherbehälter 17, was besonders vorteilhaft für das weiter unten diskutierte Entleeren und Befüllen der
30 Speicherbehälter 17 ist.

Je nach der örtlichen Beschaffenheit des Einsatzorts der Windkraftanlagen 11 und der Dimensionierung der Speicherbehälter 17 wird der Unterwasserspeicher 10 mit seinen Speicherbehältern 17 in einer Wassertiefe 26 von 200m bis 3000m,

insbesondere 200m bis 1500, vorzugsweise 200m bis 1200m, höchst vorzugsweise 200m bis 800m unterhalb der Wasseroberfläche 12 auf den Meeresgrund 13 abgesetzt. Gegebenenfalls kann die obere Grenze von 200m auch 300m betragen.

5

Besonders ausschlaggebend für die Gründungstiefe des Unterwasserspeichers 10 ist die Größe und somit die Auftriebskraft 44 der Speicherbehälter 17. Kleinere Speicherbehälter 17 mit einer geringeren Auftriebskraft 44 als größere Speicherbehälter 17 können in größeren Wassertiefen 26 installiert werden. Der Radius 27 der Speicherbehälter reicht erfindungsgemäß von wenigen Metern bis hin zu 15 oder sogar 20 Metern.

Jeder der in Fig. 1 dargestellten zylindrischen Speicherbehälter 17 besitzt an einem seiner Enden 22 (Stirnseite) eine kurze Rohrleitung 18, mit der die Speicherbehälter 17 an einem gemeinsamen Verteilerrohr 19 angeschlossen sind. Die beiden Speicherbehältergruppen 16 sind derart orientiert, dass sich die Seiten der Speicherbehälter 17 mit den Rohrleitungen 18 gegenüberliegen. Die beiden Verteilerrohre 19 der Speicherbehältergruppen 16 sind jeweils über ein kurzes Verbindungsrohr 20 an einer gemeinsamen elektromechanische Einheit 21 angeschlossen.

Die elektromechanische Einheit 21 kann sowohl eine Pumpturbine und einen Generator aufweisen. Anstelle einer Generator-Pumpturbinen-Einheit ist es jedoch auch denkbar, dass separate Motor-Pumpe und Generator-Turbinen-Sätze mit der Speicherbehältergruppe 16 bzw. mit den Speicherbehältern 17 verbunden sind. An die elektromechanische Einheit 21 ist sowohl die Zuleitung 14 der Windkraftanlagen 11 als auch die Hauptleitung 15 angeschlossen.

Wenn die elektromechanische Einheit 21 als Pumpturbine betrieben wird, wird die durch die Windkraftanlagen 11 gewonnene elektrische Energie genutzt, um die mit Wasser gefüllten Speicherbehälter 17 zu leeren. Wenn im Gegenzug die geleerten, mit Luft gefüllten, Speicherbehälter 17 mit Wasser gefüllt werden, wird die elektromechanische Einheit 21 als Generator betrieben. Das in die einzelnen

Speicherbehälter 17 eindringende Wasser treibt dabei den Generator an, der elektrische Energie erzeugt.

Die Größe der Speicherbehälter 17 sowie deren Anzahl und die daran
5 angeschlossenen elektromechanischen Einheiten 21 bzw. Pumpturbinen und
Generatoren sind nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel Fig. 1
beschränkt.

Außerdem ist die Anzahl der angeschlossenen Windkraftanlagen 11 nicht auf
10 drei beschränkt, sondern kann jede beliebige Anzahl annehmen. Anstelle der
Windkraftanlagen 11 oder auch zusätzlich zu den Windkraftanlagen 11 kann jede
energieerzeugende Vorrichtung an den Unterwasserspeicher 10 angeschlossen
werden.

15 Der erfindungsgemäße Unterwasserspeicher 10 kann sowohl in dem
küstennahen Unterwasserbereich 60 als auch in dem Tiefseewasserbereich 59
eingesetzt werden, wobei der Tiefseewasserbereich 59 bevorzugt wird.

In Fig. 2 ist eine Speicherbehältergruppe 16 dargestellt, mit zehn parallel,
20 nebeneinanderliegenden Speicherbehältern 17. Jeder Speicherbehälter 17 ist als
hohler, geschlossener Zylinder ausgebildet. Jedes der beiden Endstücke 22
eines jeden Speicherbehälters 17 weist eine kurze Rohrleitung 18 auf. Mit diesen
Rohrleitungen 18 ist jeder Speicherbehälter 17 an zwei Verteilerrohre 19
gekoppelt. Über diese Verteilerrohre 19 und die Rohrleitungen 18 stehen alle
25 Speicherbehälter 17 in einem kommunizierenden Kontakt, das heißt, dass die
einzelnen hohlen, zylindrischen Speicherbehälter 17 ein großes gemeinsames
Volumen bilden. Eines der Verteilerrohre 19 ist über ein Verbindungsrohr 20 mit
den elektromechanische Einheit 21 verbunden. Die elektromechanische Einheit
21 weist eine Zu- bzw. Ableitung 23 auf.

30

Das gegenüberliegende Verteilerrohr 19 weist eine Lüftungsleitung 24 auf. Diese
Lüftungsleitung 24 erstreckt sich senkrecht bis an die Meeresoberfläche 12. Auf
die genaue Funktionalität und die Eigenschaften dieser Lüftungsleitung 24 wird
im Folgenden näher eingegangen.

Zu Beginn des Prozesses der Energiespeicherung sind alle Speicherbehältnisse 17 der Speicherbehältergruppe 16 mit Wasser gefüllt. Aufgrund der Positionierung des Unterwasserspeichers 10 im Meer kann es sich bei dem Wasser um Meerwasser handeln. Es kann sich aber auch um jede andere beliebige Flüssigkeit handeln. Im weiteren Verlauf des Energiespeicherprozesses wird die durch die Windkraftanlagen 11 gewonnene elektrische Energie genutzt, um das gesamte Wasser, das sich anfänglich in den Speicherbehältern 17 befindet, aus diesen Speicherbehältern 17 herauszupumpen. Dazu wird die elektromechanische Einheit 21 als Pumpturbine verwendet. Das herausgepumpte Wasser wird an die Umgebung, also an das Meer, abgeführt. Ist das gesamte Wasser aus den Speicherbehältern 17 herausgepumpt, ist die gesamte durch die Windkraftanlagen 11 erzeugte elektrische Energie in potentielle Energie umgewandelt worden. Bei Energiebedarf wird der gesamte Prozess rückgängig gemacht. Durch die elektromechanische Einheit 21, die jetzt als Generator betrieben wird, strömt, bedingt durch den statischen Druck, das umliegende Meerwasser durch die Verteilerrohre 19 und die Rohrleitungen 18 in die einzelnen Speicherbehälter 17. Das einströmende Wasser treibt dabei die elektromechanische Einheit 21 bzw. den Generator an, der wieder elektrische Energie erzeugt. Da sich der Unterwasserspeicher 10 erfindungsgemäß auf dem Meeresgrund 13, das heißt in größerer Tiefe, befindet, ist der Wasserdruck groß genug, um auch größere Generatoren effizient anzutreiben.

In Fig. 3 sind zwei gegenüberliegende Speicherbehältergruppen 16 des Unterwasserspeichers 10 dargestellt. Jede Speicherbehältergruppe 16 weist mehrere Speicherbehälter 17 auf. Die zylindrischen Speicherbehälter 17 weisen an einem Endstück 22 jeweils eine Rohrleitung 18 auf, mit der sie über ein Verteilerrohr 19 miteinander in Kontakt stehen. Die beiden Verteilerrohre 19 der beiden Speicherbehältergruppen 16 stehen wiederum über zwei Verbindungsrohre 20 miteinander in Verbindung. Den beiden Verbindungsrohren 20 ist jeweils eine elektromechanische Einheit 21 zugeordnet, die jeweils eine Zu- bzw. Ableitung 23 aufweisen. Die in Fig. 3 dargestellten elektromechanischen Einheiten 21 können sowohl als Pumpturbine, als auch als Generator wie oben bereits beschrieben, betrieben werden.

Die in Fig. 3 dargestellten Rohrleitungen 18, die jeweils einen Speicherbehälter 17 mit einem der beiden Verteilerrohre 19 verbinden, weisen jeweils ein Ventil 25 auf. Jedes dieser Ventile 25 ist einzeln ansteuerbar, das heißt einzeln und
5 individuell zu öffnen und zu schließen.

Sind die Speicherbehälter 17 mit Wasser gefüllt und soll ein unkontrolliertes Ablassen des Wassers vermieden werden, so können die Ventile 25 verschlossen werden und so ein Austreten des Wassers unterbunden werden.
10 Sind die einzelnen Speicherbehälter 17 hingegen bereits leergepumpt, das heißt mit Luft gefüllt, kann durch Schließen der Ventile 25 ein unkontrolliertes Eindringen von Meerwasser durch Schließen der Ventile 25 unterbunden werden.

Durch gezieltes bzw. individuelles Schließen oder Öffnen einzelner Speicherbehälter 17 durch die Ventile 25 lässt sich der Betrieb des Unterwasserspeichers 10 auf einzelne Speicherbehälter 17 beschränken. Dies
15 gestaltet sich besonders sinnvoll bei geringer Energieerzeugung oder bei geringem Energiebedarf. Durch derartige Maßnahmen lässt sich die Arbeitsweise und der Wirkungsgrad des Unterwasserspeichers 10 optimieren.

20 Einen weiteren Vorteil bilden die Ventile 25 in dem die Speicherbehälter 17 einzeln geschlossen werden können, falls diese defekt sind und eine Störung hervorgerufen haben. Auf diese Weise lassen sich einzelne Speicherbehälter 17 von dem Rest des Systems isolieren, wodurch eine Schädigung des gesamten
25 Unterwasserspeichers 10 vermieden werden kann.

In Fig. 4 ist die allgemeine Wirkweise des Unterwasserspeichers 10 schematisch dargestellt. Die Figur stellt zwei Querschnitte einzelner Speicherbehälter 17 dar, die sich unterhalb der Wasseroberfläche 12 in der gleichen Wassertiefe 26 auf dem Meeresgrund 13 befinden. Die beiden Speicherbehälter 17 besitzen den
30 gleichen inneren Radius 27. Den Speicherbehältern 17 ist jeweils eine Rohrleitung 18 und ein Verteilerrohr 19 zugeordnet. Während der eine Speicherbehälter 17 komplett mit Wasser (gestrichelte Linien) gefüllt ist, ist der andere Speicherbehälter 17 leer, das heißt mit Luft gefüllt.

Beim Befüllen des Speicherbehälters 17 mit Wasser wird das Wasser in den mit Luft gefüllten Speicherbehälter 17 gedrückt. Der Druck, mit dem das Wasser in den leeren Speicherbehälter 17 gedrückt wird, entspricht der Höhe der Wassersäule 41, die hier im Wesentlichen gleich der Wassertiefe 26 ist. Das heißt, je größer die Wassertiefe 26, in der sich der Speicherbehälter 17 befindet bzw. die Höhe die Wassersäule über dem zu befüllenden Speicherbehälter 17 ist, umso höher ist der Druck, mit dem das Wasser in den Speicherbehälter 17 eindringt bzw. umso höher ist die Kraft, mit der der Generator (elektromechanische Einheit 21) zur Erzeugung elektrischer Energie angetrieben wird. Die Menge der Energie, die mit dem erfindungsgemäßen Unterwasserspeicher 10 erzeugt werden kann, nimmt somit mit zunehmender Wassertiefe 26 zu.

Ist der gesamte Speicherbehälter 17 mit Wasser gefüllt, bzw. befindet sich keine Luft mehr in dem Speicherbehälter 17 befindet sich der Unterwasserspeicher 10 mit seiner Umgebung im quasi Gleichgewicht, das heißt es herrscht überall der gleiche Druck. In diesem, quasi Gleichgewicht strömt weder Wasser in den Speicherbehälter 17 noch aus dem Speicherbehälter 17 heraus.

Während des Befüllens des Speicherbehälters 17 steigt der Wasserpegel im Inneren und baut einen hydrostatischen Gegendruck auf, der am Turbinenausstritt wirksam wird. Dieser Gegendruck reduziert die effektive Wassersäule 41 bzw. die Druckdifferenz, die zur Energieerzeugung an der elektromechanischen Einheit 21 zu Verfügung steht. Es ist daher eine Geometrie der Speicherbehälter 17 zu bevorzugen, die beim Befüllen eine möglichst geringe absolute Pegelschwankung gewährleistet. Dies wird durch eine Verteilung des gesamten Speichervolumens auf viele kleinere zylindrische Speicherbehälter gelöst. Gegenüber einem großen zylindrischen Behälter erhöhen viele kleine zylindrische Behälter die effektive Grundfläche des gespeicherten Wasservolumens was eine geringe absolute Pegelschwankung beim Befüllen bewirkt.

Um die auf die Speicherbehälter 17 wirkende Wassersäule 41 stets groß zu halten und um gleichzeitig ein großes Volumen für eine große Speicherkapazität der Speicherbehälter 17 zu realisieren, wird anstatt eines einzigen, großen Speicherbehälters 53 eine Vielzahl von kleinen Speicherbehältern 17 mit einem reduzierten Radius 27 bzw. einem reduzierten Durchmesser 28 realisiert. Dies ist in Fig. 5 schematisch dargestellt.

In Fig. 6a ist der konstruktive Aufbau eines Speicherbehälters 17 anhand eines Querschnitts entlang der Längsachse 29 des Speicherbehälters 17 dargestellt.

10

Der Speicherbehälter 17 wird durch ein Aneinanderreihen mehrerer ringförmiger Segmente 30 gebildet. Durch das Aneinanderreihen mehrerer einzelner Segmente 30 können die einzelnen Speicherbehälter 17 auf einfache Weise variabel in verschiedenen Längen hergestellt werden. Denkbar sind Längen von einigen Metern bis zu einigen hundert Metern.

15

An den beiden Enden 31 weist der Speicherbehälter 17 eine kapselförmige Kugelkappe 32 auf, die den Speicherbehälter 17 wasser- und luftdicht verschließt.

20

Im Querschnitt 33 weisen die einzelnen Segmente 30 mehrere Bohrungen 34 auf. Die einzelnen Segmente 30 sind so aneinander zu fügen, dass die Bohrungen 34 jedes einzelnen Segments 30 deckungsgleich übereinander liegen. Durch diese Bohrungen 34 wird über die gesamte Länge des Speicherbehälters 17 jeweils ein Kabel 35 gezogen. An den Enden der Kabel 35 befindet sich jeweils eine Spannverankerung 36. Über diese Spannverankerung 36 können die Kabel 35 derart gespannt werden, dass die einzelnen Segmente 30 und die Kugelkappen 32 fest miteinander verbunden werden, sodass weder Wasser in noch Luft aus den Speicherbehältern 17 gelangen kann. Des Weiteren bewirkt die Vorspannung durch die Kabel 35 eine statische Stabilität des gesamten Speicherbehälters 17, was insbesondere bei dynamischen Belastungen z.B. während des Transports von Vorteil ist.

25
30

Die Stärke der Wandung 37 der Segmente 30 und der Kugelkappen 32 ist abhängig vom Material und von der Wassertiefe, in der die Speicherbehälter 17 verwendet werden sollen. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen als Material ultrahochfesten Beton (Ultra High Performance Concrete = UHPC) zu verwenden. Dieser ultrahochfeste Beton erlaubt es, die Wandung 37 der Segmente 30 bzw. der Kugelkappen 32 gering zu halten und trotzdem eine hohe Arbeitstiefe zu gewährleisten. Die hier dargestellten Speicherbehälter 17 können allerdings auch aus jedem anderen möglichen Material aufgebaut werden.

10 In Fig. 6b ist ähnlich wie in Fig. 6a ein Speicherbehälter 17 dargestellt. Der hier dargestellte Speicherbehälter 17 weist zusätzlich Stützelemente 38 auf. Durch diese zusätzlichen Stützelemente 38 können die Wandungen 37 der einzelnen Segmente 30 und der Kugelkappen 32 geringer gehalten werden. Ansonsten ist der Aufbau gleich dem bereits in Fig. 6a beschriebenen Aufbau des Speicherbehälters 17.

In Fig. 7 sind einzelne Komponenten eines Speicherbehälters 17 dargestellt. Die Fig. 7 zeigt insbesondere, wie einzelne Segmente 30 und die Spannverankerung 36 zu dem Speicherbehälter 17 zusammengefügt werden. Und zwar werden die Segmente 30 und die Spannverankerung 32 so zusammengefügt, dass die Bohrungen 34 der einzelnen Segmente 30 und der Kugelkappen 32 deckungsgleich übereinanderliegen. Durch die Bohrungen 34 aller Segmente 30 und der beiden Kugelkappen 32 wird ein Kabel 35 (hier nicht dargestellt) gespannt, welches über die Spannverankerung 36 derart gespannt wird, dass alle Segmente 30 und die Kugelkappen 32 zusammengedrückt werden. Um die Stabilität des Speicherbehälters 17 zu erhöhen, werden wie in den vorangegangenen Figuren bereits beschriebenen Stützelemente 38 im Innenraum 39 des Speicherbehälters 17 angebracht. Diese Stützelemente 38 können derart mit der Innenwand 40 des Speicherbehälters 17 verbunden sein, dass sie die Wandung 37 aussteifen und unerwünschte Verformungen, insbesondere Beulen, der Speicherbehälter 17 durch den Wasserdruck und die von außen wirkenden Lasten vermeiden.

In Fig. 8 ist ein Unterwasserspeicher 10 mit drei Speicherbehältern 17, die über Rohrleitungen 18 und ein Verteilerrohr 19 mit einer elektromechanische Einheit 21 bzw. Pumpturbine verbunden sind, wobei die elektromechanische Einheit 21 sowohl als Pumpturbine als auch als Generator eingesetzt werden kann. In dem
5 in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Speicherbehälter 17 halb mit Wasser gefüllt. Da die Speicherbehälter 17 über die Rohrleitung 18 und das Verteilerrohr 19 mit der Umgebung in direktem Kontakt stehen, herrscht ein Ungleichgewicht. Der Druck der gesamten Wassersäule 41 bewirkt, dass die Speicherbehälter 17 komplett mit Wasser gefüllt werden bzw. dass die Luft
10 komplett aus dem Speicherbehälter 17 herausgedrückt wird. Damit die Luft aus den sich mit Wasser füllenden Speicherbehältern 17 entweichen kann und so keine Energie für die Kompression der verbleibenden Luft aufgebracht werden muss, weisen die in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiele der Speicherbehälter 17 jeweils eine Zuleitung 42 auf, die mit einer gemeinsamen
15 Lüftungsleitung 24 verbunden sind. Diese Lüftungsleitung 24 erstreckt sich senkrecht bis oberhalb der Wasseroberfläche 12. Auf diese Weise wird die aus den Speicherbehältern 17 herausgedrängte Luft direkt über die Zuleitungen 42 und die Lüftungsleitung 24 an die Atmosphäre abgegeben.

20 Für den umgekehrten Fall, bei dem das Wasser aus den gefüllten Speicherbehältern 17 zur Energiespeicherung durch die elektromechanische Einheit 21 bzw. Pumpturbine herausgepumpt wird, stehen die Speicherbehälter 17 ebenfalls über die Zuleitungen 42 und die Lüftungsleitung 24 mit der Atmosphäre in Verbindung. Diese direkte Verbindung zur Atmosphäre
25 (Atmosphärendruck 1 bar) verhindert, dass beim Abpumpen der Speicherbehälter 17 ein Unterdruck im Innenraum 39 der Speicherbehälter 17 erzeugt wird, was zu einer erhöhten Pumpleistung führen würde.

Die Zuleitungen 42 können optional mit Ventilen (nicht dargestellt) betrieben
30 werden, sodass die Zuleitungen 42 vor bzw. nach dem Abpumpen geschlossen werden und eine direkte Verbindung zur Atmosphäre somit unterbrochen wird.

In Fig. 9 ist ein Ausführungsbeispiel des Unterwasserspeichers 10 dargestellt, bei dem jeder Speicherbehälter 17 eine Lüftungsleitung 24, aufweist. Somit steht

jeder Speicherbehälter 17 über eine eigen Lüftungsleitung 24 im direkten Kontakt zur Atmosphäre. Zum einen wird dadurch ein schnelleres Fluten der Speicherbehälter 17 ermöglicht, zum anderen können die Speicherbehälter 17 schneller leergepumpt werden. Außerdem erzeugt die Zuordnung einzelner Lüftungsleitungen 24 zu den Speicherbehältern 17 eine Redundanz, das heißt wenn eine der Lüftungsleitungen 24 defekt sein sollte kann der Unterwasserspeicher 10 über die verbleibenden Speicherbehälter 17 und deren Lüftungsleitung 24 weiter betrieben werden und es kommt zu keinem Ausfall.

Das in Fig. 10 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Unterwasserspeichers 10 weist keine Lüftungsleitung 24 auf. Dieses Ausführungsbeispiel ist im Vergleich zu den Ausführungsbeispielen aus den Fig. 8 und 9 wesentlich einfacher in der Konstruktion und in der Wartung. Wie oben bereits dargestellt wirkt sich bei dieser Konstruktionsweise allerdings nachteilig aus, dass zusätzliche Energie für die Kompression der in den Speicherbehältern 17 verbleibenden Luft, so wie für das Entgegenwirken des beim Abpumpen der Speicherbehälter 17 entstehenden Unterdrucks aufgewendet werden muss. Thermodynamische Verluste bei der Kompression bzw. Expansion der eingeschlossenen Luft reduzieren den Wirkungsgrad des Ausführungsbeispiels ohne Lüftungsleitung.

20

In dem Ausführungsbeispiel des Unterwasserspeichers 10 gemäß Fig. 11 ist dargestellt, wie die Speicherbehälter 17 am Meeresgrund 13 erfindungsgemäß gesichert werden. Dazu sind die Querschnitte von fünf Speicherbehältern 17 dargestellt. In Fig. 11a sind die beiden wesentlichen auf die Speicherbehälter 17 wirkenden Kräfte, nämlich die Gewichtskraft 43 und die Auftriebskraft 44 vektoriell dargestellt. Die Gewichtskraft 43 des Speicherbehälters 17 setzt sich zusammen aus dem Gewicht des Speicherbehälters 17, welches im Wesentlichen durch das Gewicht des Materials der Wandung 37 erzeugt wird. Zusätzliche Gewichtskraft 43 wird erzeugt, wenn die Speicherbehälter 17 mit Wasser gefüllt sind bzw. werden. Die maximale Gewichtskraft 43 wirkt dementsprechend, wenn die Speicherbehälter 17 komplett mit Wasser gefüllt sind.

Der Gewichtskraft 43 entgegen wirkt die Auftriebskraft 44. Die Auftriebskraft 44 wird im Wesentlichen erzeugt durch den mit Luft gefüllten Innenraum 39 der Speicherbehälter 17. Ist der Innenraum 39 der Speicherbehälter 17 komplett mit Wasser gefüllt, so ist die Auftriebskraft 44 kleiner als die Gewichtskraft des Speicherbehälters 17. Ist das Gewicht des vom luftgefüllten Speicherbehälter 17 verdrängten Wassers größer als die Gewichtskraft 43 des Speicherbehälters 17, überwiegt die Auftriebskraft 44 gegenüber der Gewichtskraft 43 und der Speicherbehälter 17 wird von dem auf sie wirkenden Wasserdruck nach oben gedrückt. Um ein ungewolltes Auftauchen der Speicherbehälter 17 zu vermeiden, müssen die Speicherbehälter 17 mit einer zusätzlichen Auflast 45, welche die Gewichtskraft 43 erhöht, beaufschlagt werden. Dazu sind die Speicherbehälter 17 in dem in Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel in einer trapezförmigen Aufschüttung 46 integriert. Bei dem Material der Aufschüttung 46 kann es sich um Sedimente, Kiesel oder Steine oder ähnlichem vom Meeresgrund handeln, oder um Steine, Kiesel, Geröll, welches über ein Schiff vom Festland und mithilfe von Tauchbooten und Fallrohren zu dem Unterwasserspeicher 10 transportiert wird. Die Materialmenge der Aufschüttung 46, die sich direkt über dem Speicherbehälter 17 befindet, wirkt als zusätzliche Auflast 45. Diese Auflast 45 wirkt als zusätzliche Gewichtskraft 43 auf jeden Speicherbehälter 17. Die Auflast 45 ist für jeden Speicherbehälter 17 in Abhängigkeit von dessen Dimensionierung auszulegen.

In Fig. 12 sind die Kräfte, die durch die Aufschüttung 46 und die Auflast 45 auf die Speicherbehälter 17 wirken, vektoriell dargestellt. Die Auflastkraft 47, welche die Gewichtskraft 43 der Auflast 45 darstellt, wirkt von oben senkrecht auf die Speicherbehälter 17. Das kann zu einer leichten Verformung der Speicherbehälter 17 führen und zwar derart, dass die Speicherbehälter 17 in ihrem Querschnitt 33 zu einem Oval gestaucht werden. Damit diese Verformung 49 der Speicherbehälter 17 nicht zu stark wird und eventuell zum Bruch der Speicherbehälter 17 führt, wirkt von den Seiten die Aufschüttung 46 und die von der Aufschüttung 46 auf die Speicherbehälter 17 wirkende Aufschüttungskraft 48 dieser Verformung 49 der Speicherbehälter 17 entgegen. Außerdem bewirkt die Aufschüttungskraft 48, dass die Speicherbehälter 17 sich nicht seitlich wegbewegen bzw. aus der trapezförmigen Aufschüttung wegrollen.

In Fig. 13 ist dargestellt, dass zwischen den einzelnen Speicherbehältern 17 des Unterwasserspeichers 10 immer ein genügend großer Abstand 50 bestehen muss. Der Abstand 50 muss so groß gewählt werden, dass bei der in Fig. 12
5 beschriebenen Verformung 49 der Speicherbehälter 17 diese nicht in Kontakt geraten, da dadurch durch Lastspitzen an einer Kontaktstelle eine Beschädigung der Wandungen 37 der Speicherbehälter 17 erfolgen könnte.

Eine wie in den Fig. 11 und 13 dargestellte kompakte Zusammenfassung aller Speicherbehälter 17 unter einer gemeinsamen Aufschüttung 46 hat gegenüber
10 einer Aufschüttung 46 für jeden einzelnen Speicherbehälter 17 (siehe Fig. 14) den Vorteil, dass sowohl Material für die Aufschüttung 46 gespart wird, als auch Material für die Zuleitungen etc. Durch eine gemeinsame Aufschüttung 46 aller Speicherbehälter 17 wird der gesamte Unterwasserspeicher 10 kompakt
15 gehalten. Außerdem gewinnt der Unterwasserspeicher 10 durch die Kompaktheit in sich an Stabilität.

In Fig. 15 ist dargestellt, dass die in den vorangegangenen Figuren beschriebene Anordnung der Speicherbehälter 17 und deren Stabilisierung durch eine
20 Aufschüttung 46 besonders vorteilhaft sein kann für den Fall eines Erdbebens bzw. Seebebens.

Die Ausbreitungswellen 51 eines solchen Bebens sind in Fig. 15 dargestellt. Treffen derartige Erdbebenwellen 51 auf eine Speicherbehältergruppe 16, die
25 sich unter einer Aufschüttung 46 befindet, werden die einzelnen Speicherbehälter 17 durch die auf sie wirkenden Kräfte in horizontaler Richtung 52 hin- und herbewegt. Da die einzelnen Speicherbehälter 17 großflächig mit dem Untergrund 13 und über das Material der Aufschüttung 46 direkt miteinander in Kontakt stehen, wird die durch die Erdbebenwellen 51 übertragende Kraft auf die
30 gesamte Aufschüttung 46 und die gesamte Speicherbehältergruppe 16 übertragen. So kommt es zu einer insgesamten Abschwächung der Wirkung der Erdbebenwelle 51.

Die Aufschüttung 46 bewirkt weiterhin eine Dämpfung möglicher Schwingungen der Struktur der Speicherbehälter 17. Die einzelnen Speicherbehälter 17 und die Aufschüttung 46 stabilisieren sich somit untereinander und gegenseitig. Die durch die Erdbebenwelle 51 verursachte Auslenkung eines jeden Speicherbehälters 17 in horizontale Richtung 52 wird somit sehr gering gehalten und eine mögliche Resonanz bzw. ein mögliches "Aufschaukeln" von Schwingungen der Struktur effektiv vermieden.

Anders verhält es sich hingegen bei einzelnen großen Speicherbehältern 53, die aus dem Stand der Technik bekannt sind. Dadurch, dass derartige Speicherbehälter 53 in der Regel einzeln auf dem Meeresgrund 13 liegen, fehlt es ihnen an stabilisierenden weiteren Speicherbehältern. Dadurch wird die Auslenkung der Speicherbehälter 53 verursacht durch die Erdbebenwellen 51 in die horizontale Richtung 52 nicht eingeschränkt und sehr viel größer. Ähnlich wie bei hohen Gebäuden können Trägheitseffekte hier eine gefährliche Resonanz und Aufschaukeln der Schwingung hervorrufen. Dadurch kann es zu Schädigungen des Speicherbehälters 53 an sich und dessen Peripheriegeräten kommen.

In Fig. 16 ist eine Speicherbehältergruppe 16 mit Aufschüttung 46, so wie sie in Fig. 15 beschrieben wurde, in einer Draufsicht dargestellt. Um die Speicherbehältergruppe 16 und insbesondere die einzelnen Speicherbehälter 17 in der Aufschüttung 46 für den Fall eines Erdbebens weiter zu stabilisieren, können zusätzlich Pfähle 54 durch die Aufschüttung 46 in den Meeresgrund 13 getrieben werden. Diese Pfähle 54 werden um die gesamte Speicherbehältergruppe 16 herum angeordnet, sodass ein Abrutschen der Aufschüttung nach außen hin verhindert wird und eine durch ein Erdbeben verursachte Bewegung in horizontaler Richtung 52 unterdrückt wird.

In Fig. 17 ist die in Fig. 16 dargestellte Speicherbehältergruppe 16 mit ihrer Aufschüttung 46 und den Pfählen 54 in einer Seitenansicht dargestellt. Die zur Stabilisierung beitragenden Pfähle 54 erstrecken sich durch die Aufschüttung 46 in den Meeresgrund 13. Dadurch wird eine laterale Bewegung 52 der einzelnen

Speicherbehälter 17 im Falle eines Erdbebens unterdrückt und ein Abrutschen der Aufschüttung nach außen hin verhindert.

In Fig. 18 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Unterwasserspeichers 10 dargestellt. Um Kavitation in der Pumpe bzw. Turbine sicher zu vermeiden ist es besonders vorteilhaft wenn die elektromechanische Einheit 21 bzw. die Pumpe/Turbine in einer noch größeren Tiefe 55 als die einzelnen Speicherbehälter 17 installiert werden. Die Wassersäule unterhalb der Speicherbehälter 17 muss der minimalen Haltedruckhöhe der Anlage bzw. NPSH (Net Positive Suction Head) für alle Betriebszustände entsprechen.

Da Luft bzw. Dampfblasen bedingt durch den Wasserdruck die Tendenz haben nach oben zu steigen, können so Leerräume oder Luftblasen in den Leitungen 18 oder 19 oder auch in der elektromechanische Einheit nicht zu einer Schädigung des Unterwasserspeichers 10 oder zu einem ineffizienten Betrieb desselbigen führen, da sich die Luft in den höher gelegenen Speicherbehältern 17 sammelt.

Der Unterwasserspeicher 10 dient der Speicherung von Energie. In Fig. 19 ist dargestellt, wie ein Offshore Windpark 56 bestehend aus einer Vielzahl von Windkraftanlagen 11 mit dem erfindungsgemäßen Unterwasserspeicher 10 zusammenwirken kann. Windkraftanlagen 11 eines Offshore Windparks 56 befinden sich gemäß ihrer Art auf einem Gewässer fernab vom Land 58.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn der hier beschriebene Unterwasserspeicher 10 in direkter Nähe zu dem Offshore Windpark 56 installiert wird. Wie in Fig. 19 dargestellt kann der Unterwasserspeicher 10 direkt unterhalb oder zumindest in der Nähe des Offshore Windparks 56 installiert werden. Durch diese Nähe wird die Länge der elektrischen Leitungen 14, die die Energie von den Windkraftanlagen 11 zu dem Unterwasserspeicher 10 transportieren, gering gehalten. Die von dem Unterwasserspeicher 10 gespeicherte Energie kann im Bedarfsfall wieder in elektrische Energie umgewandelt werden und über eine einzige Hauptleitung 15 ans Festland 58 transportiert werden.

Der Unterwasserspeicher 10 kann bei kurzzeitigem sehr starkem Wind die generierte elektrische Energie zwischenspeichern und später kontrolliert an die elektrische Leitungen zum Festland abgeben. Durch diese Glättung der abgegeben Leistung müssen die teuren elektrischen Leitungen zum Festland
5 nicht für die maximalen Spitzenleistung des Offshore Windparks ausgelegt werden. Dies hat den Vorteil einer Kosteneinsparung im Leitungsbau bei gleichzeitiger Maximierung der Windausbeute.

Ein weiterer erfindungsgemäßer Anwendungsbereich des Unterwasserspeichers
10 10 ist in Fig. 20 dargestellt. Wie oben bereits beschrieben, ist die Wirkweise des erfindungsgemäßen Unterwasserspeichers 10 besonders effizient, wenn sich der selbige in großer Tiefe 55 befindet. Daher bietet sich die Tiefsee 59 als Gründungsort des Unterwasserspeichers 10 besonders an. Da sich Offshore Windparks 56 allerdings eher im seichten Küstenbereich 60 befinden, kann die
15 von den Windkraftanlagen 11 erzeugte elektrische Energie auch über eine Hauptleitung 15 zunächst zu dem Unterwasserspeicher 10 in der Tiefsee 59 transportiert werden, und bei Bedarf über die Hauptleitung 15 wieder zurück ans Festland 58 transportiert werden.

20 Einen weiteren Anwendungsbereich des erfindungsgemäßen Unterwasserspeichers 10 stellt die Fig. 21 dar. Auch hier befindet sich der Unterwasserspeicher 10 erfindungsgemäß am Grund eines Gewässers 57. Allerdings wird bei diesem Ausführungsbeispiel die elektrische Energie am Festland 58 erzeugt. Dies kann durch die bekannten Kraftwerke erfolgen. Um die
25 am Festland 58 erzeugte elektrische Energie effizient zu speichern und bei Bedarf flexibel und schnell abzurufen, kann die elektrische Energie über eine Hauptleitung 15 zu dem Unterwasserspeicher 10 in dem Gewässer 57 transportiert werden. Die dort gespeicherte Energie kann bei entsprechendem Bedarf am Festland 58 über die Hauptleitung 15 jederzeit flexibel zurück
30 transportiert werden.

Bei den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen und deren Varianten wurde stets davon ausgegangen, dass der Unterwasserspeicher 10 bzw. die Speicherbehälter 17 mit (Meer-)Wasser gefüllt werden. In den nachfolgend

beschriebenen Zeichnungen 22 bis 25 werden einige Varianten hierzu gezeigt. Hierzu im Einzelnen:

Fig. 22 zeigt drei nebeneinander gezeichnete Varianten eines Unterwasserspeichers 10. Allen Varianten gemeinsam ist die Tatsache, dass in den Speicherbehältern 17 Druckluft bzw. Gas gespeichert wird. Alle nachfolgenden Ausführungsbeispiele haben mit den eingangs beschriebenen Ausführungsbeispielen gemeinsam das Design der Speicherbehälter 17 bzw. Speicherbehältergruppen 16. Die Unterschiede bestehen im Wesentlichen hinsichtlich des gespeicherten Mediums. Auch die Auflast 45 kann wie in den eingangs geschilderten Ausführungsbeispielen vorhanden sein. Da die Funktionsweise der verschiedenen Unterwasserspeicher 10 aus dem Stand der Technik bekannt ist, wird nachfolgend nur kurz auf die verschiedenen Bestandteile eingegangen. Zweck der nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele ist es lediglich andere Anwendungszwecke für den Einsatz der Speicherbehälter 17 bzw. Speicherbehältergruppen 16 zu zeigen.

In Fig. 22 links im Bild ist eine Variante gezeigt, bei der ein Speicherbehälter 17 oder eine Speicherbehältergruppe 16 ggf. mit Auflast 45 am Meeresgrund 13 angeordnet ist. Außerhalb des Wassers befindet sich eine Kompressor-Expander-Einheit 62. Rechts daneben ist eine Variante gezeigt, die statt der Kompressor-Expander-Einheit eine Kompressor-Einheit 63 aufweist. In dieser Variante kann der Unterwasserspeicher 10 zum Speichern von elektrischer Energie dienen. Die Kompressor-Expander-Einheit 62 und die Kompressor-Einheit 63 können auf bzw. oberhalb der Wasseroberfläche angeordnet sein oder an Land. Die dritte in Fig. 22 gezeigte Variante betrifft einen Unterwasserspeicher 10 mit einer unter Wasser angeordneten Kompressor-Einheit 63. Diese ist an eine Gasquelle 64 angeschlossen. Das Gas kann aus dem Speicherbehälter 17 bzw. einer Speicherbehältergruppe 16 über eine Steigleitung 65 oder eine Pipeline 66 abgeleitet werden. In dieser Variante kann der Unterwasserspeicher 10 zum Speichern von z.B. Erdgas dienen.

Fig. 23 zeigt links im Bild die erste der in Fig. 22 von links nach rechts gezeigten Varianten im größeren Maßstab. Oberhalb der Wasseroberfläche 12 befindet

sich die Kompressor-Expander-Einheit 62 mit dem Kompressor 67, dem Motor/Generator 68 sowie einem Expander 69. Der Kompressor 67 ist mit einem Lufteinlass 70 gekoppelt und steht über eine Leitung 71 mit der Speicherbehältergruppe 16 bzw. einem Speicherbehälter 17 in Verbindung. In den Tanks befindet sich entsprechend Druckluft. Weiterhin ist die Speicherbehältergruppe 16 bzw. der Speicherbehälter 17 über eine weitere Leitung 72 mit dem Expander 69 verbunden, der wiederum einen Luftauslass aufweist. Zwischen Kompressor 67 und Expander 69 ist der Motor/Generator 68 gekoppelt. Die Speicherbehältergruppe 16 bzw. der Speicherbehälter 17 verfügt ferner noch über einen Wasserauslass 74.

Rechts in Fig. 23 ist eine Variante mit einem Gasspeicher gezeigt. Über einen Gaseinlass 75 wird einem Kompressor 67 Gas zugeführt und über eine Leitung 71 in die Speicherbehältergruppe 16 bzw. in den Speicherbehälter 17 geleitet. Über einen Gasauslass 76 kann das Gas aus der Speicherbehältergruppe 16 oder dem Speicherbehälter 17 austreten. Der Kompressor 67 ist mit einem Motor 77 gekoppelt.

Fig. 24 zeigt eine weitere Variante, bei der eine Ölquelle 78 über eine Leitung 79 an eine Pumpen-Einheit 80 angeschlossen ist und Öl in die Speicherbehältergruppe 17 bzw. in den Speicherbehälter 17 gepumpt wird. Über eine Steigleitung 65 oder eine Pipeline 66 kann das Öl aus der Speicherbehältergruppe 16 bzw. dem Speicherbehälter 17 abfließen. Fig. 25 zeigt diese Einrichtung in größerem Maßstab mit einer Pumpe 81 sowie einem gekoppelten Motor 82. In dieser Variante kann der Unterwasserspeicher 10 als Rohölspeicher zum Zwischenspeichern von unter Wasser gefördertem (Erd-)Öl dienen.

Wie mehrfach erwähnt, kann bei den zuletzt beschriebenen Ausführungsbeispielen das gleiche Design bzw. die gleiche Anordnung der Speicherbehälter 17 zum Einsatz kommen wie bei den ersten Ausführungsbeispielen. Gleiches gilt für die Aufschüttung.

Bezugszeichenliste

10	Unterwasserspeicher	39	Innenraum
11	Windkraftanlagen	40	Innenseite
12	Wasseroberfläche	41	Wassersäule
13	Meeresgrund	42	Zuleitung
14	Zuleitung	43	Gewichtskraft
15	Hauptleitung	44	Auftriebskraft
16	Speicherbehältergruppe	45	Auflast
17	Speicherbehälter	46	Aufschüttung
18	Rohrleitung	47	Auflastkraft
19	Verteilerrohr	48	Aufschüttungskraft
20	Verbindungsrohr	49	Verformung
21	elektromechanische Einheit	50	Abstand
22	Endstück	51	Erdbebenwellen
23	Zu-/Ableitung	52	Richtung
24	Lüftungsleitung	53	Speicherbehälter
25	Ventil	54	Pfahl
26	Wassertiefe	55	Tiefe
27	Radius	56	Offshore Windpark
28	Durchmesser	57	Gewässer
29	Längsachse	58	Festland
30	Segmente	59	Tiefsee
31	Ende	60	Küstenbereich
32	Kugelkappe	61	Motor
33	Querschnitt	62	Kompressor-Expander- Einheit
34	Bohrung	63	Kompressor-Einheit
35	Kabel	64	Gasquelle
36	Spannverankerung	65	Steigleitung
37	Wandung	66	Pipeline
38	Stützelement		

67	Kompressor
68	Motor/Generator
69	Expander
70	Lufteinlass
71	Leitung
72	Leitung
73	Luftauslass
74	Wasserauslass
75	Gaseinlass
76	Gasauslass
77	Motor
78	Ölquelle
79	Leitung
80	Pumpen-Einheit
81	Pumpe
82	Motor

Patentansprüche

1. Unterwasserspeicher (10) zum Speichern von vorzugsweise elektrischer Energie, mit mehreren Speicherbehältern (17) zur Aufnahme eines Mediums, sowie mit wenigstens einem Mittel zum wenigstens teilweisen Entleeren der Speicherbehälter (17), insbesondere einer Pumpe, und mit wenigstens einem
5 Mittel zum Erzeugen von Strom beim Befüllen der Speicherbehälter (17) mit dem Medium, insbesondere einem durch eine Turbine angetriebenen Generator, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Gruppe (16) aus mehreren Speicherbehältern (17) über eine gemeinsame Leitung (19) mit der gemeinsamen Pumpe bzw. der gemeinsamen Turbine verbunden ist.
- 10
2. Unterwasserspeicher (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicherbehälter (17) als im wesentlichen zylindrische und im wesentlichen horizontal angeordnete Behälter ausgebildet sind, die mit ihrer Längserstreckung parallel zueinander und nebeneinander angeordnet sind und
15 im Bereich des Bodens (13) des Gewässers (57) angeordnet sind.
3. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicherbehälter (17) mittels einer Auflast (45) als Auftriebssicherung am Boden (13) des Gewässers (57) gesichert sind.
- 20
4. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicherbehälter (17) mit geringem seitlichen Abstand (50) zueinander angeordnet sind, derart, dass sich die Speicherbehälter (17) seitlich
25 gegeneinander abstützen, wobei vorzugsweise zwischen den Speicherbehältern (17) nur eine geringe Schicht einer Aufschüttung (46) angeordnet ist.
5. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Wandungen (37)

der Speicherbehälter (17) aus einem Material mit hoher Festigkeit bei geringer Wandstärke gebildet sind, vorzugsweise aus einem UHPC.

6. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren
5 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass statt eines Speicherbehälters (17) mit einem großen Volumen eine entsprechende Anzahl an Speicherbehältern (17) mit kleinerem Volumen vorgesehen sind.

7. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren
10 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Pumpe und/oder Turbine unterhalb des Niveaus der Speicherbehälter (17) angeordnet ist.

8. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren
15 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicherbehälter (10) in einer Tiefe (55) von 200m bis 3000m, insbesondere 200m bis 1500m, vorzugsweise 200m bis 1200m, höchst vorzugsweise 200m bis 800m angeordnet sind.

20 9. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Pumpe bzw. die mindestens eine Turbine stirnseitig neben der Gruppe (19) aus Speicherbehältern (17) angeordnet ist und dass die gemeinsame Leitung (19) im Bereich diese Stirnseite (22) verläuft, insbesondere in der Stirnseite (22)
25 der Speicherbehälter (17) integriert ist.

10. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 9 oder einem der weiteren vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Ventile (25) jeweils zwischen jedem Speicherbehälter (17) und der gemeinsamen Leitung (19)
30 angeordnet sind.

11. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 9 oder einem der weiteren vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei oder mehr Gruppen (16) von Speicherbehältern (17) vorgesehen sind, wobei

zwischen den Gruppen (16) mehrere Pumpen und Turbinen angeordnet sind, die mit den Gruppen (16) verbunden sind.

12. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren
5 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Pumpturbine und ein Generator bzw. Motor (61) zusammen in einem Kraftwerksbehälter angeordnet sind.

13. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren
10 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicherbehälter (17) der Aufnahme des jeweiligen Gewässers (57) als energiespeicherndes Medium dienen.

14. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren
15 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Unterwasserspeicher (10) zur Speicherung von aus erneuerbaren Energiequellen stammender Energie bestimmt ist, insbesondere von einer oder mehreren Windkraftanlagen (11) auf See erzeugter Energie.

20 15. Unterwasserspeicher (10) nach Anspruch 1 oder einem der weiteren vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Unterwasserspeicher (10) zur Speicherung von an Land erzeugter Energie, insbesondere photovoltaisch oder solar-thermisch erzeugter Solarenergie, Windenergie aber auch konventionell erzeugter Energie und Nuklearenergie
25 bestimmt ist.

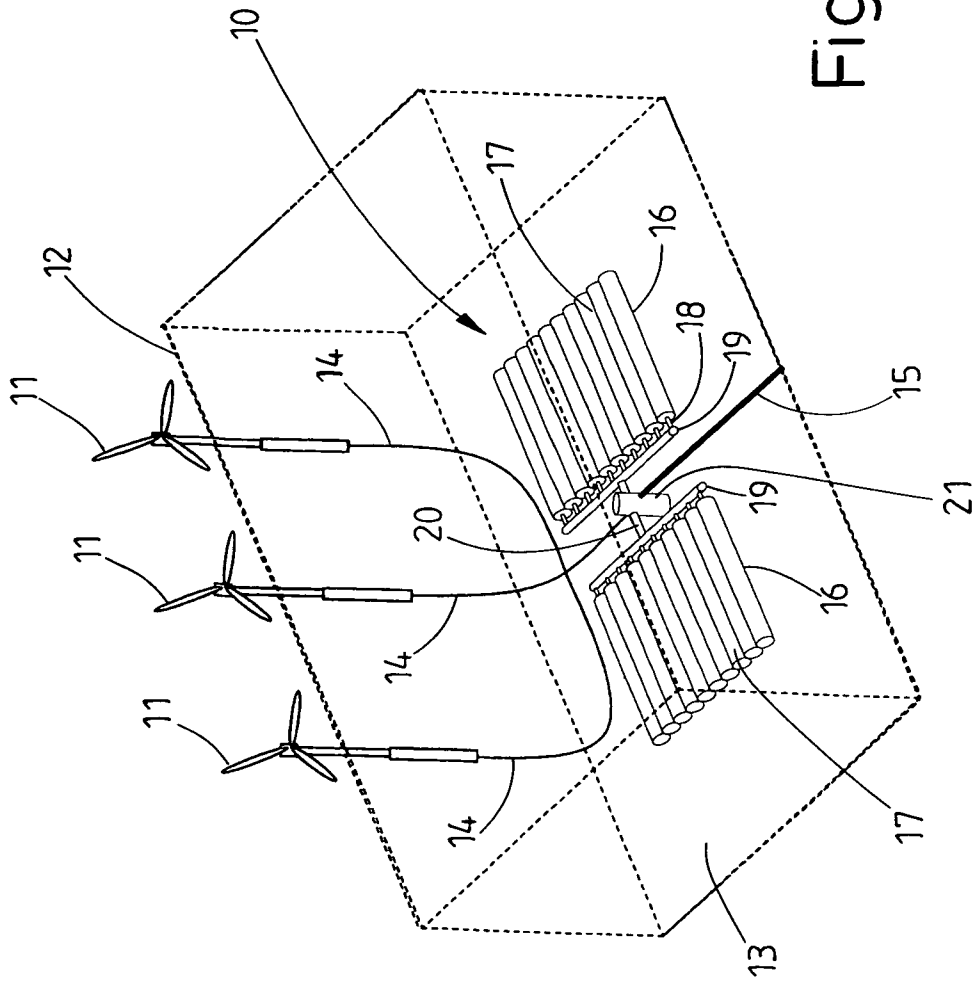
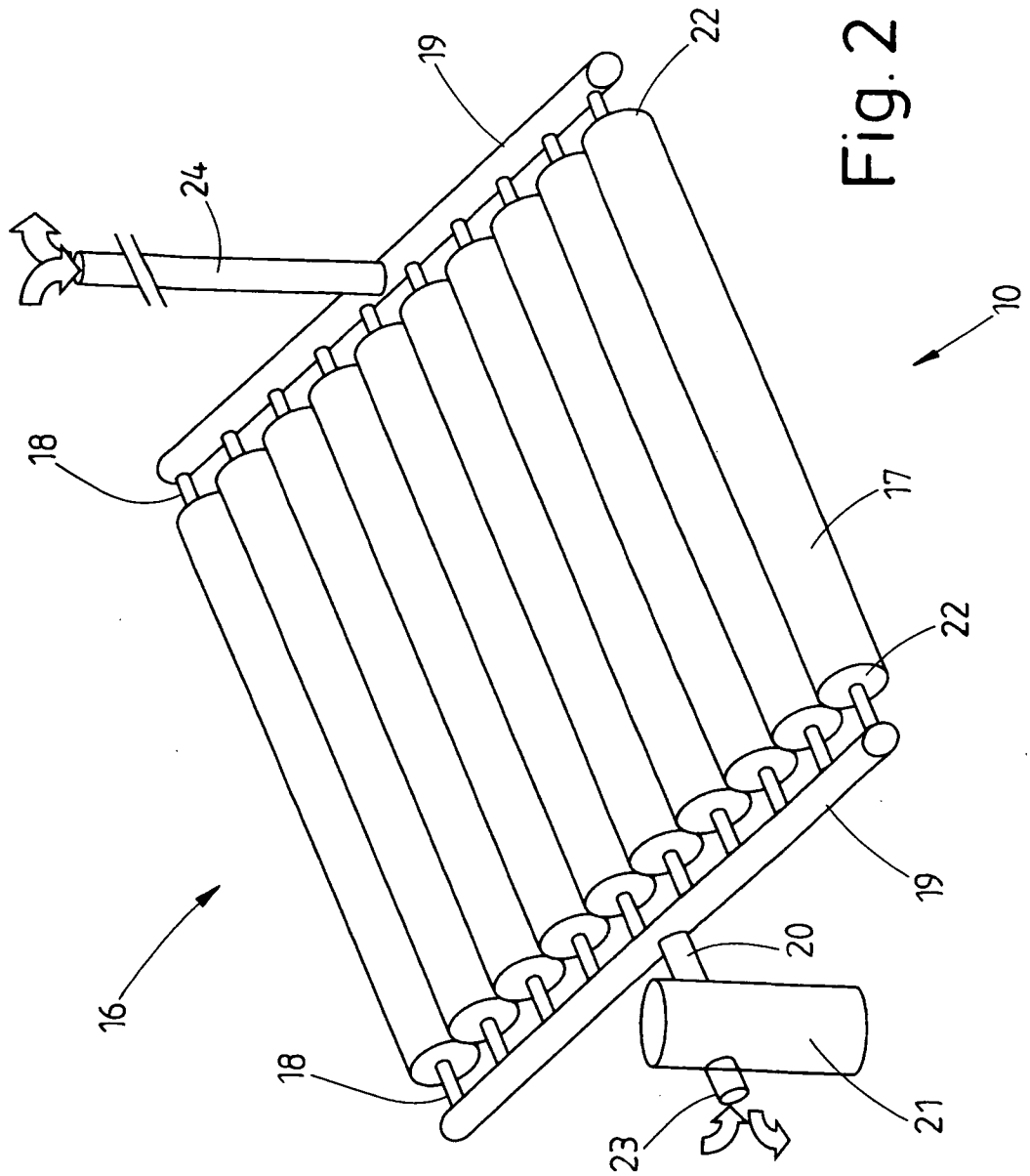


Fig. 1



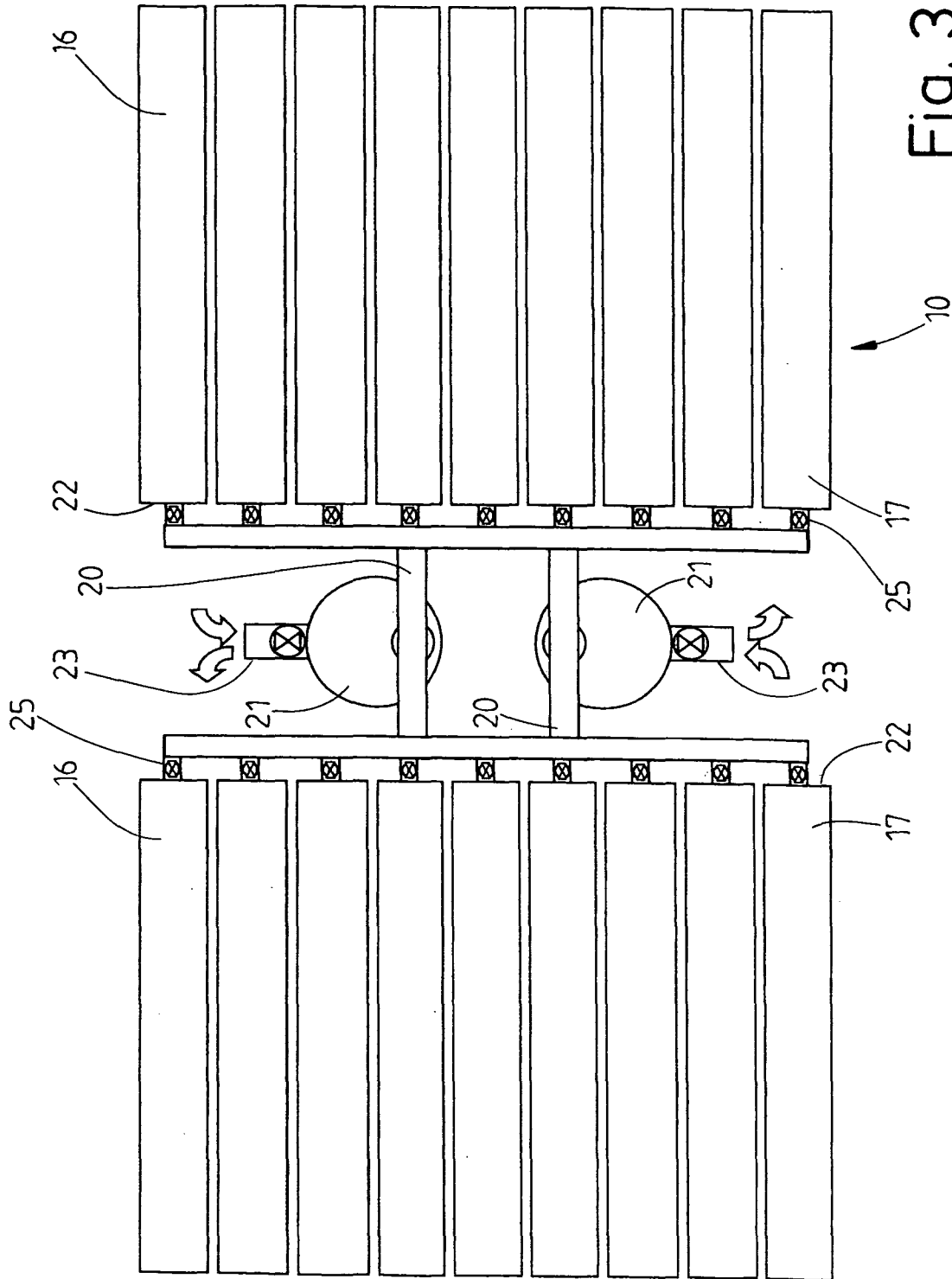


Fig. 3

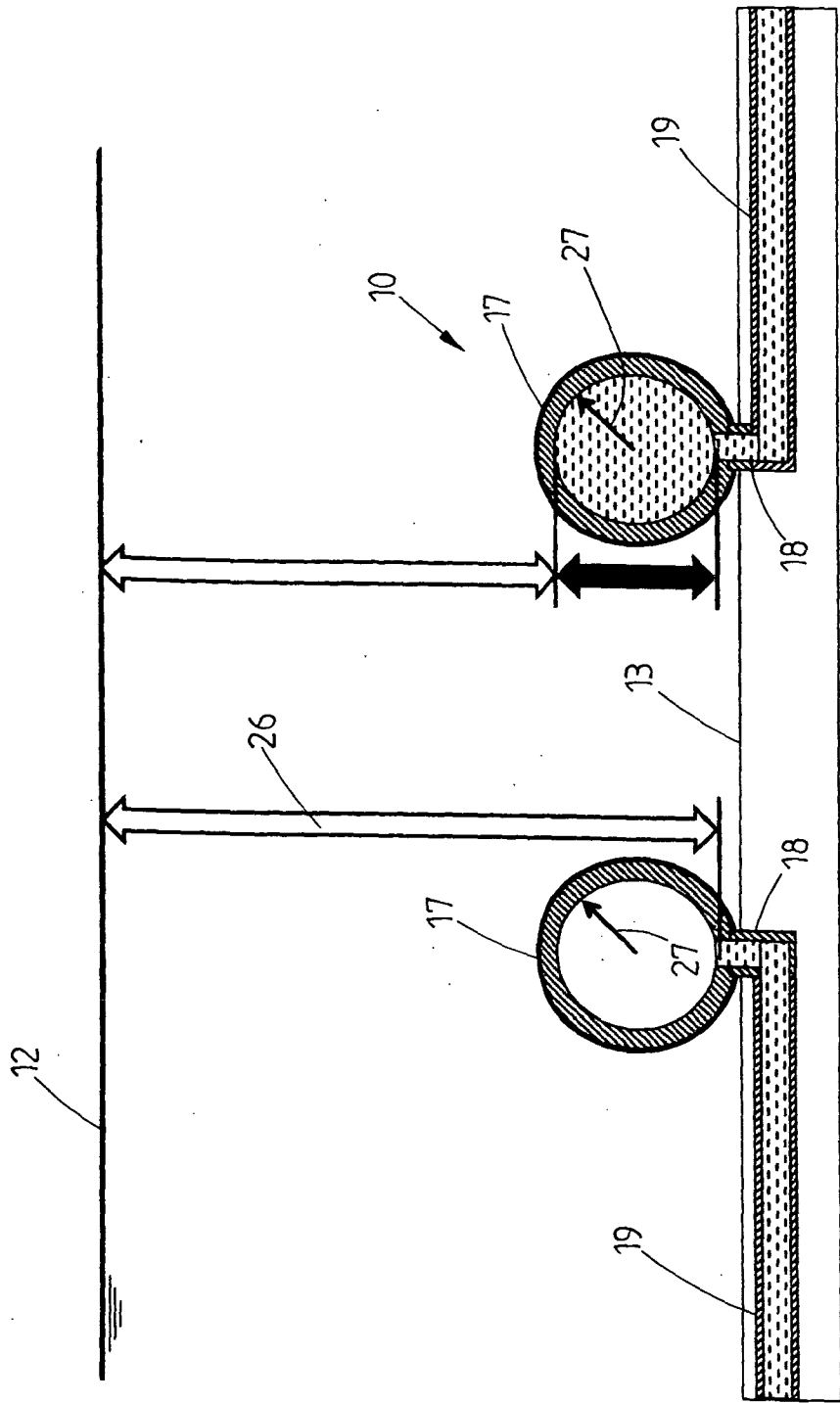


Fig. 4

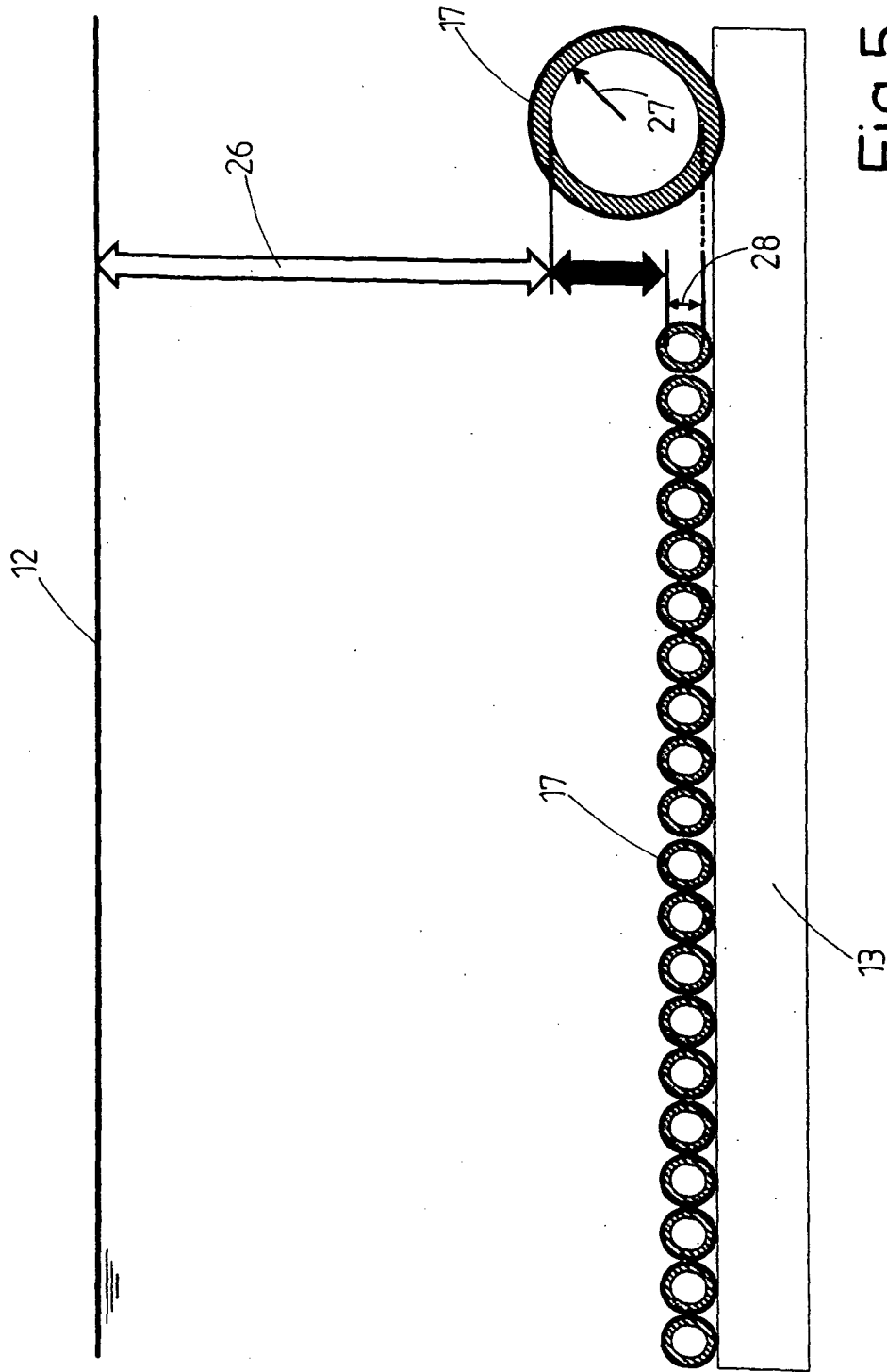


Fig.5

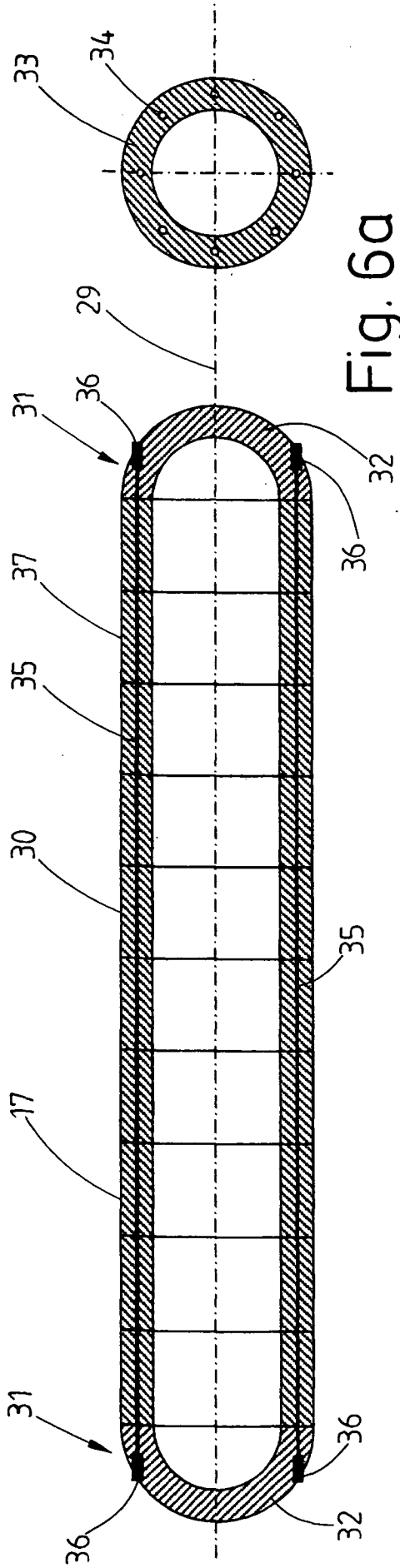


Fig. 6a

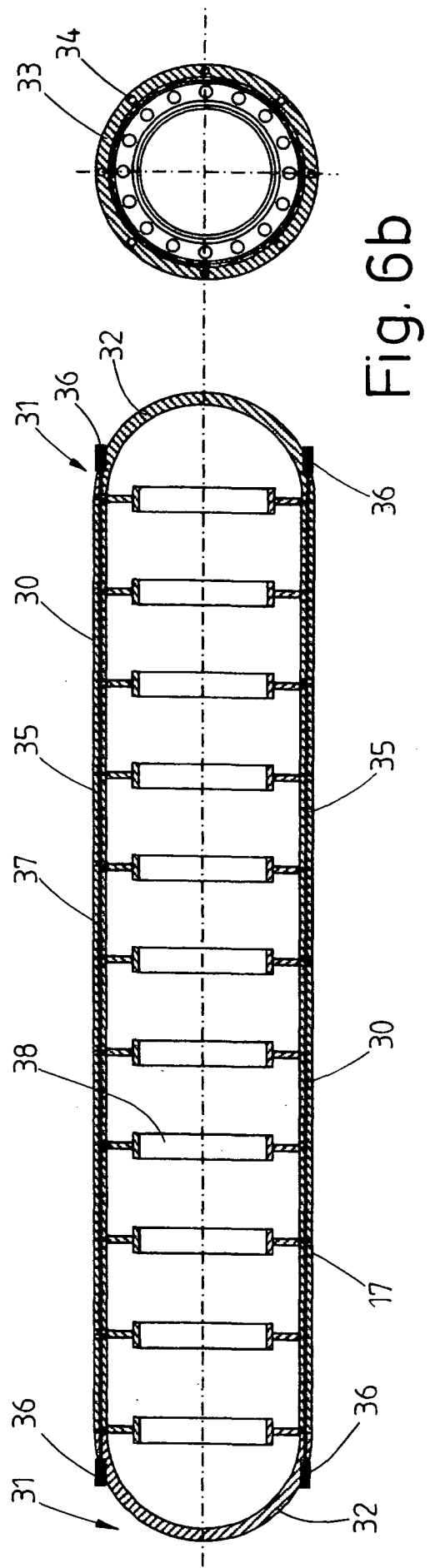


Fig. 6b

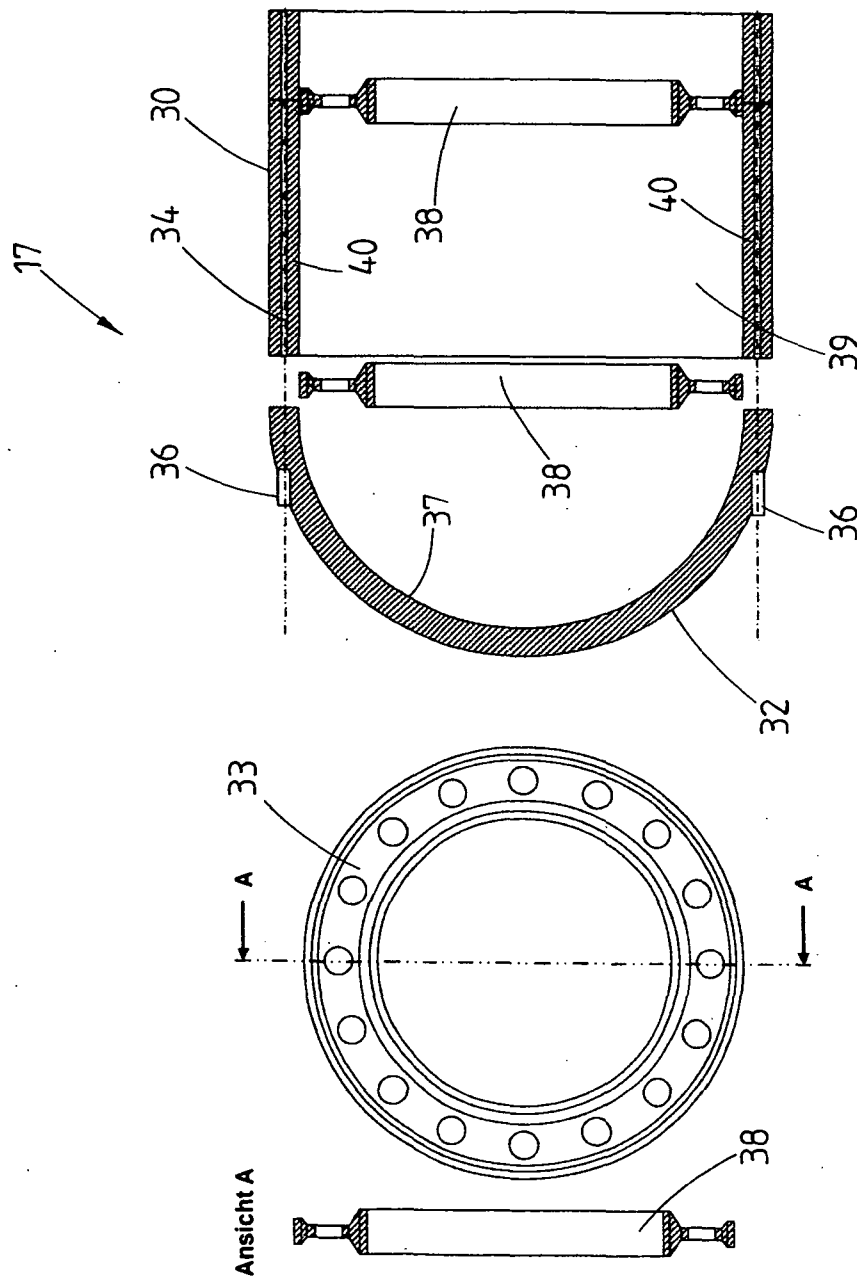


Fig. 7

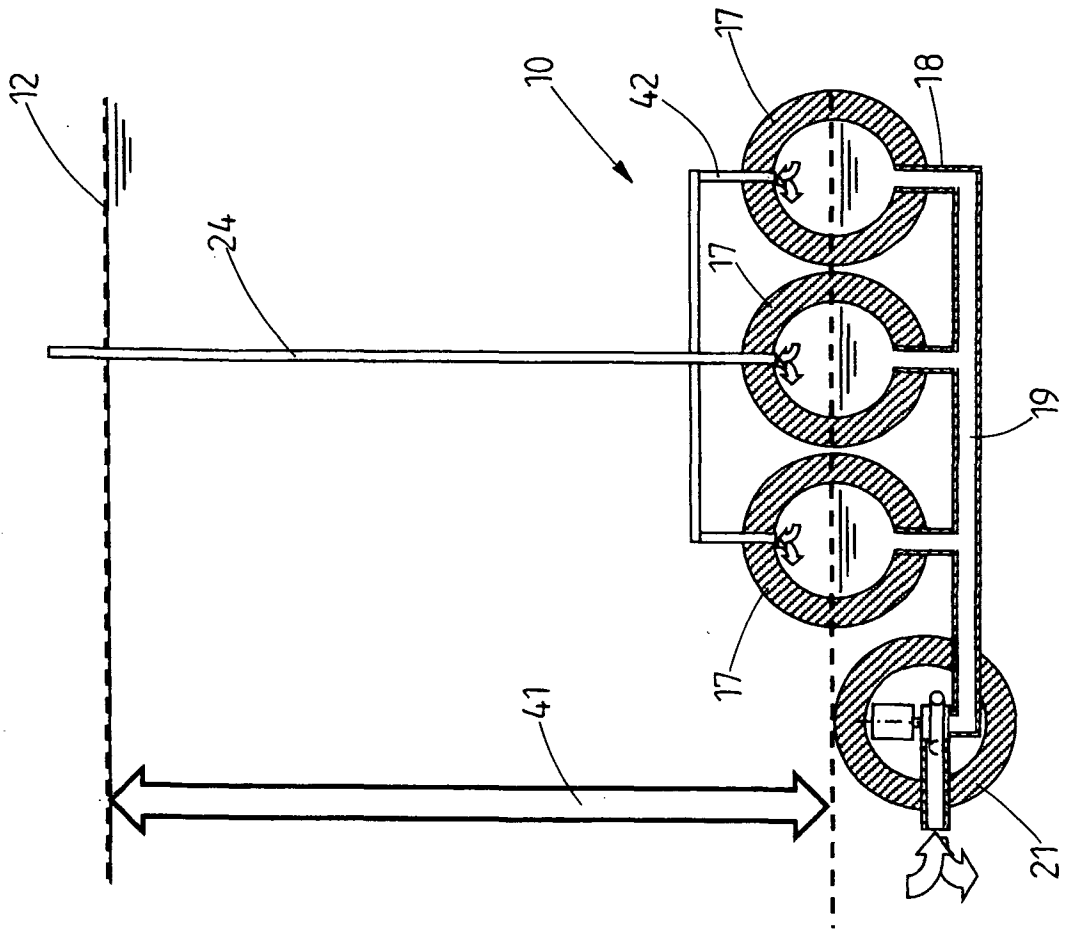


Fig. 8

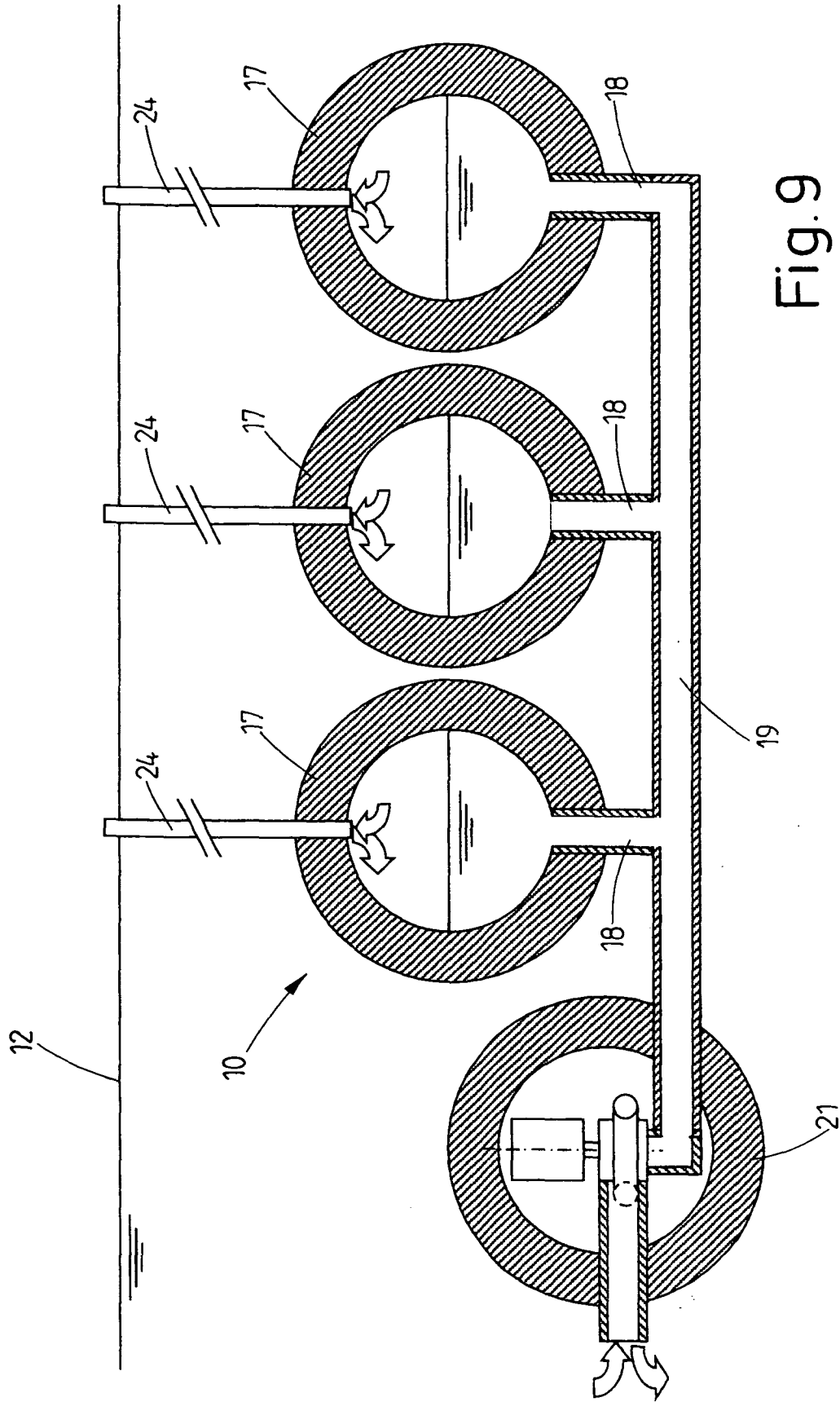


Fig. 9

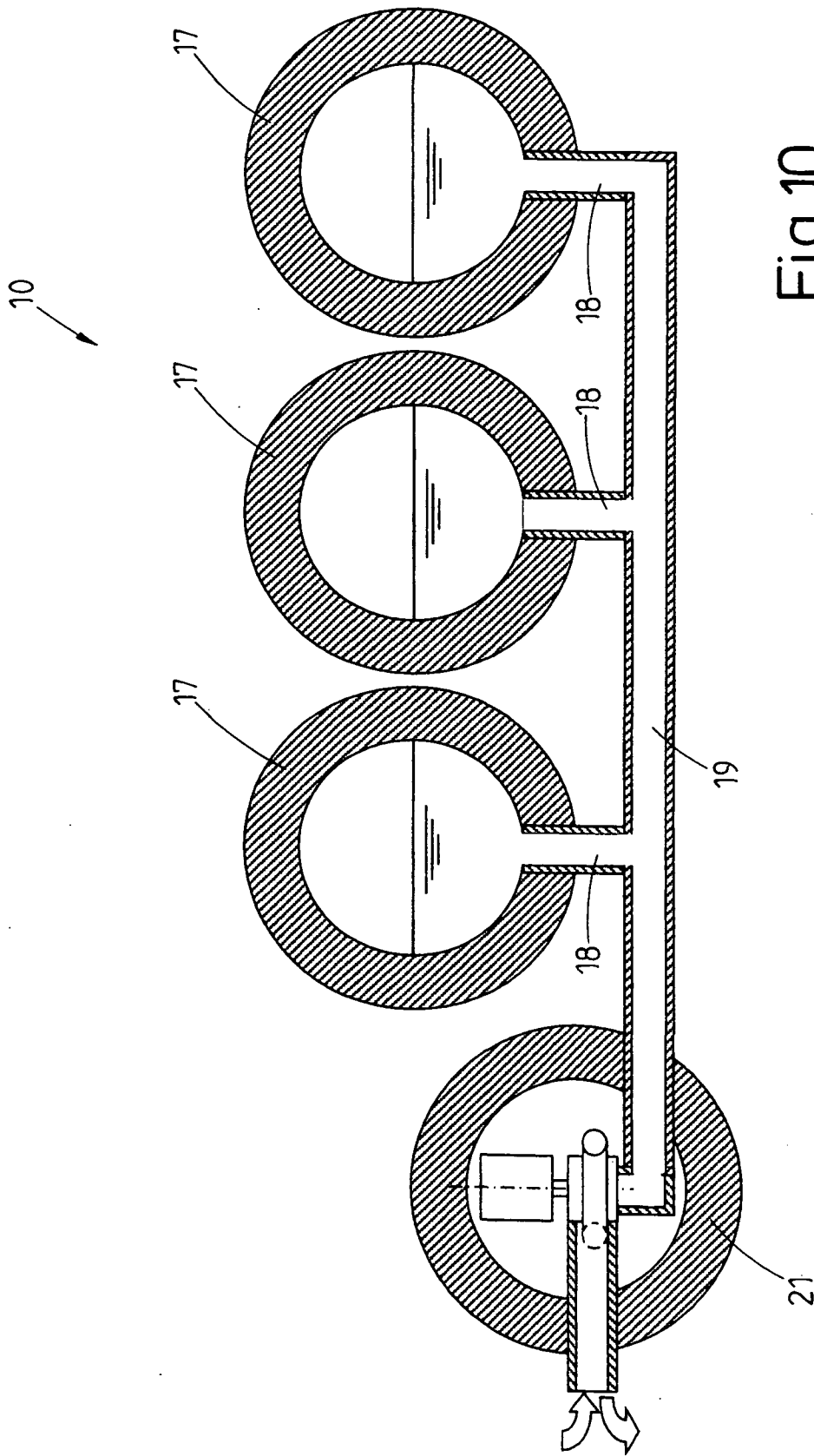


Fig.10

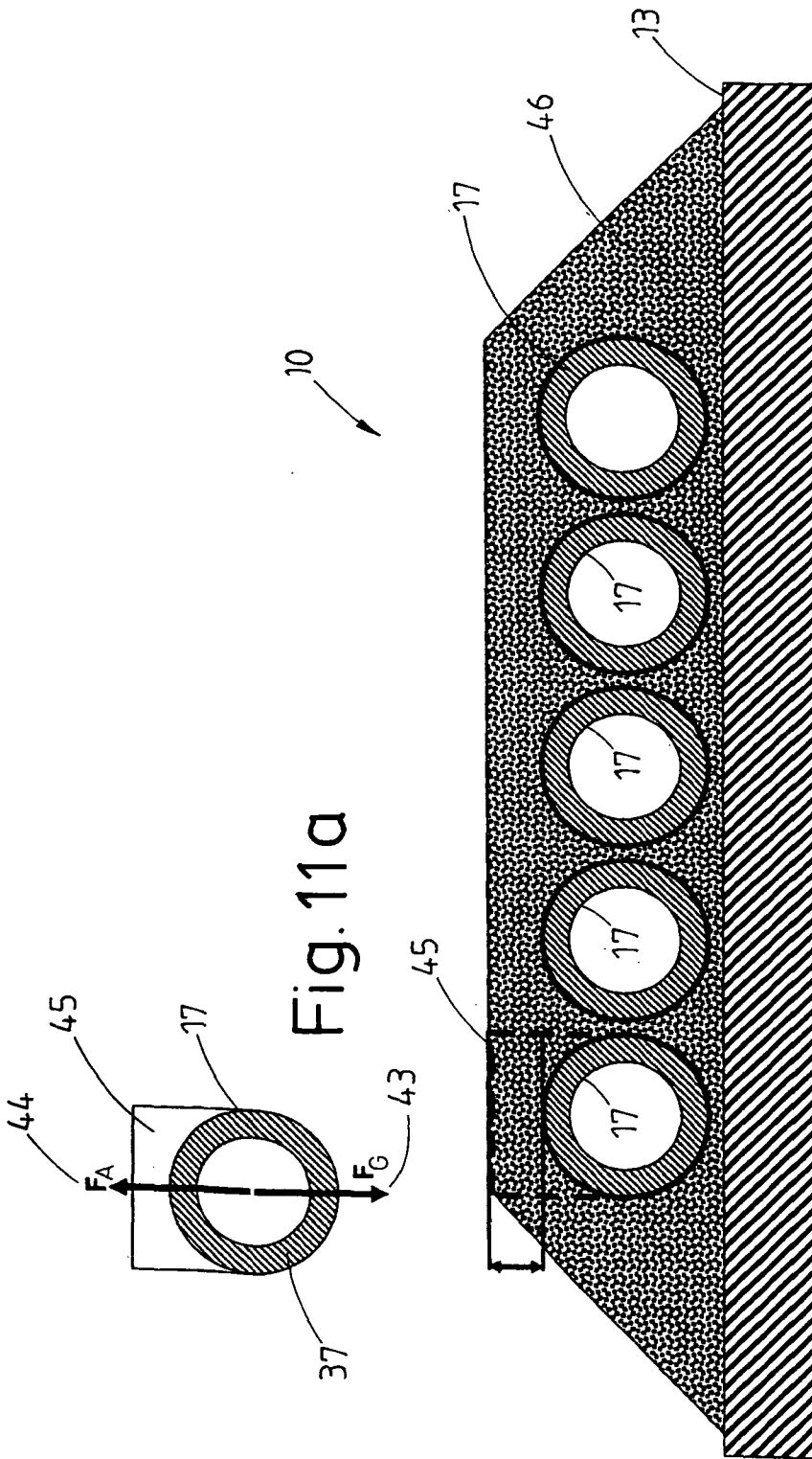


Fig.11

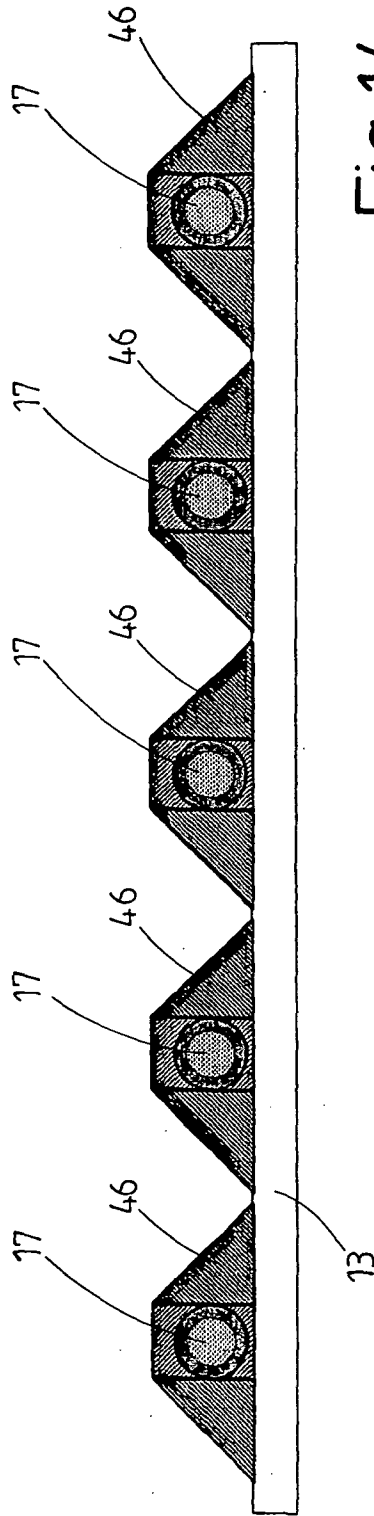


Fig.14

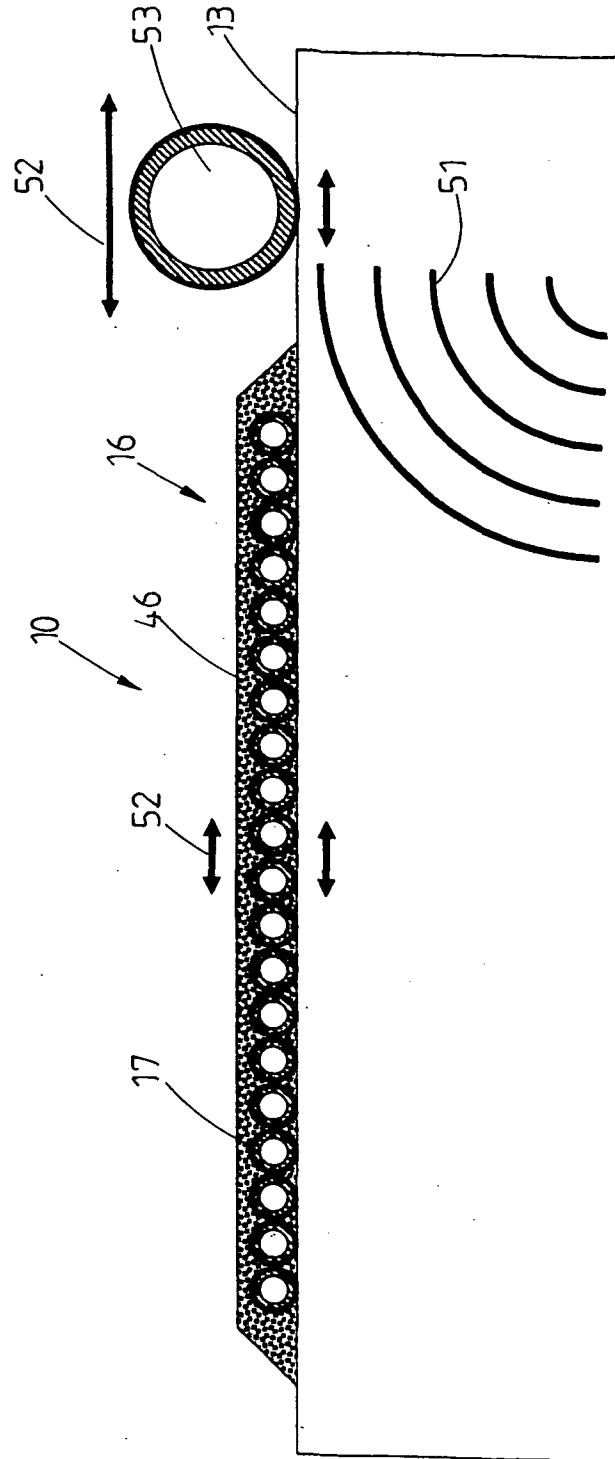


Fig.15

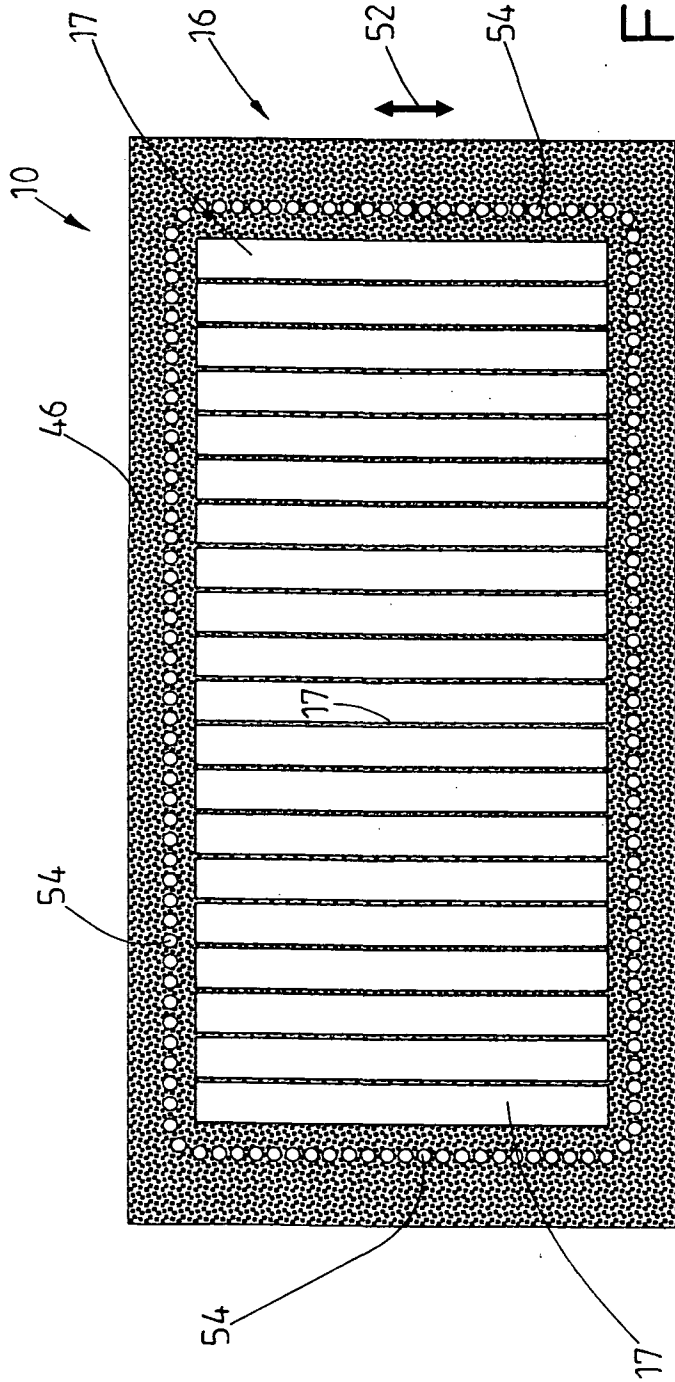


Fig. 16

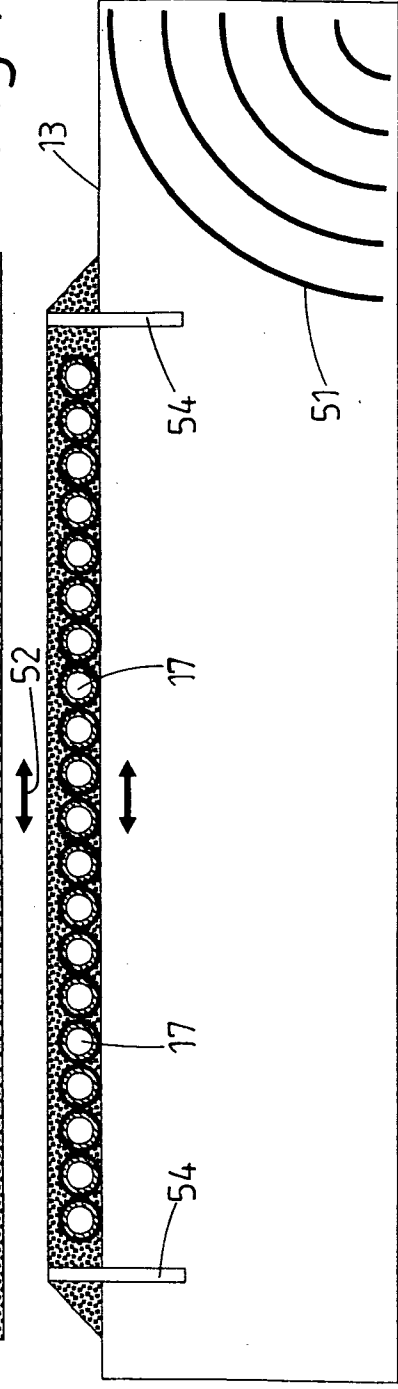


Fig. 17

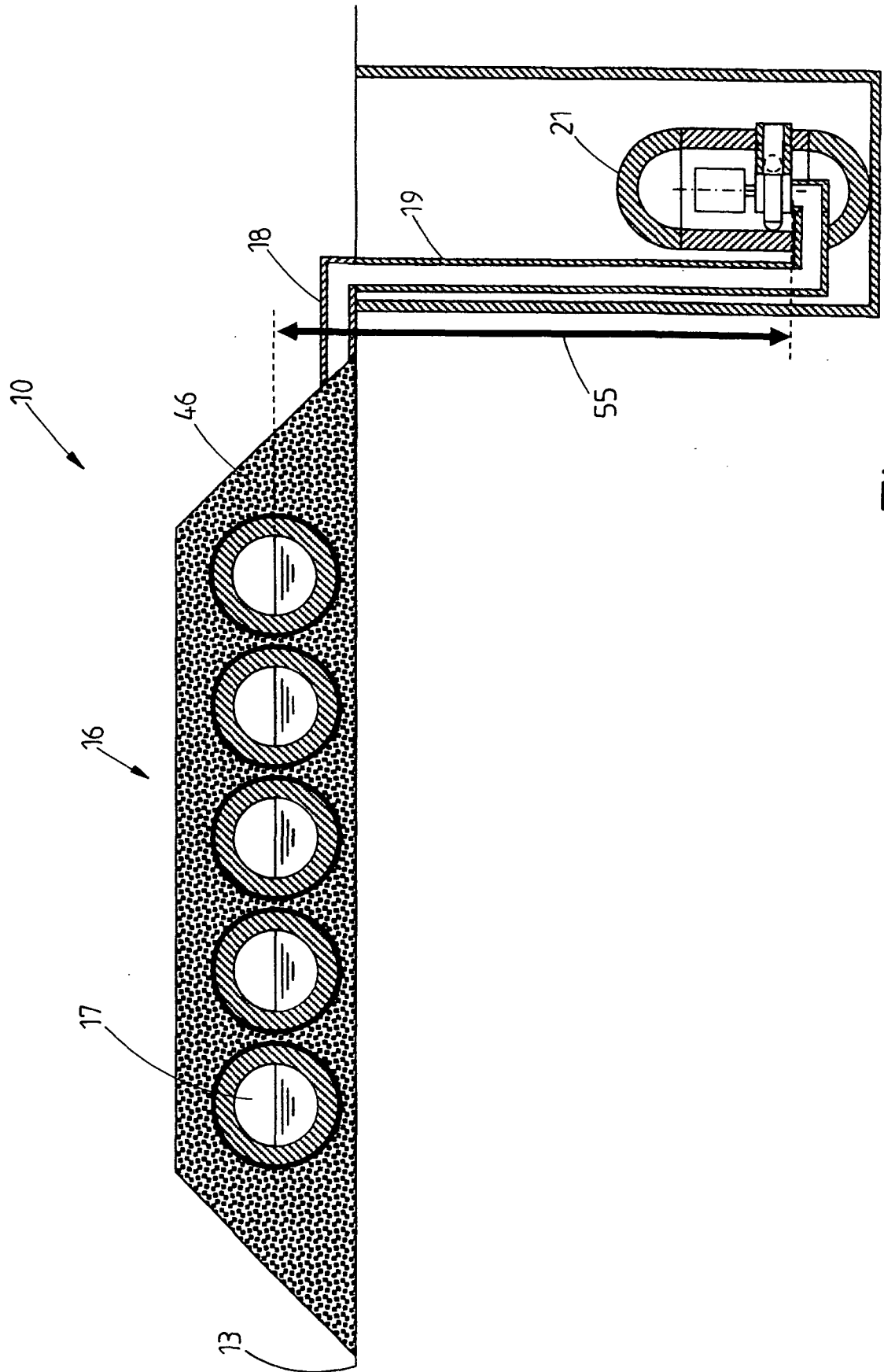


Fig.18

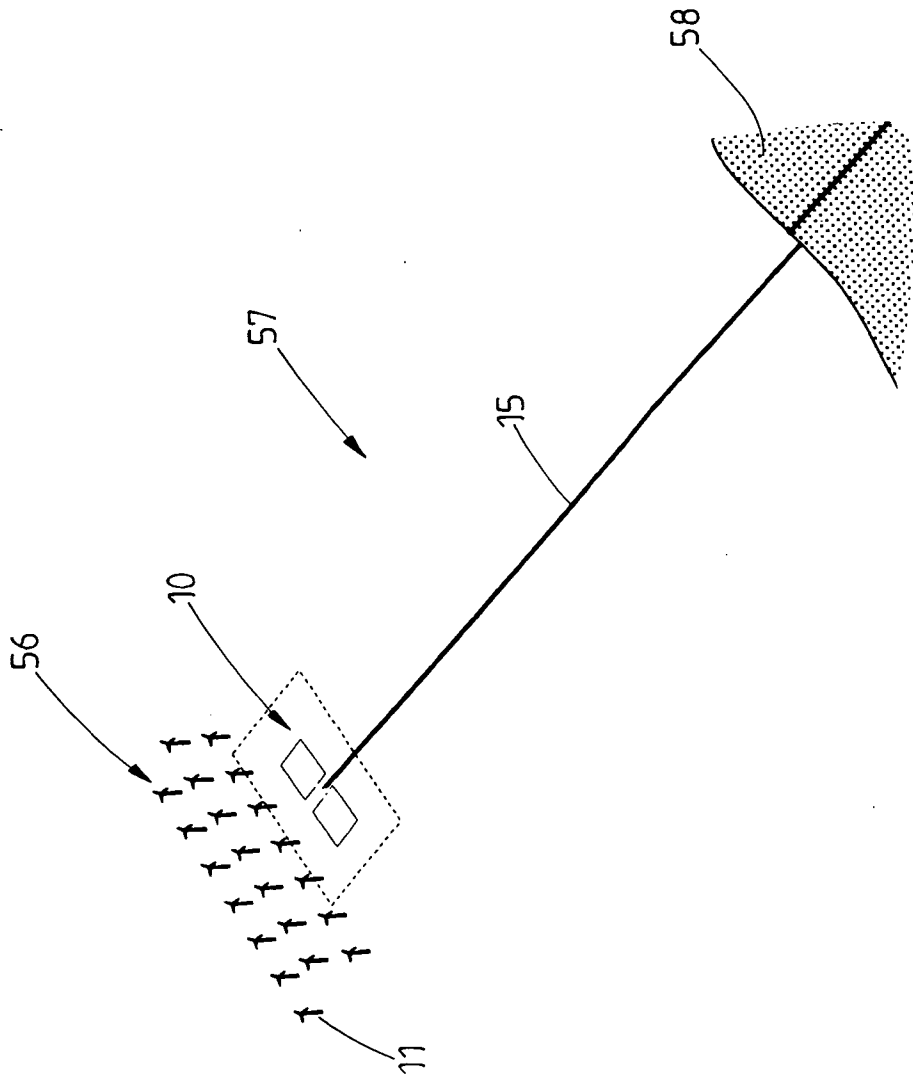


Fig. 19

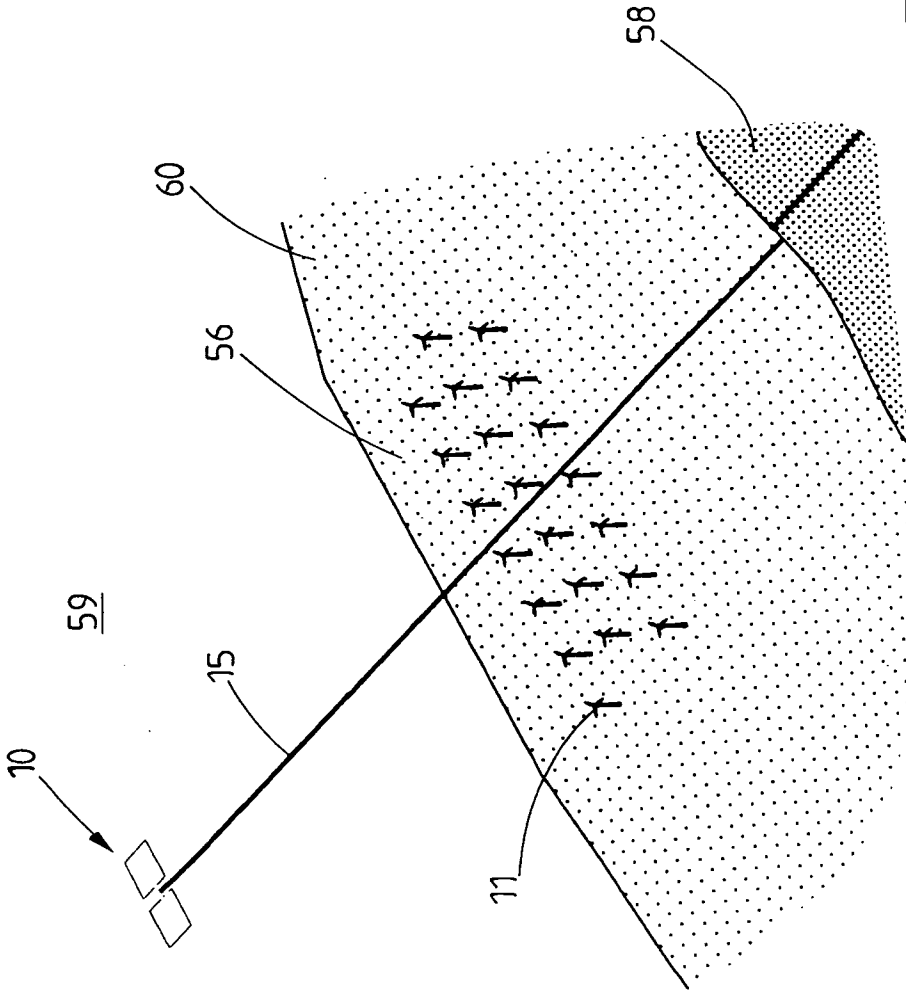


Fig. 20

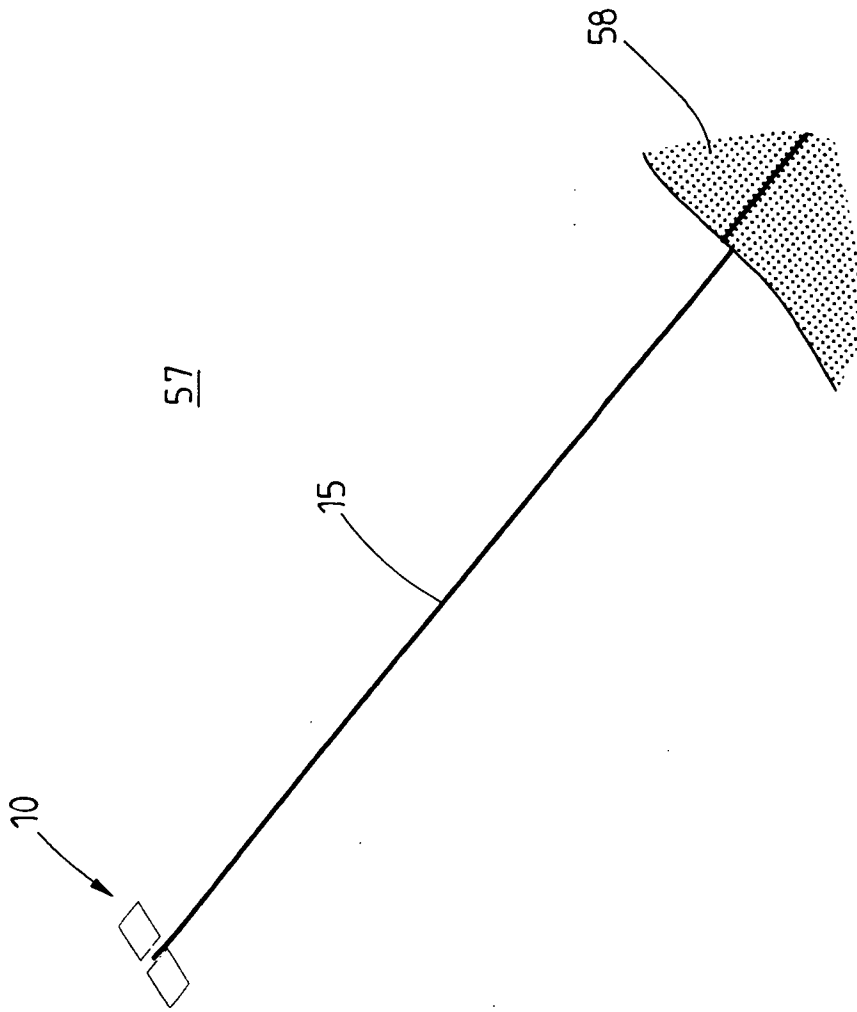


Fig. 21

Fig. 22

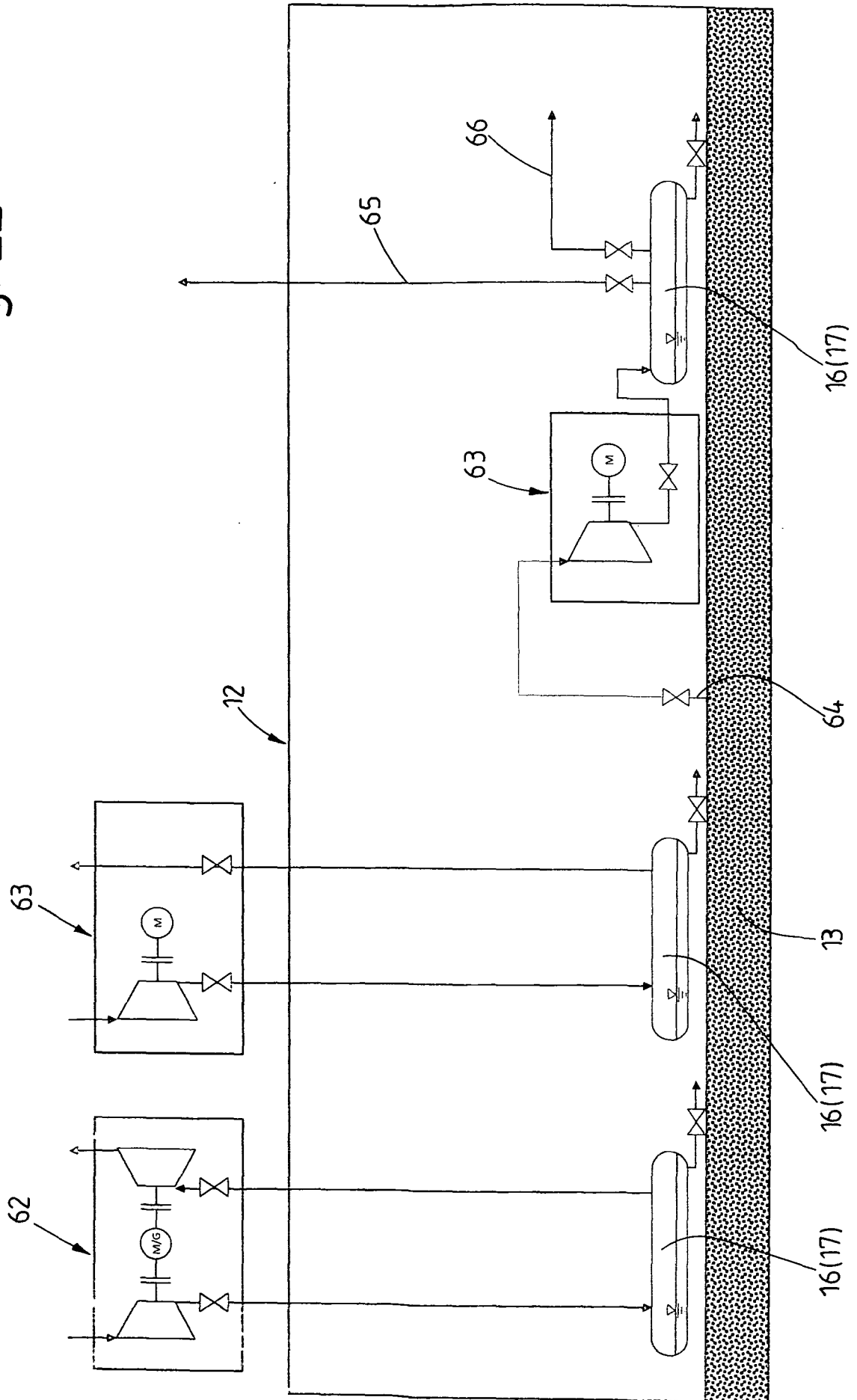


Fig. 23

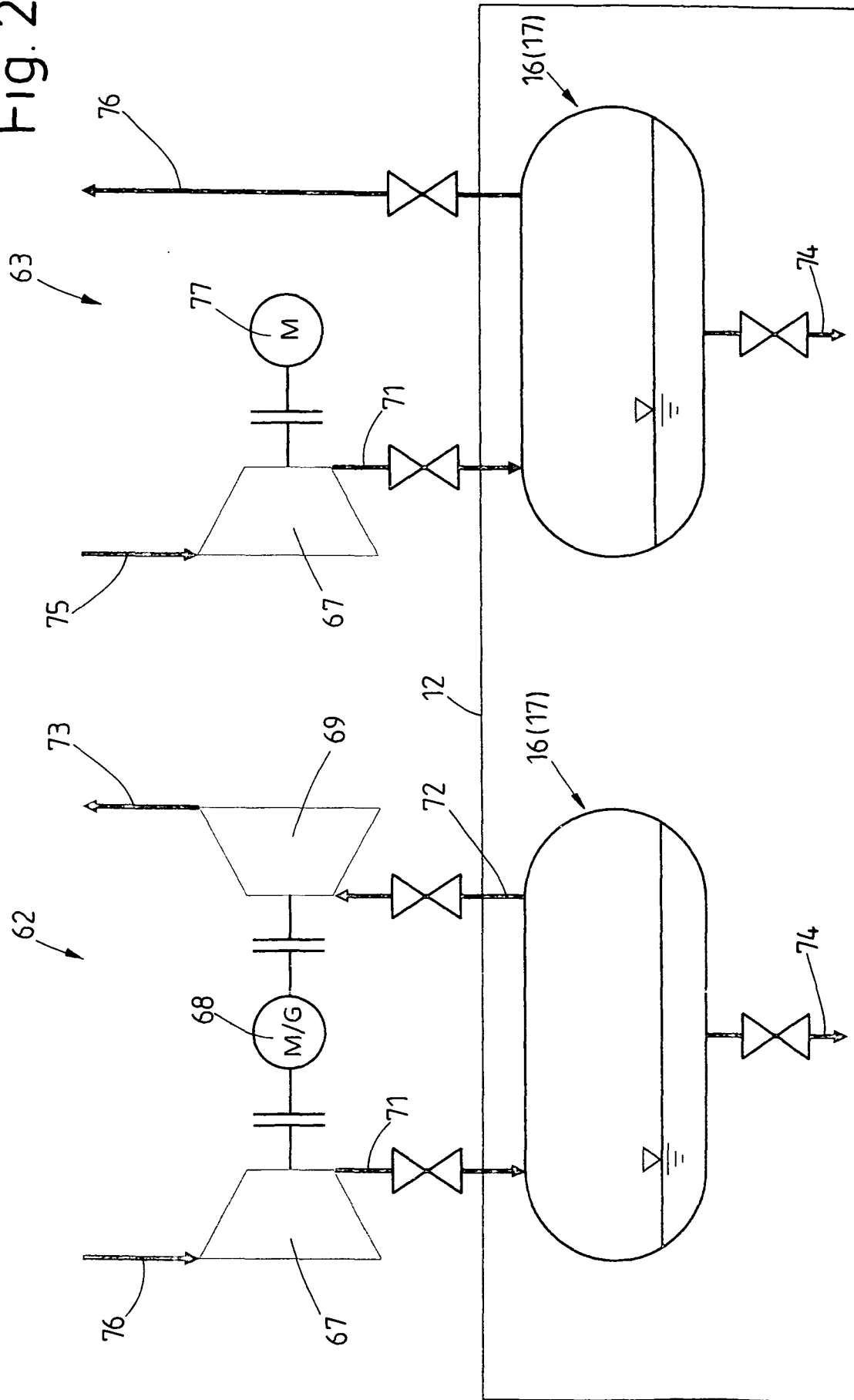
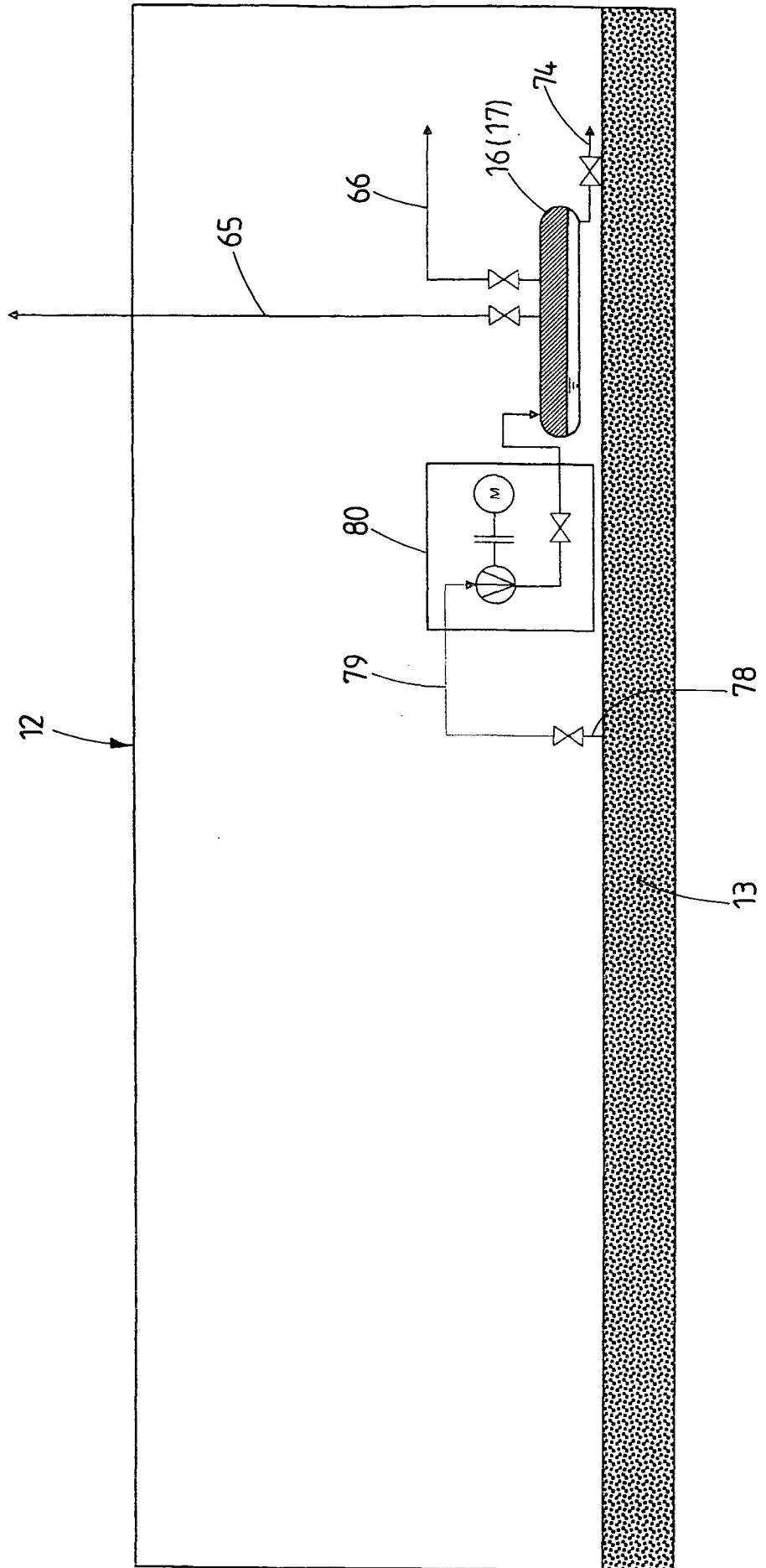


Fig. 24



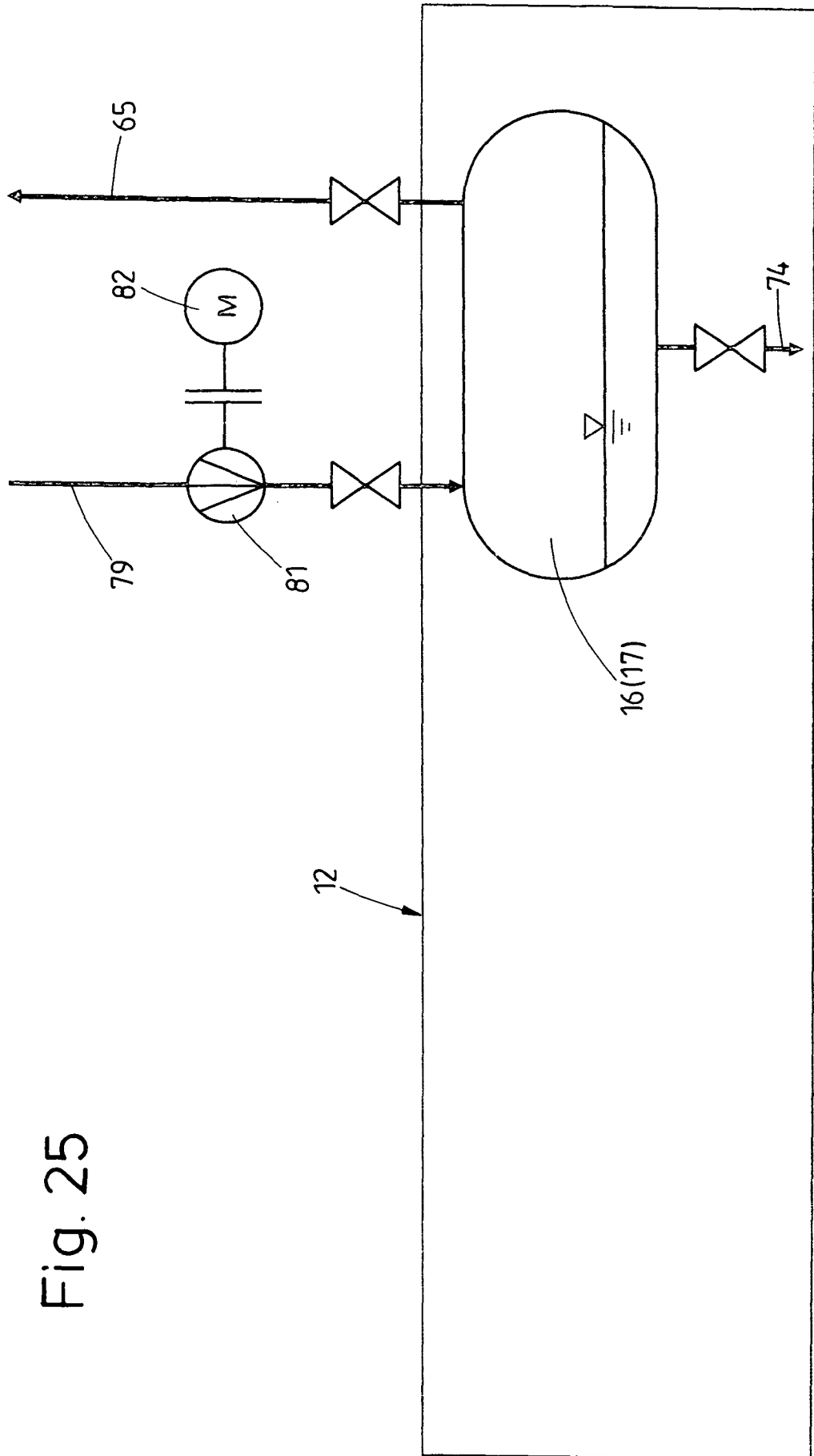


Fig. 25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/000354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F03D9/00 F03D9/02 F03B13/06
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F03D F03B F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/111861 A1 (PARKER V MARTIN [CA]) 17 September 2009 (2009-09-17) figure 4 paragraphs [0005], [0011], [0023]	1-3,5,6, 8,12-15
X	US 4 211 077 A (CASSIDY JOSEPH C [US]) 8 July 1980 (1980-07-08) figures column 4, line 22 - column 6, line 36	1-15
X	CA 2 467 287 A1 (KUBB EDWARD MATT [CA]) 14 November 2005 (2005-11-14) figures 3-13 page 13 - page 17	1,3-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 16 April 2013	Date of mailing of the international search report 24/04/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Altmann, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/000354

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H03 294662 A (TOKYO ELECTRIC POWER CO; MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 25 December 1991 (1991-12-25) the whole document figure 2	1-15
X,P	----- WO 2012/119758 A2 (ROENTDEK HANDELS GMBH [DE]; SCHMIDT-BOECKING HORST [DE]; LUTHER GERHAR) 13 September 2012 (2012-09-13) figures page 9, line 10 - page 12, line 33 -----	1,2,5,6, 8,13,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/000354

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009111861	A1	17-09-2009	NONE

US 4211077	A	08-07-1980	NONE

CA 2467287	A1	14-11-2005	NONE

JP H03294662	A	25-12-1991	JP 3084039 B2 04-09-2000
			JP H03294662 A 25-12-1991

WO 2012119758	A2	13-09-2012	DE 102011013329 A1 13-09-2012
			WO 2012119758 A2 13-09-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F03D9/00 F03D9/02 F03B13/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F03D F03B F02C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/111861 A1 (PARKER V MARTIN [CA]) 17. September 2009 (2009-09-17) Abbildung 4 Absätze [0005], [0011], [0023] -----	1-3,5,6, 8,12-15
X	US 4 211 077 A (CASSIDY JOSEPH C [US]) 8. Juli 1980 (1980-07-08) Abbildungen Spalte 4, Zeile 22 - Spalte 6, Zeile 36 -----	1-15
X	CA 2 467 287 A1 (KUBB EDWARD MATT [CA]) 14. November 2005 (2005-11-14) Abbildungen 3-13 Seite 13 - Seite 17 -----	1,3-15
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
16. April 2013	24/04/2013	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Altmann, Thomas	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H03 294662 A (TOKYO ELECTRIC POWER CO; MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 25. Dezember 1991 (1991-12-25) das ganze Dokument Abbildung 2	1-15
X,P	----- WO 2012/119758 A2 (ROENTDEK HANDELS GMBH [DE]; SCHMIDT-BOECKING HORST [DE]; LUTHER GERHAR) 13. September 2012 (2012-09-13) Abbildungen Seite 9, Zeile 10 - Seite 12, Zeile 33 -----	1,2,5,6, 8,13,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/000354

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009111861	A1	17-09-2009	KEINE
US 4211077	A	08-07-1980	KEINE
CA 2467287	A1	14-11-2005	KEINE
JP H03294662	A	25-12-1991	JP 3084039 B2 04-09-2000 JP H03294662 A 25-12-1991
WO 2012119758	A2	13-09-2012	DE 102011013329 A1 13-09-2012 WO 2012119758 A2 13-09-2012