

(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
12. Oktober 2017 (12.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/174082 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F03B 17/00 (2006.01) F15B 1/04 (2006.01)
F03G 3/00 (2006.01) F03B 13/06 (2006.01)
H02J 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/200030

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2017 (03.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 205 857.6 7. April 2016 (07.04.2016) DE

(71) Anmelder: DELTA ENERGY GMBH & CO. KG 1
[DE/DE]; Sofienstraße 27, 69115 Heidelberg (DE).

(72) Erfinder: PONGRATZ, Stefan; Eisvogelweg 6, 84130
Dingolfing (DE).

(74) Anwalt: ULLRICH & NAUMANN; Schneidmühlstraße
21, 69115 Heidelberg (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, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST,
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: CYLINDER-PISTON ARRANGEMENT FOR A DEVICE FOR STORING ENERGY, AND DEVICE FOR STORING ENERGY

(54) Bezeichnung : ZYLINDER-KOLBEN-ANORDNUNG FÜR EINE VORRICHTUNG ZUM SPEICHERN VON ENERGIE SOWIE EINE VORRICHTUNG ZUM SPEICHERN VON ENERGIE

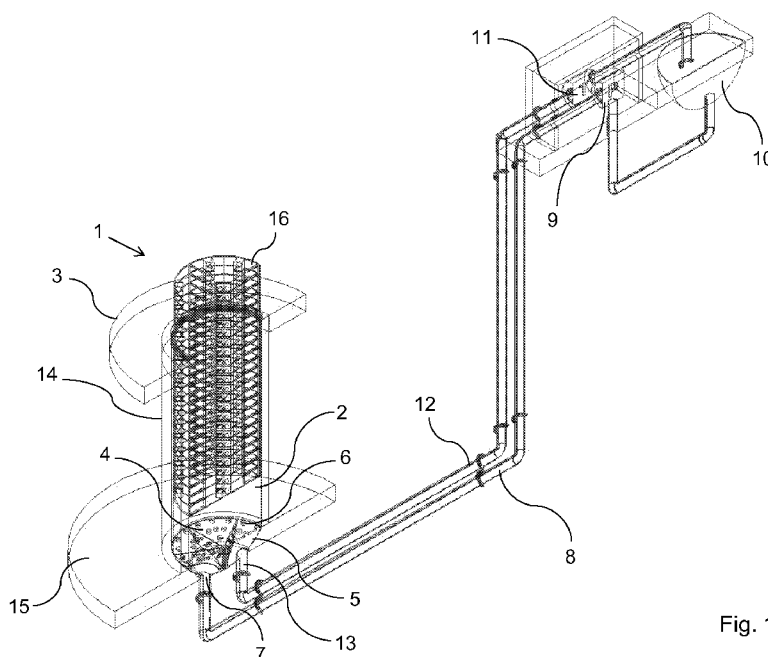


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a cylinder-piston arrangement for a device for storing energy, comprising a substantially vertical cylinder (2) and a piston (1) constituting a mass to be lifted, a receiving region (5) for a liquid being formed beneath a cylinder base (4), and said cylinder base (4) having a plurality of openings (6) such that liquid can be conducted from the receiving region (5) into the cylinder (2) beneath the piston (1) in order to increase the potential energy of the piston mass by raising the piston (1). The invention also relates to a corresponding device for storing energy.

(57) Zusammenfassung: Eine Zylinder-Kolben-Anordnung für eine Vorrichtung zum Speichern von Energie, mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Zylinder (2) und einem eine zu hebende Masse darstellenden Kolben (1), wobei unterhalb eines Zylinderbodens (4) ein Aufnahmebereich (5) für eine Flüssigkeit ausgebildet ist und wobei der Zylinderboden (4) mehrere Durchgänge (6) aufweist, so dass Flüssigkeit von dem Aufnahmebereich (5) in den Zylinder

(2) unterhalb des Kolbens (1) förderbar ist, um die potentielle Energie der Kolbenmasse durch ein Anheben des Kolbens (1) zu erhöhen. Des Weiteren ist eine entsprechende Vorrichtung zum Speichern von Energie angegeben.

ZYLINDER-KOLBEN-ANORDNUNG FÜR EINE VORRICHTUNG ZUM SPEICHERN VON ENERGIE SOWIE EINE VORRICHTUNG ZUM SPEICHERN VON ENERGIE

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zylinder-Kolben-Anordnung für eine Vorrichtung zum Speichern von Energie sowie eine solche Vorrichtung.

10

Aus der Praxis sind sogenannte Pumpspeicherkraftwerke seit Jahren bekannt. Diese dienen zur Zwischenspeicherung von elektrischer Energie, bspw. wenn aufgrund einer zu geringen Nachfrage ein Überangebot an elektrischer Leistung im Stromnetz besteht. Die durch das Pumpspeicherkraftwerk gespeicherte Energie kann in Zeiten erhöhter Nachfrage in das Stromnetz zurück gespeist werden, um somit Nachfragespitzen abzufangen.

15

20

Die Funktion eines Pumpspeicherkraftwerks beruht auf der Umwandlung von elektrischer Energie in potentielle Energie von Wasser, indem das Wasser von einem Tiefbecken in ein höher liegendes Speicherbecken herauf gepumpt und somit die potentielle Energie des Wassers erhöht wird. Zur Umwandlung der potentiellen Energie des Wassers in elektrische Energie wird das Wasser von dem Speicherbecken in das tiefer gelegene Tiefbecken abgelassen und treibt dabei eine Turbine an, mittels welcher elektrische Leistung erzeugbar ist. Der Wirkungsgrad eines Pumpspeicherkraftwerks liegt bei ca. 75% bis 80%.

25

30

Bei den bekannten Vorrichtungen zur Speicherung von Energie ist problematisch, dass diese mit einem erheblichen Eingriff in die Umwelt einhergehen. Dies liegt insbesondere daran, dass eine große Menge Wasser zur Speicherung von ausreichend potentieller Energie notwendig ist, so dass die hierzu benötigten Speicherbecken entsprechend groß dimensioniert sein müssen. Auch sind die Speicherbecken in der Regel betonierte, so dass die Ausbildung eines natürlichen Bewuchses und somit eines Biotops nicht möglich ist. Des Weiteren ist problematisch, dass Pumpspeicherkraftwerke nur in Gebieten errichtet werden können, welche die benötigte Topologie, nämlich ein entsprechendes Gefälle zwischen Tiefbecken und Speicherbecken aufweisen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung anzugeben, bei der mit konstruktiv einfachen Mitteln die potentielle Energie einer Masse veränderbar ist. Des Weiteren soll eine entsprechende Vorrichtung zum Speichern von Energie angegeben werden.

5

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Damit ist eine Zylinder-Kolben-Anordnung für eine Vorrichtung zum Speichern von Energie, mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Zylinder und einem eine zu hebende Masse darstellenden Kolben, angegeben, wobei unterhalb eines Zylinderbodens ein Aufnahmebereich für eine Flüssigkeit ausgebildet ist und wobei der Zylinderboden mehrere Durchgänge aufweist, so dass Flüssigkeit von dem Aufnahmebereich in den Zylinder unterhalb des Kolbens förderbar ist, um die potentielle Energie der Kolbenmasse durch ein Anheben des Kolben zu erhöhen.

15

In erfindungsgemäßer Weise ist dabei erkannt worden, dass die zugrundeliegende Aufgabe durch eine geschickte Ausgestaltung einer Zylinder-Kolben-Anordnung in überraschend einfacher Weise gelöst werden kann. Dazu ist ein vorzugsweise vertikal angeordneter Zylinder vorgesehen, in dem ein Kolben angeordnet ist, der die zu hebende Masse darstellt. Unterhalb des Zylinderbodens ist ein Aufnahmebereich für Flüssigkeit vorgesehen. Die Flüssigkeit ist von dem Aufnahmebereich über die in dem Zylinderboden angeordnete Durchgänge in den Zylinder unterhalb des Kolbens förderbar, um den Kolben zur Erhöhung der potentiellen Energie anzuheben. Aufgrund der Durchgänge in dem Zylinderboden ist mit konstruktiv einfachen Mitteln ein Strömungspfad definiert, der gewährleistet, dass eine ausreichende Menge von Flüssigkeit in einem definierten Zeitraum und unter einem definierten Druck in den Zylinder einbringbar ist.

30

Insbesondere ist denkbar, dass der Kolben in seiner Grundposition auf dem Zylinderboden aufliegt. Dabei bieten die Durchgänge der Flüssigkeit eine große Fläche, um auf den Kolben einzuwirken, so dass ein relativ geringer Druck ausreicht, um den Kolben aus der Grundposition heraus anzuheben. Somit werden Druckspitzen, welche beim Anheben des Kolbens bei einer solchen Grundposition auftreten, effektiv vermindert.

In vorteilhafter Weise kann 60% bis 80%, insbesondere 65% bis 75%, vorzugsweise 70%, der Fläche des Zylinderbodens mit Durchgängen versehen sein. Dadurch ist ein optimaler Strömungspfad für die Flüssigkeit definiert.

- 5 In weiter vorteilhafte Weise kann der Aufnahmebereich schalenförmig, insbesondere als Abschnitt bzw. Kappe eines Ellipsoids oder einer Hohlkugel, ausgebildet sein. Bei einer solchen Ausgestaltung definieren der Aufnahmebereich und der Zylinderboden ein Druckgehäuse, wobei der Zylinderboden als Gehäuse-
10 gedeckel wirkt. Somit ist zunächst der schalenförmige Bereich mit Flüssigkeit befüllbar, wobei die Durchgänge des Zylinderbodens in idealer Weise einen Strömungspfad zwischen dem Aufnahmebereich und dem Zylinder definieren.

- 15 Zur Realisierung einer ausreichend stabilen Konstruktion kann zumindest ein sich von dem Aufnahmebereich zu dem Zylinderboden erstreckendes Stützelement angeordnet sein. Weiterhin ist denkbar, dass mehrere Stützelemente vorgesehen sind. Im Konkreten kann das Stützelement bzw. können die Stützelemente als Stützwand und/oder Stützstrebe realisiert sein.

- 20 Um zu gewährleisten, dass der insbesondere schalenförmig ausgebildete Aufnahmebereich insgesamt mit Flüssigkeit befüllbar ist, kann an dem Stützelement bzw. an den Stützelementen zumindest jeweils ein Durchgang ausgebildet sein. Der Durchgang kann dabei kreisförmig, ellipsenförmig und/oder bogenförmig realisiert sein. Eine bogenförmige Ausgestaltung der Durchgänge hat den Vorteil, dass die Stützelemente äußerst stabil realisiert sind.

- 25 Damit nicht ausschließlich potentielle Energie, sondern auch thermischer Energie speicherbar ist, kann an dem Aufnahmebereich und/oder an dem Zylinderboden eine Heizeinrichtung ausgebildet sein. Bei der Heizeinrichtung kann es sich um einen Wärmetauscher handeln, beispielsweise um eine Leitung, die mit einer erwärmten Flüssigkeit beaufschlagbar ist. Des Weiteren ist denkbar, dass die Heiz-
30 einrichtung als Heizwendel ausgestaltet ist.

Zur Vereinfachung der Wartungsarbeiten kann an dem Aufnahmebereich und/oder an dem Zylinderboden eine verschließbare Revisionsöffnung ausgebildet sein. Die Revisionsöffnung kann beispielsweise als Mannloch realisiert sein.

- 5 In vorteilhafter Weise sind der Aufnahmebereich und der Zylinderboden aus Metall oder einer Metalllegierung, beispielsweise aus Stahl, hergestellt. Dadurch ist die Vorrichtung einfach zu fertigen und weist eine hohe Stabilität auf. Auch können der Aufnahmebereich und der Zylinderboden einteilig ausgebildet sein.
- 10 Des Weiteren ist denkbar, dass an dem Aufnahmebereich ein einzelner Zu-/Ablauf für Flüssigkeit vorgesehen ist. Alternativ können ein separater Zulauf und ein separater Ablauf vorgesehen sein, so dass eine entsprechend realisierte Anordnung nach dem Prinzip des hydraulischen Kurzschlusses betreibbar ist.
- 15 Erfindungsgemäß wird die zugrundeliegende Aufgabe des Weiteren durch die Merkmale des nebengeordneten Anspruches 11 gelöst. Danach umfasst eine Vorrichtung zum Speichern von Energie eine Zylinder-Kolben-Einheit nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei von einer Pumpeinrichtung Flüssigkeit in den Aufnahmebereich förderbar ist, um die potentielle Energie der Kolbenmasse durch
- 20 Anheben des Kolbens zu erhöhen, wobei eine Wandlereinrichtung angeordnet ist und wobei der Wandlereinrichtung bei einem Absenken des Kolbens die im Zylinder befindliche Flüssigkeit zuführbar ist, um zumindest einen Teil der potentiellen Energie der Kolbenmasse in elektrische Energie umzuwandeln.
- 25 Dabei kann die Zylinder-Kolben-Anordnung voranstehend beschriebenen Merkmale und Vorteile aufweisen.

- In erfindungsgemäßer Weise ist zunächst erkannt worden, dass die zugrundeliegende Aufgabe durch die geschickte Ausgestaltung einer vorzugsweise vertikal angeordneten Zylinder-Kolben-Anordnung in verblüffend einfacher Weise gelöst werden kann. Dabei ist von einer Pumpeinrichtung eine Flüssigkeit – bspw. Wasser oder ein Öl – unterhalb des Kolbens in den Zylinder einbringbar, wobei der Kolben die zu hebende Masse darstellt. Durch das Anheben des Kolbens erhöht sich die potentielle Energie der Kolbenmasse, was zur Energiespeicherung ge-
- 30

nutzt wird. Folglich wird in raffinierter Weise die Kolbenmasse genutzt, um die elektrische Energie als potentielle Energie zu speichern. In weiter erfindungsgemäßer Weise ist dabei erkannt worden, dass die gesamte Vorrichtung extrem klein baut, wenn der Kolben aus einem Material mit einer hohen Dichte hergestellt ist, da nämlich die potentielle Energie proportional zu der angehobenen Masse ist, so dass bereits bei einem relativ geringer Höhenunterschied ausreichend potentielle Energie der Kolbenmasse vorliegt. Es ist somit insbesondere möglich, zumindest den Zylinder unterirdisch anzuordnen, um Eingriffe in die Landschaft auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Des Weiteren ist die benötigte Flüssigkeitsmenge gering, so dass das Flüssigkeitsreservoir relativ klein dimensioniert sein kann.

In vorteilhafter Weise besteht der Kolben zumindest teilweise aus einem Abfallstoff bzw. Recyclingstoff. Der Abfallstoff kann dabei mit einem Bindemittel versetzt sein. In idealer Weise kann es sich bei dem Abfallstoff um Schlacke, insbesondere um Stahlschlacke, handeln. Diese kann mit einem Bindemittel versetzt werden und weist sodann eine Dichte von ca. 5000 kg/m^3 auf, was in etwa dem Fünffachen der Dichte von Wasser (ca. 1.000 kg/m^3) entspricht. Neben der hohen Dichte hat die Schlacke den weiteren Vorteil, dass diese als Abfallstoff preiswert ist und somit die gesamte Vorrichtung günstig in der Herstellung ist.

Um die Konstruktion und somit den Aufbau der Vorrichtung möglichst einfach auszugestalten, kann der Kolben mehrere übereinander angeordnete Segmente aufweisen. Die Segmente können scheibenförmig, insbesondere rund, viereckig, fünfeckig, sechseckig etc., ausgebildet sein. Beispielsweise können die Segmente auch die Form eines Kreisausschnittes, insbesondere eines Halbkreises, aufweisen. In vorteilhafter Weise sind die Segmente voneinander abnehmbar. Dabei ist denkbar, dass die Segmente miteinander korrespondierende Ausnehmungen und Erhebungen aufweisen, so dass die Segmente definiert und sicher aufeinander stapelbar sind. Im Konkreten können die Segmente einen Radius von 5 m bis 25 m, vorzugsweise von 10 m, und/oder jeweils ein Gewicht von 40 t bis 60 t, vorzugsweise von 50 t, aufweisen. Durch die segmentierte Ausgestaltung der Kolbenmasse kann die Vorrichtung mit relativ geringem Aufwand errichtet und gewartet werden.

Um die Handhabung der Segmente zu vereinfachen, können Kopplungsmittel für eine Abhebeeinrichtung – bspw. für einen Kran – ausgebildet sein. Die Kopplungsmittel können insbesondere als mit einem Zapfen versehene kugelförmige Elemente realisiert sein. In vorteilhafter Weise sind an einem Segment mehrere
5 Kopplungsmittel vorgesehen, bspw. mittig sowie in Umfangsrichtung in gleichen Abständen versetzt zueinander im Randbereich der Segmente.

In besonders vorteilhafter Weise können die Segmente in einer Aufnahmeeinrichtung angeordnet sein. Die Aufnahmeeinrichtung kann aus Metall oder einer
10 Metalllegierung, insbesondere aus Stahl, hergestellt sein und/oder als Hohlzylinder realisiert sein, wobei eine Grundfläche des Hohlzylinders geschlossen ausgebildet sein kann. Weiterhin können in und/oder an der Aufnahmeeinrichtung Führungselemente vorgesehen sein, wobei die Führungselemente in korrespondierende Materialausnehmungen der Segmente eingreifen. Dadurch ist ein
15 Verrutschen der Segmente innerhalb der Aufnahmeeinrichtung in effektiver Weise vermieden.

Des Weiteren ist denkbar, dass zwischen dem Zylinder und der Pumpeinrichtung eine erste Leitung realisiert ist und dass zwischen Zylinder und
20 Wandlereinrichtung eine zweite Leitung angeordnet ist. In bevorzugter Weise können die separaten Leitungen miteinander – mittelbar oder unmittelbar – kommunizieren, so dass die Vorrichtung nach dem Prinzip des hydraulischen Kurzschlusses betreibbar ist. Des Weiteren ist denkbar, dass die Pumpeinrichtung und die Wandlereinrichtung über die gleiche Leitung mit dem Zylinder verbunden
25 sind. Bei den voranstehend genannten Leitungen kann es sich bspw. um Druckrohrleitungen handeln.

Alternativ oder zusätzlich zur Einspeisung von elektrischer Energie über ein Stromnetz kann zumindest eine Anlage zur Energiegewinnung angeordnet sein, um die Pumpeinrichtung mit Energie zu versorgen. Dabei kann es sich insbesondere um ein Blockheizkraftwerk, eine Solarstromanlage und/oder eine Windkraftanlage handeln. Die Anordnung eines Blockheizkraftwerks hat den weiteren
30 Vorteil, dass die Flüssigkeit über die Abwärme des Blockheizkraftwerks erwärmbar ist, so dass neben der potentiellen Energie der Kolbenmasse auch die thermische

Energie der Flüssigkeit als „Energiespeicher“ verwendbar ist. Insbesondere ist denkbar, dass die Flüssigkeit bspw. über einen Wärmetauscher erhitzbar sein kann.

- 5 Eine besonders einfache Realisierung des Zylinders ist möglich, wenn dieser aus Metall oder einer Metalllegierung besteht. Dabei kann es sich in bevorzugter Weise um Stahl handeln. Zur Gewährleistung der benötigten Stabilität der Konstruktion kann der Metallzylinder zumindest teilweise mit Beton ummantelt sein. In idealer Weise kann der Metallzylinder über seine gesamte Länge hinweg mit Beton ummantelt sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Betonummantelung am unteren Ende des Zylinders in eine zumindest nahezu horizontal verlaufende Betonplatte übergehen, insbesondere einteilig mit dieser ausgestaltet sein.

- 15 In weiter vorteilhafter Weise kann ein System aus mehreren erfindungsgemäßen Vorrichtungen realisiert sein. Insbesondere kann ein redundantes Mehrfachsystem realisiert werden, so dass bei einer Wartung oder einem Defekt an einem der Bestandteile einer der Vorrichtungen die übrigen Vorrichtungen den Ausfall kompensieren.

- 20 Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Anspruch 1 nachgeordneten Ansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen

- 30 Fig. 1 in einer schematischen, perspektivischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

- Fig. 2 in einer schematischen, geschnittenen Darstellung einen vergrößerten Ausschnitt des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1,

- Fig. 3 in einer schematischen, geschnittenen Darstellung einen vergrößerten Ausschnitt des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1,
- 5 Fig. 4 in einer schematischen, perspektivischen Darstellung einen Zylinder einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 5 in einer schematischen, perspektivischen Darstellung einen Kolben einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- 10 Fig. 6 in einer schematischen, geschnittenen Darstellung den Kolben gemäß Fig. 5,
- Fig. 7 in einer schematischen, geschnittenen Darstellung die Aufnahmeeinrichtung des Kolbens gemäß Fig. 5,
- 15 Fig. 8 in einer schematischen, perspektivischen Darstellung ein Segment des Kolbens einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 9 in einer schematischen, perspektivischen Darstellung den Zylinderboden einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- 20 Fig. 10 in einer schematischen, geschnittenen Darstellung den Zylinderboden gemäß Fig. 10 und
- 25 Fig. 11 in einer weiteren schematischen, geschnittenen Darstellung den Zylinderboden gemäß Fig. 10.

30 An dieser Stelle sei zunächst darauf hingewiesen, dass zur besseren Darstellung in einzelnen Figuren mehrfach vorhandene Elemente – bspw. Segmente, Durchgänge etc. – teilweise nicht mit einem Bezugszeichen versehen sind.

Die Figuren 1 bis 3 zeigen in verschiedenen, schematischen Darstellungen ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Speichern von

Energie. Die Vorrichtung umfasst einen Kolben 1, der innerhalb eines vertikal angeordneten Zylinders 2 vorgesehen ist. Der Zylinder 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel unterhalb der Erdoberfläche 3 realisiert und weist einen Zylinderboden 4 auf. Unterhalb des Zylinderbodens 4 ist ein Aufnahmebereich 5 vorgesehen. Des Weiteren sind in dem Zylinderboden 4 mehrere Durchgänge 6 ausgebildet, so dass eine Flüssigkeit von dem Aufnahmebereich 5 über die Durchgänge 6 in den Zylinder 2 unterhalb des Kolbens 1 förderbar ist. Somit ist der Kolben 1 anhebbar, nämlich zur Erhöhung der potentiellen Energie der Kolbenmasse.

Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Aufnahmebereich 5 schalenförmig ausgebildet und wirkt der Zylinderboden 4 als Deckel für den Aufnahmebereich 5.

An dem Aufnahmebereich 5 ist weiterhin ein Zulauf 7 vorgesehen, der über eine erste Leitung 8 mit einer Pumpeinrichtung 9 verbunden ist. Die erste Leitung 8 bzw. der Zulauf 7 sind über ein nicht dargestelltes Ventil verschließbar. Über die Pumpeinrichtung 9 kann dem Aufnahmebereich 5 und somit auch dem Zylinder 2 aus einem Reservoir 10 eine Flüssigkeit – bspw. Wasser oder ein Öl – zugeführt werden.

Des Weiteren ist eine Wandlereinrichtung 11 über eine zweite Leitung 12 mit einem Ablauf 13 des Aufnahmebereichs 5 verbunden. Die zweite Leitung 12 kann ebenfalls über ein nicht dargestelltes Ventil verschlossen werden.

Um elektrische Energie zu speichern wird der Pumpeinrichtung 9 die zu speichernden elektrische Energie zur Verfügung gestellt und somit Flüssigkeit aus dem Reservoir 10 über die erste Leitung 8 in den Aufnahmebereich 5 eingebracht. Von dem Aufnahmebereich 5 strömt die Flüssigkeit über die Durchgänge 6 unterhalb des Kolbens 1 in den Zylinder 2. Die zweite Leitung 12 ist dabei verschlossen, so dass der Kolben 1 durch die einströmende Flüssigkeit angehoben wird und sich die potentielle Energie der Kolbenmasse proportional zu der Höhendifferenz erhöht. Sobald der Kolben 1 die gewünschte Höhe erreicht hat, kann die erste Leitung 8 mittels eines Ventils verschlossen werden. Um die potentielle Energie der Kolbenmasse wieder in elektrische Energie zu überführen, wird die

zweite Leitung 12 geöffnet, so dass sich der Kolben 1 absenkt und die Flüssigkeit über die zweite Leitung 12 zu der Wandlereinrichtung 11 – beispielsweise eine Turbine – presst. Über die Flüssigkeit wird die Wandlereinrichtung 11 angetrieben und erzeugt elektrische Energie, die dem Netz oder einem Verbraucher zur Verfügung gestellt werden kann.

Figur 4 zeigt in einer schematischen, perspektivischen Darstellung einen Zylinder 2 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Der Zylinder 2 ist insbesondere aus Stahl hergestellt und über seine gesamte Länge hinweg mit einer Betonummantelung 14 versehen. Am unteren Ende des Zylinders 2 geht die Betonummantelung 14 in eine (Beton-)Platte 15 über, so dass der Zylinder 2 sicher fixiert ist. Des Weiteren läuft die Betonummantelung 14 unterhalb des Zylinders 2 konisch zu, um nämlich den schalenförmigen Aufnahmebereich 5 aufzunehmen.

Die Figuren 5 bis 7 zeigen den Kolben 1 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in verschiedenen Ansichten. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass der Kolben 1 aus mehreren, übereinander bzw. nebeneinander angeordneten Segmenten 16 aufgebaut ist, die innerhalb einer Aufnahmeeinheit 17 angeordnet sind. Die Segmente 16 sind dabei halbkreisförmig ausgebildet, so dass jeweils zwei Segmente 16 innerhalb der Aufnahmeeinrichtung 17 nebeneinander angeordnet sind und einen Kreis bilden. In besonders vorteilhafter Weise können die Aufnahmeeinheit 17 und der Zylinder 2 aus Stahl hergestellt sein. Die Aufnahmeeinheit 17 ist als Hohlzylinder ausgebildet, wobei das untere Ende der Aufnahmeeinheit 17 geschlossen ist. Des Weiteren sind an der Aufnahmeeinheit 17 Führungselemente 18 ausgebildet, die in korrespondierende Materialausnehmungen 19 der Segmente 16 eingreifen. Die Segmente 16 sind aus einem mit Bindemittel versetzten Abfallstoff, vorzugsweise aus Stahlschlacke, hergestellt.

Insbesondere aus den Figuren 5 und 6 geht deutlich hervor, dass die Segmente 16 insgesamt vier Kopplungsmittel 20 für eine Abhebeeinrichtung, bspw. einen Kran, aufweisen. Die Kopplungsmittel 20 sind in dieser Ausführungsform als Kugelzapfen realisiert.

Figur 8 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Segment 16 des Kolbens 1 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Dabei ist nochmals dargestellt, dass das Segment 16 als im Wesentlichen halbkreisförmige Scheibe realisiert ist. Des Weiteren sind die Kopplungsmittel 20 sowie die Materialausnehmungen 19 gezeigt. Das Segment 16 zeichnet sich dadurch aus, dass es aus einem Material mit sehr hoher Dichte hergestellt ist, insbesondere aus mit Bindemittel versetzter Stahlschlacke.

Die Figuren 9 bis 11 zeigen den Zylinderboden 4 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass in dem Zylinderboden 4 mehrere Durchgänge 6 vorgesehen sind. In besonders bevorzugter Weise sind 70% der Fläche des Zylinderbodens 4 mit Durchgängen 6 versehen. Der Aufnahmebereich 5 ist schalenförmig ausgebildet und umfasst den Zulauf 7 und den Ablauf 13.

Zwischen dem Aufnahmebereich 5 und dem Zylinderboden 4 erstrecken sich Stützelemente 21, die als Stützwände 22 ausgebildet sind. In den Stützwänden 22 sind kreisförmige und bogenförmige Durchgänge 23 angeordnet, so dass die Flüssigkeit in die gesamte Begrenzungseinrichtung 3 eindringen kann.

Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung sowie auf die beigefügten Ansprüche verwiesen.

Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

Bezugszeichenliste

1	Kolben
2	Zylinder
3	Erdoberfläche
4	Zylinderboden
5	Aufnahmebereich
6	Durchgang (Zylinderboden)
7	Zulauf
8	erste Leitung
9	Pumpeinrichtung
10	Reservoir
11	Wandlereinrichtung
12	zweite Leitung
13	Ablauf
14	Betonummantelung
15	Platte
16	Segment
17	Aufnahmeeinheit
18	Führungselement
19	Materialausnehmung
20	Kopplungsmittel
21	Stützelement
22	Stützwand
23	Durchgang (Stützelement)

Ansprüche

1. Zylinder-Kolben-Anordnung für eine Vorrichtung zum Speichern von Energie, mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Zylinder (2) und einem
5 eine zu hebende Masse darstellenden Kolben (1), wobei unterhalb eines Zylinderbodens (4) ein Aufnahmebereich (5) für eine Flüssigkeit ausgebildet ist und wobei der Zylinderboden (4) mehrere Durchgänge (6) aufweist, so dass Flüssigkeit von dem Aufnahmebereich (5) in den Zylinder (2) unterhalb des Kolbens (1) förderbar ist, um die potentielle Energie der Kolbenmasse durch ein Anheben des Kolben
10 (1) zu erhöhen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass 60 % bis 80 %, insbesondere 65 % bis 75 %, vorzugsweise 70 %, der Fläche des Zylinderbodens (4) mit Durchgängen (6) versehen ist.
15
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmebereich (5) schalenförmig ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
20 dass zumindest ein sich von dem Zylinderboden (4) zu dem Aufnahmebereich (5) erstreckendes Stützelement (21) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (21) als Stützwand (22) und/oder Stützstrebe realisiert ist.
25
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (21) wenigstens einen, insbesondere kreisförmigen, ellipsenförmigen und/oder bogenförmigen, Durchgang (23) aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
30 dass an dem Zylinderboden (4) und/oder an dem Aufnahmebereich (5) eine Heizeinrichtung, insbesondere ein Wärmetauscher, ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Zylinderboden (4) und/oder an dem Aufnahmebereich (5) eine verschließbare Revisionsöffnung, insbesondere ein Mannloch, ausgebildet ist.
- 5 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinderboden (4) und der Aufnahmebereich (5) aus Metall oder einer Metalllegierung, insbesondere aus Stahl, hergestellt sind.
- 10 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Aufnahmebereich (5) ein Zulauf (7) und ein Ablauf (13) ausgestaltet sind.
- 15 11. Vorrichtung zum Speichern von Energie mit einer Zylinder-Kolben-Einheit nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei von einer Pumpeinrichtung (9) Flüssigkeit in den Aufnahmebereich (5) förderbar ist, um die potentielle Energie der Kolbenmasse durch Anheben des Kolbens (1) zu erhöhen, wobei eine Wandlereinrichtung (11) angeordnet ist und wobei der Wandlereinrichtung (11) bei einem Absenken des Kolbens (1) die im Zylinder (2) befindliche Flüssigkeit zuführbar ist, um zumindest einen Teil der potentiellen Energie der Kolbenmasse
- 20 in elektrische Energie umzuwandeln.

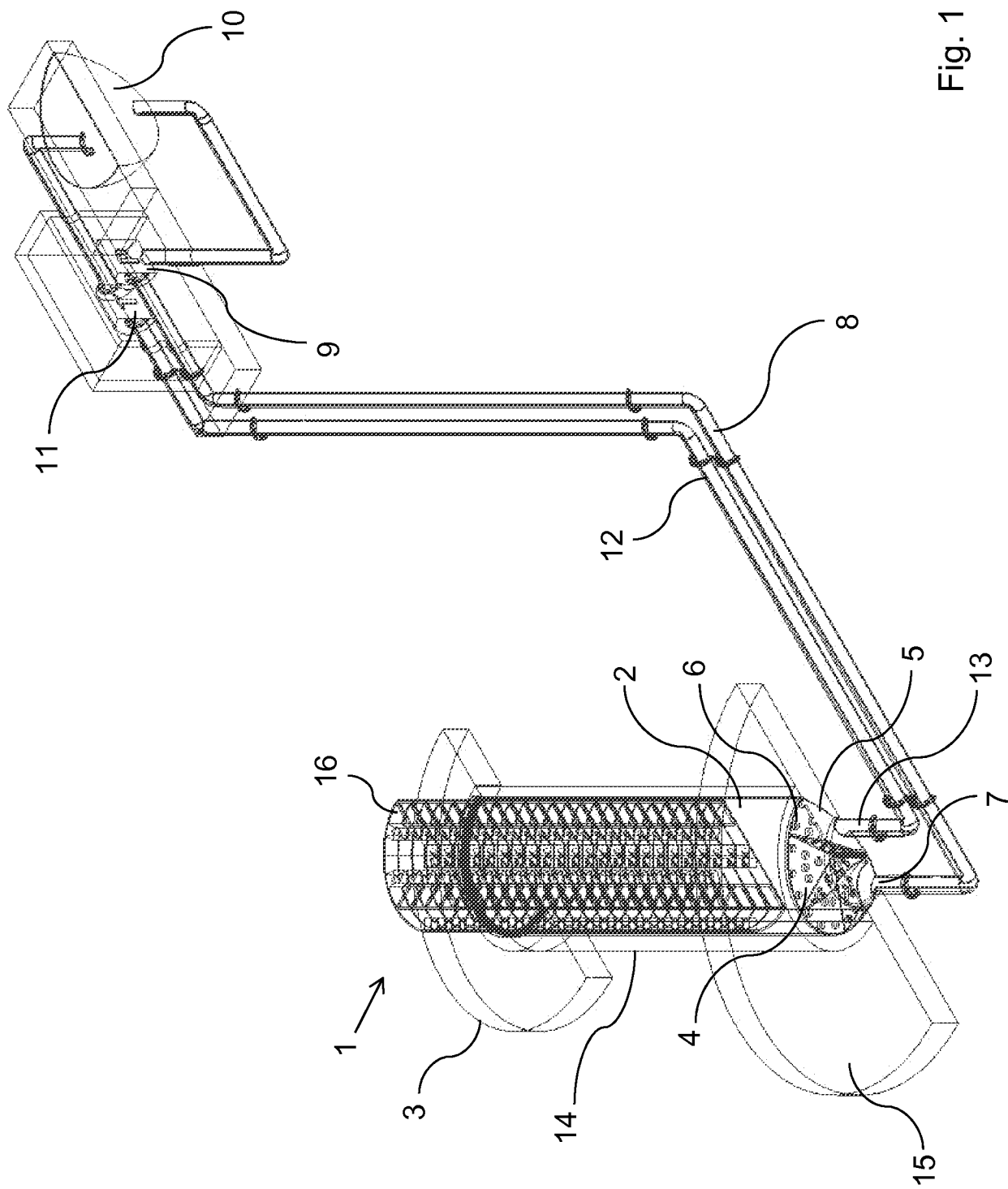


Fig. 1

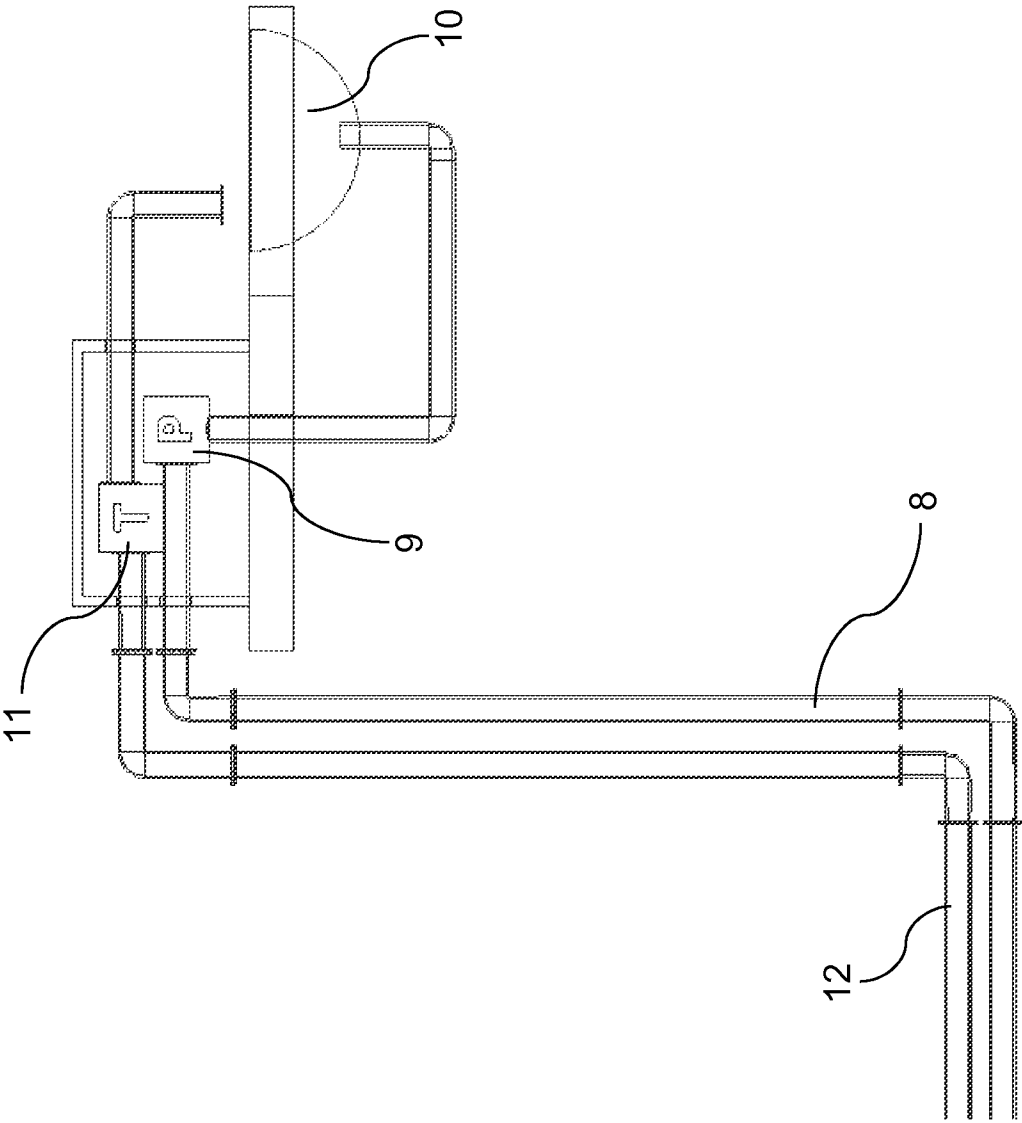


Fig. 2

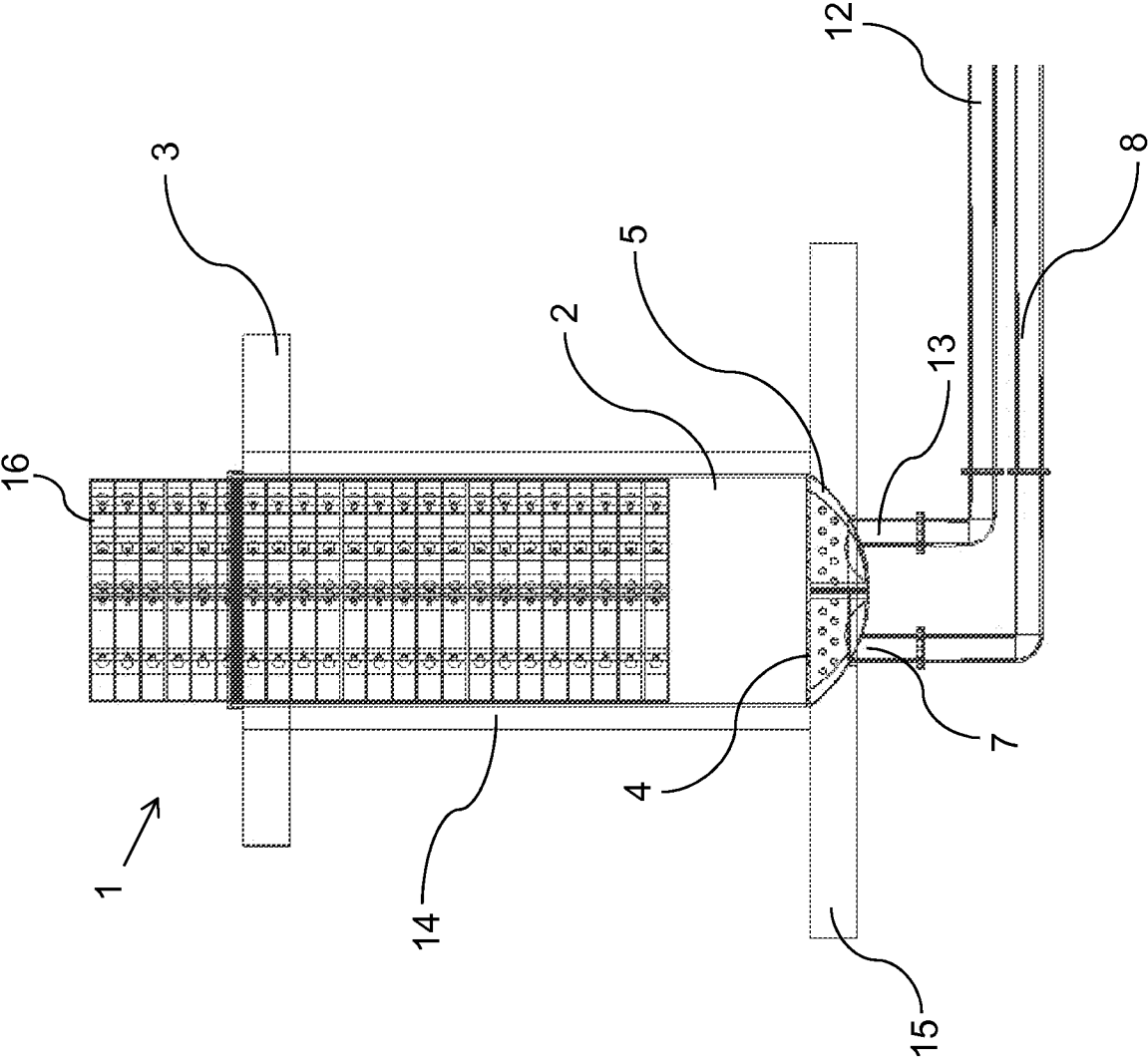


Fig. 3

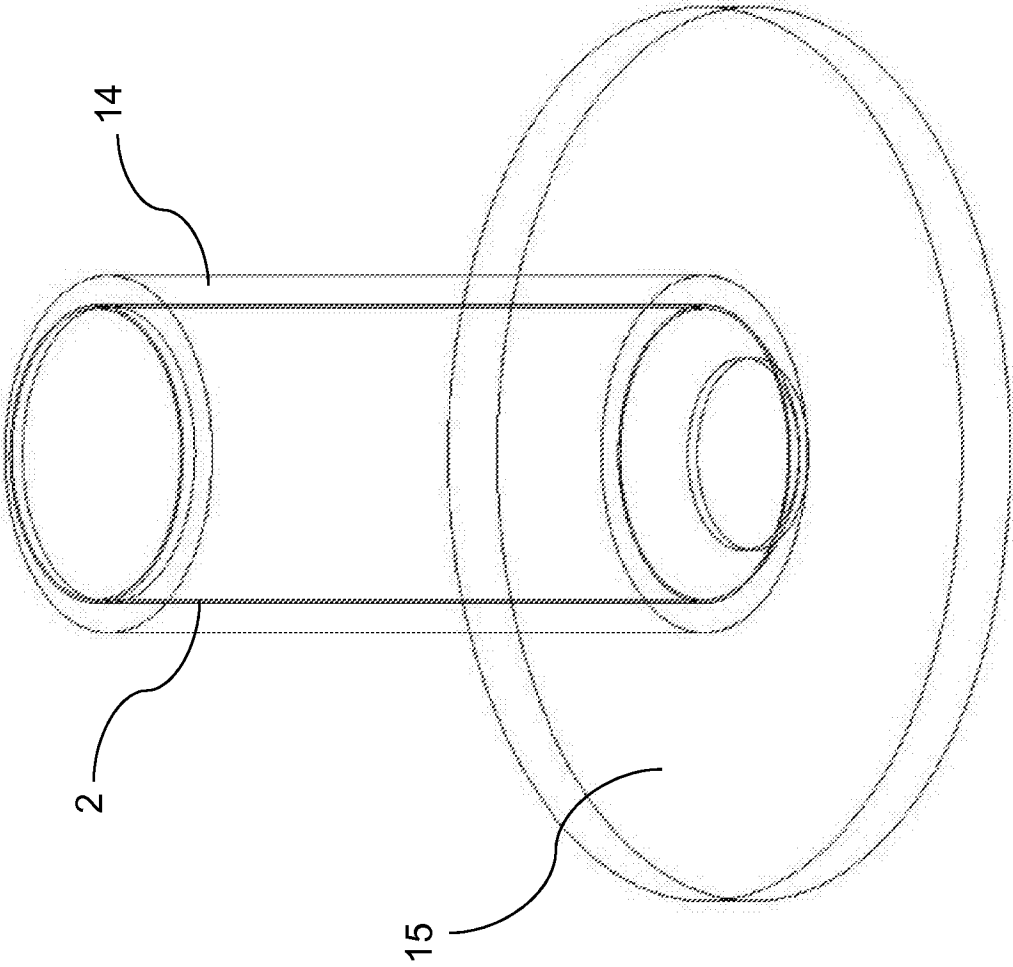


Fig. 4

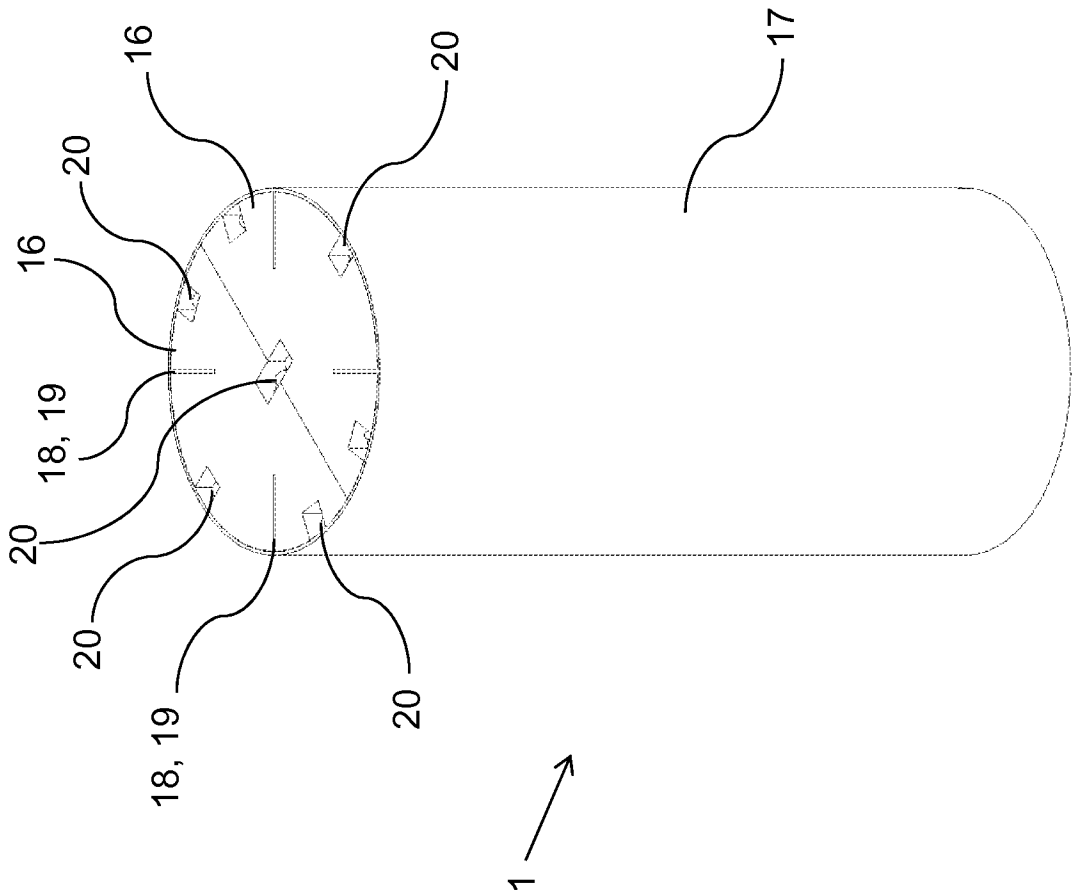


Fig. 5

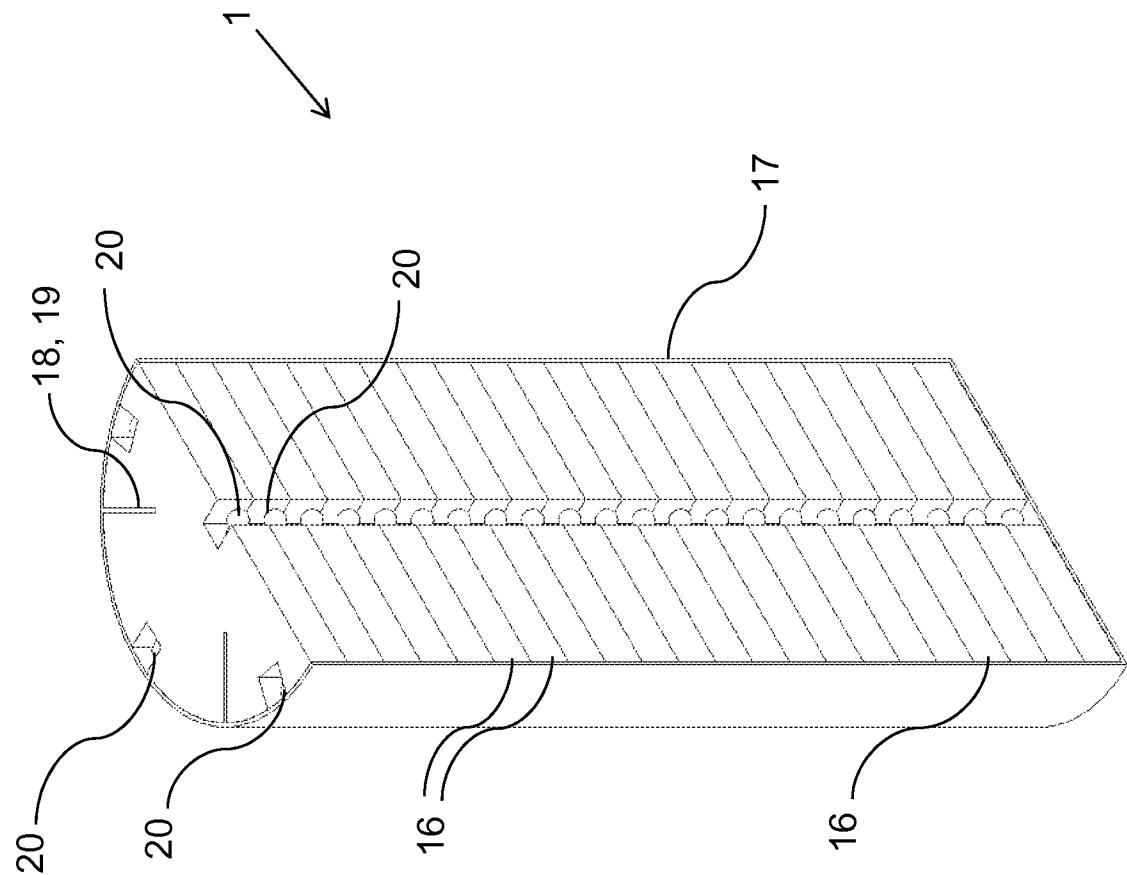


Fig. 6

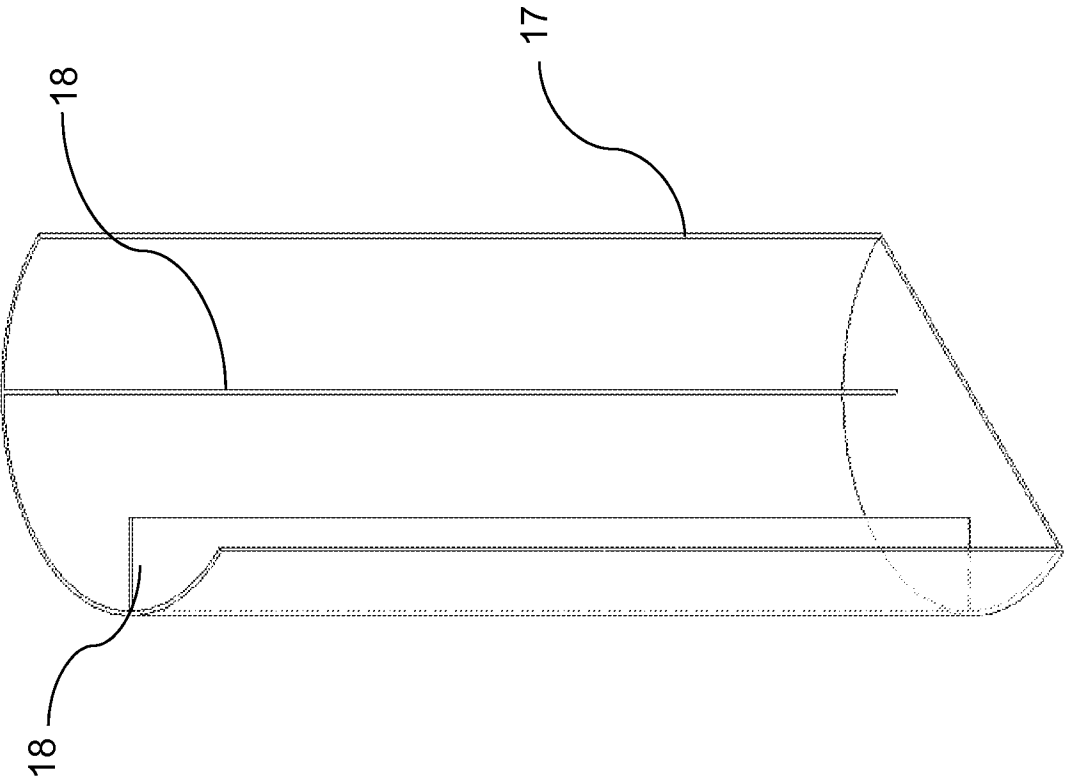


Fig. 7

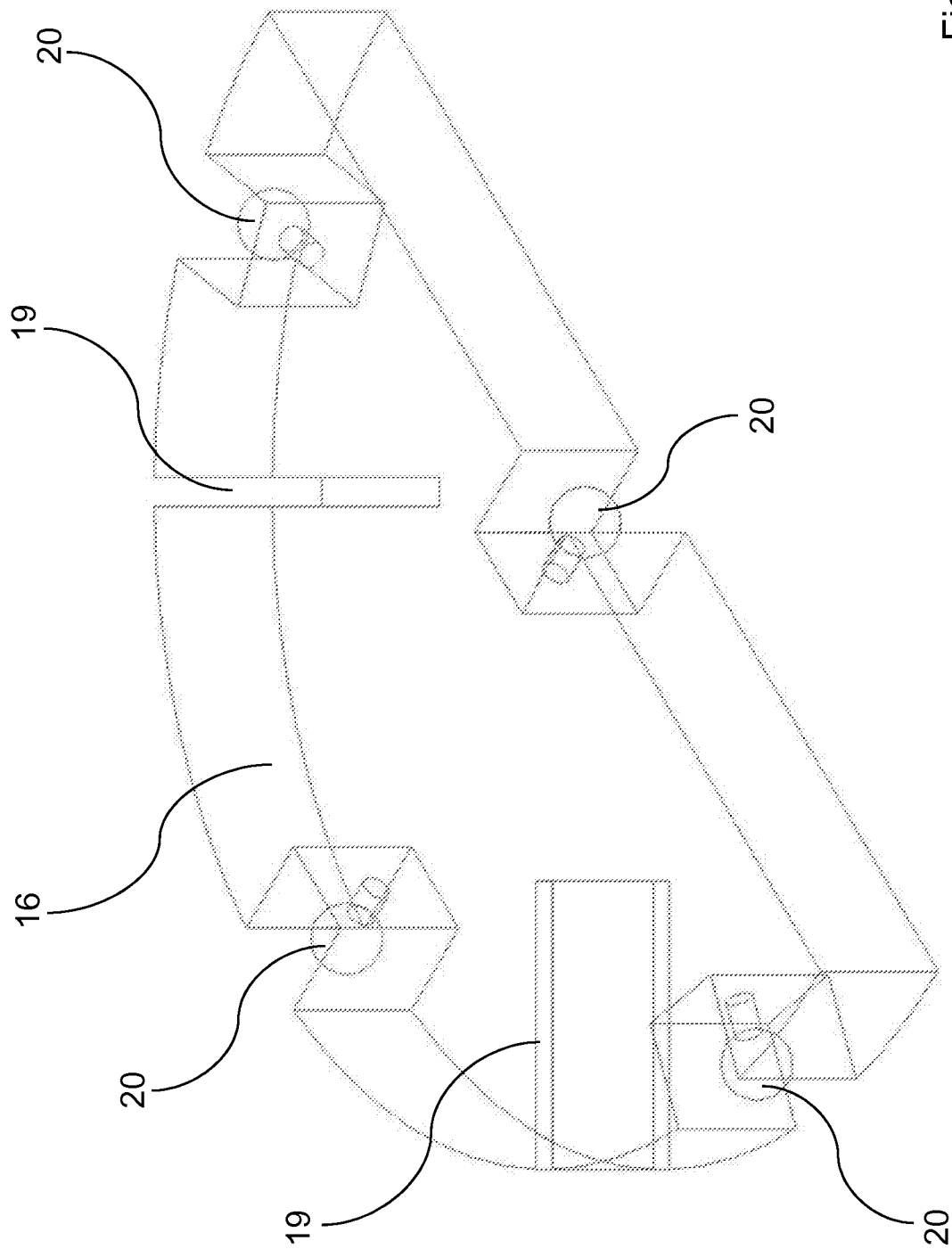


Fig. 8

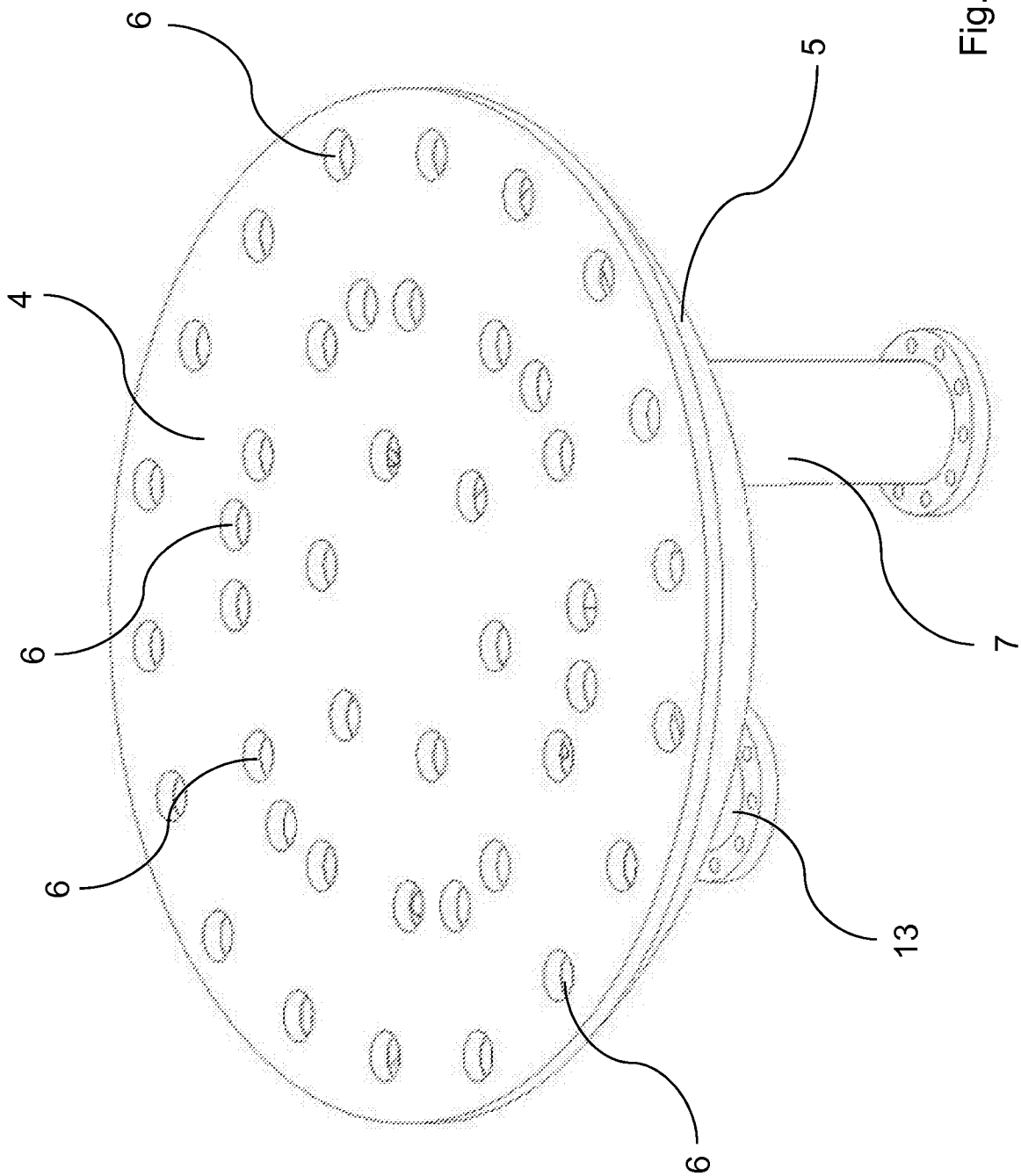


Fig. 9

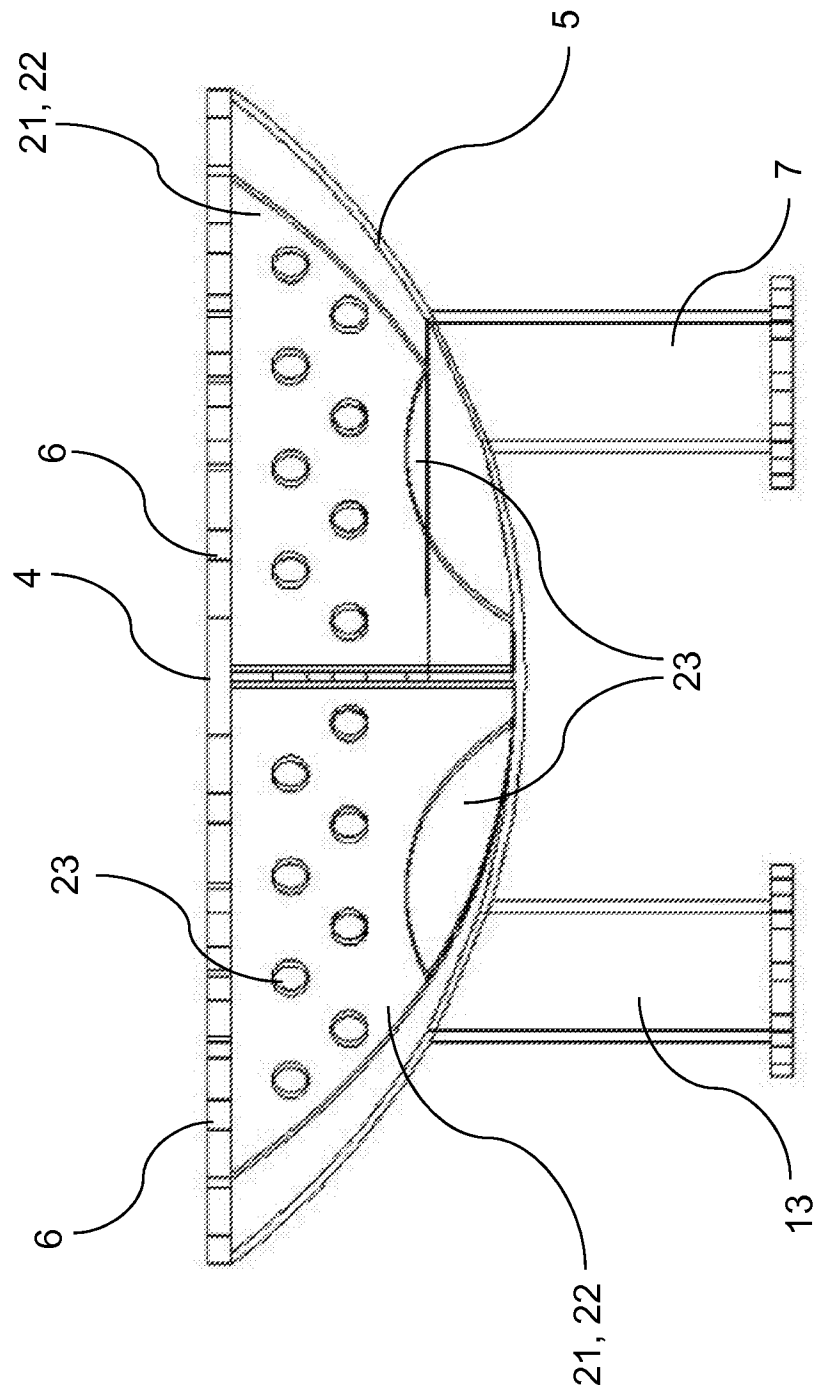


Fig. 10

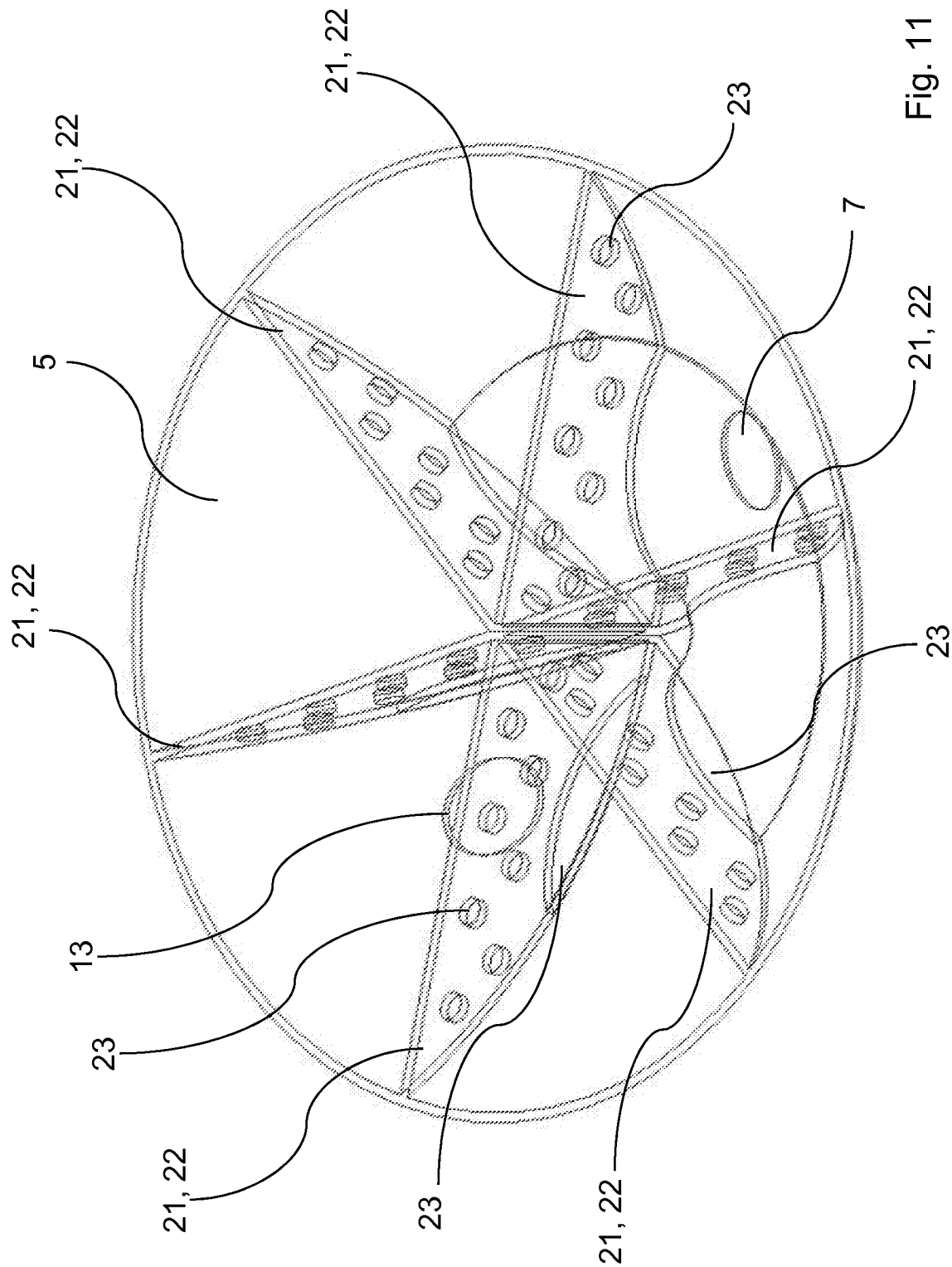


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/200030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F03B17/00 F03G3/00 H02J15/00 F15B1/04 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) F03B F03G H02J F15B		
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	US 5 499 889 A (YIM MYUNG-SHIK [KR]) 19 March 1996 (1996-03-19) column 1, line 65 - column 3, line 15 figures 3-5	1-10
X	DE 10 2005 028281 A1 (GRAEF KAY [DE]) 9 November 2006 (2006-11-09)	1,7,8,10
Y	paragraphs [0001], [0019] figures 1-3	11
X	CN 102 705 141 A (HONG ZHOU) 3 October 2012 (2012-10-03) abstract; figures 1,5,6	1,7,8,10
A	GB 2 259 117 A (BALL DAVID [GB]) 3 March 1993 (1993-03-03) abstract; figures 1-4	1-11
-/--		
☒ 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 1 August 2017	Date of mailing of the international search report 09/08/2017	
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 Lux, Ralph	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/200030

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2010 034757 A1 (HEINDL PROF DR EDUARD [DE]) 23 February 2012 (2012-02-23) paragraphs [0001], [0014] figure 1 -----	11
A	FR 2 386 709 A1 (GRATZMULLER CLAUDE [FR]) 3 November 1978 (1978-11-03) abstract; figure 2 -----	1-11
A	US 2014/084597 A1 (CUCE ANTONIO [IT] ET AL) 27 March 2014 (2014-03-27) abstract; figure 1 -----	1-11
A	FR 372 435 A (GOTTFRIED BRIESE [DE]; FRANZ ABRAMOWSKY [DE]) 6 April 1907 (1907-04-06) abstract; figure 1 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/200030

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5499889	A	19-03-1996	CA 2135178 A1 09-12-1993
			CN 1082148 A 16-02-1994
			DE 4392442 T1 27-04-1995
			GB 2281943 A 22-03-1995
			JP 2547376 B2 23-10-1996
			JP H07503776 A 20-04-1995
			NO 944450 A 21-11-1994
			RU 2089747 C1 10-09-1997
			US 5499889 A 19-03-1996
			WO 9324752 A1 09-12-1993
DE 102005028281 A1	09-11-2006	DE 102005028281 A1	09-11-2006
		DE 112006001757 A5	10-04-2008
		EP 1880103 A1	23-01-2008
		WO 2006116985 A1	09-11-2006
CN 102705141	A	03-10-2012	NONE
GB 2259117	A	03-03-1993	NONE
DE 102010034757 A1	23-02-2012	AU 2011291068 A1	10-01-2013
		CA 2802252 A1	23-02-2012
		CN 103140673 A	05-06-2013
		DE 102010034757 A1	23-02-2012
		DK 2556251 T3	27-04-2015
		EP 2556251 A1	13-02-2013
		ES 2533209 T3	08-04-2015
		JP 5728746 B2	03-06-2015
		JP 2013536667 A	19-09-2013
		KR 20130100965 A	12-09-2013
		US 2013174725 A1	11-07-2013
		WO 2012022439 A1	23-02-2012
FR 2386709	A1	03-11-1978	NONE
US 2014084597	A1	27-03-2014	BR 112013027970 A2 17-01-2017
			CA 2871702 A1 22-11-2012
			CN 103608604 A 26-02-2014
			EP 2705272 A2 12-03-2014
			ES 2556679 T3 19-01-2016
			JP 2014515814 A 03-07-2014
			US 2014084597 A1 27-03-2014
			WO 2012156854 A2 22-11-2012
FR 372435	A	06-04-1907	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F03B17/00	F03G3/00
ADD.	H02J15/00	F15B1/04
		F03B13/06
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F03B F03G H02J F15B		
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	US 5 499 889 A (YIM MYUNG-SHIK [KR]) 19. März 1996 (1996-03-19) Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 15 Abbildungen 3-5	1-10
X	DE 10 2005 028281 A1 (GRAEF KAY [DE]) 9. November 2006 (2006-11-09)	1,7,8,10
Y	Absätze [0001], [0019] Abbildungen 1-3	11
X	CN 102 705 141 A (HONG ZHOU) 3. Oktober 2012 (2012-10-03) Zusammenfassung; Abbildungen 1,5,6	1,7,8,10
A	GB 2 259 117 A (BALL DAVID [GB]) 3. März 1993 (1993-03-03) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4	1-11
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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
1. August 2017		09/08/2017
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 Lux, Ralph

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2010 034757 A1 (HEINDL PROF DR EDUARD [DE]) 23. Februar 2012 (2012-02-23) Absätze [0001], [0014] Abbildung 1 -----	11
A	FR 2 386 709 A1 (GRATZMULLER CLAUDE [FR]) 3. November 1978 (1978-11-03) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1-11
A	US 2014/084597 A1 (CUCE ANTONIO [IT] ET AL) 27. März 2014 (2014-03-27) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-11
A	FR 372 435 A (GOTTFRIED BRIESE [DE]; FRANZ ABRAMOWSKY [DE]) 6. April 1907 (1907-04-06) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/200030

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5499889	A	19-03-1996	CA 2135178 A1 09-12-1993
			CN 1082148 A 16-02-1994
			DE 4392442 T1 27-04-1995
			GB 2281943 A 22-03-1995
			JP 2547376 B2 23-10-1996
			JP H07503776 A 20-04-1995
			NO 944450 A 21-11-1994
			RU 2089747 C1 10-09-1997
			US 5499889 A 19-03-1996
			WO 9324752 A1 09-12-1993
DE 102005028281 A1	09-11-2006	DE 102005028281 A1	09-11-2006
		DE 112006001757 A5	10-04-2008
		EP 1880103 A1	23-01-2008
		WO 2006116985 A1	09-11-2006
CN 102705141	A	03-10-2012	KEINE
GB 2259117	A	03-03-1993	KEINE
DE 102010034757 A1	23-02-2012	AU 2011291068 A1	10-01-2013
		CA 2802252 A1	23-02-2012
		CN 103140673 A	05-06-2013
		DE 102010034757 A1	23-02-2012
		DK 2556251 T3	27-04-2015
		EP 2556251 A1	13-02-2013
		ES 2533209 T3	08-04-2015
		JP 5728746 B2	03-06-2015
		JP 2013536667 A	19-09-2013
		KR 20130100965 A	12-09-2013
		US 2013174725 A1	11-07-2013
		WO 2012022439 A1	23-02-2012
FR 2386709	A1	03-11-1978	KEINE
US 2014084597	A1	27-03-2014	BR 112013027970 A2 17-01-2017
			CA 2871702 A1 22-11-2012
			CN 103608604 A 26-02-2014
			EP 2705272 A2 12-03-2014
			ES 2556679 T3 19-01-2016
			JP 2014515814 A 03-07-2014
			US 2014084597 A1 27-03-2014
			WO 2012156854 A2 22-11-2012
FR 372435	A	06-04-1907	KEINE