

(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  
16. Januar 2014 (16.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/009441 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
F03B 17/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/064628

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Juli 2013 (10.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 013 752.4 12. Juli 2012 (12.07.2012) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : STEEL, Dennis Patrick [GB/DE];  
Bullermannshof 21, 47441 Moers (DE).

(74) Anwalt: SCHOENEN, Norbert; Postfach 10 22 09,  
47412 Moers (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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HYDROELECTRIC POWER PLANT FOR IRREGULAR FLOW CONDITIONS

(54) Bezeichnung : WASSERKRAFTANLAGE FÜR UNGLEICHMÄSSIGE STRÖMUNGSVERHÄLTNISSE

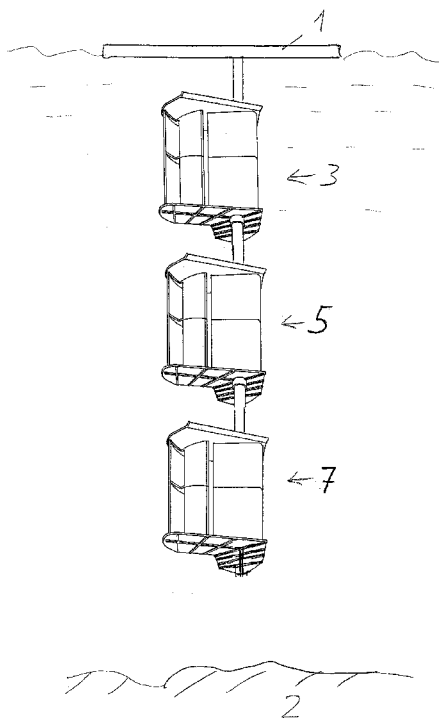


Fig. 2a

(57) Abstract: The hydroelectric power plant having a turbine arrangement which has at least one individual turbine which is configured as a radial turbine with a vertical rotational axis is characterized in that the turbine arrangement is divided into a plurality of vertical segments with in each case at least one independently rotating individual turbine (3, 5, 7), in that the rotational speeds and torques of the individual turbines are independent of one another, in that each individual turbine is drive-connected to a separate hydraulic pump, and in that the hydraulic pumps are connected to an electrical generator which is arranged outside the water and/or a hydraulic accumulator and/or a seawater desalination plant.

(57) Zusammenfassung: Die Wasserkraftanlage mit einer Turbinenanordnung, die mindestens eine Einzelturbine aufweist, die als eine Radialturbine mit einer vertikalen Rotationsachse ausgebildet ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Turbinenanordnung in mehrere vertikale Segmente mit jeweils mindestens einer unabhängig rotierenden Einzelturbine (3, 5, 7) unterteilt ist, dass die Drehzahlen und Drehmomente der Einzelturbinen voneinander unabhängig sind, dass jede Einzelturbine mit einer separaten Hydraulikpumpe antriebsmäßig verbunden ist und dass die Hydraulikpumpen mit einem außerhalb des Wassers angeordneten elektrischen Generator und/oder einem Hydraulikspeicher und/oder einer Meerwasser-Entsalzungsanlage verbunden sind.

WO 2014/009441 A1

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

### Wasserkraftanlage für ungleichmäßige Strömungsverhältnisse

Die Erfindung betrifft eine Wasserkraftanlage mit einer Turbinenanordnung, die mindestens eine Einzelturbine aufweist, die als eine Radialturbine mit einer vertikalen Rotationsachse ausgebildet ist.

#### Stand der Technik

Eine Radialturbine mit einer vertikalen Rotationsachse kann unter bestimmten Umständen in ihrer Effizienz eingeschränkt sein. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers in unterschiedlichen Tiefen unterschiedlich ist. In diesem Fall bewegt sich der Rotor der Radialturbine nur bezüglich einer bestimmten Tiefe mit der optimalen Rotationsgeschwindigkeit. Oberhalb und unterhalb dieser Tiefe bewegt sich der Rotor entweder zu langsam oder zu schnell. Bewegt der Rotor sich zu langsam im Vergleich zur Strömungsgeschwindigkeit, so entnimmt er deutlich weniger Energie aus der Strömung als bei der optimalen Drehzahl, die dieser aktuellen Strömung entspricht. Bewegt er sich hingegen zu schnell, so gibt der Rotor Energie an die Strömung ab, anstatt Strömungsenergie aufzunehmen und in Rotationsenergie umzuwandeln. Der Rotor wird an dieser Stelle also gebremst und leitet einen Teil der an anderer Stelle des Rotors aufgenommenen kinetischen Energie wieder zurück in die Strömung. Noch nachteiliger sind Strömungen, bei denen sich die Strömungsrichtung in einer bestimmten Tiefe umkehrt. Dies kann im Extremfall dazu führen, dass sich die Turbine überhaupt nicht dreht, obwohl genug Strömungsenergie vorhanden ist.

#### Aufgabe und Lösung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung: Daher soll bei der Wasserkraftanlage der eingangs genannten Art der energetische Wirkungsgrad bei nicht gleichmäßigen Strömungsbedingungen erheblich verbessert werden. Zusätzlich soll die Wasserkraftanlage auch bei zeitlich veränderlichen Strömungsbedingungen, also einer fluktuierenden Strömung, einen optimalen Wirkungsgrad erreichen.

Diese Aufgabe wird bei einer Wasserkraftanlage für ungleichmäßige Strömungsverhältnisse der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Turbinenanordnung in mehrere vertikale Segmente mit jeweils mindestens einer unabhängig rotierenden Einzelturbine unterteilt ist, dass die Drehzahlen und Drehmomente der Einzelturbinen voneinander unabhängig sind,

- 2 -

dass jede Einzelturbine mit einer separaten Hydraulikpumpe antriebsmäßig verbunden ist und

dass die Hydraulikpumpen mit einem außerhalb des Wassers angeordneten elektrischen Generator und/oder einem Hydraulikspeicher und/oder einer Meerwasser-

5 Entsalzungsanlage verbunden sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angeführt.

Durch die Segmentierung der Wasserkraftanlage entlang der Wassertiefe rotieren die  
10 Turbinen in jeder Wassertiefe mit der optimalen Drehzahl. Eine gegenseitige Behinderung der Turbinen findet nicht mehr statt. Auch wenn die Strömungsrichtung sich ändern sollte, wird bei der Ausgestaltung nach Anspruch 4 eine optimale Energieausbeute erreicht, da sich in diesem Fall die Radialturbinen um die Schwenkachse genau wieder in Strömungsrichtung drehen, um die maximale Strömungsenergie zu  
15 ernten.

Vorzugsweise ist eine Regeleinrichtung vorgesehen und die Hydraulikpumpe ist über die Regeleinrichtung zur Erzielung eines optimalen TSR-Wertes (Tip Speed Ratio) verstellbar.

20

Vorzugsweise wird die Hydraulikpumpe passend zur Strömungsgeschwindigkeit so gesteuert, dass durch die Regelung der erzeugten Leistung ein elektronmagnetisches Bremsmoment auf die Turbine übertragen wird, um eine optimale Schnelllaufzahl zur Energieumwandlung einzustellen, die zwischen 45 % und 65 % bezogen auf die  
25 Schnelllaufzahl (englisch tip speed ratio = TSR) der ungebremsten Turbine beträgt. Dadurch wird erreicht, dass stets die maximal mögliche Energie geerntet werden kann.

Eine noch bessere Anpassung an unterschiedliche Strömungsverhältnisse in unterschiedlichen Tiefen wird nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung  
30 erreicht, wenn die Radialturbinen selber in mehrere längs einer Welle einzeln gelagerte Einzelturbinen aufgeteilt sind.

Zur Vermeidung von Turbulenzbildung ist die Kante des V-förmigen Verteilers vorzugsweise abgerundet.

35

- 3 -

Um für alle eventuell zeitlich veränderlichen Strömungsverhältnisse optimale Betriebsbedingungen zu erreichen, wird weiterhin vorgeschlagen, dass der Abstand des V-förmigen Verteilers zu den Turbinen verstellbar ist.

- 5 Damit über einen möglichst großen Strömungsquerschnitt Energie geerntet werden kann, wird vorgeschlagen, dass die Wasserkraftanlagen im Abstand nebeneinander angeordnet sind (Figur 5). Alternativ oder gleichzeitig kann auch vorgesehen sein, dass die Wasserkraftanlagen hintereinander und versetzt angeordnet sind (Figuren 4a und 4b).
- 10

#### Ausführungsbeispiele

Im Folgenden werden mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher beschrieben. In allen Zeichnungen haben gleiche Bezugszeichen die gleiche Bedeutung und werden daher gegebenenfalls nur einmal erläutert.

15

Es zeigen

- Figur 1a eine schematische Darstellung der Wasserkraftanlage mit einer  
20 Turbinenanordnung, die in drei vertikale Segmente unterteilt ist, wobei jedes Segment zwei Zwillingsturbinen aufweist, befestigt an einem Ponton,
- Figur 1b eine schematische Darstellung gemäß Figur 1a, wobei aber die  
25 Turbinenanordnung am Boden 2, zum Beispiel am Meeresboden, befestigt ist,
- Figur 2a eine Anordnung entsprechend Figur 1 nach einem dritten  
Ausführungsbeispiel, wobei jedes Segment aber nur eine Zwillingsturbine  
aufweist, und die Turbinenanordnung an einem Ponton befestigt ist,
- 30 Figur 2b eine schematische Darstellung gemäß Figur 2a, wobei die  
Turbinenanordnung am Boden 2, zum Beispiel am Meeresboden, befestigt ist,
- Figur 3 die eingesetzte Zwillingsturbine in perspektivischer Darstellung,
- 35 Figur 4a eine Ansicht von oben auf eine Anordnung von drei hintereinander und  
versetzt stehender Wasserkraftanlagen gemäß der Erfindung,

- Figur 4b eine Ansicht von oben auf eine andere Anordnung von fünf hintereinander und versetzt stehender Wasserkraftanlagen gemäß der Erfindung,
- Figur 5 eine entsprechende Anordnung von erfindungsgemäßen Wasserkraftanlagen, die nebeneinander stehen und außerdem Leitbleche aufweisen,
- Figur 6 eine Anordnung von zwei erfindungsgemäßen Wasserkraftanlagen, ebenfalls von oben gesehen, mit zusätzlichen äußeren Leitblechen und
- Figur 7 einen schematischen Querschnitt durch die Zwillingturbinenanordnung entsprechend Figur 3.

Bei der Wasserkraftanlage nach Figur 1a ist die Turbinenanordnung an einem Ponton 1 befestigt. Alternativ kann die Wasserkraftanlage auch am Boden, zum Beispiel am Meeresboden, befestigt sein (Figur 1b).

Die Turbinenanordnung besteht aus drei vertikalen Segmenten, die jeweils zwei Zwillingturbinen 3, 4, 5, 6, 7, 8 aufweisen. Die Generatoranordnung beziehungsweise die separate Hydraulikpumpe für jede Einzelturbine ist der Deutlichkeit halber in den Figuren 1a und 1b nicht dargestellt.

Die Figuren 2a und 2b zeigen eine ähnliche Anordnung wie die Figuren 1a und 1b, aber hier ist in jedem der drei Segmente nur eine Zwillingturbine 3, 5, 7 vorgesehen.

Der Aufbau der Zwillingturbine geht aus den Figuren 3 und 7 hervor und ist im Einzelnen in den internationalen Patentanmeldungen WO 2012/079711 A und WO 2012/038043 A des Anmelders beschrieben. Der besondere Vorteil liegt in der geringen Empfindlichkeit dieser Turbine gegenüber einem Bewuchs mit Algen, usw. („Fouling“). Die durch den Bewuchs rauere Oberfläche wirkt sich sogar positiv auf die Leistung der Turbine aus.

Zwischen einer Bodenplatte 9 und einer Dachplatte 10 sind die Einzelturbinen 11 und 12 sowie ein V-förmiger Verteiler 13 befestigt. Die Einzelturbinen 11 und 12 rotieren mit ihren Turbinenschaufeln 15 um die Rotationsachse 16. Die Schwenkachse 14 in Figur 7 stimmt mit der Achse des Tragmastes 17 in Figur 3 überein.

Die Anordnungen von mehreren Wasserkraftanlagen in den Figuren 4a, 4b und 5 zeigen zum einen ein nebeneinander und versetzt angeordnetes System zur besseren Ausnutzung der Strömungsenergie über eine größere Querschnittsbreite. Die Strömung ist durch Pfeile angedeutet.

5

Von besonderem Vorteil ist die Anordnung nach Figur 4b, in der hinter einer Reihe von drei Wasserkraftanlagen 19, 20, 21 eine weitere Reihe von zwei

Wasserkraftanlagen 24, 25 so versetzt angeordnet ist, dass sie jeweils die Lücken zwischen den drei Wasserkraftanlagen 19, 20, 21 der vorderen Reihe abdeckt. In

10 diesem Fall brauchen die vorderen drei Wasserkraftanlagen 19, 20, 21 nur den halben Querschnitt als bei einer Anordnung ohne die hintere Reihe der Wasserkraftanlagen 24, 25 zu haben und erzeugen dennoch die volle Leistung. Insgesamt ist diese Anordnung wirtschaftlicher als eine Anordnung ohne die hintere Reihe, aber mit Wasserkraftanlagen 19, 20, 21, die den doppelt so großen Querschnitt haben.

15

In der Anordnung nach Figur 5 dienen die zusätzlichen Verteiler 18 zur Umlenkung der Strömung auf die dahinter versetzt stehenden Wasserkraftanlagen 19, 20, 21.

Dadurch wird die ansonsten frei zwischen den Wasserkraftanlagen 19, 20, 21 fließende Strömungsenergie ausgenutzt, indem sie auf die Wasserkraftanlagen gerichtet wird.

20

Durch das Anbringen von zwei zusätzlichen Leitblechen 22, 23 entsprechend Figur 6 entsteht der so genannte Venturi-Effekt. Der Venturi-Effekt steigert die Effizienz der Turbinen.

25

In einem Ausführungsbeispiel hat die Wasserkraftanlage drei Segmente zu je 5 Metern und damit eine Gesamtlänge von etwa 15 Metern.

Die Art der eingesetzten Turbine kann unterschiedlich sein. Es handelt sich

vorzugsweise um eine Turbine nach dem Savonius-Typ, da diese sehr schnell auf

30 Strömungen mit variierenden Richtungen und auf Querströmungen reagiert. Aber auch Darrieus-Turbinen oder Durchströmturbinen (Cross-flow turbines) und andere Turbinen sind einsetzbar. Der V-förmige Verteiler 13 kann ebenfalls unterschiedlich ausgebildet sein, zum Beispiel eher als eine Halbschale in Form eines Halbkreises anstelle eines V.

35

Auch weitere Variationen der Erfindung sind möglich, ohne den Schutzzumfang zu verlassen.

## B e z u g s z e i c h e n l i s t e

(in Klammern stehen ggfs. die konkreten Bezeichnungen aus der Beschreibung des Ausführungsbeispiels)

5		
	1	Ponton
	2	Boden (Meeresboden)
	3	Zwillingsturbine
	4	Zwillingsturbine
10	5	Zwillingsturbine
	6	Zwillingsturbine
	7	Zwillingsturbine
	8	Zwillingsturbine
	9	Bodenplatte
15	10	Dachplatte
	11	Einzelturbine
	12	Einzelturbine
	13	V-förmiger Verteiler
	14	Schwenkachse
20	15	Turbinenschaufel
	16	Rotationsachse der Einzelturbinen
	17	Tragmast
	18	zusätzlicher Verteiler
	19	Wasserkraftanlage
25	20	Wasserkraftanlage
	21	Wasserkraftanlage
	22	äußeres Leitblech
	23	äußeres Leitblech
	24	Wasserkraftanlage
30	25	Wasserkraftanlage

- 7 -

### A n s p r ü c h e

1. Wasserkraftanlage mit einer Turbinenanordnung, die mindestens eine Einzelturbine aufweist, die als eine Radialturbine mit einer vertikalen Rotationsachse ausgebildet ist,  
5           d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
          dass die Turbinenanordnung in mehrere vertikale Segmente mit jeweils mindestens einer unabhängig rotierenden Einzelturbine unterteilt ist, dass die Drehzahlen und Drehmomente der Einzelturbinen voneinander  
10           unabhängig sind,  
          dass jede Einzelturbine mit einer separaten Hydraulikpumpe antriebsmäßig verbunden ist und  
          dass die Hydraulikpumpen mit einem außerhalb des Wassers angeordneten elektrischen Generator und/oder einem Hydraulikspeicher und/oder einer  
15           Meerwasser-Entsalzungsanlage verbunden sind.
2. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
          d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
          dass eine Regeleinrichtung vorgesehen ist und die Hydraulikpumpe über die  
20           Regeleinrichtung zum Einstellen der optimalen Schnelllaufzahl der Turbine verstellbar ist.
3. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
          d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
25           dass die Hydraulikpumpen eine direkte mechanische Antriebsverbindung mit den Einzelturbine haben.
4. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
          d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
30           dass die Hydraulikpumpen mit Hydrauliköl betrieben und an einen außerhalb des Wassers angeordneten elektrischen Generator angeschlossen sind.
5. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
          d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
35           dass die Hydraulikpumpen hydraulische Wasserpumpen sind, mit Meerwasser betrieben und an eine außerhalb des Wassers angeordnete Meerwasser-Entsalzungsanlage angeschlossen sind.

6. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jedes Segment mindestens eine Zwillingsturbine (3, 4, 5, 6, 7, 8) aufweist  
5 und  
dass jede Zwillingsturbine zwei nebeneinander und parallel ausgerichtete  
Einzelturbinen (11, 12) mit einer vertikalen Rotationsachse umfasst, die mit-  
einander verbunden und um eine Schwenkachse (14) parallel zu den  
Turbinenachsen (16) verschwenkbar sind, wobei die Schwenkachse und ein V-  
10 förmiger Verteiler (13) außerhalb der Verbindungslinie der Turbinenachsen und  
beide auf der gleichen Seite der Verbindungslinie liegen.
7. Wasserkraftanlage nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass die Schwenkachse (14) eine Drehverbindung zur Halterung für die  
Turbinen aufweist.
8. Wasserkraftanlage nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass die beiden Turbinen jeder Zwillingsturbine in gegenläufiger Richtung  
rotieren.
9. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass die Wasserkraftanlage an einem Mast oder Fundament und vorzugsweise  
an einem Ponton (1) befestigt ist.
10. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 dass sich die Wasserkraftanlage selbstständig ohne motorgetriebene  
Nachführeinrichtung und ohne Steuerung und ohne zusätzliche Leitflächen in  
die optimale Wasser-Strömungsrichtung dreht.
11. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
dass zusätzlich äußere Leitflächen (22, 23) auf der gleichen Seite wie der V-  
förmige Verteiler (13) angeordnet sind.

- 9 -

12. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Einrichtung zum selbsttätigen Annähern der Radialturbinen beim  
Erreichen einer vorgegebenen Wassergeschwindigkeit vorgesehen ist.
13. Wasserkraftanlage nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kante des V-förmigen Verteilers (13) abgerundet ist.
14. Wasserkraftanlage nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abstand des V-förmigen Verteilers zu den Turbinen verstellbar ist.
15. 15. Anordnung von mehreren Wasserkraftanlagen nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Wasserkraftanlagen (19, 20, 21) in einer vorderen Reihe und im  
Abstand nebeneinander und quer zur Strömung angeordnet sind,  
dass weitere Wasserkraftanlagen (24, 25) hinter der vorderen Reihe, im Abstand  
nebeneinander und versetzt zur vorderen Reihe angeordnet sind.

**Es folgen 8 Blatt Zeichnungen**

25

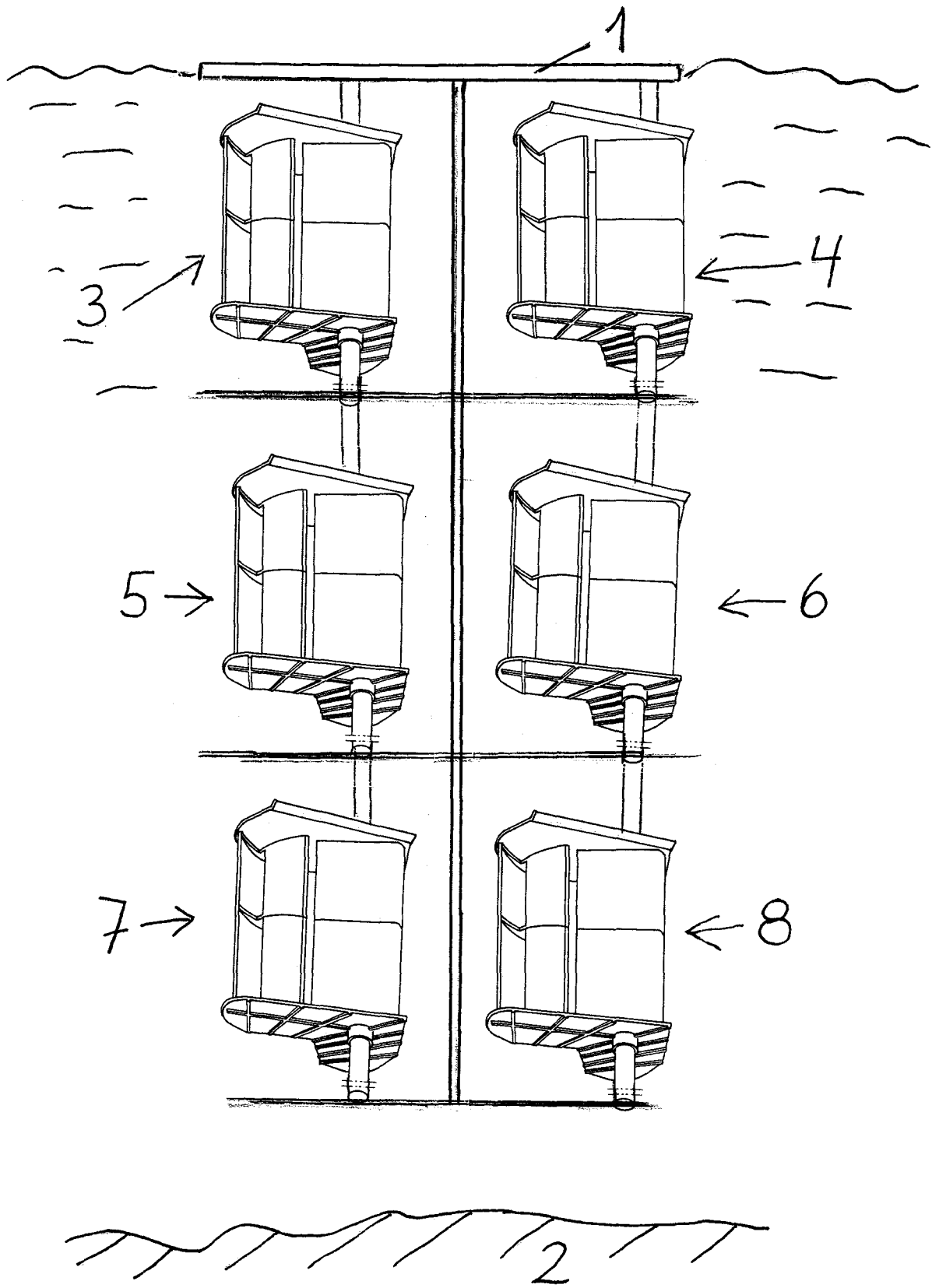


Fig. 1a

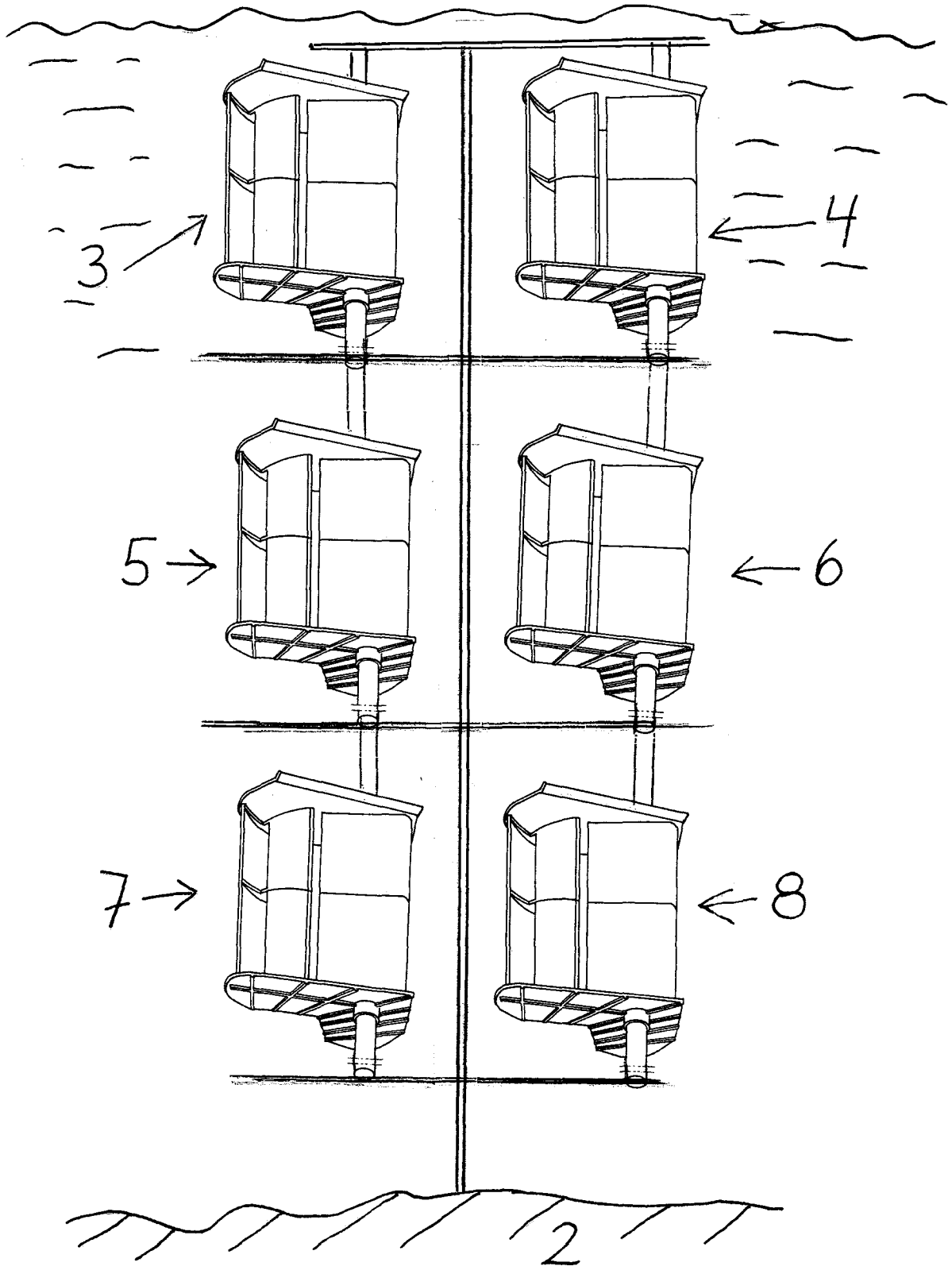


Fig. 1 b

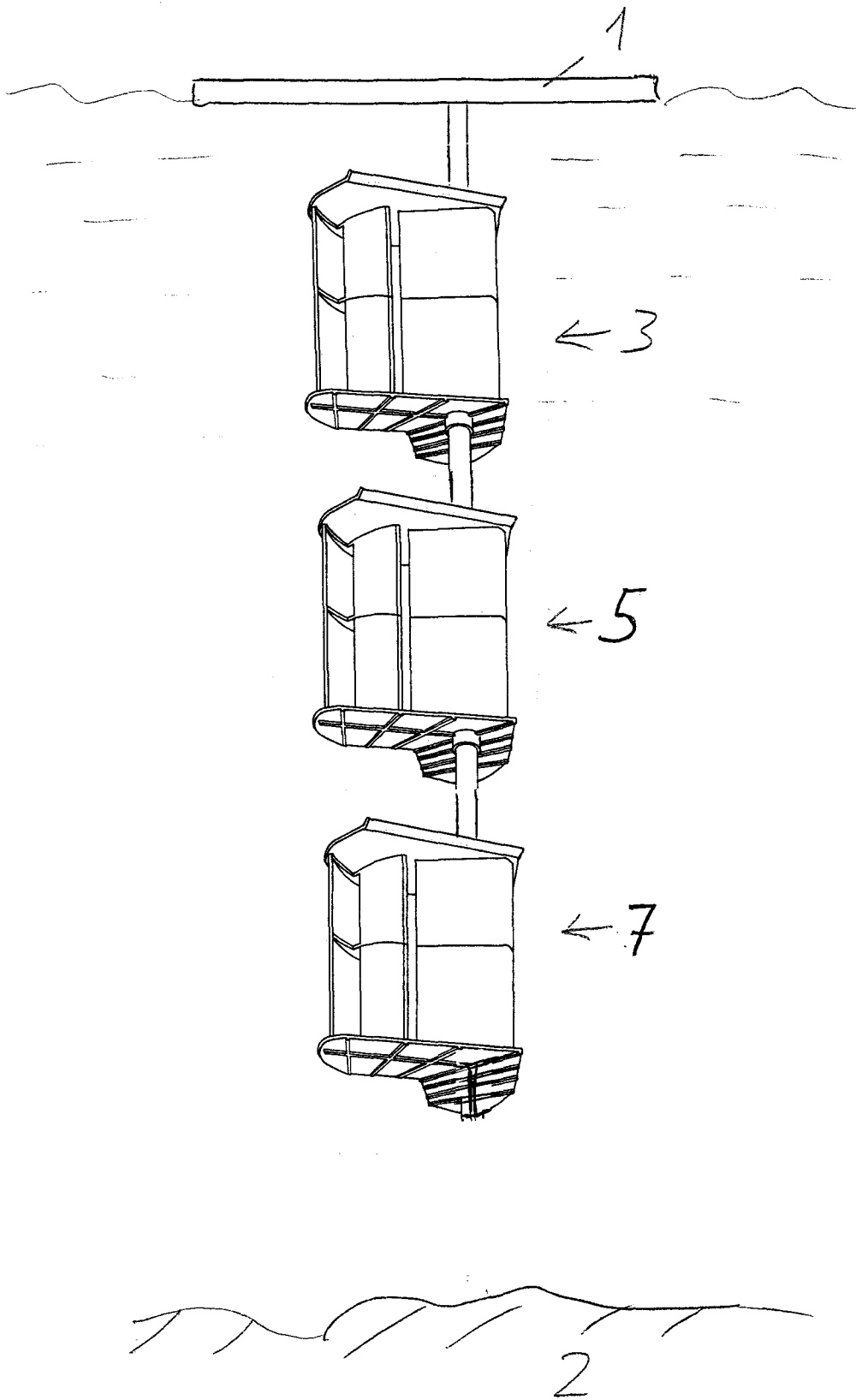


Fig. 2a

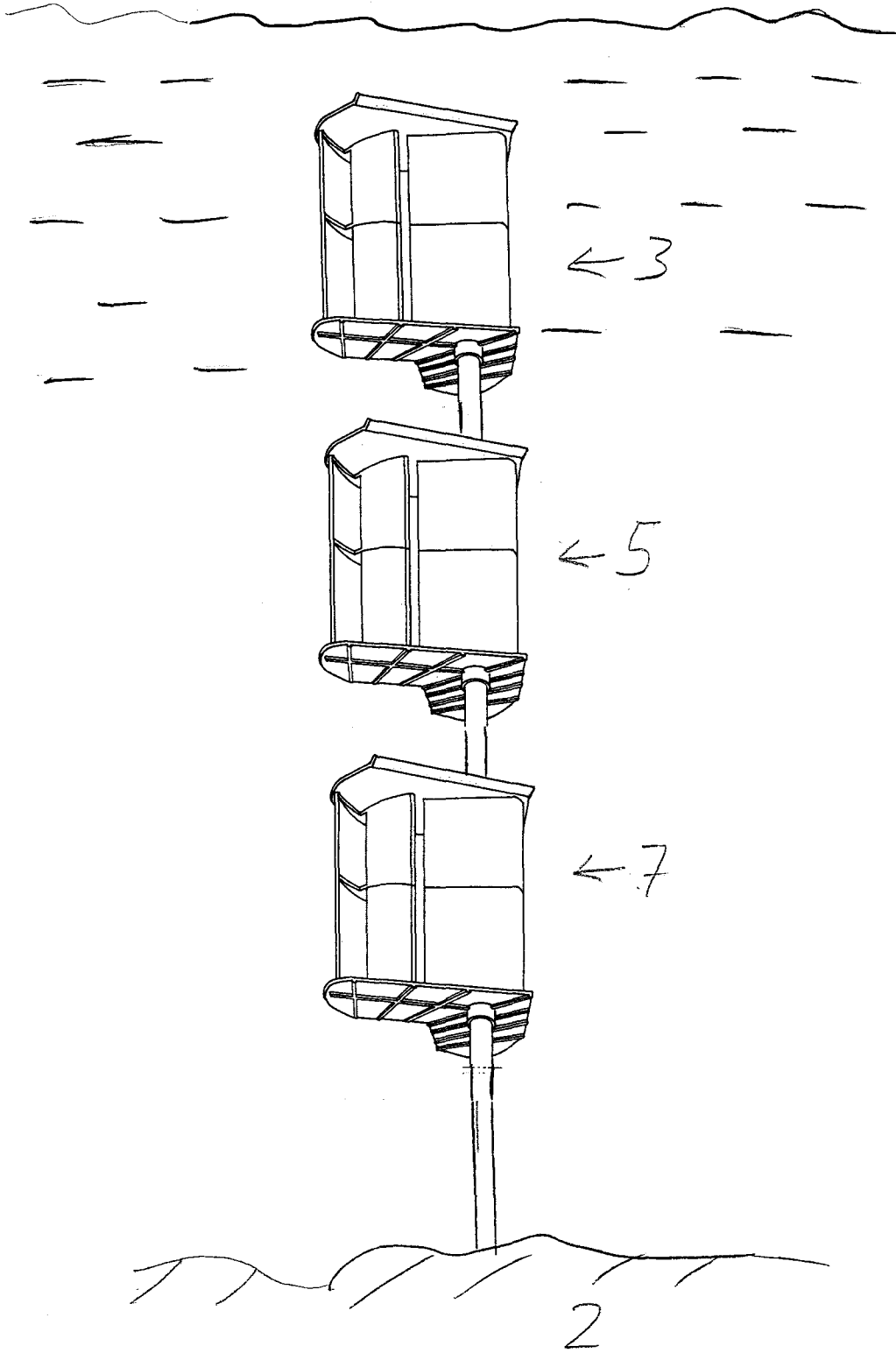


Fig. 2b

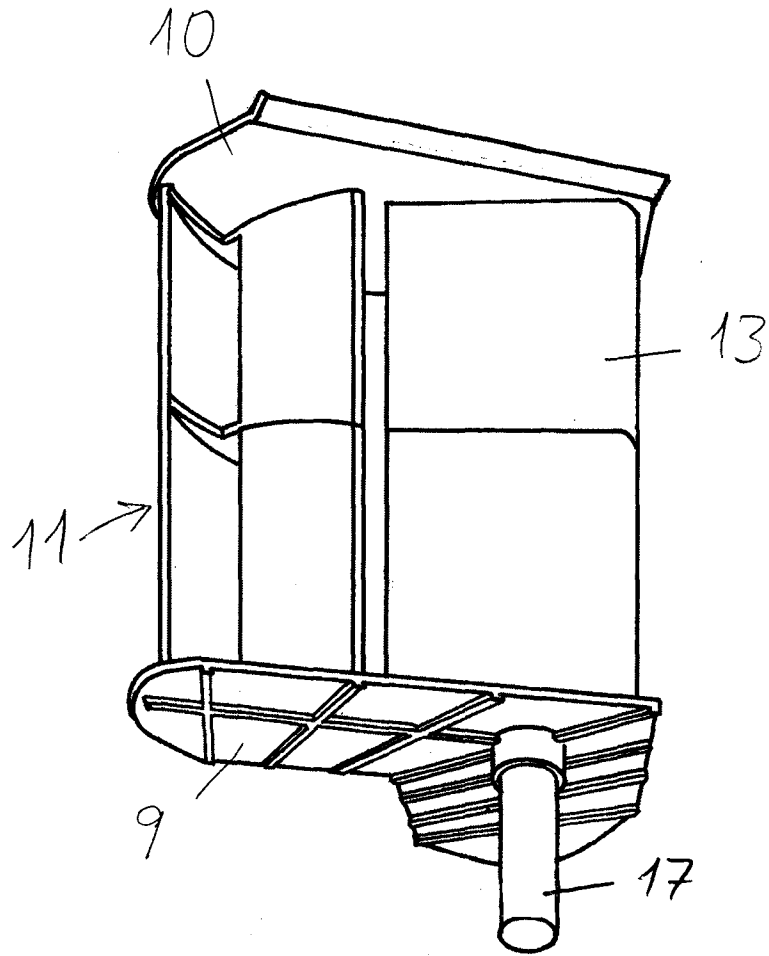


Fig. 3

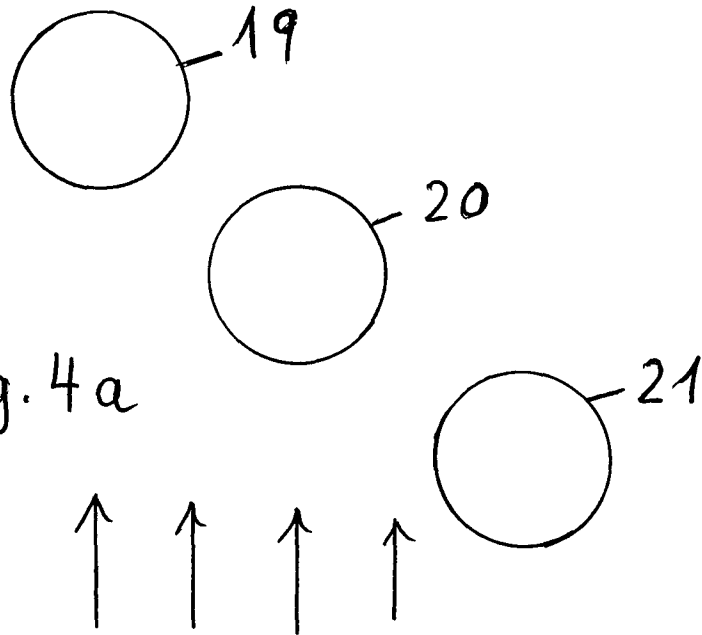


Fig. 4a

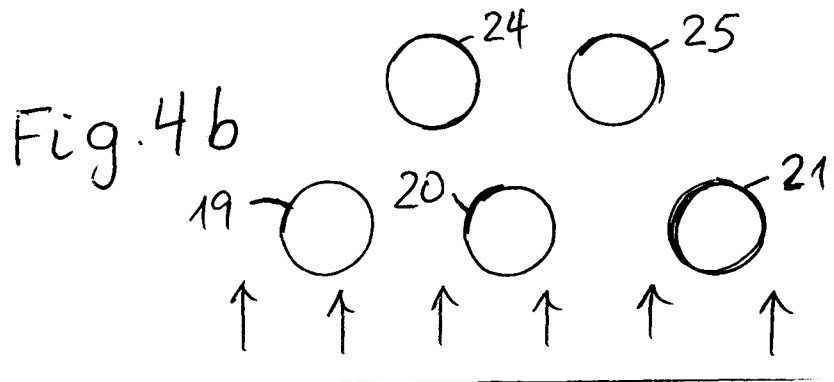


Fig. 4b

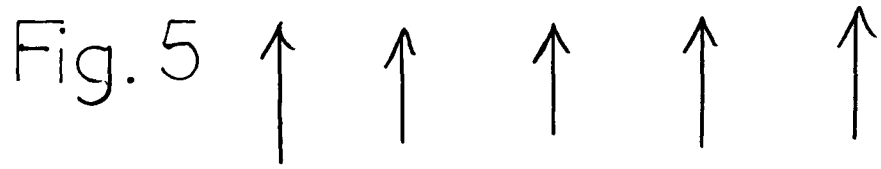
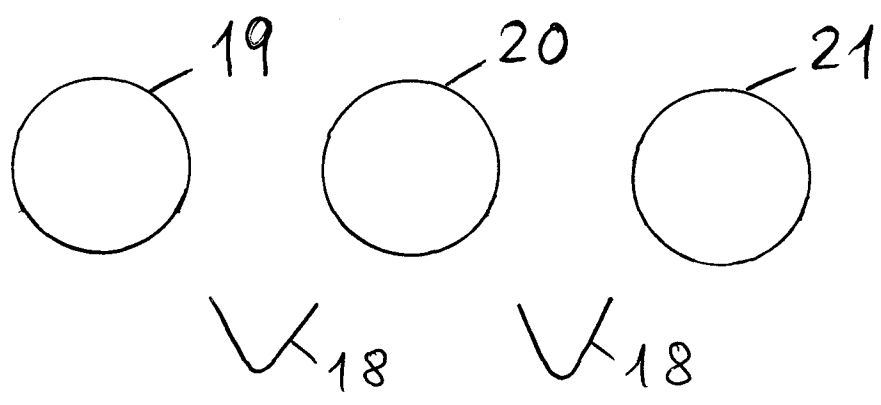


Fig. 5

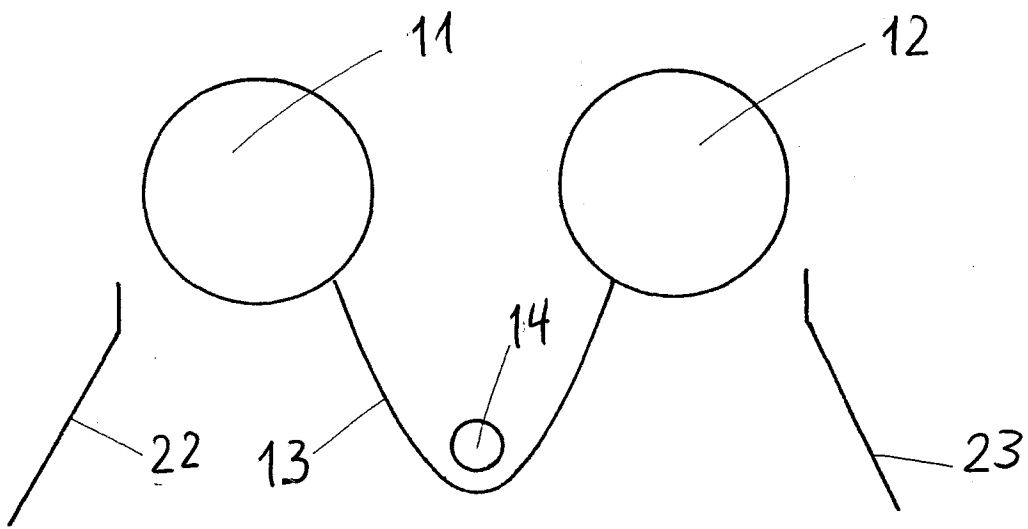


FIG. 6

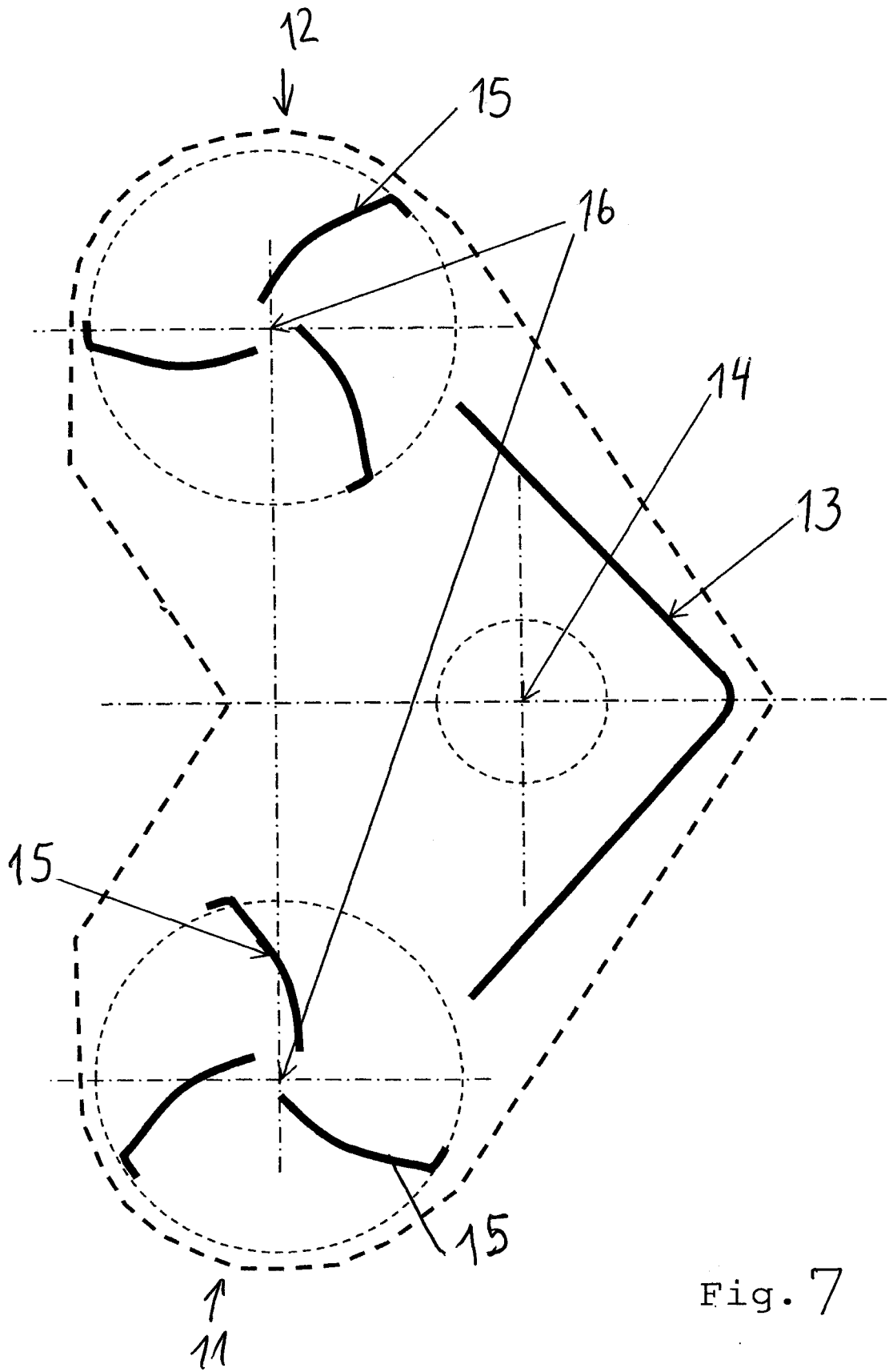


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/064628

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F03B17/06  
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

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 2009/135247 A1 (ATLANTIS RESOURCES CORP PTE LT [SG]; KEIR JOHN [SG]) 12 November 2009 (2009-11-12) page 3, line 11 - line 14 page 4, line 5 - line 23; figure 3 -----	1-5,9
X	FR 2 967 216 A1 (ELECTRICITE DE FRANCE [FR]; INST POLYTECHNIQUE GRENOBLE [FR]) 11 May 2012 (2012-05-11) page 7, line 1 - line 32 page 11, line 10 - line 29 page 12, line 15 - page 15, line 5; figures -----	1-15
X	DE 20 2010 012748 U1 (DRAEGER FRANK [DE]) 13 January 2012 (2012-01-13) paragraphs [0041], [0046]; figure 13 ----- -/--	1-5,9,15

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  18 October 2013	Date of mailing of the international search report  25/10/2013
--	--

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  Di Renzo, Raffaele
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/064628

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/264660 A1 (SUZUKI KIYOMI [JP]) 21 October 2010 (2010-10-21) paragraphs [0100], [0101], [0106] - [0109]; figures -----	1-5,9,15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/064628

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009135247	A1	12-11-2009	NONE
-----			
FR 2967216	A1	11-05-2012	CA 2816930 A1 10-05-2012
			EP 2635801 A1 11-09-2013
			FR 2967216 A1 11-05-2012
			WO 2012059697 A1 10-05-2012
-----			
DE 202010012748	U1	13-01-2012	NONE
-----			
US 2010264660	A1	21-10-2010	AU 2008322196 A1 22-05-2009
			CA 2704635 A1 22-05-2009
			CN 101855445 A 06-10-2010
			EP 2216543 A1 11-08-2010
			JP 5242135 B2 24-07-2013
			JP 2009121241 A 04-06-2009
			KR 20100093561 A 25-08-2010
			RU 2010123864 A 20-12-2011
			TW 200930895 A 16-07-2009
			US 2010264660 A1 21-10-2010
			WO 2009063605 A1 22-05-2009
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. F03B17/06  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 F03B

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 2009/135247 A1 (ATLANTIS RESOURCES CORP PTE LT [SG]; KEIR JOHN [SG]) 12. November 2009 (2009-11-12) Seite 3, Zeile 11 - Zeile 14 Seite 4, Zeile 5 - Zeile 23; Abbildung 3 -----	1-5,9
X	FR 2 967 216 A1 (ELECTRICITE DE FRANCE [FR]; INST POLYTECHNIQUE GRENOBLE [FR]) 11. Mai 2012 (2012-05-11) Seite 7, Zeile 1 - Zeile 32 Seite 11, Zeile 10 - Zeile 29 Seite 12, Zeile 15 - Seite 15, Zeile 5; Abbildungen -----	1-15
X	DE 20 2010 012748 U1 (DRAEGER FRANK [DE]) 13. Januar 2012 (2012-01-13) Absätze [0041], [0046]; Abbildung 13 ----- -/--	1-5,9,15

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

18. Oktober 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/10/2013

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

Di Renzo, Raffaele

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/264660 A1 (SUZUKI KIYOMI [JP]) 21. Oktober 2010 (2010-10-21) Absätze [0100], [0101], [0106] - [0109]; Abbildungen -----	1-5,9,15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/064628

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009135247	A1	12-11-2009	KEINE
-----			
FR 2967216	A1	11-05-2012	CA 2816930 A1 10-05-2012
			EP 2635801 A1 11-09-2013
			FR 2967216 A1 11-05-2012
			WO 2012059697 A1 10-05-2012
-----			
DE 202010012748	U1	13-01-2012	KEINE
-----			
US 2010264660	A1	21-10-2010	AU 2008322196 A1 22-05-2009
			CA 2704635 A1 22-05-2009
			CN 101855445 A 06-10-2010
			EP 2216543 A1 11-08-2010
			JP 5242135 B2 24-07-2013
			JP 2009121241 A 04-06-2009
			KR 20100093561 A 25-08-2010
			RU 2010123864 A 20-12-2011
			TW 200930895 A 16-07-2009
			US 2010264660 A1 21-10-2010
			WO 2009063605 A1 22-05-2009
-----			