



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 17 447 T2 2006.07.13**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 228 309 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F03B 13/10 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 17 447.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/NL00/00828**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 980 122.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/034973**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.11.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **17.05.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **12.01.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.07.2006**

(30) Unionspriorität:  
**1013559 11.11.1999 NL**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:  
**Pas, Peter Alexander Josephus, Lengel, NL**

(72) Erfinder:  
**Pas, Peter Alexander Josephus, 7044 AN Lengel,  
NL**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Isenbruck Bösl Hörschler  
Wichmann Huhn, 68165 Mannheim**

(54) Bezeichnung: **SYSTEM ZUR ERZEUGUNG VON WASSERSTOFF DURCH NUTZUNG EINER WASSERSTRÖ-  
MUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein System entsprechend des Oberbegriffs des Anspruchs 1 zur Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser durch Nutzung einer Wasserströmung beispielsweise eines Golfstroms oder Gezeitenstroms, wobei eine Anzahl unter Wasser befindlicher Module umfasst sind.

**[0002]** Ein derartiges System ist in US-A 4,850,190 offenbart.

**[0003]** Es gibt keine wie auch immer gearteten Umweltprobleme in Zusammenhang mit der Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser und der Umwandlung des erzeugten Wasserstoffs mit Sauerstoff. Es gibt keine schädlichen Nebenprodukte wie Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid oder Stickstoffoxid. Wasserströmungen wie Golfströme, die angeregt sind durch Solarenergie und Gezeitenströme, die angeregt sind durch die Mondphase, stehen frei zur Verfügung und die Energie aus ihnen unterliegt keiner Verknappung.

**[0004]** In der Vorrichtung entsprechend US-A 4,850,190 sind alle Module an einem Kabelsystem in Folge eines über das andere angehängt, derart dass ungünstige Wetterbedingungen nicht einen ungünstigen Effekt hervorrufen können. Die Module, die mit einer Turbine und einem Generator versehen sind, sind in derselben Richtung angehängt, d.h. ihre Stirnseiten sind gegen die Golfströmung gerichtet.

**[0005]** Dieses System hat eine Anzahl signifikanter Nachteile. Die Module sind schwierig erreichbar für Wartung und Reparatur. Deren Richtung kann nicht schnell auf eine Veränderung in der Wasserströmung angepasst werden. Die Tiefe jedes Moduls kann nicht so ausgewählt werden, dass die Turbine von der schnellsten Wasserströmung angetrieben wird. Die Ausbeute des Systems ist demnach relativ gering. Im Notfall ist es unmöglich, ein Modul in einer Position quer zur Strömungsrichtung zu manövrieren. So ein Fall tritt beispielsweise ein, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers zu hoch ist.

**[0006]** Das Ziel der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und somit wird ein System gemäß Anspruch 1 bereitgestellt.

**[0007]** Vorzugsweise bestehen die Mittel, welche es ermöglichen, die Tiefe der Module unter Wasserniveau auf die Tiefe einzustellen, in der die Wasserströmung am vorteilhaftesten ist, aus Ballasttanks und zumindest einem Ruderblatt, welches drehbar um eine horizontale Achse sein kann und die Module werden an ihren Stirnseiten über mindestens zwei geneigte oder horizontale Kabel mit einem Anker verbunden, der mit dem Seeboden verankert ist.

**[0008]** Um die Winkelposition bezüglich der Strömungsrichtung einstellen zu können, kann ein um eine vertikale Achse drehbares Ruderblatt verwendet werden.

**[0009]** Um zusehends die Energieeffizienz der Module zu erhöhen, kann die Turbine jedes Moduls in einen kontinuierlichen Strömungskanal in Form eines Venturi-Rohres untergebracht sein, welcher in Richtung der Strömung gesehen, einen Kanal aufweist, der sich fortschreitend verengt, einen sich anschließenden engen Kanal und einen sich anschließenden Kanal, der sich fortschreitend erweitert.

**[0010]** Die Zerlegungsmittel sind in den Modulen angeordnet. Ein Zugangsturm mit einem oberen über Wasserniveau herausragenden Abschnitt ist an der Spitze jedes Moduls angebracht.

**[0011]** Der Generator jedes Moduls könnte in Reihe mit der Turbine angeordnet sein. Jedoch ist dies für den vorher beschriebenen Venturi-Effekt ungünstig. Demnach wird der Generator jedes Moduls in einem radialen Abstand von der Turbine entfernt positioniert und die Drehbewegung der Turbinen werden über eine oder mehrere Zahnradgetriebe und einer Drehachse auf die Welle des Generators übertragen.

**[0012]** Um zu verhindern, dass große Fische oder Meeressäuger die Turbine zerstören, ist ein Gitter an der Stirnseite der Turbine jedes Moduls eingepasst. Das Gitter kann leicht von Muscheln und Algenbewuchs gereinigt werden, wenn eine oder mehrere Bürsten, die an einem Arm bewegt werden können, dem Gitter zugeordnet sind.

**[0013]** Zur Gewichtersparnis und zum Schutz vor Verformungen können die Turbinenschaufeln eine Hohlraumkonstruktion sein.

**[0014]** Vorzugsweise weist jede Turbine zwei Schaufelsätze auf, die in gegenläufigen Richtungen durch die Wasserströmung in Drehung versetzt werden können.

**[0015]** Um den Venturi-Effekt erreichen zu können und gleichzeitig ausreichenden Raum für die Ballasttanks und ähnliches bereitzustellen, kann das Gehäuse der Module eine Doppelwandkonstruktion aufweisen, wobei die Bereiche zwischen den Doppelwänden in Kammern durch Quer- und Längseinteilung unterteilt sein können. Aufgrund der Verwendung der Ballasttanks können die Module auch schwimmbar gemacht werden.

**[0016]** Zumindest einige der Kammern können miteinander über Öffnungen in den Einteilungen in Verbindung stehen. Das System umfasst einen zentralen Lagerturm, der mit dem Seeboden verankert ist, und eine Landungsbrücke und Mittel zum Überführen

von in Tanks gelagertem Wasserstoff an das Ufer in einen Tank.

**[0017]** Der zentrale Lagerturm steht über Wasserstofftransportleitungen mit einer Wasserstofftransportleitung in Verbindung, die sich von jedem Modul aus erstreckt, wobei der Punkt, an dem sich die zwei Leitungen treffen, sich an den Ankern befinden, an denen die Module über Kabel verbunden sind.

**[0018]** Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Modul, welches für ein vorher beschriebenes System geeignet ist.

**[0019]** Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Figuren detaillierter erklärt, wobei ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist.

**[0020]** [Fig. 1](#) zeigt eine teilweise aufgebrochene perspektivische Ansicht des Systems.

**[0021]** [Fig. 2](#) zeigt eine teilweise aufgebrochene perspektivische Ansicht eines eingesetzten Moduls.

**[0022]** [Fig. 3](#) zeigt einen Längsschnitt des Moduls.

**[0023]** Das dargestellte System zur Herstellung von Wasserstoff umfasst eine große Anzahl von Modulen **1**, welche über Leitungen **2**, **3** mit einem zentralen Lagerturm **4** verbunden sind. Der Lagerturm weist Tanks **5** auf, um den erzeugten Wasserstoff unter relativ hohem Druck beispielsweise bis zu 30 bar aufzunehmen als auch Bereiche **6**, welche als Lager oder Bürobereich dienen können. Ein Lagerturm ist an dem Seeboden verankert.

**[0024]** Eine Plattform **7** mit Leuchtsignal **8** ist auf der Spitze des Lagerturms angebracht. Eine Landungsbrücke **9**, wo ein Tanker **10** oder ein anderes Schiff anlegen kann, schließt sich an die Plattform **7** an.

**[0025]** Jedes Modul **1** hat ein doppelwandiges Gehäuse mit Innenwänden **11** und Außenwänden **12**. Das Gehäuse umgibt einen Strömungskanal **13**, der die Form eines Venturi-Rohres hat, d.h. gesehen von vorne nach hinten einen Bereich **14**, welcher sich von außen nach innen verengt und in einen engen Bereich **15** mündet, welcher seinerseits in einen Bereich **16** mündet, der sich von innen nach außen weitet. Eine Turbine **17** ist in einem Kanal **13** befestigt, wobei die Turbine **17** zwei Schaufelsätze **18** und **19** aufweist, welche von der Wasserströmung durch den Kanal **13** angetrieben werden, wodurch ihre Wellen zum Drehen veranlasst werden. Zur Gewichtsersparnis können die Schaufeln eine Hohlraumkonstruktion sein. Die Wellen der Schaufelsätze sind über eine Getriebeübersetzung **20** mit einer Drehachse **21** verbunden. Die Schaufeln der Sätze **18**, **19** sind so ausgerichtet, dass ihre Wellen von der Wasserströmung in der gegenläufigen Richtung angetrieben werden.

Die Getriebeübersetzung **20** überträgt die Drehbewegung der Wellen beider Schaufelsätze auf die Drehachse **21** derart, dass letztere in eine Richtung dreht. Ein Generator **22**, der elektrische Energie erzeugt, ist so gestaltet, dass er über eine Übersetzung an dem anderen Ende der Drehachse **21** dreht. Die erzeugte elektrische Energie wird in einer Zerlegungsvorrichtung **23** verwendet, welche eine Anode und eine Kathode aufweist, um Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu zerlegen. Ein hoher Wasserstoffdruck beispielsweise bis zu 30 bar kann erreicht werden, wenn die Reaktion  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$  im Wasser innerhalb der Zerlegungsvorrichtung, der KOH zugesetzt wurde, durchgeführt wird. Die Zerlegungsvorrichtung **23** arbeitet batchweise.

**[0026]** Der erzeugte Wasserstoff wird unter in Druckkesseln erzeugtem Druck gelagert, welche nicht dargestellt sind und welche in einer oder mehreren Kammern der Doppelwand des Gehäuses **11**, **12** untergebracht sind. Ein Gitter **24**, welches verhindert, dass große Meeressäuger, beispielsweise Haie oder Wale, in der Lage sind, die Turbine zu zerstören, ist an der Stirnseite des Gehäuses eingepasst. Eine an einem drehbaren Arm angebrachte Bürste **26** erlaubt es, Muscheln oder Algen von dem Gitter zu entfernen. Das doppelwandige Gehäuse ist in Kammern durch Quereinteilungen **27** und Längseinteilungen **28** unterteilt. Einige Kammern dienen als Ballasttanks, wodurch der Auftrieb des Moduls kontrolliert werden kann. Es gibt eine oder mehrere Pumpen an Bord, die nicht dargestellt sind, um das Ballastwasser zuzuleiten und abzuleiten. Andere Kammern sind über Öffnungen **29** miteinander in Verbindung.

**[0027]** Ein Zugangsturm **30** mit einem breiten Eingangs- und Ausgangsbereich **31** für das Wartungspersonal ist an jedem Modul **1** angebracht. Eine Treppe **32** erstreckt sich über die Länge des Turms ebenso wie eine Luftleitung **33**.

**[0028]** Ein Ruderblatt **35**, welches um eine horizontale Achse gedreht werden kann und ein Ruderblatt **36**, welches um eine vertikale Achse gedreht werden kann, sind an der Rückseite jedes Moduls **1** angebracht. An der Stirnseite ist jedes Modul **1** über zwei hängende oder horizontale Kabel **37**, **38**, die mit dem Meeresboden verbunden sind, mit der Spitze einer Ankerstange **39** verbunden.

**[0029]** Die Wasserstoffleitung **2** jedes Moduls verläuft zu der Spitze der entsprechenden Ankerstange **39**, wo sie mit einer Leitung **3** verbunden wird, die zu dem zentralen Lagerturm **4** führt.

**[0030]** Die vertikale Positionierung jedes Moduls in der am meisten bevorzugten Wassertiefe wird mittels der Ballasttanks und des Ruderblatts **35**, welches um eine horizontale Achse drehen kann, beeinflusst. Positionieren jedes Moduls **1** derart, dass die Stirnseite

desselben so ausgerichtet ist, dass sie direkt der Strömungsrichtung gegenübersteht (gezeigt durch **40** in [Fig. 2](#)) wird im Wesentlichen automatisch erreicht, indem die beiden Kabel **37**, **38** drehbar an dem oberen Bereich der Ankerstange **39** verbunden sind. Das Wasser, welches durch den Venturirohr-förmigen Strömungskanal fließt, bringt das Modul in die vorteilhafteste Richtung bezüglich des Golfstroms oder Gezeitenstroms. Dies bedeutet im Falle eines Gezeitenstroms, dass bei Wechsel der Gezeiten die Module um ungefähr 180° bezüglich der Ankerstange **39**, an der sie über die beiden Kabel **37**, **38** verbunden sind, drehen.

**[0031]** Durch Entfernen von Wasser aus der Ballastkammer kann ein Modul als ein Behälter (siehe [Fig. 1](#)) abgeschleppt werden. Das Modul kann auf dem Grund platziert werden, indem die Ballastkammern, möglicherweise unterstützt durch das Ruderblatt **35**, gefüllt werden.

**[0032]** Der erzeugte Sauerstoff kann in die Luft freigesetzt werden entweder von jedem Modul oder von dem zentralen Lagerturm. Eine andere Möglichkeit ist das Lagern des Sauerstoffs in Behältern und dessen Vermarktung.

**[0033]** Das Ruderblatt **36**, welches ferngesteuert sein kann und um eine vertikale Achse gedreht werden kann, dient dazu, die Position des Moduls unter Berücksichtigung des Wasserstroms verändern zu können und Korrekturen der Winkelposition der Module in der horizontalen Ebene durchführen zu können. Wenn beispielsweise die Strömungsgeschwindigkeit bis auf eine solche Größe ansteigt, dass die Gefahr besteht, dass die Schaufelsätze **18**, **19** oder deren Lagerung zerstört werden, werden die Module in eine Richtung quer zu der Wasserströmung befördert, so dass die Schaufelsätze nicht angetrieben werden. Es ist auch möglich, dass die Schaufelsätze **18**, **19** einstellbar sind und dass – im Falle einer zu hohen Wasserströmung – die Schaufelsätze in eine derartige Winkelposition gebracht werden, dass sie nicht angetrieben werden. Die Anpassung der Schaufelwinkel erfolgt über Fernsteuerung.

### Patentansprüche

1. System zur Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser durch Nutzung einer Wasserströmung, wie beispielsweise einen Golfstrom oder Gezeitenstrom, wobei das System umfasst:

- eine Anzahl unter Wasser befindlicher Module (**1**), welche jeweils eine Turbine (**17**) aufweisen, die von der Wasserströmung angetrieben werden kann und die über mindestens ein Zahnradgetriebe (**20**) mit einem Generator (**22**) gekoppelt ist, um elektrische Energie zu erzeugen; und
- Zerlegungsmitteln (**23**), um Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff unter Verwendung der generierten

elektrischen Energie zu zerlegen, wobei die Module (**1**) mit Mitteln (**13**, **37**, **38**) versehen sind, um die Stirnseite der Module – gesehen in Längsrichtung der Turbinen – in die Richtung der Wasserströmung oder einer davon abweichenden Winkelstellung automatisch auszurichten,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Module (**1**) mit Mitteln (**35**) versehen sind, um die Tiefe der Module (**1**) unter Wasserniveau zu steuern;

in dem die Zerlegungsmittel (**23**) in den Modulen (**1**) angeordnet sind;

in dem ein Zugangsturm (**30**) mit einem oberen über Wasserniveau herausragenden Abschnitt (**31**) an der Spitze jedes Moduls (**1**) angebracht ist; und

in dem der Generator (**22**) jedes Moduls (**1**) in einem radialen Abstand von der Turbine (**17**) entfernt positioniert ist und die Drehbewegung der Turbinen (**17**) über das mindestens eine Zahnradgetriebe (**20**) und einen Drehstab (**21**) auf die Welle des Generators (**22**) übertragen wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel, die es erlauben die Tiefe der Module unter Wasserniveau an die Tiefe anzupassen, in der die Wasserströmung am vorteilhaftesten ist, aus Ballasttanks und zumindest einem Ruderblatt (**35**) bestehen, welches drehbar um eine horizontale Achse befestigt ist und indem die Module an ihren Stirnseiten über mindestens zwei geneigte oder horizontale Kabel (**37**, **38**) mit einem Anker (**39**) verbunden sind, der mit dem Seeboden verankert ist.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Modul ebenfalls ein drehbar um eine vertikale Achse befestigtes Ruderblatt (**36**) aufweist.

4. System nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbine (**17**) jedes Moduls (**1**) in einem Strömungskanal (**13**) in Form eines Venturirohrs untergebracht ist, welcher – in Blickrichtung der Strömung – einen Kanal (**14**) aufweist, der sich fortschreitend verengt, einen sich anschließenden engen Kanal (**15**) und einen sich anschließenden Kanal (**16**), der sich fortschreitend erweitert.

5. System nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gitter (**24**) an der Stirnseite der Turbine jedes Moduls (**1**) angepasst ist.

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Bürsten (**26**) dem Gitter (**24**) zugeordnet sind, die an einem Arm bewegt werden können.

7. System nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbinenschaukeln (**18**) eine Hohlraumkonstruktion sind.

8. System nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Turbine zwei Sätze (**18, 19**) von Schaufeln aufweist, die in gegenläufigen Richtungen durch die Wasserströmung in Drehung versetzt werden können.

9. System nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse der Module eine doppelwandige (**11, 12**) Konstruktion ist und die Bereiche zwischen den Doppelwänden in Kammern durch Quereinteilungen (**27**) und Längseinteilungen (**28**) unterteilt sind.

10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der Kammern miteinander über Öffnungen (**29**) in den Einteilungen in Verbindung stehen.

11. System nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das System einen zentralen Lagerturm (**4**), der mit dem Seeboden verankert ist, eine Landungsbrücke und Mittel zum Überführen von in Tanks gelagertem Wasserstoff an das Ufer oder in einen Tanker umfasst.

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der zentrale Lagerturm über Wasserstofftransportleitungen (**3**) mit einer Wasserstofftransportleitung (**2**) in Verbindung steht, die sich von jedem Modul aus erstreckt, wobei der Punkt, an dem sich die Leitungen (**2**) und (**3**) treffen, sich an Ankern (**39**) befindet, an denen die Module (**1**) über Kabel (**37, 38**) verbunden sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

fig-1

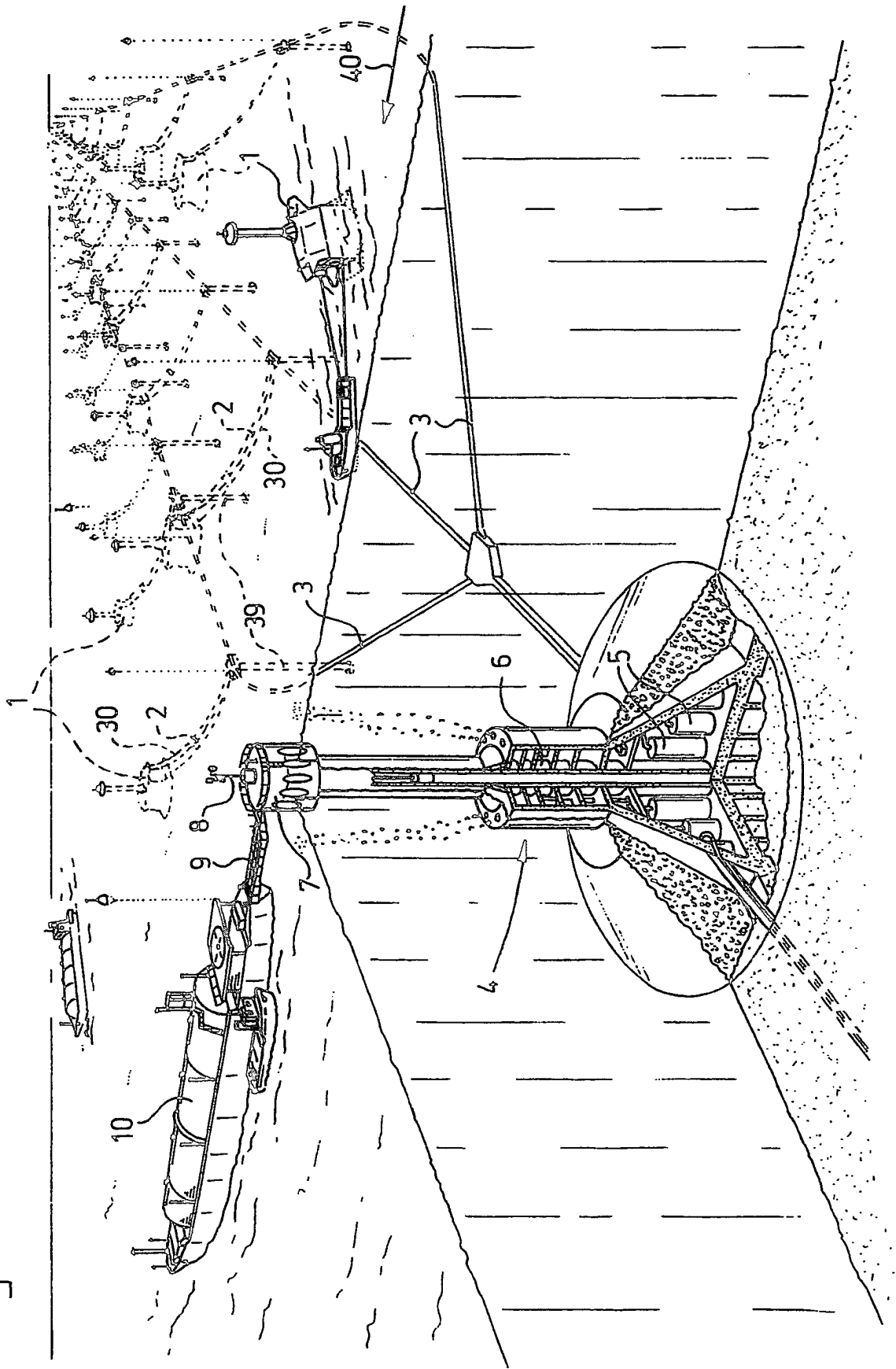


fig - 2

