

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年10月3日 (03.10.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/077369 A1

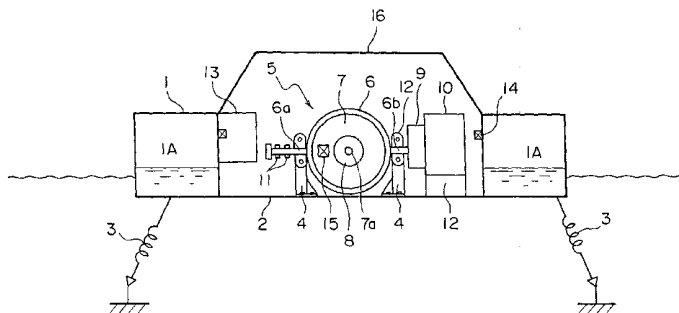
- (51) 国際特許分類: **E02B 9/08**, F03B 13/16
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP02/02775
 - (22) 国際出願日: 2002年3月22日 (22.03.2002)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願2001-88011 2001年3月26日 (26.03.2001) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP).
 - (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神吉 博 (KANKI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒675-0057 兵庫県加古川市東神吉町神吉1646 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 長瀬 成城 (NAGASE, Shigeki); 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町2-4-2 小黑ビル Tokyo (JP).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: GYRO WAVE-ACTIVATED POWER GENERATOR AND WAVE SUPPRESSOR USING THE POWER GENERATOR

(54) 発明の名称: ジャイロ式波力発電装置およびそれを使用した消波装置



(57) Abstract: A gyro wave-activated power generator utilizing wave energy having, as a component, a control moment gyro, comprising a floating body (1), a control moment gyro (5) supported by the floating body, and a power generator (10) connected to the gimbal shaft of the gyro through a speed increasing means (9), characterized in that the gimbal (6) of the gyro is rotated by the movement of the floating body by wave to drive the power generator (10) for power generation.

[続葉有]

WO 02/077369 A1



(57) 要約:

本発明は、コントロール・モーメント・ジャイロを構成要素とする波浪エネルギーを利用したジャイロ式波力発電装置を提供するものである。

このため、本発明は、浮体1と、この浮体に支持されたコントロールモーメントジャイロ5と、前記ジャイロのジンバル軸に増速手段9を介して接続した発電装置10とを備え、波浪による浮体の揺動により前記ジャイロのジンバル6を回転させ、発電装置10を駆動して発電を行うようにしたことを特徴としている。

明細書

ジャイロ式波力発電装置およびそれを使用した消波装置

技術分野

本発明は、コントロール・モーメント・ジャイロを構成要素とする波浪エネルギーを利用したジャイロ式波力発電装置に関するものである。

背景技術

最近、地球温暖化現象等の地球環境問題が世界的に注目されている中、クリーンな自然エネルギーの利用を強力に推進して行く必要がある。

自然エネルギー利用の代表的なものとして、太陽光発電、風力発電や波力発電があり、太陽光発電と風力発電はすでに実用化されつつある。しかし、太陽光発電は太陽電池パネルを作成する上での経済的な課題あり、また、風力発電は地震や台風の多い日本では頑丈な構造にする必要があり、又広い敷地面積を要するなどの問題がある。

一方、波力発電については、四囲を海に囲まれた日本では、非常に有望なエネルギー源であることから、その研究は進んでいるものの、まだ本格的な実用化レベルに至っておらずその活用が重要な課題となっている。

波力発電には種々の方式が提案され、実験がなされている。方式の多くは、波の上下運動を利用して、空気又は水の流れをつくり、その流れをダクトに導き、タービンを回転させるもの（特開平6-280240号、特開平5-164036号等を参照）であり、小型の浮体式発電装置としては、航路標識用として実用化されている。また、大型の浮体式波力発電方式としては、海洋科学技術センターの「海明」（全長80m、幅12メートル、800トン）が、また固定式としては「三瀬型」（新技術事業団等）が試験されている。

しかし、前述のような流体を用いる波力発電装置では、波の大きさ等において、効率の良い発電ができる条件が非常に限られるため、全体としては効率の低いものになってしまう。このため、効率をあげるためにはある程度大規模なシステ

ムが必要となるが、設備が大型化し経済的でない。

そこで本発明は、小型で効率の良い波力発電装置を実現するために、海上の浮体の揺れをコントロールモーメントジャイロで受け止め、そのエネルギーを利用して発電するジャイロ式波力発電装置およびそれを使用した消波装置を提供することにより、上記問題点を解決することを目的とする。

本発電装置は、密閉されたジンバルと、その中にジンバル軸とスピン軸が直交方向をなすように配置されかつスピン軸を中心としてスピン可能に収めたフライホイールと、フライホイールを高速で回転するスピンモータと、ジンバル軸に増速ギアを介して接続された発電機とを備え、波の運動による浮体の揺れによりジンバルを回転し発電する構成となっている。また、装置には浮体の傾きや角速度を検出するセンサとジンバルの回転角や姿勢を検出するエンコーダを設け、これらの信号を用いて、浮体の揺れとコントロールモーメントジャイロ本体の回転を同期させることにより発電効率を高める。さらに、波の運動は基本的には円運動であることから、波の運動にあわせてジンバル回転を合わせることにより発電効率を高めるものである。

発明の開示

本発明が採用した技術解決手段は、

浮体と、この浮体に支持されたコントロールモーメントジャイロと、前記ジャイロのジンバル軸に増速手段を介して接続した発電装置とを備え、波浪による浮体の揺動により前記ジャイロのジンバルを回転させ、発電装置を駆動して発電を行うようにしたことを特徴とするジャイロ式波力発電装置である。

また、前記浮体には、複数のコントロールモーメントジャイロを設け、それぞれのコントロールモーメントジャイロにより発電できるようにしたことを特徴とするジャイロ式波力発電装置である。

また、前記浮体内にバラストを入れ、浮体の固有周波数を変え、浮体の周波数と、波の周波数を同期させることができるようにしたことを特徴とするジャイロ式波力発電装置である。

また、浮体の揺れと、コントロールモーメントジャイロ本体の回転を同期させ

るようにジャイロの回転数を制御するようにしたことを特徴とするジャイロ式波力発電装置である。

また、前記記載のジャイロ式波力発電装置を水面上に複数台ならべることによって構成したことを特徴とする消波装置である。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るコントロールモーメントジャイロと発電機と制御装置からなるジャイロ式波力発電装置の断面図である。

図2は、同波力発電装置に使用する浮体の斜視図である。

図3は、同波力発電装置に使用する制御ブロック図である。

図4は、同波力発電装置に於けるコントロールモーメントジャイロの配置例をしめす平面図である。

図5は、波力発電装置を複数台連ねた消波装置の説明図である。

図6は、波の高さと発電機出力の関係図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明に係るコントロールモーメントジャイロと発電機と制御装置からなるジャイロ式波力発電装置を図面を参照して説明すると、図1は第1実施形態としての同波力発電装置の側断面図、図2は同波力発電装置に使用する浮体の斜視図、図3は制御ブロック図、図4はコントロールモーメントジャイロの配置例を示す平面図である。

図1において、1は浮体であり、この浮体1は、図2に示すように左右の浮体1A、1Aを連結部材1B、1Bで結合した略四角形をしており、後述するコントロールモーメントジャイロ式発電装置は前記四角形の浮体の底面2の中心部に配置され、また、浮体1は適宜アンカー3により海底に固定されている。なお浮体1は四角形である必要はなく、転覆するおそれのない形状、例えば、船体形、円形、多角形とすることができる。

浮体1の中央部底面2にはコントロールモーメントジャイロ5のジンバル軸受台4、4が対向して立設されており、このジンバル軸受台4、4にコントロール

モーメントジャイロ 5 のジンバル軸 6 a、6 b が回転自在に軸支されている。ジンバル 6 は円筒型をした密閉容器として形成されており、この密閉容器を形成するジンバル 6 内には、ジンバル軸 6 a、6 b とスピン軸 7 a が直交方向をなすように配置されたフライホイール 7 が回転自在に設けられ、フライホイール 7 のスピン軸 7 a にはスピンモータ 8 が取付けられている。スピンモータ 8 はジンバル容器内（あるいは容器の外側側面）に配置され、この部分から容器内に空気等が入らぬようにシールされている。ジンバル 6 を形成している密閉型容器内は図示せぬ真空ポンプに接続され、この負圧ポンプによってたとえば、ジンバル 6 内を 0.1 気圧以下としフライホイール 7 の抵抗を少なくし、風損を減らすようにしている。

前記ジンバル 6 の一側の軸 6 b にはギヤ機構等からなる増速手段 9 を介して発電機 10 が接続されており、ジンバル 6 が回転することにより発電機 10 によって発電することができるようになっている。なお発電機 10 はジンバル 6 の回転方向に係わらず適宜整流器を介して電力変換器（不図示）あるいは蓄電器（不図示）に接続されている。また、ジンバル 6 の他側の軸 6 a には、前記スピンモータ 8、真空ポンプ駆動用モータへの給電用のブラシ 11 が取付けられ、適宜電源に接続されている。また、事故時など非常自体にフライホイールを適切に止めるブレーキを適宜設置することもある。前記発電機 10 は浮体の底面上に設けた台 12 上に載置固定されている。なお、コントロールモーメントジャイロの基本構成、作動は従来のもと同様であり、それらの作動原理の説明は省略する。

浮体 1 には、電力、発電機を制御するための制御機器 13 が設けられているとともに、浮体 1 内にバラスト水を注入できるように、その水量を調整するポンプ（不図示）とバルブ（不図示）が設けられており、バラスト量によって浮体の揺れの固有周波数を波の周波数に合わせることができるようになっている。さらに、浮体 1 には浮体 1 の傾きや角速度を検出する揺れセンサ 14 とジンバル 6 の回転角や姿勢を検出するエンコーダ（ジンバル軸方向センサ）15 が設けられ、これらは浮体 1 に設けた制御機器 13 に電氣的に接続されている。

また浮体 1 に取り付けられた発電機を含む各種機器は、全体がカバー 16 などによって覆われ、海水等がかからぬように設計されている。

上記構成からなるジャイロ式波力発電装置の作用を説明する。

ジャイロ式波力発電装置を海上に浮かべ、フライホイール 7 をスピンモータ 8 によって高速で回転させた状態としておく。波の運動によって浮体 1 が揺動（傾き）すると、この動きがコントロールモーメントジャイロ 5 で受け止められ、ジンバル 6 が回転し、その回転により増速手段 9 を介して発電機 10 を駆動し発電が行われる。発電された電力は適宜蓄電器に蓄電され、あるいは直接アクチュエータに供給されアクチュエータを作動する。

この発電状態の時に、制御装置は、浮体の傾きや角速度を検出する揺れセンサ 14 とジンバルの回転角や姿勢を検出するエンコーダ（ジンバル軸方向センサ）15 の信号を用いて、図 3 に示す制御ブロックにより浮体の揺れとコントロールモーメントジャイロ本体の回転を同期させ、また、ジャイロ 6 の回転数を発電機側で制御することにより最も効率のよい発電をおこなう。また、浮体 1 内にポンプによってバラスト水を注排水し、その水量によって浮体の揺れの固有周波数を波の周波数に合わせることで発電効率を上げるようにしている。特に夏と冬では波の大きさ、周波数が異なるため、この方式は有効である。上記発電機の制御あるいはバラスト水の制御はパソコン等にインストールしたソフトウェア等によっておこなう。

ところで、本発明に係る CMG 方式（ジャイロ式波力発電方式）の発電効率とこれまで開発されてきた浮体空気タービン方式の効率について比較した 1 例を簡単に説明すると以下のようなになる。

本発明に係る CMG 方式の効率は次の 3 段階の変換効率を合成して求めることができる。

- (1) 波から浮体の運動への 1 次変換効率は $\eta_1 = 0.6 \sim 0.9$
- (2) 浮体の運動から CMG の出力軸への変換効率は $\eta_2 = 0.9 \sim 0.95$
- (3) CMG の出力軸から発電機の電気出力への変換効率は $\eta_3 = 0.8 \sim 0.9$

から合成した効率は $\eta_T = 0.43 \sim 0.77$ となる。

一方、海明やマイティホエールズのように、これまで開発されてきた浮体空気

タービン方式では次の5段階の変換効率を合成して求めることができる。

- (1) 波から浮体の運動への1次変換効率は $\eta_1 = 0.6 \sim 0.9$
- (2) 浮体の運動から水柱の運動への変換効率は $\eta_c \cong 0.8$
- (3) 水柱の運動から空気の運動への変換効率は $\eta_a = 0.9 \sim 1.0$
- (4) 空気の運動からタービンの出力への変換効率は $\eta_t = 0.3 \sim 0.6$ (ウェールズタービン)
- (5) タービン出力から発電機出力への変換効率は $\eta_g = 0.8 \sim 0.9$

これらを合成した効率は $\eta_T = 0.10 \sim 0.39$ となる。

この内(1)と(5)は同一であるから、タービンを用いることによって効率が低下していることが判る。

即ち浮体の運動から発電機入力までの効率がCMG方式では運動量変換しているだけなので機械損失以外のロスがなく、 $\eta_2 = 0.9 \sim 0.95$ に対してタービン方式では3段階の変換を経るため、 $\eta_2 = 0.216 \sim 0.48$ となっており、これで2倍の差が出てくる。

波の高さと出力の関係の比較

波は波高が高いと振動数が低くなり、波高が低いと振動数が高くなる特性を有している。この結果発電装置の出す出力特性は図6に示すような傾向があり、CMG方式は波高が低い時にも出力低下が小さく、波高が高い時にも出力が出過ぎない特性をもつので安定した出力が得られ運用に有利である。

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、一台の浮体に対してコントロールモーメントジャイロを複数セット配置することができる。例えば図4に示すように2台でペアにし、浮体上でのそれぞれの設置角を異ならせることにより、波の方向に係わらず安定した発電を行うことが可能となる。波の運動は基本的には円運動であり、それにジンバル回転を合わせるとともに、ジャイロ本体の設置方向は波の進行方向に対して斜めにすることが望ましい。

また、上記波力発電装置を、図5に示すように複数台連ねて防波堤のように並

べることで静穏海域を創成する消波装置を構成することもできる。

さらに、本発明は上記実施形態に限定することなく、本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

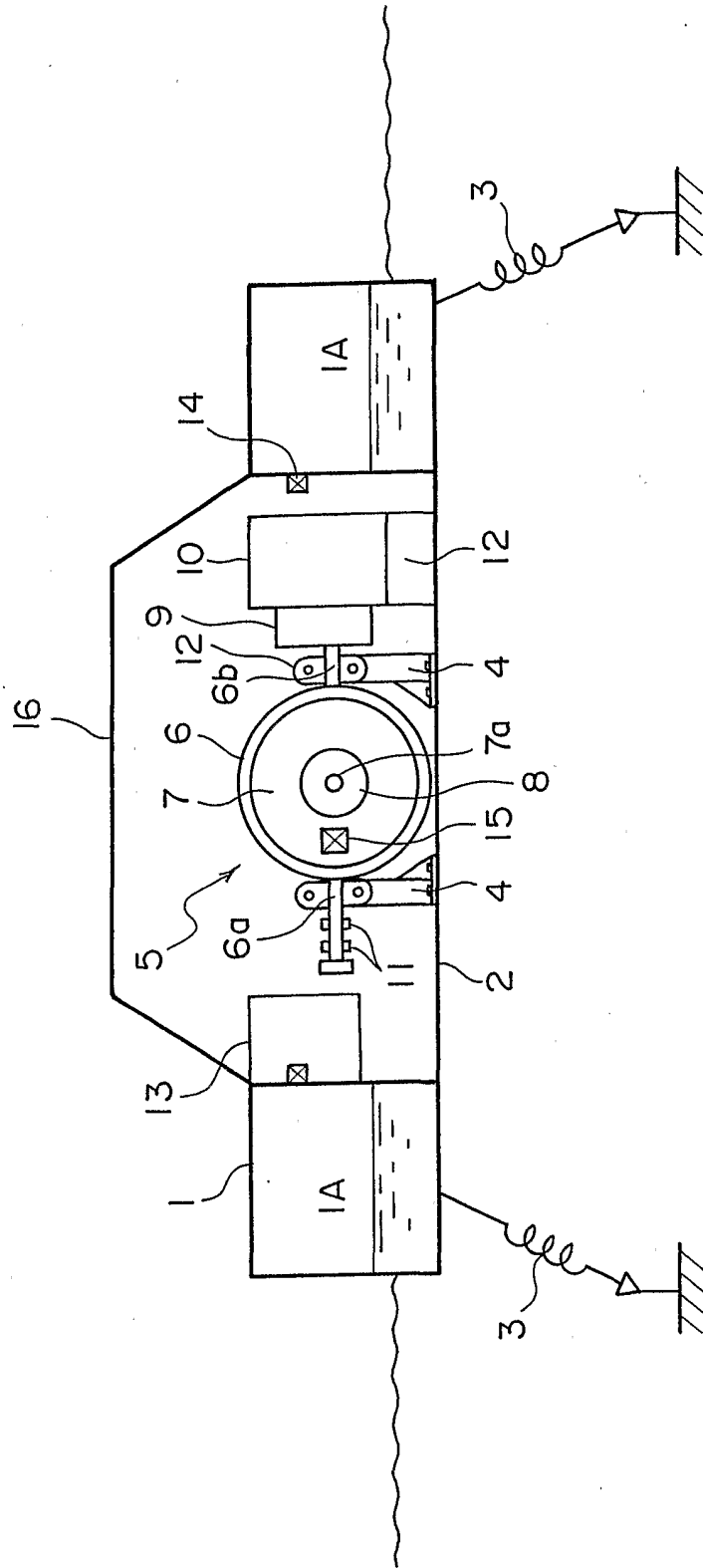
産業上での利用可能性

これまで詳述してきたように本発明のジャイロ式波力発電装置によれば、海上の浮体の揺れをコントロールモーメントジャイロで受け止め、そのエネルギーを利用して効率よく発電することができる。また本装置を構成する密閉されたジンバル内を真空ポンプによって負圧とすることにより、ジンバル内のフライホイールの抵抗を少なくすることができ、スピンモータの駆動エネルギーを小さくすることができる。一台の浮体にコントロールモーメントジャイロを複数セット配置することにより、浮体の不都合な揺れを防止し効率的な発電を行うことができる。浮体内に水をバラストとして入れ、その水量を調整することにより浮体の揺れの固有周波数を波の周波数に合わせ発電効率を上げることができる。さらに上記発電装置を備えた浮きたいを防波堤のように並べて消波装置とし、静穏海域を創成することができる、等の優れた効果を奏することができる。

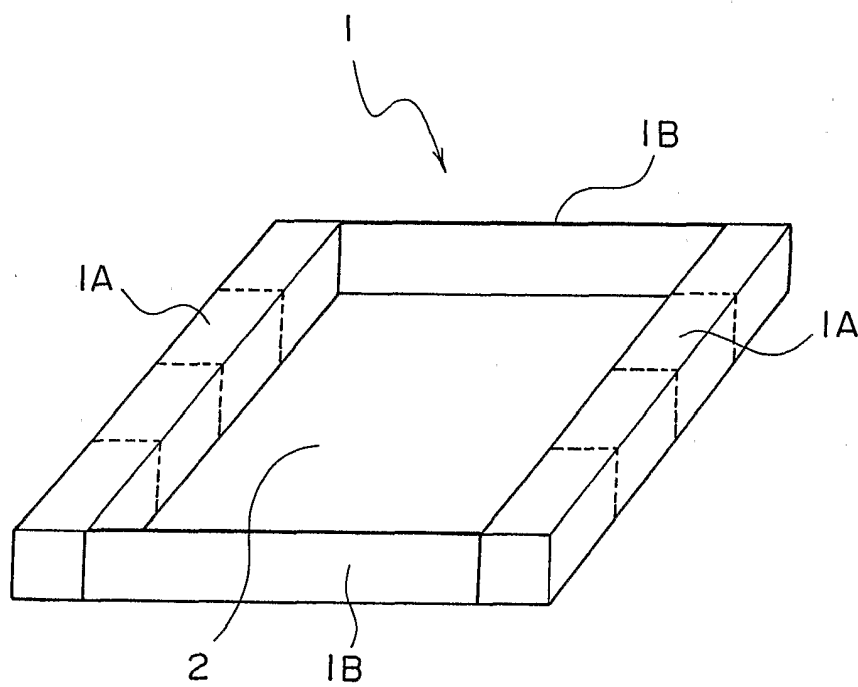
請求の範囲

1. 浮体と、この浮体に支持されたコントロールモーメントジャイロと、前記ジャイロのジンバル軸に増速手段を介して接続した発電装置とを備え、波浪による浮体の揺動により前記ジャイロのジンバルを回転させ、発電装置を駆動して発電を行うようにしたことを特徴とするジャイロ式波力発電装置。
2. 前記浮体には、複数のコントロールモーメントジャイロを設け、それぞれのコントロールモーメントジャイロにより発電できるようにしたことを特徴とする請求項1に記載のジャイロ式波力発電装置。
3. 前記浮体内にバラストを入れ、浮体の固有周波数を変え、浮体の周波数と、波の周波数を同期させることができるようにしたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のジャイロ式波力発電装置。
4. 浮体の揺れと、コントロールモーメントジャイロ本体の回転を同期させるようにジャイロの回転数を制御するようにしたことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載のジャイロ式波力発電装置。
5. 前記請求項1～請求項4の何れかに記載のジャイロ式波力発電装置を水面上に複数台ならべることによって構成したことを特徴とする消波装置。

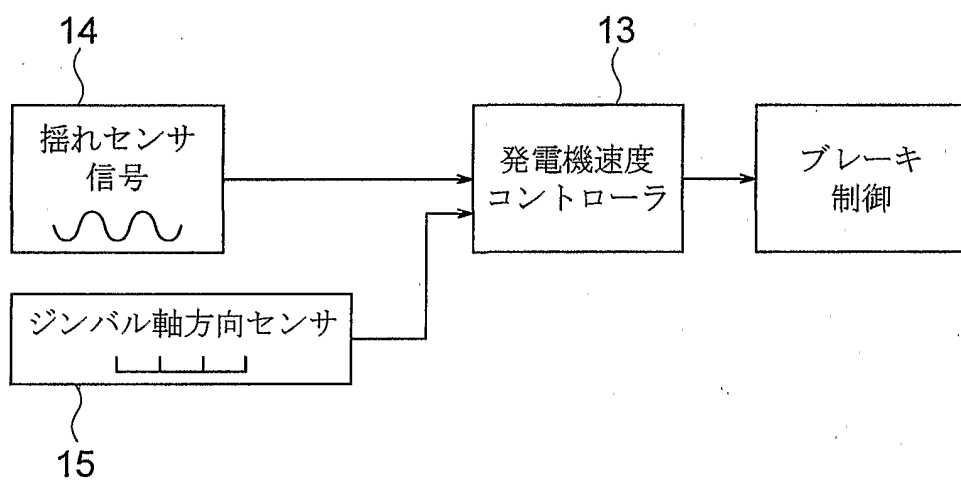
第1図



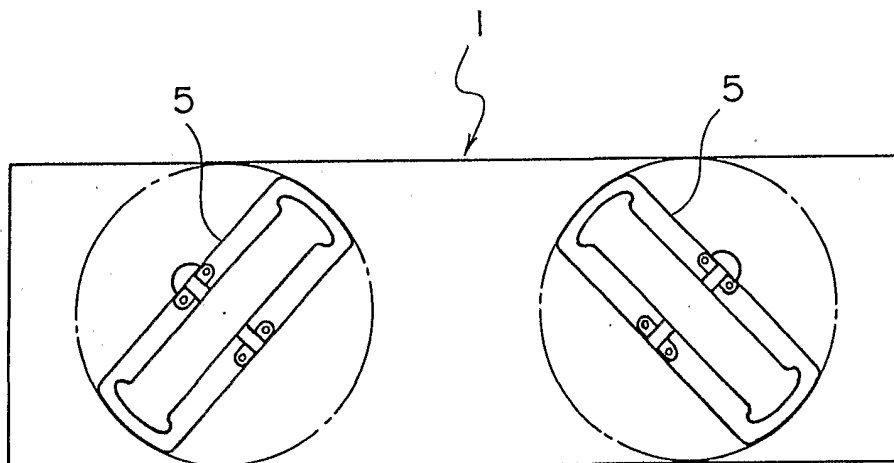
第2図



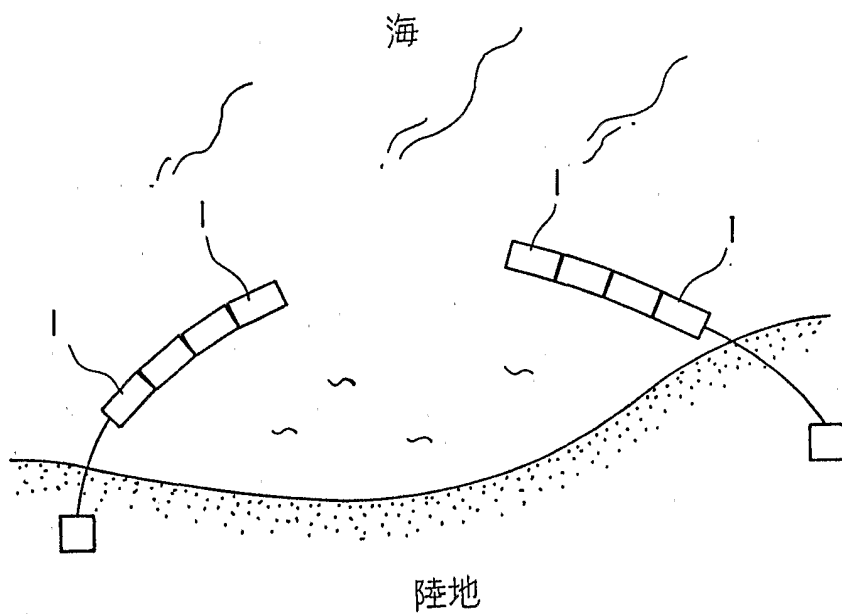
第3図



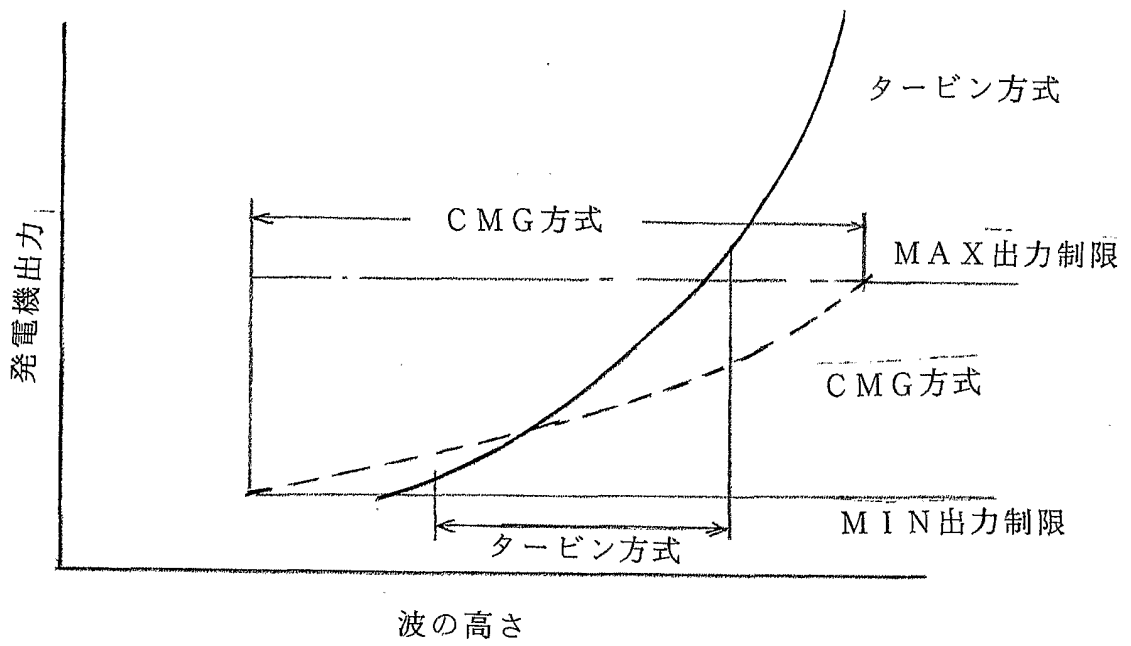
第 4 図



第 5 図



第6図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ E02B9/08, F03B13/16

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)

Int.Cl⁷ E02B9/08, F03B13/16, G01C19/02-19/54

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-216859 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 August, 1995 (15.08.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 7-333664 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 22 December, 1995 (22.12.95), Par. No. [0047]; Fig. 13 (Family: none)	1-5

 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 document 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 June, 2002 (18.06.02)

Date of mailing of the international search report

02 July, 2002 (02.07.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ E02B 9/08, F03B13/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ E02B 9/08, F03B13/16, G01C 19/02-19/54

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2002年
日本国登録実用新案公報	1994-2002年
日本国実用新案登録公報	1996-2002年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 7-216859 A (三菱重工業株式会社) 1995.08.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 7-333664 A (オリンパス光学工業株式会社) 1995.12.22, 段落番号【0047】, 図13 (ファミリーなし)	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.06.02

国際調査報告の発送日

02.07.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

深田 高義

2D 3016



電話番号 03-3581-1101 内線 3239