

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-231967

(P2008-231967A)

(43) 公開日 平成20年10月2日(2008.10.2)

(51) Int.Cl.  
F03B 13/16 (2006.01)

F I  
F03B 13/16

テーマコード(参考)  
3H074

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-70054(P2007-70054)  
(22) 出願日 平成19年3月19日(2007.3.19)  
  
(出願人による申告)平成18年度、独立行政法人科学技術振興機構、ベンチャー創出推進委託研究、産業再生法第30条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 504150450  
国立大学法人神戸大学  
兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1  
(74) 代理人 100089196  
弁理士 梶 良之  
(74) 代理人 100104226  
弁理士 須原 誠  
(72) 発明者 神吉 博  
兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1 国立大  
学法人神戸大学内  
Fターム(参考) 3H074 AA02 AA11 BB11 CC04

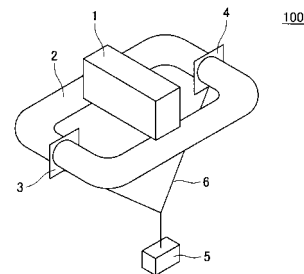
(54) 【発明の名称】 波力発電システム及び波力発電プラント

(57) 【要約】

【課題】従来よりも発電効率を向上できる波力発電システム及び波力発電プラントを提供する。

【解決手段】波力発電システム100は、ジャイロ式波力発電装置1と、縦横の長さが異なる矩形環状の浮体2と、浮体2の各短辺の略中央部に設けられているフランジ3、4と、フランジ3、4に一端がそれぞれ取り付けられ、他端にアンカー5が吊設されている鎖6とを有している。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

浮体と、該浮体に支持されたジャイロと、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機とを備え、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、前記発電機を駆動して発電を行うようにしたジャイロ式波力発電装置を 1 つ以上有している波力発電システムであって、

前記浮体が、縦横の長さが異なる矩形環状部材であり、

前記矩形環状部材が短手方向に揺動した際、前記ジャイロ式波力発電装置が、最大発電効率を発揮できうるものであり、

前記ジャイロ式波力発電装置の直下に位置するとともに、前記揺動の方向に対して垂直に対向する前記矩形環状部材における各短辺の中央部から吊り下げられたアンカーがさらに設けられていることを特徴とする波力発電システム。

10

## 【請求項 2】

前記ジャイロ式波力発電装置が、前記浮体の短手方向に並列され且つ中心に対して点対称の位置に配設された少なくとも 1 対の前記ジャイロを有しており、

前記 1 対のジャイロの回転方向が、お互いに逆となっていることを特徴とする請求項 1 記載の波力発電システム。

## 【請求項 3】

前記ジャイロ式波力発電装置と前記浮体との間に、前記ジャイロ式波力発電装置を昇降させることができる昇降機が設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波力発電システム。

20

## 【請求項 4】

重りを有するとともに前記重りを昇降させることができる昇降機が、前記ジャイロ式波力発電装置の上に設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波力発電システム。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 に記載の波力発電システムを水上に 1 列に並べたものを複数列配設したものであり、

隣り合う前記波力発電システムのそれぞれのジャイロ式波力発電装置が、波浪の進行方向に対して重複しないように且つ密に配設されていることを特徴とする波力発電プラント

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、波浪のエネルギーを利用して電力を得ることができる波力発電システム及び波力発電プラントに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

本発明者は、すでに下記特許文献 1、2 において、ジャイロ式波力発電装置を開示している。

40

## 【0003】

具体的には、特許文献 1、2 のものは、浮体と、該浮体に支持されたジャイロと、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機とを備え、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、発電機を駆動して発電を行うようにしたジャイロ式波力発電装置であり、特に特許文献 1 においては、前記浮体をドーナツ状に形成するとともに、その内筒部内に少なくとも 1 個の鉛直なジンバル軸を有するジャイロを配設したことを特徴とするジャイロ式波力発電装置である。

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 207332 号公報

50

【特許文献2】国際公開番号W O 0 2 / 0 7 7 3 6 9 号 A 1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1、2のジャイロ式波力発電装置は、単に波のある水上に設置しただけでも発電することはできるが、さらなる発電効率の向上が望まれている。

【0006】

そこで、本発明の目的は、従来よりも発電効率を向上できる波力発電システム及び波力発電プラントを提供することである。

【課題を解決するための手段及び効果】

【0007】

(1) 本発明は、浮体と、該浮体に支持されたジャイロと、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機とを備え、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、前記発電機を駆動して発電を行うようにしたジャイロ式波力発電装置を1つ以上有している波力発電システムであって、前記浮体が、縦横の長さが異なる矩形環状部材であり、前記矩形環状部材が短手方向に揺動した際、前記ジャイロ式波力発電装置が、最大発電効率を発揮できうるものであり、前記ジャイロ式波力発電装置の直下に位置するとともに、前記揺動の方向に対して垂直に対向する前記矩形環状部材における各短辺の中央部から吊り下げられたアンカーがさらに設けられているものである。なお、矩形環状部材の縦横比は1.2以上であることが好ましい。この比が1.0に近いと方向が定まらなくなるからである。

【0008】

上記(1)の構成により、波浪のある水上に浮かべた際、浮体である矩形環状部材の短手方向又は長手方向が、自然に波の進行方向に対して平行になる。したがって、波の進行方向が変化しても、ジャイロ式波力発電装置の発電効率が最大となるような向きに修正又は保持できる。また、上述した重りによって、波浪による望ましい浮体の揺れを得ることができる。

【0009】

(2) 上記(1)の波力発電システムにおいては、前記ジャイロ式波力発電装置が、前記浮体の短手方向に並列され且つ中心に対して点対称の位置に配設された少なくとも1対の前記ジャイロを有しており、前記1対のジャイロの回転方向が、お互いに逆となっていることが好ましい。

【0010】

上記(2)の構成により、ジャイロの余剰モーメント(不安定な方向のジャイロモーメント)を打ち消すことができる。したがって、ジャイロ式波力発電装置の不要な運動やエネルギー損失を防止できる。

【0011】

(3) 上記(1)又は(2)の波力発電システムにおいては、前記ジャイロ式波力発電装置と前記浮体との間に、前記ジャイロ式波力発電装置を昇降させることができる昇降機が設けられていることが好ましい。

【0012】

上記(3)の構成により、昇降機によってジャイロ式波力発電装置を所定位置まで上昇させた際に、波力発電システム自体の重心を所望する位置にできるので、水面上における浮体の揺れの固有振動数を発電に適したものに(例えば、共振させるように)調整できる。また、悪天候の際や、メンテナンスの際など発電の必要がないときには折り畳んでおくことができるので、故障の防止や安全性の確保が可能となる。

【0013】

(4) また、別の観点として、上記(1)又は(2)の波力発電システムにおいては、重りを有するとともに前記重りを昇降させることができる昇降機が、前記ジャイロ式波力発電装置の上に設けられているものであってもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

上記(4)の構成により、昇降機によって重りを所定位置まで上昇させた際に、波力発電システム自体の重心を所望する位置にできるので、水面上における浮体の揺れの固有振動数を発電に適したものに調整できる。また、悪天候の際や、メンテナンスの際など発電の必要がないときには折り畳んでおくことができるので、故障の防止や安全性の確保が可能となる。

## 【 0 0 1 5 】

(5) 本発明の波力発電プラントは、上記(1)～(3)のいずれか1つに記載の波力発電システムを水上に1列に並べたものを複数列配設したものであり、隣り合う前記波力発電システムのそれぞれのジャイロ式波力発電装置が、波浪の進行方向に対して重複しないように且つ密に配設されているものである。

10

## 【 0 0 1 6 】

上記(5)の構成により、所定範囲における波浪のエネルギーを最大限利用できるの、従来よりも効率よく且つ経済的に発電を行うことができる波力発電プラントを提供できる。また、効率よく、所定範囲における波浪のエネルギーを吸収するので、より広い範囲において波浪を消波できる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 7 】

## &lt; 第1実施形態 &gt;

以下に、本発明の第1実施形態に係る波力発電システムについて説明する。図1は本発明の第1実施形態に係る波力発電システムの概略構成を示す斜視図である。図2(a)は、図1の波力発電システムに用いられているジャイロ式波力発電装置の全体断面図、図2(b)は、図2(a)におけるジャイロが回転した際のフライホイールを断面で示したジャイロ式波力発電装置の全体断面図である。

20

## 【 0 0 1 8 】

図1に示すように、波力発電システム100は、ジャイロ式波力発電装置1と、縦横の長さが異なる矩形環状の浮体2と、浮体2の各短辺の略中央部に設けられているフランジ3、4と、フランジ3、4に一端がそれぞれ取り付けられ、他端にアンカー5が吊設されている鎖6とを有している。

## 【 0 0 1 9 】

ジャイロ式波力発電装置1は、本体7と、本体7内において並設されているジャイロ8、9と、このジャイロ8、9で発生したエネルギーを、ジンバル軸14、15及びギア10、11、12を介して受け取って発電する発電機13とを有している。なお、ジャイロ式波力発電装置1は、浮体2の各長辺の略中央部に架設されている。

30

## 【 0 0 2 0 】

ジャイロ8は、図2(a)に示すように、フライホイール8aとスピンモータ8bとを有しており、ジンバル軸14で回転自在に支持されている。ジンバル軸14の一端側はジンバル軸受台16に軸支され、ジンバル軸14の他端側はジンバル軸受台17に軸支されている。また、図2(b)に示すように、ジャイロ8のジンバル軸14に直交するスピン軸8cの周りにフライホイール8aが回転自在に配設される。フライホイール8aはスピンモータ8bにより回転駆動される。また、フライホイール8a室はジャイロ8(ジンバル)の側壁に設置した真空ポンプ18によって負圧(0.1気圧以下程度)に保たれ、抵抗が少なく風損を減らして低摩擦で回転するように構成されている。ここで、真空ポンプ18によって負圧を保つ場合の一変形例として、密封方式(タイヤのように内部を負圧にして密封する方式)を用いると、そのまま長期間、真空ポンプを使用することなく負圧を保つこともできる。スピンモータ8bや真空ポンプ18は、本体7内に設けられたバッテリー(図示せず)にケーブルを介して接続されており、その電源によって回転駆動されるが、電力系統から直接駆動することもできる。この一変形例は、ジャイロ9においても同様である。

40

## 【 0 0 2 1 】

50

ジャイロ 9 は、図 2 ( a ) に示すように、フライホイール 9 a とスピンモータ 9 b とを有しており、ジンバル軸 1 5 で回転自在に支持されている。また、ジンバル軸 1 5 の一端側はジンバル軸受台 1 9 に軸支され、ジンバル軸 1 5 の他端側はジンバル軸受台 2 0 に軸支されている。また、図 2 ( b ) に示すように、ジャイロ 9 のジンバル軸 1 5 に直交するスピン軸 9 c の周りにフライホイール 9 a が回転自在に配設される。フライホイール 9 a はスピンモータ 9 b により回転駆動される。また、フライホイール 9 a 室はジャイロ 9 (ジンバル) の側壁に設置した真空ポンプ 2 1 によって負圧 ( 0 . 1 気圧以下程度 ) に保たれ、抵抗が少なく風損を減らして低摩擦で回転するように構成されている。なお、ジャイロ 9 は、ジャイロ 8 と点対称となるように設けられているが、フライホイール 9 a の回転方向はジャイロ 8 のフライホイール 8 a と逆になっている。これにより、ジャイロ 8、9 の余剰モーメント ( 不安定な方向のジャイロモーメント ) を打ち消すことができる。したがって、ジャイロ式波力発電装置 1 の不要な運動やエネルギー損失を防止できる。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 2 2 】

ここで、ジャイロ 8、9、ギア 1 0、1 1、1 2、発電機 1 3 の配置や構成における変形例について説明する。上記実施形態では、3 つのギア 1 0、1 1、1 2 を平行にして並べた平行ギア方式を採用し、点対称にジャイロ 8、9 が配置され、ギア 1 2 に発電機 1 3 が接続されているものを示したが、ギア 1 2 を使用せずに、ギア 1 0、1 1 のみとし、これらギア 1 0、1 1 のそれぞれに発電機を接続することとしてもよい。または、ギア 1 2 を使用せずに、ギア 1 0、1 1 のみとし、ジンバル軸 1 4 又は 1 5 の外側の端部にギアを設けた上で、このギアに 1 つの発電機を接続することとしてもよい。また、ギア 1 0、1 1 のみとし、ジャイロ 8、9 両方をギア 1 0、1 1 の同じ一方に対抗するように配置し、これらギア 1 0、1 1 の他方面のそれぞれに発電機を接続することとしてもよい。このとき、ギア 1 0、1 1 の他方面のそれぞれに接続した発電機を 1 つだけにして、ギア 1 0 又はギア 1 1 の片方に接続することとしてもよい。また、平行ギア方式の代わりに、図 3 の側断面図に示すように、ベベルギア 3 1、3 2、3 3 を採用するとともに、ジャイロ 3 4、3 5 を対称配置とし、ジャイロ 3 4、3 5 間の中央上部に発電機 3 6 を配設するようなジャイロ式波力発電装置 3 7 としてもよい。なお、発電機には増速ギアが設けられていてもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

浮体 2 は、矩形環状部材であり、水上に浮かぶことができるものであれば、中が空洞の管状部材を用いてもよいし、軽い材料で中身が密なものであってもよい。浮体 2 の製造方法については、板金、溶接、プラスチック成形等が採用され、素材についても、低炭素鋼、ステンレス、FRP、鋳物等適宜のものが採用され得る。

#### 【 0 0 2 4 】

このような構成の波力発電システム 1 0 0 が波力によりジャイロ式波力発電装置 1 の本体 7 長手方向 ( 浮体 2 短手方向 ) に揺動すると、ジャイロ 8、9 内にて回転するフライホイール 8 a、9 a とのジャイロ効果によってジンバル軸 1 4、1 5 が回転を始める。このとき、例えば、特開 2 0 0 5 - 2 0 7 3 3 2 号公報 ( 図 5 及び段落 0 0 2 9 参照 ) で本発明者が開示したように、浮体 2 の揺れを検出する浮体揺れセンサ、回転数制御器、ジンバル角 ( 軸方向 ) センサをジャイロ式波力発電装置 1 の本体 7 やジャイロ 8、9 に設けておけば、揺れセンサで浮体 2 の揺れを検出し、その検出信号はフィルタによって回転数制御器を粗調整し、ジャイロ 8、9 本体のジンバル軸 1 4、1 5 の角位置をジンバル角 ( 軸方向 ) センサにて検出して、ジンバル軸 1 4、1 5 を発電量が最大となる位相に刻々又は所定の平均時間毎に微調整制御することにより、浮体 2 の揺れとジャイロ 8、9 本体の回転を同期させて、ジャイロ 8、9 の特性を最大限に発揮させて、発電機の発電量を効果的に制御することが可能となる。

#### 【 0 0 2 5 】

また、例えば、特開 2 0 0 5 - 2 0 7 3 3 2 号公報 ( 図 6 及び段落 0 0 3 0 参照 ) で本発明者が開示したような構成を用いてもよい。すなわち、浮体 2 の揺れの主振動数成分付近でジンバル軸 1 4、1 5 が回転するように、浮体揺れセンサからの平均周波数を得て発

電機 13 の回転数を粗調整した後に、発電機出力が平均的に最大となるように発電機 13 の回転数を微小変化させ、最大となる回転数を自動探索、追従させるように構成して、発電機 13 の回転数の粗調整の下で発電機出力を平均的に最大となるように微調整して、ジャイロ 8、9 の回転数を発電機 13 側で制御することがきわめて容易となり、より最も効率のよい発電が自動的に行える。

【0026】

上記構成の波力発電システム 100 によれば、波浪のある水上に浮かべた際、浮体である矩形環状部材の短手方向又は長手方向が、自然に波の進行方向に対して平行になる。したがって、波の進行方向が変化しても、ジャイロ式波力発電装置の発電効率が最大となるような向きに修正又は保持できる。また、上述した重りによって、波浪による望ましい浮体の揺れを得ることができる。

10

【0027】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態に係る波力発電システムについて説明する。図 4 は、本発明の第 2 実施形態に係る波力発電システムの側面図である。

【0028】

第 2 実施形態に係る波力発電システム 200 は、ジャイロ式波力発電装置 41 と浮体 42 との間に、ジャイロ式波力発電装置 41 を昇降できる昇降機 43、44 が設けられている点で、第 1 実施形態の波力発電システム 100 と異なっている。なお、図 4 においては、昇降機がジャイロ式波力発電装置 41 を上部にあげてまた、ジャイロ式波力発電装置 41 及び浮体 42 は、ジャイロ式波力発電装置 1 及び浮体 42 と同構成である。

20

【0029】

昇降機 43 は、ジャイロ式波力発電装置 41 の一部を支える荷台 43a と、浮体 42 に取り付けられた基台 43c と、荷台 43a と基台 43c との間に設けられ、荷台 43a と上部が固定されると共に下部が基台 43c に固定されている油圧式パワーユニットとを有している。昇降機 44 も同構成であるので、説明は省略する。なお、昇降機 43、44 は、ここで示したものに限られず、ジャイロ式波力発電装置 41 を昇降させることができるものであれば、どのようなものでもよい。

【0030】

上記構成の波力発電システム 200 によれば、昇降機 43、44 によってジャイロ式波力発電装置 41 を所定位置まで上昇させた際に、波力発電システム 200 自体の重心を所望する位置にできるので、水面上における浮体 42 の揺れの固有振動数を発電に適したものに（例えば、共振させるように）調整できる。また、悪天候の際や、メンテナンスの際など発電の必要がないときには折り畳んでおくことができるので、故障の防止や安全性の確保が可能となる。

30

【0031】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態に係る波力発電システムについて説明する。図 5 は、本発明の第 3 実施形態に係る波力発電システムの側面図である。

【0032】

第 3 実施形態に係る波力発電システム 300 は、ジャイロ式波力発電装置 51 の上に、重り 54 を昇降できる昇降機 53 が設けられている点で、第 1 実施形態の波力発電システム 100 と異なっている。なお、ジャイロ式波力発電装置 51 及び浮体 52 は、ジャイロ式波力発電装置 1 及び浮体 42 と同構成である。また、昇降機 53 は、昇降機 43 と同構成であるので、説明を省略する。

40

【0033】

上記構成の波力発電システム 300 によれば、昇降機 53 によって重り 54 を所定位置まで上昇させた際に、波力発電システム 300 自体の重心を所望する位置にできるので、水面上における浮体 52 の揺れの固有振動数を発電に適したものに（例えば、共振させるように）調整できる。また、悪天候の際や、メンテナンスの際など発電の必要がないとき

50

には折り畳んでおくことができるので、故障の防止や安全性の確保が可能となる。

【 0 0 3 4 】

< 第 4 実施形態 >

次に、本発明の第 4 実施形態に係る波力発電プラントについて説明する。図 6 は、本発明の第 4 実施形態に係る波力発電プラントと、港とを模式的に示した図である。

【 0 0 3 5 】

図 6 に示した港は、防波堤 6 1 によって形成されており、防波堤 6 1 の港内には、棧橋 6 2 が設けられている。波力発電プラント 4 0 1 は港外に設けられ、波力発電プラント 4 0 2 は港内に設けられているとともに、棧橋 6 2 の港外側に設けられている。

【 0 0 3 6 】

波力発電プラント 4 0 1 は、連結部材 6 4 を用いて、複数の波力発電システム 6 3 を接続して一列にしたものを、2 列並列させてなるものである。このとき、波浪の進行方向に対して、近隣の波力発電システム 6 3 が重複しないように且つぶつからない程度に密に配設されている（例えば千鳥配置）。波力発電プラント 4 0 2 は、連結部材 6 4 を用いて、複数の波力発電システム 6 3 を接続して一列にしたものを、2 列並列させてなるものである。なお、ここでは、波力発電プラント 4 0 1、4 0 2 は、2 列並列させてなるものを示しているが、これに限られず、設けるスペースさえあれば、何列でもかまわない。

【 0 0 3 7 】

上記構成によれば、所定範囲における波浪のエネルギーを最大限利用できるもので、従来よりも効率よく且つ経済的に発電を行うことができる波力発電プラント 4 0 1、4 0 2 を提供できる。また、効率よく、所定範囲における波浪のエネルギーを吸収するので、より広い範囲において波浪を消波できる。

【 0 0 3 8 】

なお、本発明は、特許請求の範囲を逸脱しない範囲で設計変更できるものであり、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記各実施形態においては、ジャイロは 1 対のものであったが、これに限られず、3 つ以上のものでも、ジャイロの余剰モーメント（不安定な方向のジャイロモーメント）を打ち消すように配設さえされていればよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る波力発電システムの概略構成図である。

【 図 2 】 ( a ) は、図 1 の波力発電システムに用いられているジャイロ式波力発電装置の全体断面図、( b ) は、( a ) におけるジャイロが回転した際のフライホイールを断面で示したジャイロ式波力発電装置の全体断面図である。

【 図 3 】 本発明の第 1 実施形態に係る波力発電システムにおけるジャイロ式波力発電装置の一変形例を示す断面図である。

【 図 4 】 本発明の第 2 実施形態に係る波力発電システムの側面図である。

【 図 5 】 本発明の第 3 実施形態に係る波力発電システムの側面図である。

【 図 6 】 本発明の第 4 実施形態に係る波力発電プラントと、港とを模式的に示した図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 0 】

- 1、3 7、4 1、5 1 ジャイロ式波力発電装置
- 2、4 2、5 2 浮体
- 3、4 フランジ
- 5 アンカー
- 6 鎖
- 7 本体
- 8、9、3 4、3 5 ジャイロ
- 8 a、9 a フライホイール
- 8 b、9 b スピンモータ

10

20

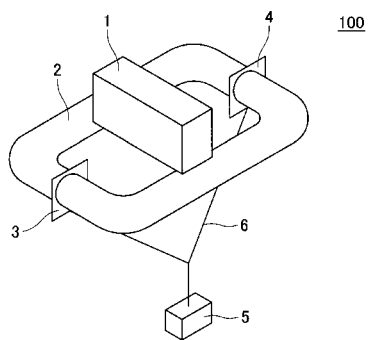
30

40

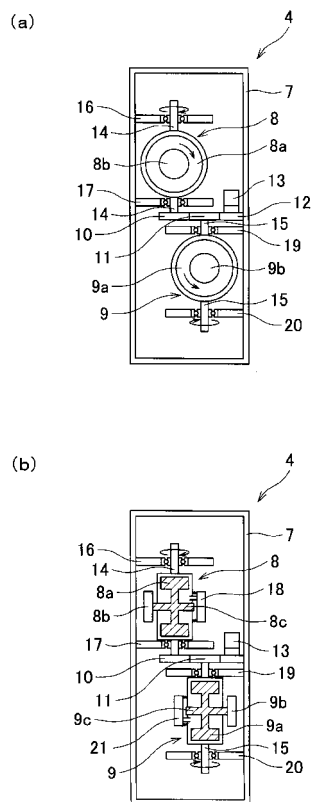
50

- 8 c、9 c      スピン軸
- 10、11、12      ギア
- 13、36      発電機
- 14、15      ジンバル軸
- 16、17、19、20      ジンバル軸受台
- 18、21      真空ポンプ
- 31      ベベルギア
- 43、44、53      昇降機
- 43 a      荷台
- 43 b      油圧式パワーユニット
- 43 c      基台
- 61      防波堤
- 62      栈橋
- 63、100、200、300、      波力発電システム
- 64      連結部材
- 401、402      波力発電プラント

【 図 1 】

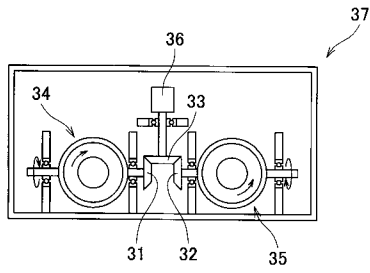


【 図 2 】

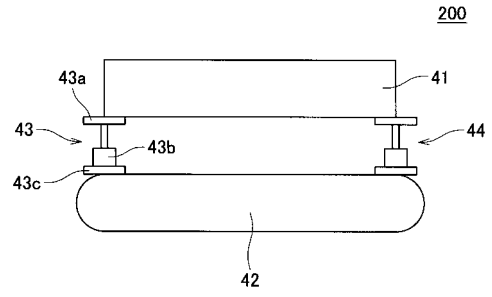




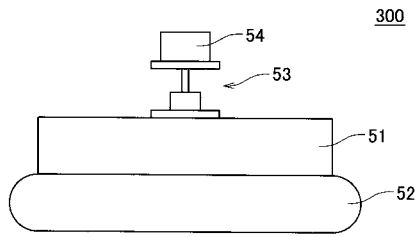
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

