

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02019/039471

発行日 令和2年8月6日(2020.8.6)

(43) 国際公開日 平成31年2月28日(2019.2.28)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
F 03 B 13/18 (2006.01) F 03 B 13/18 3 H 07 4

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

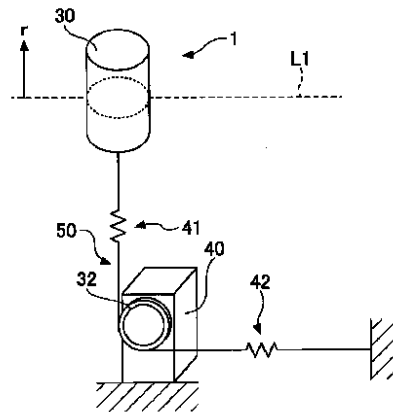
出願番号	特願2019-537638 (P2019-537638)	(71) 出願人	504171134 国立大学法人 筑波大学 茨城県つくば市天王台一丁目1番1
(21) 国際出願番号	PCT/JP2018/030841	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(22) 国際出願日	平成30年8月21日(2018.8.21)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	特願2017-158848 (P2017-158848)	(72) 発明者	浅井 健彦 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立 大学法人筑波大学内
(32) 優先日	平成29年8月21日(2017.8.21)	(72) 発明者	原口 瑠理子 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立 大学法人筑波大学内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波力発電装置及び波力発電方法

(57) 【要約】

海に浮かぶことが可能な浮体物と、回転慣性質量効果を生ずる回転体と、前記回転体の回転に基づいて電力を生ずる発電機と、第1弾性体と、前記浮体物に前記第1弾性体を介して接続し、前記浮体物の動きに連動して前記回転体を回転させる駆動部とを含む、波力発電装置が開示される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

海に浮かぶことが可能な浮体物と、
回転慣性質量効果を生ずる回転体と、
前記回転体の回転に基づいて電力を生ずる発電機と、
第 1 弾性体と、
前記浮体物に前記回転体を前記第 1 弾性体を介して接続し、前記浮体物の動きに連動して前記回転体を回転させる駆動部とを含む、波力発電装置。

【請求項 2】

第 2 弾性体を更に含み、
前記駆動部は、更に、静止物に前記回転体を前記第 2 弾性体を介して接続する、請求項 1 に記載の波力発電装置。

10

【請求項 3】

前記駆動部は、一端が前記浮体物に接続されかつ他端が前記静止物に接続される線状の形態であり、
前記第 2 弾性体は、前記回転体の回転中、伸び量が 0 以上に維持される、請求項 2 に記載の波力発電装置。

【請求項 4】

前記回転体は、回転慣性質量を可変とする可変機構を備える、請求項 1 に記載の波力発電装置。

20

【請求項 5】

前記回転慣性質量は、前記浮体物の動きの周波数に応じて変化される、請求項 4 に記載の波力発電装置。

【請求項 6】

制御装置を更に備え、
前記制御装置は、前記浮体物の動きの周波数に応じて前記回転慣性質量を電子制御により変化させる、請求項 5 に記載の波力発電装置。

【請求項 7】

前記浮体物の動きの周波数に関する周波数情報を検出する検出手段を更に含み、
前記制御装置は、前記回転慣性質量及び前記発電機のアドミタンスのうち少なくともいずれか一方の目標値と周波数範囲との対応関係を表す対応情報を記憶する記憶部を含み、

30

前記制御装置は、前記周波数情報と前記対応情報に基づいて、前記周波数情報の表す周波数が属する前記周波数範囲に対応付けられた前記目標値に、前記回転慣性質量及び前記アドミタンスのうち少なくともいずれか一方を近づける、請求項 6 に記載の波力発電装置。

【請求項 8】

海に浮かぶことが可能な浮体物に、回転慣性質量効果を生ずる回転体を弾性体を介して接続する駆動部を用いて、前記浮体物の動きに連動させて前記回転体を回転させることで、前記回転体の回転に基づいて発電機により電力を生ずさせる、波力発電方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、波力発電装置及び波力発電方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

波によって動揺する浮体物の動きを回転運動に変換する変換機構と、変換機構を介して取り出された回転力により回転する回転軸体と、回転軸体に駆動されて発電する発電機ユニットとを備える波力発電装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-181433号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記のような従来技術では、浮体物の動きが直接的に（弾性体を介さずに）変換機構に入力されるので、回転慣性質量効果を増大させて発電効率を高めることが難しい。

【0005】

そこで、1つの側面では、本発明は、回転慣性質量効果を増大させて発電効率を高めることができる波力発電装置及び波力発電方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の一局面によれば、海に浮かぶことが可能な浮体物と、

回転慣性質量効果を発生する回転体と、

前記回転体の回転に基づいて電力を発生する発電機と、

第1弾性体と、

前記回転体と前記浮体物との間を前記第1弾性体を介して接続し、前記浮体物の動きに連動して前記回転体を回転させる駆動部とを含む、波力発電装置が提供される。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、回転慣性質量効果を増大させて発電効率を高めることができる波力発電装置及び波力発電方法が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】一実施例による波力発電装置1の模式図である。

【図2】図1に示す波力発電装置1のモデルを示す図である。

【図3】最適解に係る計算結果を示す表図である。

【図4】図3の計算例で使用したパラメータの各値を示す表図である。

【図5A】数値解析結果を示す図である。

【図5B】別の数値解析結果を示す図である。

【図6】比較例によるモデルを示す図である。

【図7】回転慣性質量の可変機構の模式図である。

【図8】波力発電装置1の制御システム8の一例を示す図である。

【図9】制御装置800のハードウェア構成の一例を示す図である。

【図10】制御装置800の機能の一例を示す機能ブロック図である。

【図11】対応関係情報の一例を示す図である。

【図12】制御装置800の動作例を示す概略フローチャートである。

【図13】別の設置方法の説明図である。

【図14A】第1の従来モデルを示した図である。

【図14B】第2の従来モデルを示した図である。

【図14C】実施例のモデルを示した図である。

【図15】図14A～図14Cのモデルの発電効率及び機構の簡易性を比較して示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態の説明を行う。

【0010】

10

20

30

40

50

本明細書において、「静止物」とは、地球に対して実質的に固定されたものを含む概念であり、自然物のみならず人工物をも含む概念である。また、「実質的に固定され」とは、波に応じて変位しないことを意味し、後述の浮体物 30 よりも変位が少ない支持形態を含む概念である。

【0011】

図 1 は、一実施例による波力発電装置 1 の模式図である。図 1 には、海面が模式的に破線 L1 で示されている。

【0012】

波力発電装置 1 は、浮体物 30 と、回転体 32 と、発電機 40 と、同調バネ 41（第 1 弾性体の一例）と、支持バネ 42（第 2 弾性体の一例）と、駆動部 50 とを含む。

10

【0013】

浮体物 30 は、海に浮かぶことが可能な任意の物体であり、いわゆるブイ（浮標）の形態であってよい。浮体物 30 のサイズや質量は任意であるが、例えば質量は 10 トン程度であってよい。浮体物 30 は、波に応じて静止物に対して変位する。以下、波に応じて変位することを、「動揺する」ともいう。ここでは、浮体物 30 の動揺の上下方向の成分に着目し、波に応じて生じる上下方向の浮体物 30 の動きを、「振動」と称する。一般的に海面に生じる波の周期は、天候や季節等の環境条件の変化に応じて変化するので、浮体物 30 の振動の周波数も、常に一定とはならず、環境条件の変化に応じて変化する。

【0014】

回転体 32 は、回転慣性質量効果を生ずる。回転体 32 は、発電機 40 の入力軸（回転軸）に取り付けられる。但し、回転体 32 は、発電機 40 の入力軸と一体的に形成されてもよい。また、回転体 32 は、発電機 40 の入力軸にギア等を介して接続されてもよい。回転体 32 は、後述するように駆動部 50 により回転トルクが付与され、回転する。この際、回転体 32 は、発電機 40 の入力軸に回転トルクを与える。回転体 32 が発生させる回転慣性質量効果は、発電機 40 の入力軸自体が有する回転慣性質量効果よりも有意に大きい。即ち、回転体 32 は、発電機 40 の入力軸自体が有する回転慣性質量効果に有意な回転慣性質量効果を付加する。回転体 32 が発生させる回転慣性質量効果に係る回転慣性質量は、好ましくは、例えば浮体物 30 の質量の 3% 以上であり、より好ましくは、浮体物 30 の質量の 10% 以上である。以下、特に言及しない限り、回転慣性質量効果とは、回転体 32 に関するものとする。回転慣性質量効果の更なる詳細については後述する。

20

30

【0015】

発電機 40 は、回転体 32 の回転に基づいて電力を生ずる。発電機 40 は、ステータ側が静止物に対して固定される。例えば、図 1 に示すように発電機 40 が海中に設置される場合、発電機 40 は、ステータ側が海底の静止物に固定される。発電機 40 は、入力軸が略水平方向になる向きに配置される。

【0016】

同調バネ 41 は、所定のバネ定数 k_t [N/m] を有する。同調バネ 41 は、駆動部 50 に直列に接続される。同調バネ 41 の接続位置は、浮体物 30 と回転体 32 との間に設定される。同調バネ 41 は、例えば、浮体物 30 と回転体 32 との間の区間内で、駆動部 50 に組み込まれる。例えば、駆動部 50 は、複数の分割された部材を有し、同調バネ 41 は、部材間に接続されてもよい。或いは、同調バネ 41 は、駆動部 50 と一体的に形成されてもよい。或いは、同調バネ 41 は、浮体物 30 に一端が接続され、他端が駆動部 50 に接続されてもよい。

40

【0017】

同調バネ 41 のバネ定数 k_t は、着目周波数 $f_{r_e f}$ で浮体物 30 が振動したときに、回転体 32 の回転慣性質量が浮体物 30 の振動に同調するように設定される。着目周波数 $f_{r_e f}$ の決め方は、任意であるが、例えば波力発電装置 1 の設置場所で生じる波で生じる浮体物 30 の振動の多様な周波数のうちの、代表値が使用されてもよい。「回転体 32 の回転慣性質量が浮体物 30 の振動に同調」については、後に詳説する。

【0018】

50

支持バネ 4 2 は、所定のバネ定数 k_s [N / m] を有する。支持バネ 4 2 は、駆動部 5 0 に直列に接続される。支持バネ 4 2 の接続位置は、回転体 3 2 と静止物（図 1 の例では、海底の静止物）との間に設定される。支持バネ 4 2 は、例えば、回転体 3 2 と静止物との間の区間で、駆動部 5 0 に組み込まれる。例えば、駆動部 5 0 は、複数の分割された部材を有し、支持バネ 4 2 は、部材間に接続されてもよい。或いは、支持バネ 4 2 は、駆動部 5 0 と一体的に形成されてもよい。或いは、支持バネ 4 2 は、静止物に一端が接続され、他端が駆動部 5 0 に接続されてもよい。

【 0 0 1 9 】

支持バネ 4 2 は、浮体物 3 0 の動きに起因して駆動部 5 0 が弛まないように、伸び量が 0 以上に維持される。従って、支持バネ 4 2 は、駆動部 5 0 の張力を 0 以上に維持する機能を有する。

10

【 0 0 2 0 】

駆動部 5 0 は、ケーブルや、ワイヤ、チェーン、ベルト等のような線状の形態であり、バネ定数が実質的に 0 である。駆動部 5 0 は、図 1 に模式的に示すように、一端が浮体物 3 0 に同調バネ 4 1 を介して接続し、かつ、他端が静止物に支持バネ 4 2 を介して接続する。

【 0 0 2 1 】

駆動部 5 0 は、図 1 に示すように、上下方向に延在する上下区間と、略水平方向に延在する水平区間とを有する。尚、図 1 に示す例では、同調バネ 4 1 は、上下区間に設けられ、支持バネ 4 2 は、水平区間に設けられている。上下区間と水平区間との間の屈曲は、回転体 3 2 まわりで実現されている。但し、変形例では、上下区間と水平区間との間の屈曲は、回転体 3 2 とは異なる別のプーリーなどで実現されてもよい。

20

【 0 0 2 2 】

駆動部 5 0 は、浮体物 3 0 の動きに連動して回転体 3 2 を回転させる。本実施例では、駆動部 5 0 は、浮体物 3 0 の振動に連動して、回転体 3 2 を回転させる。駆動部 5 0 と回転体 3 2 との間の伝動機構は任意である。例えば、駆動部 5 0 は、歯車(ギア)とチェーンの伝動機構を介して、回転体 3 2 を回転させる。この場合、駆動部 5 0 は、歯車に噛み合うチェーンを一体的に含み、回転体 3 2 は、歯車の回転に連動して回転する態様で、歯車に接続される。或いは、駆動部 5 0 は、ベルトとプーリーの伝動機構を介して、回転体 3 2 を回転させてもよい。この場合、駆動部 5 0 は、プーリーに巻かれるベルトを一体的に含み、回転体 3 2 は、プーリーの回転に連動して回転する態様で、プーリーに接続される。

30

【 0 0 2 3 】

図 2 は、図 1 に示す波力発電装置 1 のモデルを示す図である。図 2 には、波力発電装置 1 の制御回路 8 0 (制御装置の一例)についても併せて模式的に示される。

【 0 0 2 4 】

図 2 では、 M は、浮体物 3 0 に作用する付加水質量と浮体物 3 0 の質量の和を表し、 K_w 及び C_w は、浮体物 3 0 に作用する流体(海水)のバネ及びダンパ効果のそれぞれのバネ定数 [N / m] 及び減衰定数 [N s / m] を表し、 k_t 、 k_s は、上述のように同調バネ 4 1 と支持バネ 4 2 のバネ定数を表し、 c_s は発電機 4 0 内のダンパ効果の減衰定数を表し、 m_s は、回転体 3 2 の回転慣性質量 [kg] を表す。また、 K_e は、発電機 4 0 の逆起電力定数 [V s / m] を表す。

40

【 0 0 2 5 】

制御回路 8 0 は、電力変換器(図示せず)を含み、電力変換器は、例えば単一の MOS FET (metal oxide semiconductor field-effect transistor) のようなスイッチング素子を含む一方向の変換器である。この場合、単一のスイッチング素子に係るパルス幅変調 (PWM) 制御が容易となり、かつ、寄生損失を低減できる。発電機 4 0 に流れる電流 i [A] は、以下の通り表現できる。

$$i = -Yv$$

ここで、 Y は、アドミタンス [1 /] であり、 v は、電圧(電位差) [V] である。アド

50

ミタンス Y は、スイッチング素子をオン/オフさせる際のデューティ比を変化させることで、所定の上限値以下の範囲内で可変となる。

【 0 0 2 6 】

制御入力を u とすると、制御入力 u を与えるときの図 2 に示すモデルの動きは、釣り合いから、以下の通り表現できる。

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$m_s \ddot{r}_s + c_s \dot{r}_s + k_s r_s = f_t - u$$

10

ここで、ドットは、時間微分、ツードットは二階時間微分を表す。同調バネ 4 1 の伸びを r_t とし、支持バネ 4 2 の伸びを r_s とすると、 $r = r_t + r_s$ である。 r は、浮体物 3 0 の振動の変位(図 1 参照)を表す。 f_t は、同調バネ 4 1 による力(弾性力)を表し、以下の関係を有する。

20

$$f_t = k_t r_t = k_t (r - r_s)$$

なお、 k_t は、上述のように同調バネ 4 1 のバネ定数であり、0 よりも大きい制約が入る。

制御入力 u は、以下の関係を有する。

$$u = -K_e i$$

また、浮体物 3 0 の動きは、以下の通り表現できる。

【 0 0 2 8 】

【 数 2 】

30

$$M \ddot{r} = f_a - C_w \dot{r} - K_w r - f_t$$

ここで、 f_a は、浮体物 3 0 が波から受ける力を表す。浮体物 3 0 が波から受ける力 f_a は、一例として、以下のパワースペクトル密度 S_a () を有する、バンドパスフィルタ処理されたホワイトノイズで表現されるものとする。

40

【 0 0 2 9 】

【数 3】

$$S_a(\omega) = \left| \frac{jq\omega}{-\omega^2 + 2j\zeta_a\omega_a\omega + \omega_a^2} \right|$$

10

ここで、 j は、虚数単位 ($j^2 = -1$) であり、 ω は、波の振動に係る角速度 [rad/s] を表し、 ω_a は、バンドパスフィルタの通過帯域の中心であり、 ζ_a は、周波数成分の拡がり (例えば外乱に起因した波の周期の拡がり) を表す。

発電量 P_g は、以下の通り表現できる。

$$P_g = -i v - R i^2$$

ここで、 R は、抵抗である。

これらの関係式から、詳細の説明は省略するが、ある周波数 f_{ref0} で浮体物 30 が振動したときに、発電量 P_g を最大化するアドミタンス Y 、バネ定数 k_t 、及び回転体 32 の回転慣性質量 m_s (最適解) が存在する。本明細書では、かかる最適解を実現することを、「回転体 32 の回転慣性質量が浮体物 30 の振動に同調する」と表現する。回転体 32 の回転慣性質量が浮体物 30 の振動に同調することで、発電効率を高めることができる。

20

【0030】

図 3 は、バネ定数 k_t が一定値の下で、回転体 32 の回転慣性質量 m_s とアドミタンス Y を変化させたときの発電量 P_g を、周波数 f_{ref0} ごとに、計算した結果を示す表図である。図 3 では、使用した各パラメータの値は、図 4 のとおりである。

【0031】

図 3 では、バネ定数 k_t が一定値 (本例では、 3.9766×10^3) であるが、バネ定数 $k_t =$ 当該一定値のときにバネ定数 k_t が最適解となるときの、回転慣性質量 m_s とアドミタンス Y とを示していると思わせる。

30

【0032】

例えば、周波数 $f_{ref0} = 1/4$ [1/s] のとき、発電量 P_g は、 $m_s = 1101$ 、 $Y = 0.001835$ であるとき、最大値 ($P_g = 2464$) となる。従って、換言すると、周波数 $f_{ref0} = 1/4$ かつ $m_s = 1101$ のときは、 $k_t = 3.9766 \times 10^3$ かつ $Y = 0.001835$ が最適解となる。同様に、周波数 $f_{ref0} = 1/5$ [1/s] のとき、発電量 P_g は、 $m_s = 2010$ 、 $Y = 0.0011$ であるとき、最大値 ($P_g = 1375$) となる。従って、換言すると、周波数 $f_{ref0} = 1/5$ かつ $m_s = 2010$ のときは、 $k_t = 3.9766 \times 10^3$ かつ $Y = 0.0011$ が最適解となる。

40

【0033】

図 3 から分かるように、本実施例によれば、波力発電装置 1 は、同調バネ 41 を備えるので、回転体 32 の回転慣性質量を浮体物 30 の振動に同調させることが可能であり、発電効率を高めることができる。即ち、本実施例によれば、回転体 32 の回転慣性質量を浮体物 30 の振動に同調させることで、回転慣性質量効果を増大させて発電効率を高めることが可能である。

【0034】

例えば、図 3 の場合、バネ定数 k_t を、 $k_t = 3.9766 \times 10^3$ に設定しておくこと、周波数 $f_{ref0} = 1/4$ かつ $m_s = 1101$ のとき、回転体 32 の回転慣性質量が浮

50

体物 30 の振動に同調する。回転体 32 の回転慣性質量が浮体物 30 の振動に同調すると、回転慣性質量効果を増大させて発電効率を高めることができる。従って、この場合、同調バネ 41 を備えない比較例（即ち $k_t = 0$ ）（図 6 も参照）に比べて、発電効率を高めることができる。

【 0035 】

また、本実施例によれば、波力発電装置 1 は、回転慣性質量効果が発生する回転体 32 を備えるので、発電機 40 の入力軸の回転慣性質量に比べて有意に大きな回転慣性質量を実現できる。また、回転体 32 の回転慣性質量を適切に設定することで、回転体 32 の回転慣性質量を浮体物 30 の振動に同調させることが可能であり、発電効率を高めることができる。

10

【 0036 】

例えば、図 3 の場合、回転体 32 の回転慣性質量 m_s を、 $m_s = 1101$ に設定しておくこと、周波数 $f_{ref0} = 1/4$ かつ $k_t = 3.9766 \times 10^3$ のとき、回転体 32 の回転慣性質量を浮体物 30 の振動に同調させることができ、回転慣性質量効果を増大させて発電効率を高めることができる。従って、この場合、回転体 32 を備えない比較例（即ち $m_s = 0$ ）（図 6 も参照）に比べて、発電効率を高めることができる。

【 0037 】

図 5 A 及び図 5 B は、数値解析結果を示す図である。図 5 A 及び図 5 B では、横軸に、波の周期に対応する角速度 ω_a [rad / s] を取り、縦軸に発電量 P_g [W] を取り、波の周期に応じた発電量の変化特性が示される。図 5 A において、変化特性 501 は、本実施例による特性であり、変化特性 502 は、図 6 に示す比較例による特性である。また、図 5 B において、変化特性 503 は、本実施例による特性であり、変化特性 504 は、図 6 に示す比較例による特性である。比較例は、図 6 でモデルにて示すように、同調バネ 41 及び回転体 32 を備えていない構成である。尚、図 6 において、 m_s' は、発電機の入力軸の回転慣性質量であり、回転体 32 の回転慣性質量よりも有意に小さい。

20

【 0038 】

図 5 A は、波の外乱が比較的正弦波に近い狭帯域（波の周波数帯としての狭帯域）に集中した場合の数値解析結果を示し、図 5 B は、波の外乱が広帯域を含んだ場合の結果を示す。図 5 A 及び図 5 B から、本実施例によれば、比較例に比べて、波の外乱が狭帯域である場合でも広帯域を含んだ場合でも、発電量を高めることができていることが分かる。例えば、日本海側で多く観測される角速度 $\omega_a = 1$ 付近の周期の波に対して、比較例に比べて、発電量を有意に高めることができていることが分かる。

30

【 0039 】

ところで、上述のように、同じ場所でも、波の周期は、環境条件の変化に応じて変化する。従って、浮体物 30 の振動の周波数も、常に一定とはならず、環境条件の変化に応じて変化する。

【 0040 】

この点、浮体物 30 の振動の周波数が変化しても、回転体 32 の回転慣性質量を浮体物 30 の振動に同調させることができれば、環境条件が変化しても高い発電効率を維持できる。即ち、浮体物 30 の振動の周波数に応じて、回転体 32 の回転慣性質量が浮体物 30 の振動に同調するように、アドミタンス Y 、バネ定数 k_t 、及び回転体 32 の回転慣性質量 m_s の 3 つのパラメータを変化させることで、環境条件が変化しても高い発電効率を維持できる。

40

【 0041 】

従って、本実施例において、アドミタンス Y 、バネ定数 k_t 、及び回転体 32 の回転慣性質量 m_s の 3 つのパラメータのうちの、任意の 1 つ、又は任意の 2 つの組み合わせ、若しくは全ては、浮体物の動きの周波数に応じて変化されてもよい。これにより、環境条件が変化しても高い発電効率を維持できる。尚、浮体物の動きの周波数は、後述のように、波の周期に基づいて算出されてよい。

【 0042 】

50

この点、アドミタンス Y については、上述のように、制御回路80のスイッチング素子をオン/オフさせる際のデューティ比を変化させることで変化させることができる。従って、アドミタンス Y の変化は、電子制御により実現できる。

【0043】

また、バネ定数 k_t については、バネ定数の異なる複数の同調バネ41を用意し、同調バネ41を付け替えることで変化させることができる。従って、バネ定数 k_t の変化は、手動又はロボット等の作業により実現できる。

【0044】

また、回転体32の回転慣性質量 m_s については、回転慣性質量の異なる複数の回転体32を用意し、回転体32を付け替えることで変化させることができる。この場合、回転慣性質量 m_s の変化は、手動又はロボット等の作業により実現できる。或いは、回転体32は、回転慣性質量を可変とする可変機構を備えてもよい。可変機構の一例は、例えば、図7に概略的に示される。図7には、可変機構とともに、発電機40の入力軸である回転軸601と、駆動部50の一例であるワイヤ71と、ギア72とが模式的に併せて示される。

10

【0045】

図7に示す例では、可変機構を含む回転体32は、発電機40の回転軸601まわりに取り付けられている。回転体32は、回転軸601に固定される円盤状の部材610を備える。円盤状の部材610は、回転軸601と共に回転する態様（回転の矢印R1参照）で、回転軸601に固定される。円盤状の部材610には、径方向の複数の溝611（図7では4つの溝611）が形成される。溝611には、錘602が径方向に移動可能に設けられる（矢印R2参照）。かかる可変機構600によれば、錘602の径方向の位置を変化させることで、回転体32の回転慣性質量を変化させることができる。

20

【0046】

ここで、駆動部50と発電機40との間の伝動機構がチェーン付きのワイヤ71とギア72（チェーンに噛み合うギア72）であるとする、発電機40の回転角を θ とし、ワイヤ71の変位を x 、ギア72の半径を r_w とすると、以下の関係が成り立つ。

$$x = r_w \theta$$

また、ワイヤの張力を F とし、発電用モーターの慣性モーメントを I とすると、発電機40の回転の運動方程式は、以下のとおりである。

30

【0047】

【数4】

$$Fr_w = I\ddot{\theta}$$

40

ここで、慣性モーメント I は半径 r_m の位置に設置された質量 m_0 の錘602（図7参照）によりのみ与えられると仮定すると、慣性モーメント I は、以下のとおりである。

$$I = r_m^2 m_0$$

以上より I と θ を消去すると、張力 F は、以下のとおりである。

【0048】

【数 5】

$$F = \frac{r_m^2}{r_w^2} m_0 \ddot{x}$$

10

これにより、ワイヤ 71 には、以下の回転慣性質量効果が与えられていることがわかる。

【0049】

【数 6】

$$m_s = \frac{r_m^2}{r_w^2} m_0$$

20

尚、数 5 の式からは、錘 602 の径方向の位置（半径 r_m ）及びギアの半径 r_w の少なくともいずれか一方を変化させることで、回転慣性質量 m_s の値を変化させることが可能であることが分かる。従って、回転慣性質量を可変とする可変機構は、ギアの半径 r_w に対応する径を可変する機構（例えばプーリーの径を可変とする機構）として実現されてもよい。

【0050】

次に、図 8 以降を参照して、波力発電装置 1 の制御方法の一例について説明する。以下では、一例として、同調パネ 41 のパネ定数 k_t が可変でない場合を想定する。また、以下では、一例として、可変機構 600 を用いる場合を想定する。

30

【0051】

図 8 は、波力発電装置 1 の制御システム 8 の一例を示す図である。

【0052】

制御システム 8 は、制御回路 80 と、可変機構 600 と、制御装置 800 と、波高センサ 802（検出手段の一例）とを含む。制御回路 80 は、上述した通りである。制御装置 800 は、例えばコンピュータにより形成される。波高センサ 802 は、波力発電装置 1 の設置場所の波の高さ（周波数情報の一例）を計測するセンサである。波高センサ 802 は、計測値（波高値）に応じた電気信号を制御装置 800 に与える。

【0053】

40

図 9 は、制御装置 800 のハードウェア構成の一例を示す図である。図 9 には、制御装置 800 のハードウェア構成に関連付けて、周辺機器 60 が模式的に図示されている。周辺機器 60 は、制御回路 80 や波高センサ 802 等を含んでよい。

【0054】

制御装置 800 は、バス 19 で接続された CPU（Central Processing Unit）11、RAM（Random Access Memory）12、ROM（Read Only Memory）13、補助記憶装置 14、ドライブ装置 15、及び通信インターフェース 17、並びに、通信インターフェース 17 に接続された有線送受信部 25 及び無線送受信部 26 を含む。

【0055】

補助記憶装置 14 は、例えば HDD（Hard Disk Drive）や、SSD（Solid State Drive）

50

ve) などであり、アプリケーションソフトウェアなどに関連するデータを記憶する記憶装置である。

【0056】

有線送受信部25は、有線ネットワークを利用して通信可能な送受信部を含む。有線送受信部25には、周辺機器60が接続される。但し、周辺機器60の一部又は全部は、バス19に接続されてもよいし、無線送受信部26に接続されてもよい。

【0057】

また、無線送受信部26は、近距離無線通信(NFC: Near Field Communication)部、ブルーツース(Bluetooth、登録商標)通信部、Wi-Fi(Wireless-Fidelity)送受信部、赤外線送受信部などを含んでもよい。

10

【0058】

尚、制御装置800は、記録媒体16と接続可能であってもよい。記録媒体16は、所定のプログラムを格納する。この記録媒体16に格納されたプログラムは、ドライブ装置15を介して制御装置800の補助記憶装置14等にインストールされる。インストールされた所定のプログラムは、制御装置800のCPU11により実行可能となる。例えば、記録媒体16は、CD(Compact Disc)-ROM、フレキシブルディスク、光磁気ディスク等の様に情報を光学的、電氣的或いは磁氣的に記録する記録媒体、ROM、フラッシュメモリ等の様に情報を電氣的に記録する半導体メモリ等であってよい。

【0059】

図10は、制御装置800の機能の一例を示す機能ブロック図である。図11は、対応関係情報の一例を示す図である。

20

【0060】

制御装置800は、波周期算出部840と、制御目標値決定部850と、制御実行部860と、対応情報記憶部870(記憶部の一例)とを含む。波周期算出部840、制御目標値決定部850、及び制御実行部860は、例えば図9に示すCPU11がROM13内の1つ以上のプログラムを実行することで実現できる。対応情報記憶部870は、例えば図9に示す補助記憶装置14により実現できる。

【0061】

波周期算出部840は、波高センサ802から得られる波高値の時系列情報に基づいて、波の周期を算出する。尚、波の周期の算出には、平滑化処理が用いられてもよい。平滑化処理では、移動平均法などが用いられてよい。

30

【0062】

制御目標値決定部850は、対応情報記憶部870内の対応情報と、波周期算出部840による波の周期の算出結果とに基づいて、制御目標値を決定する。対応情報は、周波数と回転慣性質量の目標値及びアドミタンスYの目標値との対応関係を表す情報(図11参照)であり、対応情報記憶部870に記憶される。以下、回転慣性質量の目標値及びアドミタンスYの目標値を、それぞれ、「目標値 m_{tar} 」及び「目標値 Y_{tar} 」と表記する。

【0063】

図11に示す対応情報では、周波数範囲ごとに、回転慣性質量の目標値 m_{tar} (m_1 、 m_2 等)及びアドミタンスYの目標値 Y_{tar} (Y_1 、 Y_2 等)が対応付けられている。例えば周波数範囲= $f_{a1} \sim f_{a2}$ であるときは、回転慣性質量の目標値 $m_{tar} = m_1$ 、アドミタンスYの目標値= Y_1 である。対応情報は、周波数範囲ごとに、対応付けられた回転慣性質量の目標値 m_{tar} 及びアドミタンスYの目標値 Y_{tar} を実現すれば、回転体32の回転慣性質量が浮体物30の振動に実質的に同調することになるように規定される。従って、浮体物30の振動の周波数が $f_{a1} \sim f_{a2}$ 内であるとき、回転慣性質量 m_s が m_1 となりかつアドミタンスYが Y_1 となれば、回転体32の回転慣性質量が浮体物30の振動に実質的に同調する。

40

【0064】

図11の場合、制御目標値決定部850は、先ず、波周期算出部840による波の周期

50

の算出結果に基づいて、波の周期に対応する周波数（浮体物 30 の振動の周波数）を算出する。例えば、波の周期 = t_w のとき、波の周期に対応する周波数 = $1 / t_w$ とされてよい。そして、制御目標値決定部 850 は、波の周期に対応する周波数の算出値が属する周波数範囲に対応付けられた回転慣性質量の目標値 $m_{t a r}$ 及びアドミタンス Y の目標値 $Y_{t a r}$ を、制御目標値として決定する。

【0065】

制御実行部 860 は、制御目標値決定部 850 により決定された制御目標値に基づいて、制御回路 80 及び可変機構 600 を制御する。具体的には、制御実行部 860 は、アドミタンス Y の目標値 $Y_{t a r}$ が実現されるように制御回路 80 に指令を与える。制御回路 80 は、かかる指令に应答して、目標値 $Y_{t a r}$ にアドミタンス Y が近づくようにスイッチング素子のオン/オフのデューティ比を変化させる。また、同様に、制御実行部 860 は、回転慣性質量の目標値 $m_{t a r}$ が実現されるように可変機構 600 のアクチュエータ（図示せず）に指令を与える。アクチュエータは、かかる指令に应答して、目標値 $m_{t a r}$ に回転慣性質量が近づくように錘 602 の径方向の位置（半径 r_m ）を変化させる。

10

【0066】

このように本実施例の波力発電装置 1 の制御システム 8 によれば、波高センサ 802 から得られる波高値に基づいて、アドミタンス Y の目標値 $Y_{t a r}$ 及び回転慣性質量の目標値 $m_{t a r}$ が決定される。そして、アドミタンス Y の目標値 $Y_{t a r}$ 及び回転慣性質量の目標値 $m_{t a r}$ が実現されるように発電機 40 及び可変機構 600 が制御される。これにより、環境条件の変化に起因して波の周期が変化しても、当該変化に対応して自動的に制御目標値が変化される。この結果、波の周期が変化しても、高い発電効率を維持できる。

20

【0067】

図 12 は、制御装置 800 の動作例を示す概略フローチャートである。図 12 に示す処理は、所定周期毎に繰り返し実行されてよい。

【0068】

ステップ S1200 では、波周期算出部 840 は、今回周期での波高値を波高センサ 802 から取得する。

【0069】

ステップ S1202 では、波周期算出部 840 は、今回周期以前の複数周期にわたりステップ S1200 で得た波高値（時系列）に基づいて、波の周期を算出する。

30

【0070】

ステップ S1204 では、制御目標値決定部 850 は、ステップ S1202 で得た波の周期に基づいて、制御目標値の設定・変更条件が成立したか否かを判定する。尚、初期の周期では、制御目標値の設定・変更条件が成立するものとする。制御目標値の設定・変更条件は、例えば、現在の制御目標値に係る周波数範囲に対して、ステップ S1202 で得た波の周期に係る周波数が逸脱したときに成立する。判定結果が“YES”の場合は、ステップ S1206 に進み、それ以外の場合は、ステップ S1210 に進む。

【0071】

ステップ S1206 では、制御目標値決定部 850 は、ステップ S1202 で得た波の周期と、対応情報記憶部 870 内の対応情報とに基づいて、ステップ S1202 で得た波の周期に対応する制御目標値を決定する。具体的には、上述したように、制御目標値決定部 850 は、ステップ S1202 で得た波の周期に係る周波数が属する周波数範囲を特定し、該周波数範囲対応付けられた回転慣性質量の目標値 $m_{t a r}$ 及びアドミタンス Y の目標値 $Y_{t a r}$ を、新たな制御目標値として決定する。

40

【0072】

ステップ S1208 では、制御目標値決定部 850 は、ステップ S1206 で得た新たな制御目標値で、制御目標値の今回値を更新する。

【0073】

ステップ S1210 では、制御目標値決定部 850 は、制御目標値の今回値を前回値で維持する。

50

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 2 1 2 では、制御実行部 8 6 0 は、ステップ S 1 2 0 8 又はステップ S 1 2 1 0 で得た制御目標値の今回値に基づいて、制御回路 8 0 及び可変機構 6 0 0 を制御する。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 に示す処理によれば、所定周期毎に、波の周期を算出し、波の周期の変化に応じて制御目標値を動的に変化させることができる。

【 0 0 7 6 】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

10

【 0 0 7 7 】

例えば、上述した実施例では、波力発電装置 1 の回転体 3 2、発電機 4 0 等は、海中に設置されているが、これに限られない。例えば、図 1 3 の模式図で示す波力発電装置 1 A のように、陸上に浮体物 3 0 以外の構成要素（回転体 3 2、発電機 4 0 等）が設置されてもよい。

【 0 0 7 8 】

また、上述した実施例では、支持バネ 4 2 は、線形ばねであるが、定荷重ばねであってもよい。また、図 1 3 に示す例では、支持バネ 4 2 は、プーリーとカウンターウェイトとの組み合わせで代替されてもよい。この場合も、プーリーとカウンターウェイトとの組み合わせで、浮体物 3 0 の動きに起因して駆動部 5 0 が弛まないようにする機構を実現できる。

20

【 0 0 7 9 】

また、上述した実施例では、波高センサ 8 0 2 に代えて又は加えて、浮体物 3 0 の加速度（周波数情報の一例）を検出する加速度計が利用されてもよい。この場合、波の周期は、浮体物 3 0 の加速度の時系列に基づいて導出できる。尚、加速度は、3 軸の各成分が検出されてもよいし、上下方向の成分だけが検出されてもよい。

【 0 0 8 0 】

ここで、図 1 4 A ~ 図 1 4 C を用いて、従来モデルと実施例モデルとの比較を行って本発明の利点について説明する。図 1 4 A ~ 図 1 4 C に示す 3 つのモデルとも、補助的な質量若しくは回転慣性質量をバネを介して付加することで共振効果を生じさせてエネルギー吸収効果を高める動吸振器を基本原理として構成されている。

30

【 0 0 8 1 】

図 1 4 A は、特開 2017-132336、特開 2016-144249 等に記載されている第 1 の従来モデルを示した図である。図 1 4 A において、通常の負荷質量 1 2 0、浮標 1 3 0、同調バネ 1 4 1、浮力 1 4 2、水による減衰 1 5 2、モーターによる減衰 1 5 1 がそれぞれ示されている。なお、図 1 4 A で示した構成要素と同様の構成要素は、図 1 4 B 及び図 1 4 C にも同一の参照符号を用いて示し、その説明を省略する。

【 0 0 8 2 】

図 1 4 A は、一般的な動吸振器の原理を用いており、大きな付加質量を実現するのは困難であるため、大きな変位を得ることが難しく高い発電効率は見込めない。

40

【 0 0 8 3 】

図 1 4 B は、特開 2013-155609 に記載されている第 2 の従来モデルを示した図である。図 1 4 B においては、図 1 4 で示した構成要素に加えて、回転慣性による付加質量 1 3 2 を用いることで大きな負荷質量を実現させているが、図 1 4 C に示す実施例モデルほどの変位を得ることが難しいため、発電効率は図 1 4 C に示す実施例モデルには及ばない。また、回転慣性による付加質量 1 3 2 を含め、付加質量を二重に付けているため、機構が複雑である。

【 0 0 8 4 】

図 1 4 C は、実施例モデルを示した図である。実施例モデルは、浮標 1 3 0 の変位

50

と比較して大きく増幅させた変位をモーターに与えることが可能であり、高い発電効果を得ることができる。また、図14Bに示した第2の従来モデルのように、付加質量を二重に取り付ける必要が無く、比較的単純な機構で構成することができる。

【0085】

図15は、図14A～図14Cのモデルの発電効率及び機構の簡易性を比較して示した図である。図15に示されるように、図14Aの第1の従来モデルは、機構の簡易性は優れているが、発電効率において劣る。図14Bの第2の従来モデルは、発電効率が図14Aのモデルよりは向上しているものの、機構が複雑となり、機構の簡易性において劣る。

【0086】

これに対し、図14Cの実施例のモデルは、機構の簡易性については、図14Aの第1の従来モデルよりはやや複雑となるが、図14Bの第2の従来モデルよりは簡素であり、発電効率は図14A、図14Bの第1及び第2の従来モデルと比較して大幅に向上している。このように、実施例のモデルは、機構の簡易性を維持しつつ発電効率を大幅に向上させることができるモデルであることが分かる。

【0087】

以上、本発明を実施例に基づいて説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載の範囲内で様々な変形が可能である。

【0088】

本願は、日本特許庁に2017年8月21日出願された基礎出願2017-158848号の優先権を主張するものであり、その全内容を参照によりここに援用する。

【符号の説明】

【0089】

- 1 波力発電装置
- 8 制御システム
- 30 浮体物
- 32 回転体
- 40 発電機
- 41、141 同調バネ
- 42 支持バネ
- 50 駆動部
- 80 制御回路
- 120 通常の負荷質量
- 130 浮標
- 132 回転体による付加質量
- 142 浮力
- 151 モーターによる減衰
- 152 水による減衰
- 600 可変機構
- 601 回転軸
- 602 錘
- 800 制御装置
- 802 波高センサ
- 840 波周期算出部
- 850 制御目標値決定部
- 860 制御実行部
- 870 対応情報記憶部

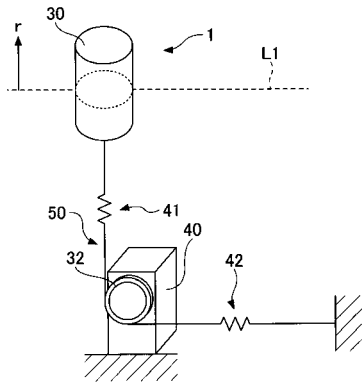
10

20

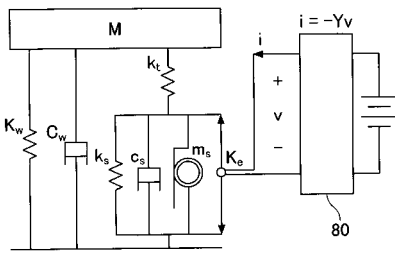
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



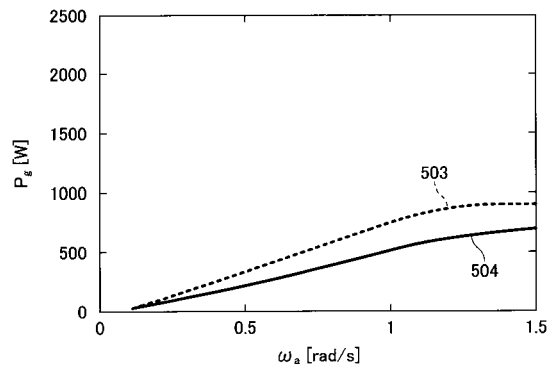
【 図 3 】

波の 周期	4s	2464	605.25	109.45	42.53	20.89
	5s	620.91	1375	226.42	52.26	20.19
	6s	233.91	339.49	926.6	176.38	43.547
	7s	133.02	132.09	226.68	718	162.17
	8s	91.51	75.78	84.98	200.73	595.87
$k_t = 3.9766 \times 10^3 \text{ N/m}$						
$m_s = 1101 \text{ kg}$ $Y = 0.001835 \Omega^{-1}$						
$m_s = 2010 \text{ kg}$ $Y = 0.0011 \Omega^{-1}$						
$m_s = 3071 \text{ kg}$ $Y = 0.0007339 \Omega^{-1}$						
$m_s = 4283 \text{ kg}$ $Y = 0.0007339 \Omega^{-1}$						
$m_s = 5646 \text{ kg}$ $Y = 0.0007339 \Omega^{-1}$						

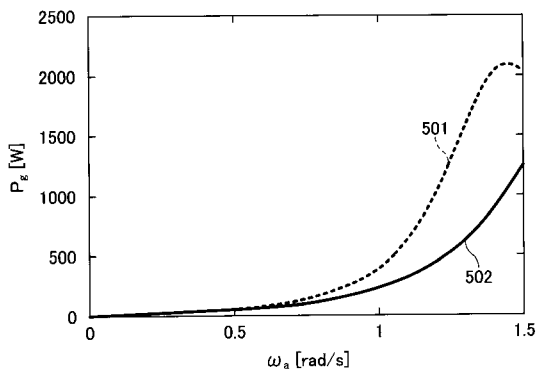
【 図 4 】

Parameters	Values
M	10000 kg
D	2 m
H	5 m
c_s	50 N s/m
k_s	83.73 N/m
C_w	2093 N s/m
K_e	500 V s/m
R	25 Ω
ρ	1027 kg/m ³

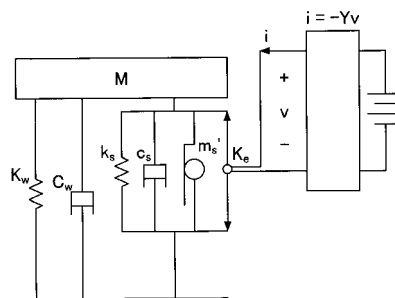
【 図 5 B 】



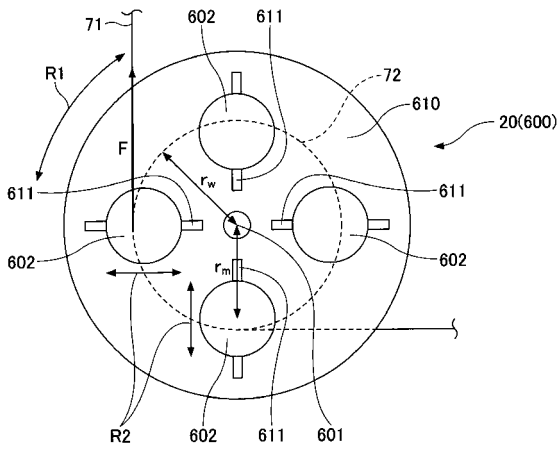
【 図 5 A 】



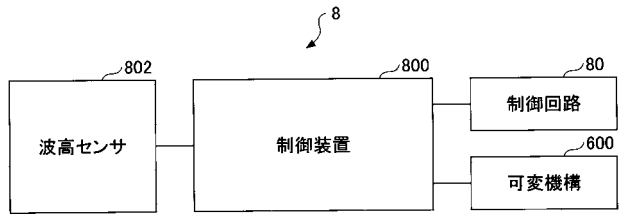
【 図 6 】



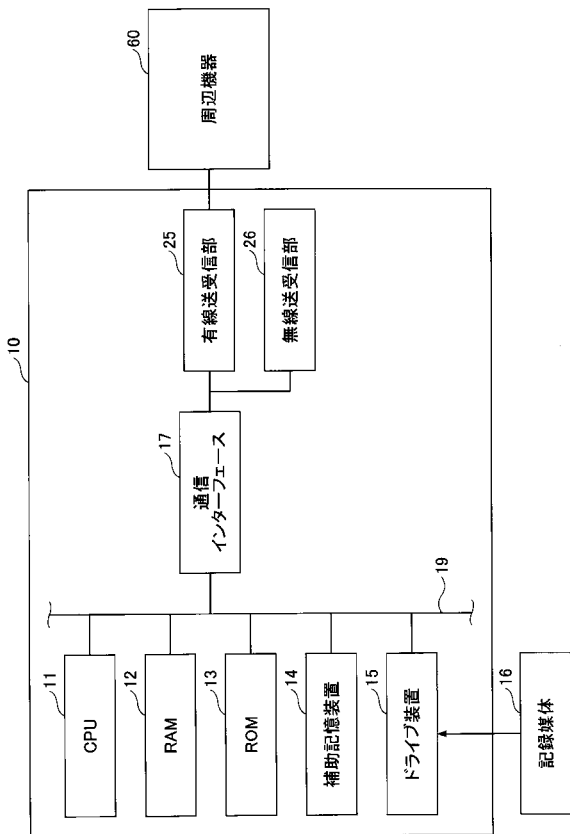
【図7】



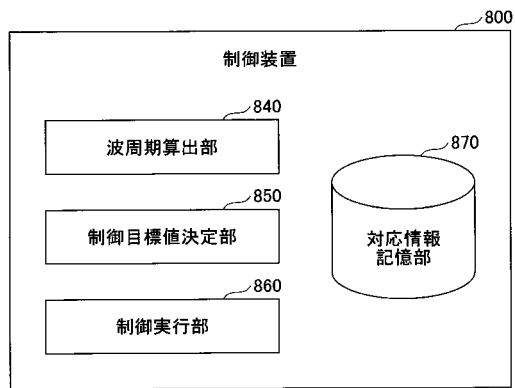
【図8】



【図9】



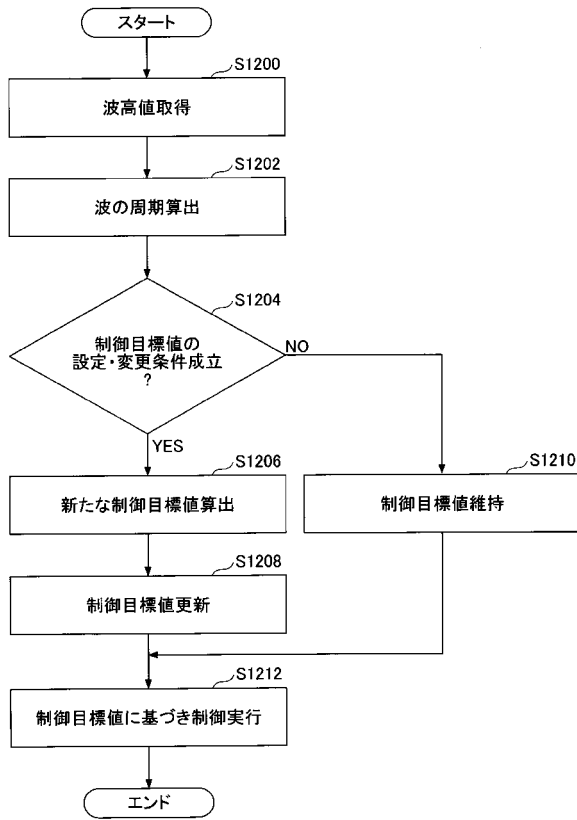
【図10】



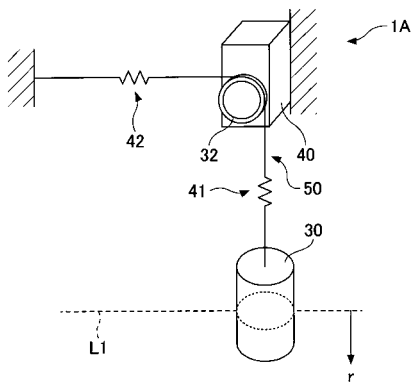
【 図 1 1 】

周波数範囲	回転慣性質量 m_0 の目標値 m_{tar}	アドミタンス Y の目標値 Y_{tar}
fa1~fa2	m1	Y1
fa2~fa3	m2	Y2
fa3~fa4	m3	Y3
...

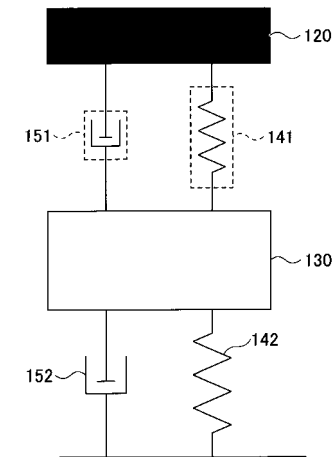
【 図 1 2 】



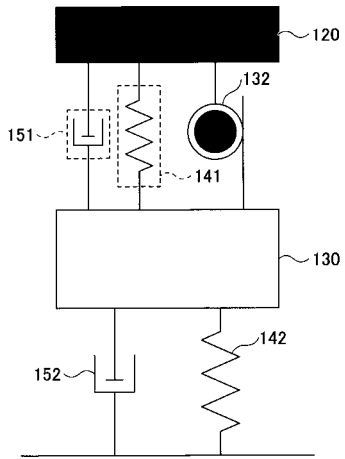
【 図 1 3 】



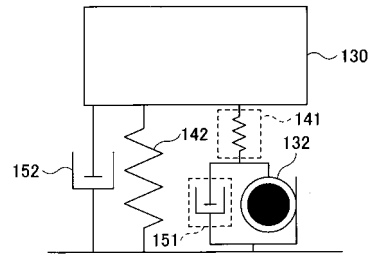
【 図 1 4 A 】



【 図 1 4 B 】



【 図 1 4 C 】



【 図 1 5 】

モデル	A	B	C
発電効率	X	△	O
機構の簡易性	O	X	△

【手続補正書】

【提出日】平成31年4月11日(2019.4.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

海に浮かぶことが可能な浮体物と、
回転慣性質量効果を生ずる回転体と、
前記回転体の回転に基づいて電力を生ずる発電機と、
第1弾性体と、
前記浮体物に前記回転体を前記第1弾性体を介して接続し、前記浮体物の動きに連動して前記回転体を回転させる駆動部とを含み、
前記回転体の回転慣性質量を前記浮体物の振動に同調させるように前記第1弾性体のバネ定数が設定され、前記浮体物の変位以上の変位を前記発電機に与える、波力発電装置。

【請求項2】

第2弾性体を更に含み、
前記駆動部は、更に、静止物に前記回転体を前記第2弾性体を介して接続する、請求項1に記載の波力発電装置。

【請求項3】

前記駆動部は、一端が前記浮体物に接続されかつ他端が前記静止物に接続される線状の形態であり、
前記第2弾性体は、前記回転体の回転中、伸び量が0以上に維持される、請求項2に記載の波力発電装置。

【請求項4】

前記回転体は、回転慣性質量を可変とする可変機構を備える、請求項1に記載の波力発電装置。

【請求項5】

前記回転慣性質量は、前記浮体物の動きの周波数に応じて変化される、請求項4に記載の波力発電装置。

【請求項6】

制御装置を更に備え、
前記制御装置は、前記浮体物の動きの周波数に応じて前記回転慣性質量を電子制御により変化させる、請求項5に記載の波力発電装置。

【請求項7】

前記浮体物の動きの周波数に関する周波数情報を検出する検出手段を更に含み、
前記制御装置は、前記回転慣性質量及び前記発電機のアドミタンスのうち少なくともいずれか一方の目標値と周波数範囲との対応関係を表す対応情報を記憶する記憶部を含み、

前記制御装置は、前記周波数情報と前記対応情報に基づいて、前記周波数情報の表す周波数が属する前記周波数範囲に対応付けられた前記目標値に、前記回転慣性質量及び前記アドミタンスのうち少なくともいずれか一方を近づける、請求項6に記載の波力発電装置。

【請求項8】

海に浮かぶことが可能な浮体物に、回転慣性質量効果を生ずる回転体を弾性体を介して接続する駆動部を用いて、前記浮体物の動きに連動させて前記回転体を回転させることで、前記回転体の回転に基づいて発電機により電力を生ずさせる、波力発電方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. F03B13/18 (2006.01) i 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.Cl. F03B13/18 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 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
Y	JP 2010-525214 A (SEABASED AB) 22 July 2010, paragraphs [0055]-[0059], [0065], fig. 1 & WO 2008/130295 A1, page 7, line 23 to page 9, line 19, fig. 1
Y	JP 2013-527378 A (SEABASED AB) 27 June 2013, paragraphs [0050], [0061]-[0062], fig. 10 & WO 2011/149397 A1, page 8, lines 14-18, page 10, lines 15-25, fig. 10
Y	WO 2015/044795 A1 (FAGGIOLATI PUMPS S.P.A.) 02 April 2015, page 8, line 1 to page 9, line 17, fig. 1 (Family: none)
Y	US 6300689 B1 (OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC.) 09 October 2001, column 3, line 56 to column 4, line 19 (Family: none)
A	US 2011/0018277 A1 (BRACE, Michael Wayne) 27 January 2011, paragraph [0021] (Family: none)
<input type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.
<input type="checkbox"/>	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 29 October 2018 (29.10.2018)	Date of mailing of the international search report 06 November 2018 (06.11.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 3 0 8 4 1	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F03B13/18(2006,01)i			
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.Cl. F03B13/18			
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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018年			
国際調査で使用した電子データベース (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 請求項の番号	
Y	JP 2010-525214 A (シーベイス ト アクチボラ グ) 2010.07.22, 段落0055-0059、0065、図1 & WO 2008/130295 A1, 第7ページ第23行-第9ページ第19行、 図1	1-8	
Y	JP 2013-527378 A (シーベイス ト アクチボラ グ) 2013.06.27, 段落0050、0061-0062、図10 & WO 2011/149397 A1, 第8ページ第14-18行、第10ページ第 15-25行、図10	1-8	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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、一般的な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 29.10.2018		国際調査報告の発送日 06.11.2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 山崎 孔徳 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	30 4025

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 3 0 8 4 1
C (続き) . 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 請求項の番号
Y	WO 2015/044795 A1 (FAGGIOLATI PUMPS S.P.A.) 2015.04.02, 第8ページ第1行-第9ページ第17行、第1図 (ファミリーなし)	4-7
Y	US 6300689 B1 (OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC) 2001.10.09, 第3欄第56行-第4欄第19行 (ファミリーなし)	7
A	US 2011/0018277 A1 (BRACE, Michael Wayne) 2011.01.27, 段落0021 (ファミリーなし)	1-8

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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

(72)発明者 荒木 慶一

愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院環境学研究科

Fターム(参考) 3H074 AA02 AA12 BB11 CC04

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。