

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7029796号

(P7029796)

(45)発行日 令和4年3月4日(2022.3.4)

(24)登録日 令和4年2月24日(2022.2.24)

(51)国際特許分類

F 0 3 B 13/22 (2006.01)

F I

F 0 3 B 13/22

請求項の数 14 (全19頁)

(21)出願番号	特願2018-18565(P2018-18565)	(73)特許権者	501204525 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 東京都三鷹市新川6丁目3番1号
(22)出願日	平成30年2月5日(2018.2.5)	(74)代理人	100098545 弁理士 阿部 伸一
(65)公開番号	特開2019-135391(P2019-135391 A)	(74)代理人	100087745 弁理士 清水 善廣
(43)公開日	令和1年8月15日(2019.8.15)	(74)代理人	100106611 弁理士 辻田 幸史
審査請求日	令和3年1月18日(2021.1.18)	(74)代理人	100189717 弁理士 太田 貴章
		(72)発明者	井上 俊司 東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 波力発電システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

浮体部と、スパー部と、発電手段とを有し、入射する波に対する前記浮体部と前記スパー部の相対運動速度を大きくするために前記スパー部の下部に張り出して設けた張出手段を有した波力発電システムであって、前記張出手段が可動手段を備え、さらに前記可動手段の運動に伴うエネルギーを回収するエネルギー回収手段を備え、前記張出手段が板状を成し、前記可動手段が板状の前記張出手段の一部を可動とする、又は前記可動手段が板状の前記張出手段の全体を可動とする構成であり、前記張出手段が、前記スパー部に固定して設けたヒーププレートと、前記可動手段として前記ヒーププレートに設けた板状のフラップ手段とを有することを特徴とする波力発電システム。

【請求項2】

前記フラップ手段は、前記ヒーププレートの周囲に複数個設けた可動フラップであり、前記エネルギー回収手段は、前記可動フラップの動きを油圧エネルギーとして回収することを特徴とする請求項1に記載の波力発電システム。

【請求項3】

浮体部と、スパー部と、発電手段とを有し、入射する波に対する前記浮体部と前記スパー部の相対運動速度を大きくするために前記スパー部の下部に張り出して設けた張出手段を有した波力発電システムであって、前記張出手段が可動手段を備え、さらに前記可動手段の運動に伴うエネルギーを回収するエネルギー回収手段を備え、前記張出手段が板状を成し、前記可動手段が板状の前記張出手段の一部を可動とする、又は前記可動手段が板状の

前記張出手段の全体を可動とする構成であり、前記張出手段が、前記スパー部に対して全体が並進運動が可能な稼動プレートと、前記可動手段として前記稼動プレートを上下方向に移動可能に支持する支持手段とを有することを特徴とする波力発電システム。

【請求項 4】

前記支持手段は前記稼動プレートを、自在継手手段を介して前記スパー部に接続する直動型油圧シリンダであり、前記エネルギー回収手段は、前記直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収するものであることを特徴とする請求項 3 に記載の波力発電システム。

【請求項 5】

前記稼動プレートを支持する前記支持手段は、前記スパー部に固定的に接続された直動型油圧シリンダであり、前記エネルギー回収手段は、前記直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収するものであることを特徴とする請求項 3 に記載の波力発電システム。

10

【請求項 6】

浮体部と、スパー部と、発電手段とを有し、入射する波に対する前記浮体部と前記スパー部の相対運動速度を大きくするために前記スパー部の下部に張り出して設けた張出手段を有した波力発電システムであって、前記張出手段が可動手段を備え、さらに前記可動手段の運動に伴うエネルギーを回収するエネルギー回収手段を備え、前記張出手段が板状を成し、前記可動手段が板状の前記張出手段の一部を可動とする、又は前記可動手段が板状の前記張出手段の全体を可動とする構成であり、前記張出手段が、全体が軸の回りに回動可能な板状を成す稼動フラップ手段と、前記可動手段として前記軸に設けた回転機構を有することを特徴とする波力発電システム。

20

【請求項 7】

前記回転機構が油圧式回転機構であり、前記エネルギー回収手段は、前記油圧式回転機構の動きを油圧エネルギーとして回収することを特徴とする請求項 6 に記載の波力発電システム。

【請求項 8】

前記エネルギー回収手段は、回収した前記油圧エネルギーを蓄える蓄圧手段を有することを特徴とする請求項 2、請求項 4、請求項 5、又は請求項 7 に記載の波力発電システム。

【請求項 9】

前記エネルギー回収手段は、前記蓄圧手段に蓄えた前記油圧エネルギーの利用を、前記相対運動速度に基づいて制御する油圧制御手段を有することを特徴とする請求項 8 に記載の波力発電システム。

30

【請求項 10】

前記発電手段は、油圧式のリニア式発電機構であることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の波力発電システム。

【請求項 11】

回収した前記油圧エネルギーを前記油圧式の前記リニア式発電機構に導いて利用することを特徴とする請求項 2、請求項 4、請求項 5、請求項 7、請求項 8、及び請求項 9 のいずれか 1 項を引用する請求項 10 に記載の波力発電システム。

40

【請求項 12】

前記発電手段を利用して、前記浮体部と前記スパー部の前記相対運動速度を制御することを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載の波力発電システム。

【請求項 13】

前記エネルギー回収手段で回収したエネルギーを前記浮体部と前記スパー部の前記相対運動速度の制御に利用することを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の波力発電システム。

【請求項 14】

前記張出手段と、前記エネルギー回収手段とを前記スパー部の上下方向に複数段備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 13 のいずれか 1 項に記載の波力発電システム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、波を利用して発電を行う波力発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

浮体式の波力発電システム（浮体式波力発電装置：FWEC）は、海洋等に設置され、波のエネルギーを利用して発電を行う。

例えば特許文献1には、フロート、スパー及び動力取出装置（PTO）を有した電力変換システムを備え、スパーの中間及び下部のそれぞれに、ロッドやパイプ等を介してヒープ板を装着した波力エネルギー変換器が開示されている。

10

また、特許文献2には、環状フロート、スパーフロート及び動力取出装置を備え、スパーフロートの下端に配置されるダンピングプレート（ヒーププレート）の端部に流線形状の垂直に延在する構造体を設けた波エネルギー変換器が開示されている。

また、特許文献3には、円板状の浮体としてのローハルと、円筒状のコラムによって構成される浮遊式海洋構造物において、ローハルに、外周部との間隙を保持して固着された斜め下方に広がるフィン、上下方向に推力を発生するスラスト、又はローハルの外側方向に出し入れ可能なブロック等を設けることが開示されている。

また、特許文献4には、海面に浮かぶ複数の浮体同士を連結し変形によって発電する板状の発電デバイスと、海面下に設置される支持体に一端が連結された放射線状の複数の板状の発電デバイスを有する垂下蓮とを備えた発電装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表2009-535565号公報

特表2009-535566号公報

特開平6-56074号公報

特開2012-237264号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

波力発電システムに用いる発電機構（PTO）の一つに、素早い制御応答や、電気エネルギーへの変換工数が少ないといった利点を有するリニア式発電機構（リニア式PTO）がある。

リニア式発電機構は、フロートとスパーの相対運動を利用して電磁誘導の原理で電力を生産するため、フロートの運動速度が速い条件では効率よく発電を行うことができるが、10秒以上の長周期の波が到来するときなど、浮体部の運動速度が遅い条件では発電効率が低下してしまう。従って、従来のリニア式発電機構では、長周期の波が持つエネルギーを殆ど回収できていない。

ここで、特許文献1は、ヒープ板をスパーにロッドやパイプ等により強固に取り付けてスパーとフロートを異なる位相で移動させやすくすることにより、波力エネルギー変換器の安定性及び電力変換効率を向上させようとするものであるが、波力エネルギー変換器として長周期の波が持つエネルギーを回収して利用するものではない。

40

また、特許文献2は、ダンピングプレートの端部に流線形状の構造体を設けることにより、ダンピングプレートの使用に付随する抵抗力を最小にしようとするものであるが、波エネルギー変換器として長周期の波が持つエネルギーを回収して利用するものではない。

また、特許文献3は、ローハルにフィン等を設けることにより、レジャー施設やホテル等で用いられる浮遊式海洋構造物の動揺を軽減しようとするものであり、波が持つエネルギーを回収して利用するものではない。

また、特許文献4は、複数の浮体及び発電デバイスを用いることにより、海洋に設置され

50

る発電装置の発電効率を向上させようとするものであるが、発電装置として長周期の波が持つエネルギーを回収して利用するものではない。また、複数の浮体を海に浮かべる必要があり、構成や制御が大掛かりになってしまう。

【0005】

そこで本発明は、長周期の波が持つエネルギーを回収して利用できる、効率に優れた波力発電システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1記載に対応した波力発電システムにおいては、浮体部と、スパー部と、発電手段とを有し、入射する波に対する浮体部とスパー部の相対運動速度を大きくするためにスパー部の下部に張り出して設けた張出手段を有した波力発電システムであって、張出手段が可動手段を備え、さらに可動手段の運動に伴うエネルギーを回収するエネルギー回収手段を備え、張出手段が板状を成し、可動手段が板状の張出手段の一部を可動とする、又は可動手段が板状の張出手段の全体を可動とする構成であり、張出手段が、スパー部に固定して設けたヒーププレートと、可動手段としてヒーププレートに設けた板状のフラップ手段とを有することを特徴とする。

10

請求項1に記載の本発明によれば、波力発電システムとして設置海域で頻出する波周期付近で効率よく発電できるとともに、長周期の波が持つエネルギーを回収することができるため、このエネルギーを活用して波力発電システムの効率を向上させることができる。また、スパー部の上下運動に伴い生じる水流および全体の上下運動を利用して、簡単な構成の板状の張出手段により長周期の波が持つエネルギーを効率よく回収することができる。また、板状のフラップ手段の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、フラップ手段により生ずる流体抵抗により、浮体部とスパー部の相対運動をさらに大きくすることができる。

20

【0007】

請求項2記載の本発明は、フラップ手段は、ヒーププレートの周囲に複数個設けた可動フラップであり、エネルギー回収手段は、可動フラップの動きを油圧エネルギーとして回収することを特徴とする。

請求項2に記載の本発明によれば、可動手段であるフラップ手段を可動フラップとすることで、フラップ手段の動きを大きくでき、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。また、可動フラップの動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

30

【0008】

請求項3記載に対応した波力発電システムにおいては、浮体部と、スパー部と、発電手段とを有し、入射する波に対する浮体部とスパー部の相対運動速度を大きくするためにスパー部の下部に張り出して設けた張出手段を有した波力発電システムであって、張出手段が可動手段を備え、さらに可動手段の運動に伴うエネルギーを回収するエネルギー回収手段を備え、張出手段が板状を成し、可動手段が板状の張出手段の一部を可動とする、又は可動手段が板状の張出手段の全体を可動とする構成であり、張出手段が、スパー部に対して全体が並進運動が可能な稼動プレートと、可動手段として稼動プレートを上下方向に移動可能に支持する支持手段とを有することを特徴とする。

40

請求項3に記載の本発明によれば、波力発電システムとして設置海域で頻出する波周期付近で効率よく発電できるとともに、長周期の波が持つエネルギーを回収することができるため、このエネルギーを活用して波力発電システムの効率を向上させることができる。また、スパー部の上下運動に伴い生じる水流および全体の上下運動を利用して、簡単な構成の板状の張出手段により長周期の波が持つエネルギーを効率よく回収することができる。また、稼動プレートの上下方向の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、稼動プレートにより生ずる流体抵抗により、浮体部とスパー部の相対運動をさらに大きくすることができる。

【0009】

50

請求項4記載の本発明は、支持手段は稼動プレートを、自在継手手段を介してスパー部に接続する直動型油圧シリンダであり、エネルギー回収手段は、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収するものであることを特徴とする。

請求項4に記載の本発明によれば、可動手段である支持手段を、稼動プレートを自在継手手段を介してスパー部に接続する直動型油圧シリンダとすることで、稼動プレートの上下方向の動きを吸収しやすくなり、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。また、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

【0010】

請求項5記載の本発明は、稼動プレートを支持する支持手段は、スパー部に固定的に接続された直動型油圧シリンダであり、エネルギー回収手段は、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収するものであることを特徴とする。

請求項5に記載の本発明によれば、可動手段である支持手段を、スパー部に固定的に接続された直動型油圧シリンダとすることで、稼動プレートの上下方向の動きを吸収しやすくなり、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。また、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

【0011】

請求項6記載に対応した波力発電システムにおいては、浮体部と、スパー部と、発電手段とを有し、入射する波に対する浮体部とスパー部の相対運動速度を大きくするためにスパー部の下部に張り出して設けた張出手段を有した波力発電システムであって、張出手段が可動手段を備え、さらに可動手段の運動に伴うエネルギーを回収するエネルギー回収手段を備え、張出手段が板状を成し、可動手段が板状の張出手段の一部を可動とする、又は可動手段が板状の張出手段の全体を可動とする構成であり、張出手段が、全体が軸の回りに回動可能な板状を成す稼動フラップ手段と、可動手段として軸に設けた回転機構を有することを特徴とする。

請求項6に記載の本発明によれば、波力発電システムとして設置海域で頻出する波周期付近で効率よく発電できるとともに、長周期の波が持つエネルギーを回収することができるため、このエネルギーを活用して波力発電システムの効率を向上させることができる。また、スパー部の上下運動に伴い生じる水流および全体の上下運動を利用して、簡単な構成の板状の張出手段により長周期の波が持つエネルギーを効率よく回収することができる。また、板状の稼動フラップ手段の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、稼動フラップ手段により生ずる流体抵抗により、浮体部とスパー部の相対運動をさらに大きくすることができる。

【0012】

請求項7記載の本発明は、回転機構が油圧式回転機構であり、エネルギー回収手段は、油圧式回転機構の動きを油圧エネルギーとして回収することを特徴とする。

請求項7に記載の本発明によれば、フラップ手段の回動に伴う油圧式回転機構の動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

【0013】

請求項8記載の本発明は、エネルギー回収手段は、回収した油圧エネルギーを蓄える蓄圧手段を有することを特徴とする。

請求項8に記載の本発明によれば、回収した油圧エネルギーを蓄圧手段に蓄えて、任意のタイミングで利用しやすくなる。また、蓄圧手段により油圧が変動する場合に平滑化が可能となる。

【0014】

請求項9記載の本発明は、エネルギー回収手段は、蓄圧手段に蓄えた油圧エネルギーの利用を、相対運動速度に基づいて制御する油圧制御手段を有することを特徴とする。

請求項9に記載の本発明によれば、例えば入射する波に対する浮体部とスパー部との相対

10

20

30

40

50

運動速度が低下したときに蓄圧手段に蓄えた油圧エネルギーを利用して発電するなど、回収した油圧エネルギーをより有効に利用することができる。

【0015】

請求項10記載の本発明は、発電手段は、油圧式のリニア式発電機構であることを特徴とする。

請求項10に記載の本発明によれば、発電手段に素早い制御応答を行わせることができるとともに、電気エネルギーへの変換工数を少なくすることができる。また、油圧式のリニア式発電機構とすることにより、設置の自由度が増し、例えばスパー部の任意の場所に設置することができる。

【0016】

請求項11記載の本発明は、回収した油圧エネルギーを油圧式のリニア式発電機構に導いて利用することを特徴とする。

請求項11に記載の本発明によれば、回収した油圧エネルギーを用いてリニア式発電機構を補助することができるため、波力発電システムの効率を向上させることができる。また、エネルギー回収手段で回収した油圧エネルギーを発電手段としてのリニア式発電機構と兼用して利用できるため、構成が簡素化できる。

【0017】

請求項12記載の本発明は、発電手段を利用して、浮体部とスパー部の相対運動速度を制御することを特徴とする。

請求項12に記載の本発明によれば、発電手段そのものを利用して浮体部とスパー部との相対運動速度を調節して、波力発電システムの効率を向上させることができるため、特別な相対運動速度の制御手段を必要としない。

【0018】

請求項13記載の本発明は、エネルギー回収手段で回収したエネルギーを浮体部とスパー部の相対運動速度の制御に利用する。

請求項13に記載の本発明によれば、回収したエネルギーを制御に利用することで波力発電システムの効率をより向上させることができる。

【0019】

請求項14記載の本発明は、張出手段と、エネルギー回収手段とをスパー部の上下方向に複数段備えたことを特徴とする。

請求項14に記載の本発明によれば、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明の波力発電システムによれば、波力発電システムとして設置海域で頻出する波周期付近で効率よく発電できるとともに、長周期の波が持つエネルギーを回収することができるため、このエネルギーを活用して波力発電システムの効率を向上させることができる。また、スパー部の上下運動に伴い生じる水流および全体の上下運動を利用して、簡単な構成の板状の張出手段により長周期の波が持つエネルギーを効率よく回収することができる。また、板状のフラップ手段の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、フラップ手段により生ずる流体抵抗により、浮体部とスパー部の相対運動をさらに大きくすることができる。

【0021】

また、フラップ手段は、ヒーププレートの周囲に複数個設けた可動フラップであり、エネルギー回収手段は、可動フラップの動きを油圧エネルギーとして回収する場合には、可動手段であるフラップ手段を可動フラップとすることで、フラップ手段の動きを大きくでき、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。また、可動フラップの動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

【0022】

10

20

30

40

50

また、張出手段が、スパー部に対して全体が並進運動が可能な稼動プレートと、可動手段として稼動プレートを上下方向に移動可能に支持する支持手段とを有する構成とした本発明の波力発電システムによれば、稼動プレートの上下方向の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、稼動プレートにより生ずる流体抵抗により、浮体部とスパー部の相対運動をさらに大きくすることができる。

【0023】

また、支持手段は稼動プレートを、自在継手手段を介してスパー部に接続する直動型油圧シリンダであり、エネルギー回収手段は、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収するものである場合には、可動手段である支持手段を、稼動プレートを自在継手手段を介してスパー部に接続する直動型油圧シリンダとすることで、稼動プレートの上下方向の動きを吸収しやすくなり、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。また、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

10

【0024】

また、稼動プレートを支持する支持手段は、スパー部に固定的に接続された直動型油圧シリンダであり、エネルギー回収手段は、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収するものである場合には、可動手段である支持手段を、スパー部に固定的に接続された直動型油圧シリンダとすることで、稼動プレートの上下方向の動きを吸収しやすくなり、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。また、直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

20

【0025】

また、張出手段が、全体が軸の回りに回動可能な板状を成す稼動フラップ手段と、可動手段として軸に設けた回転機構を有する構成とした本発明の波力発電システムによれば、板状の稼動フラップ手段の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、稼動フラップ手段により生ずる流体抵抗により、浮体部とスパー部の相対運動をさらに大きくすることができる。

【0026】

また、回転機構が油圧式回転機構であり、エネルギー回収手段は、油圧式回転機構の動きを油圧エネルギーとして回収する場合には、フラップ手段の回動に伴う油圧式回転機構の動きを油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。

30

【0027】

また、エネルギー回収手段は、回収した油圧エネルギーを蓄える蓄圧手段を有する場合には、回収した油圧エネルギーを蓄圧手段に蓄えて、任意のタイミングで利用しやすくなる。また、蓄圧手段により油圧が変動する場合に平滑化が可能となる。

【0028】

また、エネルギー回収手段は、蓄圧手段に蓄えた油圧エネルギーの利用を、相対運動速度に基づいて制御する油圧制御手段を有する場合には、例えば入射する波に対する浮体部とスパー部との相対運動速度が低下したときに蓄圧手段に蓄えた油圧エネルギーを利用して発電するなど、回収した油圧エネルギーをより有効に利用することができる。

40

【0029】

また、発電手段は、油圧式のリニア式発電機構である場合には、発電手段に素早い制御応答を行わせることができるとともに、電気エネルギーへの変換工数を少なくすることができる。また、油圧式のリニア式発電機構とすることにより、設置の自由度が増し、例えばスパー部の任意の場所に設置することができる。

【0030】

また、回収した油圧エネルギーを油圧式のリニア式発電機構に導いて利用する場合には、回収した油圧エネルギーを用いてリニア式発電機構を補助することができるため、波力発電システムの効率を向上させることができる。また、エネルギー回収手段で回収した油圧

50

エネルギーを発電手段としてのリニア式発電機構と兼用して利用できるため、構成が簡素化できる。

【 0 0 3 1 】

また、発電手段を利用して、浮体部とスパー部の相対運動速度を制御する場合には、発電手段そのものを利用して浮体部とスパー部の相対運動速度を調節して、波力発電システムの効率を向上させることができるため、特別な相対運動速度の制御手段を必要としない。

【 0 0 3 2 】

また、エネルギー回収手段で回収したエネルギーを浮体部とスパー部の相対運動速度の制御に利用する場合には、回収したエネルギーを制御に利用することで波力発電システムの効率をより向上させることができる。

【 0 0 3 3 】

また、張出手段と、エネルギー回収手段とをスパー部の上下方向に複数段備えた場合には、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】本実施形態の波力発電システムの概略外観図

【図 2】同第一の実施例による波力発電システムを示す図

【図 3】同第二の実施例による波力発電システムを示す図

【図 4】同第三の実施例による波力発電システムを示す図

【図 5】同第四の実施例による波力発電システムを示す図

【図 6】同第五の実施例による波力発電システムを示す図

【図 7】同第五の実施例による波力発電システムの変形例を示す斜視図

【図 8】同第六の実施例による波力発電システムを示す図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 5 】

以下に、本発明の実施形態による波力発電システムについて説明する。

図 1 は、本実施形態の波力発電システムの概略外観図である。

図 1 においては、環状の浮体部 10 と、円柱状のスパー部 20 と、入射する波に対する浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動速度を大きくするためにスパー部 20 の下部に張り出して設けた張出手段 30 を備える波力発電システムを海洋に設置した状態を示している。スパー部 20 の上部外周面には、スパー部 20 よりも径大の浮体部 10 が上下方向に移動可能に嵌合されている。

浮体部 10 は水面に位置し、スパー部 20 は、大部分が水中に没した状態で立設する。スパー部 20 の上端は水面よりも上に出ている。

また、スパー部 20 の内部には浮体部 10 と接続した発電手段 40 (図 2 参照) が組み込まれており、浮体部 10 とスパー部 20 間の相対運動を利用して発電が行われる。

【 0 0 3 6 】

浮体部 10 とスパー部 20 には、両者の相対運動を大きくする設計が採用されている。即ち、浮体部 10 については、制御力も考慮して波力発電システムを設置する海域で頻出する波周期付近で効率よく発電できるように固有周期が設定されている。一方、スパー部 20 については、下部に大型の張出手段 30 を取り付けて海域での運動を抑制するために長周期にずらした固有周期が設定され、浮体部 10 とスパー部 20 の相対運動速度を大きくしている。

【 0 0 3 7 】

上述したように、特に発電機構(発電手段 40)をリニア式発電機構とした場合には、電磁誘導の原理で電力を生産するため、浮体部 10 の運動速度が速い条件では効率よく発電を行うことができるが、リニア式発電機構は緩やかな変動に対して大きな推力を出し続けることには不向きであり、10 秒以上の長周期の波が到来するときなど、浮体部 10 の運動速度が遅い条件では発電効率が低下してしまう。

そこで本実施形態の波力発電システムにおいては、長周期の波によって運動する可動手段

10

20

30

40

50

を張出手段 30 に備え、さらに、可動手段の運動に伴うエネルギーを回収するエネルギー回収手段を備える。

これにより、波力発電システムとして設置海域で頻出する波周期付近で効率よく発電できるとともに、長周期の波が持つエネルギーを回収することができるため、このエネルギーを利用して波力発電システムの効率を向上させることができる。

以下に、本実施形態による張出手段及びエネルギー回収手段を備えた波力発電システムの実施例を説明する。

【0038】

図 2 は第一の実施例による波力発電システムを示す図であり、図 2 (a) は上面図、図 2 (b) は正面図である。なお、図 2 (b) においては、内部に配置される機器の一部も示している。

10

本実施例による波力発電システムは、浮体部 10 (図 2 では図示省略) と、スパー部 20 と、スパー部 20 の下部に張り出して設けられた張出手段 30 と、スパー部 20 の内部に配置された発電手段 40 を有する。

張出手段 30 は板状を成し、スパー部 20 の下端に固定して設けた板状のヒーププレート 131 と、ヒーププレート 131 に設けた板状のフラップ手段 132 を有する。ヒーププレート 131 は、スパー部 20 よりも径大であって上面視で六角形形状に形成されている。発電手段 40 は、海洋に立設されるスパー部 20 内に配置されており、浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動を利用して発電する。

発電手段 40 は、油圧式の補助発電機構を備えたりニア式発電機構としている。ニア式発電機構を用いることにより、発電手段 40 に素早い制御応答を行わせることができるとともに、電気エネルギーへの変換工数を少なくすることができる。また、油圧式の補助発電機構を備えたりニア式発電機構とすることにより、設置の自由度が増し、例えばスパー部 20 の任意の場所に発電手段 40 を設置することができる。

20

また、本実施例の波力発電システムは、発電手段 40 を電動機として利用して、浮体部 10 とスパー部 20 の相対運動速度を制御する。これにより、発電手段 40 そのものを利用して浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動速度を調節して、波力発電システムの効率を向上させることができるため、相対運動速度を制御する制御手段を別に設ける必要がない。浮体部 10 には、制御力も考慮して波力発電システムを設置する海域で頻出する波周期付近で効率よく発電できる固有周期が設定されている。一方、スパー部 20 には、下部にヒーププレート 131 を設けて海域での運動を抑制するために長周期にずらした固有周期が設定され、入射する波に対する浮体部 10 とスパー部 20 の相対運動速度を大きくしている。

30

【0039】

本実施例の波力発電システムにおける可動手段は、ヒーププレート 131 の周囲に設けられた板状のフラップ手段 132 である。このフラップ手段 132 によって、張出手段 30 の一部が可動な構成となっている。波力発電システムは、フラップ手段 (可動手段) 132 の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、フラップ手段 132 により生ずる流体抵抗によって、浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動をさらに大きくすることができる。

40

フラップ手段 132 は、ヒーププレート 131 の各辺から外方へ突出するように設けられた複数個の可動フラップからなる。フラップ手段 132 の後端は、ヒーププレート 131 の内部に設けられたヒンジ 50 に接続されており、フラップ手段 132 は、ヒンジ 50 を中心として上下に回動可能である。フラップ手段 132 を可動フラップで構成することで、フラップ手段 132 の動きを大きくでき、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。

なお、ヒーププレート 131 は、複数個の可動フラップからなるフラップ手段 132 の設置や動作等を容易とするために上面視で正六角形に形成しているが、他の多角形や円形に形成することもできる。

【0040】

50

フラップ手段 132 には、エネルギー回収手段 60 が接続されている。エネルギー回収手段 60 は、直動型の油圧シリンダ 61 と、蓄圧手段 62 と、油圧制御手段 63 を備える。油圧シリンダ 61、蓄圧手段 62 及び油圧制御手段 63 は、スパー部 20 の内部に配置されている。

フラップ手段 132 の各可動フラップの後端は、ヒンジ 50 を介して油圧シリンダ 61 に接続されている。油圧シリンダ 61 は、可動フラップの回動動作を利用して駆動される。なお、油圧シリンダ 61 は回転型を用いて構成することもできる。

波力発電システムに入射する波が、発電手段（リニア式発電機構）40 が効率良く発電する周期から長周期側にシフトした場合、長周期の波によってスパー部 20 が上下動し、それに伴いフラップ手段 132（可動フラップ）が回動動作する。エネルギー回収手段 60 は、油圧シリンダ 61 によりフラップ手段 132 の動きを油圧エネルギーとして回収する。このように、スパー部 20 の上下運動に伴い生じる水流および全体の上下運動を利用して、簡単な構成である板状の張出手段 30 により長周期の波が持つエネルギーを効率よく回収することができる。また、油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄圧手段 62 に蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。また、蓄圧手段 62 に蓄えることにより、回収した油圧エネルギーを任意のタイミングで利用しやすくなるとともに、油圧が変動する場合には蓄圧手段 62 によって油圧の平滑化が可能となる。

蓄圧手段 62 及び油圧制御手段 63 は、スパー部 20 の内の下部に配置された油圧式の補助発電機構 70 に接続されている。油圧制御手段 63 は、入射する波に対する浮体部 10 とスパー部 20 の相対運動速度が小さくなった場合に、蓄圧手段 62 に蓄えられている油圧エネルギーを油圧式の補助発電機構 70 に供給し、リニア式発電機構 40 を補助する。

【0041】

このように、長周期の波が持つエネルギーを、ヒーププレート 131 の周囲に複数個設けたフラップ手段 132（可動フラップ）とエネルギー回収手段 60 を用いて油圧エネルギーとして回収して保存し、油圧式の補助発電機構 70 を用いてリニア式発電機構 40 を補助することで、波力発電システムの発電効率を向上させることができる。また、エネルギー回収手段 60 で回収した油圧エネルギーを発電手段 40 であるリニア式発電機構と兼用して利用できるため、波力発電システムの構成を簡素化できる。

また、エネルギー回収手段 60 で回収したエネルギーを浮体部 10 とスパー部 20 の相対運動速度の制御に利用してもよい。回収したエネルギーを制御に利用することにより、波力発電システムの効率をより向上させることができる。

【0042】

図 3 は第二の実施例による波力発電システムを示す図であり、図 3(a) は上面図、図 3(b) は正面図である。なお、上記した実施例による波力発電システムと同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施例による波力発電システムは、浮体部 10（図 3 では図示省略）と、スパー部 20 と、スパー部 20 の下部に設けられた板状の張出手段 30 と、スパー部 20 内に配置された発電手段 40（図 3 では図示省略）を有する。

張出手段 30 は、スパー部 20 に対して全体が並進運動可能な板状の稼動プレート 231 と、可動手段として稼動プレート 231 を上下方向に移動可能に支持する支持手段 232 を有し、支持手段 232 が、張出手段 30 の全体を可動とする構成としている。

稼動プレート 231 は、スパー部 20 よりも径大であって上面視で正六角形の多角形状に形成されており、内側に開口 231A を有する。なお、稼動プレート 231 は他の多角形や円形に形成することもできる。スパー部 20 は、稼動プレート 231 の開口 231A の中央部分を貫通した状態で立設し、スパー部 20 の下端は稼動プレート 231 よりも下方に位置する。

なお、稼動プレート 231 は、スパー部 20 よりも下方、すなわちスパー部 20 の下端が稼動プレート 231 よりも上方に位置するように設置することもできる。

【0043】

10

20

30

40

50

本実施例において、可動手段は、稼動プレート 231 をスパー部 20 に上下方向に移動可能に支持する支持手段 232 であり、波力発電システムは、稼動プレート 231 の上下方向の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、稼動プレート 231 により生ずる流体抵抗によって、浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動をさらに大きくすることができる。

支持手段 232 は、自在継手手段 233 を介して稼動プレート 231 をスパー部 20 に接続する 3 台の直動型油圧シリンダからなる。稼動プレート 231 を、自在継手手段 233 を介してスパー部 20 に接続する直動型油圧シリンダを用いて支持手段 232 を構成することで、稼動プレート 231 の上下方向の動きを吸収しやすくなり、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。

10

支持手段 232 である 3 台の直動型油圧シリンダは、スパー部 20 に対して周方向に所定間隔で配置されており、各直動型油圧シリンダの一端は、スパー部 20 のうち稼動プレート 231 よりも上方の外周に配置された自在継手手段 233 に接続され、各直動型油圧シリンダの他端は、稼動プレート 231 の外周部に配置された自在継手手段 233 に接続されている。直動型油圧シリンダは、稼動プレート 231 の上下動に伴ってピストンが上下方向に往復動する。なお、直動型油圧シリンダは、2 台、又は 4 台以上配置してもよい。

【0044】

支持手段 232 (直動型油圧シリンダ) には、蓄圧手段 62 (図 3 では図示省略) と油圧制御手段 63 (図 3 では図示省略) を備えたエネルギー回収手段 60 (図 3 では図示省略) が接続されている。

20

波力発電システムに入射する波が、リニア式発電機構が効率良く発電する周期から長周期側にシフトした場合、長周期の波によってスパー部 20 と稼動プレート 231 間の並進・回転方向の相対運動が生じる。なお、稼動プレート 231 は、外周端に上下方向に延在した立ち上げ板 (抵抗増加端板) 234 によって水をせき止めることでスパー部 20 と稼動プレート 231 間の相対運動速度を大きくしている。

エネルギー回収手段 60 は、スパー部 20 と稼動プレート 231 間の相対運動によって駆動される直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収する。油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄圧手段 62 に蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。また、蓄圧手段 62 に蓄えることにより、回収した油圧エネルギーを任意のタイミングで利用しやすくなるとともに、油圧が変動する場合には蓄圧手段 62 によって油圧の平滑化が可能となる。

30

蓄圧手段 62 及び油圧制御手段 63 は、油圧式の補助発電機構 70 (図 3 では図示省略) に接続されている。油圧制御手段 63 は、入射する波に対する浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動速度が小さくなった場合に、蓄圧手段 62 に蓄えられている油圧エネルギーを油圧式の補助発電機構 70 に供給し、リニア式発電機構 40 を補助する。

【0045】

このように、長周期の波が持つエネルギーを、自在継手手段 233 を介して稼動プレート 231 をスパー部 20 に接続する支持手段 232 (直動型油圧シリンダ) とエネルギー回収手段 60 を用いて油圧エネルギーとして回収して保存し、油圧式の補助発電機構 70 を用いてリニア式発電機構 40 を補助することで、波力発電システムの発電効率を向上させることができる。また、エネルギー回収手段 60 で回収した油圧エネルギーを発電手段 40 であるリニア式発電機構と兼用して利用できるため、波力発電システムの構成を簡素化できる。

40

また、エネルギー回収手段 60 で回収したエネルギーを浮体部 10 とスパー部 20 の相対運動速度の制御に利用してもよい。回収したエネルギーを制御に利用することにより、波力発電システムの効率をより向上させることができる。

【0046】

図 4 は第三の実施例による波力発電システムを示す正面図であり、スパー部の下部と張出手段の一部を示している。なお、上記した実施例による波力発電システムと同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

50

本実施例による波力発電システムは、浮体部 10（図 4 では図示省略）と、スパー部 20 と、スパー部 20 の下部に設けられた板状の張出手段 30 と、スパー部 20 内に配置された発電手段 40（図 4 では図示省略）を有する。

張出手段 30 は、スパー部 20 に対して全体が並進運動可能な板状の稼働プレート 331 と、可動手段として稼働プレート 331 を上下方向に移動可能に支持する支持手段 332 を有し、支持手段 332 がその基部をスパー部 20 に固定的に接続され、張出手段 30 の全体を可動とする構成としている。

稼働プレート 331 は、スパー部 20 よりも径大であって上面視で円形又は多角形状に形成されており、内側に開口 331A を有する。スパー部 20 は、稼働プレート 331 の開口 331A の中央部分を貫通した状態で立設し、スパー部 20 の下端は稼働プレート 331 よりも下方に位置する。

10

【0047】

本実施例において、可動手段は、稼働プレート 331 をスパー部 20 に上下方向に移動可能に支持する支持手段 332 であり、波力発電システムは、稼働プレート 331 の上下方向の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。なお、図中の矢印 X は稼働プレート 331 の移動方向を示している。

稼働プレート 331 を支持する支持手段 332 は、スパー部 20 に固定的に接続された複数の直動型油圧シリンダからなる。スパー部 20 に固定的に接続された直動型油圧シリンダを用いて支持手段 332 を構成することで、稼働プレート 331 の上下方向の動きを吸収しやすくなり、長周期の波が持つエネルギーをより多く回収しやすくなる。

20

支持手段 332 である複数の直動型油圧シリンダは、稼働プレート 331 を上下から挟み込むようにしてスパー部 20 の下部外周に周方向に所定間隔で配置されており、稼働プレート 331 の上下動に伴ってピストンが上下方向に往復動する。

【0048】

支持手段 232（直動型油圧シリンダ）には、蓄圧手段 62（図 4 では図示省略）と油圧制御手段 63（図 4 では図示省略）を備えたエネルギー回収手段 60（図 4 では図示省略）が接続されている。

波力発電システムに入射する波が、リニア式発電機構が効率良く発電する周期から長周期側にシフトした場合、長周期の波によってスパー部 20 と稼働プレート 331 間に相対運動が生じる。なお、稼働プレート 331 に働く上下方向の抗力を増してスパー部 20 と稼働プレート 331 間の相対運動を大きくするため、稼働プレート 331 の外周端には上下方向に延在する抗力増加端板 333 を設けている。

30

エネルギー回収手段 60 は、スパー部 20 と稼働プレート 331 間の相対運動によって駆動される直動型油圧シリンダの動きを油圧エネルギーとして回収する。油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄圧手段 62 に蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。また、蓄圧手段 62 に蓄えることにより、回収した油圧エネルギーを任意のタイミングで利用しやすくなるとともに、油圧が変動する場合には蓄圧手段 62 によって油圧の平滑化が可能となる。

蓄圧手段 62 及び油圧制御手段 63 は、油圧式の補助発電機構 70（図 4 では図示省略）に接続されている。油圧制御手段 63 は、入射する波に対する浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動速度が小さくなった場合に、蓄圧手段 62 に蓄えられている油圧エネルギーを油圧式の補助発電機構 70 に供給し、リニア式発電機構 40 を補助する。

40

【0049】

このように、長周期の波が持つエネルギーを、稼働プレート 331 をスパー部 20 に固定的に接続する支持手段 332（直動型油圧シリンダ）とエネルギー回収手段 60 を用いて油圧エネルギーとして回収して保存し、油圧式の補助発電機構 70 を用いてリニア式発電機構 40 を補助することで、波力発電システムの発電効率を向上させることができる。また、エネルギー回収手段 60 で回収した油圧エネルギーを発電手段 40 であるリニア式発電機構と兼用して利用できるため、波力発電システムの構成を簡素化できる。

また、エネルギー回収手段 60 で回収したエネルギーを浮体部 10 とスパー部 20 の相対

50

運動速度の制御に利用してもよい。回収したエネルギーを制御に利用することにより、波力発電システムの効率をより向上させることができる。

【0050】

図5は第四の実施例による波力発電システムを示す図であり、図5(a)(b)においてはスパー部の下部と張出手段の一部を示し、図5(c)においては張出手段の一部を示している。なお、上記した実施例による波力発電システムと同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施例による波力発電システムは、浮体部10(図5では図示省略)と、スパー部20と、スパー部20の下部に設けられた板状の張出手段30と、スパー部20内に配置された発電手段40(図5では図示省略)を有する。

張出手段30は、全体が軸434の回りに回動可能な板状を成す稼動フラップ手段431と、可動手段として軸434に設けた回転機構432を有し、回転機構432が張出手段30の一部又は全体を可動とする構成としている。

稼動フラップ手段431は、スパー部20の側方に配置されており、上面視で円形又は多角形状に形成されている。スパー部20と稼動フラップ手段431の間には、所定の間隙431Aが設けられている。なお、稼動フラップ手段431は、複数の稼動フラップによって上面視で円形又は多角形状を成すように構成される分割構造であることが好ましい。また、スパー部20の下端は稼動フラップ手段431よりも下方に位置する。なお、稼動フラップ手段431は、スパー部20よりも下方、すなわちスパー部20の下端が稼動フラップ手段431よりも上方に位置するように設置することもできる。

【0051】

本実施例において、可動手段は、軸434に設けた回転機構432であり、波力発電システムは、稼動フラップ手段431と回転機構432の動きを利用して、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。また、稼動フラップ手段431により生ずる流体抵抗によって、浮体部10とスパー部20との相対運動をさらに大きくすることができる。稼動フラップ手段431の外周端には、上下方向に延在する抗力増加端板433が設けられている。抗力増加端板433は、複数の鋼材又はワイヤー等の結合材80によりスパー部20に固定的に結合されている。

また、回転機構432には、蓄圧手段62(図5では図示省略)と油圧制御手段63(図5では図示省略)を備えたエネルギー回収手段60(図5では図示省略)が接続されている。

軸434に設けられた回転機構432は、稼動フラップ手段431の回動動作に伴って回転する。

【0052】

図5(a)は、結合材80によってスパー部20に固定的に結合された抗力増加端板433に接続した軸434に回転機構432を設け、軸434とスパー部20の間に配置された稼動フラップ手段431の一端を軸434に接続した場合を示している。回転機構432は、油圧式回転機構である。

稼動フラップ手段431の他端は自由端とされており、稼動フラップ手段431は軸434に接続された一端を中心として上下に回動可能である。

また、図5(b)は、複数の鋼材又はワイヤー等の結合材80によりスパー部20に結合された軸434に回転機構432を設け、スパー部20と軸434との間、及び軸434と抗力増加端板433との間にそれぞれ配置された稼動フラップ手段431の一端を軸434に接続し、他端を自由端とした場合を示している。稼動フラップ手段431と効力増加板433との間にも所定の間隙431Aが設けられている。回転機構432は、油圧式回転機構である。なお、図5(c)は、稼動フラップ手段431、回転機構432及び軸434を示す斜視図である。

【0053】

本実施例において、波力発電システムに入射する波が、リニア式発電機構が効率良く発電する周期から長周期側にシフトした場合、長周期の波によってスパー部20が上下動し、

稼動フラップ手段 4 3 1 が回動動作する。油圧式回転機構 4 3 2 は、稼動フラップ手段 4 3 1 の回動動作に伴って作動する。エネルギー回収手段 6 0 は、油圧式回転機構 4 3 2 の動きを油圧エネルギーとして回収する。油圧エネルギーとして回収することで、回収したエネルギーを蓄圧手段 6 2 に蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。また、蓄圧手段 6 2 に蓄えることにより、回収した油圧エネルギーを任意のタイミングで利用しやすくなるとともに、油圧が変動する場合には蓄圧手段 6 2 によって油圧の平滑化が可能となる。

蓄圧手段 6 2 及び油圧制御手段 6 3 は、油圧式の補助発電機構 7 0 (図 5 において図示省略) に接続されている。油圧制御手段 6 3 は、入射する波に対する浮体部 1 0 とスパー部 2 0 の相対運動速度が小さくなった場合に、蓄圧手段 6 2 に蓄えられている油圧エネルギーを補助発電機構 7 0 に供給し、リニア式発電機構を補助する。

10

【 0 0 5 4 】

このように、長周期の波が持つエネルギーを、軸 4 3 4 に設けた回転機構 4 3 2 とエネルギー回収手段 6 0 を用いて油圧エネルギーとして回収して保存し、油圧式の補助発電機構 7 0 を用いてリニア式発電機構 4 0 を補助することで、波力発電システムの発電効率を向上させることができる。また、エネルギー回収手段 6 0 で回収した油圧エネルギーを発電手段 4 0 であるリニア式発電機構と兼用して利用できるため、波力発電システムの構成を簡素化できる。

また、エネルギー回収手段 6 0 で回収したエネルギーを浮体部 1 0 とスパー部 2 0 の相対運動速度の制御に利用してもよい。回収したエネルギーを制御に利用することにより、波力発電システムの効率をより向上させることができる。

20

なお、回収した油圧エネルギーは、結合材 8 0 に設けた配管を介して、スパー部 2 0 に設けた蓄圧手段 6 2 や油圧制御手段 6 3 に導くことができる。また、油圧式回転機構 4 3 2 は、直接発電を行う直接発電機構とすることもできる。この場合、結合材 8 0 に設けた配線を介して電力をスパー部 2 0 に送ることができる。

【 0 0 5 5 】

図 6 は第五の実施例による波力発電システムを示す図であり、図 6 (a) はスパー部の下部と張出手段の一部を示す図、図 6 (b) は可動手段の拡大上面図である。また、図 7 は第五の実施例による波力発電システムの変形例を示す斜視図である。なお、上記した実施例による波力発電システムと同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

30

本実施例による波力発電システムは、浮体部 1 0 (図 6 では図示省略) と、スパー部 2 0 と、スパー部 2 0 の下部に設けられた板状の張出手段 3 0 と、スパー部 2 0 内に配置された発電手段 4 0 (図 6 では図示省略) を有し、張出手段 3 0 は、可動手段として張出手段 3 0 の一部を可動とするタービン手段 5 3 2 を有する。

タービン手段 5 3 2 は、スパー部 2 0 の下部に設けられた板状のプレート 5 3 1 に複数設けられている。プレート 5 3 1 は上面視で円形又は多角形状に形成されており、内側に開口 5 3 1 A を有する。スパー部 2 0 は、プレート 5 3 1 の開口 5 3 1 A の中央部を貫通した状態で立設し、スパー部 2 0 の下端はプレート 5 3 1 よりも下方に位置する。なお、プレート 5 3 1 は、スパー部 2 0 よりも下方、すなわちスパー部 2 0 の下端がプレート 5 3 1 よりも上方に位置するように設置することもできる。

40

【 0 0 5 6 】

本実施例の波力発電システムにおける可動手段としてプレート 5 3 1 に設けたタービン手段 5 3 2 は、往復流型タービンである。往復流型タービン (ウェルズタービン) 翼を用いることにより、水流がタービン手段 5 3 2 に上下どちらの方向から流入する場合であっても一方向に回転させることができ、エネルギーの回収効率が向上する。また、往復流型タービン翼により生じる流体抵抗により、浮体部 1 0 とスパー部 2 0 との相対運動をさらに大きくすることができる。

波力発電システムは、スパー部 2 0 の上下運動に伴い生じる水流を利用してタービン手段 5 3 2 により直接回転運動として、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。タービン手段 5 3 2 は、複数の鋼材又はワイヤー等の結合材 8 0 によりスパー部 2 0 に固

50

定的に結合されている。

また、タービン手段 5 3 2 の外周側のプレート 5 3 1 の外周端には、上下方向に延在する抗力増加端板 5 3 3 が設けられている。抗力増加端板 5 3 3 を設けることによって、付近の水をせき止めてタービン手段 5 3 2 に流入する水量を多くすることができる。抗力増加端板 5 3 3 は、複数の鋼材又はワイヤー等の結合材 8 0 によりスパー部 2 0 に固定的に結合されている。

なお、タービン手段 5 3 2 及び抗力増加端板 5 3 3 は、図 7 に示すようにプレート 5 3 1 がスパー部 2 0 に固定的に設けられ、タービン手段 5 3 2 及び抗力増加端板 5 3 3 がプレート 5 3 1 に固定的に設けられている場合には、結合材 8 0 によりスパー部 2 0 に固定的に結合する必要はない。図 7 においては、プレート 5 3 1 をスパー部 2 0 の下部に固定的に設けている。

10

【 0 0 5 7 】

タービン手段 5 3 2 は、油圧式往復流型タービンであり、エネルギー回収手段 6 0 として補助発電機 6 4 が接続されている。

波力発電システムに入射する波が、リニア式発電機構が効率良く発電する周期から長周期側にシフトした場合、長周期の波によってスパー部 2 0 が上下動して水流が生じ、タービン手段 5 3 2 の回転体が回転する。エネルギー回収手段 6 0 である補助発電機 6 4 は、タービン手段 5 3 2 の動きを油圧エネルギーとして回収し、補助発電を行う。

このように、長周期の波が持つエネルギーを、タービン手段 5 3 2 とエネルギー回収手段 6 0 を用いて回収し、補助発電を行うことで、発電手段 4 0 による発電を補い波力発電システムの発電効率を向上させることができる。

20

また、エネルギー回収手段 6 0 で回収したエネルギーを浮体部 1 0 とスパー部 2 0 の相對運動速度の制御に利用してもよい。回収したエネルギーを制御に利用することにより、波力発電システムの効率をより向上させることができる。

なお、補助発電機 6 4 は、油圧によらず直接発電をする直接発電機構とすることもできる。この場合も含めて、タービン手段 5 3 2 で発電された電力は、結合材 8 0 に設けた配線を介してスパー部 2 0 に送ることができる。

また、エネルギー回収手段 6 0 は、油圧式往復流型タービンの動きを油圧エネルギーとして回収してもよい。油圧式往復流型タービンの動きを利用して例えば油圧ポンプを駆動して油圧エネルギーを回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。また、回収したエネルギーを蓄えることにより、回収した油圧エネルギーを任意のタイミングで利用しやすくなるとともに、油圧が変動する場合には油圧の平滑化が可能となる。

30

なお、この場合、回収した油圧エネルギーは、結合材 8 0 に設けた配管を介して、スパー部 2 0 に設けた蓄圧手段 6 2 や油圧制御手段 6 3 に導くことができる。

【 0 0 5 8 】

図 8 は第六の実施例による波力発電システムを示す図であり、スパー部の下部と張出手段の一部を示している。なお、上記した実施例による波力発電システムと同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施例による波力発電システムは、浮体部 1 0 と、スパー部 2 0 と、スパー部 2 0 の下部に設けられた板状の張出手段 3 0 と、スパー部 2 0 内に配置された発電手段 4 0 (図 8 では図示省略) を有し、張出手段 3 0 は、可動手段として張出手段 3 0 の全部を可動とするタービン手段 6 3 2 を有する。

40

タービン手段 6 3 2 は、スパー部 2 0 の下部に設けられた複数枚のブレードを有する。スパー部 2 0 内には、ブレードの回転軸が収納されている。

【 0 0 5 9 】

本実施例の波力発電システムにおける可動手段であるタービン手段 6 3 2 は、往復流型タービンである。往復流型タービン (ウェルズタービン) を用いることにより、水流がタービン手段 6 3 2 に上下どちらの方向から流入する場合であっても一方向に回転させることができ、エネルギーの回収効率が向上する。また、往復流型タービンにより生ずる流体抵

50

抗により、浮体部 10 とスパー部 20 との相対運動をさらに大きくすることができる。
波力発電システムは、スパー部 20 の上下運動に伴い生じる水流を利用してタービン手段
632 により直接回転運動として、長周期の波が持つエネルギーを回収することができる。
【0060】

タービン手段は、油圧式往復流型タービンであり、エネルギー回収手段 60 として補助発電機 64 (図 8 では図示省略) が接続されている。

波力発電システムに入射する波が、リニア式発電機構が効率良く発電する周期から長周期側にシフトした場合、長周期の波によってスパー部 20 が上下動して水流が生じ、タービン手段 632 の回転体が回転する。エネルギー回収手段 60 である補助発電機 64 は、タービン手段 632 の動きを油圧エネルギーとして回収し、補助発電を行う。

このように、長周期の波が持つエネルギーを、タービン手段 632 とエネルギー回収手段 60 を用いて回収し、補助発電を行うことで、発電手段 40 による発電を補い波力発電システムの発電効率を向上させることができる。

また、エネルギー回収手段 60 で回収したエネルギーを浮体部 10 とスパー部 20 の相対運動速度の制御に利用してもよい。回収したエネルギーを制御に利用することにより、波力発電システムの効率をより向上させることができる。

また、エネルギー回収手段 60 は、油圧式往復流型タービンの動きを油圧エネルギーとして回収してもよい。油圧式往復流型タービンの動きを利用して例えば油圧ポンプを駆動して油圧エネルギーを回収することで、回収したエネルギーを蓄えることが可能となり油圧式の機器に利用しやすくなる。また、回収したエネルギーを蓄えることにより、回収した油圧エネルギーを任意のタイミングで利用しやすくなるとともに、油圧が変動する場合には油圧の平滑化が可能となる。

なお、第五の実施例を含めて、油圧式往復流型タービンに代えて、直接補助発電を行う直接発電式往復流型タービンを用いることもできる。

【産業上の利用可能性】

【0061】

本発明の波力発電システムは、長周期の波が持つエネルギーを回収することができ発電効率に優れている。よって、波が比較的弱い海域においても利用することができる。

【符号の説明】

【0062】

10 浮体部

20 スパー部

30 張出手段

40 発電手段

50 ヒンジ

60 エネルギー回収手段

62 蓄圧手段

63 油圧制御手段

64 補助発電機

131 ヒーププレート

132、232、332、432、532、632 可動手段(フラップ手段、支持手段、回転機構、タービン手段)

231、331 稼動プレート

233 自在継手手段

10

20

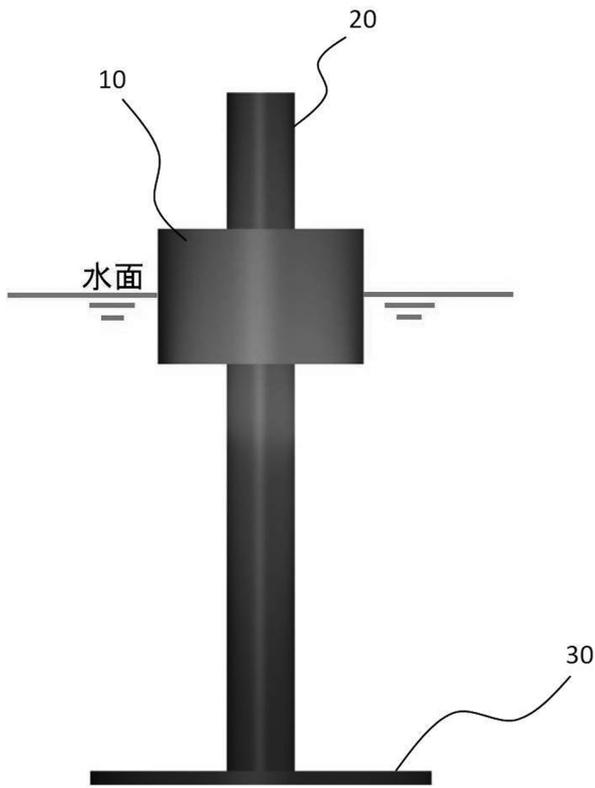
30

40

50

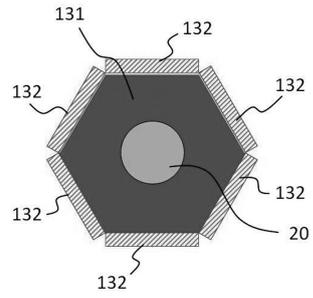
【図面】

【図 1】

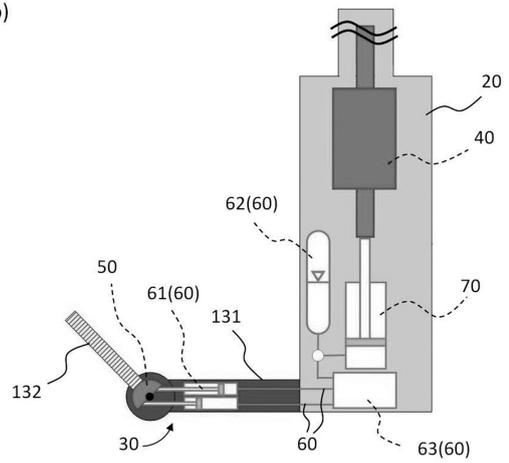


【図 2】

(a)

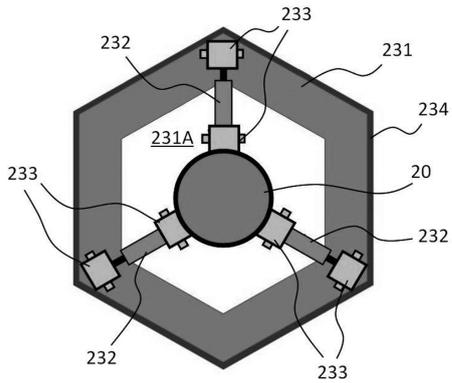


(b)

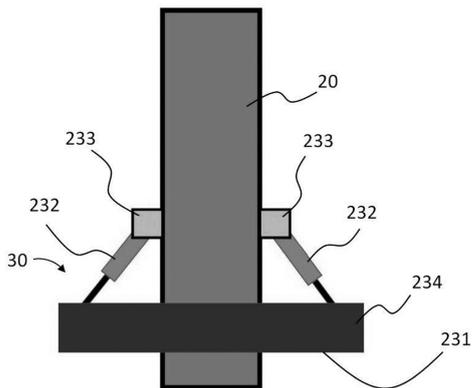


【図 3】

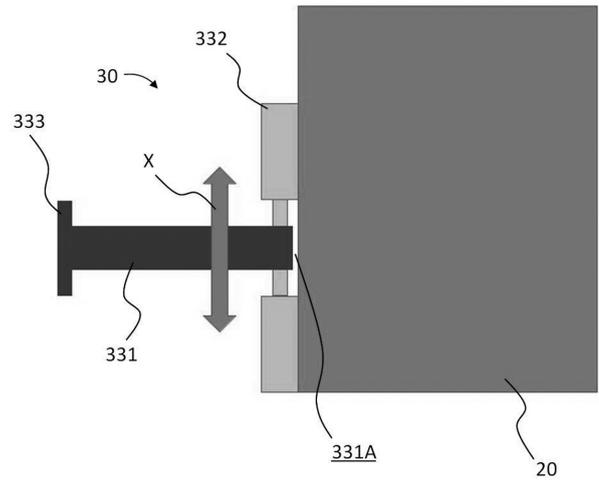
(a)



(b)



【図 4】



10

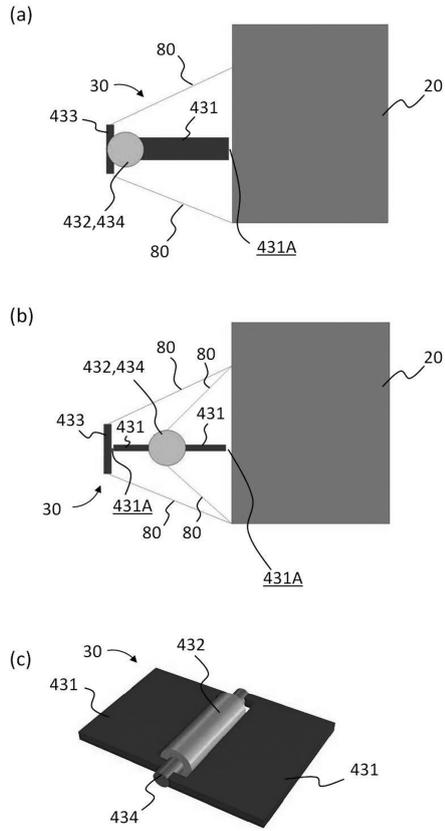
20

30

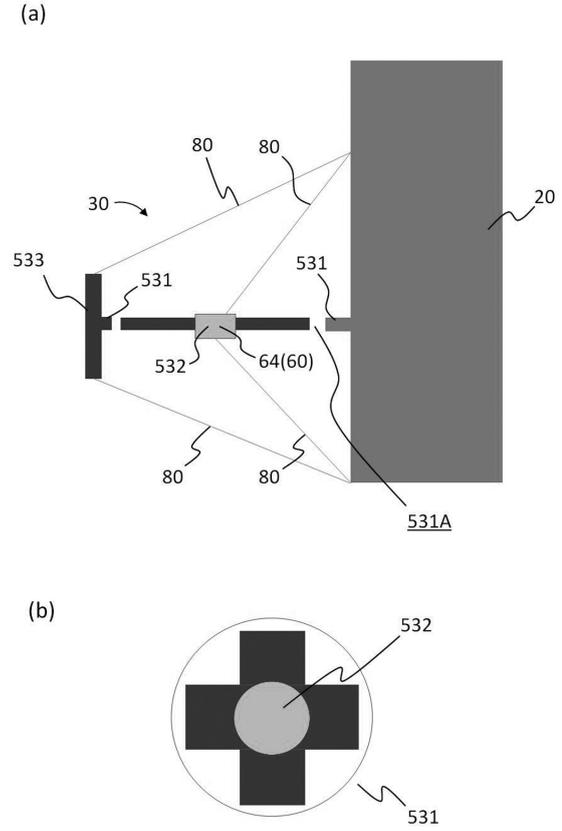
40

50

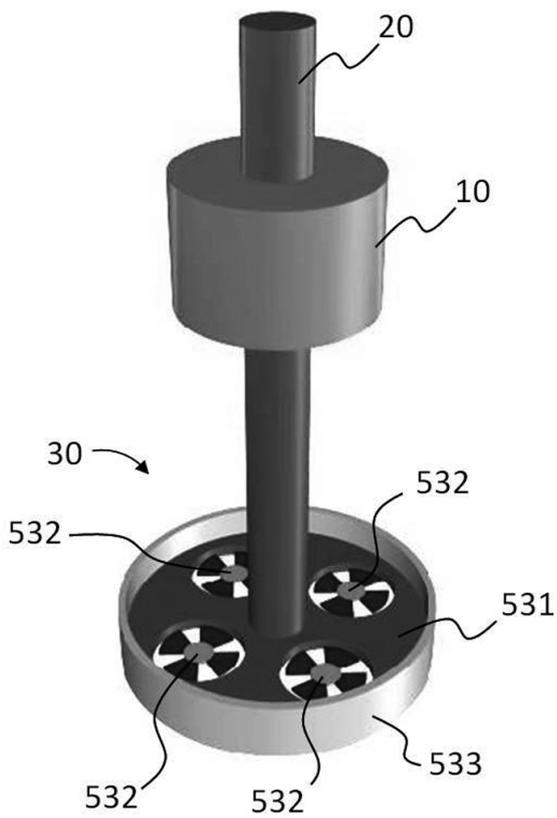
【 図 5 】



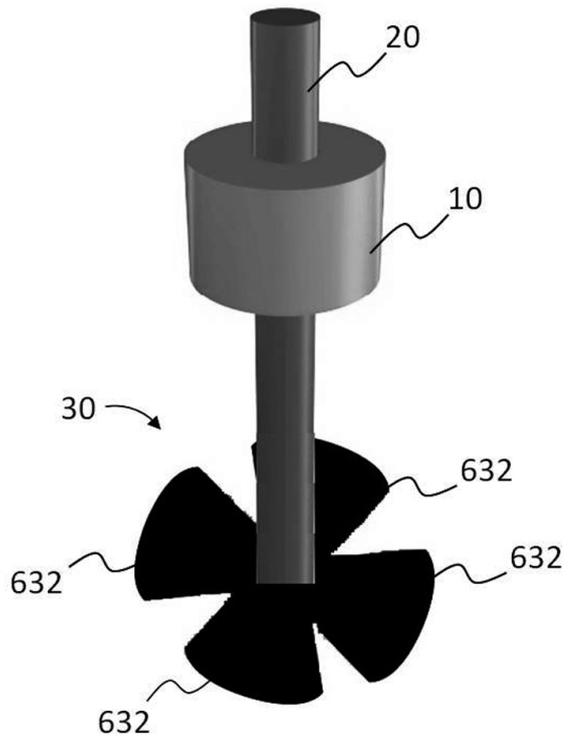
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 研究所内
(72)発明者 谷口 友基
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- (72)発明者 藤原 敏文
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- (72)発明者 梅田 隼
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- 審査官 井古田 裕昭
- (56)参考文献 特表2009-535565(JP,A)
特表2012-522163(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0061338(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F03B 13/22
F03B 13/20
F03B 13/16