

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5336613号
(P5336613)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.

F03B 13/16 (2006.01)

F 1

F 03 B 13/16

請求項の数 18 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-551071 (P2011-551071)
 (86) (22) 出願日 平成22年2月22日 (2010.2.22)
 (65) 公表番号 特表2012-518742 (P2012-518742A)
 (43) 公表日 平成24年8月16日 (2012.8.16)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2010/000505
 (87) 國際公開番号 WO2010/096195
 (87) 國際公開日 平成22年8月26日 (2010.8.26)
 審査請求日 平成25年2月21日 (2013.2.21)
 (31) 優先権主張番号 61/202,351
 (32) 優先日 平成21年2月20日 (2009.2.20)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 511203466
 コロンビア パワー テクノロジーズ
 アメリカ合衆国 22902 バージニア
 州 シャーロットビル イースト ハイ
 ストリート 236
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100111235
 弁理士 原 裕子
 (72) 発明者 ラインフランク、ケネス
 アメリカ合衆国 97330 オレゴン州
 コーパリス ノースウェスト フッド
 ビュー サークル 7740

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】直接駆動式波エネルギー変換機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一と第二のフロートと、

該第一のフロートを該第二のフロートに連結し、これらのフロートが一つの回転軸周りに相対的に回転可能であるようにする第一と第二の支軸であって、該第一フロートと該第二フロートは、連結されたとき、その中央空所を形成する該第一と第二のフロート支軸と、

モーターハウジングに終わる上端と下端とを有する支柱であって、該モーターハウジングが防水の内部室を形成し、該モーターハウジングは、その対向側壁に一個が設けられた少なくとも二つの封止軸受を含んでいる該支柱と、

該防水の内部室に配置された回転式の出力取出し部と、

該少なくとも二つの封止軸受のひとつに回転可能に支持され、該第一のフロートを該回転式出力取出し部に連結する第一駆動軸であって、該第一のフロートの該回転軸周りの回転が該第一駆動軸を回転させるようにされた該第一駆動軸と、

該少なくとも二つの封止軸受のひとつに回転可能に支持され、該第二のフロートを該回転式出力取出し部に連結する第二駆動軸であって、該第二のフロートの該回転軸周りの回転が該第二駆動軸を回転させるようにされた該第二駆動軸とを有する、波エネルギー変換機であって、

該支柱は、該第一フロートと第二フロートにより形成される該中央空所内に認められ、該第一駆動軸と第二駆動軸を通して該第一フロートと第二フロートを支持しており、

10

20

該支柱の下端は、水中に延びており、該第一フロートと第二フロートは、水面に支持され、水の波動の上下動と波動のスラストが、該支柱と、該第一フロートと第二フロートを互いに対し該回転軸周りに回転せしめて、回転エネルギーを該モーターハウジング内の該出力取出し部に伝達するようにされた波エネルギー変換機。

【請求項 2】

さらに該支柱下端に取付けられた押上板を有し、該押上板が該波エネルギー変換機を安定させ、波の上下動による支柱の押上運動に抵抗する作用をする請求項 1 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 3】

該支柱は、該支柱が回転する枢動点を有している請求項 2 に記載の波エネルギー変換機 10。

【請求項 4】

該枢動点が、押上板と水面との間に有する請求項 3 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 5】

該押上板に取付けられた三点係留装置をさらに有する請求項 2 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 6】

該押上板は、円形状であつてその周囲に取付けられたケーブルワインチを有し、該波エネルギー変換機を波の移動方向に対して回転させるために、該ケーブルワインチは、少なくとも一つの係留装置に連結されている請求項 5 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 7】

支持ケーブルにより該支柱下端に取付けられた安定板をさらに有し、該安定板が波エネルギー変換機を安定させ、該支柱の垂直運動を抑える作用をする請求項 1 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 8】

該出力取出し部が、該防水の内部室内において該モーターハウジングに取付けられたハウジングと、該第一と第二の駆動軸の少なくとも一つに取付けられたローターアセンブリとを有する低速高トルクの発電機である請求項 1 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 9】

該出力取出し部はさらに、二つの低速高トルク発電機を有しており、その各々が、該防水の内部室内において該モーターハウジングに取付けられたハウジングを有し、該発電機の第一が該第一駆動軸に取付けられたローターアッセンブリを有し、該発電機の第二が該第二駆動軸に取付けられたローターアッセンブリを有している請求項 1 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 10】

該第一と第二の低速高トルク発電機の各々が、約 80 トンの発電機である請求項 9 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 11】

該出力取出し部が、該第一駆動軸に取付けられたステーターアセンブリと該第二駆動軸に取付けられたローターアセンブリとを有する低速高トルク発電機を有する請求項 1 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 12】

該第一と第二のフロートがさらに、該第一と第二のフロートの下側に取付けられた整向ペーンを有しており、該整向ペーンが該波エネルギー変換機の向きを決める作用をする請求項 1 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 13】

波の移動方向に対して波エネルギー変換機の向きを決める作用をするために、該第二のフロートの下側に設けられた舵をさらに有する請求項 1 に記載の波エネルギー変換機。

【請求項 14】

該舵は、該回転軸が波の移動方向と直角になるように該波エネルギー変換機の向きを整 50

向する請求項1_3に記載の波エネルギー変換機。

【請求項15】

該舵は、該回転軸が波の移動方向と平行になるように該波エネルギー変換機の向きを整向する請求項1_3に記載の波エネルギー変換機。

【請求項16】

第一のフロートアセンブリと、第二のフロートアセンブリと、支柱アセンブリを有し、該第一と第二のフロートアセンブリは、一つの回転軸の回りで互いに回転できるように一对の軸受を通して互いに回転可能に連結され、該第一と第二のフロートは、該支柱が挿入される中央空所を形成するように構成されており、該支柱は、第一の封止軸受により該第一のフロートに回転可能に連結され、さらに、該支柱が、該第一と第二のフロートに対して該回転軸の周りで相対回転可能になるように該第二の封止軸受に連結され、該支柱は、その頂部に防水のモーターハウジングと、該防水モーターハウジング内に出力取出し部とを有し、該出力取出し部は、該第一の封止軸受を通ると共に該第一フロートと連結する第一の駆動軸と、該第二の封止軸受を通ると共に該第二のフロートに連結する第二の駆動軸を有している波エネルギー変換機を水中に係留するステップと、

該波エネルギー変換機を波の移動方向に対して整向するステップを有する水の波のエネルギーを変換する方法。

【請求項17】

該波エネルギー変換機は、該回転軸が、波の進行方向に対して直角になるように整向される請求項16に記載の方法。

【請求項18】

該波エネルギー変換機は、該回転軸が、波の進行方向に対して平行になるように整向される請求項16に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、2009年2月20日に出願された米国仮特許出願61/202351に関連し、その優先日を主張する。この出願の内容はこの出願に合体される。この発明は、海洋やその他の大量の水に見られる波エネルギーの取り出し、特に波エネルギーを電気エネルギーに変換することに関する。

【背景技術】

【0002】

大量の水において形成される波は、この発明の装置と方法により取出そうとする運動エネルギーと位置エネルギーを有している。

より詳しく言えば、この発明の目的は、海洋の波の水力学的サージ（水平成分）と上下動（垂直成分）のエネルギーを直接駆動式回転発電のため回転軸運動に効率的に変換する構造と方法を与えることである。

【発明の概要】

【0003】

波動を機械的回転運動に変換する独特のアプローチについて述べる。波の上下動からのみエネルギーを取出す他のシステムの二倍のエネルギーを取り出せるように、海洋の波が有する上下動とサージとの両方から波エネルギー変換機（WEC）。

【0004】

DDR発電機又は機械的回転軸により駆動される他の出力取出し部（PTO）と共に作動する波-回転エネルギーアプローチを与える波エネルギー変換機についても説明する。

このシステムは、波エネルギーを利用できる、大径、高出力且つ低トルク直接駆動式回転発電機の使用を可能にするがそれのみに限られず、他の変換方法に比較してよりコスト効果が高く効率的な波エネルギー変換をも可能にする。

【0005】

低速高トルク回転を発生するために、海洋の波動の力が連結される方法についても説明す

10

20

30

40

50

る。この回転は、それにより D D R や他の P T O に連結され得る。この P T O は、大きい直接駆動式回転発電機、歯車箱駆動発電機、ベルト駆動発電機、水ポンプシステム、水脱塩装置、空気ポンプシステムさらに水力ポンプその他類似のあらゆる形態の回転力変換装置を含みうる。

【 0 0 0 6 】

構造と方法は、機械的な実施装置を含みとりわけ、主駆動軸の回転速度の増大を可能にする。さらに、発電機のエアギャップにおける磁力線を増大する実施方法をも与える。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

この発明は、添付の図面と関連して、以下の詳細な説明を参照すれば容易に理解できるであろう。図において、

【 0 0 0 8 】

【図 1】この発明の波エネルギー変換機の等角図。

【図 2】海洋の波を代表して表した図。

【図 3】波エネルギー変換機の例の断面図。

【図 4 A】波エネルギー変換機の例の等角図。

【図 4 B】波エネルギー変換機の例の等角図。

【図 4 C】波エネルギー変換機の例の等角図。

【図 5】波エネルギー変換機の例の等角図。

【図 6】波エネルギー変換機の例の等角図。

【図 7】前フロートと後フロートの断面図で、連結支持軸の一例を示す。

【図 8】波エネルギー変換機の一例の実施例の部分切取り図。

【図 9】波エネルギー変換機の一例の実施例の等角図。

【図 10】波エネルギー変換機の一例の等角図。

【図 11】この発明に係る波エネルギー変換機の一実施例の側面図。

【図 12】波エネルギー変換機の一例の等角図。

【図 13】波エネルギー変換機の一例の等角図。

【図 14】この発明の部分等角図。

【図 15】波エネルギー変換機の一例の等角図。

【図 16】波エネルギー変換機の一例の等角図。

【図 17】波エネルギー変換機の一例の等角図。

【図 18】この発明の波エネルギー変換機の一実施例の部分等角図。

【図 19】波エネルギー変換機の一例の等角図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

図 1 に示された波エネルギー変換機 1 0 は、前フロート 1 1 と後フロート 1 2 を有する。これらのフロート 1 1 、 1 2 は、支柱 1 3 に回転可能に取付けられている。これらのフロート 1 1 、 1 2 は駆動軸 1 8 および 1 9 (図 3 に図示) を介して、機械的仕事を行うために速度かトルクを利用する機械的回転システム (発電、水ポンプ、または同様の機能) に取付けられている。図 1 に見られるように、外ボディーは三つの構成品、すなわち支柱 1 3 、前フロート 1 1 および後フロート 1 2 から成っている。フロート 1 1 と 1 2 は、支軸 1 6 、 1 7 (後者は図 3 に示される) により互いに連結され、前フロートと後フロートが互いに回転可能になっている。

【 0 0 1 0 】

水の波 2 0 は、図 2 に大まかに描かれているような回転微小部分の運動、すなわち波に曝された本体に対して垂直な上向力 2 1 と下向力 2 2 を発生する上下動と、波が本体に対して与える水平力 2 3 を発生するサージから成っている。図 2 に示された回転力 2 2 、 2 3 の大きさは、水面において最大で、水深が増加するにつれて減少する。図 1 のフロート 1 1 、 1 2 は、波 2 0 の隆起により垂直方向の力を受ける。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

図3において、フロート11, 12は、互いに動きを許すように支軸16、17により連結されている。駆動軸19は、支柱13のトップに載置されたモーターハウジング30を通過することでフロート11を駆動軸フランジ31に連結している。駆動軸19とモーターハウジング30の間の回転は、シールされた支柱軸受け33により達成される。シールされた支柱軸受け33は、ハウジング30に対する駆動軸19の回転を許すが、水をハウジングに入れないと。同様に、駆動軸18は、モーターハウジング30を通過することでフロート12を駆動軸フランジ32に連結している。駆動軸19とモーターハウジング30の間の回転は、シールされた支柱軸受け34により達成され、この軸受けは水を入れないようにハウジング30をシールしている。駆動軸フランジ31は、発電機の固定子アセンブリに載置され、駆動軸フランジ32は、発電機の回転子アセンブリに取付けられる。代わりに、駆動軸フランジ31は第一の発電機の回転子アセンブリに連結され、駆動軸フランジ32が第二の発電機の回転子アセンブリに連結され、夫々の固定子はモーターハウジング30の内部に固定されるようにもできる。一つの実施例においては、二つの80トン発電機80が使用される。

【0012】

図3に示されるように、フロート表面領域は前フロート11と後フロート12を回転軸の周りで互い違いにすることで最大にされる。図3の支軸17と支軸16は、波エネルギー変換機10の対向側に設けられた同心の軸である。これらの支軸の配置は、前フロート11と後フロート12の間にこの支軸周りの相対回転のみを許す。前フロートと後フロートを支柱から独立した軸受けシステムにより連結するこのアプローチは、このシステムの機能にとっては必須のものではないが、支柱軸受け33、34にかかる力を軽減する。

【0013】

図1に示された支柱押上板14は、水面からの深さの故に、より小さな上下力に曝される。この板の水面下の配置は、支柱13が垂直方向に比較的不動にされ、フロート11, 12の垂直運動に抗するのを助ける。

【0014】

出力取出口(PTO)は、支柱13かフロート11か12に設けられるが、特定の設計目的に適するようにどこに設けてもよい。図8には、第一と第二の直接回転発生用PTO35, 36が示されているが、DDR発電機(既述)、歯車箱式発電機、ベルト駆動発電機、水ポンプシステム、脱塩装置、空気ポンプシステム、流体ポンプ又は類似のいかなる機械式伝動装置を用いることができる。

【0015】

一実施例においては、第一のPTO35は、フランジ31を介して駆動軸19に連結される。第二のPTO36は、フランジ32(図8には示されない)を介して駆動軸18に連結される。支柱13とフロート11および12との相対回転は、第一および第二PTOを駆動し、波動を利用可能な出力に変換する。先に述べた様に、支柱の前後ゆれ(サージエネルギー)とフロートの縦ゆれ(上下動のエネルギー)は組み合わさって相補的な総エネルギーを創出し、個々の支柱とフロートが作るより大きな合算された速度と力を生じる。この総エネルギーは、PTOに伝達されて、発電、水ポンプ、空気ポンプや類似の仕事を行わせる。

【0016】

別の実施例においては、単一のPTOが、駆動軸18、19に連結され、ローター(図示せず)が前フロート11に取り付けられ、ステーターが後フロート12に取り付け(又はその反対)られるようにされる。このシステムの上下動は、フロート11と12の間の相対回転運動を生じる。PTOをフロート間にのみ連結することで、取り出されるエネルギーは、フロート間の相対運動のエネルギーとなる。フロート間の運動は、支柱システムとフロート体に対する上下運動の寄与分との合計により増加されることを流力モデルが示している。しかしながら、この配置の利点は、回転速度が増大されることと発電コストが低減されることである。ステーターとローターの両方が、フロート運動により反対方向に回転されるので、ローターとステーターとの相対速度は、ステーターに載置された支柱

の速度の二倍である。発電機設計の分野においては、一般に速度が増大すれば、コストが下がるということはよく知られている。

【0017】

他の実施例においては、図9に示されるように、二つのPTOがハウジング30内に、即ち、支柱の外表面上に載置され、出力側とシステムの支柱板側が防水カバーで囲まれる。この第二の配置においては、PTO37は、ローター（図示なし）が一方のフロート11に固定され、ステーター（図示なし）が他のフロート12に固定されている。PTO38について、その逆で、ローター（図示なし）がフロート12に固定され、ステーター（図示なし）がフロート11に固定されている。両PTOは、フロート11と12の相対的運動により駆動される。ステーターとローターが、互いに逆に回転されるので、これらの間で増大された発電速度という同じ利点が実現される。

10

【0018】

図4A-4Cは、色々な波動状態が波エネルギー変換機10に与えられた時の、フロート11と12の互いの位置、およびフロートと支柱13との互いの位置を示している。さらに特定すれば、図4Aは、支柱13が水平に対してほぼ直角で、フロート11とフロート12が下方に回転した状態を示す。図4Bにおいて、フロート11と12は支軸16の回りにほぼ水平になるように回転し、支柱13は、垂直位置からずれるように回転している。図4Cにおいては、フロート11は、水平より上に時計方向に回り、フロート12は時計方向に水平より下の角度に回り、支柱13は、支柱軸受け33、34の回りに反時計方向に回転している。フロート11、12および支柱13の運動は、これらに加わる波力に対する反応であり、これらの各運動は、波エネルギー変換機10により波エネルギーの変換をもたらせる。フロート11と12は、フロートに作用する上下力により支柱13に関して回転運動を受けながら、寄せて来る波の各山と谷と共に上下に回る。

20

【0019】

図1のフロート11および12は、図2に示された波のサージにより水平力21および22を受ける。フロート11および12は、支柱13に対して回転を許される。図4Bは、フロート11と12および支柱13がサージ力により右方に引かれていることを示す。サージ力は、支柱13の底、押上板14において小さい。支柱13の頭と底の間の水平方向のこの力の差は、支柱にモーメントを起こし図4Bに示されるように、支柱が右方に前後揺れするようにする。このシステムはバラストを積んでおり、支柱13の所望の枢動点15を得るように設計され、この枢動点は、前後揺れ動作の速度と吸収するエネルギー量に影響を与える。この前後揺れ動作の最適化は、この開示を読んだ上で、設計上の優先事項に基づいて設計者が決めることがあるが、理想的には、枢動点15は、モーターハウジング30と押上板14の間である。支柱13が、前後に揺れるにつれて支柱13と、フロート11、12は相対的回転運動を起こす。

30

【0020】

サージと上下力のいずれの場合にも、駆動軸18と19を介して力を伝達するために速度とトルクを持ってフロート11と12は、支柱13の回りを回転する。これらの上下動とサージによる回転の最終の結果は、方向と力において相補的（相反しない）であると仮説づけられ、数値モデル化されている。これら二つの運動の合成は図4Cに描かれ、上下動力とサージ力は波エネルギー変換機10に作用し、変換機は、波動の両運動（上下とサージ）からパワーを得ることが示されている。このシステムは、図示のように上下動又はサージ運動又はその両方を利用することにより、エネルギーを捕らえるためにどちらかの作動モードで作動することもできる。

40

【0021】

発電システムとして、低減された発電コスト（COE）が他の方法よりも有利であると期待される。この波エネルギー吸収装置は、同じ出力程度の競合する波エネルギー変換機の半分のサイズになる可能性を秘めている。サイズの低減は投資コストとCOEを低減する。COEは、低速高トルクの回転運動が使用されるときには、大径の発電機を使用する電磁気的設計の最適化により発電機の資金の低減によりさらに低減される。稼動と維持

50

のコストはシステムの作用上の形により低減される；すなわち最小の可動部品数である。可動部品は、海上に設置された物体がしばしば受ける急激な負荷の影響を低減するよう、寄せる波とともに流体的に作用する。この構造と方法は、修理期間とコストを低減する。回転速度と駆動トルクは上下エネルギーとサージエネルギーの双方を引き出すことで増大される。本体の運動の速度を増加することは、発電機に対する資本コストを低減する助けとなり、システムの構成部品はこの優先度を満たすよう設計できる。この開示において説明されたいくつかの方法において、すべての中間段階を省略することにより、信頼性を改善できる。WEC耐性はこのシステムのもう一つの利点である。この設計の結合された利点は、構造上の負荷および係留の負荷を軽減し、潮流の変化に適応できるというこの波エネルギー変換機の流体中の動作をもたらす。

10

【0022】

説明されたこれらの方法は、寄せる波エネルギーの上下エネルギー成分とサージエネルギー成分を捉える点吸収構造をとるために、WECからの回転運動を利用する。サージ成分と上下成分の両方を捉えることで、波エネルギー装置の最大捕捉エネルギー波長は λ （ここで λ = 波長）となり、これに比し上下成分のみを捉える装置では、 $\lambda/2$ となる。この捕捉波長の改善は、波エネルギー変換機のサイズとコストを低減するものと期待される。この出願において、回転軸により回転されるいかなる機構やシステムに適用可能なので、発電機、ポンプ、又は回転機構を厳密にすることは、この発明のクレームにとつては本質的なことではない。

【0023】

20

図5と6においては、支柱13は、短くされ、安定板9は、ケーブル又はチェン31により支柱13に連結されている。支柱を短縮することで、前後揺れを増加し、サージモードにおけるフロートと支柱の相対スピードを増加させる。ケーブル31を通して連結された押上板14は、上下動モードにおける上下力を許容し、安定板9が水中にとどまり押上板の作用の有効性を増大させる。短い支柱13は、システム全体のコストを下げ、力の吸収とPTOスピードを最適化し、安定板位置を下げ、上下動の応動を増大する。

【0024】

支柱13は、フロートの上下動に抵抗するように、上下に対して比較的硬く設計されている。支柱13は、支柱の浮力を、波の谷が支柱の上にある時の正の浮力と、波の山が支柱の上にある時の負の浮力の間で変化させるバラスト室を持つように構成してもよい。支柱13は、沈んでしまわないように浮力を維持しつつ、正と負の浮力の間で変移するよう設計される。この条件は、支柱13の上下運動がフロート11と12の上下運動と反対（180度の位相差）になるようになる。支柱のこの浮き沈み可能な設計は、支柱の下部にある圧縮可能なバラスト室（図示なし）を使用することにより達成される。波の山が支柱13の上にある時は、波からのより高い圧力がバラスト室を圧縮し、フロートが浮力の均衡に達するまで支柱13を沈める。反対に、波の谷が支柱13の上にある時は、浮力室に働く圧力は低減し、バラスト室が膨張し、フロート11と12が支柱13との均衡に達するまで支柱が上昇する。この駆動と上昇作用は、フロート11、12と支柱13との間の運動範囲を拡大し、波エネルギー変換効率を改良するのに利用できる。さらに、支柱における適正なバラスト位置は、捕捉される力を増大させるとともに支柱とフロートとの相対スピードを最適化できる。

30

【0025】

このシステムの適切な稼動に対する課題は、方向性の制御である。力取出し効率はフロート11と12の適正な方向と寄せる波フロントに関する回転方向により改善される。一般的に、回転軸の方向が、波フロントと平行であるとき効率は最大となり、回転軸が波フロントに直角であるとき、効率は最小となる。現在の波エネルギーに依存して、打ち寄せる波フロントに対してフロートの方向を変えることによりシステム効率を最適化することができる。エネルギーが大きい海の状態においては、フロート方向を効率の低い位置に変えることが好ましいことが理解される。

【0026】

40

50

方向性は、装置を通過して流れる水の方向により影響を受ける。波環境の平均ドリフト流は、浮体に作用する流れの一つの源である。浮体に作用する流れの他の源は浮体に作用する主要な潮流である。水面上の浮体に作用する風も方向性に影響を与えるであろう。図10に示された整向ベーン39は、フロート11と12の下方の水を取り入れるのに使用できる。これらの整向ベーン39は、好まれる影響に応じて、前フロートか後フロートまたはその両方に設けることができる。整向ベーン39は、フロート11と12をそれに作用する流れの方向に整合させる。図10に描かれているように、整向ベーン39は、フロートの外殻により囲まれている。整向ベーン39をこのように囲むことにより、フロートの下方から作用する波のおかげで、波動からの整向効果が増大される一方、潮流からの影響は最小化される。整向ベーン39のサイズ、長さおよびアスペクト比は整向性能に及ぼすベーンの影響の大きさを増加又は減少させるために変えてよい。代案として、整向ベーン39は、装置が波の方向に保たれるように、方向舵効果を与えるために後フロートに対して用いることができる。

【0027】

他の実施例において、図11に示されるように、舵40が波の中でフロートの方向を制御するために使用できる。一より多い舵を用いてよい。舵は360度回転のどの位置に設けてよい。舵は、固定されたり、手動で制御されたり、多くの船舶において使用されているオートパイロットと類似の既存の技術により自動的に制御されたりする。舵の制御は、支配的な波の方向、支配的な流れ、風およびドリフトなどを考慮に入れて行い、所望の浮体方向を維持するために舵をセットする。

【0028】

他の実施例において、方向性を制御するために、二点係留システムが利用される。このシステムは、図12に示されるように、緩く係留されている。図12において、緩い係留線41は支軸16に取付けられ、第二の係留線42は、支軸17に取付けられている。図14に示されるケーブルウインチ43のような機構が、どちらかの係留線を短くしたり緩めたりするために使用できる。こうしてフロートが所望の方向に向くようにフロートに回転を起こす。

【0029】

他の実施例においては、方向を制御するために三点係留システムが使用される。このシステムは、図13に示されるように、緩く係留される。係留線41、42、および44は変換機10の押上板14に従来の手段により取付けできる。一つの実施例においては、係留線41と42は、図14に示されるように、ケーブルウインチ43を通して押上板14への共通の係留点を形成する。図14に示されるように、ケーブルの方向を調節することにより、押上板14は、変換機10を所望の方向に向けたため、所定の方向に向くように回転される。

【0030】

他の実施例においては、図1のフロート11と12の上面領域は、ソーラーパネル52、53により覆われている。これは、太陽に関して直接視線に入る大きなしかも遮られない表面領域のおかげで特に関心のあることである。特に夏季において波のパワーが低いときに、波のパワーをソーラーパワーで補うことは、各WECからのより連続的なパワーの供給になる。

【0031】

システム構成部品の外形は、異なる季節の間の異なる潮流上での使用に適するよう多くのファクターに基づいて最適にすることができる。フロート11と12は、長さに対する狭い幅を持たせ、あるいはより広いアスペクト比を持たせて構成してもよい。フロート外形は、波高、波の周期、季節的波スペクトル密度、捕捉パワーおよび方向性を考慮して最適にされる。フロート形状は、図示された形状に限定されず、もっと曲線的な円形状を取りうる。フロート11と12は、円筒状又は長方形にもできる。

【0032】

波の状態、例えば波の山と谷の距離に応じて、図17に示されるように調節可能なア

10

20

30

40

50

ームを使用してフロート11と12を分離したり、図16に示されるように、フロート形状を変えたり、図17、18に示されるように、フロートの方向を直したり、図19に示されるように、追加の安定板を加えたり又は浅い水中では支柱を海底に埋め込んだりするのがよい。

【0033】

図16に関して、フロート11、12の側面がここでは涙滴形に示され、フロートがアームの中心軸周りに回転できるように夫タアーム47、48に載置されている。フロートの形状は、限定されない。フロートの形状は水力学的動作に向くよう最適化される。これらのフロートは、円筒、方形、三角形及び曲線のいろんな組み合わせを含みうる。回転軸も限定されず変更できる。フロートの回転は、フロートの水面での剛性、フロートの重心及びフロートの水面高さを含む水力学的効率を変化させる。可変式バластフロート11、12は、そのほかの水力学的最適性を与えることができるであろう。

【0034】

図17に示されるように、アーム47、48の長さは、海水状態に適するようにまたは取出すエネルギーの量を制御するために変えることができる。波エネルギー変換機のこの実施例においては、フロート11、12は、マウント49、50を介してアーム47、48にそれぞれ回転可能に連結されている。フロートのヨー回転は、ハウジング30内のPTOの回転軸に対して直交するように回転することを許す。フロートは、PTOの回転軸に対して平行あるいは直交と平行の間になるように、アーム47、48上で回転できる。実際に、二つのフロートの方向は、図17に示されるように異なりうる。フロートは波から吸収するエネルギーの量を制御するために自動又は手動により調節される。

【0035】

図18に示されるように、図10の整向ペーン39、図11の舵40の代わり又はそれに加えてまたはそれらを組み合わせて押上板14の底に舵51を加えることも可能である。

【0036】

図19に示されるように、支柱13を安定させるために、押上板14から安定板54を吊り下げる事も可能である。同じ理由で、支持ケーブル55によって安定板54を安定板9から又は第二の押上板(図示なし)を押上板14から、またはこの発明の波エネルギー変換機の作動を安定させるために、これらの板の組み合わせを吊り下げる事も可能である。

【0037】

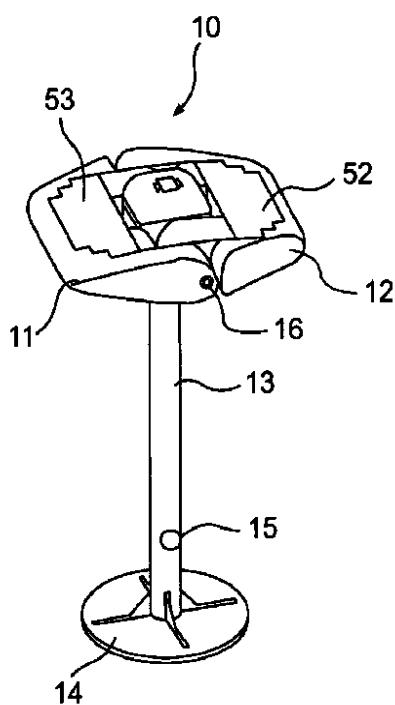
この発明の上述の説明から容易に理解されるように、好ましい構造及び稼動方法が説明されたが、この発明の範囲から外れることなく、その他の構造と手段がその代わりに用いられる。

10

20

30

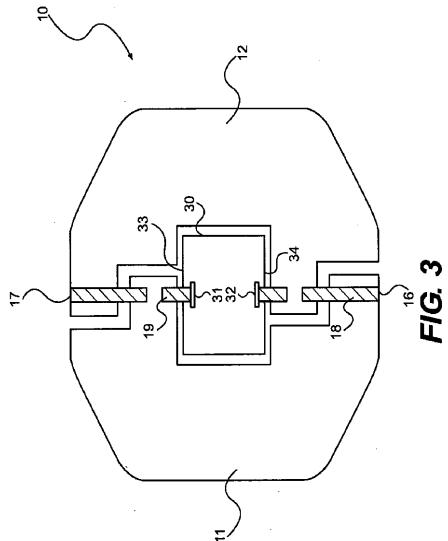
【図1】

**FIG. 1**

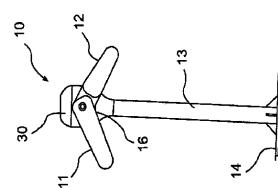
【図2】

**FIG. 2**

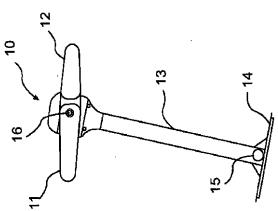
【図3】

**FIG. 3**

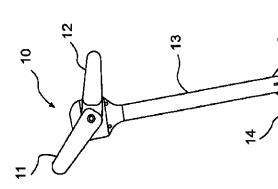
【図4A】

**FIG. 4A**

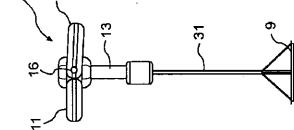
【図4B】

**FIG. 4B**

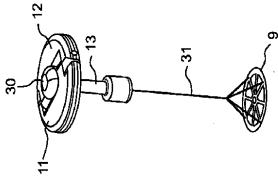
【図4C】

**FIG. 4C**

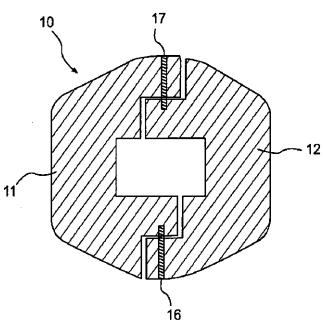
【図5】

**FIG. 5**

【図6】

**FIG. 6**

【図7】

**FIG. 7**

【図 8】

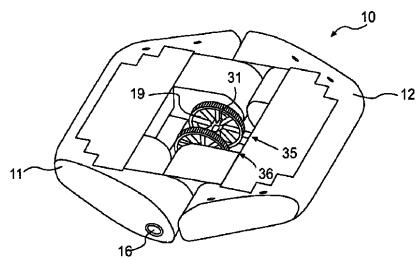


FIG. 8

【図 9】

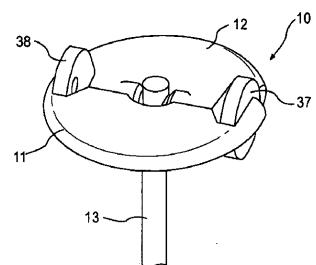


FIG. 9

【図 10】

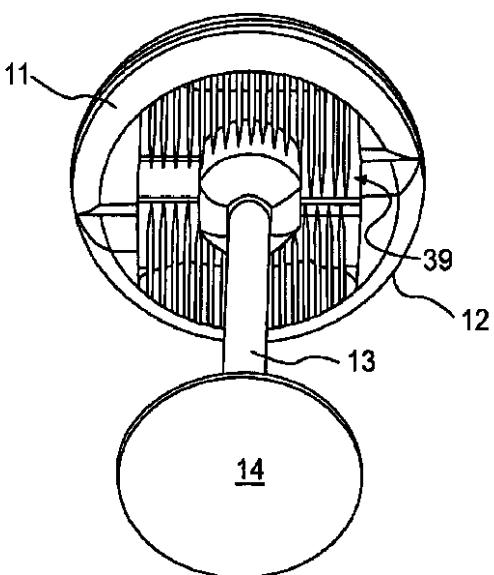


FIG. 10

【図 11】

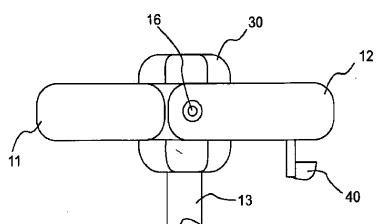


FIG. 11

【図 12】

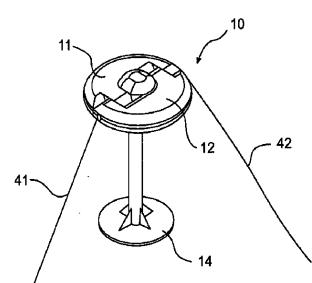


FIG. 12

【図 13】

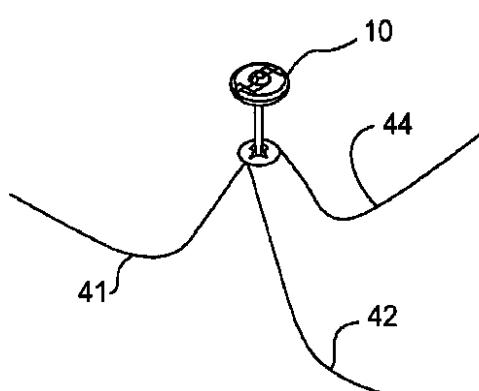


FIG. 13

【図14】

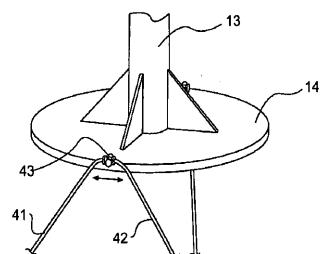


FIG. 14

【図15】

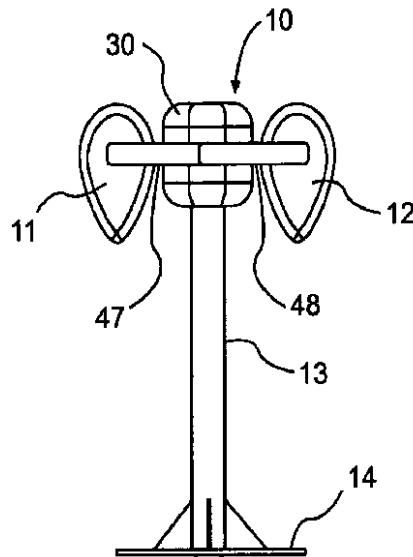


FIG. 15

【図16】

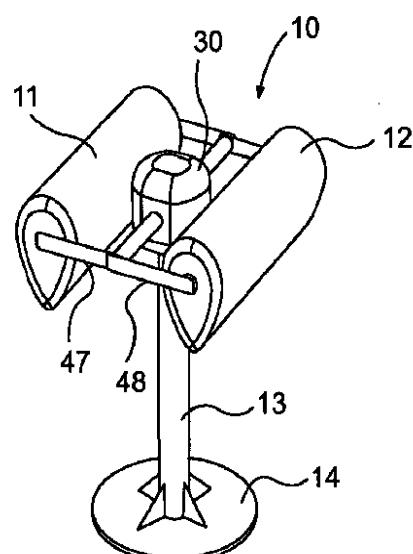


FIG. 16

【図17】

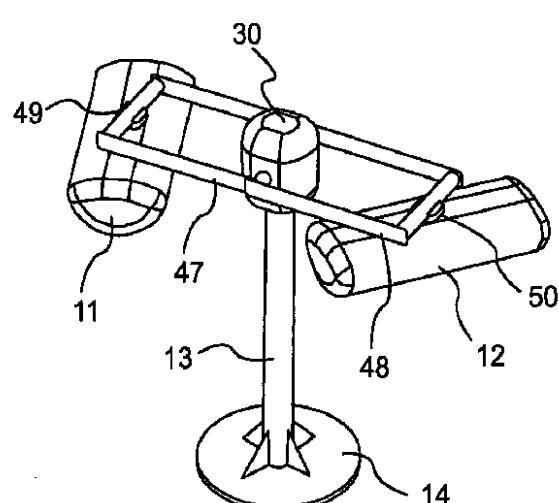
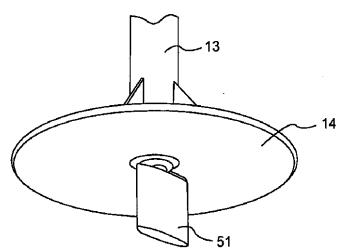
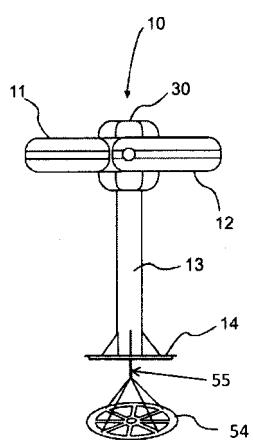


FIG. 17

【図18】

**FIG. 18**

【図19】

**FIG. 19**

フロントページの続き

(72)発明者 ラム、 ブラッドフォード

アメリカ合衆国 22902 バージニア州 シャーロットビル イースト ハイ ストリート
236 コロンビア パワー テクノロジーズ 気付

(72)発明者 ブルーデル、 ジョセフ

アメリカ合衆国 97330 オレゴン州 コーバリス ノースウェスト ガーフィールド アベ
ニュー 3060

(72)発明者 シャシェール、 アルフォンス

アメリカ合衆国 97333 オレゴン州 コーバリス サウスイースト パーク プレイス 2
872

審査官 佐藤 秀之

(56)参考文献 実公昭33-000802 (JP, Y1)

特開2006-226274 (JP, A)

特開平11-187609 (JP, A)

国際公開第2008/063086 (WO, A1)

米国特許出願公開第2006/0208494 (US, A1)

国際公開第2007/064827 (WO, A1)

実開昭56-103674 (JP, U)

国際公開第2007/130385 (WO, A1)

国際公開第2007/130331 (WO, A1)

韓国公開特許第10-2005-0065475 (KR, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F03B 13/16