(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3944445号
(P3944445)
(45)発行日　平成19年7月11日(2007.7.11)　(24)登録日　平成19年4月13日(2007.4.13)

(51)Int.Cl.		F I		
F03D 9/00	(2006.01)	F03D	9/00	G
B63B 21/00	(2006.01)	B63B	21/00	B
B63B 21/50	(2006.01)	B63B	21/50	Z
B63B 35/00	(2006.01)	B63B	35/00	T
F03D 1/02	(2006.01)	F03D	1/02	

請求項の数 5　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2002-343709(P2002-343709)
(22)出願日　平成14年11月27日(2002.11.27)
(65)公開番号　特開2004-176626(P2004-176626A)
(43)公開日　平成16年6月24日(2004.6.24)
審査請求日　平成16年9月30日(2004.9.30)

(73)特許権者　000005119
日立造船株式会社
大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号
(74)代理人　100060829
弁理士　溝上　満好
(74)代理人　100089462
弁理士　溝上　哲也
(74)代理人　100116344
弁理士　岩原　義則
(72)発明者　高田　美津雄
大阪府大阪市西区土佐堀１－４－８　関西設計株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】洋上風力発電設備

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
洋上において夫々の風力発電施設を立設支持する複数の浮体同士を、途中に中間シンカーを設けた係留チェーンで連結すると共に、適宜の浮体には、更に、一方端に係留アンカーを、途中に中間シンカーを設けた係留チェーンを繋いだことを特徴とする洋上風力発電設備。
【請求項２】
前記浮体の一つが立設支持する風力発電施設を、管理施設に替えたことを特徴とする請求項１記載の洋上風力発電設備。
【請求項３】
連結した浮体を直線状に配置したことを特徴とする請求項１又は２記載の洋上風力発電設備。
【請求項４】
浮体と係留アンカー、又は、浮体同士が平面視正三角形の頂点に位置するように配置、若しくは、前記平面視正三角形の要素構造を複数個連結するように配置したことを特徴とする請求項１又は２記載の洋上風力発電設備。
【請求項５】
一方端に係留アンカーを備えた係留チェーンは、最外周に位置する浮体の外周側に繋がれていることを特徴とする請求項１～４の何れか記載の洋上風力発電設備。
【発明の詳細な説明】

【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、海底地形を全く問題にしない洋上風力発電設備に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
自然エネルギーの効果的利用が図られている昨今、風力発電は特に採算性のある試みであるとして我国においても目覚ましい勢いで普及している。
特に欧州においては、陸上だけでなく、近年は洋上風力発電施設の建設が進んでいる。洋上での風力発電は、陸上での風力発電とは異なり、安定的な風量が期待できるばかりか、騒音や電波他市民生活に支障となる公害の原因とならないので、今後、大幅な普及が期待されている。
【０００３】
しかしながら、これまで、欧州で実際に稼動している洋上風力発電施設は、何れもケーソン式（図５（ａ）参照）、モノパイル式（図５（ｂ）参照）、ドルフィン式（図５（ｃ）参照）といった海底に設置する形式であることから、水深が増すにつれて建設作業が困難になって施工費用も急激に増加する。加えて、海底地質の影響を大きく受けることになり、水深が２０ｍ程度までの遠浅の水域では建設が可能であるものの、それ以上の水深の海域での建設は殆ど不可能である。なお、図５中の１は風力発電施設であり、タワー１ａの頂端部に発電機を内蔵したナセル１ｂを固定し、このナセル１ｂの先端にブレード１ｃを回転が自在なように放射状に取付けた構成である。
【０００４】
そこで、欧州と異なり遠浅の海底地形を備えた地域がわずかである我国では、欧州と同様の海底に建設する形式の基礎構造を採用し難いことから、洋上に風力発電施設を建設しようとする傾向が窺える（例えば特許文献１～３参照。）。
【０００５】
【特許文献１】
特許第２７７０４４９号公報（第１頁、図１）
【特許文献２】
特開２００１－１６５０３２号公報（第２頁、図４～６）
【特許文献３】
特開２００１－２４１３７４号公報（第２～３頁、図１、図６）
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記の各公報に記載された洋上風力発電設備は、洋上に浮かせた風力発電施設同士が波によって流されて衝突したり、風力発電施設同士の相対位置関係が変化して発電能力が低下する等を考慮し、何れも複数の風力発電施設をリジッド（rigid ）な状態に配置した構成であることから、以下に列挙するような問題がある。
【０００７】
▲１▼　風力発電施設の配置に柔軟性がない。
▲２▼　浮体が大きくなることから、波浪による影響を受けやすい。
▲３▼　地上で完成させた風力発電設備を洋上の設置位置まで搬送しなければならず、その搬送に大きな労力を要する。
【０００８】
加えて、上記の風力発電設備の洋上での固定は、単に、係留索によって行うもの（特許文献１）や、垂錘を吊り下げるだけ（特許文献３）であり、洋上での設置位置を良好に保つことはできなかった。
【０００９】
本発明は、上記した問題点に鑑みてなされたものであり、複数の風力発電施設の配置をリジッドな状態に行わないことで上記の問題点を解決し、しかも、洋上に浮かせた風力発電施設同士が波によって流されて衝突したり、風力発電施設同士の相対位置関係が変化して

発電能力を低下させることのない洋上風力発電設備を提供することを目的としている。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係る洋上風力発電設備は、洋上において夫々の風力発電施設を立設支持する複数の浮体同士を、途中に中間シンカーを設けた係留チェーンで連結すると共に、適宜の浮体には、更に、一方端に係留アンカーを、途中に中間シンカーを設けた係留チェーンを繋いだこととしている。そして、このようにすることで、深い海域においても洋上での設置が容易に行え、しかも、洋上の風力発電施設が波によって流されて衝突したり、風力発電施設同士の相対位置関係が変化して発電能力を低下させることもない。

【００１１】

【発明の実施の形態】

本発明に係る洋上風力発電設備は、洋上において夫々の風力発電施設を立設支持する複数の浮体同士を、途中に中間シンカーを設けた係留チェーンで連結すると共に、適宜の浮体には、更に、一方端に係留アンカーを、途中に中間シンカーを設けた係留チェーンを繋いだものである。

【００１２】

複数の風力発電施設を設置する場合、相互干渉による発電効率の低下が問題となる。一般には、ロータ径の１０倍程度の距離を保つ必要があるとされているが、本発明に係る洋上風力発電設備は、複数の風力発電施設をリジッドな状態に配置するのではなく、係留チェーンで連結する柔な構成であるので、係留チェーンの長さを調整することで、浮体間の距離を自由に設定することができる。

【００１３】

また、本発明に係る洋上風力発電設備では、設置位置までの搬送は各浮体ごとに容易に行え、また、洋上での固定も係留チェーンに繋いだ係留アンカーによるので、１０００ｍを超えるような海域においても、基本的な概念を変更することなく、洋上風力発電設備の設置が容易に行える。

【００１４】

そして、その係留チェーンの途中には、海底に接することなく係留チェーンにより懸垂された状態に中間シンカーを設けているので、係留チェーンには常に張力が付与され、各浮体は厳しい気象海象条件のもとにおいても適度な間隔を保ち、かつ、自由な運動が可能になる。

【００１５】

上記の本発明に係る洋上風力発電設備において、前記浮体の一つが立設支持する風力発電施設を、管理施設に替えた場合には、他の複数の風力発電施設により発電された電力を集約して、一括して陸上に送電することができるようになるのみならず、非常時には防災センターとしても機能させることができるようになる。

【００１６】

また、上記の本発明に係る洋上風力発電設備において、風力発電施設を洋上において夫々立設支持する複数の浮体の配置は特に限定するものではないが、例えば、卓越風向が統計的に既知の海域、例えば、海岸線に比較的近い位置での洋上に設置する場合には、例えば連結した浮体間の距離を短くして直線状に配置し、風の主方向に対して直角に位置させることにより、狭い設置スペースで効率の良い発電が可能になる。この場合、風力発電に加えて波エネルギーによる発電装置を装着すれば、より効果的な発電システムとなる。

【００１７】

一方、設置位置が上記のような海岸線に比較的近い位置ではない場合には、浮体と係留アンカー、又は、浮体同士が平面視正三角形の頂点に位置するように配置、若しくは、前記平面視正三角形の要素構造を複数個連結するように配置することで、洋上に浮かべた際のバランスが取りやすくなり、また、設置面積に応じて最適広さのものを容易に得ることができる。

【００１８】
また、上記の本発明に係る洋上風力発電設備において、係留アンカーを備えた係留チェーンを、最外周に位置する浮体の外周側に繋いだ場合には、洋上風力発電設備の設置位置での固定が効果的に行なえるようになる。
【００１９】
上記の本発明に係る洋上風力発電設備において、風力発電施設や管理施設の仕様やこれらの施設を立設支持する浮体の構造や数は特に限定されるものでないことは言うまでもない。
【００２０】
【実施例】
以下、本発明に係る洋上風力発電設備を図１～図４に示す実施例に基づいて説明する。
図１及び図２は本発明に係る洋上風力発電設備の一例を説明する図、図３は本発明に係る洋上風力発電設備の他の例を示す図、図４は本発明に係る洋上風力発電設備を構成する風力発電施設を立設支持する浮体の一例を示す図である。
【００２１】
図１及び図２において、１は例えば正六角形の各頂点に配置された浮体２に立設支持された風力発電施設、３は同じく正六角形の中心位置に配置された浮体２’に立設支持された管理施設であり、これら風力発電施設１、管理施設３を立設支持した隣合う浮体２又２’は同士を、途中に中間シンカー４ａを設けた係留チェーン５ａで連結している。
【００２２】
６は途中に中間シンカー４ｂを設けた係留チェーン５ｂの一方端に繋がれた係留アンカーであり、両端に風力発電施設１を繋いだ前記正六角形の一辺をその一辺として形成する正三角形の他の頂点となる位置、すなわち、最外周に位置する浮体２の更に外周側に配置されている。
【００２３】
すなわち、図１及び図２に示した例は、風力発電施設１或いは管理施設３を立設支持する浮体２或いは２’と係留アンカー６、又は、前記浮体２或いは２’同士が平面視正三角形の頂点に位置するように配置した平面視正三角形の要素構造を６個で正六角形を形成し、この正六角形の外周に更に６個の正三角形を配した洋上風力発電設備を示している。
【００２４】
この図１及び図２に示したような構成の本発明に係る洋上風力発電設備では、海洋での設置面積に応じて最適広さのものを容易に得ることができ、また、係留チェーン５ａ，５ｂにより海底に接することなく懸垂された中間シンカー４ａ，４ｂの作用で、各浮体２及び２’は厳しい気象海象条件のもとにおいても適度な間隔を保持できるようになる。
【００２５】
一方、図３に示した例は、風力発電施設１を立設保持した浮体２を例えば８基直線状に配置したもので、隣合う浮体２同士を、図１及び図２に示した例と同様、途中に中間シンカー４ａを設けた係留チェーン５ａで連結している。そして、一方端に係留アンカー６を繋ぎ、その途中に中間シンカー４ｂを設けた係留チェーン５ｂを、図３（ｂ）に示すように、前記隣合う浮体２同士を連結する係留チェーン５ａと直交する方向に繋いでいる。
【００２６】
この図３に示したような構成の本発明に係る洋上風力発電設備では、海岸線に比較的近い位置での洋上において、風の主方向に対して直角に位置させることにより、狭い設置スペースで効率の良い発電が可能になる。
【００２７】
本発明に係る洋上風力発電設備においては、風力発電施設１や管理施設３の仕様や数、及び、これらの施設を立設支持する浮体２或いは２’の構造は特に限定されるものではないが、例えばタワー１ａの頂端部に固定されたナセル１ｂの先端に回転が自在なように取付けられたブレード１ｃを備えた風力発電施設１を立設支持する浮体２の構造としては、例えば図４に示したものが適している。

【００２８】
１１は前記風力発電施設１を洋上に立設支持する軸方向に長い円筒状の主浮体であり、波浪による水平動と傾斜（回転）の抑制に優れた効果を発揮させるべく、その中心軸が鉛直となるように、例えば前記タワー１ａと同軸心に取り付けられている。
【００２９】
１２は前記主浮体１１の浮力を補うと共に、波浪による回転及び傾斜に対する復元力を抑制させるために、その上方部分が海上に位置すべく設けられた例えば８個の従浮体であり、例えば前記主浮体１１を中心とする同一半径上の等角度位置に、主浮体１１を囲繞するようにトラス１３によって主浮体１１と一体的に取り付けられている。
【００３０】
このような構成要素からなる浮体２は、従浮体１２とで風力発電施設１を立設支持した状態の主浮体１１の下方部分が海中に水没するように、主浮体１１と従浮体１２の合算浮力を決定することで、重心を低くして風力発電施設１が洋上で転倒しないように復元力を確保すると共に、波浪や風による変動浮力や動揺を抑制する構造となされている。
【００３１】
図４に示した浮体２は、上記の主浮体１１、従浮体１２の他に、更に以下に説明する第１の動揺制止板１４、第２の動揺制止板１５、大傾斜制御機構１６、動揺制止翼１７を取り付けたものを示している。
【００３２】
１４は主浮体１１の横断面より大径の円盤状をなす第１の動揺制止板であり、主浮体１１の喫水線以下の喫水部分、例えば底面に水平状に設置されている。そして、この第１の動揺制止板１４により、波浪による上下動や傾斜（回転）に対する抑制効果を更に向上させることができるようになる。
【００３３】
１５は従浮体１２の例えば喫水線位置に付設したリング状の第２の動揺制止板であり、前記喫水線位置における従浮体１２に例えば外嵌状に取付けられている。この第２の動揺制止板１５を付設することで、波浪による傾斜（回転）をより一層抑制できるようになる。
【００３４】
１６は浮体２の喫水線より上方位置に、移動が可能なように設置した例えば２基の傾斜抑制部材からなる大傾斜制御機構であり、無風状態の際には、例えば図４（ａ）に示したように円周上の対向位置に位置せしめ、洋上に立設保持した風力発電施設１のバランスをとる。
【００３５】
そして、この状態で例えば北から南に向けて風が吹いた場合には、前記した状態のままでは風力発電施設１は南に向かって傾くことになるので、大傾斜制御機構１６の傾斜抑制部材を北側に移動させてバランスをとる。この際、２基の傾斜抑制部材が共に真北の位置にくるまで移動させる必要はなく、東西を結ぶ線より北側に、傾きを防ぐ位置まで移動させればよい。
【００３６】
１７は例えば浮体２を構成する全ての従浮体１２の喫水線位置における外周部（第２の動揺制止板１５の外周部）に設置した動揺制止翼であり、浮体２が動揺した時には海水が自由に通過できるように、夫々が適当な間隔を存して設けられている。
【００３７】
本発明に係る浮体式風力発電設備は上記した実施例に限るものではなく、各請求項に係る発明にのみ該当するものであっても、各請求項に係る発明の構成相応の作用効果を奏することは言うまでもない。また、各請求項に係る発明の技術的範囲内であれば、適宜の変更は任意である。
【００３８】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明に係る洋上風力発電設備によれば、複数の風力発電施設をリ

ジッドな状態に配置するのではなく、係留チェーンで連結する柔な構成であり、また、洋上での固定も係留チェーンに繋いだ係留アンカーにより、その係留チェーンの途中には中間シンカーを設けているので、深い海域においても洋上での設置が容易に行え、しかも、各浮体は厳しい気象海象条件のもとにおいても適度な間隔を保ち、風力発電施設同士の相対位置関係が変化して発電能力を低下させることもない。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る洋上風力発電設備の平面から見た図である。

【図２】（ａ）は図１のＡ－Ａ部を側面から見た図、（ｂ）は図１のＢ－Ｂ部を側面から見た図である。

【図３】本発明に係る洋上風力発電設備の他の例を示す図で、（ａ）は側面から見た図、（ｂ）は平面から見た図である。

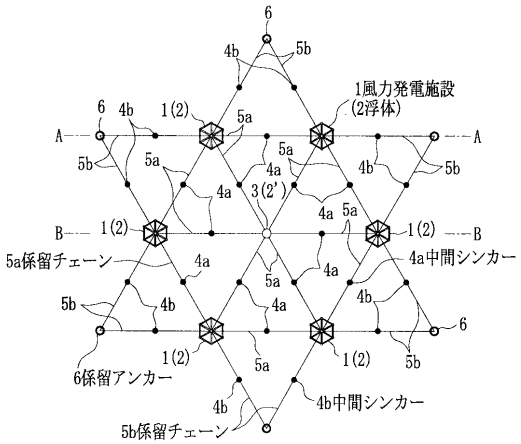
【図４】（ａ）は本発明に係る洋上風力発電設備を構成する風力発電施設を立設支持する浮体を平面から見た概略説明図、（ｂ）は側面から見た概略説明図である。

【図５】海底設置形式における洋上風力発電装置の基礎構造物の説明図で、（ａ）はケーソン式、（ｂ）はモノパイル式、（ｃ）はドルフィン式を示す図である。

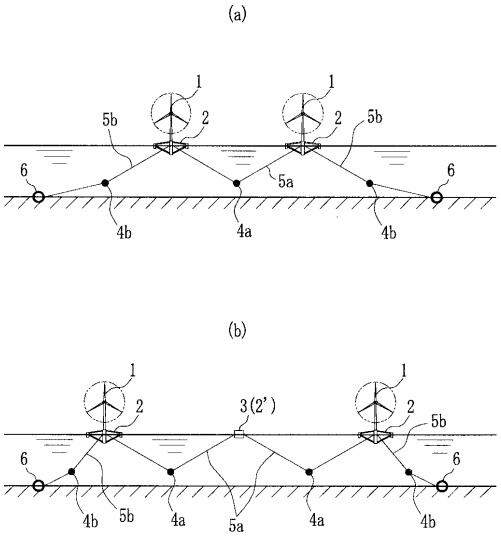
【符号の説明】

１　　風力発電施設
２　　浮体
２’　浮体
３　　管理施設
４ａ　中間シンカー
４ｂ　中間シンカー
５ａ　係留チェーン
５ｂ　係留チェーン
６　　係留アンカー

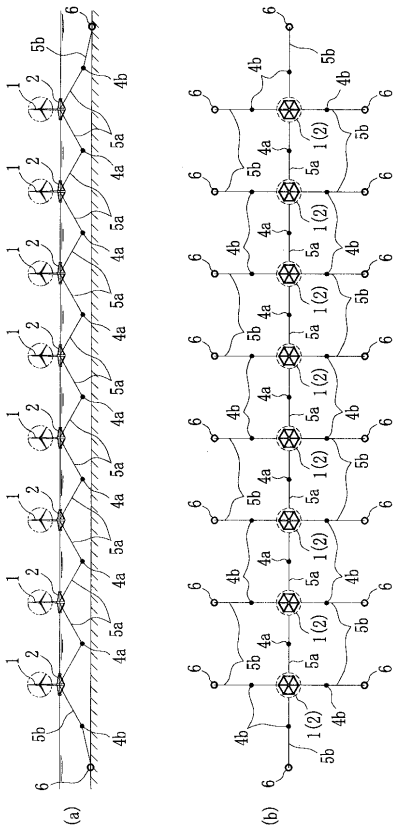
【図１】



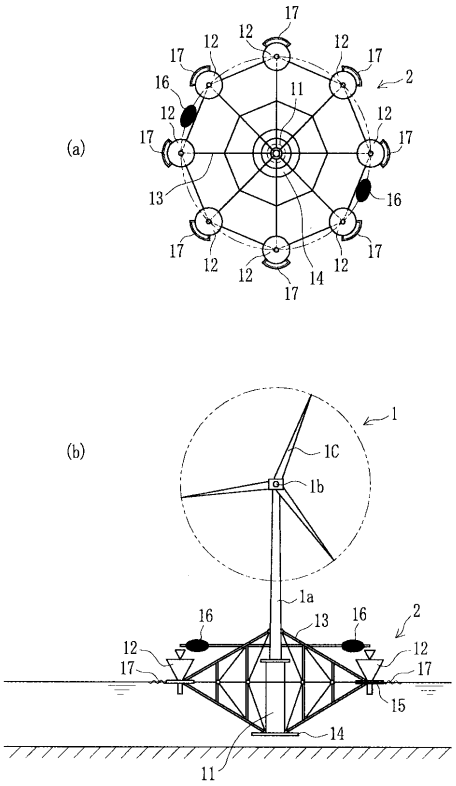
【図２】



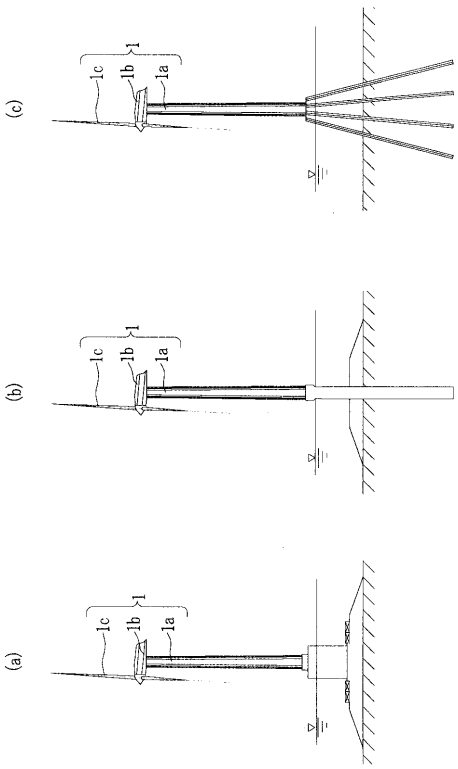
【図３】



【図４】



【図５】



フロントページの続き

(72)発明者　村上　光功
大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号　日立造船株式会社内

審査官　尾崎　和寛

(56)参考文献　特開昭５４－１００８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１３０１１３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２４１３７４（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－１０６３９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭４８－０５９５９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－０４０９８７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２７２５８１（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３３６６５３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２０１０３８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２０３４８７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F03D　9/00
F03D　1/02
B63B 35/00