

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5185295号
(P5185295)

(45) 発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51) Int. Cl.		F I			
FO3D	11/04	(2006.01)	FO3D	11/04	A
FO3D	1/06	(2006.01)	FO3D	1/06	A

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-551647 (P2009-551647)	(73) 特許権者	509242093
(86) (22) 出願日	平成20年2月26日 (2008.2.26)		ニョール フローティング ウィンド パ
(65) 公表番号	特表2010-520401 (P2010-520401A)		ワー プラットフォーム アクスイエ セ
(43) 公表日	平成22年6月10日 (2010.6.10)		ルスカブ
(86) 国際出願番号	PCT/N02008/000072		ノルウェー国, エン-0267 オスロ,
(87) 国際公開番号	W02008/105668		ソルハイムスト 1アー
(87) 国際公開日	平成20年9月4日 (2008.9.4)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成23年2月4日 (2011.2.4)		弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	20071147	(74) 代理人	100092624
(32) 優先日	平成19年2月28日 (2007.2.28)		弁理士 鶴田 準一
(33) 優先権主張国	ノルウェー (N0)	(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100110489
			弁理士 篠崎 正海

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電プラント及びその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タワー(2)と、前記タワー(2)に取り付けられたハウジング(3)と、前記ハウジング(3)に支持されたタービンブレード(4)とを備えている風力発電プラント(1)であって、前記タービンブレード(4)は回転面を画成して、風の方向に直交する位置に回転するようになっており、少なくとも三本のワイヤ(6)がその一方の端部においてタワーにおける取り付け点に接続されていて、前記ワイヤ各々はその他方の端部において少なくとも一つの下部の取り付け点に取り付けられている風力発電プラント(1)において、

ワイヤ各々が、前記タワーの長手方向に対してかつ前記タービンブレード(4)の位置に応じて、上部の第一位置と下部の第二位置との少なくとも一方の位置にあるようになっていて、前記第一位置において、前記ワイヤは前記タワーにおける取り付け点から下向きに傾く角度で延伸しており、前記タワーにおける取り付け点は、運転中における前記タービンブレードが前記タワーに作用する水平力の中心あるいは中心の近くに位置していることと、

前記第二位置におけるワイヤ各々が、前記タービンブレードのヨーイングをさまたげることなく、そして前記タービンブレードの回転面からはずれていて、前記タービンブレードは前記第二位置において前記ワイヤ(6)に干渉することなく前記ワイヤ(6)に向かって回転できるようにしていることとを特徴とする、

風力発電プラント。

10

20

【請求項 2】

水中に設置されていて、前記風力発電プラントの下部が一つ又は数個の浮き要素（8 a）とバラスト（8 b）とを含んでいて、けん引ワイヤ（6）なしに前記水中における設置位置に浮かんでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の風力発電プラント。

【請求項 3】

ワイヤ（6）がその下端部において水底（5）に取り付けられていることと、さらになくとも一本のワイヤ（9）が、その一方の端部において前記風力発電プラント（2）の最下点に取り付けられており、その他方の端部において前記水底（5）に取り付けられていることとを特徴とする、請求項 2 に記載の風力発電プラント。

【請求項 4】

前記風力発電プラント（1）の前記タワー（2）の全部又は一部が、前記タワー（2）の垂直な中心軸をはさんで両側に配置されている柱（16）を含んでいて、風の主方向における前記柱の風の乱れを前記タービンブレード（4）のハブを通過する回転軸をはさんで対面させるようになっていることを特徴とする、請求項 1 - 3 のいずれか一項に記載の風力発電プラント。

【請求項 5】

前記風力発電プラント（1）の前記タワー（2）の全部又は一部が、前記タービンブレード（4）と共に垂直軸の周囲を回動できるようになっていることを特徴とする、請求項 1 - 4 のいずれか一項に記載の風力発電プラント。

【請求項 6】

前記風力発電プラント（1）の前記タワー（2）の全部又は一部が、空気の及び/又は水の流体抵抗を低減するフェアリングを備えていることを特徴とする、請求項 1 - 5 のいずれか一項に記載の風力発電プラント。

【請求項 7】

前記ワイヤ（6）が、少なくとも二つの制御可能に駆動されるドラム（12）と少なくとも二つのプーリ（11）とワイヤ（14）とを含んでいる装置を用いて前記第一位置と前記第二位置との間を移動されていて、少なくとも二つの制御可能に駆動される前記ドラム（12）が前記タワー（2）に接続されており、

前記少なくとも二つのプーリ（11）が前記タワー（2）に接続され、そして前記少なくとも二つの制御可能に駆動されるドラム（12）から前記タワーの長手方向に離間して配置されていて、

前記ワイヤ（14）が前記少なくとも二つの制御可能に駆動されるドラム（12）に取り付けられ、前記プーリ（11）をおおって延伸しそして前記少なくとも二つの制御可能に駆動されるドラム（12）に戻ってきており、

そして、前記ワイヤ（6）が調節用のワイヤ（14）に全長に沿って取り付けられ、前記少なくとも二つの制御可能に駆動されるドラム（12）の作動が前記調節用のワイヤ（14）を前記タワー（2）の長手方向に案内し、そして前記ワイヤ（6）の取り付け点を前記タワー（2）の長手方向に対して上昇又は下降できるようになっていることを特徴とする、請求項 1 - 6 のいずれか一項に記載の風力発電プラント。

【請求項 8】

前記ワイヤ（6）が少なくとも二つの制御可能に駆動されるドラム（12）とワイヤ（14）とを含んでいる装置を用いて前記第一位置と第二位置との間で移動されていて、前記少なくとも二つの制御可能に駆動される前記ドラム（12）は、前記タワー（2）に接続され、

前記調節用のワイヤ（14）は、前記少なくとも二つの制御可能に駆動される前記ドラム（12）に取り付けられ、

そして、前記調節用のワイヤ（14）が前記ワイヤ（6）の全長に沿った位置に取り付けられ、前記ワイヤ（6）を前記タワー（2）に向かってけん引することができるようになっていることを特徴とする、請求項 1 - 6 のいずれか一項に記載の風力発電プラント。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

風力発電プラント(1)を運転する方法であって、前記風力発電プラントが風力タービンプレード(4)と変更可能な取り付け位置を備えたワイヤ(6)とを有して、前記ワイヤ(6)は前記取り付け位置において、前記風力発電プラントの運転中に風上位置又は風下位置を選択できるようになっている方法において、

前記取り付け用のワイヤ(6)を前記風力発電プラントの前記タワー(2)における第一の上部位置から第二の下部位置に移動する段階と、

前記風力タービンプレード(4)を垂直軸の周囲で回転させる段階と、

前記タービンプレード回転面が風方向に直交するべく調節される場合、前記風上のワイヤ(6)は前記第二位置から前記第一位置へ移動される段階とを含んでいる方法。

【請求項10】

前記取り付け用のワイヤ(6)が、前記第二の下部位置において引き締められる、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記取り付け用のワイヤ(6)が、前記第一の上部位置において引き締められる、請求項9又は10に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電プラント及びその運転方法に関する。本発明の風力発電プラントにおいて、タービンからの軸力は、タービンプレードのハブの高さから表面例えば水中の海底に導かれる。このことが、従来型の風力発電プラントに比較して、タワーと、タワーの下の構造体とに対してモーメントを作用しない。風力発電プラントは、タワーと、ハウジングと、ハウジングに支持された風下のタービンプレードとを含んでいる。ハウジングはタワーと一体になっているか、タワーの一部である。タワーとその部品とはタービンプレードと共に回転される。通常運転中、風力発電プラントは少なくとも一本のワイヤにより保持されていて、そのワイヤは風上において、上部位置におけるその一方の端部をタワー又はハウジングの上部に取り付けられていて、その他方の端部において表面、例えば水底に取り付けられている。風下のワイヤはタービンとの干渉をさけるために下部位置に保持されている。

【背景技術】

【0002】

風力発電プラントは風の運動エネルギーを機械的エネルギーに変換するために利用されている。このエネルギーは、後に電気エネルギーに変換される。陸上における標準的な風力発電プラントは地上に固定されたタワーを含んでいて、タワーは最上部にハウジングを備えている。ハウジングには、風に対して能動的に回転する水平軸を備えたタービンプレードが取り付けられている。多くの実施形態が商業的に利用可能であるがほとんど使用できるものではない。1980年代から今日までに、1ユニットあたりの出力は数十KWから3-5MWに増加している。同時に、KWh当りのコストは下がってきている。現在、我々は陸上及び海上に発電基地を有している。海上に設置された風力発電プラントのほとんどが、浅水域の底に固定されたタワーに配置されている。遠海に風力発電プラントを設置することにより、エネルギー資源の利用が拡大する。というのは、設置場所が広がり、風速が上るからである。その遠海の利用にあたっての多くの問題は減り、そして生命及び財産に損傷を与えるリスクも排除される。風力発電プラントを深海に設置する最も実際的な方法は浮き要素を使用するか海底に固定する方法である。

【0003】

特許文献1は固定具の周囲を自由に回転で切る風力タービンプレードを開示している。フレームはタワーに取り付けられ、そしてタワーを浮き本体との間に支柱を含んでいて、浮き本体とタワーの上部との間にワイヤを含んでおり、タワーと支柱とワイヤとが三角形を形成している。ある運転状態において、底部ワイヤの方向がさらなる浮き要素をタワーとの間でワイヤが伸びると、タワーのモーメントのない状態となる。この状態における浮

10

20

30

40

50

き本体及び荷重への要求は著しく低減されたものとなっている。他の運転状態において考
りよすべきは、浮力及び多量のバラストによるモーメントである。

【 0 0 0 4 】

特許文献 2 は、補助フレームに取り付けた海上風力発電プラントを開示している。補助
フレームが、浮き要素を浮き要素の下方に取り付けられた柱とを含んでいて、ケーブルが
風力発電プラントのタワーに取り付けられ、浮き要素及びノ又は柱が海底に取り付けられ
ている。二つの実施形態において、ケーブルが、タービンブレード面の下部におけるタワ
ーに及びハウジングの近くにそれぞれ取り付けられている。後者において、タービンブレ
ード面は水平方向に長い距離を移動し、及びノ又はケーブルはタワーに対して鋭角に取り
付けられている。タワーとケーブルとの間の鋭角はモーメントを低減し、そして底部ケー
ブルの浮力、荷重及びノ又は引張力への要素を増加させる。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 3 は、深海に浮かぶ風力発電プラントを開示していて、風力発電プラントはね
じりに強い支柱により海底に固定されている。タワーの傾斜は、浮力の中心が構造体のジ
ョイントの重力中心より上方にあるように制限されている。タービンブレードの力による
、例えば構造体の重力中心廻りの大きな曲げモーメントが、浮力と、浮力中心及び重力中
心の間のトルクアームとによりもたらされるモーメントに釣合わなければならない。支柱
の引張力は、構造体の浮力を構造体の自重より大きなものにする以外の効果はない。

【 0 0 0 6 】

特許文献 4 は特許文献 3 を改良したもので、海底における固定点のスィベル (swivel)
は、構造体が垂直軸周囲で回転することを可能にしていて、風力タービンブレードはヨー
イング装置なしで風下を向くようになっている。タワーの傾斜に関する条件は特許文献 3
に開示されたものと同ーである。

20

【 0 0 0 7 】

特許文献 5 は、はしけに取り付けられた海上風力タービンブレードを開示していて、傾
斜角を調節するために、充填ノ排水することのできる数個のタンクを有している。水面上
のタワーは、タワーの上部とはしけとの間線により無負荷になっても、タービンブレード
の軸力により発生される傾きのモーメントは浮力とバラストとにより解消されねばなら
ない。

【 0 0 0 8 】

特許文献 1 及び 2 をのぞいて、海上風力発電プラントの設計が開示されていて、ター
ビンブレードの軸力とタワーによりもたらされる長いアームとによりもたらされるモー
メントを解消すべく、バラスト、浮き要素及びノ又は付勢された支柱が備えられている。この
解決方法の問題は、初期のモーメントに釣り合いをとる種々の方法が記載されているもの
の、初期のモーメントを低減することについて触れていないことである。本発明は、構造
体に対して軸荷重にもとづく負荷をかけないことにより制限を克服しようとするものであ
って、その軸荷重はハブの位置に作用するものであり、この力を一本又は数本のケー
ブルにより表面に、例えば水底に伝達するものである。この利点は、モーメントが小さいこ
から構造体全体を小さくし、重量を低減することができる。

30

【 0 0 0 9 】

本発明と同様に、特許文献 1 において、タービンブレードからの軸力を水底に伝達する
ことによりモーメントに関して無負荷となる風力発電プラントが開示されている。しか
しながら、特許文献 1 において、風力発電プラントは固定点の周囲で円を描いて移動する。
この円におけるタービンブレードの位置は、常時風向により決定されている。

40

円形通路に沿って位置再設定することは時間のムダである。さらに、特許文献 1 におい
て、端部に浮き本体を備えた水平支柱を特徴としている。構造体における本部品は、円形
通路に沿った移動方向に直交して配向され、位置再設定時における移動に著しい抵抗があ
る。さらに、構造体の本部品は波による荷重を受ける。特許文献 1 に開示されているター
ビンブレードは、構造体の自己発生するモーメントにより達成するものに比較して横方向
の安定性を有していない。問題は、すべての風車が水深により著しく広い面積を必要とす

50

ることである。

【0010】

特許文献2の図6が、底面に取り付けるケーブル取り付け部分をタワーの上部に含んでいることが図示されている。タービンブレード面との干渉は図示されていないが、(タービンブレード)ハウジングが延伸していることは記載されている。この解決方法は、タワーとその下方の構造体におけるモーメントを無負荷にすることを制限している。

深海における風力発電プラントのほとんどの調査結果は、運転中におけるタービンブレードからのモーメントを弱めるのに十分なモーメントを発生する浮き構造体として作られた風力発電プラントにもとづくものである。本構造体において、構造体の50%以上の重量がモーメントを発生するのに必要なものである。本発明における海上風力発電プラントはモーメントの発生を低減するものであり、重量とコストの低減をもたらすものである。さらに、円を描いて移動する発電所に比較して面積が低減される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】ノルウェー国特許出願第20026179号明細書

【特許文献2】ノルウェー国特許出願第20025440号明細書

【特許文献3】ノルウェー国特許出願第317431号明細書

【特許文献4】国際特許公開第2004/097217パンフレット

【特許文献5】国際特許公開第01/7352パンフレット

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、海中構造体に発生するモーメントを低減することである。タービンブレードの水平力成分を直接海底に導びくことであり、同時にタービンブレードはワイヤと干渉することなく回転できるようにすることである。

本発明において、水平力は、特許文献2に開示されているハウジングの設計要求を課することなく、タワーの最上部から導びかれる。特許文献1とは異なって、本発明はこのことを、風力発電プラントが固定点周囲における円形通路を描がくことなく達成している。本発明は、風力発電プラントを同一点に保つことを可能にしている、そして横方向の安定性を達成するために低位置で引き締められた固定ワイヤを横方向に設置するように風力発電プラントは数点において固定されている。

30

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、タワーと、ハウジングと、ハウジングに支持されたタービンブレードとを備えた風力発電プラントに関するものである。タワーは鋼、アルミニウム、複合材料、コンクリート又は他の適切な材料で作られていてもよい。タワーは円柱、フレーム構造又はそれらの組合せとして設計されていて、それらは風力発電プラントの他の要素及び局所的な条件に適合するようになっている。本発明の風力発電プラントは陸上、浅瀬及び遠海で使用されてもよい。遠海において、風力発電プラントは浮かんでいてもよくて、浮力及び/又は荷重および自立モーメントを調節できるようになっている。タービンブレードは風下のタービンブレードである。タービンブレードは固定著しくは可変又は周期的なピッチを有していて、タービンブレードの半径長さで規定される円形の回転面を画成する。タービンブレードは風方向にほぼ直交する位置にヨーイングできるようになっている。少なくとも三本のワイヤ(バックステー(backstay)、支柱、ケーブル、ロープ、チェーン著しくはこれらの組み合わせ、又は引張力の荷重に対して適切な装置)が、その一方の端部においてタワー又はハウジングに取り付けられており、他方の端部において、タワーを運転時に設置位置に保持するべく少なくとも一つの取り付け点に取り付けられている。各ワイヤは少なくとも第一位置と第二位置とを備えていて、風上における第一位置において、ワイヤは取り付け点から下向きの傾斜角度で延伸していて、その取り付け点はタービン

40

50

ブレードの運転時にタービンブレードによりタワーに作用される力の中心又は近くである。そして、風下であってタワー右側及び左側における第二位置において、ワイヤの数に応じてワイヤは、タービンブレードの回転面からはずれていて、タービンブレードがワイヤと干渉することなく垂直軸の周囲でヨーイングできるようになっている。このことは、タワーにおける各ワイヤの効果的な取り付け位置をタービンブレード回転面から下げて遠ざけることにより達成され、又はワイヤがタワーに沿って真すぐ下向きに下がるように、かつワイヤがタービンブレードと干渉しないように遠く下方にワイヤをたるませることにより達成されている。ワイヤを下部位置にて安定させるために、第一の場合ワイヤは引き締められ、例えば下げられた取り付け位置に向かってけん引される。ワイヤは必要に応じて中間位置であってもよい。

10

【0014】

風力発電プラントが水中に設置されていて、前記風力発電プラントの下部が一つ又は数個の要素とバラストとを含んでいて、けん引ワイヤなしに前記水中における設置位置に浮かんでいる。

【0015】

ワイヤがその下端部において水底に取り付けられ、さらに少なくとも一本のワイヤが、その一方の端部において前記風力発電プラントの最下点に取り付けられており、その他方の端部において前記水底に取り付けられている。

【0016】

前記風力発電プラントの前記タワーの全部又は一部が、前記タワーの垂直な中心軸を是れは両側に配置されている柱を含んでいて、風の主方向における前記柱の風の乱れが前記タービンブレードを前記タービンブレードのハブを通過する垂直線の側に一致させるようになっている。

20

【0017】

前記風力発電プラントの前記タワーの全部又は一部が、前記タービンブレードと共に垂直軸の周囲を旋回できるようになっている。

【0018】

前記風力発電プラントの前記タワーの全部又は一部が、空気の及び/又は水の流体抵抗を低減するフェアリングを備えている。

【0019】

前記ワイヤが、ドラムと少なくとも二つのプーリとワイヤとを含んでいる装置を用いて前記第一位置と前記第二位置との間に移動されていて、

30

少なくとも二つの制御可能に駆動される前記ドラムが前記タワーに接続されており、

前記少なくとも二つのプーリが前記タワーに接続され、そして前記ドラムから前記タワーの長手方向に離間して配置されていて、

前記ワイヤが前記制御可能に駆動されるドラムに取り付けられ、前記プーリをおおって延伸しそして前記制御可能に駆動されるドラムに戻ってきており、

そして、前記ワイヤが調節用のワイヤに全長に沿って取り付けられ、前記制御可能に駆動されるドラムの作動が前記調節用のワイヤを前記タワーの長手方向に案内し、そして前記ワイヤの取り付け点を前記タワーの長手方向に対して上昇又は下降できるようになっている。

40

【0020】

前記ワイヤがドラムとワイヤとを含んでいる装置を用いて前記第一位置と第二位置との間で移動されており、

少なくとも二つの制御可能に駆動される前記ドラムは、前記タワーに接続され、

前記調節用のワイヤは、前記ワイヤは制御可能に駆動される前記ドラムに取り付けられ、

そして、前記調節用のワイヤが前記ワイヤの全長に沿った位置に取り付けられ、前記ワイヤを前記タワーに向かってけん引することができるようになっている。

【0021】

50

代りに、ワイヤがスキッド又は台車を介してタワーに取り付けられていてもよくて、スキッド又は台車はワイヤを上下するためにタワーに沿って凹部又は軌道を移動するようになっている。スキッドは共通の直線アクチュエータ、例えばチェーンにより駆動されている。

【0022】

風力発電プラントを運転する方法であって、前記風力発電プラントが風力タービンブレードと変更可能な取り付け位置を備えたワイヤとを有して、前記ワイヤは前記取り付け位置において、前記風力発電プラントの運転中に風上位置又は風下位置を選択できるようになっている方法において、

前記取り付け用のワイヤを前記風力発電プラントの前記タワーにおける第一の上部位置から第二の下部位置に移動する段階と、

前記風力タービンブレードを垂直軸の周囲で回転させる段階と、

前記タービンブレード回転面が風方向に直交するべく調節される場合、前記風上のワイヤは前記第二位置から前記第一位置へ移動される段階とを含んでいる。

【0023】

前記取り付け用のワイヤが、前記第二の下部位置において引き締められる。

【0024】

前記取り付け用のワイヤが、前記第一の上部位置において引き締められる。

【0025】

図面を参照して、本発明を以下に説明する。なお図面は以下のとおりである。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、基本的な実施形態であって、ワイヤが表面の三点に下がっている。

【図2】図2は、図1と同一の実施形態で風向きが変わった場合のものである。

【図3】図3は、海底に固定された洋上風力発電である。

【図4】図4は、ワイヤを上部位置と下部位置とで移動するための機構である。

【図5】図5は、二タワー式の風力発電プラントである。

【図6】図6は、タービンを用いて向きを変更できる二タワー式の風力発電プラントである。

【図7】図7は、ワイヤを移動及び引き締める装置である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図1は風力発電プラントを図示していて、風力発電プラントはタワー2と、タービンブレード4を備えたハウジング3と、風力発電プラントを運転するための装置(図示せず)とを含んでいる、ハウジング3は垂直軸の周囲を旋回あるいはヨーイングし、タービンブレードの面が常時風向に対して直交するようになっている。図において、タービンブレードの掃引E域、タービンブレードの回転面及び複数のタービンブレードブレードが図示されている。タワー2が面5に取り付けられている。ワイヤ6a, 6b, 6cの上端部がタワーにそして下端部が面5に取り付けられている。風は左側から吹いていて、上流側のワイヤ6a, 6bはその上部位置に取り付けられており、ワイヤ6a, 6bはそこから面に力を下向きに伝達している。ワイヤ6cはその低い位置に取り付けられていて、タービンブレード4と干渉しないようになっている。この位置において、ワイヤ6cはタワーから下向きに延伸していて、その水平方向成分が風向とほぼ一致しており、風力発電プラントの安定性に重要なものとなっている。

【0028】

図2において、図1の実施形態が図示されているが、風は右側から吹いている。この運転モードは、図1とは完全に同一なものではなくてワイヤ6cが風の上流側でかつタワーの上部に取り付けられている。ワイヤ6a, 6bは風の下流側でタワーのより低い位置に取り付けられ、横振れを防ぐようになっている。

【0029】

10

20

30

40

50

図3は、水面（例えば海洋）に浮いている風力発電プラント1（以下「水上風力発電プラント」という）を図示している。タワー2が水面7から水中に延伸していて、水面下部分8は浮き要素（floating element）8a及びバラスト（ballast）8bを含んでいる。ワイヤ6は、その下端部が水底5（例えば海底）に取り付けられている。さらに、少なくとも一本のワイヤ9の一方の端部がタワーの最下点8bに取り付けられていて、他方の端部は水底に取り付けられている。波の影響を受けるタワー8の部分を細くすることと共に、このワイヤを付勢することにより、波によりもたらせる垂直方向の移動を制限することが可能である。

【0030】

図3において風は右側から斜めに吹いている。下流側の二本のワイヤ6a, 6bがタワーのより低い位置に取り付けられている。上流側の二本のワイヤ6c, 6dは上部に取り付けられ水平及び垂直方向の力を吸収し、横ゆれに対する安定性を保つようになっている。この実施形態において、例えばワイヤの破断時のような風力発電プラントが発電していない場合、風力発電プラントの正立モーメントを安定性を保つのに必要な最少限なものとすることができ、ジョイントの重量を軽量なものとする事ができる。適切な海の深さの区画（park）において、数基の風力発電プラントを設置することができ、内部距離に固定することができ固定点を分け合うことができる。図3は斜視図であって、例えば海底のような水底が図示されており、四隅の各々が風力発電プラント用の取り付け部分10a, 10b, 10c, 10dであり、この取り付け部分10a, 10b, 10c, 10dはさらに隣接する三つの風力発電プラントのためのものでもある。もし一つがタワーの最下点を固定するのに使用されると、そのような区画の中心部分において追加の風力発電プラント各々のための追加の二つの固定点を必要とする。

【0031】

水深が深い場合とは、タワー8bの下部を水底に、例えば海底に取り付けることは適切ではない。構造体はタービンブレードの垂直軸周囲における旋回、ヨーイングにたいして動きを制御するために許容モーメントを有している。より大きなモーメントに対応するためには、水底における一個又は数個の取り付け点に二本又は数本のワイヤを取り付けることである。同一取り付け点からのワイヤはタワーの垂直軸の両側に取り付けられる。

【0032】

図4は、水上風力発電プラントの斜視図であって、タワーの上部とタービンブレードとを図示している。海底に関するものであることは図3と同一である。図4においては下に風方向が図示され、そしてワイヤを上部から下部に移動する装置も図示されている。タービンブレード4を備えたハウジング3はタワー2の上部に設置されていて、タービンブレードは垂直軸周囲を回転する。海底における四つの取り付け点10a, 10b, 10c, 10d（図3参照）各々から二本のワイヤ6a, 6b, 6c, 6dがタワー2の上部に向かって延伸している。各取り付け点からの二本のワイヤはタワーの両側の上部に延伸していて、方位制御のためにモーメントを伝達することを可能にしており、固定力は二本のワイヤに均等に分散されている。代りに、一本のワイヤが取り付け点10a, 10b, 10c, 10d各々から延伸していて、そして二本のワイヤに分割されタワーの中心軸の両側に取り付けられる。タワーに取り付けられている各ワイヤ6の位置を移動するための装置において、装置が能動式上部ドラム11とモータ/ギヤボックス13を備えたモータ駆動の下部ドラム12とを有している。モータ/ギヤボックスは従来型のものであって、油圧式、空気式電気式のものでよい。調節ワイヤ14の一方の端部が下部ドラムに取り付けられていて、それに数回巻き付けられそして上部ドラム11周囲に螺合されそして下部ドラム12にもどってきて、そこに数回巻き付けられて取り付けられている。ワイヤ6cがワイヤ14に取り付けられ、上下に追従し、そしてモータ/ギヤボックス13が一方向に長時間回転すると下部ドラムにまで追従する。このことが、ワイヤ6cを上部位置から下部位置の間で移動し、そしてワイヤ6cを両位置において引き締めることを可能にしている。ドラム11及びドラム12におけるワイヤ14の巻き付け回数は、ワイヤ6cを上部位置及び下部位置それぞれでどの位引き締めるかにより決定される。ワイヤ6cを引き締

めることによる力及び安定効果はワイヤの弾性と長さとに依存する。共通のモータ/ギヤボックス13に取り付けられた両ワイヤ6c用の下部ドラム12が図示されている。ワイヤが下部位置において方位制御のためにより大きなモーメントを必要とされる場合、同一のモータ/ギヤボックス13を備えたドラム12各々が上部ドラム11と同じくタワーの軸の両側に設置されてもよい。方位制御のためのモーメントを提供するために、二つのドラム12が上部位置における二本のワイヤ6cをお互いに独立して引き締める。ドラムの設計には、フランジ、材料、寸法、ワイヤのタイプ及び荷重条件が考りよされる。さらにワイヤを垂直及び水平方向に安定させるプーリも含まれる。ワイヤ位置の制御は方位制御との組合わせられていて、タービンプレードは上部位置においてワイヤと干渉する位置にはヨーイングしないようになっている。このことは、従来の装置におけるインターロック装置として最も単純なものであるが、風力発電プラント全体の制御装置としては以下のものが考りよされねばならない。すなわち、すべてのワイヤ、方位制御、ブレーキそして停止状態におけるタービンプレードの方位角制御、さらに風力発電プラントに取り付けられたセンサからの又は他の情報源、例えば人工衛生による観測から得られる風、波の高さ、天気予報等である。

10

【0033】

風力発電プラントのタワーの全体又は一部が、タワーの垂直な中心軸の両側に設置された二つの塔を含んでいてもよい。タワーは周囲に対して固定されているか、又はハウジング及びタービンプレードと共に回転可能である。タワーの構造体は、最初に風の主方向において塔の風の乱れがタービンプレードのハブを通過する垂直線にほぼ対面するように配向される。このことがタービンプレードの動的荷重を低減している。というのは乱れはタービンプレードブレード各々の半径方向全体にわたって同時に作用するからである。乱れの影響はタービンプレードブレードの局所部分で生じ、そしてブレードに関して外向きに移動し、一回転毎に繰返される。

20

【0034】

図5は二つのタワーを固定した実施形態を図示している。タービンプレード4を備えたハウジング3はタワー2の上部に設置されていて、タービンプレードは垂直軸の周囲を回転する。ハウジング3の水平方向の長さは単純なタワーの構造体と比較して長いものとなっていて、タービンプレードがタワー2のより広い断面を通過するようになっている。図にはワイヤを上部位置から下部位置に移動する装置も図示されている。海底における四つの取り付け点10a, 10b, 10c, 10d各々からそれぞれワイヤ6a, 6b, 6c, 6dが延伸していて、そのワイヤ各々は、タワー2の上部におけるドラム11に取り付けられる前に点16において二つに分割されている。タワーに取り付けられる各ワイヤ6を移動する装置は、モータ駆動の上部ドラム11とモータ駆動の下部ドラム12とを含んでいる。独立したワイヤ15が、固定ワイヤ6cの二つに分割される点16に取り付けられている。ワイヤ6cを上部位置から下部位置に移動することにより、分割されたワイヤの引張度合は上部ドラム11において弱まり、一方下部ドラム12がワイヤ15を引き締め、ワイヤ6cをタワーに向かってかつ下向きにけん引して、タービンプレードの面が回転する。

30

【0035】

タワーは従来型のものであるけれど、二つの塔を含んでいる場合、風力発電プラントのタワーの全体あるいは一部はタワーがタービンプレードと共に垂直軸の周囲を回転するように作られている。タービンプレードは二つの柱を備えたタワーに追従して垂直軸の周囲を旋回/ヨーイングするようになっている、そしていつでもかつ風がどのような方向であっても、乱れがタービンプレードに対して最小の荷重を与えるような方向にタービンプレードが向くようになっている。固定用ワイヤはその固定方向にかつ固定点に向けて保持されるように、リムに取り付けられていてもよくて、リムはタワーが垂直軸の周囲を回転することには追従しない。

40

【0036】

図6は以下の実施形態を図示している。タービンプレード4及びハウジング3が円筒状

50

要素 19 に取り付けられていて、円筒状要素 19 は二本のタワー区画 16 の上部を形成して、そしてこれに沿って回転/ヨーイングする。円筒状要素 19 はリム 17 に囲まれていて、そのリム 17 は上部ドラム 11 の取り付け部分を提供している。タワー 2 の下部は固定されていて、ヨーイング中にタービンブレード 4 及びタワー区画 16 に追従しない。タワー 2 の下部の上の部分に下部ドラム 18 が取り付けられている。タービンブレードのヨーイング中に、二つのセグメント 16 は追従するが、上部ドラムを備えたリム 17 と下部ドラムを備えたタワーの下部は固定されてままとされている。図には、ワイヤを上部位置と下部位置との間で移動させる装置の詳細は図示されていない。

【 0 0 3 7 】

いくつかの装置が取り付けワイヤを上部位置と下部位置との間で移動するために使用されている。最も簡単なものは風力発電プラントが風の方向に移動するようになっている受動的なものであって、風下のワイヤは上部位置に引き出されるまで例えば重量によりたるんでいる。このこと及び他の同様な解決方法は時に安全性を限定し、そして下部位置における引き締めによる固定力を制御できなくなってしまう。上部位置と下部位置とにおける取り付け力の制限方法が図 7 に図示されている。受動式の上部ドラム 11 がタワー 2 の最上部で、タービンブレードのハブの高さの近くに取り付けられている。二つのモータ駆動による下部ドラム 12 がタービンブレードの面の最下点の下方に設置されている。独立したワイヤ 14 のその一方の端部が下部ドラムの一つの部品 12 にけん引され、数回巻き付けられていて、そして上部ドラム 11 の周囲に螺合されそして下部ドラム 12 の他の部品 12 b に下降し数回巻き付けられる。ワイヤ 6 の端部はワイヤ 14 に固定され上下に追従する。図に図示されている位置から、ワイヤ 6 は、モータ駆動の下部ドラムを反時計廻りに回転させることにより、上部位置に向けてけん引される。その反対に、ワイヤ 14 を時計廻りに回転させることにより、ワイヤ 6 は下部位置に向けてけん引される。この場合、ワイヤ 14 が時計方向にさらに引き締められても、受動式のドラム 19 はワイヤ 6 の下部位置を画成している。ドラム 19 を含めることの本質は、モータ駆動のドラムの位置とは無関係に下部位置を決めることができることであり、ワイヤを下部位置に引き締めることができることであり、ワイヤ 6 とワイヤ 14 との間のジョイントが精度よくドラムに巻き付けることができることである。この方法により、距離 B はワイヤ 6 とワイヤ 14 との間のジョイントを下部ドラム 12 に巻き付けることなく引き締めることのできる長さとして画成することができる。距離 A はタービンブレードの半径にほぼ等しいか大きい。ワイヤ 14 が下部ドラム 12 a に正接して入ってくるように、二つの調整ドラム 20 が備えられている。図示された装置の部品はすべて風力発電プラント、例えばタワーに取り付けられている。ワイヤ 6 はその一方の端部がワイヤ 14 に取り付けられ、他方の端部は水底、例えば海底の取り付け点に取り付けられている。装置にはいくつもの実施形態があって、主ドラムと補助ドラムの配置は変更可能なものである。

【 0 0 3 8 】

風及び水流が、海面の上方及び海中で海上風力発電プラントに水平力を作用する。海上風力発電プラントが発電中であろうとなかろうと、風はクリティカル・レベル (critical level) より高い構造体に対して水平力を作用する。これらの力を低減するために、タワーにはフェアリング (fairing) が設置される。旋回しないタワーには、タワーに作用する力が低減されるように受動的又は能動的に風に向かって回動するフェアリングを設置してもよい。回動可能なタワーを使用することにより、フェアリングはタワーに固定される。

【 0 0 3 9 】

風が海面より上方の構造体に対して大きな力を作用するのと同じく、海中における構造体に対して、高速の水流が予期せぬ大きな水平力を作用するかもしれない。海面の上方と海中との間における力の大きさ及び方向の予期せぬ不一致をさけるために、タワーが海中にフェアリングを含んでいてもよい。タワーがタービンブレードの方向とは無関係に水流の方向に回動できる場合フェアリングは固定される。タワーが水流の方向に回動できない場合、フェアリングは旋回せずに、受動的に水流の方向に向かって回動されるようになっ

10

20

30

40

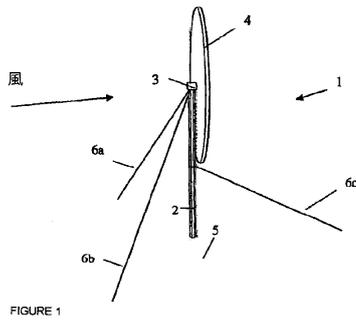
50

ている。フェアリングの空力中心を通過する垂直軸は、水流方向に見られるフェアリングのサスペンションポイント (suspension point) の回転軸の後方に配置されることを前提としている。

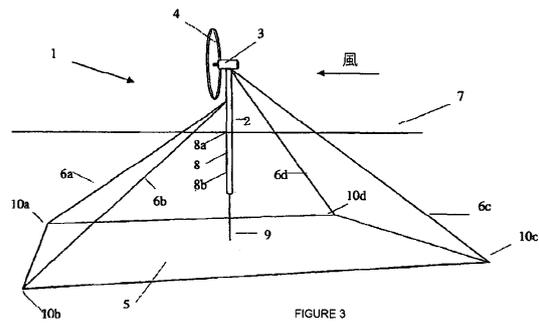
【0040】

風力発電タービンの方位制御は固定ワイヤによりもたらされる力の非対称な横向き分布により生じるモーメントにより行なうことができるが、タービンは周期的なピッチ制御を備えていて、ヨーイング (垂直軸周囲におけるタービンの回動) を行なえるようになっている。

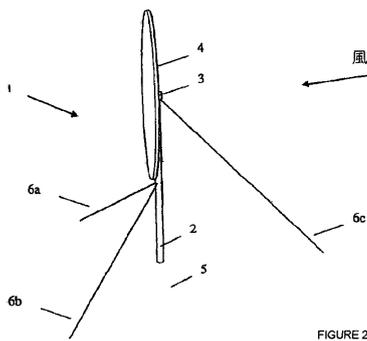
【図1】



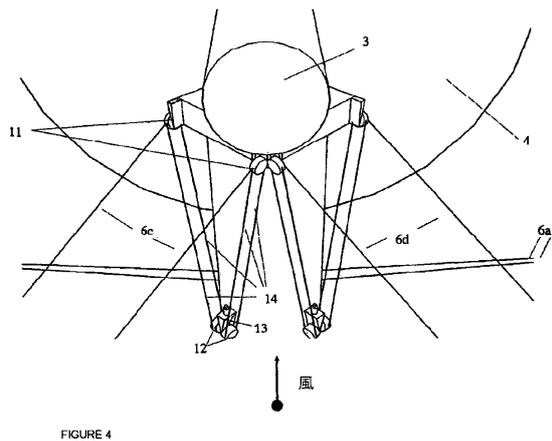
【図3】



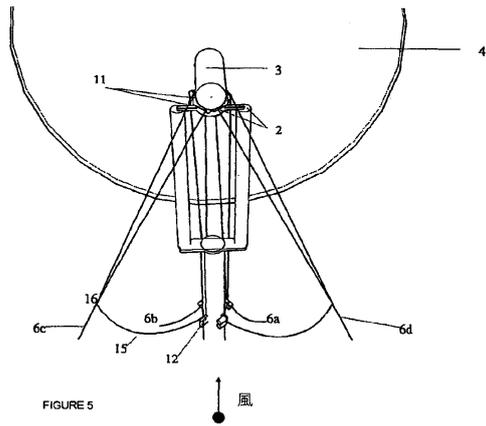
【図2】



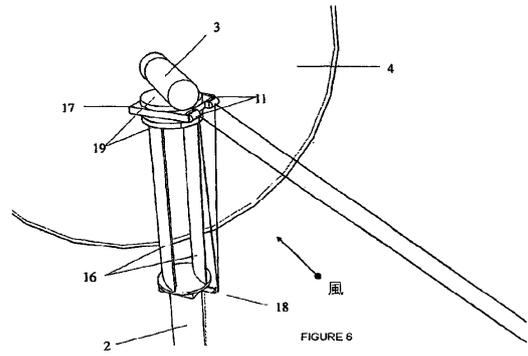
【図4】



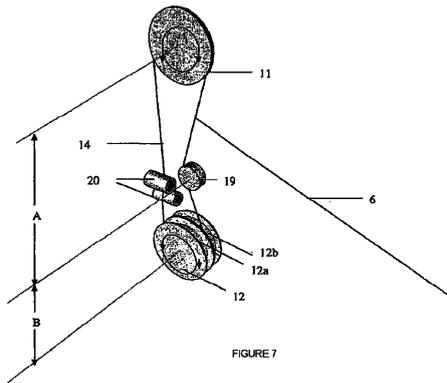
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(74)代理人 100145425

弁理士 大平 和由

(74)代理人 100153084

弁理士 大橋 康史

(72)発明者 ニュガール, トール アンデルス

ノルウェー国, エン - 1 4 3 0 オス, リアベイエン 1 4

(72)発明者 グロルド, クリスティアン

ノルウェー国, エン - 0 2 6 7 オスロ, ソルハイムスクト 1 アー

審査官 大谷 謙仁

(56)参考文献 特開昭 6 1 - 1 9 2 8 6 7 (J P , A)

国際公開第 2 0 0 6 / 1 3 2 5 3 9 (W O , A 1)

特開 2 0 0 3 - 3 2 8 9 2 3 (J P , A)

実開昭 6 1 - 1 5 2 7 7 5 (J P , U)

特開昭 5 9 - 1 4 7 8 7 9 (J P , A)

国際公開第 2 0 0 4 / 0 9 7 2 1 7 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F03D 11/04

F03D 1/06