

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6873144号  
(P6873144)

(45) 発行日 令和3年5月19日(2021.5.19)

(24) 登録日 令和3年4月22日(2021.4.22)

(51) Int. Cl. F I  
**FO3D 13/20 (2016.01)** FO3D 13/20  
**FO3D 1/06 (2006.01)** FO3D 1/06 A

請求項の数 44 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2018-536340 (P2018-536340)	(73) 特許権者	518110637
(86) (22) 出願日	平成28年9月30日 (2016.9.30)		ラガウェイ ウインド ベー. フェー.
(65) 公表番号	特表2018-529890 (P2018-529890A)		LAGERWEY WIND B. V.
(43) 公表日	平成30年10月11日 (2018.10.11)		オランダ王国 3771 エムエル パル
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/073497		ネフェルト ナイフェルハイツブレイン
(87) 国際公開番号	W02017/055598		21
(87) 国際公開日	平成29年4月6日 (2017.4.6)	(74) 代理人	100080816
審査請求日	令和1年9月27日 (2019.9.27)		弁理士 加藤 朝道
(31) 優先権主張番号	1041499	(74) 代理人	100098648
(32) 優先日	平成27年10月1日 (2015.10.1)		弁理士 内田 潔人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	オランダ (NL)	(74) 代理人	100119415
(31) 優先権主張番号	2016927		弁理士 青木 充
(32) 優先日	平成28年6月9日 (2016.6.9)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	オランダ (NL)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力タービンの設置のためのホイスティングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

風力タービンの設置又はメンテナンスのためのホイスティングシステム(255)であって、

ホイスティングシステムは、風力タービントワーの既設部分に荷重支持結合を形成する手段を含み、及び、当該ホイスティングシステムを風力タービントワーの既設部分に沿って上下運動させる手段を含み、

ホイスティングシステムは、タワーセグメント(31、32、56、71)、ナセル(3、122、252)、発電機(4)、ハブ(5、253)及びブレード(6、254)の何れかを1又は2以上のコンバインドホイスト又はシングルホイストで設置又は除去するよう構成されており、

風力タービンはタワーを含み、ホイスティングシステムはカラム(10、138、190、210)とブーム(14、136)とウィンチ(15)とを含み、

カラムは、1又は2以上の結合ポイント(7、19、20、34、36、49、40、62、74、90、92、99、107、139、160、184、185、186、230)を用いて、タワーの部分に対し荷重支持結合を形成するよう構成されており、

結合ポイントは、タワーの長手方向に沿って位置付けられており、

カラムは、荷重支持結合が形成されたとき、ホイスティングシステムをタワーの前記部分に沿って実質的に垂直方向に運動させるよう構成されており、

カラムは、ホイスティングシステムを前記1又は2以上の結合ポイントを用いた荷重支

持結合に沿って案内することを可能にするレール（9、137、191、198、204、213）を更に用いて、荷重支持結合を形成するよう構成されており、

前記レールの第1セクションは結合ポイントに該レールを取り付けるために該レールを開くよう構成された手段を含み、該手段は、更に、レールを閉じ、その結果、該レールが結合ポイントにスライド可能に結合されることにより、ホイステイングシステムを該レールに対し実質的に平行な方向に前記タワーに対し相対的に運動させることを可能にするよう構成されている、

ホイステイングシステム。

【請求項2】

請求項1に記載のホイステイングシステムであって、

カラムと結合ポイントとの間の荷重支持結合は、ホイステイング作業中、荷重支持結合によるパーツ間ジョイントの仮想水平軸線の周りにおける少なくとも $0.25^\circ$ の回転自由度又は少なくとも $0.5^\circ$ の回転自由度又は $1^\circ$ の回転自由度を可能にするよう形成される、

ホイステイングシステム。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のホイステイングシステムであって、

ブームは、レールから少なくとも15m又は少なくとも25mの距離に到達する、ホイステイングシステム。

【請求項4】

請求項3に記載のホイステイングシステムであって、

前記ブームは、

ヨーベアリング、但し、該ヨーベアリングの軸と前記レールの長手方向との間の角度は少なくとも $0.5^\circ$ 又は凡そ $0.75^\circ$ である、及び、

枢動ヒンジ、但し、該枢動ヒンジは、前記ブームを前記カラムに対し当該枢動ヒンジの周りで回動させて少なくとも $20^\circ$ の枢動角度の変化を可能にするための液圧シリンダ又はエレクトロメカニカルアクチュエータを含む、

の少なくとも1つを介して前記カラムに結合している、

ホイステイングシステム。

【請求項5】

請求項1～4の何れかに記載のホイステイングシステムであって、

前記ブームは、ホイステイングケーブルを操作するためのケーブルを含む、ホイステイングシステム。

【請求項6】

請求項1～5の何れかに記載のホイステイングシステムであって、

前記ブームは、該ブームと該ブームのホイステイングポイントから枢動ヒンジの中心への仮想ラインセグメントとの間に、少なくとも1.5m又は少なくとも2.5m又は凡そ4mの距離が得られるよう、湾曲ないし屈曲される、

ホイステイングシステム。

【請求項7】

請求項1～6の何れかに記載のホイステイングシステムであって、

前記タワーは前記1又は2以上の結合ポイントを含み、前記レールは前記カラムに結合されており、該レールは10mの最小長さを有し、又は該レールは20mの最小長さを有し、又は該レールは34mの最小長さを有する、

ホイステイングシステム。

【請求項8】

請求項1～7の何れかに記載のホイステイングシステムであって、

前記カラムは、連続チェーン又はクライミングアクチュエータ又はワゴン（242）を用いることにより、ホイステイングシステムを前記タワーに沿って実質的に垂直方向に運動させるよう構成されている、

10

20

30

40

50

ホイスティングシステム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のホイスティングシステムであって、

前記クライミングアクチュエータはコネクションアクチュエータ ( 9 7、 9 8 ) を含み、  
該コネクションアクチュエータは該クライミングアクチュエータの一方の端部を前記カラムから離れる又は該カラムに向かう方向へ運動させるよう構成されている、

ホイスティングシステム。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 に記載のホイスティングシステムであって、

前記カラムは第 1 クライミングシステムと第 2 クライミングシステムを含み、各クライミングシステムは一方のサイドでは結合ポイントにおいて結合を形成するよう構成されており、他方のサイドでは該カラムに結合されており、

各クライミングシステムは、ホイスティングシステムを実質的に垂直な配向で前記タワーに沿って運動させるよう構成されており、

該第 1 クライミングシステムと該第 2 クライミングシステムとの間のそれらの結合された端部間で測定される距離は、前記カラムの長手方向において少なくとも 1 . 8 m である、

ホイスティングシステム。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 の何れかに記載のホイスティングシステムであって、

前記荷重支持結合は、ホイスティングシステムを結合ポイントに結合するための荷重支持連結器を含み、ホイスティング作業中、荷重支持連結器は、前記レールの長さの上側の 65 % のところ又は前記レールの長さの上側の 35 % のところ又は前記レールの長さの上側の 10 % のところに位置付けられた単独の結合ポイントを介して、垂直力の少なくとも 90 % を前記タワーに伝えるよう、構成されている、

ホイスティングシステム。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 の何れかに記載のホイスティングシステムであって、

更に、ディーゼル発電機、燃料電池又は蓄電池のような化学反応に基づく電源 ( 2 1 8 ) を含む、

ホイスティングシステム。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 の何れかに記載のホイスティングシステムであって、

タワー頂部セグメント及び風力タービンのナセル ( 2 5 2 )、発電機 ( 2 1 6 )、ハブ ( 2 5 3 ) 及びブレード ( 2 5 4 ) 又はそれらの部分の 1 又は 2 以上をホイストしかつ設置するよう構成されている、

ホイスティングシステム。

【請求項 14】

陸上型 ( 2 5 0 ) 又は洋上型 ( 1 ) の風力タービンであって、

該風力タービンは、タワー、ナセル ( 2 5 2 )、発電機 ( 2 1 8 )、ハブ ( 2 5 3 ) 及び少なくとも 1 つのブレード ( 2 5 4 ) を含み、

該タワーは、請求項 1 ~ 13 の何れかに記載のホイスティングシステム ( 2 5 5 ) の分離可能な結合及び案内のための 1 又は 2 以上の結合ポイント ( 7、 1 9、 2 0、 3 4、 3 6、 4 9、 4 0、 6 2、 7 4、 9 0、 9 2、 9 9、 1 0 7、 1 3 9、 1 6 0、 1 8 4、 1 8 5、 1 8 6、 2 3 0 ) を含み、

前記結合ポイントは該タワーの長手方向に沿って位置付けられており、

ホイスティングシステムは、前記タワーの実質的に一方のサイドの外側に分離可能に結合されており、それによって、風力タービンとホイスティングシステムのコンビネーション ( 1 ) を形成し、

ホイスティングシステムはカラムとレールを含み、

10

20

30

40

50

該コラムは該レールに結合されており、該レールは該タワーに沿ってホイステイングシステムを案内するよう構成されており、

該レールは前記結合ポイントの少なくとも1つに固定的に又はスライド可能に結合している、

風力タービン。

【請求項15】

請求項14に記載の風力タービンであって、

前記タワーは、10m超の相互間隔で又は30m未満の相互間隔で又は15m未満の相互間隔で配された複数の結合ポイントを含む、

風力タービン。

10

【請求項16】

請求項14又は15に記載の風力タービンであって、

前記タワーは、複数の積み重ねセグメント(2)を含み、

少なくとも1つの結合ポイントは、2つの隣り合うタワーセグメントのオーバーラップ部分(8)に位置付けられている、

風力タービン。

【請求項17】

請求項14～16の何れかに記載の風力タービンであって、

少なくとも1つの結合ポイントは、該結合ポイントの中心から該結合ポイントの中心から少なくとも50cm離れたところまでの又は該結合ポイントの中心から少なくとも100cm離れたところまでの距離に沿って前記タワーの外側において補強されている、

風力タービン。

20

【請求項18】

請求項14～17の何れかに記載の風力タービンであって、

前記タワーの内部は、前記結合ポイントにおいて補強されている、

風力タービン。

【請求項19】

請求項14～18の何れかに記載の風力タービンであって、

3つの連続する結合ポイントの中心は、前記タワーの長手方向に対し前記タワーの半径方向に20cmの最大偏差を伴って又は前記タワーの半径方向に10cmの最大偏差を伴って又は前記タワーの半径方向に5cmの最大偏差を伴って整列している、

風力タービン。

30

【請求項20】

請求項14～19の何れかに記載の風力タービンであって、

前記タワーは、タワー長さの50%を超える又はタワー長さの80%を超える荷重支持壁を含む、

風力タービン。

【請求項21】

請求項20に記載の風力タービンであって、

前記タワーの長手方向に対し直角な方向における前記荷重支持壁の横断面は、円状又は多角形状に形成されている、

風力タービン。

40

【請求項22】

請求項14～21の何れかに記載の風力タービンであって、

前記タワーは、チューブ状に形成され、かつ、複数の垂直セグメントから組み立てられ、

各セグメントは、1つのセグメントの長さにならって延在する複数の湾曲又は屈曲プレートから組み立てられている、

風力タービン。

【請求項23】

50

請求項 1 6 ~ 2 2 の何れかに記載の風力タービンであって、  
前記セグメントの 1 又は 2 以上は、10 m ~ 16 m の長さを有する、  
風力タービン。

【請求項 2 4】

請求項 1 4 ~ 2 3 の何れかに記載の風力タービンであって、  
前記タワーは、タワー長さの少なくとも 50 % にわたって又はタワー長さの少なくとも  
80 % にわたってテーパー状に形成されている、  
風力タービン。

【請求項 2 5】

請求項 1 4 ~ 2 4 の何れかに記載の風力タービンであって、  
全ての結合ポイントの高さの合計は、タワー長さの 20 % 未満又はタワー長さの 10 %  
未満である、  
風力タービン。

10

【請求項 2 6】

請求項 1 4 ~ 2 5 の何れかに記載の風力タービンであって、  
風力タービンは、堤防の中央部から 100 m 未満又は 50 m 未満又は 20 m 未満の距離  
のところに設置されている、  
風力タービン。

【請求項 2 7】

請求項 1 4 ~ 2 6 の何れかに記載の風力タービンであって、  
請求項 1 ~ 1 3 の何れかに記載のホイステイングシステムに応じて構成された第 2 のホ  
イステイングシステムの分離可能な結合のために、前記タワーの長手方向に沿って連続的  
にかつタワー中心軸を中心とする円筒座標系において前記 1 又は 2 以上の結合ポイントか  
ら少なくとも 20 ° の角度差をなして位置付けられた 1 又は 2 以上の更なる結合ポイント  
を含む、  
風力タービン。

20

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載の風力タービンであって、  
海面 (134) から突出する構造体 (133) を含み、  
該構造体は、ホイステイングシステムの分離可能な結合かつ案内のための前記 1 又は 2  
以上の結合ポイントの少なくとも 1 つを含む移行部分を含む、  
風力タービン。

30

【請求項 2 9】

請求項 1 4 ~ 2 8 の何れかに記載の風力タービンであって、  
風力タービンは軸高さを有し、該軸高さは 80 m 超又は 130 m 超又は 180 m 超であ  
る、  
風力タービン。

【請求項 3 0】

請求項 1 4 ~ 2 9 の何れかに記載の風力タービンであって、  
風力タービンは設計 r p m を有し、  
風速 12 m / s の場合の設計 r p m と風速 6 m / s の場合の設計 r p m との比は、3 未  
満かつ 1 . 3 超又は 1 . 5 超又は 1 . 8 超である、  
風力タービン。

40

【請求項 3 1】

請求項 3 0 に記載の風力タービンであって、  
前記レールは、少なくとも 2 つの結合ポイントに対しスライド可能に及び / 又は固定的  
に結合されている、  
風力タービン。

【請求項 3 2】

請求項 3 0 又は 3 1 に記載の風力タービンであって、

50

風力タービンの建設中にタワーのパーツのホイスティング作業のためにホイスティングシステムを前記タワーに分離可能に結合するために使用される地表面から測定して最も高い位置にある結合ポイントは、最上部の2つの既設のタワーセグメントのオーバーラップ部分に位置付けられている、

風力タービン。

【請求項33】

請求項29～32の何れかに記載の風力タービンであって、

ホイスティングシステムは、枢動ヒンジに対しホイスティングポイントのほぼ反対側において釣り合い錘又は釣り合い力を生成する手段なしで、前記タワーに分離可能に結合されている、

風力タービン。

【請求項34】

請求項14～33の何れかに記載の風力タービンの、頂部タワーセグメント以外の、タワーセグメント(2)であって、

該セグメントは、当該セグメントが風力タービンの部分として設置されるとき、請求項1～13の何れかに記載のホイスティングシステムを分離可能に結合するための結合ポイントを含む、

タワーセグメント。

【請求項35】

請求項14～33の何れかに記載の風力タービンを建設するための方法であって、

該方法は、請求項1～13の何れかに記載のホイスティングシステムを用いて基部の上部に1又は2以上のタワーセグメントを設置することにより風力タービンのタワーの少なくとも一部分を構築すること

前記ホイスティングシステムを用いて連続するタワーセグメントの1又は2以上の部分をホイスストし、該セグメントを設置することにより、前記タワーの部分形成すること、及び、

前記ホイスティングシステムを前記結合ポイントに沿って上方へ案内し、前記レールを前記連続するタワーセグメントの1又は2以上の結合ポイントに固定的に又は分離可能に結合すること

を含む、

方法。

【請求項36】

請求項14～33の何れかに記載の風力タービンを建設するための方法であって、

前記ホイスティングシステムを用いない伝統的な建設方法を用いて地平面の近くに設置される1又は2以上の底部タワーセグメントを建設すること、

前記ホイスティングシステムを用いて連続するタワーセグメントの1又は2以上の部分をホイスストし、該セグメントを設置することにより、前記タワーの部分形成すること、及び、

前記ホイスティングシステムを前記結合ポイントに沿って上方へ案内し、前記レールを前記連続するタワーセグメントの1又は2以上の結合ポイントに固定的に又は分離可能に結合すること

を含む、

方法。

【請求項37】

請求項35又は36に記載の方法であって、

最後のタワーセグメントが設置されたのち、風力タービンのナセル、発電機、ハブ及びブレード又はこれらの部分の1又は2以上をホイスストしかつ設置するステップを更に含む、

方法。

【請求項38】

10

20

30

40

50

請求項 37 に記載の方法であって、

複数のブレードを一度に 1 つずつホイスする場合、該方法は、他のブレードをホイス  
トしかつ設置するために適切な位置にハブを位置付けることを可能にするために、設置さ  
れたブレードを前記ホイスティングシステムを用いて上下にホイストすることにより設置  
されたハブを回転させるステップを含む、

方法。

【請求項 39】

請求項 35 ~ 38 の何れかに記載の方法であって、

全体で 4 つの最下部タワーセグメントの何れか 1 つのホイス中、前記ホイスティング  
システムのブームのホイスティングポイントと、前記ホイスティングシステムと前記タワ  
ーの間の上側結合ポイントの中心との間の距離は、常に、該タワーセグメントの直径より  
も小さい、

方法。

【請求項 40】

請求項 35 ~ 39 の何れかに記載の方法であって、

請求項 27 に応じた第 2 のホイスティングシステムをホイストしかつ設置することを更  
に含み、該ホイスト及び設置は前記ホイスティングシステムを用いる、

方法。

【請求項 41】

請求項 14 ~ 33 の何れかに記載の風力タービン又は建設中の風力タービンに請求項 1  
~ 13 の何れかに記載のホイスティングシステムを分離可能に結合する方法であって、  
該ホイスティングシステムはカラムとレールを含み、該カラムは該レールに結合されて  
おり、該風力タービンは 2 又は 3 以上のタワーセグメントと 1 又は 2 以上の結合ポイント  
とを含むタワーを含み、

該方法は、前記レールを前記 1 又は 2 以上の結合ポイントに固定的に結合するステップ  
を含む、

方法。

【請求項 42】

請求項 35 に記載の方法であって、

前記風力タービンは洋上風力タービンであり、

該方法は、1 又は 2 以上のタワーセグメントに結合されたホイスティングシステムを船  
舶 (130) から該風力タービンの基部 (133) にホイストすることを更に含む、

方法。

【請求項 43】

請求項 35 に記載の方法であって、

前記風力タービンは洋上風力発電装置であり、

該方法は、該風力タービンの設置された部分に結合されたケーブル (157) を用いて  
、前記ホイスティングシステムを台船から該風力タービンの設置された部分の 1 又は 2 以  
上の結合ポイントにホイストすることを更に含む、

方法。

【請求項 44】

請求項 14 ~ 33 の何れかに記載の風力タービン又は建設中の風力タービンから請求項  
1 ~ 13 の何れかに記載のホイスティングシステムを除去する方法であって、

該ホイスティングシステムはカラムとレールを含み、該カラムは該レールに結合されて  
おり、該風力タービンは 2 又は 3 以上のタワーセグメントと 1 又は 2 以上の結合ポイント  
とを含むタワーを含み、

該方法は、結合ポイントに対する前記レールの固定的な結合を解除するステップ、結合  
ポイントに対する前記レールのスライド可能な結合を用いて前記ホイスティングシステム  
を下方に運動させるステップ、及び、該ホイスティングシステムを該風力タービンから取  
り去るステップを含む、

10

20

30

40

50

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力タービンの設置のためのホイスティングシステム、該ホイスティングシステムの使用を容易化する手段を含む風力タービン、風力タービンのセグメント、風力タービンを設置する方法、ホイスティングシステムを風力タービンに結合する（取り付ける）方法、ホイスティングシステムを風力タービンから除去する方法、及び、既設の風力タービンを適合化する方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

洋上ないし水上（オフショア）風力タービンの設置（建設）は極めて費用が高む作業である。大きな設置コストの大部分は風力タービンの部分を基部の上部に据え付けるためのホイスティング（吊上げ）に関連する。これらの部分は重量が大きく、また、互いに対し正確かつ綿密に据え付けられることが要求される正確に形状形成されたジョイント（複数）を有する。このため、いわゆるジャッキアップ（jack-ups）に取り付けられるクレーン、即ち、海面の上方に台船を持ち上げることが可能な可動脚を有する自己昇降式作業プラットフォーム、が必要となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献1】US9022691B2

【特許文献2】WO2016112929

【特許文献3】WO2016000681A1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ジャッキアップの既知の代替手段は幾つか存在し、例えばUS9022691B2に記載されたものがある。この場合、船舶（vessel）が風力タービン基部に結合され、次いで、該船舶はタワーの底部において当該船舶に結合された完全な風力タービンを該基部上に降下する。このシステムは依然として巨大な船舶を必要とする。更に、船舶によって基部に印加される力は、海の状態が激しい間又は中程度の間でさえも、莫大である。このことは、コストが依然として大きいこと、作業可能期間（operational windows）が極めて制限されていること、及び、例えばブレードの交換のための手段が依然として存在しないこと、を意味する。WO2016112929には他の設置方法の一例が記載されているが、この場合、船舶は、安定的な作業プラットフォームを提供するよう、海底に着座するまで降下される。この方策は伝統的なジャッキアップとほぼ同じ欠点を有する。WO2016000681A1に記載されているような浮遊式洋上風力タービンは、設置コストは削減するが、例えばブレード、ベアリング又は発電機のような比較的大きな部分が故障した場合、コスト的に効率的な手段は依然として提供しない。

30

40

【0005】

既存の方策の上記の欠点を克服することが求められている。

【0006】

更に、労働及びメンテナンスのコストは風力タービンのサイズの増大と共に益々増大する一方であるが、コストを最小化するには、風力タービンは益々大型化している。サイズ及び高さの増大と共に、風力タービンの設置コストは緩やかに増大するのではなく、少なくともタービンサイズと共に直線的に増大する。利用可能な最大クラスの工業用クレーンは最大の陸上（オンショア）風力タービンの設置のために要求されている。このような重いモジュール式のクレーンユニットは高価であり、しばしば、道路の強化や特別な輸送許可を必要とする。これらの欠点に加えて、これらのクレーンは必ずしも利用できるとは限

50

らない大きな空間を必要とし、そのようなクレーンがウインドファームの次の（次に設置される）風力タービンのために必要とされる場合、例えば地形が複雑であるとか又は道路が狭すぎるという理由で、当該クレーンをこの（次の）風力タービンへ移動させることができないということが起こり得る。このため、クレーンを撤去し、部分ごとに輸送し、再び利用可能な状態にする必要があるが、これは非効率的で時間のかかる作業である。

【0007】

従って、洋上型（オフショア）及び陸上型（オンショア）の両者タイプの風力タービンをより効率的に、とりわけ大型の一般用途のクレーンを必要とすることなく、設置（建設）可能にする必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の視点により、風力タービンの設置又はメンテナンスのためのホイスティングシステムが提供される。ホイスティングシステムは、風力タービントワーの既設部分に荷重支持結合（load bearing connection）を形成する手段を含み、及び、当該ホイスティングシステムを風力タービントワーの既設部分に沿って上下運動させる手段を含み、

ホイスティングシステムは、タワーセグメント、ナセル、発電機、ハブ及びブレードの何れかを1又は2以上のコンバインドホイスト又はシングルホイストで設置又は除去するよう構成されており、

風力タービンはタワーを含み、ホイスティングシステムはカラムとブームとウィンチとを含み、

カラムは、1又は2以上の結合ポイントを用いて、タワーの部分に対し荷重支持結合を形成するよう構成されており、

結合ポイントは、タワーの長手方向に沿って位置付けられており、

カラムは、荷重支持結合が形成されたとき、ホイスティングシステムをタワーの前記部分に沿って実質的に垂直方向に運動させるよう構成されており、

カラムは、ホイスティングシステムを前記1又は2以上の結合ポイントを用いた荷重支持結合に沿って案内することを可能にするレールを更に用いて、荷重支持結合を形成するよう構成されており、

前記レールの第1セクションは結合ポイントに該レールを取り付けるために該レールを開くよう構成された手段を含み、該手段は、更に、レールを閉じ、その結果、該レールが結合ポイントにスライド可能に結合されることにより、ホイスティングシステムを該レールに対し実質的に平行な方向に前記タワーに対し相対的に運動させることを可能にするよう構成されている（形態1・第1基本構成）。

本発明の第2の視点により、陸上型又は洋上型の風力タービンが提供される。

該風力タービンは、タワー、ナセル、発電機、ハブ及び少なくとも1つのブレードを含み、

該タワーは、本発明に応じたホイスティングシステムの分離可能な結合及び案内のための1又は2以上の結合ポイントを含み、

前記結合ポイントは該タワーの長手方向に沿って位置付けられており、

ホイスティングシステムは、前記タワーの実質的に一方のサイドの外側に分離可能に結合されており、それによって、風力タービンとホイスティングシステムのコンビネーションを形成し、

ホイスティングシステムはカラムとレールを含み、

該カラムは該レールに結合されており、該レールは該タワーに沿ってホイスティングシステムを案内するよう構成されており、

該レールは前記結合ポイントの少なくとも1つに固定的に又はスライド可能に結合している（形態14・第2基本構成）。

本発明の第3の視点により、本発明に応じた風力タービンを建設するための方法が提供される。

該方法は、本発明に応じたホイスティングシステムを用いて基部の上部に1又は2以上

10

20

30

40

50

のタワーセグメントを設置することにより風力タービンのタワーの少なくとも一部分を構築すること

前記ホイスティングシステムを用いて連続するタワーセグメントの1又は2以上の部分をホイストし、該セグメントを設置することにより、前記タワーの部分形成すること、及び、

前記ホイスティングシステムを前記結合ポイントに沿って上方へ案内し、前記レールを前記連続するタワーセグメントの1又は2以上の結合ポイントに固定的に又は分離可能に結合すること

を含む(形態35・第3基本構成)。

本発明の第4の視点により、本発明に応じた風力タービンを建設するための方法が提供される。

該方法は、前記ホイスティングシステムを用いない伝統的な建設方法を用いて地平面の近くに設置される1又は2以上の底部タワーセグメントを建設すること、

前記ホイスティングシステムを用いて連続するタワーセグメントの1又は2以上の部分をホイストし、該セグメントを設置することにより、前記タワーの部分形成すること、及び、

前記ホイスティングシステムを前記結合ポイントに沿って上方へ案内し、前記レールを前記連続するタワーセグメントの1又は2以上の結合ポイントに固定的に又は分離可能に結合すること

を含む(形態36・第4基本構成)。

本発明の第5の視点により、本発明に応じた風力タービン又は建設中の風力タービンから本発明に応じたホイスティングシステムを除去する方法が提供される。該方法において、

該ホイスティングシステムはカラムとレールを含み、該カラムは該レールに結合されており、該風力タービンは2又は3以上のタワーセグメントと1又は2以上の結合ポイントとを含むタワーを含み、

該方法は、結合ポイントに対する前記レールの固定的な結合を解除するステップ、結合ポイントに対する前記レールのスライド可能な結合を用いて前記ホイスティングシステムを下方に運動させるステップ、及び、該ホイスティングシステムを該風力タービンから取り去るステップを含む(形態44・第5基本構成)。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の一側面に応じ、洋上風力タービンの設置のためのホイスティング(吊上げないし昇降)システムが提案される。該ホイスティングシステムは、風力タービントワーに荷重支持結合(load bearing connection)を形成する手段を含み、及び、ホイスティングシステムをタワーに沿って上下運動(昇降)させる手段を含み、ホイスティングシステムは、当該ホイスティングシステムが該荷重支持結合によって風力タービントワーの既設部分に結合されているとき、該荷重支持結合の上方にあるタワーセグメント、ナセル、発電機、ハブ及びブレードの何れかを設置又は除去するよう構成(配置)されている。

【0010】

好ましくは、ホイスティング作業中、荷重支持結合は、ホイスティングシステムの質量の実質的部分を、例えば質量の少なくとも40%又はより好ましくは質量の少なくとも80%を、風力タービントワーの既設部分に移送する。

【0011】

本発明の上記の側面に応じたホイスティングシステムは、風力タービンの既存部分の他の如何なる安定化手段を必要としないという顕著な利点を有する。かくして、洋上設置プロセスのコスト及び複雑性が大幅にカットされる。更に、そのクライミング(climbing)特性のために、ホイスティングシステムは従来の洋上型クレーンよりも遥かに小型かつ軽量である。更に、ホイスティングシステムは、例えば単独の(single)ブレード又は発電機のみを、ジャッキアップを必要とすることなく交換することもできる。これらの利点は

10

20

30

40

50

実際に大きなものであり、洋上型についての大きな設置及びメンテナンスコストの頑固な問題に対する驚くべき解決策を提供する。

【 0 0 1 2 】

本発明の一側面に応じ、カラム、ブーム及びウィンチを含む、洋上又は陸上風力タービンの設置又はメンテナンスのためのホイスティングシステムが提案される。該カラムは風力タービンのタワーに対する荷重支持結合を達成するための手段を含み、及び、該カラムはホイスティングシステムをタワーに沿って上下運動させる手段を含む。タワーは1又は2以上の結合ポイントを含み、カラムは1又は2以上の結合ポイントを用いてタワーの(一)部分に対する荷重支持結合を生成するよう構成されている。カラムは、タワーの(一)部分に結合されたとき、タワーの前記(一)部分に沿って実質的に垂直方向にホイスティングシステムを運動させるよう構成されている。

10

【 0 0 1 3 】

そのようなシステムは、既設のタワーセグメントに沿って上方に運動する間に、連続するタワーセグメント(複数)を設置することができる。タワーの構築が完了した後、ナセル、発電機、ハブ及びロータブレードを設置することができる。有利なことに、そのようなシステムは、洋上型及び陸上型のいずれのタイプの風力タービンについても使用可能である。

【 0 0 1 4 】

有利なことに、本発明のホイスティングシステムは、風力タービンを設置するための従来の工業用大型クレーンの代わりに使用されることにより、より少ないコストでかつ道路の強化及び特別な輸送許可を必要とすることなく風力タービンを建設することができる。更に、風力タービンの建設地の面積は、従来のクレーンを用いた場合の3000m<sup>2</sup>から本発明のホイスティングシステムを用いた場合の凡そ200m<sup>2</sup>に縮小可能である。

20

【 0 0 1 5 】

ホイスティングシステムのカラムは、典型的には、タワーに結合されている(複数の)結合ポイントに沿って実質的に垂直方向にホイスティングシステムを案内するレールを含む。該レールの好都合な最大長さは60mであり、他方、好都合な最小長さは10m、好ましくは20m、より好ましくは34mである。相対的に長いレールは、力はアームによって分割される曲げモーメントに等しいためにタワーに対し大きな横方向の力を印加することなく、より下側のタワーセグメントやナセルのような質量が大きい部分のホイスティングを可能にする。

30

【 0 0 1 6 】

ホイスティングシステムは、タワー(の面)にある結合ポイント(複数)に沿った当該ホイスティングシステムの簡単かつ迅速な上下運動を可能にするため、効率的である。

【 0 0 1 7 】

一実施形態において、ホイスティングシステムはレールを含み、該レールの1つのセクションは、該レールセクションが風力タービントワーの1つの結合ポイントの上方に配置されることが可能な第1位置と、該レールがタワーに沿った上下運動のみが可能であるよう該レールセクションが当該結合ポイントを包囲する第2位置とに配置可能に構成されている。

40

【 0 0 1 8 】

一実施形態において、ホイスティングシステムのカラムは、該ホイスティングシステムをタワーに沿って上下運動させる手段を含む。そのような手段は、クライミング(climbing)アクチュエータ及び/又はコネクション(connection)アクチュエータを含むことができるが、これらは何れも液圧(ハイドロ)シリンダ又はエレクトロメカニカルリアアクチュエータのタイプであり得る。これらのアクチュエータは固定部分と可動部分を有することができる。各アクチュエータの固定部分は一端部においてカラムに場合によっては蝶番式に固定されることができる。本発明に応じた一実施形態において、クライミングアクチュエータの固定部分の他端部はコネクションアクチュエータの可動部分の一端部に結合されており、そのため、コネクションアクチュエータはクライミングアクチュエータを

50

カラム付近からカラムから更に離れる方向へ運動させることができる。クライミングアクチュエータの可動部分の端部は、(1つの)結合ポイントに結合するための手段を含む結合端部である。クライミングシステムは、ホイスティングシステムを上下運動させることが可能なクライミングアクチュエータを含み、クライミングアクチュエータの結合端部は、コネクションアクチュエータによって、自由位置から当該結合端が(1つの)結合ポイントに結合されている位置まで、制御されることができる。

【0019】

一実施形態において、クライミングシステムは、2セット(double set)のクライミングアクチュエータ及びコネクションアクチュエータを含み、このため、荷重を分散し、従って、システムのコストを低減するという利点、更には、一組のクライミングアクチュエータ及びコネクションアクチュエータが故障する場合にもクライミングアクチュエータが依然として作動可能であるよう冗長性を導入するという利点を有する。そのような故障が生じる場合、ホイスティングシステムは、この冗長性のために、少なくとも、地面(基部領域: ground)に向かって下方に運動することが依然として可能である。

10

【0020】

一実施形態において、クライミングシステムは、レールに結合されておりかつ連続する(隣り合う)結合ポイント間の少なくとも最大距離にわたって運動するスピンドルを含むことができる。該スピンドルは、電気モータ又は液圧(ハイドロ)モータによって駆動され、かつ、当該スピンドルの回転によってレールに沿って運動するワゴンに結合されている。該ワゴンは、(1つの)結合ポイントと共に荷重支持結合を生成することができる。

20

【0021】

一実施形態において、ホイスティングシステムは、第1クライミングシステム及び第2クライミングシステムを含み、第1クライミングアクチュエータ(システム)とカラムとの結合の中心と第2クライミングシステムとカラムとの結合の中心との間の距離は、カラムの長さ方向において、とりわけ凡そ5.7m、少なくとも1.8mである。2つのクライミングシステムを有することの利点は、各クライミングアクチュエータが単一(単独)のクライミングシステムの場合と比べて凡そ半分の長さを有することができ、そのため、より良好な安定性及びコストのより大きな低減を提供することができる。2つのクライミングシステムが繰り返し使用されることにより、ホイスティングシステムはタワーに沿って実質的に垂直(鉛直)方向に運動する。例えば、まず、第1クライミングシステムが1つの結合ポイントに結合され、かつ、結合ポイント間の距離の凡そ50%にわたってホイスティング(システム)を引き上げ、次いで、第2クライミングシステムが別の(更なる)結合ポイントに結合し、そして、第1クライミングシステムが分離した後、次の結合ポイントに結合できるよう、第2クライミングシステムがホイスティングシステムを更に引き上げる。夫々結合ポイント間の距離の凡そ3分の1、4分の1、5分の1等にわたってホイスティングシステムを運動させることができる3つ、4つ、5つ等のクライミングシステムを使用することも可能であることは明らかであろう。なお、この結合ポイント間の距離は通常は6m~26m、好ましくは10m~18m、例えば凡そ11.5mである。

30

【0022】

一実施形態において、ホイスティングシステムは、カラムに結合される(複数の)従動(被駆動)はめ歯車(driven cogwheels)の周りで運動するチェーンを含む。該チェーンを(1つの)結合ポイントに結合することにより、ホイスティングシステムを上下運動させることができる。ホイスティングシステムを運動させる他のオプションは、(1つの)ケーブルを一方のサイドにおいて(1つの)結合ポイントに結合し、他方のサイドにおいて、カラムに取り付けられているウィンチに結合することである。

40

【0023】

一実施形態では、ホイスティングシステムは、該ホイスティングシステムを結合ポイントに固定的に結合することが可能な連結器(coupling)を含む。この固定的結合は、該連結器が該ホイスティングシステムの垂直(鉛直)力(複数)を該結合ポイントに伝達できるような、格別には(有利には)これらの垂直力の少なくとも30%を、より格別には(

50

有利には)これらの垂直力の少なくとも90%を伝達できるような結合である。一実施形態では、カラムにおける連結器の高さ位置は、レールの長さの下側の65%以内であり、好ましくはレール長さの35%~65%の間である。

【0024】

一実施形態では、カラムと結合ポイントの間の連結器は、ホイスティング作業中、連結器によるパーツ間ジョイント(joint)の仮想水平軸線の周りでの少なくとも0.25°、好ましくは少なくとも0.5°、より好ましくは少なくとも1°、例えば2°の回転自由度が可能になるように構成されている。この自由度は、大きな曲げモーメントが結合ポイント(複数)に加えられることを回避し、従って、コストを低減する。

【0025】

ホイスティングシステムの好都合な一実施形態は、レールから少なくとも15m(離れた位置)に、好ましくはレールから少なくとも25m(離れた位置)に到達するブームを含む。ホイスティングシステムの一実施形態によれば、ブームの最大長さは60mである。更なる有利なホイスティングシステムにおいては、ブームはヨーベアリング(yaw bearing)を介してカラムに結合されており、とりわけ該ヨーベアリングの回転軸は、レールの長さ方向に対し0.5°超だけ、好ましくは1°超だけ、より好ましくは5°未満だけ傾いている。ホイスティングシステムの更なる好都合な一実施形態では、ブームは枢動ヒンジ(tilt hinge)を介してヨーベアリングに結合しているか又はブームは枢動ヒンジを含んでおり、枢動ヒンジは少なくとも20°にわたって、好ましくは200°未満にわたって調節可能である。枢動運動は、液圧(ハイドロ)アクチュエータ又はエレクトロメカニカルアクチュエータによって駆動可能である。

【0026】

一実施形態では、カラムは、レールの上方に15mを超えて、好ましくは25mを超えて延在し、及び、ヨーベアリングを含む。該ヨーベアリング(上)には、ブームに沿って移動可能なホイスティングポイントを含むほぼ水平なブームが取り付けられている。

【0027】

一実施形態では、ブームは、ホイスティングケーブルを駆動するウィンチを含み、とりわけ、ブームは、ホイスティングポイントに到達する夫々独立のホイスティングケーブルを有する複数のウィンチを含む。この場合、各ウィンチは負荷(荷重)全体の一部を受容する。

【0028】

一実施形態では、ホイスティングシステムは屈曲又は湾曲されるブームを含み、このブームは、枢動ヒンジの中心からホイスティングポイントへの(枢動ヒンジの中心とホイスティングポイントを結ぶ)線分の当該ブームに対する距離が少なくとも1.5m、好ましくは少なくとも2.5m、より好ましくは凡そ4mに達するよう、屈曲又は湾曲される。

【0029】

ホイスティングシステムは、地面(ground)から、タービン基部から又は船舶から電気ケーブルによって電力の供給が可能である。一実施形態では、ホイスティングシステムは、ディーゼル発電機、燃料電池又は蓄電池のような化学反応に基づく電源を含むが、このような電源はホイスティングシステムに設置され、そのため、地面又は海面(水面)に至る長いケーブルは不要になる。これにより、ケーブルのコスト及び重量が省かれ、更に、ホイスティング作業のための好天期間(weather window)を短くしかつシステムの信頼性を低下させる風によるケーブルの揺動の問題が回避される。一実施形態では、電源は液圧(ハイドロ)ポンプに直接又は電気モータを介して間接的に接続される。他の一実施形態では、ホイスティングシステムは、例えばバックアップとして地上から電気ケーブルによって駆動可能な第2の液圧ポンプを含む。

【0030】

風力タービンの陸上設置(建設)のために、従来大型クレーンは、輸送のために、数ダースのトラック、例えば50台のトラックを必要とするのに対し、本発明に応じたホイスティングシステムは、5台未満の、例えば僅か2台の標準的トラックで輸送可能であり

10

20

30

40

50

、これにより、（建設）現場におけるコスト及び空間上の要件に対する利点が得られる。

【0031】

陸上（オンショア）風力タービンについての更なる利点は、（従来の）大型クレーンの組立には数日を要するのに対し、本ホイスティングシステムは数時間で設置可能であることである。

【0032】

陸上風力タービンについての一層更なる利点は、本ホイスティングシステムは、既知のリフティングシステムと比べて相対的に高速に風力タービントワーに沿って上下運動（昇降）することができることである。

【0033】

本発明の更なる一視点によれば、タワー、ナセル、発電機、ハブ及び少なくとも1つのブレードを含む風力タービンであって、該タワーがホイスティングシステムの、とりわけ本発明に応じたホイスティングシステムの結合及び案内のための結合ポイント（複数）を含むものが提案される。

【0034】

一実施形態では、風力タービンは、10mより大きく30mより小さい相対（相互）間隔で配される結合ポイント（複数）を含む。

【0035】

一実施形態では、風力タービンのタワーはオーバーラップ（領域）において互いにボルトで結合されるオーバーラップする筒状のセグメント（複数）を含み、結合ポイントがこのオーバーラップ（領域）に設けられることにより、結合ポイント付近におけるタワーの補強の必要性はより小さくなる。なぜなら、オーバーラップにより二重層化した（2つの）パーツはそれら自体でより大きなスチフネスを有するからである。

【0036】

一実施形態では、結合ポイントは、タワーに結合されかつ結合ポイントの中心から少なくとも50cmだけ、好ましくは少なくとも100cmだけ延出する補強構造部材を含む。そのような補強構造体は、タワーの外（周）側に又は内（周）側に又はその両者に設けることが可能である。とりわけセグメント型タワーの第1又は第2タワーセグメントのために、補強構造部材は、結合ポイントからタワー基部に到達する構造的ビーム、又は、タワー中心軸の周りで回転したときタワー壁に沿って結合ポイントから10°を超える、好ましくは30°を超える位置のタワー壁までほぼ水平方向に延在する構造的ビームを含んでもよい。

【0037】

一実施形態では、風力タービンは、タワーの長手方向（垂直方向）に対し最大の偏差（ずれ：deviation）を以って整列される複数の結合ポイントを含む。例えば、上方に向かって1～Nの番号が付されたN個の結合ポイントがあり、結合ポイントMについてM=1～N-2であるとする、結合ポイントMと結合ポイントM+1の中心間のライン（線分）は、次の結合ポイントの中心に対し、最大で5cmの、好ましくは最大で10cmの、より好ましくは最大で20cmの距離に達する。

【0038】

一実施形態では、風力タービンは、荷重支持壁（load carrying wall；ラチス構造のタワーに配されるクラディングとは異なり荷重の支持が可能な壁）を有するタワーを含み、とりわけ壁がタワー長さにわたって荷重支持するタワーを含み、本発明に応じた風力タービンは、タワーの全長にわたって荷重支持壁を有する非構造型タワーを含む。

【0039】

一実施形態では、風力タービンは、水平面における外周の横断面が円形又は多角形の形状を有するタワーを含む。

【0040】

一実施形態では、風力タービンは、複数の垂直セグメントを含む筒状のタワーを含み、該セグメントは当該セグメントの垂直長さにわたって延在する折り曲げないし折り畳みさ

10

20

30

40

50

れたスチールプレート（複数）で作られている。

【0041】

－実施形態では、風力タービンは、10m～22mの長さの、好ましくは10m～16mの長さの、複数の垂直セグメントを含むタワーを含む。

【0042】

タワーは筒状タイプであり得かつプレテンション式コンクリート（pre tensioned concrete）製又は木製又はスチール製であり得る。その代わりに、タワーは構造的タワー、換言すれば、スチール製又は木製の格子型タワー（lattice tower）であり得る。タワーは、部分的に筒状でありかつ部分的に格子型であり得る。タワーの下側部分は、とりわけ洋上に建設される場合、3つの筒状脚を有する三脚構造（tripod）、ジャケット（jacket）又は浮遊構造体であり得る。

10

【0043】

－実施形態では、風力タービンは、タワー長さの少なくとも50%にわたって、好ましくはタワー長さの少なくとも80%にわたってテーパ状に（先細形状に）形成されたタワーを含む。

【0044】

－実施形態では、ホイスティングシステムは、クライミング中に少なくとも2つの結合ポイントにわたって案内されることが可能なストレート（直線的）レールを含み、従って、結合ポイント（複数）は、典型的には、風力タービンのタワーの長手方向における（1つの）直線に従って（沿って）整列されている。レールにおける結合ポイントの空間的及び寸法的許容誤差により、結合ポイント間に、ある程度の湾曲があってもよい。

20

【0045】

ホイスティングシステムのレールは直線的でなくてもよく、その代わりに、一定の湾曲部分を有するか有することができる。そのような場合、ホイスティングシステムは、垂直方向にタワー壁に一定の湾曲を有するタワーをクライミングする（登る）ことができる。

【0046】

ホイスティングシステムのレールは、そのトラック（軌道）の一部において丁度1つの単独の結合ポイントに結合可能である。そして、ホイスティングシステムは、典型的には、クライミングシステムを介して第2の結合ポイントにも結合する。そのようなホイスティングシステムの利点は、当該ホイスティングシステムはテーパの程度が変化するタワーに沿って、例えば円筒形から（頂部側）先細形状に変化するタワーに沿って移動できることである。

30

【0047】

－実施形態では、風力タービンは、タワーの任意の横方向から見て、その補強部材を含む結合ポイント（複数）が全部合わせて（タワーの長手方向におけるその長さの合計が）、タワー長さの10%未満、好ましくは20%未満をカバーする結合ポイントを有するタワーを含む。

【0048】

－実施形態では、タワーの中心は、堤防（dike）の（横幅の）中央部から100m未満、好ましくは50m未満、より好ましくは20m未満の水平距離のところに設置される。

40

【0049】

－実施形態では、2つのホイスティングシステムが同じ風力タービンに適用される。2つのホイスティングシステムは、結合ポイント（複数）の同じトラック（軌道ないし設置列）上において上下関係で取り付け可能であり、又は、タワー（中心）軸線を中心とする円筒座標系において異なる角度で取り付け可能である。タワーは、互いに対し異なる角度をなして夫々底部から頂部に至る結合ポイントの2つのトラックを含むことが可能であり、又は、第1角度の一条の（複数の結合ポイントの）トラックと第2角度の丁度1つ又は2以上の結合ポイント（の組み合わせ）を含むことも可能である。後者の場合、第1ホイスティングシステムは該第1角度の複数の結合ポイントの一条トラックに沿ってタワー頂部までの全行程をクライミングすることができ、そして、第2ホイスティングシステムを

50

該第2角度の1又は2以上の結合ポイントに取り付けることができる。この円筒座標系におけるこれらの角度の間の差は、少なくとも20°、好ましくは少なくとも45°、より好ましくは少なくとも60°、例えば90°である。第2ホイスティングシステムは第1ホイスティングシステムと異なるものであってもよく、例えば、クライミングのために設けられるカラムを備えなくてもよく、異なる長さのブームを有してもよく、又はその他の態様で相違し得る。

【0050】

2つのホイスティングシステムの利用により、複数の利点が得られる。第1に、2つのホイスティングシステムは協働してより重いパーツをホイストすることができ、従って、より大きな風力タービンの設置に好適である。第2に、2つのクレーンによるパーツのホイスティングは風の影響がより小さく従ってより安定であるため、作業可能な好天期間は長くなる。第3に、2つのホイスティングシステムによってタワーに印加される荷重は、ただ1つのより重いホイスティングシステムを使用する状況と比べてより大きく分散される。荷重のこの分散は、ホイスティングシステムのコスト及び結合ポイントのコストを低減する。第4に、2つのホイスティングシステムはより効率的に使用することができる。なぜなら、同じシステムが中型及び大型風力タービンの設置に使用され、ウインドファームが設置される場合、各単独ホイスティングシステムが風力タービンタワーの建設に使用され、他方、ナセル、発電機、ハブ及びロータのホイスティングについてのみ、これらのホイスティングシステムと一緒に適用されるからである。

【0051】

一実施形態では、風力タービンは洋上（オフショア）風力タービンであって、その海面（水面）から突出する部分が結合ポイントを含むことができるもの、例えば移行部分（transition piece）が（1つの）ホイスティングシステムのための結合ポイントを含むもの、を含む。

【0052】

洋上（オフショア）風力タービンの語には、湖沼や河川に設置される（即ち水上の）風力タービンも含まれる。

【0053】

一実施形態では、洋上風力タービンは水面下に結合ポイントを含む。

【0054】

一実施形態では、ホイスティングシステムは（1つの）タワーセグメントに予め取り付けられており、該ホイスティングシステムとタワーセグメントは、シングル（単体）ホイストで、既に設置されているより下側のタワーセグメントに設置される。

【0055】

一実施形態では、ホイスティングシステムは、洋上風力タービンの既に建設された部分（既設部分）にアンペルマン（AmpeImann；例えば洋上風力タービンへのアクセスのために作業船の揺動を補償する装置）を用いて又は小型ジャッキアップを用いて設置される。後者を用いる場合であっても、ホイスティングシステムはタービン高さよりも遥かに低い高さのところに設置されるため、利点は大きい。

【0056】

一実施形態では、ホイスティングシステムは、それ自身を洋上風力タービンの既設部分に引き上げることによりそれ自身をそれ自身で取り付け（自己取り付けし）、それによって、該システムがタワーに対し荷重支持結合（load bearing connection）を生成することができるまで、船舶上のほぼ水平な位置から既設の風力タービンのそばのほぼ垂直な位置までそれ自身を移動することができる。

【0057】

洋上風力タービンに係る一実施形態では、ホイスティングシステムは、船舶からパーツを持ち上げてそれらを設置することにより、完全な洋上風力タービンの設置を完成するために使用されることができる。この船舶は、高額なジャッキアップ船である必要はなく、従って、設置コストは大幅に低減される。選択的に、ホイスティングシステムは、メ

10

20

30

40

50

メンテナンスツールとして使用するために又は後日の風力タービンの解体のために、風力タービンに残置される。

【0058】

一実施形態では、風力タービンは、80mを超える、好ましくは130mを超える、より好ましくは180mを超える（ロータ）軸高さを有し、一実施形態による最大軸高さは500mである。

【0059】

一実施形態では、風力タービンは、風速12m/sにおける設計ロータ（回転）速度と風速6m/sにおける設計ロータ（回転）速度の比が1.3より大きく、好ましくは1.5より大きく、より好ましくは1.8より大きく、及び、3未満である設計（design）rpmを有する。可変速型のそのような風力タービンは、タワーが共振（resonance）を呈示すべきではないある範囲の励振振動数（excitation frequencies）を有する。そのような場合、有利には、結合ポイント（複数）の取り付けは、タワーの固有振動数に殆ど影響を及ぼさず、及び、タワーに対し、結合ポイントに直角かつタワー軸に平行な面におけるものと較べて、タワー軸及び結合ポイントの面において励振の異なる固有振動数を生じさせない。

【0060】

本発明の一視点により、本発明に応じた風力タービンと本発明に応じたホイスティングシステムの組み合わせが提案される。

【0061】

一実施形態では、ホイスティングシステムのレールは、ホイスティング作業中、スライド不能な固定的な態様で常時的にホイスティングシステムのカラムに結合され、他方、該レールは風力タービンのタワーの結合ポイント（複数）に固定的又はスライド可能に結合される。

【0062】

一実施形態では、ホイスティングシステムのレールは、ホイスティング作業中、2つ又は3つの結合ポイントに少なくとも結合される。

【0063】

一実施形態では、タワーのパーツのホイスティング中にタワーに結合しているホイスティングシステムが結合する最も上に位置する結合ポイントは、既設のタワーセグメントのうち最も上に位置する2つのセグメントのオーバーラップ部分に対応する。

【0064】

本発明の一視点により、本発明に応じた陸上（オンショア）風力タービンの設置（建設）方法が提案される。該方法は、本発明のホイスティングシステムを用いて1又は2以上のタワーセグメントを設置することにより、風力タービンのタワーの少なくとも一部分を構築することを含む。

【0065】

一実施形態では、下側の1つ～3つのタワーセグメントは、伝統的な（従来の）方法によって設置することが可能である。

【0066】

一実施形態では、次に、1又は2以上の既設のタワーセグメントの結合ポイントにホイスティングシステムのレールを取り付けることを実行することができる。

【0067】

ホイスティングシステムが最初の（基部側の）2つの既設のタワーセグメントに取り付けられている一実施形態では、ホイスティングシステムは、結合ポイントが設けられていない第3セグメントをホイストしかつ設置し、次に、結合ポイントを該第3セグメントに設ける。この方法の利点は、第3セグメントが降下される際、付加的な制約が回避されることであり、その結合点はホイスティングシステムのレールに同時に嵌め込まれることが望ましい。

【0068】

10

20

30

40

50

－実施形態では、1つ～3つのより上側のセグメントの（分割を要するセグメントの）パーツ毎による又は（セグメント毎の）シングルホイスト（in single hoists）によるホイスティング及び該より上側のセグメントの設置を行うことができる。

【0069】

より高い位置でのホイスティングシステムのロック解除、移動及び再ロック及び1つ又は2つのより上側のタワーセグメントのホイスト及び設置を繰り返すことにより、タワーは完全に構築される。

【0070】

－実施形態では、ホイスティングシステムは、利用可能な最も高い位置においてロック解除、移動及び再ロックされることができ、及び、ナセル、発電機、ハブ及びロータブレードのホイストは、1又は2以上のコンバインドホイスト（1又は2以上のホイスト対象物又はホイスト対象物の1又は2以上の構成部分ないし部品を組み合わせとして同時にホイストすること）又はシングルホイスト（1又は2以上のホイスト対象物をその構成部分に分割することなくホイストすること）で実行することができる。

10

【0071】

単独の（1つの）ブレードのホイスティングの場合、ホイスティングシステムは、設置されたブレードをより下側の位置又はより上側の位置にホイストすることにより、次のブレードの設置のために好都合な位置へハブを回転するために使用可能である。

【0072】

本発明の一視点により、ホイスティングシステムをロック解除し、下方に運動させる（降下させる）ことにより、ホイスティングシステムを再びタワー底部に戻してロックすることができる。該底部において、ホイスティングシステムをタワーから除去することができる。

20

【0073】

ホイスティングシステムが第1タワーセグメント（の一部）も設置する陸上風力タービンの場合、暫定的な独立のサポート（支持体）が必要となり得るか、又は、結合ポイントを有する第1セグメントの部分を最初に伝統的な（従来の）クレーンによって設置することができ、その後、ホイスティングシステムを取り付けることができる。

【0074】

－実施形態では、ブームのホイスティングポイントと適用される（使用される）一番上の結合ポイントとの間の水平距離は、ホイストされるタワーセグメントの直径未満である。

30

【0075】

ホイスティングシステムの一実施形態では、ホイスティングシステムはクライミングシステムを含まない。そのようなホイスティングシステムは既に設置（建設）された風力タービンにおけるメンテナンス作業のために好適である。即ち、そのようなホイスティングシステムは、風力タービントワーの上端部のほぼ近くに結合されたケーブルによって引き上げられることが可能であり、結合ポイント（複数）上のレールによって滑動することができる。

【0076】

40

ここに、本発明の好ましい実施の形態を示す。

（形態1）上記第1基本構成参照。

（形態2）形態1のホイスティングシステムにおいて、

カラムと結合ポイントとの間の荷重支持結合は、ホイスティング作業中、荷重支持結合によるパーツ間ジョイント（joint）の仮想水平軸線の周りにおける少なくとも0.25°の回転自由度又は少なくとも0.5°の回転自由度又は1°の回転自由度を可能にするよう形成されることが好ましい。

（形態3）形態1又は2のホイスティングシステムにおいて、

ブームは、レールから少なくとも15m又は少なくとも25mの距離に到達することが好ましい。

50

(形態4) 形態3のホイスティングシステムにおいて、  
前記ブームは、

ヨーベアリング、但し、該ヨーベアリングの軸と前記レールの長手方向との間の角度は少なくとも $0.5^\circ$ 又は凡そ $0.75^\circ$ である、及び、

枢動ヒンジ、但し、該枢動ヒンジは、前記ブームを前記カラムに対し当該枢動ヒンジの周りで回動させて少なくとも $20^\circ$ の枢動角度の変化を可能にするための液圧シリンダ又はエレクトロメカニカルアクチュエータを含む、

の少なくとも1つを介して前記カラムに結合していることが好ましい。

(形態5) 形態1~4の何れかのホイスティングシステムにおいて、

前記ブームは、ホイスティングケーブルを操作するためのケーブルを含むことが好ましい。

10

(形態6) 形態1~5の何れかのホイスティングシステムにおいて、

前記ブームは、該ブームと該ブームのホイスティングポイントから枢動ヒンジの中心への仮想ラインセグメントとの間に、少なくとも $1.5\text{m}$ 又は少なくとも $2.5\text{m}$ 又は凡そ $4\text{m}$ の距離が得られるよう、湾曲ないし屈曲されることが好ましい。

(形態7) 形態1~6の何れかのホイスティングシステムにおいて、

前記タワーは前記1又は2以上の結合ポイントを含み、前記レールは前記カラムに結合されており、該レールは $10\text{m}$ の最小長さを有し、又は該レールは $20\text{m}$ の最小長さを有し、又は該レールは $34\text{m}$ の最小長さを有することが好ましい。

(形態8) 形態1~7の何れかのホイスティングシステムにおいて、

前記カラムは、好ましくは連続(ないし無端: going around)チェーン又はクライミングアクチュエータ又はワゴンを用いることにより、ホイスティングシステムを前記タワーに沿って実質的に垂直方向に運動させるよう構成されていることが好ましい。

20

(形態9) 形態8のホイスティングシステムにおいて、

前記クライミングアクチュエータはコネクショアクチュエータを含み、該コネクショアクチュエータは該クライミングアクチュエータの一方の端部を前記カラムから離れる又は該カラムに向かう方向へ運動させるよう構成されていることが好ましい。

(形態10) 形態8又は9のホイスティングシステムにおいて、

前記カラムは第1クライミングシステムと第2クライミングシステムを含み、各クライミングシステムは一方のサイドでは(1つの)結合ポイントにおいて結合(connection)

30

を形成するよう構成されており、他方のサイドでは該カラムに結合されており、各クライミングシステムは、ホイスティングシステムを実質的に垂直な配向で前記タワーに沿って運動させるよう構成されており、

該第1クライミングシステムと該第2クライミングシステムとの間のそれらの結合された端部間で測定される距離は、前記カラムの長手方向において少なくとも $1.8\text{m}$ であることが好ましい。

(形態11) 形態1~10の何れかのホイスティングシステムにおいて、

前記荷重支持結合は、ホイスティングシステムを結合ポイントに結合するための荷重支持連結器(load bearing coupling)を含み、ホイスティング作業中、荷重支持連結器は、前記レールの長さの上側の $65\%$ のところ又は前記レールの長さの上側の $35\%$ のところ又は前記レールの長さの上側の $10\%$ のところに位置付けられた単独の(ただ1つの: single)結合ポイントを介して、垂直力の少なくとも $90\%$ を前記タワーに伝えるよう、構成されていることが好ましい。

40

(形態12) 形態1~11の何れかのホイスティングシステムは、更に、ディーゼル発電機、燃料電池又は蓄電池のような化学反応に基づく電源を含むことが好ましい。

(形態13) 形態1~12の何れかのホイスティングシステムは、タワー頂部セグメント及び風力タービンのナセル、発電機、ハブ及びブレード又はそれらの部分の1又は2以上をホイストしかつ設置するよう構成されていることが好ましい。

(形態14) 上記第2基本構成参照。

(形態15) 形態14の風力タービンにおいて、

50

前記タワーは、10 m超の相互間隔で又は30 m未満の相互間隔で又は15 m未満の相互間隔で配された複数の結合ポイントを含むことが好ましい。

(形態16) 形態14又は15の風力タービンにおいて、

前記タワーは、複数の積み重ねセグメントを含み、

少なくとも1つの結合ポイントは、2つの隣り合うタワーセグメントのオーバーラップ部分に位置付けられていることが好ましい。

(形態17) 形態14～16の何れかの風力タービンにおいて、

少なくとも1つの結合ポイントは、該結合ポイントの中心から該結合ポイントの中心から少なくとも50 cm離れたところまでの又は該結合ポイントの中心から少なくとも100 cm離れたところまでの距離に沿って前記タワーの外側において補強されている、  
風力タービン。

10

(形態18) 形態14～17の何れかの風力タービンにおいて、

前記タワーの内部は、前記結合ポイントにおいて補強されていることが好ましい。

(形態19) 形態14～18の何れかの風力タービンにおいて、

3つの連続する結合ポイントの中心は、前記タワーの長手方向に対し前記タワーの半径方向に20 cmの最大偏差を伴って又は前記タワーの半径方向に10 cmの最大偏差を伴って又は前記タワーの半径方向に5 cmの最大偏差を伴って整列していることが好ましい。

(形態20) 形態14～19の何れかの風力タービンにおいて、

前記タワーは、タワー長さの50%を超える又はタワー長さの80%を超える荷重支持壁 (load bearing wall) を含むことが好ましい。

20

(形態21) 形態20の風力タービンにおいて、

前記タワーの長手方向に対し直角な方向における前記荷重支持壁の横断面は、円状又は多角形状に形成されていることが好ましい。

(形態22) 形態14～21の何れかの風力タービンにおいて、

前記タワーは、チューブ状に形成され、かつ、複数の垂直セグメントから組み立てられ、

各セグメントは、1つのセグメントの長さにならって延在する複数の湾曲又は屈曲プレートから組み立てられていることが好ましい。

(形態23) 形態16～22の何れかの風力タービンにおいて、

前記セグメントの1又は2以上は、10 m～16 mの長さを有することが好ましい。

30

(形態24) 形態14～23の何れかの風力タービンにおいて、

前記タワーは、タワー長さの少なくとも50%にわたって又はタワー長さの少なくとも80%にわたってテーパ状に(先細形状に)形成されていることが好ましい。

(形態25) 形態14～24の何れかに記載の風力タービンにおいて、

全ての結合ポイントの高さの合計は、タワー長さの20%未満又はタワー長さの10%未満であることが好ましい。

(形態26) 形態14～25の何れかの風力タービンにおいて、

風力タービンは、堤防 (dike) の中央部から100 m未満又は50 m未満又は20 m未満の距離のところ設置されていることが好ましい。

40

(形態27) 形態14～26の何れかの風力タービンは、形態1～13の何れかのホイスティングシステムに応じて構成された第2のホイスティングシステムの分離可能な結合のために、前記タワーの長手方向に沿って連続的にかつタワー中心軸を中心とする円筒座標系において前記1又は2以上の結合ポイントから少なくとも20°の角度差をなして位置付けられた1又は2以上の更なる結合ポイントを含むことが好ましい。

(形態28) 形態27の風力タービンは、海面から突出する構造体を含み、

該構造体は、ホイスティングシステムの分離可能な結合かつ案内のための前記1又は2以上の結合ポイントの少なくとも1つを含む移行部分 (transition piece) を含むことが好ましい。

(形態29) 形態14～28の何れかの風力タービンにおいて、

50

風力タービンは軸高さ (axis height) を有し、該軸高さは 80 m 超又は 130 m 超又は 180 m 超であることが好ましい。

(形態 30) 形態 14 ~ 29 の何れかの風力タービンにおいて、

風力タービンは設計 (design) rpm を有し、

風速 12 m/s の場合の設計 rpm と風速 6 m/s の場合の設計 rpm との比は、3 未満かつ 1.3 超又は 1.5 超又は 1.8 超であることが好ましい。

(形態 31) 形態 30 の風力タービンにおいて、

前記レールは、少なくとも 2 つの結合ポイントに対しスライド可能に及び / 又は固定的に結合されていることが好ましい。

(形態 32) 形態 30 又は 31 の風力タービンにおいて、

風力タービンの建設中にタワーのパーツのホイスティング作業のためにホイスティングシステムを前記タワーに分離可能に結合するために使用される地表面から測定して最も高い位置にある結合ポイントは、最上部の 2 つの既設のタワーセグメントのオーバーラップ部分に位置付けられていることが好ましい。

(形態 33) 形態 29 ~ 32 の何れかの風力タービンにおいて、

ホイスティングシステムは、枢動ヒンジに対しホイスティングポイントのほぼ反対側においてカウンタウェイト (釣り合い錘: contra weight) 又はカウンタ (釣り合い) 力を生成する手段なしで、前記タワーに分離可能に結合されていることが好ましい。

(形態 34) 形態 14 ~ 33 の何れかの風力タービンの、頂部タワーセグメント以外の、タワーセグメントにおいて、

該セグメントは、当該セグメントが風力タービンの部分として設置されるとき、形態 1 ~ 13 の何れかのホイスティングシステムを分離可能に結合するための結合ポイントを含む。

(形態 35) 上記第 3 基本構成参照。

(形態 36) 上記第 4 基本構成参照。

(形態 37) 形態 35 又は 36 の方法は、

最後のタワーセグメントが設置されたのち、風力タービンのナセル、発電機、ハブ及びブレード又はこれらの部分の 1 又は 2 以上をホイストしかつ設置するステップを更に含むことが好ましい。

(形態 38) 形態 37 の方法において、

複数のブレードを一度に 1 つずつホイストする場合、該方法は、他のブレードをホイストしかつ設置するために適切な位置にハブを位置付けることを可能にするために、設置されたブレードを前記ホイスティングシステムを用いて上下にホイスト (昇降) することにより設置されたハブを回転させるステップを含むことが好ましい。

(形態 39) 形態 35 ~ 38 の何れかの方法において、

全体で 4 つの最下部タワーセグメントの何れか 1 つのホイスト中、前記ホイスティングシステムのブームのホイスティングポイントと、前記ホイスティングシステムと前記タワーの間の上側結合ポイントの中心との間の距離は、常に、該タワーセグメントの直径よりも小さいことが好ましい。

(形態 40) 形態 35 ~ 39 の何れかの方法は、形態 27 に応じた第 2 のホイスティングシステムをホイストしかつ設置することを更に含み、該ホイスト及び設置は前記ホイスティングシステムを用いることが好ましい。

(形態 41) 形態 14 ~ 33 の何れかの風力タービン又は建設中の風力タービンに形態 1 ~ 13 の何れかのホイスティングシステムを分離可能に結合する方法において、

該ホイスティングシステムはコラムとレールを含み、該コラムは該レールに結合されており、該風力タービンは 2 又は 3 以上のタワーセグメントと 1 又は 2 以上の結合ポイントとを含むタワーを含み、

該方法は、前記レールを前記 1 又は 2 以上の結合ポイントに固定的に結合するステップを含む。

(形態 42) 形態 35 の方法において、

10

20

30

40

50

前記風力タービンは洋上風力タービンであり、

該方法は、1又は2以上のタワーセグメントに結合されたホイスティングシステムを船舶から該風力タービンの基部にホイストすることを更に含むことが好ましい。

(形態43)形態35の方法において、

前記風力タービンは洋上風力発電装置であり、

該方法は、該風力タービンの設置された部分に結合されたケーブルを用いて、前記ホイスティングシステムを台船(pontoon)から該風力タービンの設置された部分の1又は2以上の結合ポイントにホイストすることを更に含むことが好ましい。

(形態44)上記第5基本構成参照。

以下の図面は本発明の例示的实施形態を示す。なお、各図は寸法通りには記載されていないと理解されるべきである。

10

なお、特許請求の範囲に付記した図面参照符号は専ら発明の理解を助けるためのものであり、本発明を図示の態様に限定することは意図していない。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1a】洋上風力タービンの一例及びホイスティングシステムの一列。

【図1b】陸上風力タービンの一例及びホイスティングシステムの一列。

【図2】風力タービンのタワーセグメント(複数)の一例。

【図3】風力タービンのタワーセグメント(複数)の一例。

【図4】風力タービンのタワーセグメント(複数)の一例。

20

【図5】風力タービンのタワーセグメント(複数)の一例。

【図6】建設中の風力タービンの一例とホイスティングシステムの一列。

【図7】建設中の風力タービンの一例と2つのホイスティングシステムの一列。

【図8】洋上風力タービンのためのホイスティングシステムの一列の設置例。

【図9】洋上風力タービンのためのホイスティングシステムの一列の設置例。

【図10】風力タービンタワーの結合ポイントの一例。

【図11】図10の結合ポイントの断面。

【図12】3つのクライミングシステムを有するホイスティングシステムのカラムの一例

。

【図13】単一のクライミングシステムを有するホイスティングシステムのカラムの一例

30

。

【図14】結合システムの一列の断面。

【図15】結合システムの一列とクライミングシステムの一列の断面。

【図16】風力タービンの一例とホイスティングシステムの一列。

【実施例】

【0078】

図1aは、ホイスティング(吊上げないし昇降)システム255が配された洋上風力タービン1の一実施形態を示す。なお、風力タービンに取り付けられているアクセス用プラットフォーム(作業台船)は図示されていない。一実施形態では、そのようなプラットフォームはロータブレード又はその他の大型保守部材を一時的に保管するために配置されてもよい。

40

【0079】

図1bは、陸上風力タービンとホイスティングシステムの1つの例示的な組合わせを示す。地面/海面(水面)の部分以外については、図1aの風力タービンは図1bの風力タービンと同一であってもよい。図1aのホイスティングシステムは図1bのホイスティングシステムと同一であってもよい。風力タービンは、エリア(複数)8において夫々オーバーラップし(重なり合い)かつ夫々1つの結合ポイント7を有する複数のタワーセグメント2と、ナセル3と、発電機4と、ハブ5と、複数のブレード6とを含む。ホイスティングシステムは、カラム10と、枢動ヒンジ12を介してブーム14を支持するヨーイング(yawing)プラットフォーム11とを含む。ブームは液圧シリンダ13の活性化(作動

50

）によって駆動することができる。ホイスティング（吊上げ）ケーブル18は複数のプーリ16、17を介してウィンチ15へ案内される。ホイスティングシステムはレール9に結合されており、該レール9は、その位置に依存して、結合ポイント7、19、20にスライド可能に取り付けられているため、タワーに沿って上下運動（昇降）することができる。ホイスティングの開始前に、ロックシステム21、22、23、24の何れかがレールを（1つの）結合ポイントにロック（固定）する。

【0080】

有利なことに、ホイスティングシステムは、タワーの他方の側部においてカウンタウェイト（釣り合い錘：contra weight）又はカウンタ（釣り合い）力（contra force）の生成手段を備える必要性なしに、タワーの一方の側部に分離可能に結合されることができる。

10

【0081】

そのようなホイスティングシステムは既知のホイスティングシステムとは異なる。例えば、WO2014/082176A1は、タワーに取り付けられているレールと、該レールにわたって上下運動可能なリフティング（lifting）プラットフォームとを記載している。このシステムは、タワーの全長にわたって延在するレールを必要とするが、これは質量を付加しかつ1つの方向におけるタワースチフネス（剛性：stiffness）を増大し、その結果、当該方向におけるタワーの固有振動数はその直交方向における固有振動数よりも大きくなるため、タワー固有振動数間の共振がロータ振動数及びブレード通過（passage）振動数のフルレンジにわたって回避されるべき場合、現代の可変速型風力タービンの設計自由度が低下するという欠点を有する。更に、リフティングプラットフォームが、1つのタワーセグメントのほぼ全長又はそれ未満の垂直距離にわたってレールに取り付けられているという他の欠点もある。この相対的に短い距離のために、ナセルのような重い部分が持ち上げられるとき、風力タービンタワーに大きな力が加わることになる。更に、リフティングプラットフォームはレールの全長にわたって運動するため、レールはその全長にわたって強くかつ重くある必要があり、そのため、高価になり、経済的に効率が悪い。

20

【0082】

その代わりとなるリフティングプラットフォームがUS4311434、US6357549、US6614125及びUS6522025に記載されているが、これらは何れも同様の欠点を有する。

30

【0083】

US8069634は、第1クレーン（これは工業用大型クレーンであり得る）ないし一本クレーン（ginpole）型のクレーン（これは風力タービンの部分的に建設された構造的（structural）タワーに可動に取り付けられている）を記載している。第1クレーンは、構造的タワーを複数の部分毎にホイストし（吊上げ）かつ設置し、タワーが完成した後、第2リフティングシステムをリフトする（持ち上げる）ために使用される。なお、この第2リフティングシステムは該（完成した）タワーの頂部に設置され、ナセル及びロータをホイストするために使用される。2つのリフティングシステムを必要とするという欠点に加えて、この応用例は時間浪費的である。即ち、第1クレーンは第2リフティングシステムをタワー頂部にホイストしなければならず、また、この第2リフティングシステムは設置されかつ作動可能な状態にされなければならない。そして、第1クレーンは、第2リフティングシステムとの干渉を回避するために、離れた位置に位置付けられなければならない。その後、ナセルとロータをホイストすることができ、これが終了した後、全てのステップを逆の順序で繰り返さなければならない。更なる欠点は、この記載された一本クレーンは横方向の風の負荷に耐性でないことである。即ち、この縦長のクレーンは、タワーに対する1つ又は2つの細い桁状のジョイントを有するが、これは横方向の風負荷を受け止めることができず、その結果、クレーン全体が垂直軸（鉛直軸）の周りでスピンしてしまうこともある。上記の一本クレーン運動システムの更なる欠点は、該システムは、風力タービンタワーに対しスライド可能にジャンプラック（jump rack）を固定（結合）するために1又は2以上のスタンドオフブラケットを採用していることである。一本クレーン

40

50

はジャンブラックにもスライド可能に結合している。一本クレーンの運動はステップ的処置（プロセス）であるが、この場合、各ステップは、風力タービンタワーに連続的スタンドオフブラケット（複数）を設置すること、ジャンブラックが連続的スタンドオフブラケットと重なり合うようジャンブラックをシフトすること、及び、その後、ジャンブラックにわたって一本クレーンをスライドすることからなる。

【 0 0 8 4 】

同様の欠点を有する同様の一本クレーン解決策が D E - G 9 4 1 4 6 4 3 . 8 に記載されているが、その作業は時間浪費的でありかつコスト効率的でない（費用対効果がよくない）。

【 0 0 8 5 】

ここで留意すべきことは、風力タービンの建設には一定の期間にわたる穏やかな気候と、とりわけ低い風速が必要となることである。ホイスティングに多くの時間がかかるとすると、低い風（速）の期間中に作業が完了する可能性は小さくなり、その結果、効率は更に低下する。

【 0 0 8 6 】

U S 2 0 1 5 / 0 0 4 8 0 4 3 A 1 には他の比較可能なリフティングシステムが記載されているが、この場合、タワーの完成後、タワー頂部にクレーンが設置され、これにより、ナセル及びロータをホイストする。このシステムは、カウンタウエイトとして作用するウィンチをタワー底部に配置するため、タワー頂部における下向き力が凡そ2倍になり、更に、長いケーブルも必要になるという欠点を有する。更に、このシステムは、タワーセグメントを持ち上げることができないため、従来の大型クレーンは依然として必要になる。

【 0 0 8 7 】

風力タービンを設置するための代替的方法の1つは、例えば U S 7 5 6 2 1 6 、 D E 2 8 2 3 5 2 5 B 1 、 D E 2 7 3 5 2 9 8 A 1 及び U S 6 4 0 8 5 7 5 に記載されているような、非テーパ型タワーを包囲する開口部を含むよう風力タービンのナセルを設計することによって行われる。いわゆる G r o w i a n ( G r o s s e W i n d e n e r g i e a n l a g e : 大型風力発電装置) 即ち高さ 1 0 0 m の風力タービンがこの方法で作られたが、大型風力タービンに対しては効率的でないことが明らかになった。即ち、大型風力タービンは、大きな曲げモーメントに対し効率的に対処するためにテーパ型のタワーを必要としているのである。従って、非テーパ型のタワーは、凡そ 8 0 m を超える軸高さ（ロータ回転軸の高さ）を有する風力タービンに対しては（その使用が）廃止されている。

【 0 0 8 8 】

既知の風力タービンタワーは、典型的には、テーパ型構造的 ( structural ) タイプ又はテーパ型筒状タイプであるが、時には、タワーの下方側が構造的であり、かつ、上方側が筒状であるものもある。構造的タワーは部分毎に輸送され、現場で組み立てられることが知られている。筒状タワーの外観は一般的には比較的良好に公的に受けられている。筒状タワーは、インバータ、変圧器及び制御器のような風力タービンの内部の装置を外部環境（気候）に対して保護する。従って、風力タービンの効率的な設置のための解決策の1つは、構造的タワーに対してよりも、筒状タワーに対してより適切である。

【 0 0 8 9 】

ここで、筒状タワーは水平面内における横断面が閉曲線（これは円形状、多角形状又はその他の任意の閉じた形状であり得る）であるタワーとして定義されていることに留意すべきである。

【 0 0 9 0 】

D E 1 9 7 4 1 9 8 8 A 1 及び D E 1 9 6 4 7 5 1 5 A 1 には代替的なリフティングシステムが記載されているが、この場合、リフティングシステムは、タワーを取り囲むシステムでそれ自身を固定することにより筒状タワーをクライミングする（登る）ことができる。これらのシステムは、当該システムの滑落を回避するためにタワー壁面に十分な摩擦を得るために大きな保持力を必要とするため、タワーを損傷し易い。更に、これらのシス

10

20

30

40

50

テムは使用されなくなっている非テーパー型タワーに対して最も適切である。更に、これらのシステムは現代の大型風力タービンの重い部分（パーツ）を運搬するためには設計されていない。なぜなら、曲げモーメントがタワーに加わる垂直（鉛直）長さは、1つのタワーセグメントの長さより小さいか又は2つのタワー頂部径より小さく、このため、タワー壁面に容認できない大きな力が印加されるからである。

【0091】

風速は高度と共に大きくなるため、更に、風力タービンの平均ハブ高さは風力タービンの世代が進むに連れて大きくなるため、ホイスティングは、大きな風速によって益々妨げられるようになっている。とりわけ、このことは、ロータ全体のホイスティングに、即ち一回のシングルホイストによるハブ及び全てのブレードのホイスティングに当て嵌まる。即ち、空気力学的に形状形成された大型のブレードは突風ないし強風（gust）により損傷を受けやすい。上記の従来技術のリフティング装置は、典型的には、ロータのシングルホイストによる持ち上げ（リフティング）のために設計されており、単独の（1つの）ブレードのホイスティングには適切ではなく、とりわけ、ほぼ水平な位置（状態）での単独ブレードホイスティングには適切ではない。

10

【0092】

図2は、本発明の例示的な風力タービンの最初の（基部側の）3つのタワーセグメント30、31、32を示す。セグメント32は、説明の目的のために、持ち上げられている。セグメント30は結合ポイント34、36を含み、これらは夫々補強構造部材33、35を有する。セグメント31、32は夫々補強構造部材38を有する結合ポイント39、40を含む。結合ポイント36、40は設置されたタワーセグメントにホイスティングシステムをロックするために使用される開口37を含む。支持ビーム44は補強部材（補強構造部材）35と、タワー基部46に固定されている固定手段45とに固定されている。破線41、42、43は、例えば互いにボルト結合可能なタワーセグメント間の結合の位置を表している。この例では、補強部材33、35、38もタワーセグメントにボルト結合されている。

20

【0093】

本発明に応じた設置方法の一例によれば、一般用途（汎用）のクレーンによって第1タワーセグメント30が設置される。次に、ホイスティングシステムが第1タワーセグメント30の結合ポイント34、36に取り付けられる（設置される）。ホイスティングシステムはロックシステム22を用いて、結合ポイント36の開口37にそれ自身をロックする。次に、ホイスティングシステムはタワーセグメント31をセグメント30の頂部にホイストし、このホイストの間に、結合ポイント39はレール9に配される。これらのセグメントは互いにボルト結合され、ホイスティングシステムはセグメント32を同様にセグメント31の頂部にホイストした後、第4のセグメントをホイストする。そして、ホイスティングシステムはロック解除し、上方に移動し、ロックシステム23によってセグメント32の結合ポイント37にロックすることにより、第5のセグメントをホイストすることができる。タワー全体が設置されるまでこの作業を続ける。次いで、ホイスティングシステムは、ナセル、発電機、ハブ及びブレード（複数）をホイストし、設置する（据え付ける）が、この場合、複数のコンバインドホイスティングオペレーション、例えば、ナセルと発電機の、又は、ハブとブレードを含むロータ全体の、又は、ナセルと発電機とロータの組み合わせの1回のシングルホイストでさえも、好都合であろう。

30

40

【0094】

図3は、最初の（基部側の）2つのタワーセグメント55、56の他の一実施形態を示す。この場合、セグメント55は2つの結合ポイント34、62を有する。結合ポイント62は（破線で示されている）プレート59を介してタワー壁に配されている補強部材58に据え付けられている。プレート59はタワーセグメント56の壁と同じ厚みを有し、そのため、このセグメントはセグメント55と補強部材58との間に正確にフィットする。破線57、58はボルト結合部の位置を示す。実用上は、ボルトは（説明の都合上不図示の）結合当たり複数のライン上に配することも可能である。結合ポイント62は、タワ

50

ーの内側にある支持部 61 に固定されているビーム 60 によって支持されている。図 2 の実施形態はタワーの内（周）側に支持ビームを備えるよう構成されてもよく、図 3 の実施形態はタワーの外（周）側に支持ビームを備えるよう構成されてもよい。図 3 の実施形態では、ロックシステム 22 は任意的構成要素である。

#### 【0095】

図 4 は、風力タービンの最初の（基部側の）タワーセグメント 70、71、32 の他の一実施形態を示す。この例では、セグメント 32 と不図示のその上方のセグメントは、容易に輸送可能な標準長さ 78、例えば 12 m のような例えば 10 m ~ 16 m の間の長さを有する。タワーセグメントは例えば 0.5 m の距離（長さ）76 にわたって重なり合い、そのため、タワー高さは標準セグメント毎に 11.5 m ずつ大きくなる。ホイスティングシステムにとっては、結合ポイントが常に同じ垂直（鉛直ないし上下）間隔 79 を有すること、例えば 11.5 m 毎に 1 つの結合ポイントを有すると、好都合である。第 1 タワーセグメント 70 の長さ 75 を大きくすることにより、該セグメントは 11.5 m の間隔で 2 つの結合ポイントを含むことができ、しかも、タワーセグメント 71 とのオーバーラップ 76 のために十分な長さが残っている。これにより、ホイスティングシステムをセグメント 70 に取り付け、次いで、セグメント 71、32 をホイストすることが、図 3 に示したプレート 58、59 を備えた特殊な構造を必要とすることなく、可能になる。その結果、セグメント 70 はより長い輸送長さを必要とする。セグメント 71 はより短い長さ 77 を有し、結合ポイントを備えていない。結合ポイント 74 はタワーの外（周）側に補強構造部材 73 を、タワーの内（周）側に補強構造部材 80 を有する。

#### 【0096】

図 5 は、最初の（基部側の）タワーセグメント（複数）の他の一実施形態を示す。この実施形態では、第 1 タワーセグメント 85 は、これはタワー基部 46 の一体的部分でもあり得るが、基部から距離 94 のところに補強部材 91 を有する第 1 結合ポイント 90 を含む。第 2 セグメント 86 は、補強部材 93 及び図 4 の場合と同様に内部補強部材 79 を備えた結合ポイント 92 を含む。この実施形態は、第 1 セグメント、第 2 セグメント及び第 3 セグメントが、第 4 セグメント 32 の長さ 78（これは全てのセグメントの最大輸送長さであり得る）と比べて、夫々同じ又はより短い長さ 88、89 及び 77 を有することができる。

#### 【0097】

図 6 は、図 1 と比べてより詳細に示された、例示的なホイスティングシステムと例示的な最初の（基部側の）タワーセグメントを示す。ホイスティングシステムのカラムはピストン 96 を備えた液圧シリンダ 95 とアクチュエータを含み、アクチュエータは状態 97 では結合ポイント 99 を通り過ぎることが可能であり、状態 98 では結合ポイント 99 に結合する。ホイスティングシステムは、アクチュエータが状態 98 を取ってタワーセグメント 103 の結合ポイント 99 にロックされ、液圧シリンダ 95 がクレーンの質量が当該液圧シリンダによって支持されるまで作動された後、上方に運動する（上昇する）ことが可能になる。次に、ロックシステム 21、23、24 がロック解除される。なお、図 6 は 3 つのロックシステムを記載しているが、1 つ以上の任意の数のロックシステムが使用可能であることに留意すべきである。次に、液圧シリンダ 95 が更に活性化（作動）されることにより、ピストン 96 はシリンダ 95 の中に引き込まれ、その結果、ホイスティングシステムは上方に運動する。この上方運動は、何れかのロックシステムが結合ポイントに到達し、そこでロック可能になり、ホイスティングシステムの質量（に基づく力）が液圧シリンダから該ロックシステムへ伝達可能になるまで続けられる。

#### 【0098】

ここで、2 つのシリンダ即ちカラムの 2 つのサイドに夫々 1 つ配されたシリンダが使用可能であること、更には、複式（multiple）シリンダ、例えばホイスティングシステムを引っ張り上げる代わりにホイスティングシステムを押し上げるシリンダが使用可能であることも明らかであろう。

#### 【0099】

図6は、ブームが屈曲構造をとることにより、該ブーム（の先端）が、枢動ヒンジの中心とホイスティングポイントとの間のラインセグメント（線分）101に対する距離102（をなす位置）に到達することも示している。

【0100】

図6は、更に、これからホイストされるべき更なるタワーセグメント105も示している。このセグメントは、アクチュエータ98をキャッチする（に係止する）するのに役立つエッジ106を有する結合ポイント107を含む。

【0101】

図7は、建設中の例示的な風力タービンタワーであって、該タワーの対向する2つのサイドに夫々1つの例示的なホイスティングシステムが配された状態を示す。図7では、オーバーラップ部分8、結合ポイント7及び付加的結合ポイント120を備えた底部タワーセグメント2のみについて、説明のために図面参照符号が付記されている。その上方にあるタワーセグメントは底部タワーセグメントと同様に構成されている。タワーの紙面左側に図示した（第1）ホイスティングシステムはレール9、カラム10、ヨーベアリング11、枢動ヒンジ12、枢動アクチュエータ13、ブーム14及びホイスティングケーブル18を備えており、紙面右側に図示した第2ホイスティングシステムも同様に構成されている。これらのホイスティングシステムは、例えばナセル122のような重いパーツのホイスティングのために、両者合わせて有利に使用することができる。2つのホイスティングシステムの他の利点は、ブレード又はロータのようなある種のパーツのホイスティングは、2つのケーブル即ち各ホイスティングシステムの夫々1つのケーブルを使用する場合、突風（強風）による悪影響を受け難くなりかつ安定性もより大きくなることである。

【0102】

図7の実施形態の殆どのタワーセグメントは夫々2つの結合ポイント7及び120即ち各ホイスティングシステムにつき夫々1つの結合ポイントを有する。2つの結合ポイント7及び120は、タワー中心軸を中心とする円筒座標系において少なくとも20°の任意の角度差をなして位置付けられてもよい。図7では、2つの結合ポイント7及び120は、タワーセグメントの対向する2つのサイドに即ち180度の角度差をなして配されている。代替的な一実施形態では、第1ホイスティングシステムがタワーに取り付けられてクライミングし（登り）、その後、第2ホイスティングシステムを直ちに重いパーツをホイストするために好適な上昇位置に取り付ける。後者の代替の実施形態では、第2ホイスティングシステムは上昇できないか又は限定された範囲でしか上昇できないため、全てのタワーセグメントが第2結合ポイント120を必要とするわけではない。第2ホイスティングシステムは、第1ホイスティングシステムと同様に構成されてもよく、或いは異なって構成されてもよい。例えば、第2ホイスティングシステムはクライミングシステムを含まなくてもよく、また、異なるブームを有してもよい。

【0103】

図7は、更に、ブーム14がジョイント（関節）を有し得る2つの位置123、124と、カラム10が1つのジョイントを有し得る位置125も示している。これらのジョイントにおいて、ホイスティングシステムは、輸送の容易化のために、折り畳まれてもよく又は分解されてもよい。

【0104】

図8は、建設中の例示的な洋上風力タービンを示す。クレーン131を有する船舶（作業船）130はケーブル132を用いて洋上風力タービンのタワーのセグメント135をホイストする。セグメント135は、例えば、ブーム136、レール137、カラム138及び結合ポイント（複数）139を有する例示的なホイスティングシステムが取り付けられる移行部分（transition piece）である。ホイスティングシステムは、上記の各種例示の実施形態ないし実施例と同様に、アクチュエータ141を有する枢動ヒンジ140を有するが、より良好な構造安定性を得るために、ブームの先端が位置144においてカラムに結合するようカラムに対してブームを折り畳むことができるように構成された第2枢動アクチュエータ143を有する第2枢動ヒンジ142を備えてもよい。かくして、タワ

10

20

30

40

50

ーセグメントをこのようなホイistingシステムによってシングルホイストで洋上風力タービンの基部133に設置するために、比較的低コストの船舶を使用することができる。

#### 【0105】

図8の例では、基部133は海面134から突出するモノパイル式(monopile)支持構造体である。ホイistingシステムは、取り付けられた後、同じ船舶又は異なる船舶から次段以降のタワーセグメント及び風力タービンのその他のパーツを掴み取って、洋上風力タービンを建設する。次いで、ホイistingシステムは除去されるか、又は、メンテナンス作業のために若しくは風力タービンのパーツの交換のために若しくは風力タービンの分解(解体)のために、当該風力タービンに残置される。洋上風力タービンに対し本ホイistingシステムを使用する利点の1つは、風力タービンのパーツの設置が、当該パーツをジャッキアップ船(jack-up vessel)によって設置する従来法よりもより安価(低コスト)であることである。本ホイistingシステムは、建設中のタワーに取り付けられるため、従って、その運動(建設作業)に従うため(従って運動するため)、一層より好都合である。

10

#### 【0106】

図9は、洋上風力タービンとホイistingシステムの例示的な組み合わせの代替的一例を示す。この実施形態では、ホイistingシステムは台船150からケーブル157でホイストされる。ホイistingシステムは、持ち上げられる前に、波による台船の動きに対し当該ホイistingシステムを安定化するよう構成(配置)された脚部151に載せられてもよい。脚部151は、例えば、安定化のための及び支持システム(151と152)をデッキのレベル(上面)の完全に下方に下降するための液圧シリンダ152に配されており、そのため、ホイール156によって支持されているホイistingシステムの他方のサイド(端部)はこれ(脚部151)を乗り越えて通過することができるよう構成される。ケーブル157がホイistingシステムを上方にホイストする間、ケーブル155は支持部153上のウィンチ154によって繰り出される(緩められる)。これは、ホイistingシステムがタワーに対しほぼ平行になるまで続けられる。ある時点で、ホイール156は(台船の)デッキから離れるが、ケーブル155は、ホイール156が風力タービンタワーに到達するまで更に繰り出される。その後、ホイistingシステムは、結合ポイントに結合され、残りのパーツを設置することにより洋上風力タービンの完成作業を更に実行する。ケーブル157の引っ張り上げは、別の(独立の)ウィンチによって行うことができるが、例えばホイistingケーブルをポイント144からカラム138を介してフック158にまで案内することによって、ホイistingシステムのブームに組込まれたウィンチによっても行うことができる。

20

30

#### 【0107】

図10は、例示的な結合ポイント160をより詳細に示す。突出部161によって、結合ポイントはボルト162で上側タワーセグメント169に設置されることができ、このエレメント(セグメント)は結合ポイント(複数)と一緒にホイストされ、セグメント168の頂部に設置されることができ、そこで、更に、オーバーラップ範囲170においてボルト163で固定される。エレメント164はホイistingシステムのレールに嵌り込むよう構成され、開口165は該レールにロックするために役立つ。リップ(複数)166はタワーの大部分にわたって荷重を分散するために使用されてもよい。なお、結合ポイントのボルトについては、その一部のみが図示されており、結合ポイントの外部のオーバーラップゾーン170における上側セグメントと下側セグメントの更なる結合のためのボルトは図示されていないことに留意すべきである。エレメント167は、ホイistingシステムに結合し、ホイisting作業中における垂直(鉛直)方向の荷重の大部分を受け止めるよう構成されている。これは、垂直(鉛直)力が小さな成分を有し、従って結合ポイントに対し比較的小さな曲げモーメントを与えるよう、タワー壁の近くに設置される。

40

#### 【0108】

50

図11は、図10の結合ポイントの矢視I-I断面を示す。この側面から、(ハッチングで示す)補強プレート171も視認できる。

【0109】

図12は、例示的な風力タービンタワーと例示的なホイスティングシステムのカラムの組み合わせの一例を示す。タワーは、複数のセグメント180、181、182、183を含み、そのうち上側の3つのセグメントは夫々結合ポイント184、185、186及びフック187、188、189を有する。ホイスティングシステムのうち、カラム190、レール191、閉鎖されたレールドア193、開放されたレールドア194、結合システム192及び3つの液圧式(ハイドロ)クライミングシステムのみが図示されている。説明のために、ホイスティングシステムは、当該システムをタワーに向かって移動することによってレールに結合することが可能な位置に(ないし状態で)図示されている。上側レールドア194は開放されており、そのため、結合ポイント186はレールの内部に移動する(嵌り込む)ことができる。下側レールドア193は、説明のために、閉鎖された位置(ないし状態で)図示されているが、結合ポイント185に結合するために開放されることになる。結合ポイント185、186がレールに嵌り込むと、ホイスティングシステムは降下することができるため、結合ポイント184もレールに嵌り込む。次いで、ドア193、194が閉鎖され、ホイスティングシステムは1又は2以上の結合システム192によってロックされることができ

【0110】

図6の例示的な実施形態では、ホイスティングシステムは、ピストン96と、結合ポイント99に結合するための状態97及び状態98を取るアクチュエータとを有する液圧シリンダ95を有するクライミングシステムを含んでいる。図12の例示的なホイスティングシステムは、タワーをクライミングする(登る)ために結合ポイント(複数)に隣接配置されたフック(複数)を使用する代替的なクライミングシステムを含む。

【0111】

図12の実施形態では、カラムは、3つの液圧式(ハイドロ)クライミングシステムを備えている。下側液圧式クライミングシステムは、その一方の端部(下端部)195がカラムに回動可能に結合しているメインシリンダ196を含む。その他方の端部(上端部)はアクチュエータ197によってレール198を貫通して案内される。図12では、ピストン199は完全に延伸しており、フック(複数)の何れかに、例えばフック188に嵌り込む(図示では)球状(に表示された)端部200を有する。カラムが結合ポイントからロック解除されかつ最下の液圧式クライミングシステムがフックで係止されると、該クライミングシステムは隣り合う結合ポイント間の距離の凡そ3分の1にわたってホイスティングシステムを引き上げることができる。次に、中央の液圧式クライミングシステムは、そのピストンを伸長し、これをフック189に結合し、ホイスティングシステムを更に引き上げることができるが、その前に、最下部液圧式クライミングシステムは結合解除される。最後の工程は、液圧シリンダ202を有する最上部液圧式クライミングシステムによって行われる。液圧シリンダ202はポイント201においてカラムに結合されており、その他方の端部は制御アクチュエータ203によってレール204を貫通して案内される。この最上部液圧式クライミングシステムは、(1つの)結合システムが(1つの)結合ポイントに再びロックできる位置へのストロークを完結する。図12では、中央液圧式クライミングシステムのパーツには図面参照符号は付記されていないが、最上部液圧式クライミングシステムのパーツに対応する。

【0112】

1つのクライミングシステムの代わりに3つのクライミングシステムを有するホイスティングシステムは、この場合各クライミング毎に隣り合う結合ポイント間距離の3分の1ずつ上昇するが、より短い、従ってより安定的かつより安価な液圧シリンダを使用することができるという利点を有する。尤も、本発明はこの3つの液圧式クライミングシステムの形態に限定されるものではなく、原理的に、任意の数のクライミングシステムを使用することが可能であり、丁度1つの液圧式クライミングシステムを使用することも可能であ

10

20

30

40

50

る。

【0113】

図13は、ホイステイングシステムのカラム210の代替的一実施形態を示す。この実施形態では、カラムの長さは、隣り合う結合ポイント間距離の2倍未満にわたって延在する。そのようなより短いシステムの利点の1つは、より軽量かつより小型であること、従ってより安価であることである。更に、そのレールは、ホイステイングシステムのクライミングの一部の間にただ1つの結合ポイントによってスライド可能に結合されるため、該システムは、テーパー（先細形状）が長手方向において変化するタワーに沿って運動することができる。図13では、最下部タワーセグメント217は円筒状であり、他方、セグメント182、183はテーパー化されている。

10

【0114】

ホイステイングシステムの一実施形態において、カラムは、作業員によってアクセス可能なように構成されている。カラムは、作業員が修理及びメンテナンスを実行できるように、ドア、1又は2以上のプラットフォーム及び内部階段を有してもよい。カラムの内部からの、例えば結合システム及び/又はクライミングシステムの点検のための、点検用ハッチが設けられてもよい。

【0115】

一実施形態において、ホイステイングシステムはただ1つの結合システムを有してもよく、例えば、図12の場合はカラムの中央にのみ、図13の場合はカラムの上端側にのみ結合システムを有してもよい。

20

【0116】

ホイステイングシステムの他の一実施形態では、該システムは結合システムを全く備えなくてもよい。例えば、図12のホイステイングシステムは何れか（ないしすべて）の結合システム192なしで構成されてもよく、クライミングシステム（複数）をクライミング及び結合の両方のために使用してもよい。クライミングシステム（複数）は、常に少なくとも1つのクライミングシステムがカラムをタワーに結合するよう、反復的に活性化（作動）される。そのような実施形態の利点は、より低いコスト及び一層の簡素化（単純化）である。

【0117】

図6、図12及び図13は、カラムの1つのサイドに配されるクライミングシステムを示す。これらの代替的实施形態としては、カラムの両サイド（2つのサイド）に配されるクライミングシステムを有してもよい。

30

【0118】

図13の例示的なホイステイングシステムは、比較的長いシリンダ211を有するただ1つのクライミングシステムを含む。このシリンダは、（下）端部212において枢動可能な態様で結合されており、他方の端部はアクチュエータ214の制御によりレール213を貫通して案内される。ピストン215はその球状（に表示された）端部216によってフック189にロックされる。クライミング中、レール191が結合ポイント184から解放され、その後、カラムが結合ポイント185によってスライド可能に結合され、更に、クライミングシステムのピストンを介して結合ポイント186に結合されるまで、カラム210はクライミングシステムによって引き上げられる。上方ストロークのこの部分において、カラムは枢動角度を僅かに変化することができ、そのため、レールは次の結合ポイントに整列（位置合わせ）される。

40

【0119】

図13は、例えばホイステイングシステムが独立して作動できるよう生成される電力及び液圧力のための発電機を含む例示的な任意的パワーシステム218も示している。パワーシステムはジョイント219によって結合されており、カラムとパワーシステムの間のパワーライン及び制御ラインはジョイント220を介して案内されている。ホイステイングシステムは、地面（基部領域）からの電気ケーブルを介して供給される電力によって駆動可能なバックアップ用の液圧ポンプを含むことができる。

50

## 【 0 1 2 0 】

図 1 4 は、例示的な結合システムを断面で示す。紙面の左側の 2 つのタワーセグメント 1 6 8、1 6 9 は、1 つの結合ポイント 2 3 0 と共に図示されている。紙面右側のカラム 2 1 0 は、ホイスティングシステムのヨー (yaw) プラットフォーム 2 2 1 と共に図示されている。液圧シリンダ 2 2 2 はピストン 2 2 3 を制御してフック 2 2 4 を結合ポイントのエレメント 2 2 6 に嵌め込む。該フックの端部 2 2 5 とエレメント 2 2 6 は、両者合わせて、紙面に対しほぼ直角をなす枢動軸を有する円筒状ヒンジを形成し、従って、クレーンのカラムがある程度の傾動自由度を有するよう配置されている。このフックは、従ってクレーンのカラムも、ピストン 2 2 3 のほぼ水平な軸の周りでの運動のある程度の回転自由度も有する。ほぼ水平な軸 (複数) の周りでのこれらの自由度は、大きな曲げモーメントが結合ポイントに加わることを回避する。結合プロセス中、カラムは、まず、ピストン 2 2 3 が延出できるよう、僅かに持ち上げられる。次に、カラムはフック 2 2 4 がエレメント 2 2 6 と結合するまで降下され、その後、液圧シリンダ 2 2 7 はピストン 2 2 8 を駆動して開口 2 2 9 に挿入する。このため、カラムは最早上下運動 (昇降) することができない。レールは外側案内帯状部材 (guiding strip) 2 3 1 と内側帯状部材 2 3 2 を有する。これらの帯状部材は相互間距離 2 3 3 を有する。

10

## 【 0 1 2 1 】

一実施形態では、レールの内部に配された結合ポイントのプレート 2 3 4 の厚みは、前記相互間距離 2 3 3 よりも、例えば 1 5 c m ( ( だけ ) より小さく )、好ましくは 1 0 c m ( だけ ) より小さく、例えば 5 c m ( だけ ) より小さく、少なくとも 1 m m ( だけ ) より大きい ( より小さい )。例えば 5 c m の遊びを有することの利点は、カラムが凡そ 0 . 2 5 ° の枢動自由度を有し、そのため、タワーのテーパーが各セクションにわたりほぼその大きさだけ変化することができることである。テーパー ( の程度 ) が変化するタワーは構造的な利点を有し、従って、本発明に応じたホイスティングシステムを取り付けることができる。

20

## 【 0 1 2 2 】

結合ポイントの中心は、プレート 2 3 4 の中心によって定義されてもよい。

## 【 0 1 2 3 】

図 1 4 に示したピストン 2 2 3、2 2 8 は液圧流体によって直接的に駆動される。代替的一実施形態では、これらのピストンは何れも独立の液圧シリンダによって駆動される被案内ピン (guided pins) であってもよい。そのような実施形態の利点は、被案内ピンは横方向の挿入 (loading) により適切であり得ることである。

30

## 【 0 1 2 4 】

ホイスティングシステムの更なる一実施形態では、該システムはレールにドアを有しなくてもよい。例えば、図 1 2 又は図 1 3 のホイスティングシステムは、ドア 1 9 3、1 9 4 なしで作られてもよい。これらは、レールの結合ポイントのある程度の遊びによって支援されてレールに取り付けられることもなお可能である。例えば、図 1 3 の場合、まず、結合ポイント 1 8 4 は、ホイスティングシステムの下降によって、レールにスライドし、次いで、該システムを再び上昇することにより、レールは結合ポイント 1 8 5 の上方にスライドする。図 1 2 のホイスティングシステムも同様の方法で取り付けられてもよい。

40

## 【 0 1 2 5 】

図 1 5 は、紙面左側に例示的な風力タービンタワーを、紙面右側にホイスティングシステムの一例の例示的なカラムを示す。説明のために、カラムの中央部分は図示されていない。カラムは、結合ポイント 2 3 0 のプレート 2 3 4 の開口に嵌り込むピストン 2 4 6 を有する液圧シリンダ 2 4 5 を含むワゴン (可動キャリア) 2 4 2 を含む。液圧モータ 2 4 0 によって駆動され、更にベアリング 2 4 4 によって位置決めされているスピンドル 2 4 1 は、ワゴン 2 4 2 を貫通してスライドし、該ワゴンをレールに対して平行に該レールの背面側を通過するよう駆動する。ワゴン 2 4 2 が結合ポイントにロックされかつフック 2 2 4 がロック解除されると、液圧モータは、スピンドルの回転により、ホイスティングシステムを上下運動 (昇降) させることができる。スピンドルに結合されたワゴンを用いた

50

クライミングの利点は、液圧シリンダを備えたクライミングシステムが不要になること、ピストン246による結合ポイントのロックはフック187、188、189への結合よりも単純であること、及び、ワゴンは相対的に安定な手段であることである。

【0126】

図16は、ホイスティングシステム255が取り付けられた、ナセル252、ハブ253及びブレード(複数)254を備えた例示的な風力タービン250を示す。風力タービンは上記の実施形態の風力タービンの何れか1つであってもよい。ホイスティングシステムも上記の実施形態のホイスティングシステムの何れか1つであってもよい。図16は第2ホイスティングポイント260と、該ポイントからの第2ホイスティングケーブル261が負荷に結合されている様子を示している。そのような第2ホイスティングケーブルの利点は、負荷をより良好に制御できることである。代替的に、ブーム14は、ヨー(yaw)ベアリング257を有するブーム[257]に場合により取り付けられる補助ブーム256を含むことができる。この補助ブームは、ケーブル259によって負荷に結合される副(第2)ホイスティングポイント258も提供する。この負荷は例えばフレーム262であり、これはブレードを把持し(部分的に取り囲み)、そのブレードを損傷することのないホイスティングポイントを提供するように設計されている。図16は、等距離間隔では配置されていない複数の結合ポイント7を示している(図面参照符号が付記されていないものもある)。更に、図16は、タワーの他方のサイドに複数の結合ポイント263を示しており、これらの結合ポイント263には、第2ホイスティングシステム(場合によってはクライミングシステムを備えない)が、第1ホイスティングシステムによって取り付けられることができる。

【0127】

上記の説明は、ホイスティングシステムを用いた風力タービンの設置(建設)にフォーカスしている。しかしながら、本発明は風力タービンの設置に限定されず、付加的に又は代替的に、ホイスティングシステムを用いた風力タービンのメンテナンス又は解体にも適用可能である。

【0128】

結合ポイントは、風力タービンのタワーへのホイスティングシステムの固定的結合又はスライド可能な結合のために及び/又はクライミングシステムのための支持部として使用することができる。後者は、ホイスティングシステムの結合及び案内の形態でもある。従って、結合ポイントが参照(言及)される場合、該固定ポイントはホイスティングシステムの結合及び案内の何れか一方又はその両方として機能し得ると、理解されるべきである。勿論、これらの機能は、例えば少なくとも1つのポイントが結合機能のみを有する場合又は少なくとも1つのポイントが案内機能のみを有する場合、複数のポイントによって分担することも可能である。

【0129】

ホイスティングシステムは、当該システムのオペレーションの範囲内におけるオペレーションのみを可能にするコンピュータによって制御することも可能である。ホイスティングシステムは、例えばグラウンド(基部領域)からの、クレーン内における及び建設中の風力タービン内における、遠隔操作コントローラ及び固定(据付け)型コントローラによって制御することも可能である。クレーンの操作者はカメラによって支援されることも可能である。

【0130】

なお、本願において、用語「含む(comprising)」は他の要素又はステップを排除するものではないと理解されるべきである。更に、用語「1つの(a及びan)」は複数を排除するものではない。クレーム中の図面参照符号は何れもクレームの範囲を限定するものと理解されるべきではない。

ここに、本発明の態様を付記する。

(付記1)風力タービンの、好ましくは洋上風力タービンの、設置又はメンテナンスのためのホイスティングシステム。

10

20

30

40

50

ホイステイングシステムは、風力タービントワーの既設部分に荷重支持結合 (load bearing connection) を形成する手段を含み、及び、当該ホイステイングシステムを風力タービントワーの既設部分に沿って上下運動させる手段を含む。

ホイステイングシステムは、タワーセグメント、ナセル、発電機、ハブ及びブレードの何れかを1又は2以上のコンバインドホイスト又はシングルホイストで設置又は除去するよう構成されている。

(付記2) 洋上風力タービン又は陸上風力タービンの設置又はメンテナンスのための上記ホイステイングシステムにおいて、

風力タービンはタワーを含み、ホイステイングシステムはカラムとブームとウィンチとを含む。

カラムは、1又は2以上の結合ポイントを用いて、タワーの部分に対し荷重支持結合を形成するよう構成されている。

結合ポイントは、タワーの長手方向に沿ってとりわけ連続的に位置付けられている。

カラムは、荷重支持結合が形成されたとき、ホイステイングシステムをタワーの前記部分に沿って実質的に垂直方向に運動させるよう構成されている。

(付記3) 上記のホイステイングシステムにおいて、

カラムと結合ポイントとの間の荷重支持結合は、ホイステイング作業中、荷重支持結合によるパーツ間ジョイント (joint) の仮想水平軸線の周りにおける少なくとも  $0.25^\circ$  の回転自由度、好ましくは少なくとも  $0.5^\circ$  の回転自由度、より好ましくは  $1^\circ$  の回転自由度を可能にするよう形成される。

(付記4) 上記のホイステイングシステムにおいて、

カラムは、ホイステイングシステムを前記1又は2以上の結合ポイントを用いた荷重支持結合に沿って案内することを可能にするレールを更に用いて、荷重支持結合を形成するよう構成されている。

(付記5) 上記のホイステイングシステムにおいて、

ブームは、レールから少なくとも  $1.5\text{ m}$ 、好ましくは少なくとも  $2.5\text{ m}$  の距離に到達する。

(付記6) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記ブームは、

ヨーベアリング、但し、好ましくは、該ヨーベアリングの軸と前記レールの長手方向との間の角度は少なくとも  $0.5^\circ$ 、より好ましくは凡そ  $0.75^\circ$  である、及び、

枢動ヒンジ、但し、該枢動ヒンジは、好ましくは、前記ブームを前記カラムに対し当該枢動ヒンジの周りで回動させて少なくとも  $20^\circ$  の枢動角度の変化を可能にするための液圧シリンダ又はエレクトロメカニカルアクチュエータを含む、

の少なくとも1つを介して前記カラムに結合している。

(付記7) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記ブームは、ホイステイングケーブルを操作するためのケーブルを含む。

(付記8) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記ブームは、該ブームと該ブームのホイステイングポイントから枢動ヒンジの中心への仮想ラインセグメントとの間に、少なくとも  $1.5\text{ m}$ 、好ましくは少なくとも  $2.5\text{ m}$ 、より好ましくは凡そ  $4\text{ m}$  の距離が得られるよう、湾曲ないし屈曲される。

(付記9) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記タワーは前記1又は2以上の結合ポイントを含み、前記レールは前記カラムに結合されており、好ましくは該レールは  $10\text{ m}$  の最小長さを有し、より好ましくは該レールは  $20\text{ m}$  の最小長さを有し、一層より好ましくは該レールは  $34\text{ m}$  の最小長さを有する。

(付記10) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記レールの第1セクションは(1つの)結合ポイントに該レールを取り付けるために該レールを開く (open) よう構成された手段を含み、該手段は、更に、レールを閉じ、その結果、該レールが結合ポイントにスライド可能に結合されることにより、ホイステイングシステムを該レールに対し実質的に平行な方向に前記タワーに対し相対的に運動させる

10

20

30

40

50

ことを可能にするよう構成されている。

(付記 1 1) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記カラムは、好ましくは連続(ないし無端: going around)チェーン又はクライミングアクチュエータ又はワゴンを用いることにより、ホイステイングシステムを前記タワーに沿って実質的に垂直方向に運動させるよう構成されている。

(付記 1 2) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記クライミングアクチュエータはコネクションアクチュエータを含み、該コネクションアクチュエータは該クライミングアクチュエータの一方の端部を前記カラムから離れる又は該カラムに向かう方向へ運動させるよう構成されている。

(付記 1 3) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記カラムは第 1 クライミングシステムと第 2 クライミングシステムを含み、各クライミングシステムは一方のサイドでは(1つの)結合ポイントにおいて結合(connection)を形成するよう構成されており、他方のサイドでは該カラムに結合されている。

各クライミングシステムは、ホイステイングシステムを実質的に垂直な配向で前記タワーに沿って運動させるよう構成されている。

好ましくは、該第 1 クライミングシステムと該第 2 クライミングシステムとの間のそれらの結合された端部間で測定される距離は、前記カラムの長手方向において少なくとも 1.8 m である。

(付記 1 4) 上記のホイステイングシステムにおいて、

前記荷重支持結合は、ホイステイングシステムを結合ポイントに結合するための荷重支持連結器(load bearing coupling)を含み、好ましくは、ホイステイング作業中、荷重支持連結器は、前記レールの長さの上側の 65% のところ、より好ましくは前記レールの長さの上側の 35% のところ、例えば前記レールの長さの上側の 10% のところ、に位置付けられた単独の(ただ 1 つの: single)結合ポイントを介して、垂直力の少なくとも 90% を前記タワーに伝えるよう、構成されている。

(付記 1 5) 上記のホイステイングシステムは、更に、ディーゼル発電機、燃料電池又は蓄電池のような化学反応に基づく電源を含む。

(付記 1 6) 上記のホイステイングシステムは、タワー頂部セグメント及び風力タービンのナセル、発電機、ハブ及びブレード又はそれらの部分の 1 又は 2 以上をホイストしかつ設置するよう構成されている。

(付記 1 7) 陸上型又は洋上型の風力タービン。

該風力タービンは、タワー、ナセル、発電機、ハブ及び少なくとも 1 つのブレードを含む。

該タワーは、上記のホイステイングシステムの分離可能な結合及び案内のための 1 又は 2 以上の結合ポイントを含む。

前記結合ポイントは該タワーの長手方向に沿ってとりわけ連続的に位置付けられている。

(付記 1 8) 上記の風力タービンにおいて、

前記タワーは、10 m 超の相互間隔で、好ましくは 30 m 未満の相互間隔で、より好ましくは 15 m 未満の相互間隔で配された複数の結合ポイントを含む。

(付記 1 9) 上記の風力タービンにおいて、

前記タワーは、複数の積み重ねセグメントを含み、少なくとも 1 つの結合ポイントは、2 つの隣り合うタワーセグメントのオーバーラップ部分に位置付けられている。

(付記 2 0) 上記の風力タービンにおいて、

少なくとも 1 つの結合ポイントは、該結合ポイントの中心から該結合ポイントの中心から少なくとも 50 cm 離れたところまでの、好ましくは該結合ポイントの中心から少なくとも 100 cm 離れたところまでの、距離に沿って前記タワーの外側において補強されている。

(付記 2 1) 上記の風力タービンにおいて、

10

20

30

40

50

前記タワーの内部は、前記結合ポイントにおいて補強されている。

(付記22) 上記の風力タービンにおいて、

3つの連続する結合ポイントの中心は、前記タワーの長手方向に対し前記タワーの半径方向に20cmの最大偏差を伴って、好ましくは前記タワーの半径方向に10cmの最大偏差を伴って、より好ましくは前記タワーの半径方向に5cmの最大偏差を伴って、整列している。

(付記23) 上記の風力タービンにおいて、

前記タワーは、タワー長さの50%を超える、好ましくはタワー長さの80%を超える、荷重支持壁(load bearing wall)を含む。

(付記24) 上記の風力タービンにおいて、

前記タワーの長手方向に対し直角な方向における前記荷重支持壁の横断面は、円状又は多角形状に形成されている。

(付記25) 上記の風力タービンにおいて、

前記タワーは、チューブ状に形成され、かつ、複数の垂直セグメントから組み立てられ、  
各セグメントは、1つのセグメントの長さにならびて延在する複数の湾曲又は屈曲プレートから組み立てられている。

(付記26) 上記の風力タービンにおいて、

前記セグメントの1又は2以上は、10m~16mの長さを有する。

(付記27) 上記の風力タービンにおいて、

前記タワーは、タワー長さの少なくとも50%にならび、好ましくはタワー長さの少なくとも80%にならび、テーパ状に(先細形状に)形成されている。

(付記28) 上記の風力タービンにおいて、

全ての結合ポイントの高さの合計は、タワー長さの20%未満、好ましくはタワー長さの10%未満である。

(付記29) 上記の風力タービンは、堤防(dike)の中央部から100m未満、好ましくは50m未満、より好ましくは20m未満の距離のところに設置されている。

(付記30) 上記の風力タービンは、上記のホイスティングシステムに応じて構成された第2のホイスティングシステムの分離可能な結合のために、前記タワーの長手方向に沿って連続的にかつタワー中心軸を中心とする円筒座標系において前記1又は2以上の結合ポイントから少なくとも20°の角度差をなして位置付けられた1又は2以上の更なる結合ポイントを含む。

(付記31) 上記の風力タービンは、海面から突出する構造体を含む。

該構造体は、ホイスティングシステムの分離可能な結合かつ案内のための前記1又は2以上の結合ポイントの少なくとも1つを含む移行部分(transition piece)を含む。

(付記32) 上記の風力タービンは軸高さ(axis height)を有し、該軸高さは80m超、好ましくは130m超、より好ましくは180m超である。

(付記33) 上記の風力タービンは設計(design)rpmを有し、

風速12m/sの場合の設計rpmと風速6m/sの場合の設計rpmとの比は、3未満かつ1.3超、好ましくは1.5超、より好ましくは1.8超である。

(付記34) 上記の風力タービンにおいて、

ホイスティングシステムは、前記タワーの実質的に一方のサイドの外側に分離可能に結合されており、それによって、風力タービンとホイスティングシステムのコンビネーションを形成する。

(付記35) 上記の風力タービンにおいて、

ホイスティングシステムはカラムとレールを含む。

該カラムは該レールに結合されており、該レールは該タワーに沿ってホイスティングシステムを案内するよう構成されている。

該レールは前記結合ポイントの少なくとも1つに固定的に又はスライド可能に結合している。

10

20

30

40

50

(付記 3 6) 上記の風力タービンにおいて、

前記レールは、少なくとも 2 つの結合ポイントに対しスライド可能に及び/又は固定的に結合されている。

(付記 3 7) 上記の風力タービンにおいて、

風力タービンの建設中にタワーのパーツのホイスティング作業のためにホイスティングシステムを前記タワーに分離可能に結合するために使用される地表面から測定して最も高い位置にある結合ポイントは、最上部の 2 つの既設のタワーセグメントのオーバーラップ部分に位置付けられている。

(付記 3 8) 上記の風力タービンにおいて、

ホイスティングシステムは、枢動ヒンジに対しホイスティングポイントのほぼ反対側においてカウンタウェイト(釣り合い錘: contra weight)又はカウンタ(釣り合い)力を生成する手段なしで、前記タワーに分離可能に結合されている。

(付記 3 9) 上記の風力タービンの、頂部タワーセグメント以外の、タワーセグメント。

該セグメントは、当該セグメントが風力タービンの部分として設置されるとき、上記のホイスティングシステムを分離可能に結合するための結合ポイントを含む。

(付記 4 0) 上記の風力タービンを建設するための方法。

該方法は、上記のホイスティングシステムを用いて基部の上部に 1 又は 2 以上のタワーセグメントを設置することにより風力タービンのタワーの少なくとも一部分を構築することを含む。

(付記 4 1) 上記の風力タービンを建設するための方法。

該方法は、前記ホイスティングシステムを用いない伝統的な建設方法を用いて地平面の近くに設置される 1 又は 2 以上の底部タワーセグメントを建設することを含む。

(付記 4 2) 上記の方法は、

前記ホイスティングシステムを用いて連続するタワーセグメントの 1 又は 2 以上の部分をホイストし、該セグメントを設置することにより、前記タワーの部分形成すること、及び、

前記ホイスティングシステムを前記結合ポイントに沿って上方へ案内し、前記レールを前記連続するタワーセグメントの 1 又は 2 以上の結合ポイントに固定的に又は分離可能に結合すること

を含む。

(付記 4 3) 上記の方法は、

最後のタワーセグメントが設置されたのち、風力タービンのナセル、発電機、ハブ及びブレード又はこれらの部分の 1 又は 2 以上をホイストしかつ設置するステップを更に含む。

(付記 4 4) 上記の方法は、

複数のブレードを一度に 1 つずつホイストする場合、他のブレードをホイストしかつ設置するために適切な位置にハブを位置付けることを可能にするために、設置されたブレードを前記ホイスティングシステムを用いて上下にホイスト(昇降)することにより設置されたハブを回転させるステップを含む。

(付記 4 5) 上記の方法において、

全体で 4 つの最下部タワーセグメントの何れか 1 つのホイスト中、前記ホイスティングシステムのブームのホイスティングポイントと、前記ホイスティングシステムと前記タワーの上側結合ポイントの中心との間の距離は、常に、該タワーセグメントの直径よりも小さい。

(付記 4 6) 上記の方法は、

付記 3 0 に応じた第 2 ホイスティングシステムをホイストしかつ設置することを更に含み、該ホイスト及び設置は前記ホイスティングシステムを用いる。

(付記 4 7) 上記の風力タービン又は建設中の風力タービンに上記のホイスティングシステムを分離可能に結合する方法。

該方法は、該ホイスティングシステムはカラムとレールを含み、該カラムは該レールに

10

20

30

40

50

結合されており、該風力タービンは2又は3以上のタワーセグメントと1又は2以上の結合ポイントとを含むタワーを含む。

該方法は、前記レールを前記1又は2以上の結合ポイントに固定的に結合するステップを含む。

(付記48)上記の方法において、

前記風力タービンは洋上風力タービンである。

該方法は、1又は2以上のタワーセグメントに結合されたホイスティングシステムを船舶から該風力タービンの基部にホイストすることを更に含む。

(付記49)上記の方法において、

前記風力タービンは洋上風力発電装置である。

該方法は、該風力タービンの設置された部分に結合されたケーブルを用いて、前記ホイスティングシステムを台船(pontoon)から該風力タービンの設置された部分の1又は2以上の結合ポイントにホイストすることを更に含む。

(付記50)上記の風力タービン又は建設中の風力タービンから上記のホイスティングシステムを除去する方法。

該ホイスティングシステムはカラムとレールを含み、該カラムは該レールに結合されており、該風力タービンは2又は3以上のタワーセグメントと1又は2以上の結合ポイントとを含むタワーを含む。

該方法は、結合ポイントに対する前記レールの固定的な結合を解除するステップ、結合ポイントに対する前記レールのスライド可能な結合を用いて前記ホイスティングシステムを下方に運動させるステップ、及び、該ホイスティングシステムを該風力タービンから取り去るステップを含む。

(付記51)既設の風力タービンを適合化するための方法。

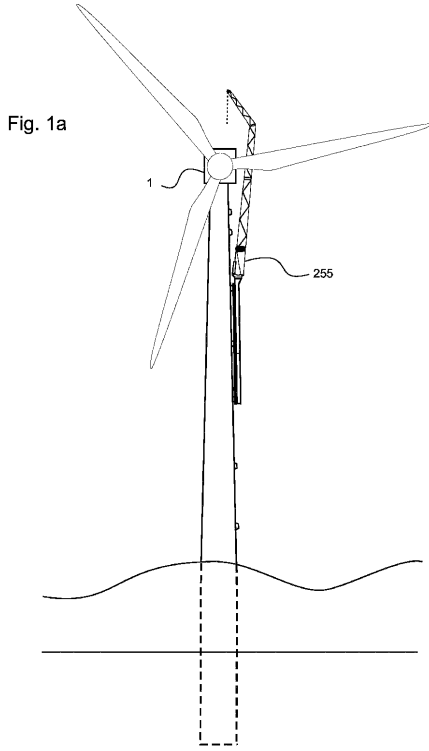
該方法は、1又は2以上の結合ポイントを該既設の風力タービンのタワーに適用し、それによって、上記のホイスティングシステムを該既設の風力タービンの当該1又は2以上の結合ポイントに分離可能に結合可能にすること、を含む。

10

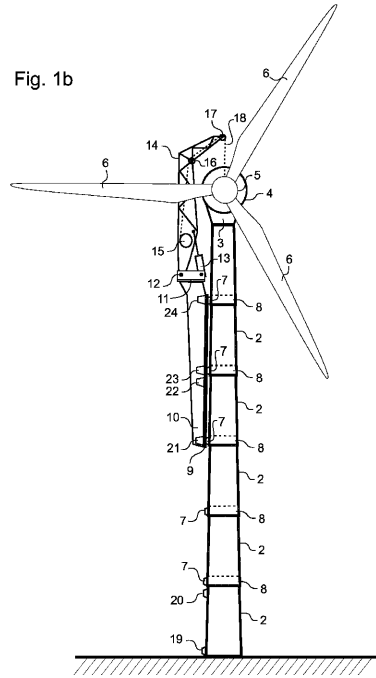
20

30

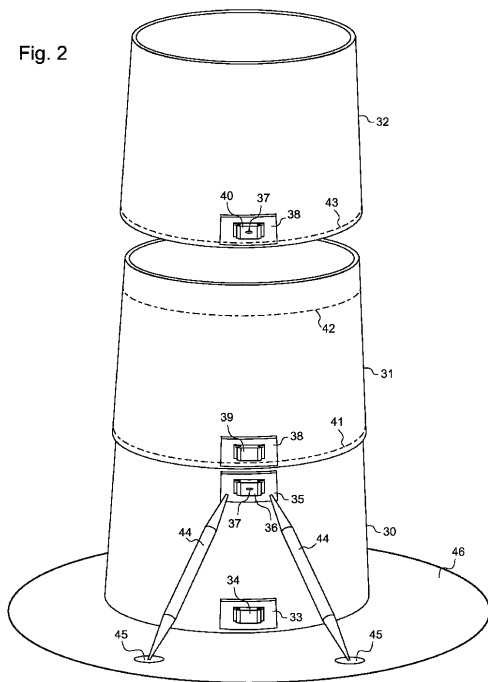
【 図 1 a 】



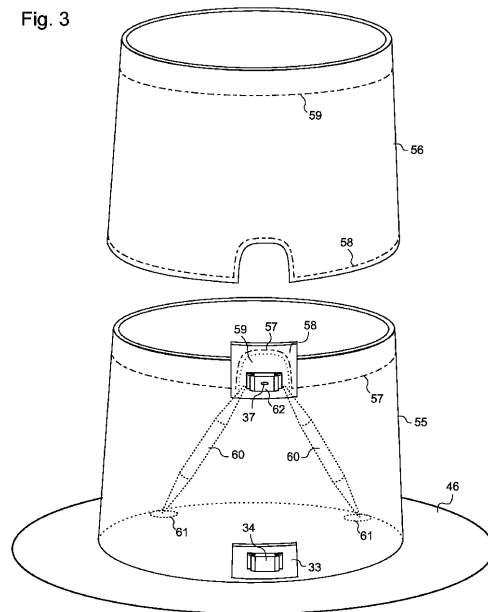
【 図 1 b 】



【 図 2 】

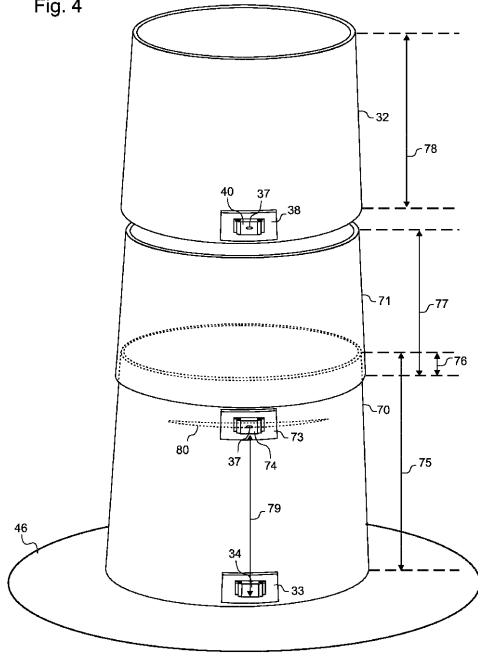


【 図 3 】



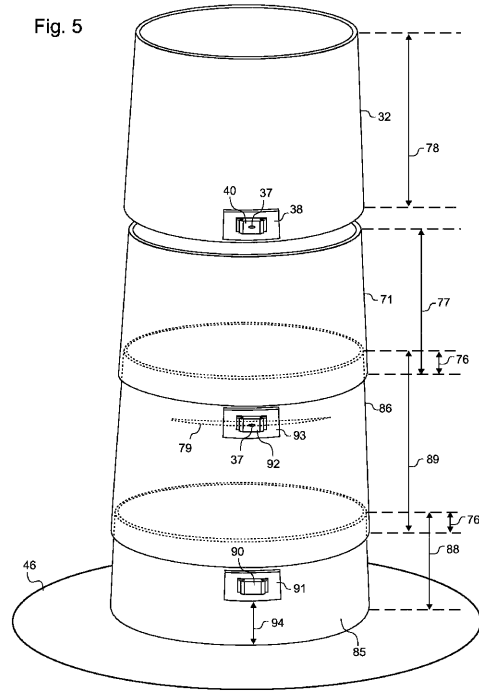
【 図 4 】

Fig. 4



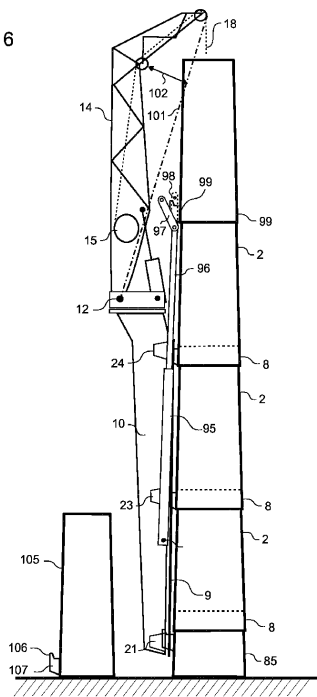
【 図 5 】

Fig. 5



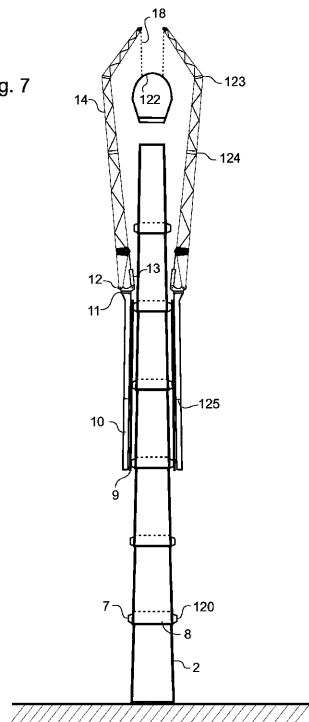
【 図 6 】

Fig. 6



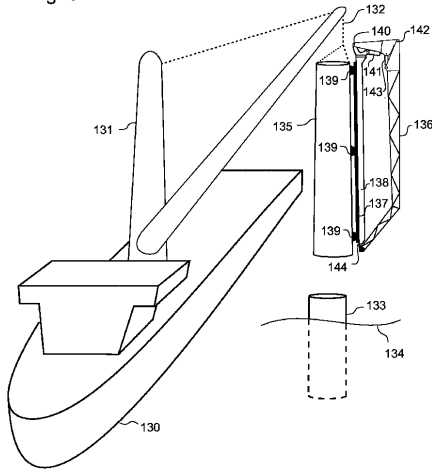
【 図 7 】

Fig. 7



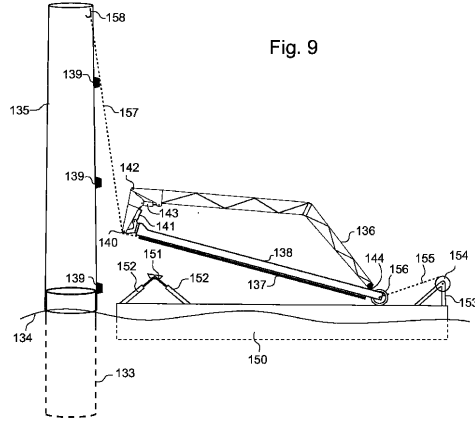
【 図 8 】

Fig. 8



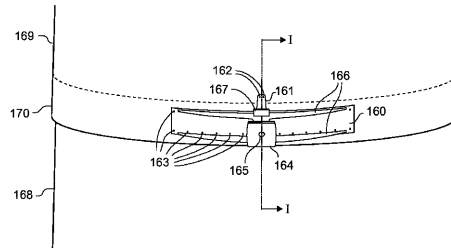
【 図 9 】

Fig. 9



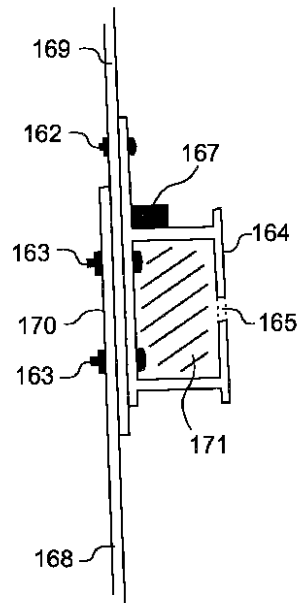
【 図 10 】

Fig. 10



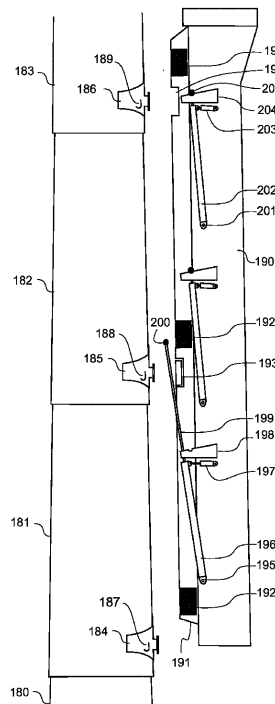
【 図 11 】

Fig. 11



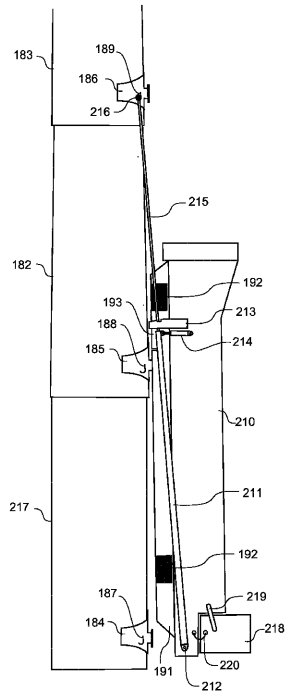
【 図 12 】

Fig. 12



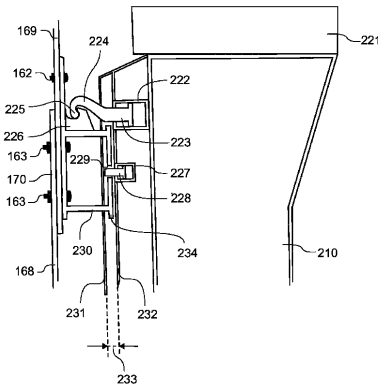
【 図 1 3 】

Fig. 13



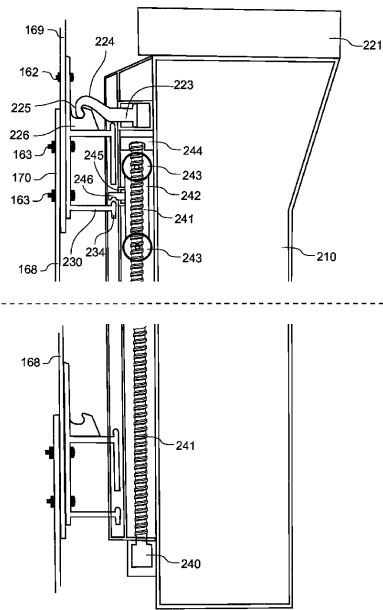
【 図 1 4 】

Fig. 14



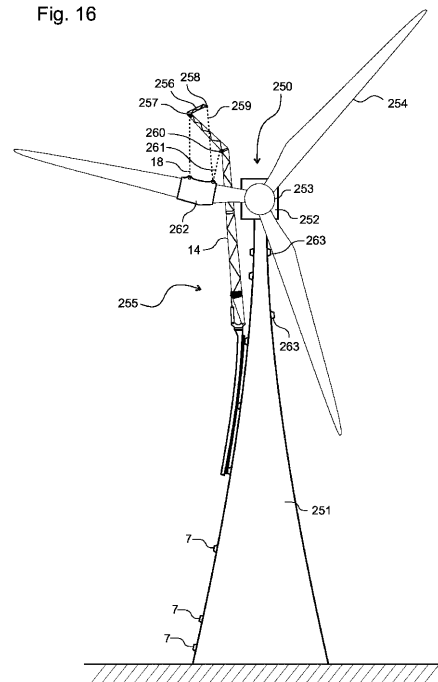
【 図 1 5 】

Fig. 15



【 図 1 6 】

Fig. 16



## フロントページの続き

- (72)発明者 ラガウェイ、ヘンドリック ランベルトゥス  
オランダ王国 3774 セーテー コートワイケルブルク チャスケルストラート 9
- (72)発明者 ブバンツ、アンドレ ハイנטツ  
オランダ王国 3824 デーカー アーメルスフォールト アウデ ムント 14
- (72)発明者 ファン デ ポル、アールト  
オランダ王国 6731 エーイェー オッテルロー バルネフェルトセウエッヒ 11
- (72)発明者 ヴァーイェンベルグ、アルベルト  
オランダ王国 3772 イェーエム バルネフェルト ブルンメルカンベルウエッヒ 26
- (72)発明者 コルテン、グスタフエ パウル  
オランダ王国 1831 ベーハー クーデイク カナールデイク 294

審査官 所村 陽一

- (56)参考文献 国際公開第2014/082176(WO, A1)  
実開昭51-062222(JP, U)  
米国特許出願公開第2016/0010623(US, A1)  
特開昭63-189391(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F03D 13/20  
F03D 1/06