

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-207662

(P2012-207662A)

(43) 公開日 平成24年10月25日(2012.10.25)

(51) Int.Cl.

F03D 1/06 (2006.01)

F I

F03D 1/06

A

テーマコード (参考)

3H078

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-45618 (P2012-45618)
 (22) 出願日 平成24年3月1日 (2012.3.1)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-54265 (P2011-54265)
 (32) 優先日 平成23年3月11日 (2011.3.11)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 390029805
 T H K 株式会社
 東京都品川区西五反田3丁目11番6号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100094400
 弁理士 鈴木 三義
 (72) 発明者 林 勇樹
 東京都品川区西五反田3丁目11番6号
 T H K 株式会社内
 Fターム(参考) 3H078 AA02 BB12 BB16 BB17 BB19
 CC03

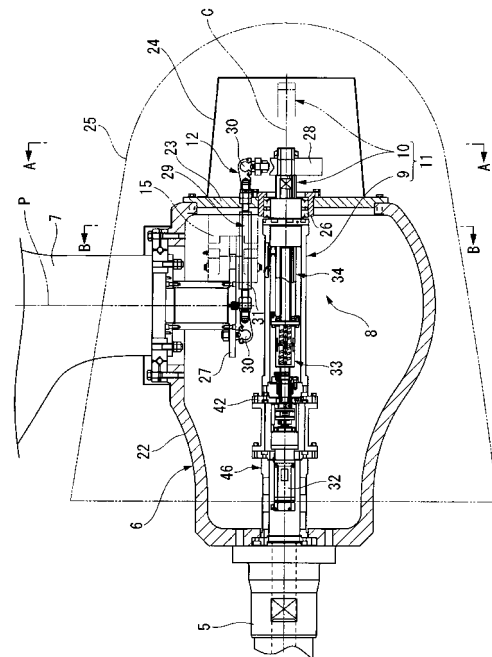
(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【要約】

【課題】安全性や耐久性を向上できる風力発電装置を提供する。

【解決手段】風力発電装置は、ロータヘッド6から主軸5の軸線C回りに放射状に突設された複数のブレード7と、ロータヘッド6内に設けられてブレード7をピッチ軸P回りに回転させるピッチ軸回転機構8と、を備える。ピッチ軸回転機構8は、ロータヘッド6に支持されると共に伸縮可能なロッド10を有するアクチュエータ11と、ロッド10とブレード7とを連結するリンク構造12と、を備える。アクチュエータ11は、主軸5の軸線C上に延設される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

タワーの上部に配設されたナセルと、
前記ナセルに配設された回転可能な主軸と、
前記主軸の先端に配設されて、前記ナセルから突出するロータヘッドと、
前記ロータヘッドから前記主軸の軸線回りに放射状に突設された複数のブレードと、
前記ロータヘッド内に設けられ、前記ブレードをピッチ軸回りに回転させるピッチ軸回転機構と、
を備え、

前記ピッチ軸回転機構は、
前記ロータヘッドに支持されたアクチュエータ本体及び前記アクチュエータ本体から伸縮可能なロッドを有するアクチュエータと、
前記ロッドと前記ブレードとを連結するリンク構造と、を備え、
前記アクチュエータは、前記主軸の軸線上に延設されることを特徴とする風力発電装置

【請求項 2】

請求項 1 に記載の風力発電装置であって、
前記アクチュエータ本体の一方が前記ロータヘッドに固定され、
前記アクチュエータ本体の他方が球面軸受を介して前記ロータヘッドに支持されることを特徴とする風力発電装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の風力発電装置であって、
前記球面軸受は、前記ロータヘッドに対して、前記主軸の軸線方向に垂直な径方向及び前記軸線方向に移動可能であることを特徴とする風力発電装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の風力発電装置であって、
前記アクチュエータは、
モータと、
前記モータの回転運動のエネルギーを前記主軸の軸線方向に沿う直線運動のエネルギーに変換するボールねじと、
前記ボールねじに連結されて、前記アクチュエータ本体に対して前記ロッドを前記主軸の軸線方向に直線案内するボールスプラインと、を含むことを特徴とする風力発電装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の風力発電装置であって、
前記リンク構造は、
前記ロッドの先端部と前記ブレードの基端部を連結すると共に、長さ調整機構を有するリンク棒を備えることを特徴とする風力発電装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、風力発電装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

風の流れを利用して発電を行う風力発電装置として、例えば下記特許文献 1 に示す風力発電装置が知られている。

風力発電装置は、地面に立設されたタワー、ナセル、主軸、ロータヘッド、複数のブレード及びピッチ軸回転機構を備える。

ナセル（後部ナセル）は、タワーの上部に配設される。主軸は、ナセルに配設されて回転可能である。ロータヘッド（前部ナセル）は、主軸の先端に配設されてナセルから突出する。複数のブレードは、ロータヘッドから主軸の軸線回りに放射状に突設される。ピッ

10

20

30

40

50

チ軸回転機構（可変ピッチ装置）は、ブレードをそのピッチ軸回りに回転させる。

【0003】

特許文献1の風力発電装置では、ピッチ軸回転機構は、ナセルに固定されたアクチュエータ本体及びアクチュエータ本体から伸縮可能なロッドを有するアクチュエータ（油圧シリンダ）と、ロッドとブレードとを連結するリンク構造と、を備える。

リンク構造は、ロッド軸受け部を介してロッド先端に連結されるピッチ制御軸と、このピッチ制御軸とブレードとを繋ぐ複数の継ぎ手（リンク及びアーム）と、を含んでいる。

ピッチ制御軸は、ナセルの発電機内及び主軸内を通してロータヘッド内に至る。ピッチ制御軸は、アクチュエータ本体に対するロッドの伸縮に伴って主軸の軸線方向に往復移動可能である。ピッチ制御軸は、ロッド軸受け部によりロッドに対して回転可能である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-46107号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の風力発電装置では、下記の問題がある。

アクチュエータのロッド伸縮をブレードに伝達するためのリンク構造の部品点数が多く、構造が複雑である。このような複雑な構造により、組立やメンテナンス（以下、組立等）に手間がかかる。

20

【0006】

アクチュエータとブレードとの間に、発電機、主軸及びロータヘッドが配設されるので、アクチュエータからブレードまでの距離が長くなる。これらを連結するロッド及びリンク構造の全長が長くなる。そのため、アクチュエータやブレードから伝達される軸線方向への大きな荷重（推力）によって、ロッドやリンク構造が座屈するおそれがある。

【0007】

回転構造体エンド（主軸の軸線回りにこの主軸と一体に回転する構造体における、ロータヘッドとは反対側の端部）にアクチュエータを配設する必要がある。このため、スリップリングや油圧ロータリージョイントを設けることができない。したがって、ブレードのピッチ軸回りの回転位置を検知するセンサやブレードのピッチ軸回りの回動を規制する油圧ブレーキなどの、装置の安全性や耐久性を確保する部材をロータヘッド内に設置できない。

30

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、安全性や耐久性を向上できる風力発電装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、以下の手段を提案している。

本発明に係る風力発電装置は、タワーの上部に配設されたナセルと、前記ナセルに配設された回転可能な主軸と、前記主軸の先端に配設されて、前記ナセルから突出するロータヘッドと、前記ロータヘッドから前記主軸の軸線回りに放射状に突設された複数のブレードと、前記ロータヘッド内に設けられ、前記ブレードをピッチ軸回りに回転させるピッチ軸回転機構と、を備え、前記ピッチ軸回転機構は、前記ロータヘッドに支持されたアクチュエータ本体及び前記アクチュエータ本体から伸縮可能なロッドを有するアクチュエータと、前記ロッドと前記ブレードとを連結するリンク構造と、を備え、前記アクチュエータは、前記主軸の軸線上に延設されることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、風力発電装置の安全性や耐久性を向上できる。

50

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係る風力発電装置1を示す外觀図である。

【図2】風力発電装置1の構造を説明する図である。

【図3】ロータヘッド6の内部構造を説明する側断面図である。

【図4】ロータヘッド6の内部構造を説明する正面図である（図3のA-A矢視であるとともに、ロータヘッド6の一部を透過して示す図である）。

【図5】ロータヘッド6の内部構造を説明する正断面図である（図3のA-A矢視であるとともに、ロータヘッド6におけるB-B断面を示す図である）。

【図6】ブレード7のディスク27をピッチ軸P方向から見た図であり、リンク構造12を説明する図である。 10

【図7】リンク棒29の長さ調整機構Mを示す図である。

【図8】アクチュエータストロークとピッチ回転角との関係を示すグラフである。

【図9】アクチュエータ11の構造を説明する側断面図である。

【図10】アクチュエータ11を軸線C方向から見た正面図である。

【図11】アクチュエータ本体9の先端部近傍を拡大して示す側断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の一実施形態に係る風力発電装置1について、図1～図11を参照して説明する。 20

図1に示すように、本実施形態に係る風力発電装置1は、水平軸型の風力発電装置である。風力発電装置1は、タワー2、ナセル3及び回転構造4を備える。

タワー2は、地面Fに立設する。ナセル3は、タワー2の上部に配設される。回転構造4は、タワー2に対してナセル3をタワー2の軸回り（ヨー軸回り）に旋回させる。

【0013】

図1及び図2に示すように、風力発電装置1は、主軸5、ロータヘッド6、複数のブレード7及びピッチ軸回転機構8を備える。

主軸5は、ナセル3に対して回転可能に配設される。ロータヘッド6は、主軸5の先端に配設されて、ナセル3から突出する。複数のブレード7は、ロータヘッド6から主軸5の軸線C回りに放射状に突設される。ピッチ軸回転機構8は、ロータヘッド6内に設けられて、ブレード7をそのピッチ軸P回りに回転させる。 30

【0014】

以下の説明では、主軸5の軸線C方向に沿うロータヘッド6側（図2における右側）を先端側と言い、ロータヘッド6とは反対側（図2における左側）を基端側と言う。

【0015】

風車部分である複数のブレード7は、タワー2によって地面Fから所定の高さに設定された状態で、風Wを受け主軸5の軸線C回りに回転する。

ナセル3において、主軸5の基端側には、発電機（不図示）が配設される。発電機は、主軸5が軸線C回りに回転することで得られる機械エネルギーを電気エネルギーに変換して電力を発電する。 40

【0016】

図2において、ピッチ軸回転機構8は、アクチュエータ11と、ロッド10とブレード7とを連結するリンク構造12と、を備える。アクチュエータ11は、ロータヘッド6に支持されたアクチュエータ本体9及びアクチュエータ本体9から伸縮可能なロッド10を有する。

【0017】

図2に示すように、複数の近接スイッチ13、エンコーダ14及び油圧ブレーキ15は、ロータヘッド6内に配設される。近接スイッチ13は、アクチュエータ本体9に対するロッド10の伸縮位置を検知するセンサである。エンコーダ14は、ブレード7のピッチ軸P回りの回転位置を検知するセンサである。油圧ブレーキ15は、ブレード7のピッチ 50

軸 P 回りの回動を規制する油圧式のブレーキである。

【 0 0 1 8 】

ナセル 3 内には、スリップリング 1 6、油圧ロータリージョイント（フレキシブルジョイント）1 7、油圧ブースタ 1 8 及び小型空気圧縮機 1 9 が配設される。油圧ブースタ 1 8 及び小型空気圧縮機 1 9 は、油圧ポンプであっても構わない。

【 0 0 1 9 】

アクチュエータ 1 1 からは、後述するモータ 3 2 の動力ケーブル、近接スイッチ 1 3 のケーブル及びエンコーダ 1 4 のケーブルが引き出される。これらのケーブルは、ロータヘッド 6 の基端部から筒状の主軸 5 内を通り、主軸 5 の基端部に配設されたスリップリング 1 6 に接続される。

油圧ブレーキ 1 5 は、ロータヘッド 6 の基端部から主軸 5 内を通り、筒状のスリップリング 1 6 内を通過して、油圧ロータリージョイント 1 7 に接続される。油圧ロータリージョイント 1 7 の基端側には、油圧ブースタ 1 8 が接続される。油圧ブースタ 1 8 の基端側には、小型空気圧縮機 1 9 が接続される。

【 0 0 2 0 】

地面 F 側であるタワー 2 の下部には、ドライバ 2 0 が設置される。ドライバ 2 0 には、コントローラ 2 1 が接続される。ドライバ 2 0 は、スリップリング 1 6 に接続される。コントローラ 2 1 は、小型空気圧縮機 1 9 に接続される。

ドライバ 2 0 は、必ずしも地上に配設する必要はない。例えばナセル 3 内に配設されていてもよい。

【 0 0 2 1 】

図 3 及び図 4 に示すように、ロータヘッド 6 は、中空の内部空間を有する筒状のロータヘッド本体 2 2 と、ロータヘッド本体 2 2 の先端部に配設された円板状のロータヘッド蓋 2 3 と、を備える。

【 0 0 2 2 】

風力発電装置 1 では、ブレード 7 が軸線 C 回りに周方向均等に 3 つ設けられる。これに対応して、ロータヘッド本体 2 2 の断面形状が略三角形をなす（図 4 参照）。

ブレード 7 は、ロータヘッド本体 2 2 にピッチ軸 P 回りに回動可能に支持される。ブレード 7 には、ロータヘッド 6 内に配設された円板状のディスク 2 7 が一体に連結される。

【 0 0 2 3 】

図 3 に示すように、ロータヘッド蓋 2 3 の先端側を向く面には、ロッドカバー 2 4 が配設される。

ロッドカバー 2 4 は、ロッド 1 0 及びロッド 1 0 に連結されるリンク構造 1 2 の先端側部分を覆う。ロッド 1 0 は、ロータヘッド蓋 2 3 から先端側へ向けて突出する。

ロータヘッドカバー 2 5 は、ロータヘッド 6 及びロッドカバー 2 4 を覆うように配設される。

【 0 0 2 4 】

図 3 に示すように、アクチュエータ 1 1 は、主軸 5 の軸線 C 上に延設される。

アクチュエータ本体 9 の基端部（アクチュエータ本体 9 の一方）は、ロータヘッド本体 2 2 の基端部に固定される。アクチュエータ本体 9 の先端部（アクチュエータ本体 9 の他方）は、球面軸受 2 6 を介してロータヘッド蓋 2 3 に支持される。

【 0 0 2 5 】

アクチュエータ 1 1 のロッド 1 0 は、アクチュエータ本体 9 から先端側へ向けて突設される。ロッド 1 0 は、その先端側への突出量に変化可能である。このため、ロッド 1 0 は、アクチュエータ本体 9 に対して主軸 5 の軸線 C 方向に沿って移動可能である。

アクチュエータ 1 1 の詳しい構造については、後述する。

【 0 0 2 6 】

図 3 ~ 図 6 に示すように、リンク構造 1 2 は、ロッド 1 0 の先端部に配設されたリンクアングル 2 8 と、リンクアングル 2 8 及びブレード 7 のディスク 2 7 を連結するリンク棒 2 9 と、を備える。

10

20

30

40

50

リンク棒 29 は、軸線 C 方向に沿うように延びるリンク棒本体 31 と、リンク棒本体 31 の両端部に配設されたリンク軸受 30 と、を備える。リンク軸受 30 は、リンクアングル 28 又はディスク 27 とリンク棒本体 31 とを相対回動可能に連結する。

【0027】

図 6 は、アクチュエータ本体 9 に対するロッド 10 の突出量が最も小さくなった状態を表している。この状態において、リンク棒 29 とディスク 27 との連結部分（リンク軸受 30 の中心）と及びピッチ軸 P を通る仮想線 L1 と、軸線 C に垂直な仮想線 LC とのなす角度 $\theta 1$ は、 45° である。

仮想線 L2 は、アクチュエータ本体 9 に対するロッド 10 の突出量が最も大きくなった状態において、連結部分及びピッチ軸 P を通る仮想線である。この仮想線 L2 と、仮想線 LC とのなす角度 $\theta 2$ は、 45° である。

【0028】

このように、リンク棒 29 とディスク 27 との連結部分がロッド 10 の伸縮にともなって、仮想線 LC を中心（基準）にして仮想線 L1 上と仮想線 L2 上との間を、ピッチ軸 P 回りに回動（揺動）できる。

【0029】

各リンク棒 29 は、それぞれ長さ調整機構 M を備える。

図 6 及び図 7 に示すように、リンク棒本体 31 の両端には、雄ねじ軸 51L と雄ねじ軸 51R が形成される。雄ねじ軸 51L は、左ねじ（反時計回りのねじ：left-hand thread）である。雄ねじ軸 51R は、右ねじ（時計回りのねじ：right-hand thread）である。

ディスク 27 に連結されたリンク軸受 30（30L）には、左ねじの雌ねじ 52L が形成される。リンクアングル 28 に連結されたリンク軸受 30（30R）には、右ねじの雌ねじ 52R が形成される。

リンク棒本体 31 の雄ねじ軸 51L に対して、リンク軸受 30L の雌ねじ 52L が嵌まる。リンク棒本体 31 の雄ねじ軸 51R に対して、リンク軸受 30R の雌ねじ 52R が嵌まる。

【0030】

雄ねじ軸 51L 及び雄ねじ軸 51R のうち、リンク軸受 30（30R，30L）の端面に接する箇所には、それぞれ緩み止め用の一对のナット 53（ダブルナット）が設けられる。

ナット 53 をリンク軸受 30 端面から離間させた状態では、リンク棒本体 31 を軸回転させると、リンク棒 29 の長さ（リンク長）S を変更（調整）することができる。

リンク棒 29 の長さ S を調整した後に、各ナット 53 をリンク軸受 30（30R，30L）の端面に押付けることにより、リンク棒 29 の長さ S を固定できる。

このように、各リンク棒 29 は、それぞれ長さ調整機構 M を備える。

【0031】

ブレード 7 は、ディスク 27 に対して一体的に連結される。ブレード 7 に対するディスク 27 の取り付け角度（ピッチ軸 P 回りの回転角度）は、ブレード 7 毎に異なる。したがって、仮に 3 本のリンク棒 29 の長さ S が同一の場合には、3 枚のブレード 7 のピッチ角が異なる（ばらつく）ことがある。3 枚のブレード 7 のピッチ角が異なると、風力発電装置 1 の発電効率は、著しく低下する。

そこで、各リンク棒 29 の長さを長さ調整機構 M により調整して、3 枚のブレード 7 のピッチ角を所定の角度に一致させる。例えば、アクチュエータ本体 9 に対するロッド 10 の突出量が最も小さくなった状態において、3 枚のブレード 7 を全てピッチ角 0° に一致させる。

【0032】

ブレード 7 に対するディスク 27 の取り付け角度は、組立前にブレード 7 毎に予め測定しておく。この測定結果に応じて、各リンク棒 29 の長さ S を調整機構 M を用いて、組立前に調整しておく。したがって、風力発電装置 1 の組立時に、タワー 2 上でのリンク棒 29 の長さ調整の作業は不要となる。

10

20

30

40

50

このように、風力発電装置 1 は、長さ調整機構 M により 3 枚のブレード 7 のピッチ角を一致させるので、発電効率の低下を防止できる。

【 0 0 3 3 】

図 8 に示すように、ロッド 10 の突出量とディスク 27 のピッチ軸 P 回りの回動量との関係を示すグラフは、直線状になる。図 8 のグラフにおいて、横軸はピッチ回転角、縦軸はアクチュエータストロークである。

【 0 0 3 4 】

図 9 に示すように、アクチュエータ 11 は、電気駆動式のモータ 32、ボールねじ 33、ボールスプライン 34 及びケーシング 38 と、を含む。

ボールねじ 33 は、モータ 32 の回転運動のエネルギーを主軸 5 の軸線 C 方向に沿う直線運動のエネルギーに変換する。ボールスプライン 34 は、ボールねじ 33 に連結されて、アクチュエータ本体 9 に対して、ロッド 10 を主軸 5 の軸線 C 方向に直線案内する。ケーシング 38 は、ボールねじ 33 及びボールスプライン 34 を覆うように、筒状に形成される。

【 0 0 3 5 】

モータ 32 の先端部には、減速機 35 が配設される。モータ 32 を減速機付きギヤードモータやベルト折返し仕様とすることにより、高推力を確保できる。減速機 35 は、カップリング 39 を介して、ボールねじ 33 のねじ軸 36 に連結される。

【 0 0 3 6 】

ボールねじ 33 は、軸線 C 方向に沿って延びるねじ軸 36 と、ねじ軸 36 が挿入された筒状のボールねじナット 37 と、を備える。

ねじ軸 36 の外周面には、軸線 C 回りに周回しつつ、軸線 C 方向に延びる螺旋状の溝である転動体転走面（不図示）が形成される。ボールねじナット 37 には、転動体転走面に対向する螺旋状の溝である負荷転動体転走面を含む無端の無限循環路（不図示）が形成される。無限循環路には、複数のボール（転動体）が循環可能に保持される（不図示）。

【 0 0 3 7 】

これらボールを介して、ねじ軸 36 にボールねじナット 37 が組みつけられる。ボールの転走及び循環によって、ボールねじナット 37 がねじ軸 36 に対して軸線 C 方向に往復移動可能である。ねじ軸 36 の基端部は、アンギュラ軸受 40 に回転可能に支持される。

【 0 0 3 8 】

アンギュラ軸受 40 は、ケーシング 38 の基端側に配設されたハウジング 41 に支持される。ハウジング 41 の基端側には、フランジ 42 が配設される。ケーシング 38、ハウジング 41 及びフランジ 42 は、互いに固定されて一体となる。

【 0 0 3 9 】

ボールスプライン 34 は、スプライン軸 43 とスプラインナット 44 とを備える。

スプライン軸 43 は、ボールねじナット 37 の先端部に連結されて、軸線 C 方向に沿って延びる。スプライン軸 43 は、筒状に形成されて、ねじ軸 36 が挿入される。スプラインナット 44 は、筒状に形成されて、スプライン軸 43 が挿入される。スプラインナット 44 は、ケーシング 38 の先端部に固定される。スプラインナット 44 の先端部分 44 a は、ケーシング 38 から先端側へ向けて突出する。

【 0 0 4 0 】

図 9 及び図 10 に示すように、スプライン軸 43 の外周面には、軸線 C 方向に沿って延びる直線状の溝である転動体転走面 45 が複数形成される。スプラインナット 44 には、転動体転走面 45 に対向する直線状の溝である負荷転動体転走面を含む無端の無限循環路（不図示）が形成される。無限循環路には、複数のボール（不図示）が循環可能に保持される。

【 0 0 4 1 】

これらボールを介して、スプライン軸 43 にスプラインナット 44 が組みつけられる。ボールの転走及び循環によって、スプライン軸 43 がスプラインナット 44 に対して軸線 C 方向に往復移動可能である。スプライン軸 43 は、アクチュエータ本体 9 に対して軸線

10

20

30

40

50

C方向に移動するロッド10である。

【0042】

図3に示すように、アクチュエータ本体9には、フランジ42の基端側に連結されるとともにモータ32を覆う筒状のスタンド46が配設される。スタンド46の基端部は、ロータヘッド本体22の基端部にボルト等で固定される。

これにより、アクチュエータ本体9の基端部において、アキシャル、スラスト及び曲げ方向の各方向の負荷を受けとめるように構成される。スタンド46の内部と主軸5の内部とは、互いに連通する。

【0043】

図11に示すように、球面軸受26は、アクチュエータ本体9のスプラインナット44の先端部分44aに嵌合する。

10

球面軸受26は、球面軸受フランジ47を介して、ロータヘッド蓋23に配設される。ロータヘッド蓋23の中央には、軸線C方向に貫通する取付孔23aが形成される。この取付孔23aに球面軸受フランジ47が装着される。球面軸受26は、ロータヘッド6の梁であるアクチュエータ11の支持構造であり、スラスト方向の荷重を受けとめる。

【0044】

球面軸受フランジ47は、取付孔23aに挿入される筒部48と、筒部48の先端部に形成されて、ロータヘッド蓋23の先端側を向く面に固定される円板状のフランジ部49と、を備える。

筒部48内には、球面軸受26が挿入される。球面軸受26は、筒部48に対して軸線C方向に摺動可能である。筒部48と球面軸受26とのはめあい精度及び球面軸受26とスプラインナット44とのはめあい精度は、互いに軸線C方向に相対移動可能なクリアランス(しめ代)に設定される。

20

フランジ部49の中央には、軸線C方向に貫通する貫通孔49aが形成される。貫通孔49aにはロッド10が挿入される。

【0045】

球面軸受26の先端側を向く面とフランジ部49の基端側を向く面との間には、隙間G1が設けられる。これにより、球面軸受26は、ロータヘッド6に対して、主軸5の軸線C方向に移動可能である。

【0046】

30

筒部48の外周面と取付孔23aの内周面との間には、隙間G2が設けられる。これにより、球面軸受フランジ47及び球面軸受26は、ロータヘッド6に対して、軸線C方向に垂直な径方向に移動可能である。

組立等が完了した際には、球面軸受フランジ47とロータヘッド蓋23とは、ボルト50によって互いに固定されて、径方向への相対移動が規制される。

【0047】

以上説明したように、本実施形態に係る風力発電装置1では、ブレード7をピッチ軸P回りに回転させるピッチ軸回転機構8がロータヘッド6内に設けられる。ピッチ軸回転機構8のアクチュエータ11が、主軸5の軸線C上に延設される。アクチュエータ11のロッド10が、アクチュエータ本体9に対して主軸5の軸線C方向に沿って伸縮できる。

40

このような特別な構成により、下記の顕著な効果を奏する。

【0048】

風力発電装置1では、アクチュエータ11がロータヘッド6内に配設されるため、アクチュエータ11からブレード7までの距離を短くできる(図3参照)。アクチュエータ11のロッド10及びリンク構造12の全長を短くできる。したがって、リンク構造12の部品点数を削減して簡単な構成とすることができる。

これにより、風力発電装置1は、組立等が容易となる。ロッド10及びリンク構造12の全長を短くできるので、アクチュエータ11やブレード7から伝達される軸線C方向への大きな荷重(推力)によって、ロッド10やリンク構造12のリンク棒29の座屈を防止できる。

50

【 0 0 4 9 】

風力発電装置 1 では、アクチュエータ 1 1 がロータヘッド 6 内に配設されるため、ロータヘッド 6 とともに回転する主軸 5 の基端部（回転構造体エンド）に、スリップリング 1 6 や油圧ロータリージョイント 1 7 を設置できる（図 2 参照）。

これにより、ロータヘッド 6 内に、アクチュエータ 1 1 のモータ 3 2 を配設できる。ロータヘッド 6 内に、近接スイッチ 1 3、エンコーダ 1 4 等のセンサ及び油圧ブレーキ 1 5 を配設できる。よって、風力発電装置 1 の安全性や耐久性が高まる。

【 0 0 5 0 】

風力発電装置 1 では、アクチュエータ 1 1 が主軸 5 の軸線 C 上であるロータヘッド 6 の回転中心に配置されるので、ロータヘッド 6 の重心の偏り（偏心）が抑制されて、この偏心にともなう振動の発生が軽減される。

10

アクチュエータ 1 1 のロッド 1 0 伸縮は主軸 5 の軸線 C 上に沿って行われるので、ロッド 1 0 伸縮による偏心が生じない。

よって、ロータヘッド 6 は、長期に亘り安定して回転する。このようにロータヘッド 6 の回転が安定するため、回転バランスをとるためのバランサーの設置量を削減できる。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 に示すように、風力発電装置 1 によれば、アクチュエータ本体 9 の先端部が球面軸受 2 6 を介してロータヘッド 6 に支持されるので、ミスアライメントによる偏角をキャンセルできる。

【 0 0 5 2 】

20

隙間 G 2 が形成されることにより、球面軸受 2 6 がロータヘッド 6 に対して主軸 5 の軸線 C 方向に垂直な径方向に移動可能である。これにより、ミスアライメントによる偏心をキャンセルできる。

隙間 G 1 が形成されることにより、球面軸受 2 6 がロータヘッド 6 に対して主軸 5 の軸線 C 方向に移動可能である。これにより、アクチュエータ本体 9 等が熱膨張（収縮）して軸線 C 方向に伸縮した際に、その伸縮量を吸収できる。

【 0 0 5 3 】

風力発電装置 1 は、ロータヘッド 6 の振動や、球面軸受 2 6 等の部材へのストレスの発生が防止されるので、安定した発電が可能である。

風力発電装置 1 は、ミスアライメントによる取り付け誤差や熱膨張による変位誤差をキャンセル又は吸収できるため、部品の加工精度が粗くてもよくなり、組立時の調整作業等の工程を削減できる。よって、生産性が向上するとともに製造費用が削減される。

30

【 0 0 5 4 】

風力発電装置 1 では、アクチュエータ 1 1 が、モータ 3 2、ボールねじ 3 3 及びボールスプライン 3 4 を含む（図 3 参照）。これにより、下記の効果を奏する。

【 0 0 5 5 】

風力発電装置 1 では、油圧シリンダ等の従来のアクチュエータに比べて、アクチュエータ 1 1 の組立が容易である。アクチュエータ 1 1 は、油漏れ等がなくメンテナンスも容易である。

アクチュエータ 1 1 は、駆動源として電気駆動のモータ 3 2 を用いているので、応答性に優れる。風力発電装置 1 は、風向きや風速が大きく変動する自然の風 W を受けて駆動するため、ピッチ軸回転機構 8 のアクチュエータ 1 1 には高い応答性が要求される。アクチュエータ 1 1（電気駆動のモータ 3 2）は、このような要求に十分に対応できる。

40

【 0 0 5 6 】

風力発電装置 1 では、モータ 3 2 の減速機構としてボールねじ 3 3 を用いているので、高推力かつ低バックラッシュを実現できる。

風力発電装置 1 のブレード 7 が風 W から受ける外力は非常に大きい。ブレード 7 をピッチ軸 P 回りに回動させるために、ピッチ軸回転機構 8 のアクチュエータ 1 1 には、高推力かつ低バックラッシュが要求される。アクチュエータ 1 1（ボールねじ 3 3）は、このような要求に十分に対応できる。

50

【 0 0 5 7 】

風力発電装置 1 では、ボールスプライン 3 4 がボールねじ 3 3 に連結されるので、ケーシング 3 8 に対するボールねじ 3 3 のボールねじナット 3 7 の軸線 C 回りの回転が規制される。したがって、ロッド 1 0 であるスプライン軸 4 3 が軸線 C 方向に効率よく高精度に案内される。

【 0 0 5 8 】

風力発電装置 1 では、ボールねじ 3 3 及びボールスプライン 3 4 の転がり案内構造のみによって、アクチュエータ本体 9 に対してロッド 1 0 を伸縮させるので、ロッド 1 0 の伸縮量の精度が十分に確保される。そのため、この伸縮にともなう抵抗が小さく、高効率である。これにより、モータ 3 2 容量を小さくできるので、風力発電装置 1 のランニングコスト（消費電力）が削減される。

10

【 0 0 5 9 】

風力発電装置 1 では、リンク棒 2 9 とディスク 2 7 との連結部分（リンク軸受 3 0 の中心）が、ロッド 1 0 の伸縮にともなって、軸線 C に垂直な仮想線 L C を中心に仮想線 L 1 上と仮想線 L 2 上との間をピッチ軸 P 回りに回転する（図 6 参照）。これにより、下記の効果を奏する。

【 0 0 6 0 】

図 8 に示すように、ロッド 1 0 の突出量とディスク 2 7 のピッチ軸 P 回りの回転量との関係を示すグラフは、直線状であるから、略比例する関係を示す。このグラフにおいて、連結部分が仮想線 L C 上に位置する部位（グラフ中央部分）が、この部位のグラフ前後の凹曲線及び凸曲線を繋ぐように変曲点となる。

20

これにより、軸線 C 方向に沿うロッド 1 0 伸縮の推力を、ピッチ軸 P 回りの回転トルクに変換する効率が高くなるので、制御の簡略化ができる。

【 0 0 6 1 】

風力発電装置 1 では、ブレード 7 のディスク 2 7 のピッチ軸 P 回りの回転を規制する油圧ブレーキ 1 5 が設けられているので、アクチュエータ 1 1 の非稼働時（アクチュエータ本体 9 に対してロッド 1 0 が停止状態）における外力及び振動の伝達を防止できる。

【 0 0 6 2 】

本発明は前述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

30

【 0 0 6 3 】

風力発電装置 1 では、球面軸受 2 6 がスプラインナット 4 4 の先端部分 4 4 a に配設される場合に限らない。球面軸受 2 6 がケーシング 3 8 における先端部に配設されても構わない。

【 0 0 6 4 】

風力発電装置 1 では、アクチュエータ本体 9 の一方である基端部がロータヘッド 6 に固定されて、アクチュエータ本体 9 の他方である先端部が球面軸受 2 6 を介してロータヘッド 6 に支持される。しかし、この場合に限らない。

球面軸受 2 6 がロータヘッド本体 2 2 の基端部に配設されてもよい。この場合、アクチュエータ本体 9 の一方である先端部がロータヘッド 6 に固定される。また、アクチュエータ本体 9 の他方である基端部が球面軸受 2 6 を介してロータヘッド 6 に支持される。

40

【 0 0 6 5 】

風力発電装置 1 では、ボールねじ 3 3 及びボールスプライン 3 4 の転動体としてボールを用いる場合に限らない。円柱状のローラやコロ等のボール以外の転動体であってもよい。

【 符号の説明 】

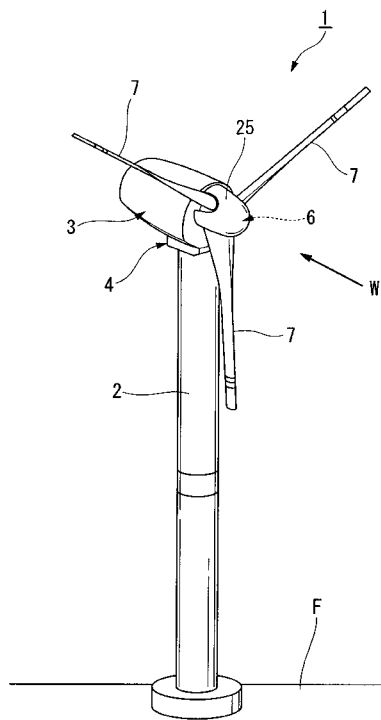
【 0 0 6 6 】

1 ... 風力発電装置、 2 ... タワー、 3 ... ナセル、 5 ... 主軸、 6 ... ロータヘッド、 7 ... ブレード、 8 ... ピッチ軸回転機構、 9 ... アクチュエータ本体、 1 0 ... ロッド、 1 1 ... アクチュエータ、 1 2 ... リンク構造、 2 6 ... 球面軸受、 2 9 ... リンク棒

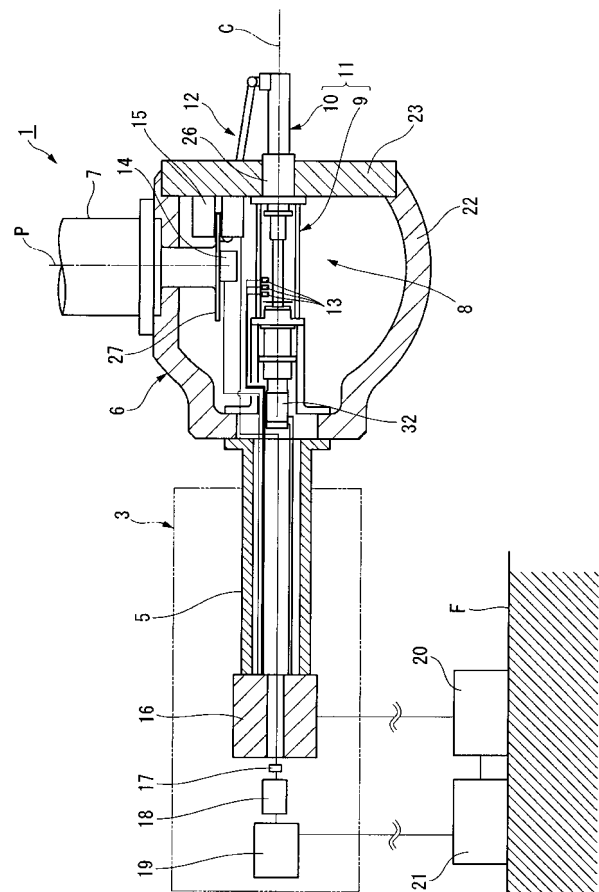
50

、 3 2 ... モータ、 3 3 ... ボールねじ、 3 4 ... ボールスプライン、 C ... 主軸の軸線
 、 P ... ピッチ軸、 M ... 長さ調整機構

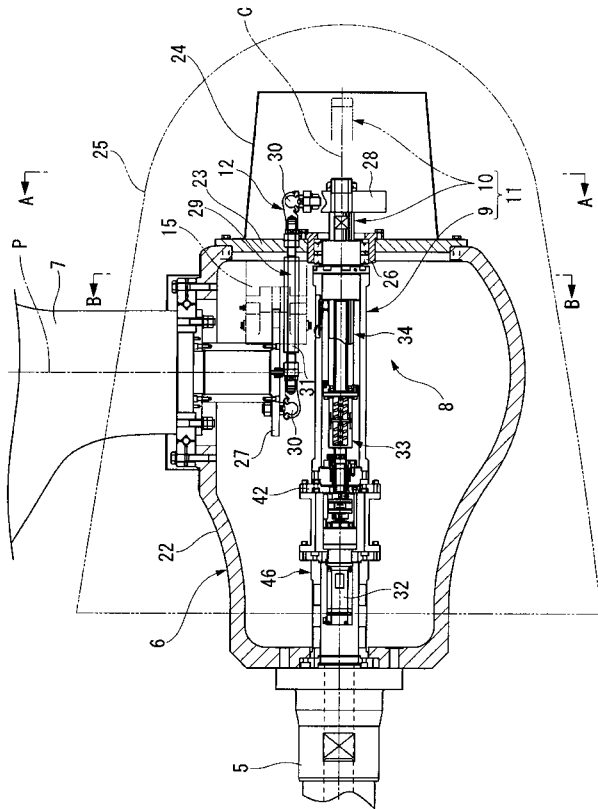
【図 1】



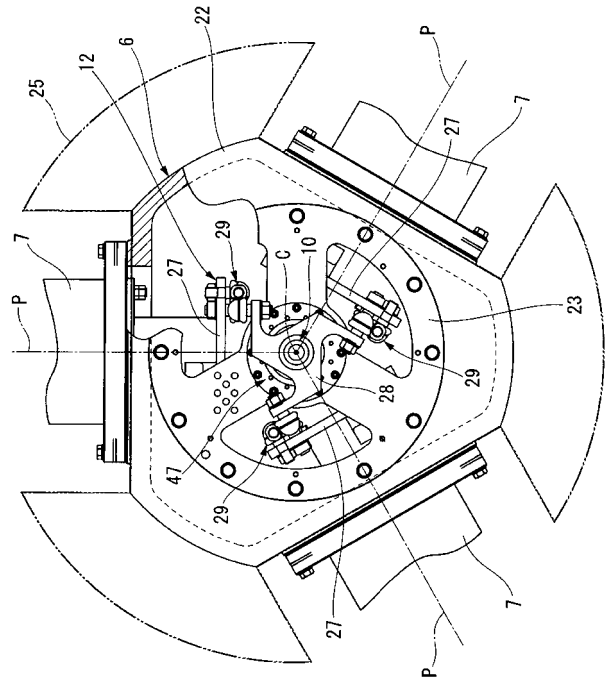
【図 2】



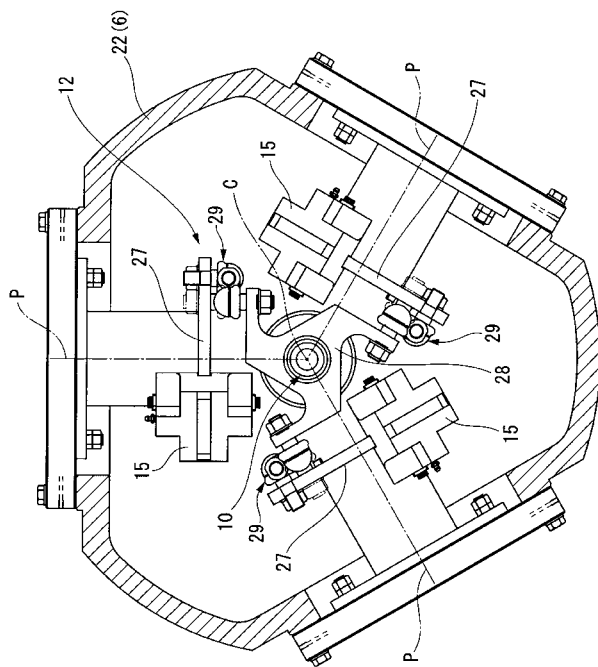
【図 3】



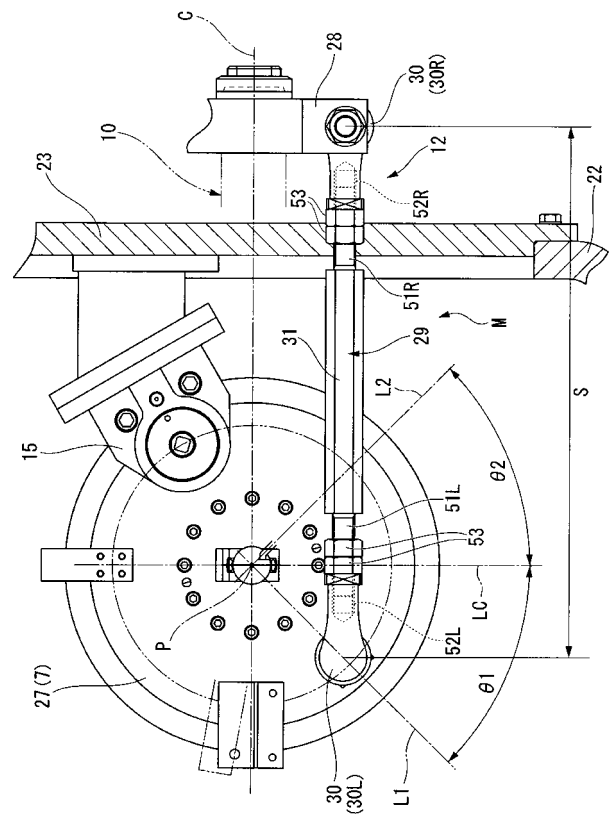
【図 4】



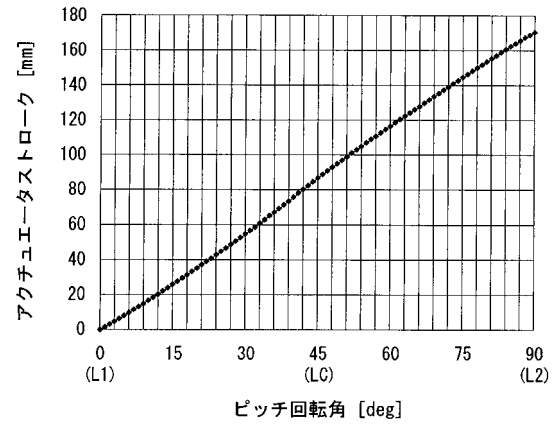
【図 5】



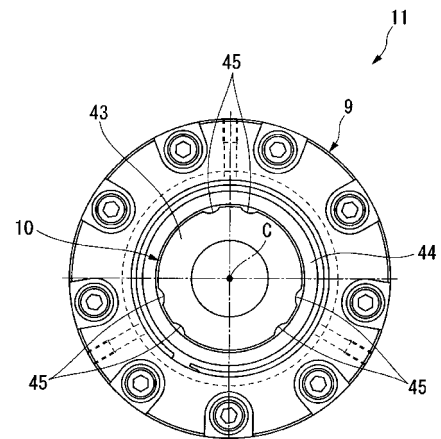
【図 6】



【 図 8 】



【 ㊦ 1 0 】



【図 11】

