

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 20 日(20.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/124536 A1

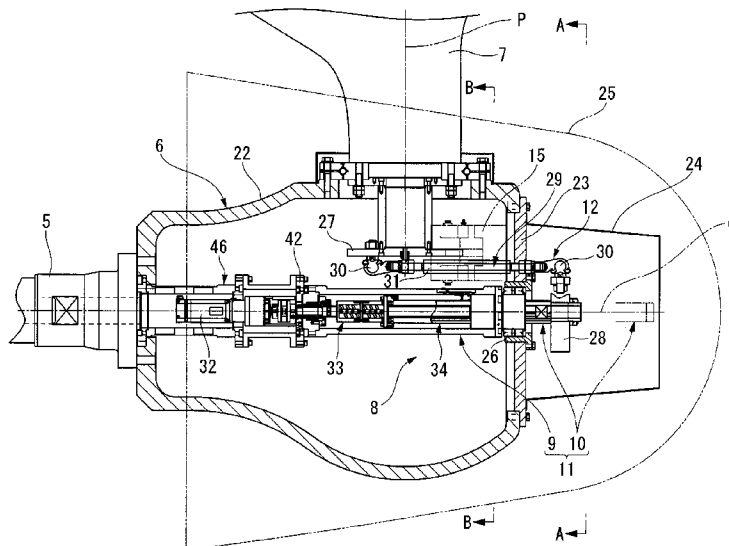
- (51) 国際特許分類:
F03D 7/04 (2006.01) *F03D 11/00* (2006.01) 西五反田三丁目 1 1 番 6 号 T H K 株式会社内
Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055631 (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒
1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号
Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 6 日(06.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-054265 2011 年 3 月 11 日(11.03.2011) JP
特願 2012-045618 2012 年 3 月 1 日(01.03.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): T H
K 株式会社 (THK CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418503 東
京都品川区西五反田三丁目 1 1 番 6 号 Tokyo
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 林 勇樹
(HAYASHI Yuki) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: WIND TURBINE GENERATOR

(54) 発明の名称: 風力発電装置

[図3]



(57) Abstract: A wind turbine generator comprises: a plurality of blades protruding from a rotor head in a radial manner around the axis of a main shaft; and a pitch axis rotation mechanism for allowing the blades to rotate around a pitch axis (P), the pitch axis rotation mechanism being provided in the rotor head. The pitch axis rotation mechanism comprises: an actuator supported on the rotor head and having an extensible rod; and a link mechanism linking the rod and the blades. The actuator extends along the axis of the main shaft.

(57) 要約: 風力発電装置は、ロータヘッドから主軸の軸線回りに放射状に突設された複数のブレードと、ロータヘッド内に設けられてブレードをピッチ軸 P 回りに回転させるピッチ軸回転機構と、を備える。ピッチ軸回転機構は、ロータヘッドに支持されると共に伸縮可能なロッドを有するアクチュエータと、ロッドとブレードとを連結するリンク構造と、を備える。アクチュエータは、主軸の軸線上に延設される。

WO 2012/124536 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー 添付公開書類:

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：風力発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、風力発電装置に関する。

本願は、2011年3月11日に日本に出願された特願2011-054265号及び2012年3月1日に日本に出願された特願2012-45618号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

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。

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。

[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。

[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。

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。

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 を示す外観図である。

[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。ロータヘッド 6 の一部を透過して示すである）。

[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。ロータヘッド 6 における B - B 断面図である。）。

[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る（リンク構造 12 を説明する図である。）。

[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。

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。

[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。

[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 のピッチ軸 P 回りの回動を規制する油圧式のブレーキである。

[0018] ナセル 3 内には、スリップリング 16、油圧ロータリージョイント（フレキシブルジョイント） 17、油圧ブースタ 18 及び小型空気圧縮機 19 が配設される。油圧ブースタ 18 及び小型空気圧縮機 19 は、油圧ポンプであっても構わない。

[0019] アクチュエータ 11 からは、後述するモータ 32 の動力ケーブル、近接スイッチ 13 のケーブル及びエンコーダ 14 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 16 に接続される。

油圧ブレーキ 15 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 16 内を通過して、油圧ロータリージョイント 17 に接続される。油圧ロータリージョイント 17 の基端側には、油圧ブースタ 18 が接続される。油圧ブースタ 18 の基端側には、小型空気圧縮機 19 が接続される。

[0020] 地面 F 側であるタワー 2 下部には、ドライバ 20 が設置される。ドライバ 20 には、コントローラ 21 が接続される。ドライバ 20 は、スリップリング 16 に接続される。コントローラ 21 は、小型空気圧縮機 19 に接続される。

ドライバ 20 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。

[0021] 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 22 と、ロータヘッド本体 22 の先端部に配設された円板状のロータヘッド蓋 23 と、を備える。

[0022] 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 22 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 22 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 27 が一体に連結される。

[0023] 図 3 に示すように、ロータヘッド蓋 23 の先端側を向く面には、ロッドカバー 24 が配設される。

ロッドカバー 24 は、ロッド 10 及びロッド 10 に連結されるリンク構造 12 の先端側部分を覆う。ロッド 10 は、ロータヘッド蓋 23 から先端側へ向けて突出する。

ロータヘッドカバー 25 は、ロータヘッド 6 及びロッドカバー 24 を覆うように配設される。

[0024] 図 3 に示すように、アクチュエータ 11 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 22 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 26 を介してロータヘッド蓋 23 に支持される。

[0025] アクチュエータ 11 のロッド 10 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 10 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 10 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 11 の詳しい構造については、後述する。

[0026] 図 3～図 6 に示すように、リンク構造 12 は、ロッド 10 の先端部に配設されたリンクアングル 28 と、リンクアングル 28 及びブレード 7 のディスク 27 を連結するリンク棒 29 と、を備える。

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 とを相対回転可能に連結する。

[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）。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。

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。

[0033] 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 回りの回転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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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）。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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 4 5 が複数形成される。スプラインナット 4 4 には、転動体転走面 4 5 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。

[0041] これらボールを介して、スプライン軸 4 3 にスプラインナット 4 4 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 4 3 がスプラインナット 4 4 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 4 3 は、アクチュエータ本体 9 に対して軸線 C 方向に移動するロッド 1 0 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 4 2 の基端側に連結されるとともにモータ 3 2 を覆う筒状のスタンド 4 6 が配設される。スタンド 4 6 の基端部は、ロータヘッド本体 2 2 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 4 6 の内部と主軸 5 の内部とは、互いに連通する。

[0043] 図 1 1 に示すように、球面軸受 2 6 は、アクチュエータ本体 9 のスプラインナット 4 4 の先端部分 4 4 a に嵌合する。

球面軸受 2 6 は、球面軸受フランジ 4 7 を介して、ロータヘッド蓋 2 3 に配設される。ロータヘッド蓋 2 3 の中央には、軸線 C 方向に貫通する取付孔 2 3 a が形成される。この取付孔 2 3 a に球面軸受フランジ 4 7 が装着される。球面軸受 2 6 は、ロータヘッド 6 の梁であるアクチュエータ 1 1 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 4 7 は、取付孔 2 3 a に挿入される筒部 4 8 と、筒部 4 8 の先端部に形成されて、ロータヘッド蓋 2 3 の先端側を向く面に固定される円板状のフランジ部 4 9 と、を備える。

筒部 4 8 内には、球面軸受 2 6 が挿入される。球面軸受 2 6 は、筒部 4 8 に対して軸線 C 方向に摺動可能である。筒部 4 8 と球面軸受 2 6 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。

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] 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。

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。

[0049] 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、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 16 や油圧ロータリージョイント 17 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 11 のモータ 32 を配設できる。ロータヘッド 6 内に、近接スイッチ 13、エンコーダ 14 等のセンサ及び油圧ブレーキ 15 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。

[0050] 風力発電装置 1 では、アクチュエータ 11 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。

アクチュエータ 11 のロッド 10 伸縮は主軸 5 の軸線 C 上に沿って行われるので、ロッド 10 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。

[0051] 図 11 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 26 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。

[0052] 隙間 G2 が形成されることにより、球面軸受 26 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 G1 が形成されることにより、球面軸受 26 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。

[0053] 風力発電装置 1 は、ロータヘッド 6 の振動や、球面軸受 26 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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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 回りに回転させたために、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。

[0057] 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。

[0058] 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 32 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。

[0059] 風力発電装置 1 では、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）が、ロッド 10 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。

[0060] 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。

これにより、軸線 C 方向に沿うロッド 10 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。

[0061] 風力発電装置 1 では、ブレード 7 のディスク 27 のピッチ軸 P 回りの回転を規制する油圧ブレーキ 15 が設けられているので、アクチュエータ 11 の非稼働時（アクチュエータ本体 9 に対してロッド 10 が停止状態）における外力及び振動の伝達を防止できる。

[0062] 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。

[0063] 風力発電装置 1 では、球面軸受 26 がスプラインナット 44 の先端部分 44 a に配設される場合に限らない。球面軸受 26 がケーシング 38 における先端部に配設されても構わない。

[0064] 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 26 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 26 がロータヘッド本体 22 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 26 を介してロータヘッド 6 に支持される。

[0065] 風力発電装置 1 では、ボールねじ 33 及びボールスプライン 34 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

[0066] 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、 10…ロッド、 11…アクチュエータ、 12…リンク構造、 26…球面軸受、 29…リンク棒、 32…モータ、 33…ボールねじ、 34…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

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。

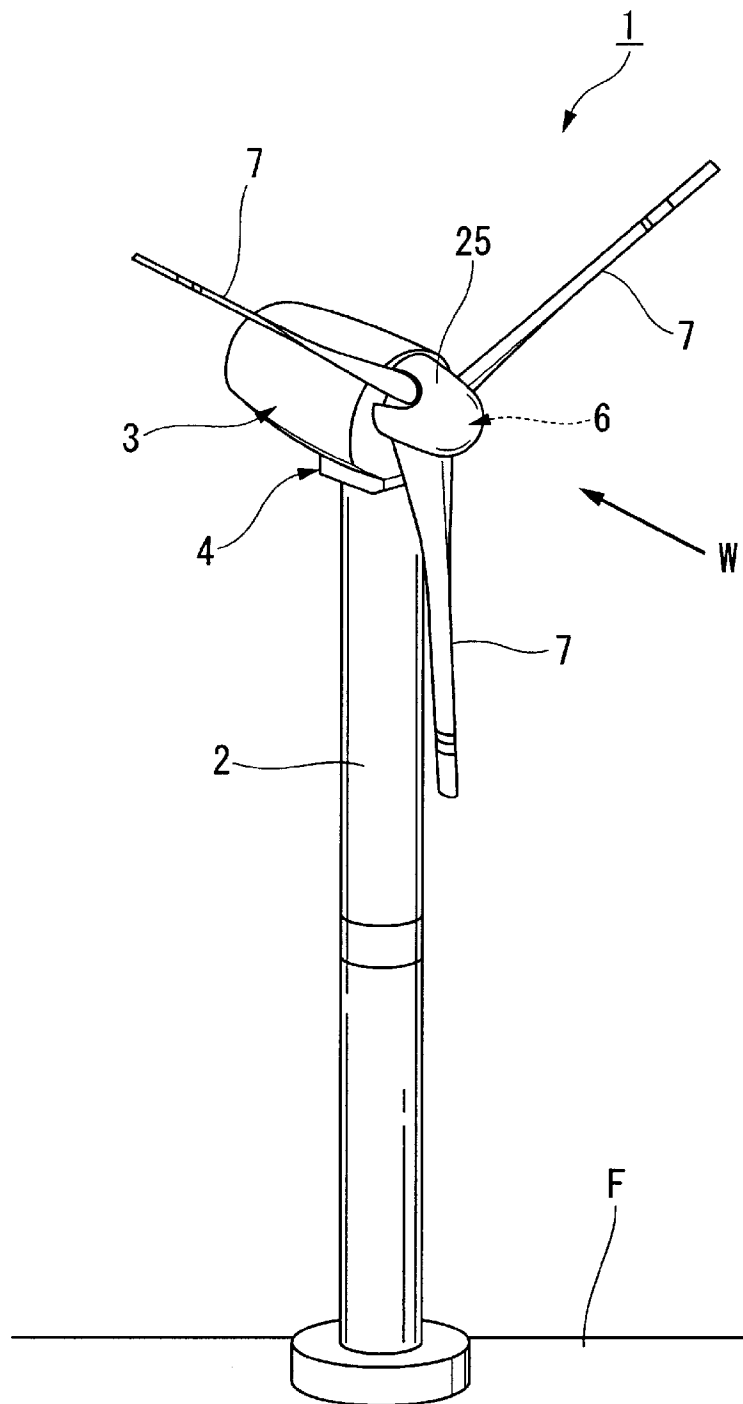
[請求項5]

請求項1に記載の風力発電装置であって、

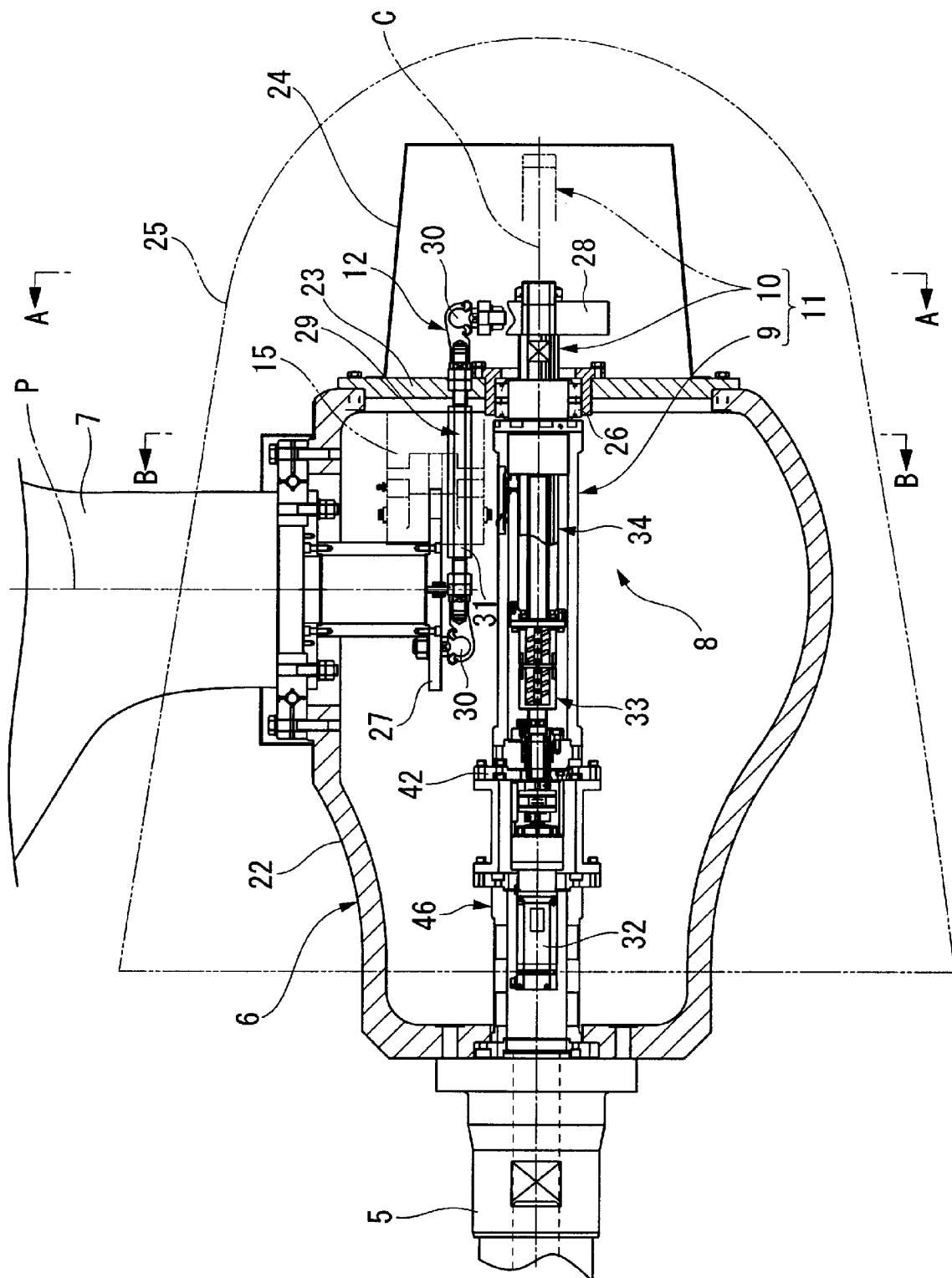
前記リンク構造は、

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。

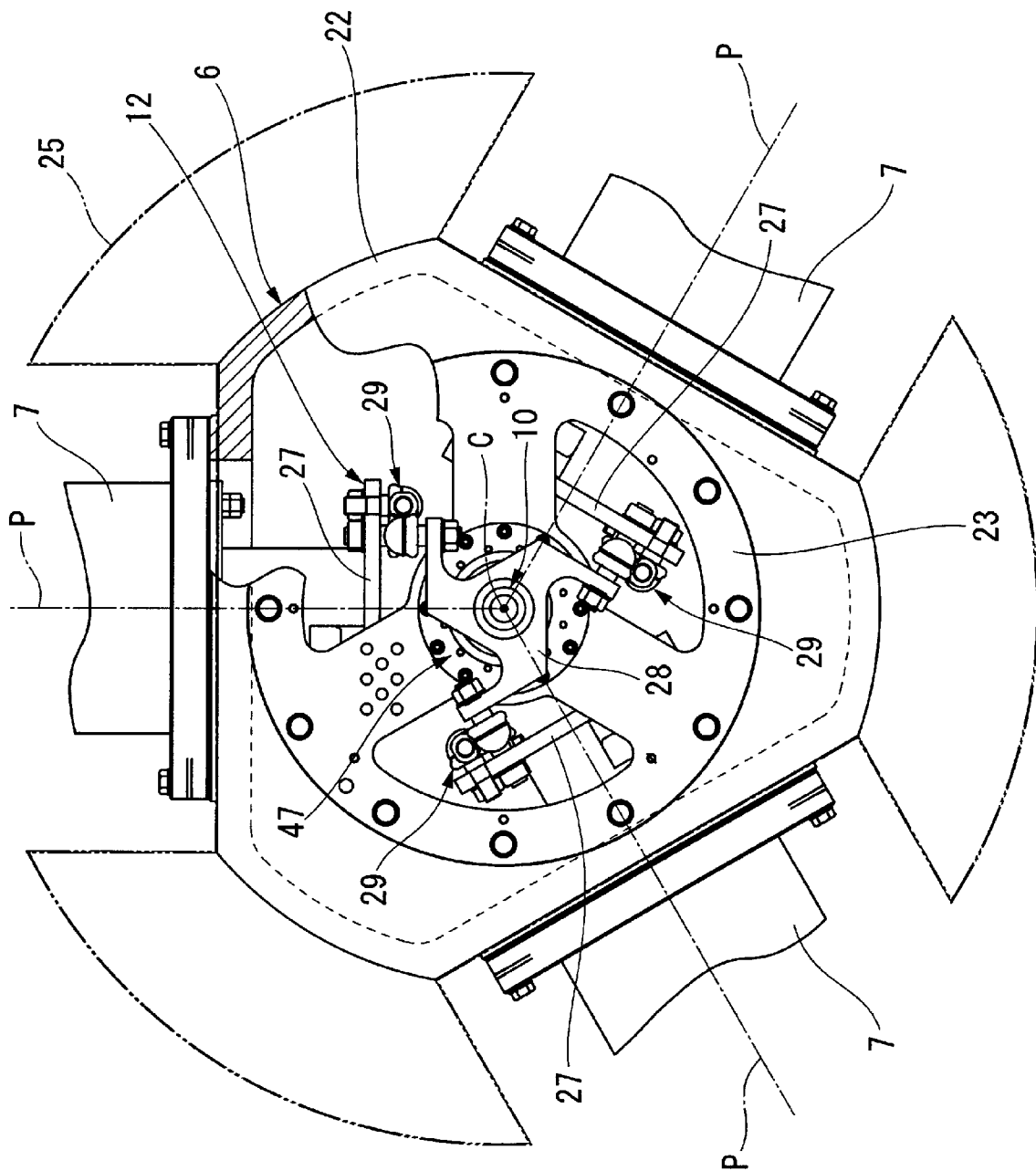
[図1]



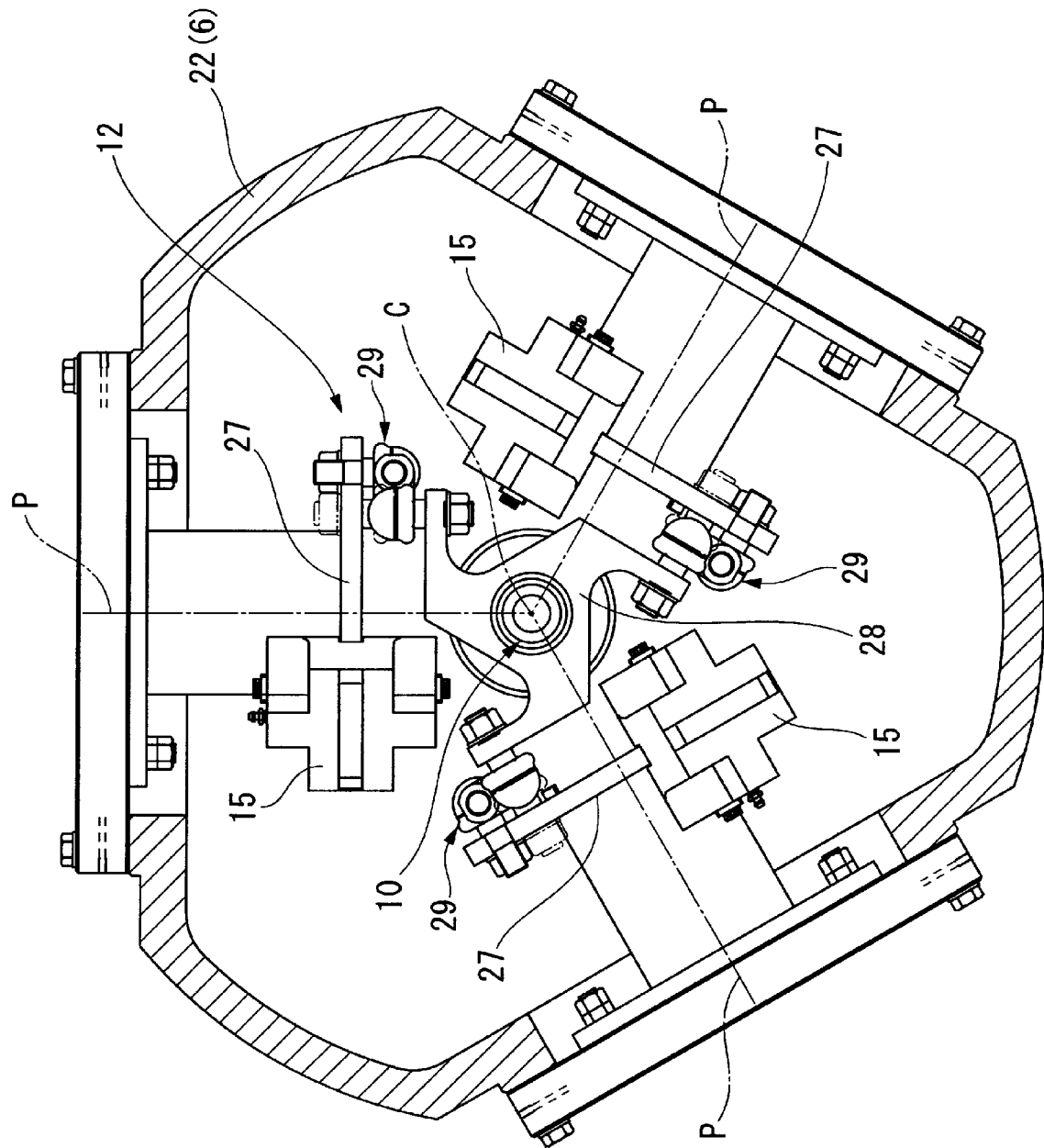
[図3]



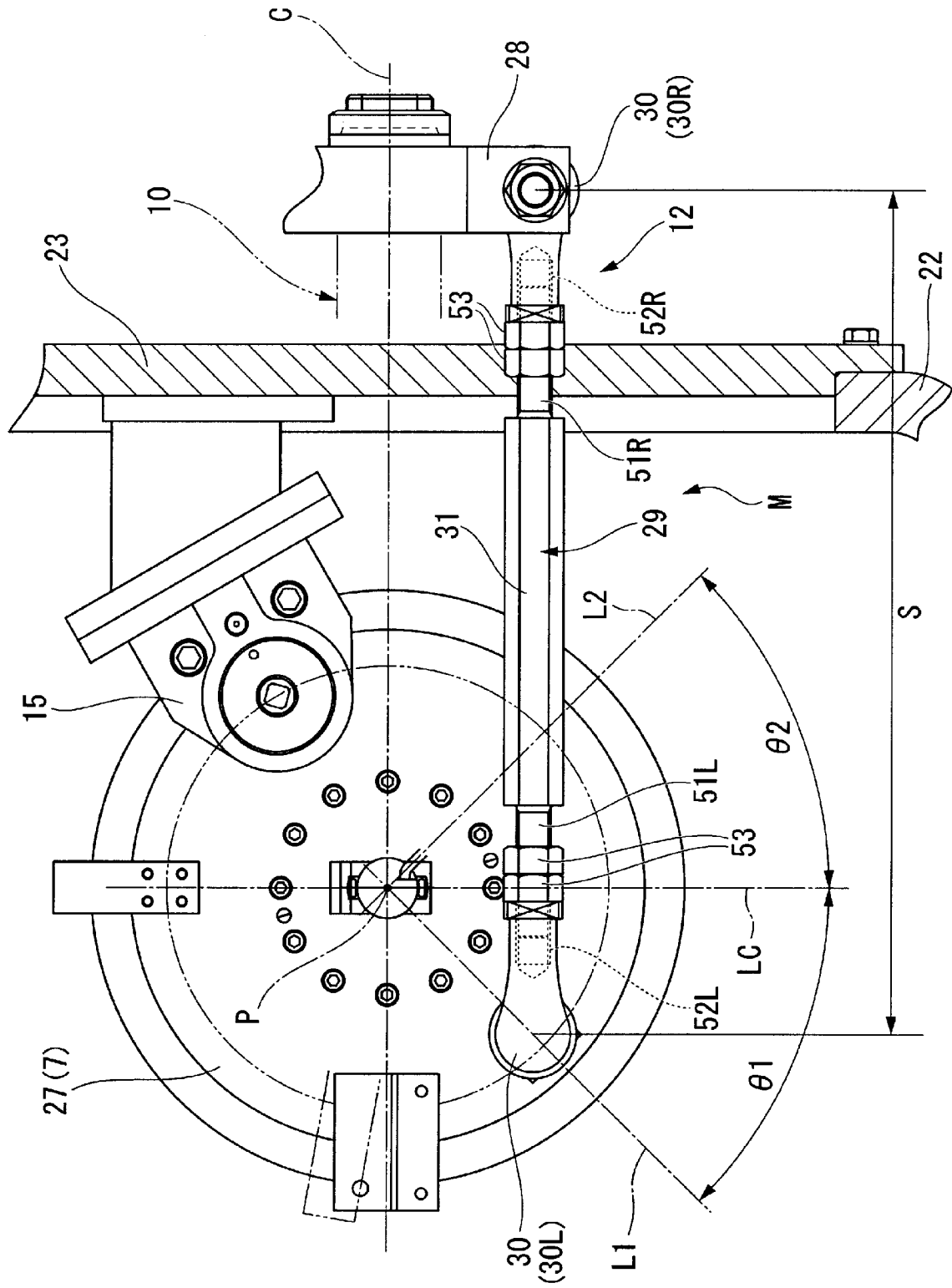
[図4]



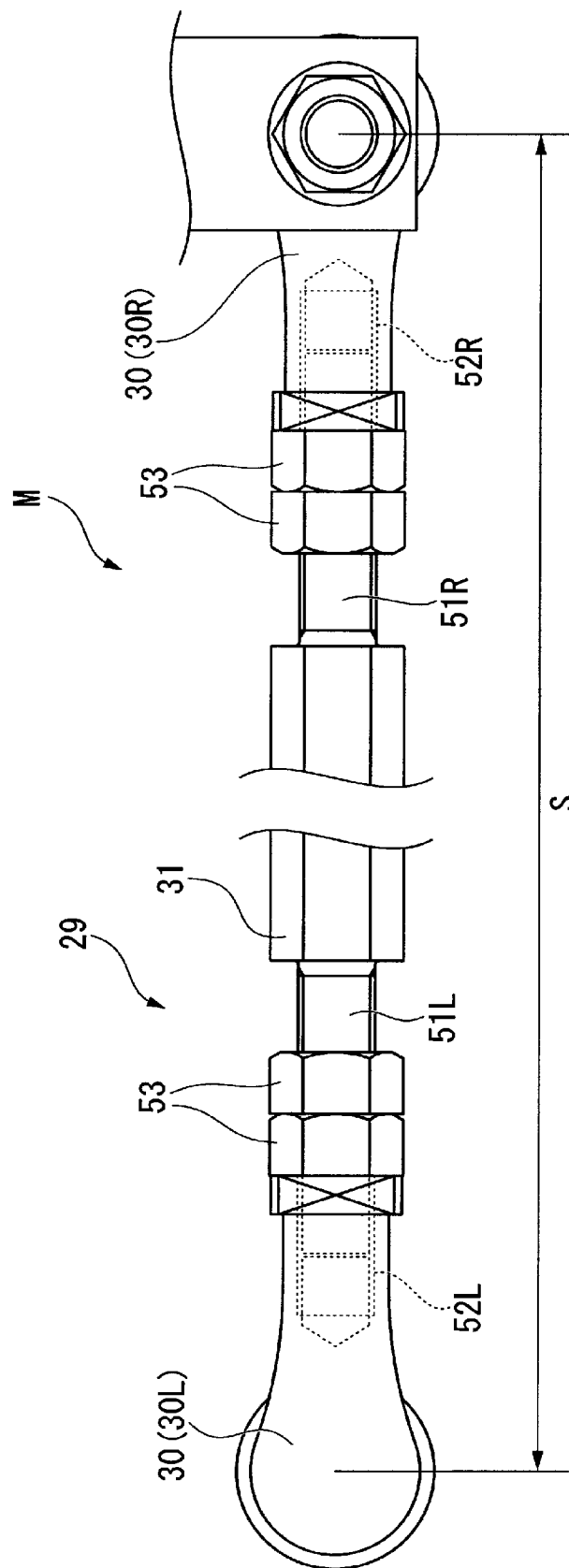
[図5]



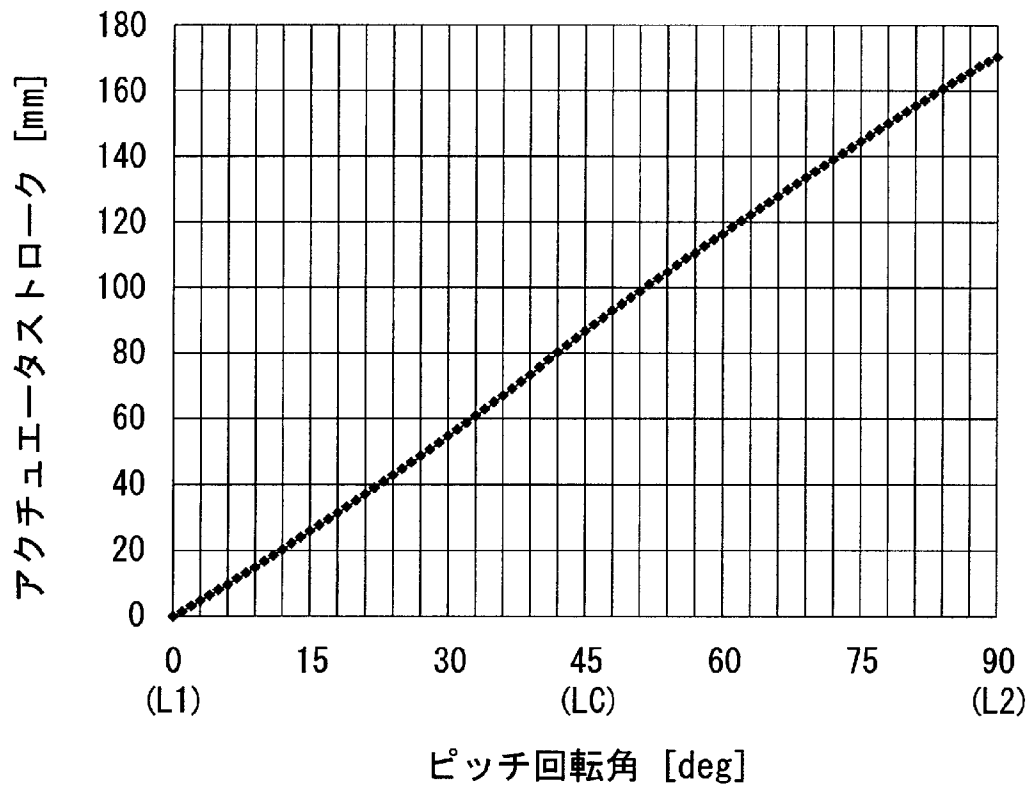
[図6]



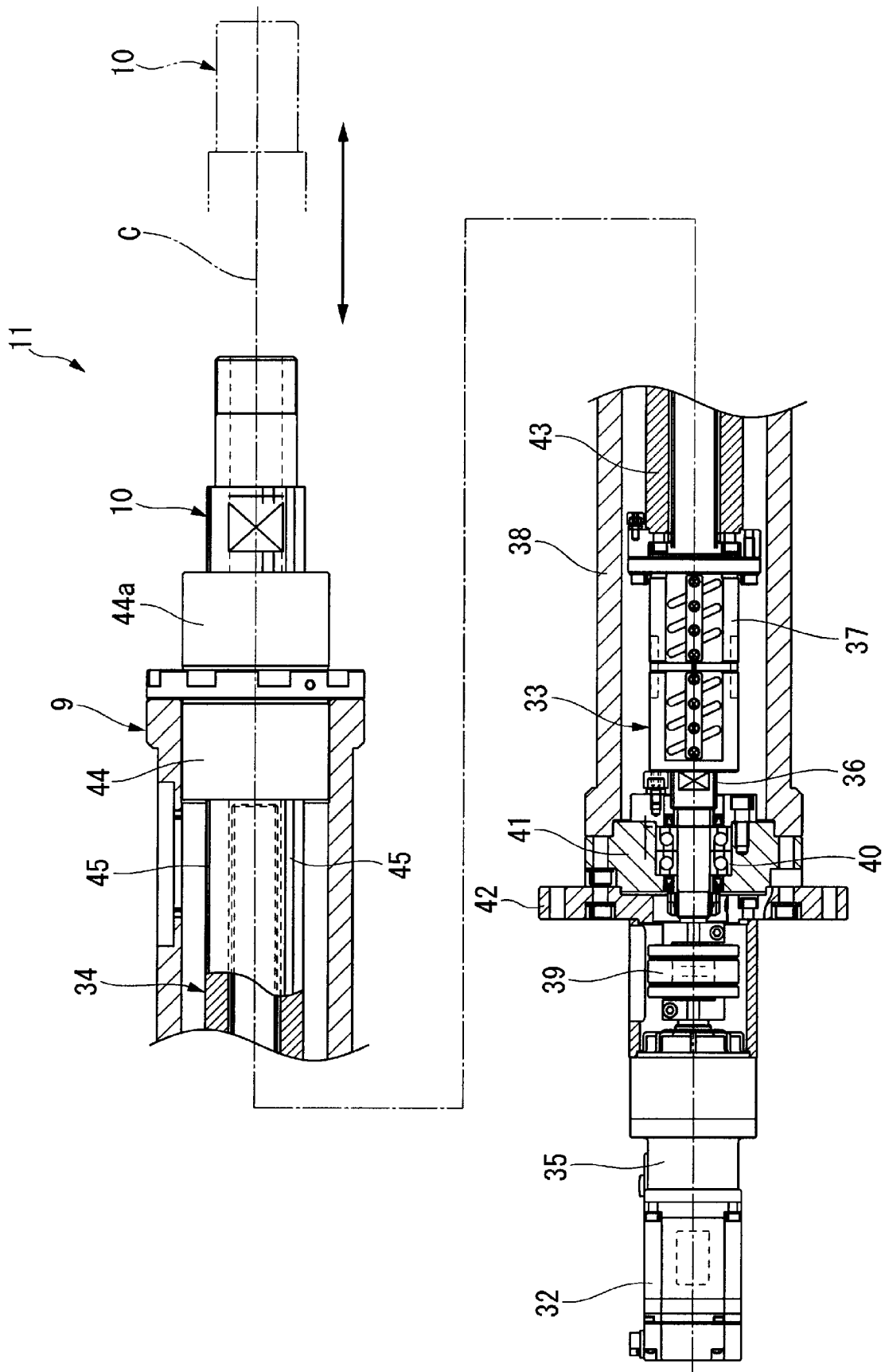
[図7]



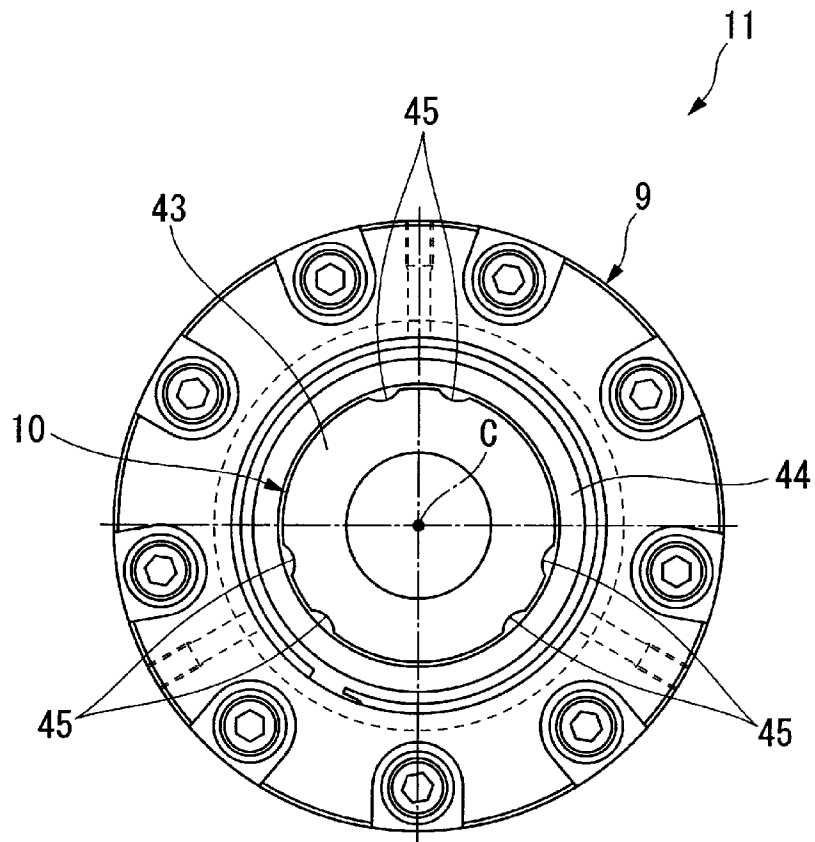
[図8]



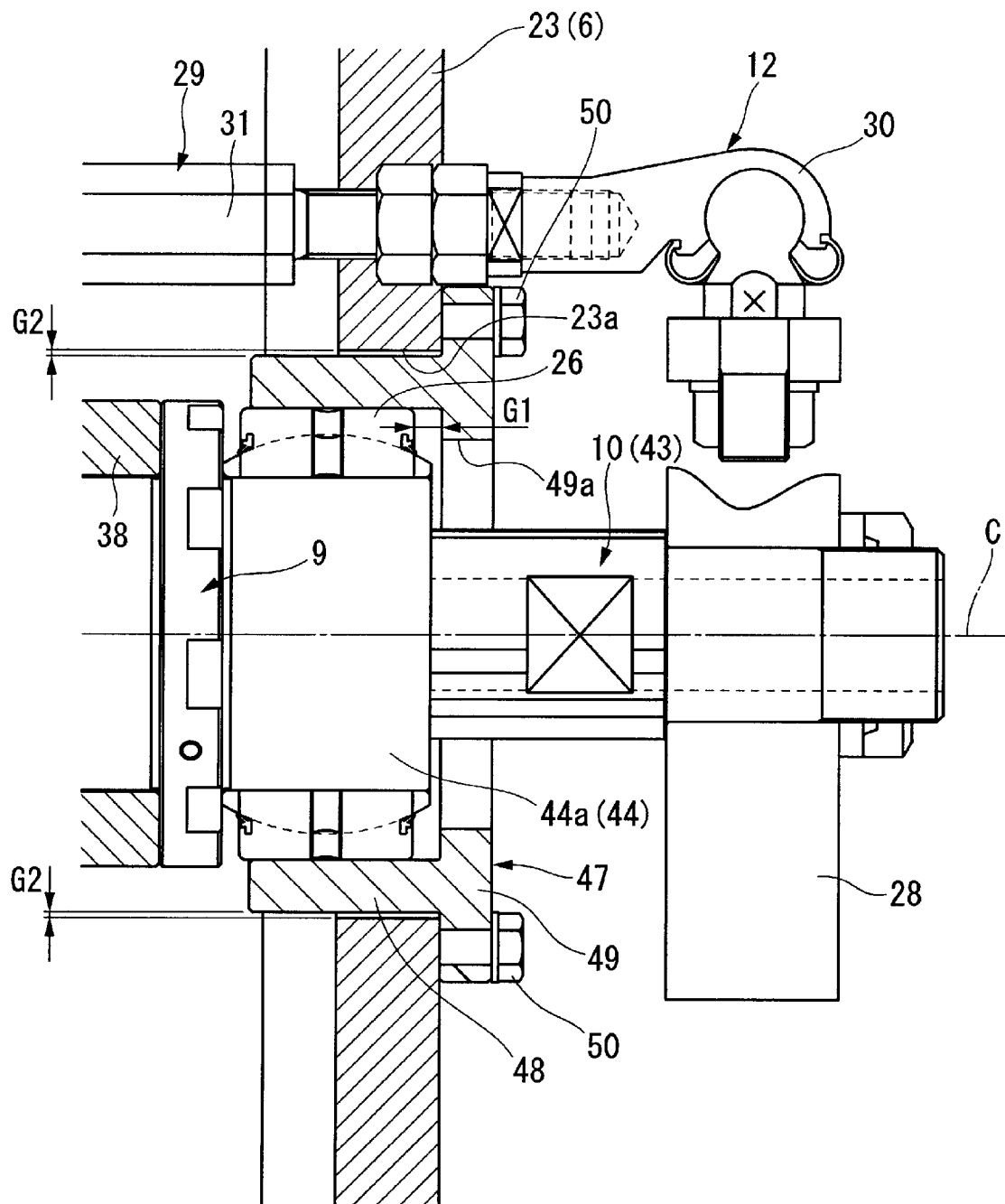
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055631

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D7/04(2006.01) i, F03D11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03D7/04, F03D11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-35482 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 February 1996 (06.02.1996), paragraph [0003]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 4-5 2-3
Y A	EP 1126163 A1 (TURBOWINDS N.V./S.A.), 22 August 2001 (22.08.2001), paragraph [0037]; fig. 1, 4 to 5 & US 2001/0013703 A1	1, 4-5 2-3
Y A	JP 2005-113823 A (Yanmar Co., Ltd.), 28 April 2005 (28.04.2005), paragraph [0027]; fig. 1 to 3 (Family: none)	5 1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May, 2012 (24.05.12)

Date of mailing of the international search report

05 June, 2012 (05.06.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055631

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1998042 A1 (ICEC HOLDING AG.), 03 December 2008 (03.12.2008), fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5
A	DE 102007022511 A1 (REPOWER SYSTEMS AG.), 20 November 2008 (20.11.2008), fig. 1 & WO 2008/138600 A2 & CN 101802394 A	1-5
A	JP 2003-206846 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 July 2003 (25.07.2003), fig. 5 & US 2005/0200134 A1 & US 2005/0200135 A1 & US 2005/0207889 A1 & US 2005/0207890 A1 & US 7071578 B1 & EP 1327773 A2	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F03D7/04(2006.01)i, F03D11/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F03D7/04, F03D11/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 2 年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 8-35482 A（三菱重工業株式会社）1996.02.06, 段落 3, 図 1-3（ファミリーなし）	1, 4 - 5 2 - 3
Y A	EP 1126163 A1（TURBOWINDS N.V./S.A.）2001.08.22, 段落 37, 図 1、4-5 & US 2001/0013703 A1	1, 4 - 5 2 - 3
Y A	JP 2005-113823 A（ヤンマー株式会社）2005.04.28, 段落 27, 図 1-3（ファミリーなし）	5 1
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 2 4 . 0 5 . 2 0 1 2	国際調査報告の発送日 0 5 . 0 6 . 2 0 1 2	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号	特許庁審査官（権限のある職員） 田谷 宗隆 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8	3 0 3 5 1 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	EP 1998042 A1 (ICEC HOLDING AG) 2008.12.03, 図 1-3 (ファミリーなし)	1 - 5
A	DE 102007022511 A1 (REPOWER SYSTEMS AG) 2008.11.20, 図 1 & WO 2008/138600 A2 & CN 101802394 A	1 - 5
A	JP 2003-206846 A (三菱重工業株式会社) 2003.07.25, 図 5 & US 2005/0200134 A1 & US 2005/0200135 A1 & US 2005/0207889 A1 & US 2005/0207890 A1 & US 7071578 B1 & EP 1327773 A2	1 - 5