

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5845003号
(P5845003)

(45) 発行日 平成28年1月20日 (2016. 1. 20)

(24) 登録日 平成27年11月27日 (2015. 11. 27)

(51) Int. Cl.

F 1

F 0 3 D 80/00 (2016. 01)
F 0 3 D 3/06 (2006. 01)
F 1 6 C 19/06 (2006. 01)
F 1 6 C 19/18 (2006. 01)
F 1 6 C 33/58 (2006. 01)

F 0 3 D 11/00 Z
 F 0 3 D 3/06 Z
 F 1 6 C 19/06
 F 1 6 C 19/18
 F 1 6 C 33/58

請求項の数 1 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-129277 (P2011-129277)
 (22) 出願日 平成23年6月9日 (2011. 6. 9)
 (65) 公開番号 特開2012-17736 (P2012-17736A)
 (43) 公開日 平成24年1月26日 (2012. 1. 26)
 審査請求日 平成26年6月9日 (2014. 6. 9)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-134261 (P2010-134261)
 (32) 優先日 平成22年6月11日 (2010. 6. 11)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 390029805
 T H K 株式会社
 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 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 浅生 利之
 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号
 T H K 株式会社内
 (72) 発明者 飯田 勝也
 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号
 T H K 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直軸型流体発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸体と、
 前記軸体の中心軸回りに間隔をあけて配列される複数のブレードと、
 前記軸体の中心軸方向に沿う一方側に複数の前記ブレードを接続する複数のアームと、
 前記軸体の中心軸方向に沿う他方側に配設され、前記軸体が周方向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させる発電機と、
 前記軸体の中心軸方向における前記アームと前記発電機との間で、軸受を介して前記軸体を前記中心軸回りに回転可能に片持ち支持する支持体と、を備えた垂直軸型流体発電装置であって、

前記軸受は、単列のラジアル玉軸受と、複列のアンギュラ玉軸受と、を含み、
 前記軸体には、複列の前記アンギュラ玉軸受の転動体を転走させる溝部が形成され、
 前記支持体には、前記アンギュラ玉軸受の転動体を挟んで前記溝部に対向して、該アンギュラ玉軸受の外輪が設けられており、

単列の前記ラジアル玉軸受は、前記他方側に配設され、
 複列の前記アンギュラ玉軸受は、前記一方側に配設されることを特徴とする垂直軸型流体発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、垂直軸型流体発電装置に関するものであり、特に、風力発電装置に適した垂直軸型流体発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

流体の流れを利用して発電を行う垂直軸型流体発電装置として、例えば、風（作動流体）の流れを利用した風力発電装置が開発されている。このような垂直軸型風力発電装置は、軸体と、軸体の中心軸回りに間隔をあけて配列されるとともに、該軸体に接続される複数のブレード（風車）と、軸受を介して軸体を中心軸回りに回転可能に支持する支持体と、軸体が周方向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させる発電機と、を備えている。

10

【0003】

例えば、特許文献1に記載された風力発電装置では、垂直翼（ブレード）に一体とされた回転機構（軸体）が、地面に対して鉛直方向（水平面に対して垂直な方向）に延設されているとともに一対のベアリング（軸受）が設けられることにより回転可能とされた状態で、中間固定シャフト（支持体）に支持されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-207374号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の垂直軸型流体発電装置においては、下記の課題を有していた。

すなわち、作動流体の移動やブレード及び軸体の自重等によって、軸受には軸体の中心軸方向に交差するラジアル方向や中心軸方向に沿うスラスト方向の外力が作用するが、これらの荷重を軸受が十分に支持しきれず、装置に振動が発生するなどして、軸体が円滑に回転しなくなることがあった。

【0006】

また、軸受同士の同軸度を精度よく設定することが難しく、該同軸度の精度が十分に確保できなかった場合において、軸体の回転中心が該軸体の中心軸から振れやすくなり、軸体が円滑に回転しなくなることがあった。

30

流体発電装置において、前述のように軸体が円滑に回転しなくなことは、発電機の発電効率を低下させることから好ましくない。

【0007】

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、軸体を円滑に回転させて、発電効率を高めることができる垂直軸型流体発電装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提案している。

すなわち本発明は、軸体と、前記軸体の中心軸回りに間隔をあけて配列される複数のブレードと、前記軸体の中心軸方向に沿う一方側に複数の前記ブレードを接続する複数のアームと、前記軸体の中心軸方向に沿う他方側に配設され、前記軸体が周方向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させる発電機と、前記軸体の中心軸方向における前記アームと前記発電機との間で、軸受を介して前記軸体を前記中心軸回りに回転可能に片持ち支持する支持体と、を備えた垂直軸型流体発電装置であって、前記軸受は、単列のラジアル玉軸受と、複列のアンギュラ玉軸受と、を含み、前記軸体には、複列の前記アンギュラ玉軸受の転動体を転走させる溝部が形成され、前記支持体には、前記アンギュラ玉軸受の転動体を挟んで前記溝部に対向して、該アンギュラ玉軸受の外輪が設けられており、単列の前記ラジアル玉軸受は、前記他方側に配設され、複列の前記アンギュラ玉軸受は、前記一方側に配設されることを特徴とする。

40

50

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る垂直軸型流体発電装置によれば、軸体を円滑に回転させて、発電効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態に係る垂直軸型風力発電装置を示す外観図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る垂直軸型風力発電装置の要部を簡略化して示す側断面図である。

【図3】図2の変形例を示す側断面図である。

10

【図4】本発明の第2実施形態に係る垂直軸型風力発電装置の要部を簡略化して示す側断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態に係る垂直軸型風力発電装置の要部を簡略化して示す側断面図である。

【図6】本発明の第3実施形態に係る垂直軸型風力発電装置の回転軸及び支持軸を示す側断面図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る垂直軸型風力発電装置の要部を示す側断面図である。

【図8】図7におけるラジアル軸受近傍を拡大して示す側断面図である。

【図9】図7におけるアンギュラ軸受近傍を拡大して示す側断面図である。

20

【図10】図2に示される第1実施形態の要部の変形例を示す側断面図である。

【図11】図2に示される第1実施形態の要部の変形例を示す側断面図である。

【図12】図2に示される第1実施形態の要部の変形例を示す側断面図である。

【図13】図2に示される第1実施形態の要部の変形例を示す側断面図である。

【図14】図2に示される第1実施形態の要部の変形例を示す側断面図である。

【図15】図14のB部を拡大して示す図である。

【図16】図2に示される第1実施形態の要部の変形例を示す側断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(第1実施形態)

30

図1、図2に示すように、本発明の第1実施形態に係る垂直軸型風力発電装置（垂直軸型流体発電装置）10は、風（作動流体）Wを受けて回転する回転機構と、回転機構により得られた機械エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機構と、を有している。前記回転機構は、回転軸（軸体）2と、風車1の構成要素であり回転軸2の中心軸C回りに間隔をあけて配列されるとともに、該回転軸2に接続される複数のブレード1Aと、軸受3を介して回転軸2を中心軸C回りに回転可能に支持するケーシング（支持体）4と、を備えている。また、前記発電機構は、回転軸2が周方向（中心軸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させる発電機5を備えている。これら回転機構及び発電機構は、地面Fに立設されて鉛直方向に延びるタワー（支柱）6の上部に配設されている。

40

【0012】

風Wを受ける風車1は、矩形板状又は帯板状をなし地面Fと鉛直方向に延びるブレード1Aを複数有しており、これらブレード1Aは、中心軸C回りに周方向均等に間隔をあけて配設されている。そのため、風向きに対して依存性がない設定、すなわち、どの方向からの風Wに対しても風車1を回転軸2の中心軸C回りに回転可能な形状に設定されている。

【0013】

詳しくは、各ブレード1Aは、風Wを受けると揚力を発生する形状とされているので、この揚力によって風車1が回転軸2の中心軸C回りに回転する。

【0014】

50

また、中心軸 C が地面 F に対して垂直となるように、回転軸 2 が鉛直方向に延びて配設されている。また、図 2 において、回転軸 2 は、鋼材等からなるとともに例えば、ボルト止めや溶接等により風車 1 (ブレード 1 A) に一体とされた第 1 回転部材 1 1 と、焼入れ可能な高炭素鋼等からなり軸受 3 に軸支された第 2 回転部材 1 2 と、を備えている。第 1 回転部材 1 1 の発電機構 (発電機 5) 側の下端部と第 2 回転部材 1 2 の上端部とは、図中に符号 S で示す連結部においてボルト・ナット (ねじ作用による嵌め合い) 等により中心軸 C 方向に連結されている。

尚、前述の説明では第 1 回転部材 1 1 と第 2 回転部材 1 2 とが別体であるとしたが、これらが一体とされていてもよい。

【0015】

第 1 回転部材 1 1 の外周面には、矩形板状又は帯板状をなすアーム 1 B の一端が接続され径方向外方へ向けて複数突設されているとともに、これらアーム 1 B は周方向均等に間隔をあけて配設されている。また、アーム 1 B の他端は、ブレード 1 A に連結されている。図示の例では、1 つのブレード 1 A に対応して、該ブレード 1 A を支持するアーム 1 B が中心軸 C 方向に離間して一対設けられている。

本実施形態の風車 1 は、風 W を受ける複数のブレード 1 A と、これらブレード 1 A を支持する複数のアーム 1 B とを備えた、所謂ジャイロミル型風車である。

【0016】

また、第 2 回転部材 1 2 は、その上端部近傍と下端部近傍とに軸受 3 がそれぞれ設けられることにより、ケーシング 4 に対して回転可能とされている。軸受 3 は、回転軸 2 の中心軸 C 方向に互いに離間するラジアル軸受 1 3 と、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B と、を備えている。図示の例では、第 2 回転部材 1 2 の上端部にラジアル軸受 1 3 が設けられ、第 2 回転部材 1 2 の下端部近傍に複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B が設けられている。詳しくは、ラジアル軸受 1 3 は、回転軸 2 における中心軸 C 方向に沿う風車 1 側 (一方側) に配設され、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B は、回転軸 2 の中心軸 C 方向に沿う発電機 5 側 (他方側) の端部に配設されている。

尚、ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B との上下位置は、前述とは反対に設定されていてもよい。すなわち、ラジアル軸受 1 3 が回転軸 2 の中心軸 C 方向に沿う発電機 5 側に配設され、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B が回転軸 2 の中心軸 C 方向に沿う風車 1 側に配設されていてもよい。

【0017】

また、第 2 回転部材 1 2 においてラジアル軸受 1 3 が設けられる部分と、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B が設けられる部分とは、複数のボール (転動体) 7 が転走する転走面がそれぞれ設けられている。

【0018】

ラジアル軸受 1 3 は、第 2 回転部材 1 2 の転走面を転走する複数のボール 7 と、これらボール 7 の径方向に当接して該ボール 7 を転走させる環状の外輪 1 5 と、を有している。また、第 2 回転部材 1 2 のラジアル軸受 1 3 に対応する転走面には、ボール 7 を転走させる第 1 溝部 1 6 が形成されている。第 1 溝部 1 6 は、第 2 回転部材 1 2 の外周面において周方向に沿って延びる環状をなしており、図 2 の側断面視において中心軸 C 側に向かって窪む凹曲線状とされている。

【0019】

アンギュラ軸受 1 4 A (1 4 B) は、第 2 回転部材 1 2 の転走面を転走する複数のボール 7 と、これらボール 7 の径方向に当接して該ボール 7 を転走させる環状の外輪 1 7 と、を有している。図示の例では、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B 同士は、互いに背面合わせに配設されている。このように背面合わせに配設されることにより、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B 同士の作用点間距離を大きく設定できることから、モーメント剛性が高められる。尚、これらアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B 同士は、背面合わせ以外の正面合わせや並列合わせとされていてもよい。また、図示の例においては、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B 同士は、互いの外輪 1 7、1 7 を直接当接させており、この当接によってボール

10

20

30

40

50

7に予圧を付与しているが、この代わりに、アンギュラ軸受14A、14Bの間にスペーサや弾性体を挟んで前記予圧を付与することとしても構わない。

【0020】

第2回転部材12の複列のアンギュラ軸受14A、14Bに対応する転走面には、各列のボール7を転走させる複列の第2溝部18A、18Bが形成されている。第2溝部18A、18Bは、第2回転部材12の外周面において周方向に沿って延びる環状をなしており、図2の側断面視において中心軸C側に向かって窪む凹曲線状とされている。

【0021】

図2中の符号Gは、これら第2溝部18A、18Bを研削加工するための円板状の砥石の一部断面を示している。砥石Gの外周面には、径方向外方へ突出するとともに周方向に沿って延びる環状をなし、互いに軸方向に離間された凸部GA、GBが形成されている。これら凸部GA、GBは、外周面からの突出高さや形状が互いに同一に設定されている。このような砥石Gによって、第2溝部18A、18Bは同一工程で同一形状に研削加工される。

【0022】

また、図1において、ケーシング4は、例えば、風車1側（一方側）の上側部分4Aが該風車1とは反対のタワー6側（他方側）の下側部分4Bよりも縮径された多段筒状をなしており、下側部分4Bの下端部は、タワー6の上端部に連結されている。図2において、ケーシング4の上側部分4Aの内周面における上端部には、ラジアル軸受13のボール7を挟んで第1溝部16に対向して、該ラジアル軸受13の外輪15が固設されている。また、上側部分4Aの内周面における下端部近傍には、アンギュラ軸受14A、14Bのボール7、7を挟んで第2溝部18A、18Bに対向して、該アンギュラ軸受14A、14Bの外輪17、17が固設されている。また、ケーシング4の下側部分4B内には、発電機5や制御部（不図示）等が収容されている。

【0023】

発電機5は、回転軸2の回転によって得られる回転力（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ものである。発電機5は、回転軸2の下端部の径方向に連結されて該回転軸2とともに回転するマグネットロータ8と、マグネットロータ8の外周側を取り囲むようにケーシング4の下側部分4Bに配設されたコイルステータ9と、を備えている。

【0024】

そして、風車1が風Wを受けて回転軸2の中心軸C回りに回転すると、この回転が回転軸2を介してマグネットロータ8に伝わって、マグネットロータ8が風車1及び回転軸2と同軸上で回転する。マグネットロータ8がコイルステータ9に対して中心軸C回りに回転することにより、マグネットロータ8とコイルステータ9との間で電磁誘導が発生して、電力が発電される。

【0025】

以上説明したように、本実施形態に係る垂直軸型風力発電装置10によれば、軸受3が設けられることにより、回転軸2がケーシング4に対して該回転軸2の中心軸C回りに回転可能とされており、前記軸受3が、ラジアル軸受13と、複列のアンギュラ軸受14A、14Bとを含んでいる。これらラジアル軸受13及びアンギュラ軸受14A、14Bが設けられることにより、下記のような作用効果を奏する。

【0026】

すなわち、軸受3としてラジアル軸受13が設けられることにより、風Wを受けることによって風車1及び回転軸2に対して中心軸Cに交差する水平方向（ラジアル方向）に外力が作用した際、ラジアル軸受13は荷重を確実に受けとめつつ回転軸2を円滑に回転させることができる。また、軸受3としてアンギュラ軸受14A、14Bが設けられることにより、アンギュラ軸受14A、14Bは前述のラジアル方向の荷重を受けとめつつ、風車1及び回転軸2の自重等により生じる中心軸C方向（スラスト方向）への荷重を確実に受けとめて、回転軸2を円滑に回転させることができる。

【 0 0 2 7 】

さらに、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B が複列とされていることから、これらアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B を本実施形態で説明した背面合わせ（D B 構造）に組み合わせることにより、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B はスラスト方向の両側（上下）への荷重を確実に受けとめることができる。

【 0 0 2 8 】

このように、本実施形態の軸受 3（ラジアル軸受 1 3 及びアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の組合せ）は、ラジアル方向及びスラスト方向への荷重を確実に受けとめるので、風 W を受けることや風車 1 及び回転軸 2 の自重等による振動が確実に抑制（吸収）されるとともに、回転軸 2 の回転がスムーズとなる。これにより、たとえ風車 1 に当たる風 W の風量（風速）が微かなものであっても、風車 1 及び回転軸 2 が回転しやすくされているので、垂直軸型風力発電装置 1 0 の発電効率が高められるのである。

10

【 0 0 2 9 】

また、ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B とは、回転軸 2 の中心軸 C 方向に互いに離間して配置されているので、回転軸 2 の回転中心が中心軸 C から振れにくくなり、該回転軸 2 の回転がより安定して高精度に行われる。

【 0 0 3 0 】

また、回転軸 2 の外周面には、ラジアル軸受 1 3 のボール 7 を転走させる転走面である第 1 溝部 1 6 と、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の各ボール 7 を転走させる転走面である複列の第 2 溝部 1 8 A、1 8 B と、が形成されているとともに、回転軸 2 と軸受 3 とが一体の構成とされているので、下記のような作用効果が得られる。

20

【 0 0 3 1 】

すなわち、ラジアル軸受 1 3 のボール 7 及びアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の各ボール 7 が、回転軸 2 の外周面（転走面）上を直接転動することから、ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B との同軸度が向上するとともに、回転軸 2 の回転中心が中心軸 C 上に重なるように精度よく位置することとなる。これにより、回転軸 2 の回転がスムーズとなるので、たとえ風車 1 に当たる風 W の風量（風速）が微かなものであっても風車 1（及び回転軸 2）が回転しやすくなり、発電効率が高められる。

【 0 0 3 2 】

詳しくは、例えば、回転軸 2 が中心軸 C 方向に離間して設けられた従来の一対の軸受を介してケーシング 4 に支持された構成においては、これら軸受を取り付ける回転軸 2 部分及びケーシング 4 部分の加工誤差や組み付け誤差（傾き、隙間）により、前記軸受同士の同軸度を出すことは難しかった。一方、本実施形態の垂直軸型風力発電装置 1 0 においては、ボール 7 を転走させる第 1 溝部 1 6、第 2 溝部 1 8 A、1 8 B が回転軸 2 の外周面（転走面）上に直接形成されていることから、前述の加工誤差や組み付け誤差を大幅に低減でき、ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B との同軸度が高精度に設定されるのである。

30

【 0 0 3 3 】

また一般に、複列のアンギュラ軸受を用いる場合においては、該アンギュラ軸受の各列同士の配置間隔（中心軸 C 方向に沿うボール 7、7 同士のピッチ）を精度よく設定することは難しかった。すなわち、複列のアンギュラ軸受においては、各列の内輪同士・外輪同士を互いに中心軸 C 方向に接近・離間させる向きに位置調整して、ボール 7 に対する予圧を調整しているとともに、該ボール 7 のがたを無くし剛性及び精度を確保するようにしている。しかしながら、この位置調整が難しく、前記配置間隔が所定の寸法に決まらなかった場合にボール 7 に対する予圧が不足又は不安定となり、回転軸 2 を回転させるためのトルク（回転トルク）が大きくなってしまふことがあった。このように回転トルクが大きくなることは、垂直軸型風力発電装置の発電効率を低下させることから好ましくない。

40

【 0 0 3 4 】

一方、本実施形態の垂直軸型風力発電装置 1 0 では、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B 同士の前記配置間隔は、回転軸 2 に直接形成された複列の第 2 溝部 1 8 A、1 8 B に

50

より精度よく簡単に決まるので、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の各列同士の位置調整が容易である。詳しくは、本実施形態で説明したように、例えば、第 2 溝部 1 8 A、1 8 B を同一工程で研削加工できる砥石 G を用いることにより、前記配置間隔を高精度かつ容易に設定できる。従って、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の各列のボール 7 に対する予圧の精度が確保されて、前記回転トルクが確実に低減されるとともに回転軸 2 が回転しやすくなり、発電効率が高められるのである。

【0035】

さらに、回転軸 2 と軸受 3 とが一体の構成とされていることにより、軸受 3 の内輪を削除できることから、装置の径方向の外形をコンパクトに形成でき、かつ、コストダウンとなる。

10

【0036】

また、この垂直軸型風力発電装置 1 0 では、回転軸 2 が、中心軸 C 方向に互いに連結された第 1、第 2 回転部材 1 1、1 2 を備えている。すなわち、この回転軸 2 においては、第 1、第 2 回転部材 1 1、1 2 をそれぞれ別体として製造した後、これらを連結できることから、風車 1 と一体とされることが好ましい第 1 回転部材 1 1 を該風車 1 に溶接可能な鋼材等で形成し、軸受 3 のボール 7 が直接転走する（すなわち高硬度が望まれる）第 2 回転部材 1 2 を焼入れ可能な高炭素鋼等で形成できる。これにより、第 1 回転部材 1 1 と風車 1 とを強固に一体化でき、かつ、第 2 回転部材 1 2 の第 1 溝部 1 6 及び第 2 溝部 1 8 A、1 8 B がボール 7 を長期に亘り安定して高精度に転走させる。

【0037】

20

また、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B が回転軸 2 において中心軸 C 方向の発電機 5 側（他方側）に配設されていることから、該アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B を回転軸 2 の端部（下端部）に配置できる。これにより、下記の作用効果が得られる。

【0038】

すなわち、一般に、回転軸 2 の中心軸 C 方向に対して、複列アンギュラ軸受はラジアル軸受に比べて大きな荷重を受けることができるので、装置のコンパクト化や軽量化等を目的として、図 3 の変形例に示すように、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B が配置される回転軸 2 部分（下端部）の軸径を他の部分の軸径よりも小さく形成する場合が考えられるが、このような場合における回転軸 2 の加工性が十分に確保される。また、例えば、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B を回転軸 2（第 2 回転部材 1 2）の上端部や中央部に配設して該アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B に対応する部位を他の部分よりも縮径して形成した場合においては、該縮径した部分が回転軸 2 を部分的に括れさせることから、該回転軸 2 の剛性が十分に確保できないことがある。一方、本実施形態の変形例で説明した図 3 の構成（回転軸 2 の下端部が縮径されている）によれば、回転軸 2 を部分的に括れさせないので、剛性が十分に確保される。

30

【0039】

また、本実施形態で説明した垂直軸型風力発電装置 1 0 は、回転軸 2 がその中心軸 C を地面 F に垂直な鉛直方向に延ばすように配設されており、回転軸 2 及び風車 1 の自重等により、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B には中心軸 C 方向に向けて常に負荷がかかっている。また、ラジアル軸受 1 3 には中心軸 C の周方向（径方向）に負荷がかかっている。このような垂直軸型風力発電装置 1 0 に対して、前述した本実施形態の軸受 3 の構成を用いることにより、長期に亘り安定して効率よく電力を発電できることから、より有効である。

40

【0040】

（第 2 実施形態）

次に、本発明の第 2 実施形態に係る垂直軸型風力発電装置（垂直軸型流体発電装置）2 0 について、図 4 を参照して説明する。尚、前述の実施形態と同一部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0041】

本実施形態の垂直軸型風力発電装置 2 0 においては、第 1 溝部 2 6、第 2 溝部 2 8 A、2 8 B が、回転軸 2 に形成される代わりにケーシング 4 に形成されている点等で、前述の

50

第 1 実施形態とは異なっている。

【 0 0 4 2 】

この垂直軸型風力発電装置 2 0 では、軸受 3 として、ケーシング 4 の上側部分 4 A の内周面における上端部に配設されたラジアル軸受 2 3 と、前記内周面の下端部近傍に配設された複列のアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B と、を備えている。また、ケーシング 4 の上側部分 4 A においてラジアル軸受 2 3 が設けられる部分と、複列のアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B が設けられる部分とには、複数のボール（転動体）7 が転走する転走面がそれぞれ設けられている。

【 0 0 4 3 】

ラジアル軸受 2 3 は、ケーシング 4 の転走面を転走する複数のボール 7 と、これらボール 7 の径方向に当接して該ボール 7 を転走させる環状の内輪 2 5 と、を有している。また、ケーシング 4 のラジアル軸受 2 3 に対応する転走面には、ボール 7 を転走させる第 1 溝部 2 6 が形成されている。第 1 溝部 2 6 は、ケーシング 4 の内周面において周方向に沿って延びる環状をなしており、図 4 の側断面視において中心軸 C とは反対側に向かって窪む凹曲線状とされている。

【 0 0 4 4 】

アンギュラ軸受 2 4 A（2 4 B）は、ケーシング 4 の転走面を転走する複数のボール 7 と、これらボール 7 の径方向に当接して該ボール 7 を転走させる環状の内輪 2 7 と、を有している。図示の例においては、アンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B 同士は背面合わせ（D B 構造）に組み合わされており、互いの内輪 2 7、2 7 を直接当接させることによってボール 7 に予圧を付与している。

尚、これらアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B 同士は、背面合わせ以外の正面合わせや並列合わせとされていてもよい。

【 0 0 4 5 】

ケーシング 4 の複列のアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B に対応する転走面には、各列のボール 7 を転走させる複列の第 2 溝部 2 8 A、2 8 B が形成されている。第 2 溝部 2 8 A、2 8 B は、ケーシング 4 の内周面において周方向に沿って延びる環状をなしており、図 4 の側断面視において中心軸 C とは反対側に向かって窪む凹曲線状とされている。

【 0 0 4 6 】

また、ラジアル軸受 2 3 は、第 2 回転部材 1 2 の上端部に配置されているとともに、その内輪 2 5 が前記上端部の外周面に固設されている。詳しくは、ラジアル軸受 2 3 の内輪 2 5 は、該ラジアル軸受 2 3 のボール 7 を挟んで第 1 溝部 2 6 に対向して配置されている。また、アンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B は、第 2 回転部材 1 2 の下端部近傍に配置されているとともに、その内輪 2 7、2 7 が前記下端部近傍の外周面に固設されている。詳しくは、アンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B の内輪 2 7、2 7 は、該アンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B のボール 7、7 を挟んで第 2 溝部 2 8 A、2 8 B に対向して配置されている。

尚、ラジアル軸受 2 3 とアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B との上下位置は、前述とは反対に設定されていてもよい。すなわち、ラジアル軸受 2 3 が回転軸 2 の中心軸 C 方向に沿う発電機 5 側に配設され、アンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B が回転軸 2 の中心軸 C 方向に沿う風車 1 側に配設されていてもよい。

【 0 0 4 7 】

本実施形態の垂直軸型風力発電装置 2 0 においても、前述した垂直軸型風力発電装置 1 0 と同様の作用効果が得られる。

すなわち、軸受 3（ラジアル軸受 2 3 及び複列のアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B の組合せ）がラジアル方向及びスラスト方向への荷重を確実に受けとめるので、風 W を受けることや風車 1 及び回転軸 2 の自重等による振動が確実に抑制（吸収）されるとともに、回転軸 2 の回転がスムーズとなる。これにより、たとえ風車 1 に当たる風 W の風量（風速）が微かなものであっても、風車 1 及び回転軸 2 が回転しやすくされているので、垂直軸型風力発電装置 2 0 の発電効率が高められる。

【 0 0 4 8 】

また、ケーシング 4 の内周面には、ラジアル軸受 2 3 のボール 7 を転走させる転走面である第 1 溝部 2 6 と、複列のアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B の各ボール 7 を転走させる転走面である複列の第 2 溝部 2 8 A、2 8 B と、が形成されているとともに、ケーシング 4 と軸受 3 とが一体の構成とされているので、下記のような作用効果が得られる。

【0049】

すなわち、ラジアル軸受 2 3 のボール 7 及びアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B の各ボール 7 が、ケーシング 4 の内周面（転走面）上を直接転動することから、ラジアル軸受 2 3 とアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B との同軸度が向上するとともに、回転軸 2 の回転中心が中心軸 C 上に重なるように精度よく位置することとなる。これにより、回転軸 2 の回転がスムーズとなるので、たとえ風車 1 に当たる風 W の風量（風速）が微かなものであっても風車 1（及び回転軸 2）が回転しやすくなり、発電効率が高められる。

10

【0050】

尚、本実施形態の垂直軸型風力発電装置 2 0 においては、前述の実施形態のように回転軸 2 の外周面上をボール 7 が転走しないことから、第 2 回転部材 1 2 として高炭素硬等を用いる代わりに、鋼材等を用いてもよい。この場合、回転軸 2 全体を鋼材等により一体に形成してもよい。

また、ラジアル軸受 2 3 の内輪 2 5 及びアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B の内輪 2 7 を用いずに、回転軸 2 の外周面上に第 1 実施形態で説明した転走面である第 1 溝部 1 6 及び第 2 溝部 1 8 A、1 8 B を形成して、ラジアル軸受 2 3 及びアンギュラ軸受 2 4 A、2 4 B の内輪・外輪を削除しても構わない。この場合、装置の外形（直径）がよりコンパクトとなり、さらなるコストダウンが可能である。詳しくは、本発明の第 1 溝部、第 2 溝部は、回転軸 2 及びケーシング 4 の少なくとも一方（すなわち回転軸 2 又は / 及びケーシング 4）に形成される。

20

【0051】

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態に係る垂直軸型風力発電装置（垂直軸型流体発電装置）3 0 について、図 5 ～ 図 9 を参照して説明する。尚、前述の実施形態と同一部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0052】

図 5 に示すように、本実施形態の垂直軸型風力発電装置 3 0 は、回転軸（軸体）3 2 が中空軸状（筒状）をなしており、この回転軸 3 2 の内部に同軸に収容された支持軸（支持体）3 1 が、軸受 3 を介して該回転軸 3 2 を中心軸 C 側（径方向の内側）から回転軸 3 2 の中心軸 C 回りに回転可能に支持している。回転軸 3 2 の外周面には、風車 1 のアーム 1 B が突設されている。また、回転軸 3 2 の下端部（の径方向）には、マグネットロータ 8 が配設されている。

30

【0053】

支持軸 3 1 の下端部は、該支持軸 3 1 よりも大径の支持台 3 9 に支持されており、支持台 3 9 の下端部は図示しないタワー 6 の上端部に連結されている。また、支持台 3 9 の上面には、マグネットロータ 8 を囲繞するようにコイルステータ 9 が配設されている。そして、マグネットロータ 8 及びコイルステータ 9 を備えた発電機 5 が形成されている。尚、図 5 の例では、支持軸 3 1 は中実の軸状に形成されており、図 6 ～ 図 9 に示す例では、支持軸 3 1 は中空の軸状（筒状）に形成されている。

40

【0054】

回転軸 3 2 は、その内周面における上端部近傍と下端部近傍とに軸受 3 がそれぞれ設けられることにより、支持軸 3 1 に対して回転可能とされている。軸受 3 は、回転軸 3 2 の中心軸 C 方向に互いに離間するラジアル軸受 3 3 と、複列のアンギュラ軸受 3 4 A、3 4 B と、を備えている。図示の例では、回転軸 3 2 の上端部にラジアル軸受 3 3 が設けられ、回転軸 3 2 の下端部近傍に複列のアンギュラ軸受 3 4 A、3 4 B が設けられている。

尚、ラジアル軸受 3 3 とアンギュラ軸受 3 4 A、3 4 B との上下位置は、前述とは反対に設定されていてもよい。すなわち、回転軸 3 2 の上端部にアンギュラ軸受 3 4 A、3 4

50

B が設けられ、回転軸 3 2 の下端部近傍にラジアル軸受 3 3 が設けられていてもよい。

【 0 0 5 5 】

また、支持軸 3 1 においてラジアル軸受 3 3 が設けられる部分と、背面合わせ (D B 構造) の複列のアンギュラ軸受 3 4 A 、 3 4 B が設けられる部分とには、複数のボール 7 が転走する転走面がそれぞれ設けられている。

【 0 0 5 6 】

ラジアル軸受 3 3 は、支持軸 3 1 の転走面を転走する複数のボール 7 と、これらボール 7 の径方向に当接して該ボール 7 を転走させる環状の外輪 3 5 と、を有している。外輪 3 5 は、回転軸 3 2 の内周面における上端部に固設されている。また、支持軸 3 1 のラジアル軸受 3 3 に対応する転走面には、ボール 7 を転走させる第 1 溝部 3 6 が形成されている。第 1 溝部 3 6 は、支持軸 3 1 の外周面において周方向に沿って延びる環状をなしており、図 5 の側断面視において中心軸 C 側に向かって窪む凹曲線状とされている。ラジアル軸受 3 3 の外輪 3 5 は、該ラジアル軸受 3 3 のボール 7 を挟んで第 1 溝部 3 6 に対向して配置されている。製造時において、ラジアル軸受 3 3 内にボール 7 を充填 (挿入) する際には、図 8 において、回転軸 3 2 の外周面に開閉可能とされた転動体挿入部 3 2 A からボール 7 を挿入すればよい。

【 0 0 5 7 】

アンギュラ軸受 3 4 A (3 4 B) は、支持軸 3 1 の転走面を転走する複数のボール 7 と、これらボール 7 の径方向に当接して該ボール 7 を転走させる環状の外輪 3 7 と、を有している。外輪 3 7 は、回転軸 3 2 の内周面における下端部近傍に固設されている。図 5 の例では、複列のアンギュラ軸受 3 4 A 、 3 4 B 同士は、背面合わせに互いに当接して配置されている。図 6 ~ 図 9 の例では、背面合わせに組み合わせた複列のアンギュラ軸受 3 4 A 、 3 4 B 同士の間にはスペーサ 4 0 が配設されており、このスペーサ 4 0 によって各列のボール 7 、 7 に予圧を付与するようにしている。

【 0 0 5 8 】

また、支持軸 3 1 の複列のアンギュラ軸受 3 4 A 、 3 4 B に対応する転走面には、各列のボール 7 を転走させる複列の第 2 溝部 3 8 A 、 3 8 B が形成されている。第 2 溝部 3 8 A 、 3 8 B は、支持軸 3 1 の外周面において周方向に沿って延びる環状をなしており、図 5 の側断面視において中心軸 C 側に向かって窪む凹曲線状とされている。アンギュラ軸受 3 4 A 、 3 4 B の外輪 3 7 、 3 7 は、該アンギュラ軸受 3 4 A 、 3 4 B のボール 7 、 7 を挟んで第 2 溝部 3 8 A 、 3 8 B に対向して配置されている。製造時において、アンギュラ軸受 3 4 A (3 4 B) 内にボール 7 を充填 (挿入) する際には、図 9 において、外輪 3 7 と支持軸 3 1 との隙間から下方 (上方) へ向けてボール 7 を挿入すればよい。

【 0 0 5 9 】

そして、風車 1 が風 W を受けて回転軸 3 2 の中心軸 C 回りに回転すると、この回転が回転軸 3 2 を介してマグネットロータ 8 に伝わって、マグネットロータ 8 が風車 1 及び回転軸 3 2 と同軸上で回転する。マグネットロータ 8 がコイルステータ 9 に対して中心軸 C 回りに回転することにより、マグネットロータ 8 とコイルステータ 9 との間で電磁誘導が発生して、電力が発電される。

【 0 0 6 0 】

本実施形態の垂直軸型風力発電装置 3 0 においても、前述した垂直軸型風力発電装置 1 0 、 2 0 と同様の作用効果が得られる。

また、本実施形態の垂直軸型風力発電装置 3 0 では、軸受 3 に加わるモーメントが小さくなることから、モーメントによるラジアル荷重が小さくなる。

【 0 0 6 1 】

尚、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。

例えば、前述の実施形態では、垂直軸型流体発電装置として、作動流体に風 W を用いて風車 1 を回転させる垂直軸型風力発電装置 1 0 、 2 0 、 3 0 について説明したが、これに限定されるものではなく、作動流体に水を用いて水車 (羽根車) を回転させる垂直軸型水

10

20

30

40

50

力発電装置であってもよい。

【 0 0 6 2 】

また、前述の実施形態では、軸受 3 のうち、ラジアル軸受が回転軸 2、3 2 の中心軸 C 方向の上側（一方側）に配置され、複列のアンギュラ軸受が回転軸 2、3 2 の中心軸 C 方向の下側（他方側）に配置されていることとしたが、これに限定されるものではない。すなわち、複列のアンギュラ軸受が回転軸 2、3 2 の中心軸 C 方向の上側に配置され、ラジアル軸受が回転軸 2、3 2 の中心軸 C 方向の下側に配置されていてもよい。

【 0 0 6 3 】

また、軸受 3 の転動体にボール 7 を用いることとしたが、これに限定されるものではなく、例えば、軸受 3 の転動体としてローラ等を用いてもよい。

10

【 0 0 6 4 】

また、垂直軸型風力発電装置としては、ジャイロミル型に限定されない。すなわち、それ以外のダリウス型、直線翼型、サボニウス型、パドル型、クロスフロー型、S 型ロータ型等であってもよい。

【 0 0 6 5 】

また、図 2 を用いて説明した前述の第 1 実施形態の構成の代わりに、下記変形例を用いてもよい。

図 1 0 ~ 図 1 6 は、第 1 実施形態の変形例を示している。尚、第 1 実施形態と同一部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 6 6 】

20

図 2 で説明したように、回転軸 2 の外周面に軸受 3 のボール 7 が転走する転走面（溝部）が形成され、回転軸 2 と軸受 3 とが一体の構成とされている場合には、回転軸 2 を軸受 3 の外輪内に緩挿した状態から、回転軸 2 と外輪との間にボール 7 を挿入する必要がある。複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B にボール 7 を挿入するには、例えば、外輪 1 7 に径方向に貫通するボール挿入孔を形成することが考えられる。ただしこの場合、外輪 1 7 の転走面にボール挿入孔が開くため、ボール 7 のスムーズな転走の妨げになったり、外輪 1 7 が破損したりする可能性が考えられる。そこで、ボール 7 をスムーズに精度よく転走させ、かつ、外輪 1 7 の破損を防止する目的で、図 1 0 のような構成としてもよい。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 に示される例では、回転軸 2 の第 2 回転部材 1 2 には、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B のボール 7 を転走させる単列の第 2 溝部 5 0 が形成されている。第 2 溝部 5 0 は、回転軸 2 の外面から窪むとともに周方向に沿って延びる環状をなしており、中心軸 C 方向の幅が、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B に対応するように設定されているとともに、前述の第 2 溝部 1 8 A、1 8 B より広がっている。尚、第 2 溝部 5 0 は、図 2 で説明した例のように、複列としてもよい。

30

【 0 0 6 8 】

第 2 溝部 5 0 における中心軸 C 方向に沿う一端部（図 1 0 における上端部）には、アンギュラ軸受 1 4 A のボール 7 を転走させる断面円弧状の転走面 5 0 A が形成されている。転走面 5 0 A は、ボール 7 を間に挟んで、アンギュラ軸受 1 4 A の外輪 1 7 の転走面に対向配置されている。また、第 2 溝部 5 0 における中心軸 C 方向に沿う他端部（図 1 0 における下端部）には、アンギュラ軸受 1 4 B のボール 7 を転走させる断面円弧状の転走面 5 0 B が形成されている。転走面 5 0 B は、ボール 7 を間に挟んで、アンギュラ軸受 1 4 B の外輪 1 7 の転走面に対向配置されている。

40

【 0 0 6 9 】

転走面 5 0 A と転走面 5 0 B とは、これらの間に位置する第 2 溝部 5 0 の底面 5 0 C を介して、互いに滑らかに連なっている。具体的に、底面 5 0 C の深さ（回転軸 2 の外面から窪む距離）、転走面 5 0 A の最深部の深さ及び転走面 5 0 B の最深部の深さは、互いに同一となっている。

【 0 0 7 0 】

また、ラジアル軸受 1 3 の外輪 1 5 及びアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の外輪 1 7 は、

50

筒状のハウジング（支持体）５１の内面に径方向外方から当接されており、ラジアル軸受１３及びアンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂは、径方向内方の回転軸２と径方向外方のハウジング５１との間に支持されている。回転軸２は、ラジアル軸受１３及びアンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂを介して、ハウジング５１に対して中心軸Ｃ回りに回転可能であり、かつ、中心軸Ｃ方向へのスライド移動が規制されている。

【００７１】

ハウジング５１の内面のうち、ラジアル軸受１３の外輪１５に当接する部位（図１０におけるハウジング５１の上側部分、以下、ラジアル軸受当接部位）５１Ａは、アンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂの外輪１７に当接する部位（図１０におけるハウジング５１の下側部分、以下、アンギュラ軸受当接部位）５１Ｂより、径方向内方に向けて突出して形成されている。また、ハウジング５１の内面におけるアンギュラ軸受当接部位５１Ｂの一方側（図１０における上側）部分には、他方側（図１０における下側）を向くとともに、アンギュラ軸受１４Ａの外輪１７の一端面（上端面）に当接する端面５１Ｃが形成されている。

10

【００７２】

また、回転軸２とハウジング５１との間におけるアンギュラ軸受１４Ｂの他方側には、軸受押さえ部材５２が配設されている。軸受押さえ部材５２は、円環板状の基部５２Ａと、基部５２Ａの一端面から立設される筒状の押さえ部５２Ｂと、を有している。軸受押さえ部材５２は、ハウジング５１にボルト等により着脱可能に固定され、該軸受押さえ部材５２の押さえ部５２Ｂの一端面は、アンギュラ軸受１４Ｂの外輪１７の他端面（下端面）に当接している。また、軸受押さえ部材５２の基部５２Ａにおいて径方向内方を向く内周面と、回転軸２の外周面との間には、若干の隙間が設けられている。

20

【００７３】

そして、この変形例においては、複列のアンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂの外輪１７同士の間、間座５３が配設されている。間座５３は、全体として例えば円環板状をなしており、周方向に分割可能、又は径方向に変形可能（例えば、周方向の一部を開口させるようにヒンジ部を介して開閉可能など）とされて、前記外輪１７同士の間に着脱可能に配設されている。

【００７４】

この変形例では、アンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂに下記の手順でボール７を挿入する。すなわち、アンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂの外輪１７の径方向外方にハウジング５１が配設されていない状態、かつ、間座５３が外輪１７同士の間配設されていない状態で、外輪１７を中心軸Ｃ方向に移動させるとともに、該外輪１７の転走面と、第２溝部５０の転走面５０Ａ又は転走面５０Ｂとの間に、外部からボール７を挿入可能な隙間を設ける。

30

【００７５】

次いで、前記隙間からボール７を挿入して、外輪１７を中心軸Ｃ方向にスライド移動させるとともに該隙間を狭め、ボール７を転走面同士の間収容した状態とする。このようにアンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂの両方にボール７を挿入したら、これらアンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂの外輪１７同士の間、間座５３を装着する。

【００７６】

次いで、回転軸２に対して、中心軸Ｃ方向に沿う他方側に向けてハウジング５１をスライド移動させつつ、該ハウジング５１の内面をラジアル軸受１３の外輪１５及びアンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂの外輪１７に当接させて、回転軸２とハウジング５１との間にラジアル軸受１３及びアンギュラ軸受１４Ａ、１４Ｂを支持させる。これにより、間座５３の径方向外方がハウジング５１に覆われるとともに、該間座５３が外輪１７同士の間から径方向外方に抜け落ちることが規制される。また、ハウジング５１が他方側に向けてスライド移動させられていくと、該ハウジング５１の端面５１Ｃとアンギュラ軸受１４Ａの外輪１７の一端面とが当接させられて、それ以上の他方側へ向けたハウジング５１のスライド移動が規制される。

40

【００７７】

次いで、回転軸２とハウジング５１との間に、中心軸Ｃ方向の一方側に向けて軸受押さ

50

え部材 5 2 を挿入するとともに、該軸受押さえ部材 5 2 の押さえ部 5 2 B の一端面と、アンギュラ軸受 1 4 B の外輪 1 7 の他端面とを当接させた状態で、軸受押さえ部材 5 2 をハウジング 5 1 に固定する。

【 0 0 7 8 】

このように、アンギュラ軸受 1 4 A の外輪 1 7 が、中心軸 C 方向の一方側からハウジング 5 1 の端面 5 1 C に当接され、アンギュラ軸受 1 4 B の外輪 1 7 が、中心軸 C 方向の他方側から軸受押さえ部材 5 2 の押さえ部 5 2 B の一端面に当接されることにより、アンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の外輪 1 7 同士が、間座 5 3 を挟んで互いに接近した状態に維持されているとともに、中心軸 C 方向への相対移動が規制されている。

【 0 0 7 9 】

以上説明した図 1 0 の変形例によれば、複列のアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の外輪 1 7 を、回転軸 2 の第 1 溝部 5 0 に対して中心軸 C 方向にスライド移動させることによりボール 7 を挿入できるので、外輪 1 7 にボール挿入孔を形成する必要がない。つまり、外輪 1 7 の転走面に段差を生じさせることなく滑らかに形成できるので、ボール 7 をスムーズに精度よく転走させることができ、かつ、外輪 1 7 の破損を防止できる。またこの構成によれば、組立の作業性がよい。

【 0 0 8 0 】

尚、図 1 0 で説明した例のように、ハウジング 5 1 の内面に、ラジアル軸受当接部位 5 1 A とアンギュラ軸受当接部位 5 1 B とが形成されている場合、これら当接部位 5 1 A、5 1 B を同一工程で加工することにより、当接部位 5 1 A、5 1 B 同士の同軸度を出すことは可能であるが、ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B との同軸度については、それぞれの部品の加工精度に依存するため、精度を確保することが難しい。また、軸受 3 同士の同軸度を、組立時に調整することはできない。そこで、ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の同軸度を精度よく設定する目的で、図 1 1 のような構成としてもよい。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 に示される例では、ハウジング 5 1 が、中心軸 C 方向に分割されて、複数の部材から構成されている。具体的に、ハウジング 5 1 は、内面にラジアル軸受当接部位 5 1 A が形成された筒状のラジアル軸受支持部 5 4 と、内面にアンギュラ軸受当接部位 5 1 B が形成された筒状のアンギュラ軸受支持部 5 5 と、を有している。

【 0 0 8 2 】

ラジアル軸受支持部 5 4 の他方側の端部には、径方向外方に突出するとともに周方向に沿って延びる環状のフランジ 5 4 A が形成されている。また、アンギュラ軸受支持部 5 5 の一方側の端部には、径方向外方に突出するとともに周方向に沿って延びる環状のフランジ 5 5 A が形成されている。これらフランジ 5 4 A、5 4 B は、ボルト等の連結部材により互いに連結されており、これにより、ラジアル軸受支持部 5 4 とアンギュラ軸受支持部 5 5 とが一体に連結されている。

【 0 0 8 3 】

そして、この変形例では、ラジアル軸受支持部 5 4 とアンギュラ軸受支持部 5 5 とが、少なくとも径方向に相対移動可能に連結されている。すなわち、図 1 1 において、アンギュラ軸受支持部 5 5 は、ラジアル軸受支持部 5 4 に対して、符号 A 1 で示される径方向に移動可能であり、これにより、ラジアル軸受支持部 5 4 とアンギュラ軸受支持部 5 5 との相対的な A 1 方向（径方向）の位置が調整可能とされている。

【 0 0 8 4 】

また、ラジアル軸受支持部 5 4 の他端面とアンギュラ軸受支持部 5 5 の一端面との間にスペーサーを介在させたり、これら端面同士の距離をねじ作用により調整可能に構成して、軸受支持部 5 4、5 5 同士の中心軸 C 方向の相対位置を調整可能としても構わない。この場合、アンギュラ軸受支持部 5 5 は、ラジアル軸受支持部 5 4 に対して例えば符号 A 2 で示される傾斜方向に移動可能とされる。

【 0 0 8 5 】

以上説明した図 1 1 の変形例によれば、ラジアル軸受当接部位 5 1 A とアンギュラ軸受当接部位 5 1 B との径方向の相対位置を調整可能であるから、ハウジング 5 1 を配設する組立工程において、ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の同軸度を精度よく設定（調整）できる。また、軸受 3 同士の間軸度が高精度に確保されるから、偏心荷重が低減されるとともに、回転軸 2 がスムーズに回りやすくなり、発電効率が向上する。

【 0 0 8 6 】

また、垂直軸型風力発電装置 1 0 は、自然の風 W を受けやすい野外に設置されるものであり、軸受 3 のボール 7 や転走面に塵埃等が付着するおそれがある。また、軸受 3 から外部にグリースが漏れ出る可能性がある。そこで、軸受 3 のボール 7 や転走面に対して塵埃等が付着することや、軸受 3 からのグリース漏れを防止する目的で、図 1 2 のような構成としてもよい。

10

【 0 0 8 7 】

図 1 2 に示される例では、回転軸 2 の外周面における第 2 溝部 5 0 の中心軸 C 方向の他方側には、該外周面から窪むとともに周方向に沿って延びる環状のシール取付溝 5 7 A が形成されている。シール取付溝 5 7 A は、第 2 溝部 5 0 に接近して配置されている。また、軸受押さえ部材 5 2 の押さえ部 5 2 B の内周面において、シール取付溝 5 7 A より中心軸 C 方向の他方側に位置する部分には、該内周面から窪むとともに周方向に沿って延びる環状のシール取付溝 5 7 B が形成されている。

【 0 0 8 8 】

そして、この変形例においては、ハウジング 5 1 と回転軸 2 との間に、軸受 3 のボール 7 を中心軸 C 方向から覆うように、シール部材 5 6 が配設されている。具体的には、ハウジング 5 1 の軸受押さえ部材 5 2 と、回転軸 2 との間に、アンギュラ軸受 1 4 B のボール 7 を中心軸 C 方向の他方側から覆うように、環状のシール部材 5 6 A、5 6 B が配設されている。

20

【 0 0 8 9 】

シール部材 5 6 A は、その径方向内方の部分がシール取付溝 5 7 A に挿入されている。シール部材 5 6 B は、その径方向外方の部分がシール取付溝 5 7 B に挿入されている。シール部材 5 6 A の径方向外方部分と、シール部材 5 6 B の径方向内方部分とは、中心軸 C 方向に互いに重なり合うように配設されている。これらシール部材 5 6 A、5 6 B は、回転軸 2 とハウジング 5 1 との間で、該シール部材 5 6 A、5 6 B の一方側空間（軸受 3 側の空間）と他方側空間（外部空間）とを迂回させるように連通させており、これにより、シール部材 5 6 を含むラビリンス構造（迂回構造）が構成されている。

30

【 0 0 9 0 】

以上説明した図 1 2 の変形例によれば、軸受 3 のボール 7 や転走面と外部とを区画するように、ハウジング 5 1 と回転軸 2 との間にシール部材 5 6 A、5 6 B が配設されているので、外部から塵埃等が進入することが防止されるとともに、ボール 7 や転走面に付着することが防止されている。よって、ボール 7 が安定して転走し、回転軸 2 がスムーズに回りやすくなり、発電効率が高められる。また、シール部材 5 6 A、5 6 B が設けられることにより、軸受 3 からグリースが外部に漏れ出ることが防止されるので、軸受 3 が長期にわたり安定して動作するとともに、メンテナンスが簡便となる。

40

また、前述したラビリンス構造を備えることにより、防塵効果が十分に高められ、かつ、グリース漏れを防止する効果が向上する。

【 0 0 9 1 】

尚、図示の例では、シール部材 5 6 A、5 6 B をアンギュラ軸受 1 4 B のボール 7 を中心軸 C 方向の他方側から覆うように配設しているが、これに限定されるものではなく、例えばシール部材 5 6 A、5 6 B が、ラジアル軸受 1 3 のボール 7 を中心軸 C 方向の一方側から覆うように配設されていてもよい。また、シール部材 5 6 の数量も限定されない。

【 0 0 9 2 】

また、図 2 で説明した第 1 実施形態では、回転軸 2 は、鋼材等からなり風車 1 に一体とされた第 1 回転部材 1 1 と、高炭素鋼等からなり軸受 3 に軸支された第 2 回転部材 1 2 と

50

、を備えるとしたが、これに限定されるものではなく、図 1 3 ~ 図 1 6 に示される下記変形例を用いてもよい。

【 0 0 9 3 】

図 2 においては、中実の棒状をなす回転軸 2 の第 2 回転部材 1 2 全体を、高炭素鋼で形成している。これは、回転軸 2 において、軸受 3 のボール 7 が転走する転走面に硬度が要求されるためである。しかしながら、高炭素鋼は高価であり、回転軸 2 の製作費用が嵩んでしまう。そこで、軸受 3 のボール 7 が回転軸 2 の転走面を精度よく転走しつつ、該回転軸 2 の製作費用を削減することを目的として、図 1 3 のような構成としてもよい。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 に示される例では、回転軸 2 が中空のパイプ状となっている。また、回転軸 2 は、溶接部 5 8 により中心軸 C 方向に連結された転走部 5 9 及び連結部 6 0 を有する。転走部 5 9 は、例えば S C M 4 2 0 等の浸炭材からなり、溶接部 5 8 を防炭した上で浸炭焼入を行い形成される。また、転走部 5 9 には、その外周面における中心軸 C 方向の両端部の間に、転走面を有する第 1 溝部 1 6 又は第 2 溝部 1 8 A、1 8 B が形成されている。連結部 6 0 は、例えば S T K M 等の鋼材からなり、その外周面には転走面が形成されていない。

【 0 0 9 5 】

図 1 3 の変形例によれば、回転軸 2 のうち、軸受 3 のボール 7 が転走する転走面以外の部位を、鋼材からなる安価な連結部 6 0 とすることができる。すなわち、軸受 3 のボール 7 が転走する転走面は高硬度に形成し、ボール 7 のスムーズな転走を確保しつつも、回転軸 2 の多くの部分を鋼材で作製でき、費用削減の効果が得られる。

【 0 0 9 6 】

尚、図 1 3 で説明した例では、互いに材質の異なる転走部 5 9 と連結部 6 0 とを溶接部 5 8 で溶接し連結するため、当該溶接部 5 8 の強度を確保することが難しい。具体的に、高炭素鋼からなる転走部 5 9 は含有炭素量が多いため、溶接により強度を確保することが難しい。そこで、軸受 3 のボール 7 が回転軸 2 の転走面を高精度に転走しつつ、回転軸 2 を安価に製造でき、かつ、回転軸 2 の強度を確保する目的で、図 1 4 及び図 1 5 のような構成としてもよい。

【 0 0 9 7 】

図 1 4 及び図 1 5 に示される例では、回転軸 2 の転走部 5 9 及び連結部 6 0 が、ともに S T K M 等の鋼材からなる。そして、転走部 5 9 における第 1 溝部 1 6 又は第 2 溝部 1 8 A、1 8 B の内面に、例えば窒化珪素等からなるセラミックス膜（高硬度膜）6 1 が形成されている。セラミックス膜 6 1 は、例えば、第 1 溝部 1 6 又は第 2 溝部 1 8 A、1 8 B への溶射により形成される。

【 0 0 9 8 】

図 1 4 及び図 1 5 の変形例によれば、回転軸 2 のうち、軸受 3 のボール 7 が転走する転走面以外の部位を、安価な鋼材で作製できる。すなわち、軸受 3 のボール 7 が転走する転走面はヤング率の高いセラミックス膜 6 1 により形成し、ボール 7 のスムーズな転走を確保しつつも、それ以外の回転軸 2 の大部分を鋼材で作製でき、費用削減の効果が得られる。さらに、転走部 5 9 と連結部 6 0 が、ともに鋼材からなるので、溶接部 5 8 の強度が十分に確保されるとともに、回転軸 2 の強度が確保される。

【 0 0 9 9 】

尚、軸受 3 のボール 7 の転走をより高精度に行い、回転軸 2 の強度を高め、かつ、生産性を向上させることを目的として、図 1 4 で説明した例に代えて、図 1 6 の構成としてもよい。

【 0 1 0 0 】

図 1 6 に示される例では、回転軸 2 は、溶接部 5 8 により連結される転走部 5 9 と連結部 6 0 とを有していない。すなわち、回転軸 2 全体が、鋼材により一体に形成されている。そして、回転軸 2 の外周面に形成された第 1 溝部 1 6 又は第 2 溝部 1 8 A、1 8 B の内面に、セラミックス膜 6 1 が溶射されている。

【 0 1 0 1 】

図 1 6 の変形例によれば、前述した図 1 4 の変形例と同様の効果が得られつつ、軸受 3 のボール 7 の転走をより高精度に行うことができ（ラジアル軸受 1 3 とアンギュラ軸受 1 4 A、1 4 B の同軸度を出しやすい）、回転軸 2 の強度を高めることができ、かつ、生産性を向上できる。

【 0 1 0 2 】

その他、本発明の前述の実施形態及び変形例で説明した構成要素を、適宜組み合わせても構わない。また、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、前述の構成要素を周知の構成要素に置き換えることも可能である。

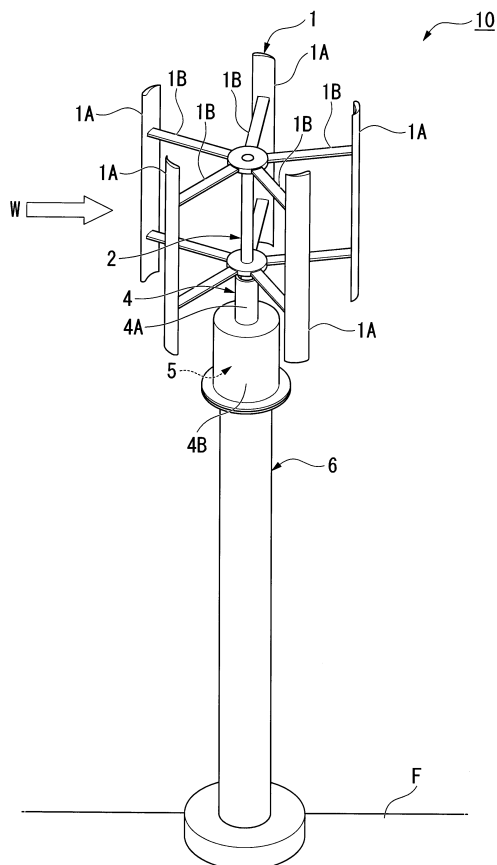
【 符号の説明 】

【 0 1 0 3 】

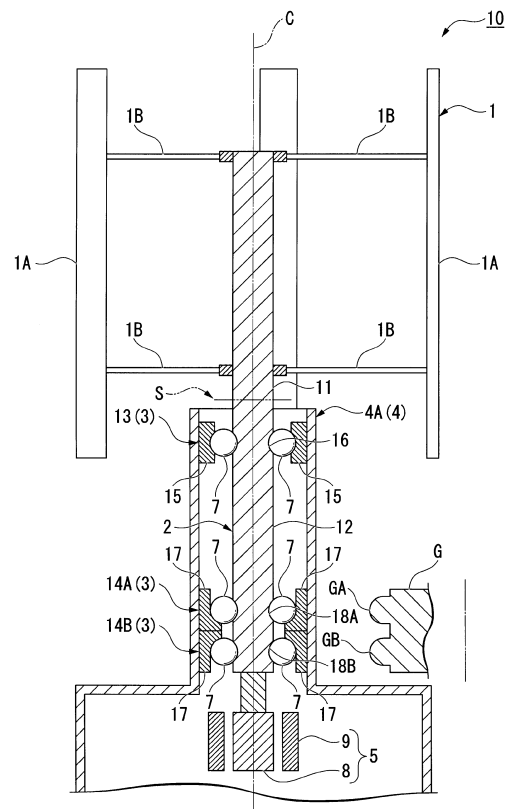
1 ... 風車、 1 A ... ブレード、 2、 3 2 ... 回転軸（軸体）、 3 ... 軸受、 4 ... ケーシング（支持体）、 5 ... 発電機、 7 ... ボール（転動体）、 1 0、 2 0、 3 0 ... 垂直軸型風力発電装置（垂直軸型流体発電装置）、 1 3、 2 3、 3 3 ... ラジアル軸受、 1 4 A、 1 4 B、 2 4 A、 2 4 B、 3 4 A、 3 4 B ... アンギュラ軸受、 1 6、 2 6、 3 6 ... 第 1 溝部、 1 8 A、 1 8 B、 2 8 A、 2 8 B、 3 8 A、 3 8 B、 5 0 ... 第 2 溝部、 3 1 ... 支持軸（支持体）、 5 1 ... ハウジング（支持体）、 C ... 中心軸、 W ... 風（作動流体）。

10

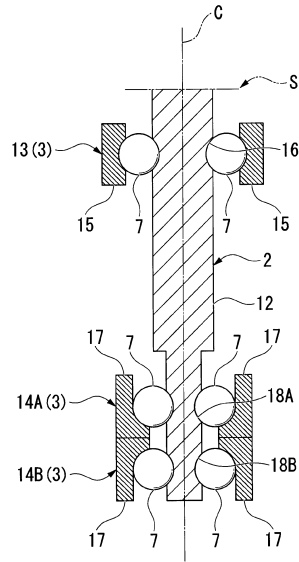
【 図 1 】



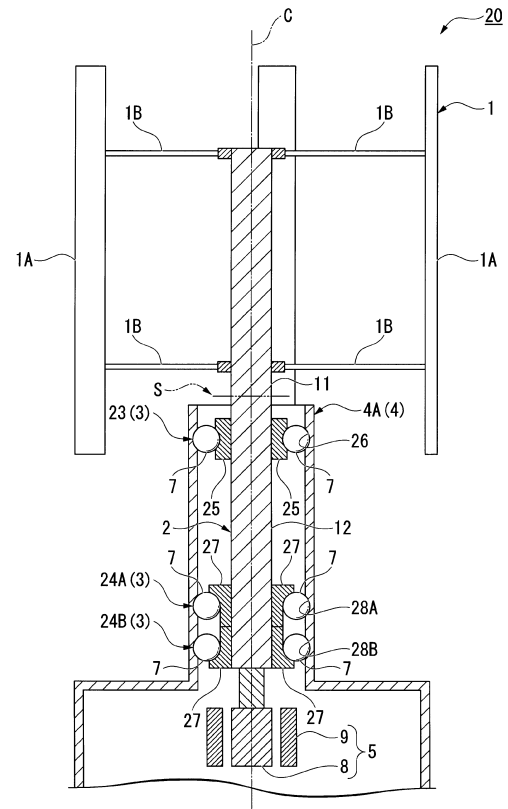
【 図 2 】



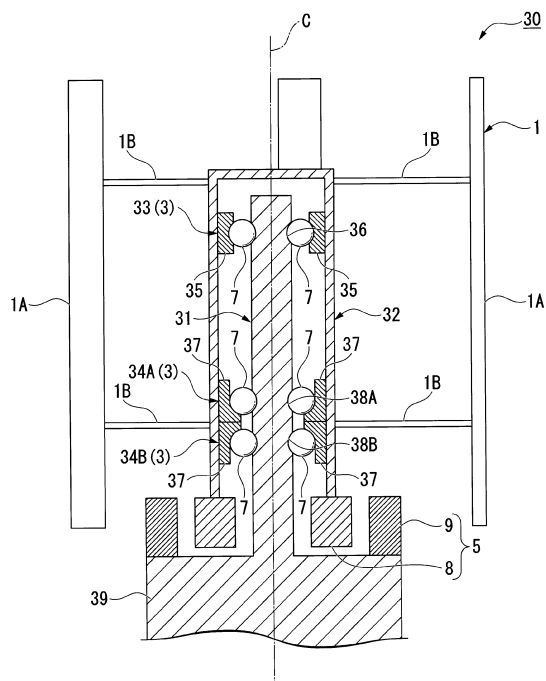
【図 3】



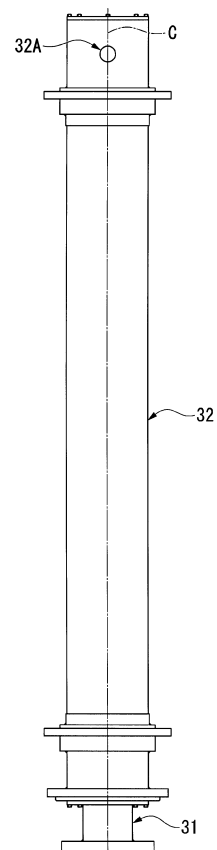
【図 4】



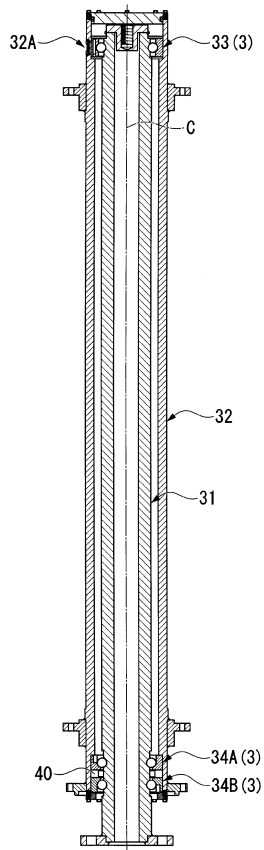
【図 5】



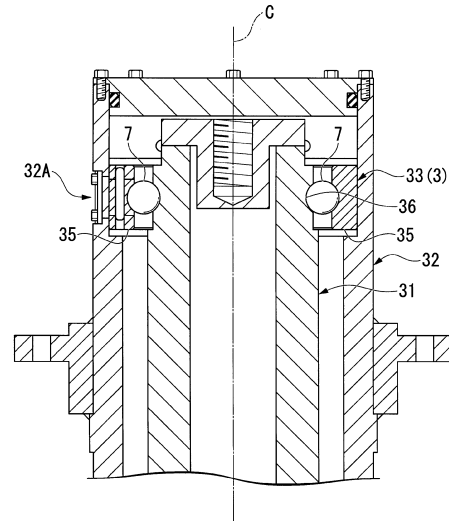
【図 6】



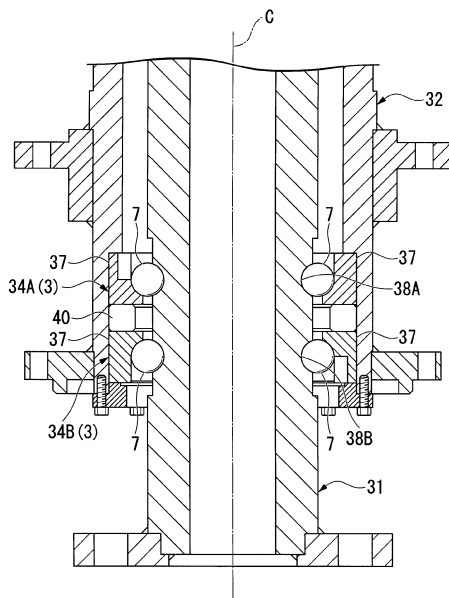
【図 7】



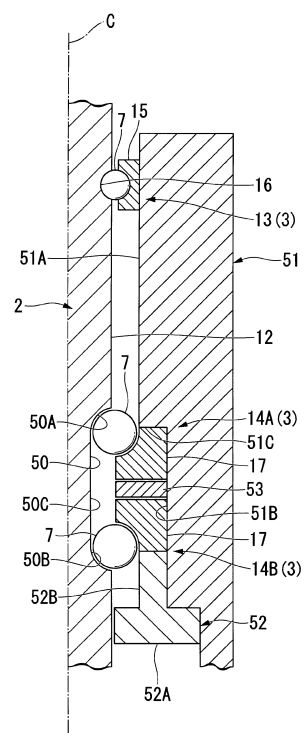
【図 8】



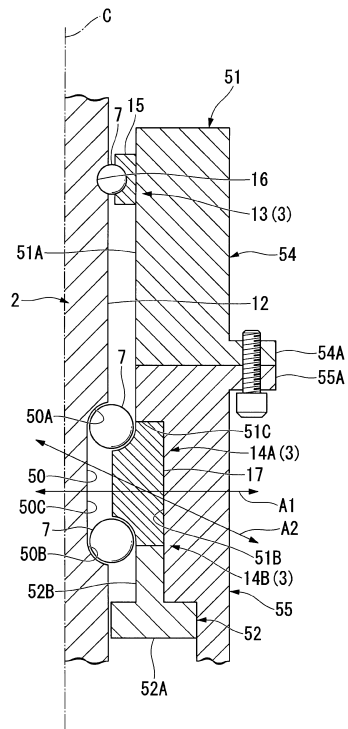
【図 9】



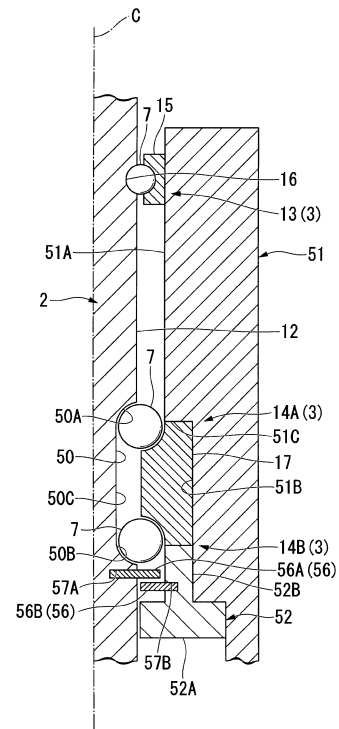
【図 10】



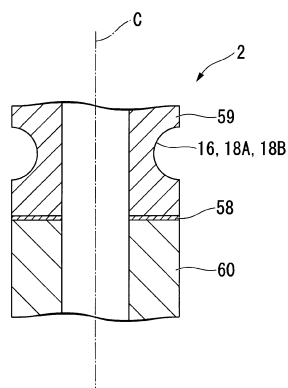
【図 1 1】



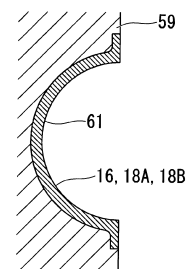
【図 1 2】



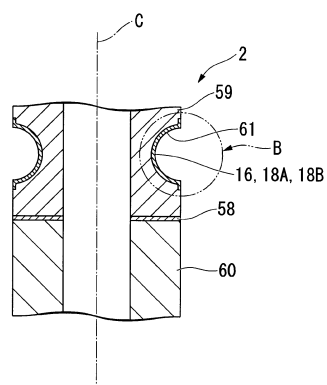
【図 1 3】



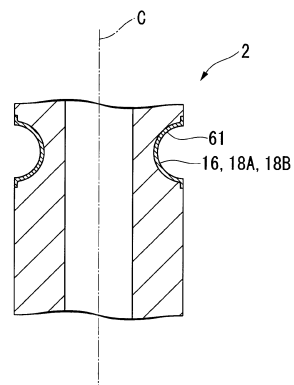
【図 1 5】



【図 1 4】



【図 1 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 2 K	7/08 (2006.01)	H 0 2 K	7/08 B
H 0 2 K	7/18 (2006.01)	H 0 2 K	7/18 A
F 1 6 C	33/80 (2006.01)	F 1 6 C	33/80
F 1 6 C	43/04 (2006.01)	F 1 6 C	43/04

(72)発明者 会田 智幸
東京都品川区西五反田3丁目11番6号 THK株式会社内

(72)発明者 咲山 隆
東京都品川区西五反田3丁目11番6号 THK株式会社内

(72)発明者 林 勇樹
東京都品川区西五反田3丁目11番6号 THK株式会社内

(72)発明者 谷 和弘
東京都品川区西五反田3丁目11番6号 THK株式会社内

(72)発明者 関 和市
神奈川県横浜市中区北仲通3丁目33番 関内フューチャーセンター135 株式会社JIST内

審査官 加藤 一彦

(56)参考文献 国際公開第2005/95794(WO, A1)
特開2005-61218(JP, A)
特開2007-333117(JP, A)
特開2007-139014(JP, A)
特開昭63-111315(JP, A)
特開昭52-135010(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 3 D 1 1 / 0 0
F 0 3 D 3 / 0 6