

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5031090号
(P5031090)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl. F 1
F 0 3 D 11/00 (2006.01) F O 3 D 11/00 Z
F 1 6 C 35/077 (2006.01) F 1 6 C 35/077

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-506466 (P2010-506466)	(73) 特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(86) (22) 出願日	平成22年2月10日(2010.2.10)	(74) 代理人	110000785 特許業務法人 高橋松本&パートナーズ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/051933	(72) 発明者	河野 桂一郎 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
(87) 国際公開番号	W02011/099120	(72) 発明者	岩崎 薫 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
(87) 国際公開日	平成23年8月18日(2011.8.18)	(72) 発明者	松浪 雄二 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
審査請求日	平成22年2月12日(2010.2.12)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電装置の軸受補修方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

風力発電装置の軸受を補修する方法であって、
 前記軸受の軌道輪に固定される前記風力発電装置の構成部材と、前記軸受の前記軌道輪との間にプレートを挿入する工程と、
 前記風力発電装置の前記構成部材に前記プレートを固定する工程とを備え、
 前記プレートと前記軸受の前記軌道輪との間は滑りが許容されていることを特徴とする風力発電装置の軸受補修方法。

【請求項2】

前記プレートは、くさびピースを含む複数のピースに分割されており、
 前記プレートを挿入する工程では、前記くさびピースを除く前記複数のピースを前記風力発電装置の前記構成部材と前記軸受の前記軌道輪との間に挿入した後に、前記くさびピースを打ち込むことを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置の軸受補修方法。

【請求項3】

前記プレートは、比摩耗量が $1.0 \times 10^{-9} \text{ mm}^3 / \text{Nmm}$ 以下であり、静摩擦係数が 0.15 以下である樹脂材からなることを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置の軸受補修方法。

【請求項4】

前記プレートを挿入する工程の前に、前記プレートを前記構成部材と前記軌道輪との間に挿入するための挿入口が形成されるように、前記軌道輪の周囲における前記構成部材の

端面を削る工程をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置の軸受補修方法。

【請求項 5】

前記構成部材は前記風力発電装置の主軸外筒であり、

前記軸受は、前記主軸外筒に外輪が固定された主軸受であることを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置の軸受補修方法。

【請求項 6】

前記主軸受は、前記風力発電装置のナセル台板から切り離されていることを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置の軸受補修方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電装置の軸受補修方法に係り、特に、風力発電装置のハウジング部材や軸部材等の構成部材と軸受の軌道輪との間の隙間を埋める軸受補修方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球環境の保全の観点から、再生可能エネルギーの一つである風力を利用した風力発電装置の普及が進んでいる。

【0003】

風力発電装置は、一般的に、回転翼が取り付けられたロータヘッドと、回転軸及び発電機を収納するナセルと、ナセルを支持する支柱とで構成されている。また、発電効率を向上させるために、風の状態に合わせて、ナセルを旋回するヨー旋回や、回転翼をピッチ方向に回転させるピッチ制御を行うことが多い。

20

【0004】

このような風力発電装置では、主軸を回転自在に支持する主軸受や、ナセル台板を回転自在に支柱に支持する軸受（ナセル旋回機構の軸受）や、回転翼を回転自在にロータヘッド側に支持する軸受（ピッチ駆動機構の軸受）に代表される種々の軸受が用いられている。

【0005】

例えば、特許文献 1 及び 2 には、風力発電装置の主軸受などに用いられる軸受として、軌道輪を回転軸線に平行な平面で分割し、これらをボルトで締め付ける構成とした自動調心ころ軸受が記載されている。この自動調心ころ軸受では、軌道輪が分割されているので、軸受の補修交換を容易に行うことができるようになっている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2009 - 63100 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 63101 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0007】

しかしながら、特許文献 1 及び 2 に記載の軸受を風力発電装置に用いても、次のような問題が起こる場合がある。

【0008】

すなわち、風力発電装置の軸受では、軸受の各軌道輪（内輪及び外輪）が風力発電装置のハウジング部材や軸部材等の構成部材（以降、「装置側部材」という。）に固定されているが、突発的な高荷重によって軸受の軌道輪が装置側部材に対して回ってしまい、両者間の摩擦によって装置側部材が減肉してしまうことがある。装置側部材の減肉が進行すると、装置側部材と軸受の軌道輪との間に隙間が生じ、本来ならば装置側部材に固定されているはずの軌道輪が装置側部材に対して相対的に空回りするようになり、軸受としての機

50

能を果たせなくなる場合がある。

【0009】

そこで、装置側部材と軸受の軌道輪との間に生じてしまった隙間を、金属シム及び液状樹脂で充填した後に液状樹脂を固化することで補修することが考えられる。ところが、このような補修を行っても、例えば強風による高荷重が突発的に軸受に作用した場合に、樹脂（固化した液状樹脂）がせん断力によって割れてしまい、金属シムが抜け出してしまったり、充填不良が発生してしまうおそれがある。このため、装置側部材と軸受の軌道輪との間に生じてしまった隙間をより恒久的に補修する方法が求められている。

【0010】

本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、装置側部材と軸受の軌道輪との間に生じてしまった隙間をより恒久的に補修することが可能な風力発電装置の軸受補修方法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】

【0011】

本発明に係る風力発電装置の軸受補修方法は、風力発電装置の軸受を補修する方法であって、前記軸受の軌道輪に固定される前記風力発電装置の構成部材と、前記軸受の前記軌道輪との間にプレートを挿入する工程と、前記風力発電装置の前記構成部材に前記プレートを固定する工程とを備え、前記プレートと前記軸受の前記軌道輪との間は滑りが許容されていることを特徴とする。

【0012】

この風力発電装置の軸受補修方法では、風力発電装置の構成部材（装置側部材）と軸受の軌道輪との間にプレートを挿入するとともに、装置側部材にプレートを固定するので、装置側部材と軸受の軌道輪との間に生じてしまった隙間をプレートで埋めることができる。しかも、このプレートと軸受の軌道輪との間は滑りが許容されているので、強風による高荷重が突発的に軸受に作用した場合であっても、プレートに過度のせん断力がかかることがない。したがって、過度のせん断力によってプレートの充填状態が悪化してしまうことがないので、装置側部材と軸受の軌道輪との間に生じてしまった隙間をより恒久的に補修することができる。

【0013】

なお、プレート及び軸受軌道輪の間の「滑りが許容されている」とは、プレートを軌道輪に積極的に固定していない状態をいい、具体的には、プレートと軌道輪とは一応接触しているものの、両者間の静摩擦力を上回る外力が働いた場合に相対的に滑る状態を指す。

【0014】

また、「風力発電装置の構成部材」とは、風力発電装置において軸受の軌道輪に固定されるあらゆる部材を指し、例えば、風力発電装置の主軸受の軌道輪に固定される主軸内筒および主軸外筒や、ピッチ駆動機構の軸受の軌道輪に固定される回転翼およびロータハブや、ナセル旋回機構の軸受の軌道輪に固定されるナセル台板および支柱をいう。

【0015】

上記風力発電装置の軸受補修方法において、前記プレートは、くさびピースを含む複数のピースに分割されており、前記プレートを挿入する工程では、前記くさびピースを除く前記複数のピースを前記風力発電装置の前記構成部材と前記軸受の前記軌道輪との間に挿入した後に、前記くさびピースを打ち込むことが好ましい。

【0016】

このように、複数のピースに分割されたプレートをを用いることで、装置側部材と軸受の軌道輪との間へのプレートの挿入を容易に行うことができる。

また、装置側部材と軸受の軌道輪との間にくさびピースを除く複数のピースを挿入した後、最後に残ったくさびピースを打ち込むことで、隣接するピースが密着するとともに、各ピースが装置側部材に押し付けられる。したがって、装置側部材と軸受の軌道輪との間の隙間をプレートで確実に埋めることができる。

【0017】

10

20

30

40

50

上記風力発電装置の軸受補修方法において、前記プレートは、比摩耗量が $1.0 \times 10^{-9} \text{ mm}^3 / \text{Nmm}$ 以下であり、静摩擦係数が0.15以下である樹脂材からなることが好ましい。

【0018】

このように、プレート（樹脂材）の比摩耗量を $1.0 \times 10^{-9} \text{ mm}^3 / \text{Nmm}$ 以下にすることで、軸受に高荷重がかかり、プレートと軸受の軌道輪との間に滑りが発生した場合であっても、プレートの摩耗量を抑えて、プレートによる充填状態を長期にわたって維持できる。

また、プレート（樹脂材）の静摩擦係数を0.15以下にすることで、比較的低い荷重が軸受にかかった時点で、プレートと軌道輪との間の相対的な滑りを生じさせ、プレート

10

【0019】

上記風力発電装置の軸受補修方法において、前記プレートを挿入する工程の前に、前記プレートを前記構成部材と前記軌道輪との間に挿入するための挿入口が形成されるように、前記軌道輪の周囲における前記構成部材の端面を削る工程をさらに備えることが好ましい。

【0020】

突発的な高荷重によって軌道輪が装置側部材に対して回ることによって発生する装置側部材の減肉は、軸受の軸方向に関して一定のスピードで進行するとは限らない。例えば、装置側部材の端面が軸受の軌道輪の端面よりも外側に突出している場合、装置側部材の減肉は装置側部材の突出した端面ではほとんど起こらない。このような場合、装置側部材の端面の減肉していない部分が邪魔になって、装置側部材と軌道輪との間に補修用のプレートを挿入することは困難である。

20

そこで、上述のように、プレートの挿入前に、軸受軌道輪の周囲における装置側部材の端面を削り、プレート挿入口を予め形成しておくことで、装置側部材と軌道輪との間に補修用のプレートを容易に挿入することができる。

【0021】

上記風力発電装置の軸受補修方法において、前記構成部材は前記風力発電装置の主軸外筒であり、前記軸受は、前記主軸外筒に外輪が固定された主軸受であってもよい。

【0022】

風力発電装置の主軸受には、回転翼が受けた風の力が常に負荷としてかかっているため、特に、軸受の外輪に固定された主軸外筒は減肉が進行しやすい。このように減肉が進行しやすい主軸外筒に対して、上述の軸受補修方法で補修を行えば効果的である。

30

【0023】

この場合、前記主軸受は、前記風力発電装置のナセル台板から切り離されていてもよい。

【0024】

このように、主軸受がナセル台板から切り離されている場合、主軸受が風力発電装置の主軸内筒及び主軸外筒に取り付けられた状態であっても、主軸受の全周にわたって、主軸受の外輪と主軸外筒との間の隙間にプレートを挿入することができる。したがって、上述の軸受補修方法によって、主軸受を風力発電装置から取り外さずに補修を行えるので、作業効率が大幅に上昇する。

40

【発明の効果】

【0025】

本発明では、風力発電装置の構成部材（装置側部材）と軸受の軌道輪との間にプレートを挿入するとともに、装置側部材にプレートを固定するので、装置側部材と軸受の軌道輪との間に生じてしまった隙間をプレートで埋めることができる。しかも、このプレートと軸受の軌道輪との間は滑りが許容されているので、強風による高荷重が突発的に軸受に作用した場合であっても、プレートに過度のせん断力がかかることがない。したがって、過度のせん断力によってプレートの充填状態が悪化してしまうことがないので、装置側部材

50

と軸受の軌道輪との間に生じてしまった隙間をより恒久的に補修することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】風力発電装置の全体構成例を示す図である。

【図2】図1に示す風力発電装置のロータヘッド及びナセルの内部の構成例を示す図である。

【図3】ナセル旋回機構の構成例を示す断面図である。

【図4】図1に示す風力発電装置の主軸外筒及び主軸受の周辺を示す拡大図である。

【図5】複数のピースに分割されたプレートを主軸外筒と主軸受の外輪との間に挿入した状態を示す平面図である。

【図6】くさびピースを含む複数のピースで構成されるプレートを示す斜視図である。

【図7】主軸外筒及び主軸受の周辺を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、添付図面に従って本発明の実施形態について説明する。ただし、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、特定の記載がない限り本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

以下では、まず、本発明に係る軸受補修方法が適用される風力発電装置の一例について説明した後、本発明に係る軸受補修方法について詳述する。なお、ここでは、風力発電装置の一例としていわゆる同期発電機形式のものを説明するが、本発明に係る軸受補修方法は同期発電機形式の風力発電装置だけでなく、いわゆる誘導発電機形式を含む他の形式の風力発電装置にも適用できることはいうまでもない。

【0028】

図1は、本実施形態に係る風力発電装置の全体構成例を示す図である。

図1に示すように、風力発電装置1は、主として、基礎B上に立設された支柱2と、支柱2の上端に設置されたナセル4と、ナセル4に取り付けられたロータヘッド6と、ロータヘッド6に取り付けられた複数枚の回転翼8とで構成されている。

【0029】

支柱2は、図1に示すように、基礎Bから上方(図1の上方)に延びる柱状であり、例えば、一本の柱状部材で構成してもよいし、複数のユニットを上下方向に連結して柱状に構成してもよい。支柱2が複数のユニットから構成されている場合には、最上部に設けられたユニットの上にナセル4が設置される。

【0030】

ナセル4は、ロータヘッド6を回転自在に支持するとともに、その内部に発電機やナセル旋回機構等の各種機器を収納している。ロータヘッド6には、複数枚の回転翼8がロータヘッド6を中心として放射状に取り付けられている。これにより、回転翼8が風を受けると、回転翼8及びこれに取り付けられたロータヘッド6が略水平な軸線周りに回転し、この回転がナセル4内の発電機に伝えられ、発電が行われる。

【0031】

図2はロータヘッド6及びナセル4の内部の構成例を示す図である。同図に示すように、ロータヘッド6は、略水平な軸線(回転軸C)周りに回転可能にナセル4に固定されるとともに、回転翼8が取り付けられたロータハブ6Aと、このロータハブ6Aを覆う頭部カプセル6Bとを含んで構成される。

【0032】

ロータハブ6Aは、回転軸Cを中心として円筒状に形成された主軸外筒10を有する。この主軸外筒10は、回転翼8が風の力を受けた際、ロータハブ6Aとともに回転軸Cを中心として回転する。主軸外筒10は、主軸受12を介して主軸内筒14に回転自在に支持されている。

【0033】

主軸内筒14は、回転軸Cを中心とする円柱状として、回転しない固定系である支持部

10

20

30

40

50

材 15 に形成されている。なお、支持部材 15 は、後述するナセル旋回機構 20 のナセル台板 21 に固定されている。

【 0034 】

主軸受 12 を介して主軸内筒 14 に回転自在に支持される主軸外筒 10 には、発電機 16 が取り付けられている。この発電機 16 は、いわゆる同期発電機であり、発電機ロータ 17、回転子 18 および固定子 19 を含んで構成される。

【 0035 】

発電機 16 の回転子 18 は、多極（例えば、96 極）の磁石で構成されており、具体的には、N 極の磁石と S 極の磁石とが交互に間隔を空けて発電機ロータ 17 の全周にわたって配列されている。ここで、発電機ロータ 17 は、主軸外筒 10 の外周に固定された円環状の部材であり、その外周面において回転子 18 を支持している。

一方、発電機 16 の固定子 19 は、複数のコイルが互いに間隔を空けて並べられた構成を有する。固定子 19 は、発電機ロータ 17 に支持された回転子 18 に対向するように、固定系である支持部材 15 に固定されている。

【 0036 】

このような構成の発電機 16 では、ロータハブ 6A の回転に伴って回転子 18 が回転すると、静止している固定子 19 のコイルに誘導電流が発生する。このとき、回転子 18 は多極であるから、回転子 18 の角速度が小さい場合であっても、発電機 16 は周波数が十分に高い交流電力を生成することができる。なお、発電機 16 で発生した交流電力は、AC-DC-AC リンクでの PWM (Pulse Width Modulation) 制御により、所定の周波数・電圧に制御されて送電システムに送られる。

【 0037 】

また風力発電装置 1 では、図 2 に示すように、ナセル 4 の下部にナセル旋回機構 20 が設けられており、風向きに応じてナセル 4 をヨー旋回させることが可能になっている。

【 0038 】

図 3 は、ナセル旋回機構 20 の構成例を示す図である。同図に示すように、ナセル旋回機構 20 は、ナセル台板 21 と、ヨーモータ 22 と、ヨーモータ 22 の駆動により回転するピニオン 24 と、ピニオン 24 に噛み合う内歯車 27 が内輪 26A に形成された軸受 26 と、ブレーキディスク 28A 及びブレーキシュー 28B を有するヨーブレーキ機構 28 とで構成されている。図 3 に示す例では、ヨーモータ 22、ピニオン 24、軸受 26 の外輪 26B およびブレーキシュー 28B がナセル台板 21 側に固定されている一方で、軸受 26 の内輪 26A およびブレーキディスク 28A は支柱 2 側に固定されている。

【 0039 】

これにより、ヨーモータ 22 を駆動すると、ピニオン 24 が回転し、ナセル 4（ナセル台板 21）がヨー旋回する。また、ヨーブレーキ機構 28 のブレーキシュー 28B がブレーキディスク 28A を挟み込むと、ナセル 4（ナセル台板 21）のヨー旋回が制動される。

【 0040 】

また風力発電装置 1 では、図 2 に示すように、回転翼 8 を軸線周り（図 2 の矢印方向）に回転させて回転翼 8 のピッチ角を変更するピッチ駆動機構 30 がロータハブ 6A に設けられている。

【 0041 】

ピッチ駆動機構 30 は、図 2 に示すように、ロータハブ 6A に取り付けられたシリンダ 32 と、回転翼 8 に連結された軸部 34 とで構成される。なお回転翼 8 は、軸受 36 によりピッチ方向に回転自在に支持されている。このため回転翼 8 は、ピッチ駆動機構 30 のシリンダ 32 によって軸部 34 が回転すると、軸部 34 とともにピッチ方向に回転するようになっている。なお、各回転翼 8 ごとに設けられるピッチ駆動機構 30 は、不図示のリンク機構で互いに連結されており、各回転翼 8 のピッチ角制御を連動して行うようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

このような構成の風力発電装置 1 では、主軸外筒 1 0 を主軸内筒 1 4 に回転自在に支持する主軸受 1 2 や、ナセル旋回機構 2 0 の軸受 2 6 や、ピッチ駆動機構 3 0 の軸受 3 6 などの種々の軸受が用いられている。ここで、風力発電装置 1 は風という外力に常に曝されているので、その軸受にも突発的な荷重がかかることがあり、次のように、軸受近傍の装置側部材（風力発電装置 1 の構成部材）が減肉してしまう場合がある。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、風力発電装置 1 の主軸外筒 1 0 及び主軸受 1 2 の周辺を示す拡大図であり、風力発電装置 1 の主軸外筒 1 0 が減肉した様子を示している。同図に示すように、主軸外筒 1 0 は主軸受 1 2 によって主軸内筒 1 4 に支持されている。なお、主軸受 1 2 は、主軸外筒 1 0 に固定された外輪 1 2 A と、主軸内筒 1 4 に固定された内輪 1 2 B との間に転動体（ころ）1 2 C が複数配列された構成を有する。

10

【 0 0 4 4 】

主軸受 1 2 に対して突発的に高荷重がかかると、主軸外筒 1 0 と外輪 1 2 A とが相対的に回ってしまい、両者間の摩擦によって主軸外筒 1 0 が減肉してしまう。そして、主軸外筒 1 0 の減肉が進行すると、主軸外筒 1 0 と外輪 1 2 A との間に隙間 1 3 が生じ、本来ならば主軸外筒 1 0 に固定されているはずの外輪 1 2 A が主軸外筒 1 0 に対して相対的に空回りするようになり、主軸受 1 2 としての機能を果たせなくなってしまう。そこで、以下のような軸受補修方法によって、風力発電装置 1 の主軸受 1 2 の機能を回復させる必要がある。

20

【 0 0 4 5 】

なお、上述した軸受近傍の装置側部材（風力発電装置 1 の構成部材）の減肉現象は主軸内筒 1 4 にも起こりえるし、風力発電装置 1 の他の軸受においても同様な減肉現象が起こりえるが、ここでは、風力発電装置 1 の主軸受 1 2 の主軸外筒 1 0 が減肉した場合を例にとって本実施形態の軸受補修方法について説明する。しかし、いうまでもなく、本発明の軸受補修方法は、主軸内筒 1 4 が減肉した場合にも適用できるし、風力発電装置 1 の主軸受 1 2 以外の軸受にも適用できる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、主軸外筒 1 0 と主軸受 1 2 の外輪 1 2 A との間に隙間 1 3 が生じてしまった場合、図 4 に示すように、プレート 4 0 を矢印方向から隙間 1 3 に挿入する。なお、挿入するプレート 4 0 の厚さは、隙間 1 3 の大きさに応じて決定することが好ましい。

30

【 0 0 4 7 】

ここで、プレート 4 0 の主軸外筒 1 0 側の表面にのみ、接着剤 4 1 を塗布しておく。これにより、隙間 1 3 がプレート 4 0 で埋められるとともに、プレート 4 0 と主軸外筒 1 0 の内周面とが接着剤 4 1 によって固定される。

【 0 0 4 8 】

一方、プレート 4 0 と外輪 1 2 A の外周面との間は滑りが許容されている。ここで、プレート 4 0 と外輪 1 2 A との間の「滑りが許容されている」とは、プレート 4 0 を外輪 1 2 A に積極的に固定していない状態をいい、具体的には、プレート 4 0 と外輪 1 2 A とは一応接触しているものの、両者間の静摩擦力を上回る外力が働いた場合に相対的に滑る状態を指す。

40

【 0 0 4 9 】

このように、プレート 4 0 と外輪 1 2 A との間は滑りが許容されているので、強風による高荷重が突発的に主軸受 1 2 に作用した場合であっても、過度のせん断力によってプレート 4 0 の充填状態が悪化してしまうことがない。

【 0 0 5 0 】

プレート 4 0 は、外輪 1 2 A との間に滑りが許容されるような特性があれば限定されず、樹脂材やゴム材等の種々の材質のものを用いることができる。例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、高密度ポリエチレン（HDPE）、ポリエチレンテレフタレート（PETP）、ポリブチレン・テレファサラット（PBTP）、ポリオキシメチレン

50

(POM)、ポリアミド6(PA6)、ポリアミド66(PA66)、ポリイミド(PI)等の樹脂材を用いることができる。風力発電装置1の主軸受12を含む多種多様の軸受は、それぞれ、大きさ・形状・要求される強度が異なるから、補修箇所に応じて、強度や製作性を考慮したうえでプレート40の材料を選択することが好ましい。

【0051】

なかでも、プレート40として、比摩耗量が $1.0 \times 10^{-9} \text{ mm}^3 / \text{Nmm}$ 以下の樹脂材を用いることが好ましい。

このように、プレート(樹脂材)40の比摩耗量を $1.0 \times 10^{-9} \text{ mm}^3 / \text{Nmm}$ 以下にすることで、主軸受12に高荷重がかかり、プレート40と外輪12Aとの間に滑りが発生した場合であっても、プレート40の摩耗量を抑えて、プレート40による充填状態を長期にわたって維持できる。

10

【0052】

またプレート40として、静摩擦係数が0.15以下である樹脂材を用いることが好ましい。

このように、プレート(樹脂材)40の静摩擦係数を0.15以下にすることで、比較的低い荷重が主軸受12にかかった時点で、プレート40と外輪12Aとの間の相対的な滑りを生じさせ、プレート40に過度のせん断力がかかることを確実に防止できる。

【0053】

より好ましくは、プレート40の充填状態の長期維持と、プレート40に過度のせん断力がかかることの防止とを両立する観点から、プレート40として、比摩耗量が $1.0 \times 10^{-9} \text{ mm}^3 / \text{Nmm}$ 以下であって、静摩擦係数が0.15以下である樹脂材を用いることが好ましい。

20

【0054】

またプレート40は、軸受外筒10及び外輪12Aとの間の隙間13への挿入を容易に行う観点から、複数のピースに分割されていることが好ましい。

【0055】

図5は、複数のピースに分割されたプレート40を隙間13に挿入した状態を示す平面図である。同図に示すように、複数のピース42に分割されたプレート40が、軸受外筒10と主軸受12の外輪12Aとの間に挿入される。この場合、複数のピース42のうち、少なくとも一つはくさび状であることが好ましい。

30

【0056】

図6は、くさび状のピースを含む複数のピース42で構成されるプレート40を示す斜視図である。同図に示すように、分割された複数のピース42のうち一つは、傾斜面45を有し、一端から他端に向かって幅が狭くなるくさび形状のくさびピース44である。なお、一对のピース43は、くさびピース44の傾斜面45に対応する傾斜面43Aを有しており、くさびピース44と密着するようになっている。

【0057】

このようなプレート40を用いて、まずは、くさびピース44を除く複数のピース42, 43を主軸外筒10と外輪12Aとの間の隙間13に挿入し、その後、くさびピース44を一对のピース43の間に打ち込むことが好ましい。

40

【0058】

これにより、ピース43が矢印方向に押され、隣接するピース42, 43が密着するとともに、各ピース42, 43が主軸外筒10の内周面に押し付けられる。したがって、主軸外筒10と主軸受12の外輪12Aとの間の隙間13をプレート40で確実に埋めることができる。

【0059】

以上説明したように、本実施形態の軸受補修方法は、主軸受12の外輪12Aに固定される主軸外筒10と主軸受12の外輪12Aとの間にプレート40を挿入する工程と、主軸外筒10にプレート40を固定する工程とを備える。そして、このプレート40と外輪12Aとの間は滑りが許容されている。

50

【 0 0 6 0 】

このように、主軸外筒 1 0 と主軸受 1 2 の外輪 1 2 A との間にプレート 4 0 を挿入するとともに、主軸外筒 1 0 にプレート 4 0 を固定することで、主軸外筒 1 0 と外輪 1 2 A との間に生じてしまった隙間をプレート 4 0 で埋めることができる。しかも、プレート 4 0 と外輪 1 2 A との間は滑りが許容されているので、強風による高荷重が突発的に主軸受 1 2 に作用した場合であっても、プレート 4 0 に過度のせん断力がかかることがない。したがって、過度のせん断力によってプレート 4 0 の充填状態が悪化してしまうことがないので、主軸外筒 1 0 と主軸受 1 2 の外輪 1 2 A との間に生じてしまった隙間 1 3 をより恒久的に補修することができる。

【 0 0 6 1 】

ここで、プレート 4 0 は、くさびピース 4 4 を含む複数のピース 4 2 , 4 3 に分割されており、プレート 4 0 を挿入する工程では、くさびピース 4 4 を除く複数のピース 4 2 , 4 3 を主軸外筒 1 0 と主軸受 1 2 の外輪 1 2 A との間の隙間 1 3 に挿入した後に、くさびピース 4 4 を一対のピース 4 3 の間に打ち込むことが好ましい。

【 0 0 6 2 】

なおプレート 4 0 は、比摩耗量が $1.0 \times 10^{-9} \text{ mm}^3 / \text{Nmm}$ 以下であり、静摩擦係数が 0.15 以下である樹脂材からなることが好ましい。

【 0 0 6 3 】

また、風力発電装置 1 の主軸受 1 2 には、回転翼 8 が受けた風の力が常に負荷としてかかっているため、特に、主軸受 1 2 の外輪 1 2 A に固定された主軸外筒 1 0 は減肉が進行しやすい。このように減肉が進行しやすい主軸外筒 1 0 に対して、本実施形態の軸受補修方法で補修を行えば効果的である。

【 0 0 6 4 】

なかでも、図 2 に示すように、主軸受 1 2 がナセル台板 2 1 から切り離されている場合、本実施形態の軸受補修方法によれば、主軸受 1 2 を風力発電装置 1 から取り外さずに補修できるので、作業効率が大幅に向上する。

【 0 0 6 5 】

以上、本発明の一例について詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはいうまでもない。

【 0 0 6 6 】

例えば、上述の実施形態では、主軸外筒 1 0 と主軸受 1 2 の外輪 1 2 A との間の隙間 1 3 にプレート 4 0 を挿入する以前の処理については特に説明しなかったが、以下に説明するように、プレート 4 0 の挿入前に、主軸外筒 1 0 の一部を削り取って、プレート 4 0 の挿入を容易に行えるようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

図 7 は、主軸外筒 1 0 及び主軸受 1 2 の周辺を示す断面図である。

【 0 0 6 8 】

突発的な高荷重によって主軸受 1 2 の外輪 1 2 A が主軸外筒 1 0 に対して相対的に回ることによって発生する主軸外筒 1 0 の減肉は、主軸受の軸方向（この場合、回転軸 C）に関して一定のスピードで進行するとは限らない。例えば、主軸外筒 1 0 の端面が主軸受 1 2 の外輪 1 2 A の端面よりも外側（この場合、ロータヘッド 6 側）に突出している場合、主軸外筒 1 0 の減肉は主軸外筒 1 0 の突出した端面ではほとんど起こらず、図 7 に示すように、主軸外筒 1 0 の端面に非減肉部（減肉していない部分） 1 1 が形成されてしまう。この場合、主軸外筒 1 0 の端面に形成された非減肉部 1 1 が邪魔になって、軸受外筒 1 0 と外輪 1 2 A との間の隙間 1 3 にプレート 4 0 を挿入することは困難である。

【 0 0 6 9 】

そこで、プレート 4 0 の挿入前に、プレート 4 0 を軸受外筒 1 0 と外輪 1 2 A との間に挿入するための挿入口が形成されるように、外輪 1 2 A の周囲における主軸外筒 1 0 の端面（すなわち、非減肉部 1 1）を削るようにしてもよい。これにより、軸受外筒 1 0 と外輪 1 2 A との間の隙間 1 3 にプレート 4 0 を容易に挿入することができる。

10

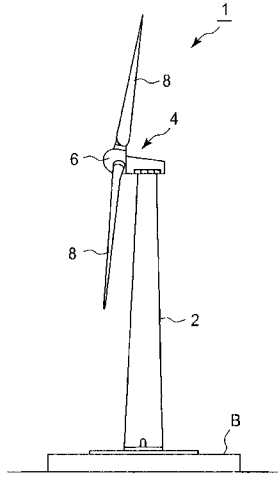
20

30

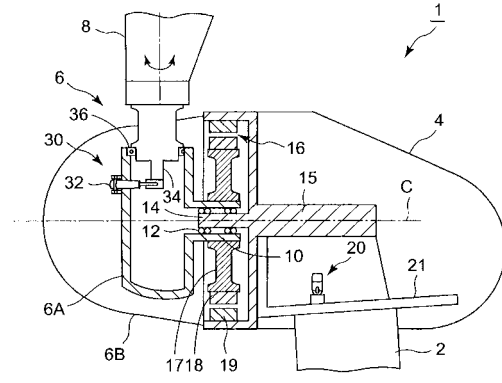
40

50

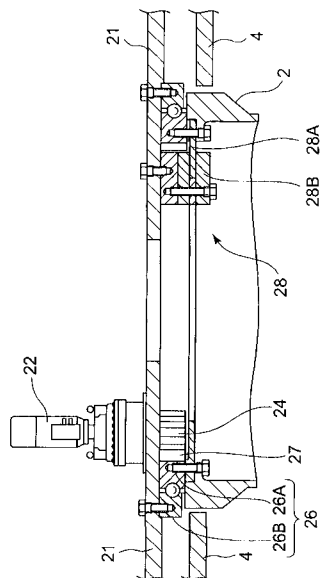
【図 1】



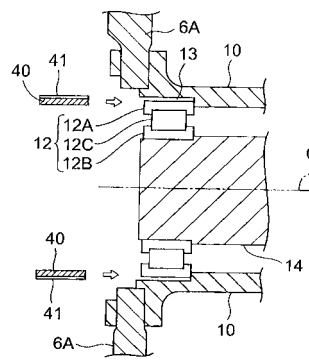
【図 2】



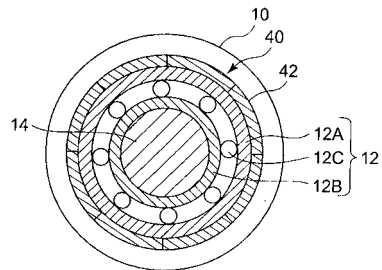
【図 3】



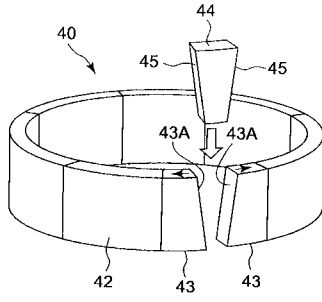
【図 4】



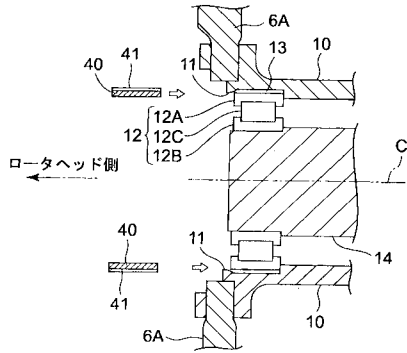
【図 5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 高 田 史朗
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 秋月 幸男
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 竹内 博晃
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 尾崎 和寛

- (56)参考文献 特開平7-35147(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03D 11/00

F16C 35/06 ~ 35/078