

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4031747号  
(P4031747)

(45) 発行日 平成20年1月9日(2008.1.9)

(24) 登録日 平成19年10月26日(2007.10.26)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>FO3D 11/02 (2006.01)</b>		FO3D 11/02	
<b>FO3D 9/00 (2006.01)</b>		FO3D 9/00	B

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2003-339304 (P2003-339304)	(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
(22) 出願日	平成15年9月30日(2003.9.30)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
(65) 公開番号	特開2005-105917 (P2005-105917A)	(74) 代理人	100089163 弁理士 田中 重光
(43) 公開日	平成17年4月21日(2005.4.21)	(72) 発明者	柴田 昌明 長崎県長崎市鮑の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内
審査請求日	平成16年4月23日(2004.4.23)	(72) 発明者	三宅 寿生 長崎県長崎市鮑の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電用風車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

支柱上に設置されたナセルに、風車回転翼が取り付けられる主軸と、該主軸の回転を増速して出力する増速機と、該増速機の出力によって駆動される発電機とが設けられた風力発電用風車であって、

前記主軸は、前記増速機の入力軸端に接続されていて、該入力軸端に対して前記主軸から回転トルクが伝達されるようになっており、

前記主軸は、一基の複列テーパ-ころ軸受を介して前記ナセルに支持されており、

前記複列テーパ-ころ軸受は、支持する前記主軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重を受ける構成とされ、

前記主軸と前記増速機の前記入力軸とは、カップリングを介して接続されていることを特徴とする風力発電用風車。

【請求項2】

支柱上に設置されたナセルに、風車回転翼が取り付けられる主軸と、該主軸の回転を増速して出力する増速機と、該増速機の出力によって駆動される発電機とが設けられた風力発電用風車であって、

前記主軸は、前記増速機の入力軸端に接続されていて、該入力軸端に対して前記主軸から回転トルクが伝達されるようになっており、

前記主軸は、ラジアル荷重を受けるころの列とスラスト荷重を受ける一対のころの列とを有する一基の三列ころ軸受を介して前記ナセルに支持されており、

10

20

前記三列ころ軸受は、支持する前記主軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重を受ける構成とされ、

前記主軸と前記増速機の前記入力軸とは、カップリングを介して接続されていることを特徴とする風力発電用風車。

【請求項 3】

前記主軸は、軸線方向長さに対して外径が大きい円環状または円盤状をなしていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の風力発電用風車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電用風車に関するものである。

【背景技術】

【0002】

風力発電用風車は、支柱上に設置されたナセルに、風車回転翼と、この風車回転翼が受けた風の力が主軸等を介して入力される増速機と、増速機の出力によって駆動される発電機とを設けたものである。このような風力発電用風車としては、後記の特許文献 1, 2, 3 に記載のものがある。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、風車回転翼が設けられるローターが、増速機のプラネタリーキャリアに直接装着されて、増速機によって支持された構造の風力発電用風車が記載されている。

また、特許文献 2 には、ローターのハブが、増速機のプラネタリーホルダーに直接装着されて、増速機によって支持された構造の風力発電用風車が記載されている。

そして、特許文献 3 には、ローターが増速機に組み込まれて、増速機によって支持された構造の風力発電用風車が記載されている。また、このローターには、増速機の環状ギアキャリア及び環状ギアが直接取り付けられており、ローター自体が増速機の一部を構成している。

【0004】

【特許文献 1】欧州特許出願公開第 0811764 号明細書（第 3 欄、及び図 1）

【特許文献 2】国際公開第 02/079644 号パンフレット（第 4 欄、及び図 2）

【特許文献 3】米国特許出願公開第 2002/0049108 号明細書（要約、及び図面）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、これら従来の風力発電用風車には、以下のような問題があった。すなわち、風車回転翼及びローターが増速機に支持される構造であるため、増速機及び増速機を支持する増速機支持体には、ローターに加わる荷重、例えばラジアル荷重、スラスト荷重、曲げ荷重を受け止められるだけの強度が要求される。

増速機の大きさは、その増速比だけでなく、要求される強度によっても左右されるものである。すなわち、同じ増速比であっても、強度の高い増速機は、その分だけ大きくなる。このため、特許文献 1, 2, 3 に記載の風力発電用風車では、大型の増速機を用いる必要がある。

【0006】

そして、このように大型の増速機は、重量も重いので、増速機単体、ナセル、及びナセルを支持する支柱に加わる荷重も大きくなる。このため、これらの部材にもより高い強度を持たせる必要があるが、この場合にはこれらの部材が大型化し、重量も増加してしまう。

このような理由から、従来の構成の風力発電用風車は、製造コストがかかる上、増速機やナセル、支柱等の各構成部材の運搬、据付作業も困難になってしまう。

10

20

30

40

50

さらに、このように大型の増速機を用いることで、ナセル内のスペースが狭くなるため、ナセルの構造の自由度、及びナセル内に設置される部品の配置の自由度が低くなり、設計に手間がかかってしまう。

【0007】

また、このようにローターが増速機に支持されている構成では、メンテナンスのために増速機を分解する場合には、一旦ローターを増速機から取り外して地上に降ろす必要があるため、メンテナンス作業が煩雑になってしまう。

【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、ナセル上に設置される部材の小型、軽量化が可能でかつメンテナンスが容易な風力発電用風車を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の風力発電用風車は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明にかかる風力発電用風車は、支柱上に設置されたナセルに、風車回転翼が取り付けられる主軸と、該主軸の回転を増速して出力する増速機と、該増速機の出力によって駆動される発電機とが設けられた風力発電用風車であって、前記主軸は、前記増速機の入力軸端に接続されていて、該入力軸端に対して前記主軸から回転トルクが伝達されるようになっており、前記主軸は、一基の複列テーパーころ軸受を介して前記ナセルに支持されており、前記複列テーパーころ軸受は、支持する前記主軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重を受ける構成とされ、前記主軸と前記増速機の前記入力軸とは、カップリングを介して接続されていることを特徴とする。

20

【0010】

本発明にかかる風力発電用風車では、ナセルに設けられる一基の複列テーパーころ軸受によって、主軸を支持している。複列テーパーころ軸受は、単体で、支持する軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重を受けることができるものである。すなわち、主軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重は、すべてこの一基の複列テーパーころ軸受によって受けられる。

このように、本発明にかかる風力発電用風車では、一基の複列テーパーころ軸受によって主軸を支持しているため、主軸の支持構造がコンパクトになる。

30

また、このように主軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重は、複列テーパーころ軸受によって受けられるため、増速機に要求される強度が小さくて済む。

増速機の大きさは、その増速比だけでなく、要求される強度によっても左右されるものである。本発明にかかる風力発電用風車では、このように増速機に要求される強度が小さくて済むため、増速機として、従来の風力発電用風車に用いていたものよりも小型、軽量のものを用いることができる。

【0011】

また、主軸は増速機の入力軸に接続されるものであって、主軸と増速機とが分離可能であるため、増速機のメンテナンスを行う場合には、増速機を主軸と分離して、増速機のみをメンテナンスすることができる。同様に、主軸のメンテナンスを行う場合には、主軸を増速機と分離して、主軸のみをメンテナンスすることができる。

40

【0012】

本発明にかかる風力発電用風車では、支柱上に設置されたナセルに、風車回転翼が取り付けられる主軸と、該主軸の回転を増速して出力する増速機と、該増速機の出力によって駆動される発電機とが設けられた風力発電用風車であって、前記主軸は、前記増速機の入力軸端に接続されていて、該入力軸端に対して前記主軸から回転トルクが伝達されるようになっており、前記主軸は、ラジアル荷重を受けるころの列とスラスト荷重を受ける一対のころの列とを有する一基の三列ころ軸受を介して前記ナセルに支持されており、前記三列ころ軸受は、支持する前記主軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重を

50

受ける構成とされ、前記主軸と前記増速機の前記入力軸とは、カップリングを介して接続されていることを特徴とする。

【0013】

このように、本発明にかかる風力発電用風車では、ラジアル荷重を受けるころの列とスラスト荷重を受ける一対のころの列とを有する一基の三列ころ軸受によって主軸を支持しているため、主軸の支持構造がコンパクトになる。

また、このように主軸に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重は、各ころ軸受の列によって受けられるので、増速機及び増速機支持体に要求される強度が小さくて済む。

増速機の大きさは、その増速比だけでなく、要求される強度によっても左右されるものである。本発明にかかる風力発電用風車では、このように増速機に要求される強度が小さくて済むので、増速機として、従来の風力発電用風車に用いていたものよりも小型、軽量のものを用いることができる。

10

【0014】

また、主軸は増速機の入力軸に接続されるものであって、主軸と増速機とが分離可能であるため、増速機のメンテナンスを行う場合には、増速機を主軸と分離して、増速機のみをメンテナンスすることができる。同様に、主軸のメンテナンスを行う場合には、主軸を増速機と分離して、主軸のみをメンテナンスすることができる。

【0015】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の風力発電用風車であって、前記主軸は、軸線方向長さに対して外径が大きい円環状または円盤状をなしていることを特徴とする。

20

【0016】

このように構成される風力発電用風車は、軸線方向長さに対して外径が大きく設定されている（外径と軸線方向長さとの比が大きく設定されている）。すなわち、従来の主軸に対して、その軸線方向長さが短縮されているのである。但し、主軸には、複列テーパころ軸受を設置するスペースが確保されている。

これにより、主軸の軸線方向長さが抑えられて、主軸の重量が抑えられる。

また、風車回転翼が風を受けた際に主軸に加わる曲げモーメントが小さくなるので、主軸及び主軸の支持構造に要求される強度が小さくて済む。

30

そして、このように主軸及び主軸の支持構造に要求される強度が小さくなるので、主軸及び主軸の支持構造をより小型化することができる。

【0017】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の風力発電用風車であって、前記主軸と前記増速機の入力軸とは、カップリングを介して接続されていることを特徴とする。

【0018】

このように構成される風力発電用風車では、主軸と増速機の入力軸とが、カップリングを介して接続されているため、主軸と入力軸とのアライメント調整等の熟練を要する調整作業が不要となり、組み立てやメンテナンスが容易となる。

40

また、カップリングによっても、主軸から増速機へのラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重の伝達が防止されるので、増速機に要求される強度がさらに小さくて済む。

ここで、本発明では、カップリングとして、ギアカップリング、ディスクカップリング、プッシュによる接続構造、ピンによる接続構造の他、任意のカップリングを用いることができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明にかかる風力発電用風車では、主軸の支持構造、増速機、といったナセル上に設置される部材を小型、軽量にすることができるので、ナセルを小型、軽量にすることができる。また、このようにナセル及びナセル上に設置される部材を小型、軽量にすることが

50

できるので、ナセル及び各部材の搬送、据付が容易となる。また、これら部材を支持する支柱に加わる負担も少なくなり、支柱の構造も簡略化することができる。

また、主軸と増速機とが構造的に分離されているので、これらを独立してメンテナンスすることが可能となり、メンテナンス性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に、本発明にかかる実施形態について、図面を参照して説明する。

[第一実施形態]

以下、本発明の第一実施形態について、図1から図3を用いて説明する。

本実施形態にかかる風力発電用風車1は、図1に示すように、基礎B上に立設される支柱2と、支柱2の上端に設置されるナセル3と、略水平な軸線周りに回転可能にしてナセル3に設けられるローターヘッド4とを有している。 10

ローターヘッド4には、その回転軸線周りに放射状にして複数枚の風車回転翼5が取り付けられている。これにより、ローターヘッド4の回転軸線方向から風車回転翼5に当たった風の力が、ローターヘッド4を回転軸線周りに回転させる動力に変換されるようになっている。

【0021】

支柱2は、例えば複数のユニットを上下に連結した構成とされている。ナセル3は、支柱2を構成するユニットのうち、最上部に設けられるユニット上に設置されている。

ナセル3は、支柱2の上端に取り付けられるナセル台板6(図2参照)と、このナセル台板6を上方から覆うカバー7(図1参照)とを有している。 20

ここで、ナセル台板6は、支柱2に対して水平面上での回転を可能にして設けられており、ナセル3は、図示せぬ駆動装置によってナセル台板6を駆動されることによって、水平面上での向きを変えることができるようになっている。

【0022】

ナセル台板6は、図2に示すように、支柱2の上端に略水平にして取り付けられる床部6aと、床部6aを上方から覆う殻体6bとを有している。

殻体6bは、床部6aとの接続部から上方に立ち上げられる壁部W1と、この壁部W1と床部6aの周縁部同士を接続するドーム部W2とを有している。

また、壁部W1には、第一開口部H1が形成されており、ドーム部W2において第一開口部H1に対向する位置には、第二開口部H2が設けられている。そして、これら第一、第二開口部H1、H2を通じて、ナセル台板6の内外に設けられる部材同士が接続されるようになっている。 30

【0023】

ナセル台板6には、図2に示すように、主軸11と、主軸11の回転を増速して出力する増速機12と、増速機12の出力によって駆動される発電機13とが設けられている。

増速機12は、ナセル台板6内に設置されており、発電機13は、ナセル台板6外の、ドーム部W2の第二開口部H2と対向する位置に配置されている。これら増速機12及び発電機13は、それぞれ図示せぬステー等によってナセル台板6に固定されている。

【0024】

増速機12は、入力軸12aが、第一開口部H1を通じて、主軸11に対する軸線周りの相対回転を規制して接続されており、主軸11から入力軸12aに入力された回転を、発電機13の発電に適した回転速度に増速して、出力軸12bに出力するものである。

本実施形態にかかる増速機12は、一段もしくは複数段の増速を行うものであって、例えば、入力軸12aと出力軸12bとの間には、遊星歯車装置を用いた遊星段と、平歯車を用いた平行段とがそれぞれ一段もしくは複数段直列にして設けられている。そして、これら遊星段、平行段によって、入力軸12aに入力された回転がそれぞれ増速されて、最終的に適切な回転速度として出力軸12bに出力されるようになっている。

【0025】

また、発電機13の発電機軸(図示せず)は、第二開口部H2を通じて、増速機12の 40 50

出力軸 1 2 b に対する軸線周りの相対回転を規制して接続されており、出力軸 1 2 b が回転することで、発電機 1 3 が駆動されて、発電が行われるようになっている。

ここで、発電機 1 3 としては、誘導型、巻線型、2 次抵抗制御巻線誘導型（以下 RCC、ロータールセントコントロール型）、2 次励磁制御巻線誘導型（以下 D.F、静止セルピウス式）、同期型、永久磁石方式、誘導多極式等、任意の方式の発電機 1 3 を用いることができる。

#### 【 0 0 2 6 】

主軸 1 1 は、ナセル台板 6 外の、壁部 W 1 の第一開口部 H 1 と対向する位置に配置されている。主軸 1 1 は、その軸線方向の一端を第一開口部 H 1 に向けて設けられており、主軸 1 1 と壁部 W 1 との間には、複列テーパころ軸受 1 6 が介装されている。主軸 1 1 は、増速機 1 2 の入力軸 1 2 a の先端に対して、複列テーパころ軸受 1 6 を介して接続されている。

10

また、主軸 1 1 の軸線方向の他端には、ローターヘッド 4 が、主軸 1 1 に対する回転軸線周りの相対的な回転を規制して設けられている。これにより、ローターヘッド 4 と主軸 1 1 とは、一体的に軸線周りに回転するようになっている。

#### 【 0 0 2 7 】

複列テーパころ軸受 1 6 は、主軸 1 1 の軸線方向の一端と壁部 W 1 との間に、主軸 1 1 と同軸にして設けられており、主軸 1 1 をその軸線周りの回転を可能にして支持している。すなわち、主軸 1 1 は、複列テーパころ軸受 1 6 を介して壁部 W 1 に支持されている。

20

また、複列テーパころ軸受 1 6 と増速機 1 2 の入力軸 1 2 a との間には、カップリング 1 7 が設けられている（図 3 参照）。すなわち、主軸 1 1 は、入力軸 1 2 a に対して、複列テーパころ軸受 1 6 及びカップリング 1 7 を介して接続されている。ここで、本実施の形態では、カップリング 1 7 として、ギアカップリングを用いている。

#### 【 0 0 2 8 】

以下、主軸 1 1 の構造、主軸 1 1 の支持構造、及び主軸 1 1 と増速機 1 2 との接続構造について、図 2 及び図 3 を用いて詳細に説明する。

図 2 に示すように、主軸 1 1 は、短軸とされており、具体的には軸線方向長さ L 1 に対して外径 D 1 が大きい略円環状をなしている（略円盤状であってもよい）。また、主軸 1 1 の軸線方向の端部において、ローターヘッド 4 が装着される一端には、第一フランジ 1 1 a が設けられている。この第一フランジ 1 1 a には、ローターヘッド 4 がボルト止め等によって装着されている。

30

また、主軸 1 1 の軸線方向の他端には、第二フランジ 1 1 b が設けられている。この第二フランジ 1 1 b には、複列テーパころ軸受 1 6 がボルト止め等によって接続されている。

#### 【 0 0 2 9 】

図 2 及び図 3 に示すように、複列テーパころ軸受 1 6 は、壁部 W 1 に対してボルト止め等によって接続される外輪 1 6 a と、外輪 1 6 a の径方向内側に同軸にして設けられて主軸 1 1 がボルト止め等によって接続される内輪 1 6 b とを有している。

図 3 に示すように、これら外輪 1 6 a、内輪 1 6 b との間には、周方向に沿って複数の転動体が設けられている。転動体としては、テーパころ（円錐ころ）R が用いられている。以下、複列テーパころ軸受 1 6 において、軸線方向の同一位置で周方向に配置されるテーパころを、まとめてテーパころの列と呼ぶ。このテーパころ R の列は、軸線方向に沿って複数列配置されている（本実施形態ではテーパころ R の列を二列設けた例を示している）。

40

#### 【 0 0 3 0 】

さらに具体的な構成について説明すると、外輪 1 6 a の内周面には、軸線に対して傾斜する外輪傾斜面 C 1 が、全周にわたって設けられている。この外輪傾斜面 C 1 は、軸線方向に沿って二つ設けられており、各外輪傾斜面 C 1 は、それぞれ軸線に対する傾斜方向が反対向きとされている。

50

本実施形態では、主軸 1 1 側の外輪傾斜面 C 1 は、主軸 1 1 側が径方向外側に位置し、増速機 1 2 側が径方向内側に位置する傾斜面とされている。また、増速機 1 2 側の外輪傾斜面 C 1 は、主軸 1 1 側が径方向内側に位置し、増速機 1 2 側が径方向外側に位置する傾斜面とされている。すなわち、外輪 1 6 a の内周面は、断面視山形をなしている。

#### 【 0 0 3 1 】

また、内輪 1 6 b の外周面において、各外輪傾斜面 C 1 に対向する位置には、それぞれ内輪傾斜面 C 2 が設けられている。各内輪傾斜面 C 2 の傾斜方向は、対向する外輪傾斜面 C 1 の傾斜方向と同一の向きとされており、各内輪傾斜面 C 2 の軸線に対する傾斜角度は、対向する外輪傾斜面 C 1 よりもわずかに緩く設定されている。

本実施形態では、主軸 1 1 側の内輪傾斜面 C 2 は、主軸 1 1 側が径方向外側に位置し、増速機 1 2 側が径方向内側に位置する傾斜面とされている。また、増速機 1 2 側の内輪傾斜面 C 2 は、主軸 1 1 側が径方向内側に位置し、増速機 1 2 側が径方向外側に位置する傾斜面とされている。すなわち、内輪 1 6 b の外周面は、断面視谷形をなしている。

#### 【 0 0 3 2 】

テーパーころ R は、これら外輪傾斜面 C 1 と内輪傾斜面 C 2 の各対の間に、それぞれ周方向に沿って複数設けられており、これらテーパーころ R の列は、主軸 1 1 側に設けられる列と、増速機 1 2 側に設けられる列との計二列配置されている。

各列のテーパーころ R は、複列テーパーころ軸受 1 6 の軸線に対して、対向する外輪傾斜面 C 1、内輪傾斜面 C 2 と同一方向に軸線を傾斜させて設けられている。

具体的には、各列のテーパーころ R は、それぞれ小径側が径方向内側に位置し、大径側が径方向外側に位置するようにして設けられている。そして、主軸 1 1 側のテーパーころ R の列では、テーパーころ R は、大径側を主軸 1 1 側に向けられ、小径側を増速機 1 2 側に向けられて設置されている。また、増速機 1 2 側のテーパーころ R の列では、テーパーころ R は、大径側を増速機 1 2 側に向けられ、小径側を主軸 1 1 側に向けられて設置されている。

#### 【 0 0 3 3 】

前記カップリング 1 7 は、図 2 及び図 3 に示すように、複列テーパーころ軸受 1 6 の内輪 1 6 b と、複列テーパーころ軸受 1 6 と入力軸 1 2 a との間に入力軸 1 2 a と略同軸にして介装される略円筒形状の内筒 1 8 と、入力軸 1 2 a とによって構成されている。ここで、入力軸 1 2 a の先端部は円筒状に形成されており、この内部に内筒 1 8 の軸線方向の一端が挿入されている。そして、増速機 1 2 を発電機 1 3 側に移動させることで、入力軸 1 2 a から内筒 1 8 を引き出して、入力軸 1 2 a と内筒 1 8 との係合を解除することができるようになっている。

図 3 に示すように、内輪 1 6 b の内周面には、第一内歯車 2 1 が設けられており、内筒 1 8 において内輪 1 6 b の内周面に対向する領域には、第一内歯車 2 1 に噛み合う第一外歯車 2 2 が設けられている。

内筒 1 8 において入力軸 1 2 a に挿入される領域には、第二外歯車 2 3 が設けられており、入力軸 1 2 a の先端部内面には、第二外歯車 2 3 と噛み合う第二内歯車 2 4 が設けられている。

第二内歯車 2 4 は、第一内歯車 2 1 よりも小径とされており、これによって、内輪 1 6 b と入力軸 1 2 a との間でトルク伝達が行われるようになっている。

#### 【 0 0 3 4 】

以下、このように構成される風力発電用風車 1 の動作について説明する。

風力発電用風車 1 においては、ローターヘッド 4 の回転軸線方向から風車回転翼 5 に当たった風の力が、ローターヘッド 4 を回転軸線周りに回転させる動力に変換される。

このローターヘッド 4 の回転は、主軸 1 1 に伝達されて、主軸 1 1 から、複列テーパーころ軸受 1 6 の内輪 1 6 b、カップリング 1 7 の内筒 1 8 を通じて、増速機 1 2 の入力軸 1 2 a に伝達される。そして、この回転は、増速機 1 2 によって増速されて、出力軸 1 2 b を通じて発電機 1 3 に入力され、発電機 1 3 による発電が行われる。

ここで、少なくとも発電を行っている間は、風の力を風車回転翼 4 に効果的に作用させ

10

20

30

40

50

ることができるよう、適宜ナセル3を水平面上で回転させて、ローターヘッド4を風上に向ける。

【0035】

このように風車回転翼5に風が当たると、主軸11には、回転トルク以外にも、ラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重が加わる。

しかし、本実施形態にかかる風力発電用風車1では、このように主軸11に加わった荷重は、主軸11を支持する複列テーパーころ軸受16によって受けられ、増速機12の入力軸12aには、回転トルク以外の荷重がほとんど伝達されないようになっている。

【0036】

以下、複列テーパーころ軸受16の作用について具体的に説明する。

10

複列テーパーころ軸受16において、内輪16bの径方向外側には、テーパーころRの列が設けられている。このテーパーころRの列の、さらに径方向外側には、外輪16aが設けられており、この外輪16aは、ナセル台板6の壁部W1に支持されている。

すなわち、内輪16bは、壁部W1によって径方向の支持が行われているので、主軸11にラジアル荷重が加わっても、主軸11の径方向への変位が最小限に抑えられる。このように、主軸11にラジアル荷重が加わっても、このラジアル荷重が複列テーパーころ軸受16によって受けられるので、増速機12の入力軸12aには、ラジアル荷重はほとんど伝達されない。

【0037】

そして、複列テーパーころ軸受16では、テーパーころRの列が、軸線方向に沿って二列設けられている。すなわち、内輪16bは、軸線方向の二箇所支持されているので、主軸11に曲げ荷重が加わっても、主軸11の傾きが最小限に抑えられる。このように、主軸11に曲げ荷重が加わっても、この曲げ荷重が複列テーパーころ軸受16によって受けられるので、増速機12の入力軸12aには、ほとんど曲げ荷重が伝達されない。

20

【0038】

一方、複列テーパーころ軸受16において、外輪16aの内周面には、軸線に対して傾斜する外輪傾斜面C1が、軸線方向に沿って二つ設けられており、内輪16bには、各外輪傾斜面C1に対向させて、内輪傾斜面C2が設けられている。

そして、これら外輪傾斜面C1と内輪傾斜面C2の対は、それぞれ軸線に対する傾斜方向が反対向きとされている。

30

このため、主軸11にスラスト荷重が加わった場合には、スラスト荷重の加わる向きが軸線方向のいずれの向きであっても、これら外輪傾斜面C1と内輪傾斜面C2の対のうち、いずれか一方の対で、内輪傾斜面C2が、テーパーころR越しに外輪傾斜面C1に受けられる。

すなわち、内輪16bは、外輪16a及びテーパーころRによって、軸線方向からも支持されていて、主軸11にスラスト荷重が加わっても、このスラスト荷重が複列テーパーころ軸受16によって受けられるので、増速機12の入力軸12aには、スラスト荷重はほとんど伝達されない。

【0039】

このように、本実施形態にかかる風力発電用風車1では、一基の複列テーパーころ軸受16によって主軸11を支持しているので、主軸11の支持構造がコンパクトになる。

40

また、このように主軸11に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重は、複列テーパーころ軸受16によって受けられるので、増速機12及び増速機支持体に要求される強度が小さくて済む。

そして、このように増速機12に要求される強度が小さくて済むので、増速機12として、従来の風力発電用風車に用いていたものよりも小型、軽量のものを用いることができる。

【0040】

また、主軸11は、軸線方向長さL1に対して外径D1が大きい円環状をなしている。すなわち、主軸11の長さL(軸線方向の寸法)が従来の主軸よりも短く設定されている

50



。

これにより、主軸 1 1 の重量が抑えられ、また風車回転翼 5 が風を受けた際に主軸 1 1 に加わる曲げモーメントが小さくなるので、主軸 1 1 及び主軸 1 1 の支持構造に要求される強度が小さくて済む。

そして、このように主軸 1 1 及び主軸 1 1 の支持構造に要求される強度が小さくなるので、主軸 1 1 及び主軸 1 1 の支持構造をより小型化することができる。

#### 【 0 0 4 1 】

このように、本実施形態にかかる風力発電用風車 1 では、主軸 1 1 の支持構造、増速機 1 2、増速機の支持体、といったナセル 3 上に設置される部材を小型、軽量にすることができるので、ナセル 3 を小型、軽量にすることができる。また、このようにナセル 3 及びナセル 3 上に設置される部材を小型、軽量にすることができるので、ナセル 3 及び各部材の搬送、据付が容易となる。また、これら部材を支持する支柱 2 に加わる負担も少なくなり、支柱 2 の構造も簡略化することができる。

10

#### 【 0 0 4 2 】

さらに、風力発電用風車 1 は、主軸 1 1 と増速機 1 2 とが構造的に分離されている。このため、主軸 1 1 と増速機 1 2 とをそれぞれ独立してメンテナンスすることが可能であり、メンテナンス性が高い。

例えば、増速機 1 2 のメンテナンスを行う場合には、増速機 1 2 を主軸 1 1 と分離して、主軸 1 1 をナセル 3 から取り外すことなく、増速機 1 2 のみをメンテナンスすることができる。また、主軸 1 1 のメンテナンスを行う場合には、主軸 1 1 を増速機 1 2 と分離して、主軸 1 1 のみをメンテナンスすることができる。

20

#### 【 0 0 4 3 】

また、主軸 1 1 と増速機 1 2 の入力軸 1 2 a とが、カップリングを介して接続されているので、主軸 1 1 と入力軸 1 2 a とのアライメント調整等の熟練を要する調整作業が不要となり、組み立てやメンテナンスが容易となる。

そして、カップリング 1 7 によっても、主軸 1 1 から増速機 1 2 へのラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重の伝達が防止されるので、増速機 1 2 及び増速機支持体に要求される強度がさらに小さくて済む。

さらに、本実施の形態では、主軸 1 1 と増速機 1 2 とは、ギアカップリングであるカップリング 1 7 を介して接続されている。そして、増速機 1 2 を主軸 1 1 から離間する向きに引き出すことで、カップリング 1 7 を分離させて、主軸 1 1 と増速機 1 2 とを容易に分離することが可能である。このように、本実施形態にかかる風力発電用風車 1 では、主軸 1 1 と増速機 1 2 とが容易に分離可能であるので、メンテナンス性が高い。

30

#### 【 0 0 4 4 】

ここで、本実施形態では、カップリングとして、ギアカップリングを用いた例を示したが、これに限られることなく、ディスクカップリング、ブッシュによる接続構造、ピンによる接続構造の他、任意のカップリングを用いることができる。

#### 【 0 0 4 5 】

#### [ 第二実施形態 ]

次に、本発明の第二実施形態について、図 4 を用いて説明する。

40

本実施の形態にかかる風力発電用風車 3 1 は、図 4 に示すように、第一実施形態に示した風力発電用風車 1 において、一部構成を変更したものである。

以下、風力発電用風車 3 1 において、風力発電用風車 1 と同一または同様の構成については同じ符号を用いて示し、すでに説明した構成については、詳細な説明を省略する。

#### 【 0 0 4 6 】

本実施形態にかかる風力発電用風車 3 1 は、風力発電用風車 1 において、主軸の形状、主軸の支持構造、及び増速機の構成を変更したことを主たる特徴とするものである。

風力発電用風車 3 1 では、ローターヘッド 4 が接続される主軸として、短軸の主軸 3 2、具体的には、軸線方向長さ L 2 に対して外径 D 2 が大きい略円環状の主軸 3 2 を用いている（略円盤状であってもよい）。

50

なお、ローターヘッド４と主軸３２とは、例えばボルト止め等の任意の接続構造によって接続される。

【００４７】

主軸３２は、その外周を複列テーパ軸受１６の内輪１６ｂに受けられており、複列テーパ軸受１６を介して、ナセル台板６に支持されている。

また、主軸３２の径方向内側には、カップリング３３を介して増速機３４の入力軸３４ａが接続されている。入力軸３４ａは、主軸３２に対して、同軸かつ主軸３２に対する軸線周りの相対回転を規制して接続されている。

【００４８】

カップリング３３としては、例えば、主軸３２の内周面に設けられる内歯車と、入力軸３４ａの外周面に設けられて内歯車と噛み合う外歯車とからなる、ギアカップリングが用いられる。ここで、カップリング３３は、ギアカップリングに限定されるものではなく、ディスクカップリング、プッシュによる接続構造、ピンによる接続構造の他、任意のカップリングを用いることができる。

【００４９】

増速機３４は、主軸３２から入力軸３４ａに入力された回転を、適切な回転速度に増速して出力軸３４ｂに出力するものであって、入力軸端及び出力軸端以外の部分は、ケース３４ｃ内に収容されている。

入力軸３４ａと出力軸３４ｂとの間には、遊星歯車装置を用いた遊星段３６と、遊星段３６と直列に接続された平歯車を用いた平行段３７とが設置されており、各段で増速を行うようになっている。本実施形態では、増速機３４は、遊星段３６を一段、平行段３７を二段有しており、入力軸３４ａから入力された回転を、三段階の増速で適切な回転速度まで増速するようになっている。

【００５０】

遊星段３６は、入力軸３４ａと平行段３７との間に設けられるものであって、いわゆるプラネタリ方式のものである。具体的には、平行段３７の入力軸３７ａに設けられる太陽歯車４１と、太陽歯車４１と同軸かつ軸線方向の位置を同一にして設けられるリング状の内歯車４２と、太陽歯車４１と内歯車４２との間に設けられて、これらと噛み合う一対の遊星歯車４３，４４とを有している。

【００５１】

内歯車４２は、図示せぬステータ等によってケース３４ｃに固定的に設けられていて、ケース３４ｃに対する軸線周りの相対回転を規制されている。

一対の遊星歯車４３，４４は、太陽歯車４２を挟んで反対側に設けられており、各遊星歯車４３，４４の支持軸４３ａ，４４ａは、それぞれ入力軸３４ａに支持されている。

入力軸３４ａは、主軸３２と同軸にして設けられるものであって、主軸３２の径方向内側に挿入される円盤部４６（円環部であってもよい）と、円盤部４６から遊星歯車４３，４４側に突出して設けられて、遊星歯車４３，４４の支持軸４３ａ，４４ａを、軸線周りの回転を許容しつつ支持する軸受部４７とを有している。

【００５２】

このように構成される風力発電用風車３１では、主軸３２が風力によって軸線周りに回転駆動されると、カップリング３３によって主軸３２と接続される増速機３４の入力軸３４ａも、主軸３２と一体となって軸線周りに回転される。

すると、入力軸３４ａの軸受部４７に保持される遊星歯車４３，４４が、入力軸３４ａの軸線周りに回転する（公転する）。

遊星歯車４３，４４は、固定的に設けられる内歯車４２と噛み合っており、入力軸３４ａの軸線周りに回転駆動されることで、それぞれ支持軸４３ａ，４４ａ周りに回転する（自転する）。

このように遊星歯車４３，４４がそれぞれ自転することで、遊星歯車４３，４４に噛み合う太陽歯車４１が、平行段３７の入力軸３７ａとともに軸線周りに回転駆動される。

このようにして、遊星段３６は、主軸３２の回転を一段増速して平行段３７に伝達する

10

20

30

40

50

。平行段 3 7 は、入力軸 3 7 a に入力された回転を、さらに二段増速して、出力軸 3 4 b に出力する。そして、出力軸 3 4 b の回転は、発電機 1 3 に入力されて、発電機 1 3 による発電に供される。

【 0 0 5 3 】

このように構成される風力発電用風車 3 1 において、増速機 3 4 とは構成が異なる他の増速機を採用してもよい。

以下に、本実施形態にかかる風力発電用風車の増速機の他の構成例について、図 5 から図 7 を用いて説明する。

図 5 に示す増速機 5 1 (第一例)は、図 4 に示す増速機 3 4 において、遊星段 3 6 の代わりに、いわゆるスター方式の遊星段 5 2 を用いたものである。具体的には、遊星段 5 2 は、遊星段 3 6 において、遊星歯車 4 3 , 4 4 の支持軸 4 3 a , 4 4 a を入力軸 3 4 a に支持させる代わりに、ケース 3 4 c (図 5 では図示せず)に接続されるステー 5 3 によって支持した構成とされている。

10

ここで、支持軸 4 3 a , 4 4 a は、太陽歯車 4 1 回りの回転(公転)を規制して支持されており、遊星歯車 4 3 , 4 4 は、それぞれ自転可能にして支持されている。

【 0 0 5 4 】

また、遊星段 5 2 では、入力軸 3 4 a と内歯車 4 2 とを設ける代わりに、入力軸 5 1 a を用いている。入力軸 5 1 a は、主軸 3 2 の径方向内側に同軸にして挿入される円柱部 5 6 (円筒部であってもよい)と、円柱部 5 6 の太陽歯車 4 1 側に設けられて遊星歯車 4 3 , 4 4 と噛み合う内歯車 5 7 とを有している。

20

ここで、円柱部 5 6 もまた、主軸 3 2 に対して、カップリング 3 3 を介して接続されている。

【 0 0 5 5 】

このように構成される増速機 5 1 では、主軸 3 2 が風力によって軸線周りに回転駆動されると、カップリング 3 3 によって主軸 3 2 と接続される増速機 5 1 の入力軸 5 1 a も、主軸 3 2 と一体となって軸線周りに回転する。

すると、入力軸 5 1 a の内歯車 5 7 に噛み合う遊星歯車 4 3 , 4 4 が、それぞれ自転する。

このように遊星歯車 4 3 , 4 4 がそれぞれ自転することで、遊星歯車 4 3 , 4 4 に噛み合う太陽歯車 4 1 が、平行段 3 7 の入力軸 3 7 a とともに軸線周りに回転駆動される。

30

このようにして、遊星段 5 2 では、主軸 3 2 の回転を一段増速して平行段 3 7 に伝達する。

【 0 0 5 6 】

図 6 に示す増速機 6 1 (第二例)は、図 4 に示す増速機 3 4 において、遊星段 3 6 の代わりに、いわゆる複合遊星方式の遊星段 6 2 を用いたものである。具体的には、遊星段 6 2 では、遊星段 3 6 において内歯車 4 2 と噛み合っていた太陽歯車 4 1 を、内歯車 4 2 よりも平行段 3 7 側にずらして設けている。そして、遊星歯車 4 3 , 4 4 の代わりに、太陽歯車 4 1 に噛み合う第一遊星歯車 6 3 , 6 4 と、これら第一遊星歯車 6 3 , 6 4 の入力軸 3 4 a 側に配置されてそれぞれ内歯車 4 2 と噛み合う第二遊星歯車 6 6 , 6 7 とが設けられている。

40

第一遊星歯車 6 3 と第二遊星歯車 6 6 とは、入力軸 3 4 a に支持される支持軸 6 8 によって同軸にしてかつ軸線周りの相対回転を規制して支持されている。同様に、第一遊星歯車 6 4 と第二遊星歯車 6 7 とは、入力軸 3 4 a に支持される支持軸 6 9 によって同軸にしてかつ軸線周りの相対回転を規制して支持されている。

ここで、第一遊星歯車 6 3 と第二遊星歯車 6 6 とは、支持軸 6 8 とともに軸線周りに回転可能とされている。同様に、第一遊星歯車 6 4 と第二遊星歯車 6 7 とは、支持軸 6 9 とともに軸線周りに回転可能とされている。

【 0 0 5 7 】

この増速機 6 1 では、入力軸 3 4 a が回転すると、入力軸 3 4 a に保持される第二遊星歯車 6 6 , 6 7 が公転する。第二遊星歯車 6 6 , 6 7 は、内歯車 4 2 に噛み合っているの

50

で、このように公転することで、支持軸 6 8 , 6 9 とともに自転する。

このように第二遊星歯車 6 6 , 6 7 が自転すると、これら第二遊星歯車 6 6 , 6 7 と支持軸 6 8 , 6 9 を介して接続される第一遊星歯車 6 3 , 6 4 も自転することとなる。これにより、これら第一遊星歯車 6 3 , 6 4 に噛み合う太陽歯車 4 1 が回転駆動され、後段の平行段 3 7 に回転が入力される。

#### 【 0 0 5 8 】

この増速機 6 1 では、太陽歯車 4 1 及び第一遊星歯車 6 3 , 6 4 が、内歯車 4 2 よりも平行段 3 7 側に位置しているので、これらの歯車の組の寸法を、内歯車 4 2 の内径以内に収める必要がなくなる。

すなわち、この増速機 6 1 では、第一遊星歯車 6 3 , 6 4 の径を、第二遊星歯車 6 6 , 6 7 よりも大径とすることができ、これら第一、第二遊星歯車の間で、一段の増速を行うことができる。

これにより、この増速機 6 1 では、図 4 に示す増速機 3 4 に比べて、より増速比を高めることができる。

#### 【 0 0 5 9 】

図 7 に示す増速機 7 1 (第三例)は、図 5 に示す増速機 5 1 において、遊星段 5 2 の代わりに、いわゆる複合遊星方式の遊星段 7 2 を用いたものである。具体的には、遊星段 7 2 では、遊星段 5 2 において内歯車 4 2 と噛み合っていた太陽歯車 4 1 を、内歯車 4 2 よりも平行段 3 7 側にずらして設けている。そして、遊星歯車 4 3 , 4 4 の代わりに、太陽歯車 4 1 に噛み合う第一遊星歯車 7 3 , 7 4 と、これら第一遊星歯車 7 3 , 7 4 の入力軸 3 4 a 側に配置されてそれぞれ内歯車 4 2 と噛み合う第二遊星歯車 7 6 , 7 7 とが設けられている。

第一遊星歯車 7 3 と第二遊星歯車 7 6 とは、ステー 8 0 を介して図示せぬケースに支持される支持軸 7 8 に設けられており、これら第一遊星歯車 7 3 と第二遊星歯車 7 6 とは、支持軸 7 8 によって同軸にしてかつ軸線周りの相対回転を規制して支持されている。同様に、第一遊星歯車 7 4 と第二遊星歯車 7 7 とは、ステー 8 0 を介してケースに支持される支持軸 7 9 に設けられており、これら第一遊星歯車 7 4 と第二遊星歯車 7 7 とは、支持軸 7 9 によって同軸にしてかつ軸線周りの相対回転を規制して支持されている。

ここで、第一遊星歯車 7 3 と第二遊星歯車 7 6 とは、支持軸 7 8 とともに軸線周りに回転可能とされている。同様に、第一遊星歯車 7 4 と第二遊星歯車 7 7 とは、支持軸 7 9 とともに軸線周りに回転可能とされている。

#### 【 0 0 6 0 】

この増速機 7 1 では、入力軸 5 1 a が回転すると、入力軸 5 1 a の内歯車 5 7 に噛み合う第二遊星歯車 7 6 , 7 7 が、それぞれ自転する。

このように第二遊星歯車 7 6 , 7 7 が自転すると、これらと支持軸 7 8 , 7 9 を介して接続される第一遊星歯車 7 3 , 7 4 も自転することとなる。これにより、第一遊星歯車 7 3 , 7 4 に噛み合う太陽歯車 4 1 が回転駆動され、後段の平行段 3 7 に回転が入力される。

#### 【 0 0 6 1 】

この増速機 7 1 においても、太陽歯車 4 1 及び第一遊星歯車 7 3 , 7 4 が、内歯車 4 2 よりも平行段 3 7 側に位置しているので、これらの歯車の組の寸法を、内歯車 4 2 の内径以内に収める必要がなくなる。

このため、第一遊星歯車 7 3 , 7 4 の径を、第二遊星歯車 7 6 , 7 7 よりも大径とすることができ、これら第一、第二遊星歯車の間で、一段の増速を行うことができる。

これにより、この増速機 7 1 では、図 5 に示す増速機 5 1 に比べて、より増速比を高めることができる。

#### 【 0 0 6 2 】

なお、上記の増速機 5 1 , 6 1 , 7 1 の構成は、第一実施形態で示した風力発電用風車 1 の増速機 1 2 に適用してもよい。

#### 【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

ここで、上記各実施の形態において、発電機 13 として、多極の発電機を用いてもよい。

多極の発電機は、発電機 13 の発電機軸の回転速度が低くても、十分な電力を発生させることができるものである。すなわち、増速機による増速比が小さくても済むので、増速機として一段のみの増速を行う増速機を用いることができる。

例えば、図 8 に示すように、増速機として前記遊星段 36 のみからなる増速機 81 を用いたり、図 9 に示すように、増速機として前記遊星段 52 のみからなる増速機 82 を用いることができる。

なお、発電機は、極数が多ければ安定して発電可能な発電機軸の回転速度の下限を下げるので、8 極以上のものを用いることが好ましい。

図 8 と図 9 は増速機キャリア及び発電機の固定子がナセル台板 6 に直接組みつけられた模式図となっているが、増速機 81, 82 のケーシングや発電機 13 のケーシングがナセル台板 6 に組み込まれることもできる。

#### 【0064】

このように一段のみの増速を行う増速機は、従来の多段の増速を行う増速機に比べて、非常に小型、軽量で済む。また、このような増速機は、歯車の使用数が少ないので、信頼性が高く、メンテナンスの手間が大幅に省ける。また、増速機が発する騒音が小さいので、周囲の環境に悪影響を与えにくい。

#### 【0065】

ここで、同期型の発電機は、発電した電力をすべて電力変換装置に入力して適正な出力に調整する必要があるため、ナセル 3 上に比較的大型の電力変換装置を設置する必要がある。これに対して、誘導型の発電機（例えば doubly-fed 式、またはロータールセントコントロール式）は、二次側の出力のみをインバーターに入力して変換するので、ナセル 3 上には、小型のインバーターを設けるだけでよい。このため、誘導型の発電機を用いることで、同期型の発電機を用いた場合に比べて、ナセル 3 上のスペースを有効利用することができる。

#### 【0066】

また、上記各実施の形態において、主軸とローターヘッドとを別部材とした例を示したが、これに限られることなく、例えば、図 10 に示すように、主軸 11 とローターヘッド 4 とを一体化した結合体 86 としてもよい。このような結合体 86 は、例えば鋳造によって製造される。

この構成では、ローターヘッドと主軸との組付作業が不要になるため、風力発電用風車の組み立て工数を低減することができる。また、主軸に取り付けのためのフランジを設ける必要がなくなるので、主軸とローターとを別部材とした場合に比べて、軽量化を図ることができる。

#### 【0067】

また、上記各実施の形態において、主軸と増速機の入力軸との接続構造として、ギアカップリングを用いた例を示したが、これに限られることなく、例えば図 11 に示す接続構造を用いてもよい。

図 11 に示す接続構造は、第一の実施形態において、内筒 18 に設けられていた第二外歯車 23 及び入力軸 12 に設けられていた第二内歯車 24 をなくし、その代わりに、第二外歯車 23 が設けられていた領域の外周面に、入力軸 12 a 側に向かうにつれて外径が縮径される断面視クサビ形状をなすテーパ状リング 87 をボルトまたは油圧にて軸方向に挿入したものである。

この接続構造では、内筒 18 の外周面に設けられるテーパ状リング 87 が、入力軸 12 a の内面に協力で挿入され、面圧によってテーパ状リング 87 と入力軸 12 a との間に大きな摩擦力が生じる。そして、この摩擦力によって、主軸 11 から内筒 18 に伝達された回転が、テーパ状リング 87 を介して入力軸 12 a に伝達される。

#### 【0068】

[ 第三実施形態 ]

10

20

30

40

50

次に、本発明の第三実施形態について、図 12 を用いて説明する。

本実施の形態にかかる風力発電用風車 91 は、図 12 に示すように、第一実施形態に示した風力発電用風車 1 の一部を変更したものである。

以下、風力発電用風車 91 において、風力発電用風車 1 と同一または同様の構成については同じ符号を用いて示し、すでに説明した構成については、詳細な説明を省略する。

【0069】

本実施形態にかかる風力発電用風車 91 は、前述した風力発電用風車 1 において、主軸の支持構造を変更したことを主たる特徴とするものである。

具体的には、風力発電用風車 91 では、主軸 11 を支持する支持構造として、複列テーパころ軸受 16 の代わりに、ラジアル荷重を受けるころの列とスラスト荷重を受ける一対のころの列とを有する一基の三列ころ軸受 92 を介してナセル 3 に支持する構造を採用している。

【0070】

三列ころ軸受 92 は、主軸 11 の軸線方向の一端と壁部 W1 との間に、主軸 11 と同一軸線を有して設けられており、主軸 11 をその軸線周りの回転を可能にして支持している。すなわち、主軸 11 は、三列ころ軸受 92 を介して壁部 W1 に支持されている。

【0071】

三列ころ軸受 92 は、壁部 W1 に対してボルト止め等によって接続される外輪 92a と、外輪 92a の径方向内側に同一軸線を有して設けられて主軸 11 に対してボルト止め等によって固定される内輪 92b とを有している。

これら外輪 92a、内輪 92b との間には、周方向に沿って複数の転動体が設けられている。転動体としては、円筒ころ Rc が用いられている。以下、三列ころ軸受 92 において、軸線方向の同一位置で周方向に配置される円筒ころを、まとめてころの列と呼ぶ。このころの列は、軸線方向に沿って三列配置されている。

【0072】

さらに具体的な構成について説明すると、外輪 92a の内周面には、径方向に延びる断面視矩形をなす第一の溝 93 が、全周にわたって形成されている。また、第一の溝 93 の底面には、第一の溝 93 よりも幅の狭い、径方向に延びる断面視矩形をなす第二の溝 94 が、全周にわたって形成されている。

第一の溝 93 の側壁 93a は、外輪 92a の軸線と同軸でかつ軸線に略直交する平面とされている。また、第二の溝 94 の底面 94a は、外輪 92a の軸線と同軸の円筒面とされている。

【0073】

また、内輪 92b の外周面において、第一の溝 93a に対向する領域には、周方向に延びる断面視矩形の突状部 95 が、全周にわたって形成されている。この突状部 95 は、外輪 92a に形成される第一の溝 93a 内に位置している。

この突状部 95 の側壁 95a は、軸線に略直交する平面とされており、外周面 95b は、軸線と同軸の円筒面とされている。

すなわち、第一の溝 93 の側壁 93a と突状部 95 の側壁 95a とは、互いに平行な平面とされており、第二の溝 94 の底面 94a と突状部 95 の外周面 95b とは、互いに平行な円筒面とされている。

【0074】

これら側壁 93a と側壁 95a との間には、複数の円筒ころ Rc が、軸線を三列ころ軸受 92 の軸線を中心とする放射状にして設けられている。これら円筒ころ Rc の形成するころの列を、第一のころの列 R1 とする。

また、底面 94a と外周面 95b との間には、複数の円筒ころ Rc が、軸線を三列ころ軸受 92 の軸線と略平行にして設けられている。これら円筒ころ Rc の列を、第二のころの列 R2 とする。

【0075】

この構成を採用した風力発電用風車 91 においては、主軸 11 に加わった荷重は、主軸

10

20

30

40

50

1 1 を支持する三列ころ軸受 9 2 を介して壁部 1 6 に受けられ、増速機 1 2 の入力軸 1 2 a には、回転トルク以外の荷重がほとんど伝達されないようになっている。

【 0 0 7 6 】

以下、三列ころ軸受 9 2 の作用について具体的に説明する。

主軸 1 1 が取り付けられる内輪 9 2 b の突状部 9 5 軸線方向における両側は、第一のころの列 R 1 を介して外輪 9 2 a に受けられている。このため、主軸 1 1 にスラスト荷重が加わると、外輪 9 2 a に対する内輪 9 2 b の相対回転が許容された状態のまま、外輪 9 2 a によってスラスト荷重が受けられる。

また、この第一のころの列 R 1 は突状部 9 5 の両側にそれぞれ設けられていて、突状部 9 5 は、軸線方向の両側から外輪 9 2 a に支持されているので、主軸 1 1 に曲げ荷重が加わっても、外輪 9 2 a に対する内輪 9 2 b の相対回転を許容しながら、曲げ荷重が外輪 9 2 a によって受けられる。

【 0 0 7 7 】

また、内輪 9 2 b に設けられる突状部 9 5 の外周面 9 5 b と外輪 9 2 b に設けられる第二の溝 9 4 の底面 9 4 a との間には、第二のころの列 R 2 が設けられている。

内輪 9 2 a は、この第二のころの列 R 2 を介して外周から外輪 9 2 a に受けられている。このため、主軸 1 1 にラジアル荷重が加わると、外輪 9 2 a に対する内輪 9 2 b の相対回転が許容された状態のまま、外輪 9 2 a によってラジアル荷重が受けられる。

【 0 0 7 8 】

外輪 9 2 a は、ナセル 3 の壁部 1 6 に取り付けられており、主軸 1 1 から内輪 9 2 b に伝えられたスラスト荷重、曲げ荷重、及びラジアル荷重は、三列ころ軸受 9 2 を介して壁部 1 6 によって受けられる。

【 0 0 7 9 】

このように、本実施形態にかかる風力発電用風車 9 1 では、一基の三列ころ軸受 9 2 によって主軸 1 1 を支持しているため、主軸 1 1 の支持構造がコンパクトになる。

また、このように主軸 1 1 に加わるラジアル荷重、スラスト荷重、及び曲げ荷重は、三列ころ軸受 9 2 によって受けられるので、増速機 1 2 及び増速機支持体に要求される強度が小さくて済む。

そして、このように増速機 1 2 に要求される強度が小さくて済むので、増速機 1 2 として、従来の風力発電用風車に用いていたものよりも小型、軽量のものを用いることができる。

【 0 0 8 0 】

なお、本実施の形態にかかる風力発電用風車 9 1 について、第二実施形態にかかる風力発電用風車の構成、及び第一、第二実施形態にかかる風力発電用風車の変形例の構成を適用してもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 1 】

【 図 1 】 本発明の第一実施形態にかかる風力発電用風車を示す側断面図である。

【 図 2 】 本発明の第一実施形態にかかる風力発電用風車のナセル内の構成を示す側断面図である。

【 図 3 】 図 2 の一部拡大図である。

【 図 4 】 本発明の第二実施形態にかかる風力発電用風車の構成を示す側断面図である。

【 図 5 】 第二の実施の形態にかかる風力発電用風車の他の構成例を示す側断面図である。

【 図 6 】 第二の実施の形態にかかる風力発電用風車の他の構成例を示す側断面図である。

【 図 7 】 第二の実施の形態にかかる風力発電用風車の他の構成例を示す側断面図である。

【 図 8 】 本発明にかかる風力発電用風車の一変形例を示す側断面図である。

【 図 9 】 本発明にかかる風力発電用風車の一変形例を示す側断面図である。

【 図 1 0 】 本発明にかかる風力発電用風車の一変形例を示す側断面図である。

【 図 1 1 】 本発明にかかる風力発電用風車の一変形例を示す側断面図である。

【 図 1 2 】 本発明の第三実施形態にかかる風力発電用風車を示す側断面図である。

10

20

30

40

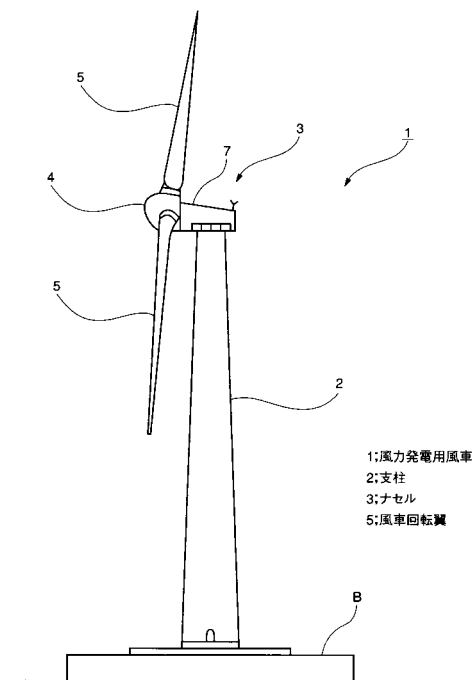
50

【符号の説明】

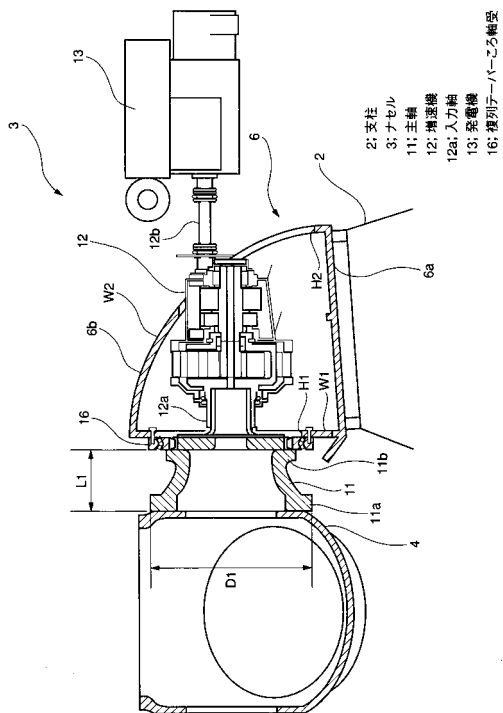
【0082】

- 1, 31, 91 風力発電用風車
- 2 支柱
- 3 ナセル
- 5 風車回転翼
- 11, 32 主軸
- 12, 34, 51, 61, 71, 81, 82 増速機
- 13 発電機
- 12a, 34a, 51a 入力軸
- 16 複列テーパころ軸受
- 17, 33 カップリング
- 92 三列ころ軸受

【図1】



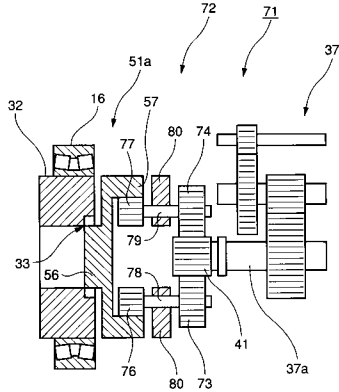
【図2】





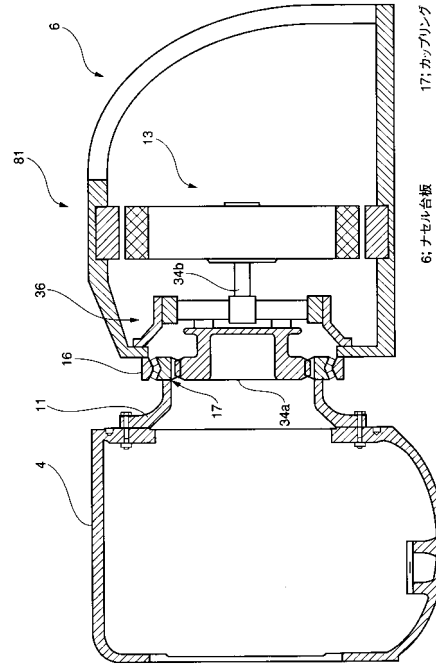


【 図 7 】



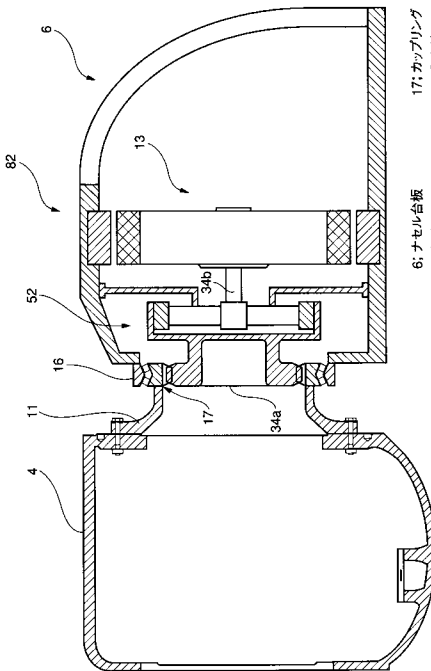
- 16: 複列テーパハコ軸受
- 32: 主軸
- 33: カップリング
- 71: 増速機
- 51a: 入力軸

【 図 8 】



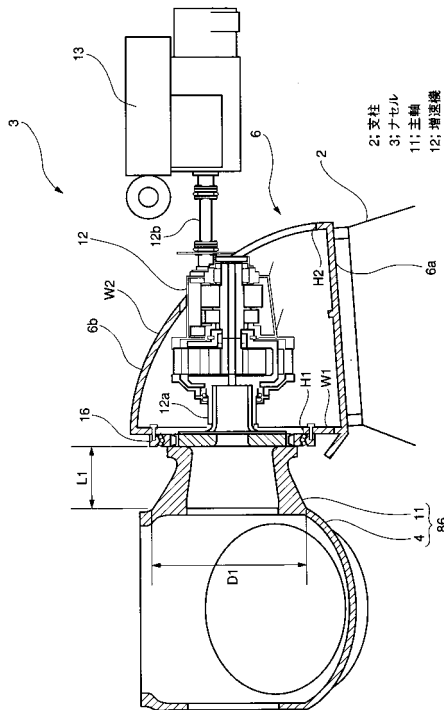
- 6: ナセル台板
- 11: 主軸
- 13: 発電機
- 16: 複列テーパハコ軸受
- 17: カップリング
- 34a: 入力軸
- 81: 増速機

【 図 9 】



- 6: ナセル台板
- 11: 主軸
- 13: 発電機
- 16: 複列テーパハコ軸受
- 17: カップリング
- 34a: 入力軸
- 82: 増速機

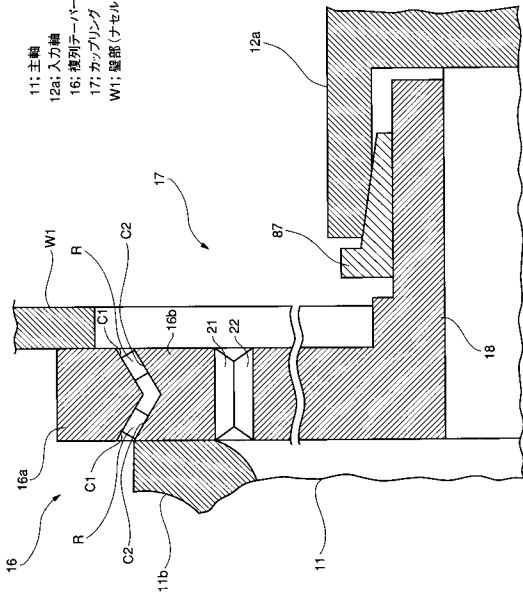
【 図 10 】



- 2: 支柱
- 3: ナセル
- 11: 主軸
- 12: 増速機
- 12a: 入力軸
- 13: 発電機
- 16: 複列テーパハコ軸受
- 17: カップリング

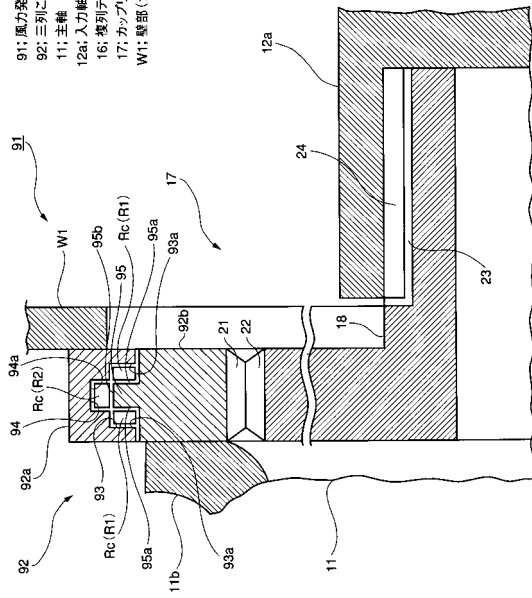
【 図 1 1 】

- 11: 主軸
- 12a: 入力軸
- 16: 複列ターバーころ軸受
- 17: カップリング
- W1: 翼部(ナセル合板)



【 図 1 2 】

- 91: 風力発電用風車
- 92: 三列ころ軸受
- 11: 主軸
- 12a: 入力軸
- 16: 複列ターバーころ軸受
- 17: カップリング
- W1: 翼部(ナセル合板)



---

フロントページの続き

- (72)発明者 沼尻 智裕  
長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内
- (72)発明者 東崎 康嘉  
長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内
- (72)発明者 正田 功彦  
長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

審査官 尾崎 和寛

- (56)参考文献 国際公開第02/079644(WO, A1)  
特開平06-213230(JP, A)  
特開2003-194071(JP, A)  
特開2002-129217(JP, A)  
国際公開第96/011338(WO, A1)  
国際公開第02/014690(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| F03D | 11/02 |
| F03D | 9/00  |