(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-105208
(P2006-105208A)
(43)公開日　平成18年4月20日(2006.4.20)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F16C 33/58	(2006.01)	F16C	33/58	3J012
F16C 19/38	(2006.01)	F16C	19/38	3J101
F16C 23/08	(2006.01)	F16C	23/08	
F16C 33/36	(2006.01)	F16C	33/36	

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 10 頁）

(21)出願番号　特願2004-290240 (P2004-290240)
(22)出願日　平成16年10月1日 (2004.10.1)

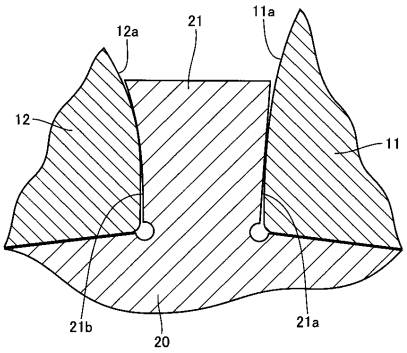
(71)出願人　000102692
ＮＴＮ株式会社
大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号
(74)代理人　100091409
弁理士　伊藤　英彦
(74)代理人　100096792
弁理士　森下　八郎
(74)代理人　100091395
弁理士　吉田　博由
(72)発明者　毛利　信之
三重県桑名市大字東方字尾弓田３０６６
ＮＴＮ株式会社内

Ｆターム(参考)　3J012 AB03　AB11　BB03　CB10　EB01
FB07　GB10

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複列自動調心ころ軸受および風力発電機の主軸支持構造

(57)【要約】
【課題】　使用時に高負荷となる球面ころの寿命を延ばすことができる複列自動調心ころ軸受を提供する。
【解決手段】　内輪２０は中鍔２１を有する。各球面ころ１１，１２の端面１１ａ，１２ａは凸状の球面形状を有している。中鍔２１は、その一方側面２１ｂが、球面ころ１２の凸状球面形状に適合する凹状湾曲面を有し、他方側面２１ａが平坦な面を有している。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
内輪と外輪との間に複列に球面ころを配置した複列自動調心ころ軸受において、
前記内輪は前記複列の球面ころの端面に当接する中鍔を有し、
前記中鍔に当接する各球面ころの端面は凸状の球面形状を有しており、
前記中鍔は、前記複列の球面ころの端面に当接する両側面のうち、少なくとも一方の側面が平坦な面を有していることを特徴とする、複列自動調心ころ軸受。
【請求項２】
前記中鍔は、その一方側面が、前記球面ころの凸状球面形状に適合する凹状湾曲面を有し、他方側面が平坦な面を有していることを特徴とする、請求項１に記載の複列自動調心ころ軸受。
【請求項３】
前記中鍔の凹状湾曲面に当接する一方の球面ころは、前記中鍔の平坦な面に当接する他方の球面ころよりも、小さなころ長さを有している、請求項２に記載の複列自動調心ころ軸受。
【請求項４】
前記各球面ころは、ころの最大径の位置がころ長さの中央よりも前記中鍔側にずれている非対称ころである、請求項１～３のいずれかに記載の複列自動調心ころ軸受。
【請求項５】
前記平坦な面を有する中鍔の側面の高さは、この側面と球面ころの端面との接触面に生ずる接触だ円の該高さ方向における直径よりも大きくされている、請求項１～４のいずれかに記載の複列自動調心ころ軸受。
【請求項６】
当該複列自動調心ころ軸受は、左右の列の球面ころに不均等な荷重が作用する用途に使用される、請求項１～５のいずれかに記載の複列自動調心ころ軸受。
【請求項７】
風力を受けるブレードと、
その一端が前記ブレードに固定され、ブレードとともに回転する主軸と、
固定部材に組込まれ、前記主軸を回転自在に支持する複列自動調心ころ軸受とを備えた風力発電機の主軸支持構造において、
前記複列自動調心ころ軸受は、内輪と、外輪と、複列の球面ころとを備え、
前記内輪は、前記複列の球面ころの端面に当接する中鍔を有し、
前記中鍔に当接する各球面ころの端面は凸状の球面形状を有しており、
前記中鍔は、その一方側面が、前記球面ころの凸状球面形状に適合する凹状湾曲面を有し、他方側面が平坦な面を有していることを特徴とする、風力発電機の主軸支持構造。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、複列自動調心ころ軸受に関し、特に左右の列の球面ころに不均等な荷重が作用する複列自動調心ころ軸受およびそのような軸受を備えた風力発電機の主軸支持構造に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、クリーンで無尽蔵なエネルギを利用できる風力発電が注目されている。大型の風力発電設備では、風車を備えた発電機本体が地上から数十ｍの高さに設置されているので、風車のブレードの主軸を支持する軸受の保守には大変な労力と危険が伴う。そのため、風力発電機の主軸を支持する軸受には、高い信頼性と耐久寿命が要求される。
【０００３】
風力発電機の主軸を回転自在に支持するのに好適な自動調心ころ軸受は、例えば特開２００４－１１７３７号公報（特許文献１）に開示されている。この公報に開示されている

ように、大型の風力発電機における主軸用軸受には、図１に示すような大型の複列自動調心ころ軸受１が用いられることが多い。

【０００４】

風力発電機の風車の主軸２は、ブレード３が設けられた先端側を片持ち支持するようにハウジング４に取り付けられるので、その片持ち支持用の軸受として、通常、主軸２の撓みに対応可能な大型の自動調心ころ軸受１が使用される。ブレード３が風力を受けると、主軸２がブレード３とともに回転する。この主軸２の回転は、増速機（図示せず）で増速されて発電機に伝達され、発電する。

【０００５】

自動調心ころ軸受１は、内輪５と、外輪６と、複列の球面ころ７，８とを備える。風を受けて発電しているとき、ブレード３を支える主軸２には、ブレード３にかかる風力による軸方向荷重（軸受スラスト荷重）と、ブレード軸の自重による径方向荷重（軸受ラジアル荷重）が負荷される。複列自動調心ころ軸受１は、ラジアル荷重とスラスト荷重とを同時に受けることができ、かつ調心性をもつため、ハウジング４の精度誤差や、取り付け誤差による主軸２の傾きを吸収でき、かつ運転中の主軸２の撓みを吸収できる。

【０００６】

図１に示した内輪５は、左右の列の球面ころ７，８の端面７ａ，８ａに当接する中鍔９を有している。通常、球面ころ７，８のスキューを防止するために、球面ころ７，８の端面を凸状の球面形状とした場合、中鍔９の両側面を球面ころの凸状球面形状に適合する凹状湾曲面とすることによって両者の接触面積を増大している。

【特許文献１】特開２００４－１１７３７号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

上記の風力発電機の主軸支持用の複列自動調心ころ軸受１では、風車の回転中はラジアル荷重に対してスラスト荷重が大きくなる。この場合、複列の球面ころ７，８のうち、ブレード３から遠い方の列の球面ころ８が、ラジアル荷重とスラスト荷重とを同時に受けることになる。ブレード３に近い方の列の球面ころ７については、スラスト荷重があまりかからず、もっぱらラジアル荷重を受けることになる。

【０００８】

一方、無風状態においては、主軸支持用軸受１にかかる荷重はもっぱらラジアル荷重となる。そのため、ブレード３に近い方の列の球面ころ７については、風車の回転中よりも、風車が回転しない無風状態のときの方が大きなラジアル荷重を受けることになる。

【０００９】

上記のように、風力発電機の主軸支持用複列自動調心ころ軸受１の場合、ブレード３から遠い方の列の球面ころ８の負荷が大きくなるので、ブレード３に近い方の列の球面ころ７に比べて転がり疲労寿命が短くなる。特に、内輪５の中鍔９の側面と球面ころ８の端面とは凸状球面形状と凹状湾曲面とを接触させているので、接触面圧が大きくなり、摩擦抵抗が発生し接触部の回転トルクが大きくなる。さらに、接触位置が中鍔側面の上側になるため、接触だ円が切れて上端部にエッジ応力が発生し、この部分における早期摩耗や、剥離等の問題が生じる可能性が高くなる。

【００１０】

一方、ブレード３に近い方の列の球面ころ７では軽負荷となり、球面ころ７と内外輪５，６の軌道面５ａ，６ａとの間で滑りを生じ、表面損傷や摩耗の問題を引き起こす。大きな荷重に対応するために軸受サイズを大きくすることが考えられるが、軽負荷側では余裕が大きくなりすぎ、不経済である。

【００１１】

この発明の目的は、特に高負荷となる球面ころの寿命を延ばすことのできる複列自動調心ころ軸受を提供することである。

【００１２】

この発明の他の目的は、負荷に応じた適正なころの支持が各列で行なえて、実質寿命を延長することができ、また材料に無駄のない経済的な複列自動調心ころ軸受およびこの軸受を用いた風力発電機の主軸支持構造を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

この発明に従った複列自動調心ころ軸受は、内輪と外輪との間に複列に球面ころを配置したものであって、次のことを特徴とする。すなわち、内輪は複列の球面ころの端面に当接する中鍔を有する。中鍔に当接する各球面ころの端面は凸状の球面形状を有しており、中鍔は、複列の球面ころの端面に当接する両側面のうち、少なくとも一方の側面が平坦な面を有している。

【００１４】

上記の構成によれば、中鍔の平坦な側面と球面ころとは点接触となるので、接触面積が小さくなるため摩擦抵抗が減少し、低トルクとなる。従って、使用時に高負荷となる球面ころの寿命を延ばすことができる。

【００１５】

一つの実施形態では、中鍔は、その一方側面が、球面ころの凸状球面形状に適合する凹状湾曲面を有し、他方側面が平坦な面を有している。この実施形態によれば、中鍔の凹状湾曲面に当接する一方列の球面ころに対しては接触面積を大きくし、中鍔上端部でころと接するため、幅広くころを拘束することができることにより、スキューを効果的に抑制し、中鍔の平坦な側面に当接する他方列の球面ころに対しては点接触にして摩擦抵抗を低下させる。

【００１６】

上記の実施形態において、好ましくは、中鍔の凹状湾曲面に当接する一方の球面ころは、中鍔の平坦な面に当接する他方の球面ころよりも、小さなころ長さを有している。このように左右の列の球面ころのころ長さを異ならせるようにすれば、それぞれの球面ころの負荷容量が異なったものとなる。従って、負荷容量が大きくなる列にころ長さが大きな球面ころを用い、軽負荷側の列にころ長さの小さな球面ころを用いれば、負荷に応じた適正な支持が各列で行なえる。ころ長さを小さくすればころのスキューが生じ易くなるが、ころ長さの小さな球面ころと中鍔の側面とを大きな接触幅で当接させることによりスキューを効果的に抑制できる。

【００１７】

球面ころとしては、ころの最大径の位置がころ長さの中央に位置する対称ころでもよいし、ころの最大径の位置がころ長さの中央から外れている非対称ころでもよい。ころの最大径の位置がころ長さの中央よりも中鍔側にずれている非対称ころであれば、使用時にころを中鍔側に押圧する力の成分が生じるので、ころのスキューを効果的に抑制できる。

【００１８】

好ましくは、平坦な面を有する中鍔の側面の高さは、この側面と球面ころの端面との接触面に生ずる接触だ円の該高さ方向における直径よりも大きくされている。このような高さ寸法を有する中鍔であれば、使用時の荷重に十分耐えることができるようなる。

【００１９】

上記の特徴を有する複列自動調心ころ軸受は、例えば、左右の列の球面ころに不均等な荷重が作用する用途に使用される。

【００２０】

この発明に従った風力発電機の主軸支持構造は、風力を受けるブレードと、その一端がブレードに固定され、ブレードとともに回転する主軸と、固定部材に組込まれ、主軸を回転自在に支持する複列自動調心ころ軸受とを備える。複列自動調心ころ軸受は、内輪と、外輪と、複列の球面ころとを備える。内輪は、複列の球面ころの端面に当接する中鍔を有する。中鍔に当接する各球面ころの端面は凸状の球面形状を有している。中鍔は、その一方側面が、球面ころの凸状球面形状に適合する凹状湾曲面を有し、他方側面が平坦な面を有している。

【００２１】
上記構成の風力発電機の主軸支持構造では、高負荷側の列の球面ころと中鍔とがより低いトルクで接触し、低負荷側の列の球面ころと中鍔とがより大きな接触面積で接触することになるので、各列に対して負荷に応じた適正な支持を行なうことができる。
【発明の効果】
【００２２】
以上のように、この発明に従った複列自動調心ころ軸受によれば、中鍔の平坦な側面と球面ころとを点接触となるように構成しているので、両者の接触面圧が低下し低トルクとなる。また、平坦な側面の場合、角度により接触点の位置をコントロールし易いというメリットがある。中鍔への負荷が大きくても接触だ円を中鍔側面から外れないようにすることができるため、エッジ応力の発生を防ぐことができる。こうして、使用時に高負荷となる球面ころの寿命を延ばすことができる。
【００２３】
この発明によれば、負荷に応じた適正な支持が各列で行なえて、実質寿命を延長することができる。このような複列自動調心ころ軸受を風力発電機の主軸支持構造に適用することにより、主軸に作用する特性に応じた適正な支持を行なえるので、信頼性が高く、長寿命の主軸支持構造が得られる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２４】
図２および図３を参照して、この発明の一実施形態に係る複列自動調心ころ軸受を説明する。
【００２５】
複列自動調心ころ軸受１０は、内輪２０と、外輪３０と、両軌道輪の間に複列に配置した球面ころ１１，１２と、これらの球面ころ１１，１２を保持する保持器１３とを備える。保持器１３は、各列毎に別個に設けられたものである。外輪３０の軌道面３０ａは球面状に形成されており、各列の球面ころ１１，１２の外周面は、外輪３０の軌道面３０ａに沿う球面形状を有している。
【００２６】
外輪３０は、その外径面における中間位置に油溝３１を有し、さらに油溝３１から内径面にまで貫通する油孔３２を有している。油孔３２は、円周方向の１箇所または複数箇所に設けられている。
【００２７】
図示した実施形態における内輪２０は、幅方向の両端に外鍔２２，２３を有し、また中間に中鍔２１を有している。内輪２０は、各列の球面ころ１１，１２の外周面に沿う断面形状の複列の軌道面２０ａ，２０ｂを有している。
【００２８】
左右の列の球面ころ１１，１２のころ長さに注目すると、図中右側列の球面ころ１１の長さＬ１は、左側列の球面ころ１２の長さＬ２よりも大きくされている。また、図示した実施形態では、左右の列の軸受部分１０ａ，１０ｂは、互いに接触角θ１，θ２が異なるものとされる。この場合、ころ長さの大きな球面ころ１１の列に対応する軸受部分１０ａの接触角θ１の方が、ころ長さの小さな球面ころ１２の列の軸受部分１０ｂの接触角θ２よりも大きく設定されている。
【００２９】
両列の球面ころ１１，１２の外径は、例えば最大径が同じとされる。変更例として、両列の球面ころ１１，１２の外径を互いに異ならせてもよい。例えば、長さの大きな球面ころ１１の方が、長さの小さな球面ころ１２よりも大きな外径を有するようにしてもよい。各列の球面ころ１１，１２の形状に関しては、ころの最大径の位置がころ長さの中央に位置する対称ころであってもよいし、ころの最大径の位置がころ長さの中央から中鍔２１側にずれている非対称ころであってもよい。
【００３０】

図３は、内輪２０の中鍔２１と、左右の列の球面ころ１１，１２とが当接している状態を拡大して示している。図示するように、中鍔２１に当接する球面ころ１１，１２の端面１１ａ，１２ａは凸状の球面形状を有している。

【００３１】

中鍔２１は、左右の列の球面ころ１１，１２に当接する両側面２１ａ，２１ｂのうち、少なくとも一方の側面が平坦な面を有している。図示した実施形態では、中鍔２１は、その一方側面２１ｂが一方の球面ころ１２の凸状球面形状に適合する凹状湾曲面を有し、他方の球面ころ１１に当接する他方側面２１ａが平坦な面を有している。

【００３２】

上記構成の複列自動調心ころ軸受１０は、左右の列に非対称の負荷が作用する用途、例えば一方の列にスラスト荷重とラジアル荷重とを受け、他方の列にはもっぱらラジアル荷重のみを受けるような用途に用いられる。この場合、スラスト荷重およびラジアル荷重を受ける高負荷列側にころ長さの大きな球面ころ１１を用い、もっぱらラジアル荷重のみを受ける軽負荷側列にころ長さの小さな球面ころ１２を用いる。

【００３３】

上記のように、高負荷側列にころ長さの大きな球面ころ１１を配置し、軽負荷側列にころ長さの小さな球面ころ１２を配置することにより、各列の負荷状況に応じた適正な支持を行なうことができる。すなわち、高負荷側列では負荷能力が増大しているので、転がり疲労寿命が向上する。また、軽負荷側列ではころ長さの小さな球面ころ１２と軌道面３０ａ，２０ｂとの接触応力が大きくなり、かつころの自重が小さくなるので滑りが軽減される。

【００３４】

さらに、ころ長さを小さくした球面ころ１２はスキューを生じ易くなるが、この球面ころ１２に対しては、凸状球面形状の端面１２ａと凹状湾曲面の側面２１ｂとの接触により中鍔２１との接触面積を大きくしているので、スキューを効果的に抑制できる。一方、高負荷側となる他方の球面ころ１１に対しては、凸状球面形状の端面１１ａと平坦な側面２１ａとの接触により両者を点接触となるようにしているので、接触面圧を小さくし接触部でのトルクを低下させることができる。

【００３５】

図４は、球面ころ１１の端面１１ａと中鍔２１の平坦な側面２１ａとが当接している状態を模式的に示している。球面ころ１１の端面１１ａと中鍔２１の側面２１ａとが荷重を受けて接触すると、その接触面は弾性変形し、接点の周りにだ円形の接触面、すなわち接触だ円１４が生じる。好ましくは、中鍔２１の側面２１ａの上端部におけるエッジロードを低く保つために、中鍔２１の側面２１ａの高さ寸法Ｈは、接触だ円１４の該高さ方向における直径Ａよりも大きくする。

【００３６】

図５は、この発明の他の実施形態に係る自動調心ころ軸受を示している。なお、図２に示した実施形態と同一の参照番号は、同一または相当の要素を示すものであるので、詳しい説明を省略する。図５に示す実施形態では、外輪３０を、軸方向に並ぶ２個の分割外輪３０Ａ，３０Ｂで構成している。両分割外輪３０Ａ，３０Ｂは、自然状態、つまり両分割外輪の軌道面が同じ球面状に位置する状態で、互いの間に隙間ｄが生じるように設けられている。

【００３７】

図５に示すように、好ましくは、予圧付与手段４１によって、両側の分割外輪３０Ａ，３０Ｂの隙間ｄが狭まるように予圧が付与される。予圧付与手段４１として、例えばばね部材や、締め付けねじ等を用いることができる。ばね部材を用いる場合、例えば、円周方向の複数箇所において外輪３０Ｂの端面に接するように圧縮ばねを配置する。予圧付与手段４１は、好ましくは、ころ長さの小さい球面ころ１２側から予圧を与える。

【００３８】

上記のように、外輪３０を分割構造にすると、非対称形状の外輪３０を容易に製造する

ことができる。また、外輪３０に予圧を与えることで、ころ長さの小さな球面ころ１２の滑りを積極的に抑制することができる。なお、外輪を分割構造にすることに加えて、内輪２０も軸方向に並んだ２個の分割内輪で構成するようにしてもよい。このようにすれば、左右非対称の内輪２０の製造が容易になる。

【００３９】

図６および図７は、図２～図５に示したような本発明の実施形態に係る複列自動調心ころ軸受が適用された風力発電機の主軸支持構造の一例を示している。主軸支持構造の主要部品を支持するナセル５２のケーシング５３は、高い位置で、旋回座軸受５１を介して支持台５０上に水平旋回自在に設置されている。一端にブレード５７を保持する主軸５６は、ナセル５２のケーシング５３内で、軸受ハウジング５４に組込まれた主軸支持軸受５５を介して回転自在に支持されている。主軸５６の他端は増速機５８に接続され、この増速機５８の出力軸が発電機５９のロータ軸に結合されている。ナセル５２は、旋回用モータ６０により、減速機６１を介して任意の角度に旋回させられる。

【００４０】

図示した実施形態では、主軸支持軸受５５は２個並べて設置されているが、１個であってもよい。この主軸支持軸受５５として、本発明の実施形態に係る複列自動調心ころ軸受が用いられる。この場合、ブレード５７から遠い方の列の球面ころに大きな負荷がかかるので、ころ幅寸法の大きな球面ころを用いる。ブレード５７に近い方の列の球面ころには主としてラジアル荷重のみが加わるので、ころ長さの小さな球面ころを用いる。各球面ころの端面は、凸状の球面形状を有している。

【００４１】

主軸支持軸受５５の内輪は、複列の球面ころの端面に当接する中鍔を有している。中鍔は、ブレード５７側に向く一方側面が、球面ころの凸状球面形状に適合する凹状湾曲面を有し、反対側の他方側面が平坦な面を有している。

【００４２】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示した実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変更を加えることが可能である。

【産業上の利用可能性】

【００４３】

この発明は、特に左右の列の球面ころに不均等な荷重が作用する複列自動調心ころ軸受およびそのような軸受を備えた風力発電機の主軸支持構造に有利に利用され得る。

【図面の簡単な説明】

【００４４】

【図１】風力発電機の主軸支持軸受の従来例を示す断面図である。

【図２】本発明の一実施形態に係る複列自動調心ころ軸受を示す断面図である。

【図３】内輪の中鍔と左右の列の球面ころとの当接部分を拡大して示す断面図である。

【図４】球面ころの端面と中鍔の平坦な側面とが当接している状態を模式的に示す図である。

【図５】本発明の他の実施形態に係る複列自動調心ころ軸受を示す断面図である。

【図６】本発明に係る複列自動調心ころ軸受を用いた風力発電機の主軸支持構造の一例を示す図である。

【図７】図６に示した風力発電機の主軸支持構造の図解的側面図である。

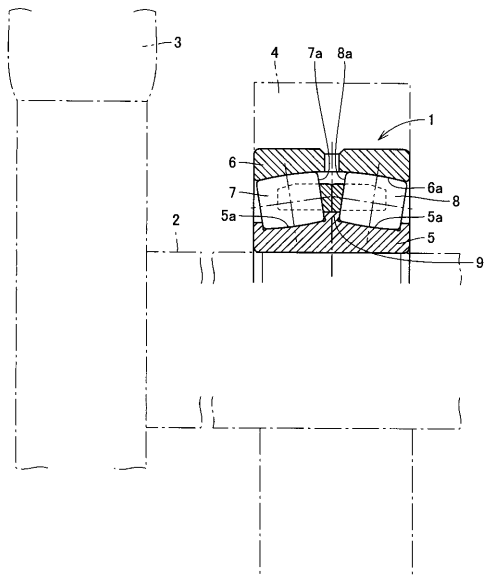
【符号の説明】

【００４５】

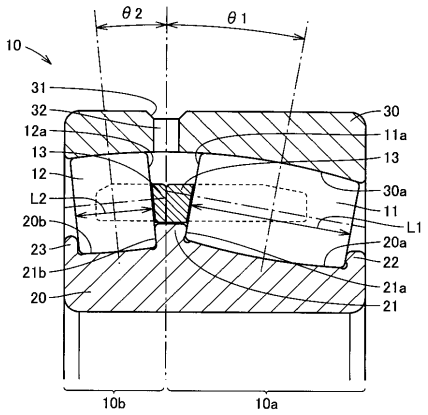
１０　複列自動調心ころ軸受、１１，１２　球面ころ、１１ａ，１２ａ　端面、１３　保持器、１４　接触だ円、２０　内輪、２０ａ，２０ｂ　軌道面、２１　中鍔、２１ａ，２１ｂ　側面、２２，２３　外鍔、３０　外輪、３０ａ　軌道面、３１　油溝、３２　油孔、４０　軸受ハウジング、４１　予圧付与手段、５０　支持台、５１　旋回座軸受、５２　ナセル、５３　ケーシング、５４　軸受ハウジング、５５　主軸支持軸受、５６　主

軸、５７　ブレード、５８　増速機、５９　発電機、６０　旋回用モータ、６１　減速機。

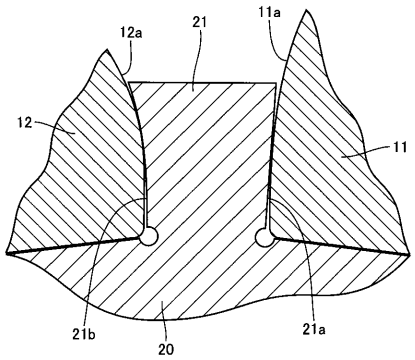
【図１】



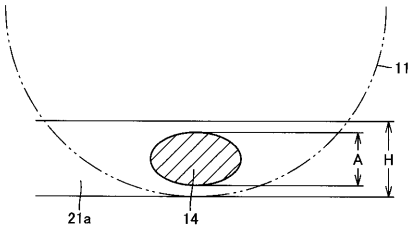
【図２】



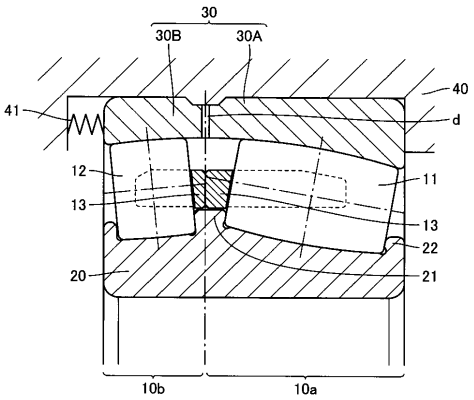
【図３】



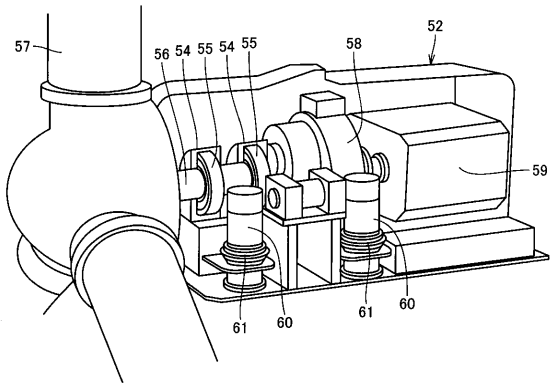
【図４】


11
A
H
21a
14

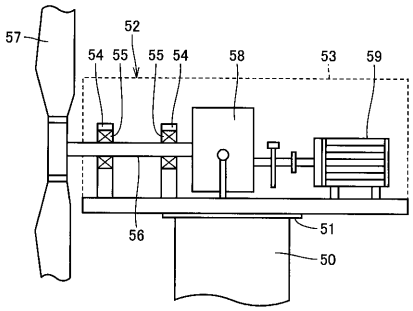
【図５】


30
30B
30A
40
41
d
12
11
13
13
22
20
21
10b
10a

【図６】


57
56
54
55
54
55
58
52
59
61
60
61
60

【図７】


57
52
54
55
55
54
58
53
59
56
51
50

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3J101 AA15 AA24 AA32 AA43 AA54 AA62 AA81 BA53 BA57 FA31
GA24