

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5738132号
(P5738132)

(45) 発行日 平成27年6月17日(2015.6.17)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 H 57/04 (2010.01)	F 1 6 H 57/04 D
F 0 3 D 11/02 (2006.01)	F 0 3 D 11/02

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-195407 (P2011-195407)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成23年9月7日(2011.9.7)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-57347 (P2013-57347A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成25年3月28日(2013.3.28)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成25年12月16日(2013.12.16)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100109047
			弁理士 村田 雄祐
		(74) 代理人	100109081
			弁理士 三木 友由
		(74) 代理人	100116274
			弁理士 富所 輝観夫
		(72) 発明者	吉田 真司
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重 機械工業株式会社横須賀製造所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電用の増速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

遊星歯車機構を備えた風力発電用の増速機において、
 前記遊星歯車機構の一要素を構成する歯車と、
 前記歯車を、軸受を介して回転可能に支持する支持部材と、を備え、
 前記軸受における相対回転する部位以外のいずれかの部位に、前記歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士を、相対的に半径方向に微小変位可能とする隙間を形成し、
 前記隙間には潤滑剤が進入し、
 前記隙間を介して対向する2つの表面のうちの少なくとも一方に凹部を設け、
 前記歯車が、前記遊星歯車機構の遊星歯車であり、
 該遊星歯車が、該歯車と一体的に回転する遊星ピンごと、前記支持部材としての前記遊星歯車機構のキャリアによって該キャリアに対して回転可能に支持されると共に、
 前記軸受が外輪を備えており、
 前記隙間が、該キャリアと該軸受の外輪との間に形成されていることを特徴とする風力発電用の増速機。

10

【請求項2】

遊星歯車機構を備えた風力発電用の増速機において、
 前記遊星歯車機構の一要素を構成する歯車と、
 前記歯車を、軸受を介して回転可能に支持する支持部材と、を備え、

20

前記軸受における相対回転する部位以外のいずれかの部位に、前記歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士を、相対的に半径方向に微小変位可能とする隙間を形成し、

前記隙間には潤滑剤が進入し、

前記隙間を介して対向する2つの表面のうちの少なくとも一方に凹部を設け、

前記歯車が、前記遊星歯車機構の遊星歯車であり、

該遊星歯車が、該歯車と一体的に回転する遊星ピンごと、前記支持部材としての前記遊星歯車機構のキャリアによって該キャリアに対して回転可能に支持されると共に、

前記軸受が内輪を備えており、

前記隙間が、前記遊星ピンと該軸受の内輪との間に形成されていることを特徴とする風力発電用の増速機。

10

【請求項3】

遊星歯車機構を備えた風力発電用の増速機において、

前記遊星歯車機構の一要素を構成する歯車と、

前記歯車を、軸受を介して回転可能に支持する支持部材と、を備え、

前記軸受における相対回転する部位以外のいずれかの部位に、前記歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士を、相対的に半径方向に微小変位可能とする隙間を形成し、

前記隙間には潤滑剤が進入し、

前記隙間を介して対向する2つの表面のうちの少なくとも一方に凹部を設け、

前記歯車と軸受との間に、リング状の部材が介在され、

該リング状の部材の内周側及び外周側の両方に、前記隙間が形成され、

該リング状の部材の内周面及び外周面の両方に凹部を設けたことを特徴とする風力発電用の増速機。

20

【請求項4】

遊星歯車機構を備えた風力発電用の増速機において、

前記遊星歯車機構の一要素を構成する歯車と、

前記歯車を、軸受を介して回転可能に支持する支持部材と、を備え、

前記軸受における相対回転する部位以外のいずれかの部位に、前記歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士を、相対的に半径方向に微小変位可能とする隙間を形成し、

前記隙間には潤滑剤が進入し、

前記隙間を介して対向する2つの表面のうちの少なくとも一方に凹部を設け、

前記軸受と前記支持部材との間に、リング状の部材が介在され、

該リング状の部材の内周側及び外周側の両方に、前記隙間が形成され、

該リング状の部材の内周面及び外周面の両方に凹部を設けたことを特徴とする風力発電用の増速機。

30

【請求項5】

請求項3または4において、

前記リング状の部材を複数備えたことを特徴とする風力発電用の増速機。

40

【請求項6】

請求項3～5のいずれかにおいて、

前記歯車が、前記遊星歯車機構の遊星歯車であり、

該遊星歯車が、前記支持部材としての遊星ピンによって該遊星ピンに対して回転可能に支持されると共に、

前記軸受が外輪を備えており、

前記隙間が、前記歯車と該軸受の外輪との間に形成されていることを特徴とする風力発電用の増速機。

【請求項7】

請求項3～6のいずれかにおいて、

50

前記歯車が、前記遊星歯車機構の遊星歯車であり、
 該遊星歯車が、前記支持部材としての遊星ピンによって該遊星ピンに対して回転可能に支持されると共に、
 前記軸受が内輪を備えており、
 前記隙間が、前記遊星ピンと該軸受の内輪との間に形成されていることを特徴とする風力発電用の増速機。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかにおいて、
 前記凹部は溝であることを特徴とする風力発電用の増速機。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかにおいて、
 前記遊星歯車機構が、単純遊星歯車機構であることを特徴とする風力発電用の増速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電用の増速機に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献 1 に、図 1 1 ~ 図 1 3 に示されるような風力発電用の増速機が開示されている。

【0003】

図 1 1 及び図 1 2 において、風力発電装置 1 は、基礎 6 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、該ナセル 3 に対して回転自在に組付けられたロータヘッド 4 とを有している。ロータヘッド 4 は、複数枚（図示の例では 3 枚）の風車ブレード（風車翼）5 が取り付けられている。ナセル 3 の内部において、ロータヘッド 4 には、増速機 2 0 及び発電機 1 1 が接続されている。

【0004】

風車ブレード 5 に風が当たると、ロータヘッド 4 が回転し、該ロータヘッド 4 の回転が増速機 2 0 にて増速した状態で発電機 1 1 に伝達される。これにより、ロータヘッド 4 の（トルクはあるが）速度が遅い回転を、1 0 0 倍程度の速さに増幅することができ、発電機 1 1 から効率的に発電出力を得ることができる。なお、図 1 2 に示す符号 1 2 はトランス、1 3 はコントローラ、1 4 はインバータ、1 5 はインバータクーラ、1 6 は潤滑油クーラである。

【0005】

前記増速機 2 0 は、図 1 3 に示すように、初段に遊星歯車機構 2 2 を備えると共に、中段及び後段に平行軸歯車機構 2 4、2 6 を備える。入力軸 2 8 から入力されるロータヘッド 4 の主軸（図示略）の回転は、計 3 段の歯車機構 2 2、2 4、2 6 によって増速され、出力軸 3 0 から出力される。出力軸 3 0 には、前述した発電機 1 1 が連結される。

【0006】

前記遊星歯車機構 2 2 は、入力軸 2 8 と一体化されたキャリア 3 2、該キャリア 3 2 に固定された遊星ピン 3 4、該遊星ピン 3 4 に回転自在に支持された遊星歯車 3 6、該遊星歯車 3 6 が同時に噛合する内歯歯車 3 8 及び太陽歯車 4 0 から主に構成されている。この例では、太陽歯車 4 0 が遊星歯車機構 2 2 の出力軸 4 2 と一体化されると共に、内歯歯車 3 8 がケーシング 4 4 と一体化されている。

【0007】

なお、前記遊星ピン 3 4 と遊星歯車 3 6 との間には、ころ軸受 4 6 が介在され、風車ブレード 5 側から入力されてくる大トルクに対応できるように配慮されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2009-144533号公報(図6~図8)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

風力発電設備は、その耐用期間が20年前後となるように設計される。このため、増速機についても基本的に20年前後の寿命が確保されることが要求される。

【0010】

しかしながら、風力発電設備は自然環境下に設置されるので(たとえガイドラインに沿った設計がなされている場合であっても)強風や突風などに起因する増速機に関するトラブルが多いというのが実状である。増速機のトラブルは、一度発生するとその被害は深刻なものとなるため、信頼性の確保が重要視されている。

10

【0011】

一般に、増速機の信頼性を確保するにあたって有効な対策は、要するならば、設計時に各要素の安全率(セーフティファクタ)を大きくとることである。しかし、各要素の安全率を大きくとると、当然に増速機全体が大型化して重量も大きくなり、製造コスト、建設コストの増大を招くという問題が生じる。

【0012】

本発明は、このような問題を解消するためになされたものであって、新たに見つけた中間課題(後述)を克服することによって、小型、軽量、低コストでありながら、信頼性が高く、寿命の長い風力発電用の増速機を提供することをその本来の課題としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明のある態様は、遊星歯車機構を備えた風力発電用の増速機に関する。この増速機は、遊星歯車機構の一要素を構成する歯車と、歯車を、軸受を介して回転可能に支持する支持部材と、を備える。軸受における相対回転する部位以外のいずれかの部位に、歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士を、相対的に半径方向に微小変位可能とする隙間を形成する。隙間には潤滑剤が進入する。隙間を介して対向する2つの表面のうちの少なくとも一方に凹部を設けた。

【0014】

本発明の前記中間課題及びその解決原理は、公知のものではないため、ここで、本発明が着目した当該中間課題とその解決原理について、詳細に説明する。

30

【0015】

風力発電設備の風車ブレードには、「風速や風向が変化する風」が瞬間的に強く掛かることがある。例えば、強い突風が風車ブレードに掛かると、増速機の各要素には瞬間的に強い加速トルクが掛かる。しかしながら、増速機の先には高速で回転する発電機が負荷として連結されているため、増速機の各要素は、慣性によりこの加速トルクに瞬時に追従して回転速度を増大させることができない。結果として、加速トルクの立ち上がりが急峻の場合は、各要素にこの急峻に立ち上がる加速トルクが、(恰も静止している各要素に対して掛かるように)瞬間的にそっくり掛かってしまうことになる。

【0016】

40

また、例えば風向きが激しく変化するような悪天候の場合、「突然の逆風」等によって風車ブレードの逆側から風が掛かったりすることがある。すると、該風車ブレードの回転速度が瞬間的に大きく落ち込むという現象が発生する。この場合、増速機の各要素には、入力軸側から強い減速トルクが掛かる。しかし、(加速トルクが掛かるときと異なり)強い減速トルクが突然掛かるときは、たとえ風車ブレードの回転方向は逆にはならなくても、それまで各歯車の歯面間に形成されていたバックラッシの形成方向が反転してしまう現象が発生する。これは、入力軸が「駆動力を付与する状態」から、「制動力を付与する状態」に変化するためである。バックラッシが反転するときは、各歯車の歯面同士が直接ぶつかるため、歯面(この場合通常駆動時と逆側の面)に強い衝撃が加わると考えられる。この状態から、当該「突然の逆風」が止んで再加速するときに歯面のバックラッシは再び

50

反転する。このため、結局、天候が荒れていて風が巻いていると、このような状況が発生するごとに、歯面同士の衝突が繰り返され、各歯面には両側から頻繁に衝撃が掛かってしまうことになる。

【0017】

本発明は、風力発電用の増速機のトラブルには、強風時に連続的に掛かる大きなトルクだけでなく、むしろ、このような「風速や風向の急変」に起因して、増速機の各要素に瞬時的に（ピーク的に）発生する強い負荷あるいは衝撃が大きく影響していると推察し、こうした強い瞬時的な負荷あるいは衝撃を緩和することを「中間課題」として捉え、この中間課題を克服することによって、上記本来の課題を解決するという発想で創案された。

【0018】

本発明では、歯車と支持部材が軸受を介して相対回転する部位以外のいずれかの部位に、潤滑剤の進入可能な「隙間」を形成するようにしている。この隙間は、歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士が、相対的に半径方向に微小変位することを許容する。

【0019】

今、「風速や風向の急変」等に起因して、入力軸回転速度が急変すると、増速機は、本来的に瞬時にその時点で最も安定的な噛合状態を自動的に形成しようとする。このとき本発明によれば、上記隙間の存在により、結果として歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士が、相対的に半径方向に微小変位することができる。この結果、上記隙間の形成態様が変化して隙間内の潤滑剤の移動（出入り）が発生するため、同時に、該潤滑剤の移動（特に隙間から出て行こうとする移動）を妨げようとする抵抗が発生する。この抵抗により、（もし抵抗がなかったならばそのまま急峻に立ち上がってしまう）負荷や衝撃を鈍らせることができる。

【0020】

本発明に係る風力発電用の増速機は、強風が吹きやすい地域や、風向きが安定しない地域、すなわち風の乱れが大きい地域に設置される風力発電設備に組み込まれる場合に、特に有効に機能する。

【0021】

また、隙間を介して対向する2つの表面のうちの少なくとも一方に凹部を設けることにより、隙間が保持可能な潤滑剤の量を増やすと共に潤滑剤の移動を妨げて衝撃吸収効果を高めることができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、小型、軽量、低コストでありながら、信頼性の高く、寿命の長い風力発電用の増速機を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す断面図である。

【図2】図1の増速機の全体構成を示す断面図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す断面図である。

【図4】本発明の第3実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す断面図である。

【図5】本発明の第4実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す平面図である。

【図6】第4実施形態の変形例に係る風力発電用の増速機の主要部を示す平面図である。

【図7】図7(a)、(b)は、本発明の第5実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す平面図および断面図である。

【図8】本発明の第6実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す断面図である。

【図9】本発明の第7実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す断面図である。

【図10】本発明の更に他の実施形態に係る風力発電用の増速機の遊星歯車機構の概略構成を示すスケルトン図である。

【図11】従来（及び本発明）の風力発電設備の全体構成の一例を示す正面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】図 1 1 の風力発電設備のナセルの内部構成を示す斜視図である。

【図 1 3】図 1 1 の風力発電設備のナセル内に設置された従来の風力発電用の増速機の一例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態の一例を詳細に説明する。

【0025】

本発明に係る増速機が組み込まれる風力発電設備の概略構成については、既に図 1 1、図 1 2 を用いて説明したものと同様であるため、重複説明は省略し、以降、増速機自体の構成について詳細にする。

10

【0026】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る風力発電用の増速機 5 0 の主要部を示す断面図、図 2 は、その全体断面図である。

【0027】

先ず、図 2 を参照して、この風力発電用の増速機 5 0 は、初段に遊星歯車機構 5 2 を備えると共に、中段及び後段に第 1、第 2 平行軸歯車機構 5 4、5 6 を備える。入力軸 5 8 から入力される主軸（図示略）の回転は、計 3 段の歯車機構 5 2、5 4、5 6 によって増速され、出力軸 6 0 から出力される。出力軸 6 0 には、発電機（従来の発電機 1 1 と同様：図 1 2 参照）が連結され、所定の発電がなされる。

【0028】

20

前記遊星歯車機構 5 2 は、入力軸 5 8 と一体化されたキャリア 6 2、該キャリア 6 2 に両持ち支持された遊星ピン 6 4、該遊星ピン 6 4 に回転自在に支持された 3 個（図 2 では 1 個のみ図示）の遊星歯車 6 8、該遊星歯車 6 8 が同時に内接噛合する内歯歯車 7 0、遊星歯車 6 8 が同時に外接噛合する太陽歯車 7 2、及び後述のリング状の部材 8 8 から主に構成されている。この実施形態では、太陽歯車 7 2 は遊星歯車機構 5 2 の出力軸 8 0 に直接形成されており、内歯歯車 7 0 はケーシング 7 4 と一体化（固定）されている。

【0029】

前記キャリア 6 2 は、円盤状の一对のキャリアフランジ 6 2 A、6 2 B が連結部 6 2 C を介して連結・対峙している構成とされ、この一对のキャリアフランジ 6 2 A、6 2 B の間に前記遊星歯車 6 8、内歯歯車 7 0、太陽歯車 7 2 が組み込まれている。キャリアフランジ 6 2 A、6 2 B は、軸受 7 5、7 8 によって増速機 5 0 のケーシング 7 4 に（入力軸 5 8 ごと）回転自在に支持されている。

30

【0030】

前記遊星ピン 6 4 は、この一对のキャリアフランジ 6 2 A、6 2 B に圧入され、両持ち支持されている。前記遊星歯車 6 8 は、該遊星ピン 6 4 によってころ軸受 7 6 およびリング状の部材 8 8 を介して回転可能に支持されている。即ち、この実施形態では、遊星歯車 6 8 が請求項 1 の「歯車」に相当しており、ころ軸受 7 6 が「軸受」に、遊星ピン 6 4 が「支持部材」にそれぞれ相当している。

【0031】

ここで、図 1 を合わせて参照して、本実施形態における増速機の遊星歯車の付近の構成をより詳細に説明する。

40

【0032】

前述したように、遊星歯車 6 8 は、ころ軸受 7 6 およびリング状の部材 8 8 を介して回転可能に（支持部材である）遊星ピン 6 4 に支持されている。この実施形態では 2 個のころ軸受 7 6 が軸方向に並べて配置されている。それぞれのころ軸受 7 6 は内輪 7 6 A、外輪 7 6 B、ころ（転動体）7 6 C、及びリテーナ 7 6 D を備えている。ころ軸受 7 6 の内輪 7 6 A は、スペーサ 8 2（8 2 A ~ 8 2 C）を介してキャリアフランジ 6 2 A、6 2 B の間で軸方向に位置決めされている。また、ころ軸受 7 6 の外輪 7 6 B は、ころ 7 6 C、中央のスペーサ 8 2 B、及びリテーナ 7 6 D を介して内輪 7 6 A に対して軸方向に位置決めされている。

50

【0033】

本実施形態に係る風力発電用の増速機50では、遊星歯車68と軸受76(の外輪76B)との間に、リング状の部材88を介在させている。リング状の部材88の外周面88Aには、凹部すなわち周方向に伸びる複数の溝88AAが設けられる。

なお、本実施形態では、溝88AAは周方向に一周つながっているが、周方向の何力所かで途切れた溝であってもよい。

【0034】

遊星歯車68は、中心孔68Aを備えている。中心孔68Aには溝68Bが形成されており、この溝68Bに止め輪84が係合している。また、リング状の部材88の軸方向の両端部にはそれぞれ、リング状の部材88の軸方向の移動を規制するための段部88B、88Cが設けられている。リング状の部材88の軸方向の一端の段部88Bは止め輪84に係止され、リング状の部材88の他端の段部88Cは遊星歯車68の対応する段部68Cに係止されている。これにより、遊星歯車68に対してリング状の部材88が軸方向に位置決めされる。

10

【0035】

リング状の部材88の内周面88Dには2つの溝88DA、88DBが形成されており、これらの溝88DA、88DBのそれぞれに止め輪85A、85Bが係合している。これにより、2つのころ軸受76の外輪76Bの端部76A1、76B1に対してリング状の部材88が軸方向に位置決めされる。このように、遊星歯車68はリング状の部材88を介して軸方向に位置決めされ、該遊星歯車68の軸方向の動きが拘束されている。

20

【0036】

しかし、遊星歯車68は、半径方向の微小な動きは特に拘束されていない。円周方向の動きについては、少なくともころ軸受76(の外輪76B)に対しては、全く拘束されていない。即ち、リング状の部材88の内周側には、小さな間隔の隙間S1が形成されており、外周側にはより大きな隙間S2が形成されている。より具体的には、隙間S1はリング状の部材88の内周面88Dところ軸受76の外輪76Bの外周面との間に形成され、隙間S2はリング状の部材88の外周面88Aと遊星歯車68の中心孔68Aの周面との間に形成されている。従って、この2つの隙間S1及びS2の存在により、遊星歯車68は支持部材である遊星ピン64に対して半径方向に微小変位可能である。なお、上記隙間S1、S2のうち的一方はなくてもよい。

30

【0037】

本実施形態では、隙間S1は、ころ軸受76の外径d1に対して0.3%(3/1000)程度の大きさとなるように設定してある。隙間S1および隙間S2が、遊星歯車68ところ軸受76の外輪76Bが、相対的に半径方向に微小変位することを可能としている。本実施形態では、ころ軸受76は、支持部材である遊星ピン64と一体化された状態で組み込まれているため、遊星歯車68の方が、ころ軸受76に対して微小変位する構成とされている。

【0038】

遊星歯車68がころ軸受76に対して微小変位可能というのは、結果として、遊星歯車68が、内歯歯車70及び太陽歯車72に対して、通常のバックラッシによる円周方向の微小変位のほかに、隙間S1および隙間S2の分、更に半径方向に微小変位できることを意味する。

40

【0039】

隙間S1および隙間S2内には、増速機50内の潤滑剤(潤滑油)が進入可能である。隙間S1および隙間S2内の潤滑剤の機能については、後に詳細に説明する。

【0040】

次に、本実施形態に係る風力発電用の増速機50の作用を説明する。

【0041】

風車ブレード5の回転は、ロータヘッド4の主軸を介して増速機50の入力軸58に伝達される。入力軸58の回転はキャリア62(キャリアフランジ62A、62B)を介し

50

て遊星歯車 68 の公転として遊星歯車機構 52 に入力され、遊星歯車 68、内歯歯車 70、太陽歯車 72 の 3 者の相対回転により、増速された回転が太陽歯車 72 から遊星歯車機構 52 の出力軸 80 へと出力される。

【0042】

遊星歯車機構 52 の出力軸 80 の回転は、カップリング 79 を介して第 1 平行軸歯車機構 54 によって増幅され、第 2 平行軸歯車機構 56 によってさらに増幅された後、最終的に当該増速機 50 の出力軸 60 から取り出される。増速機 50 の出力軸 60 は、発電機 11 に連結されているため、結局、風車ブレード 5 の回転を増速した上で発電機 11 を回転させることができ、効率的な風力発電を行うことができる。

【0043】

以下、隙間 S1 および隙間 S2 の機能に着目しながら遊星歯車機構 52 の作用をより詳細に説明する。

【0044】

入力軸 58 と一体化されたキャリア 62 (キャリアフランジ 62A、62B) が回転すると、このキャリアフランジ 62A、62B の回転に伴って遊星ピン 64 が遊星歯車機構 52 の軸心周りで公転するため、遊星歯車 68 が太陽歯車 72 に外接、内歯歯車 70 に内接した状態で回転する。

【0045】

遊星ピン 64 と遊星歯車 68 との円周方向の相対回転は、専らころ軸受 76 のころ 76C を介して該ころ軸受 76 の内輪 76A と外輪 76B とが相対回転することによって実現される。これは、隙間 S1、隙間 S2 はいずれもその間隔が極めて狭いことから、仮に、ころ軸受 76 の外輪 76B とリング状の部材 88 との間またはリング状の部材 88 と遊星歯車 68 との間もしくはその両方に円周方向の相対回転が発生しようとする、隙間 S1、隙間 S2 内に存在する潤滑剤に剪断応力が発生するためである。即ち、この剪断応力の発生と相俟って、遊星ピン 64 と遊星歯車 68 の円周方向の相対回転に対する抵抗は、ころ軸受 76 よりも隙間 S1、隙間 S2 の方が遙かに大きくなるため、結果として、(隙間 S1、隙間 S2 の存在に拘わらず)、ころ軸受 76 の外輪 76B とリング状の部材 88 と遊星歯車 68 とは、(少なくとも通常運転時は)相対回転はほとんどしない。

【0046】

一方、荒れた天候のとき、とりわけ、風向きが頻繁に変わるような強い風が吹いているとき等にあっては、風車ブレード 5 の回転トルクが変動(あるいは急変)するため、遊星歯車 68 に掛かるキャリア 62 からの公転推進力も同様に変動する。それによって内歯歯車 70 や太陽歯車 72 から受ける噛合反力も変動するため、隙間 S1 や隙間 S2 の部分にかかるラジアル荷重が変動する。その結果、遊星歯車 68 が遊星ピン 64 (具体的にはこれと一体化されているころ軸受 76 の外輪 76B) に対して半径方向に微小変位する状態が繰り返されることになる。

【0047】

この微小変位により、円周方向のある部分での隙間 S1 の間隔が狭くなると、その部分に存在していた潤滑剤が押し潰されながら隙間 S1 外に押し出される。逆に、直径方向反対側では隙間 S1 の間隔が拡がり、隙間 S1 内に潤滑剤が入り込む。このとき、とりわけ隙間 S1 の間隔がより狭くなって隙間 S1 内の潤滑剤が押し潰されながら押し出されるとき、潤滑剤に強い圧縮応力と、狭い空間で強制的に移動させられることによる剪断応力が発生する。

【0048】

この圧縮応力や剪断応力の発生により、隙間 S1 を挟んだ 2 つの部材の間でピーク的な負荷が、一方側から他方側に直に(そのまま)伝達されてしまうのが防止される。即ち、リング状の部材 88 ところ軸受 76 の外輪 76B との間で、もし隙間 S1 がなかったならば、そのまま急峻に大きく立ち上がって急峻に低下するような衝撃的なトルクの伝達が抑制される。

隙間 S2 についても同様であり、遊星歯車 68 とリング状の部材 88 との間で、もし隙

10

20

30

40

50

間 S 2 がなかったならば、そのまま急峻に大きく立ち上がって急峻に低下するような衝撃的なトルクの伝達が抑制される。

【 0 0 4 9 】

また、仮に、それまで隙間 S 1 内の潤滑剤の円周方向の剪断応力の範囲内で一体的に回転していたリング状の部材 8 8 と軸受 7 6 の外輪 7 6 B の間に、該剪断応力を超える円周方向の負荷がかかると、当該リング状の部材 8 8 と軸受 7 6 の外輪 7 6 B との間に「滑り」が発生するため、この新たに発生した滑りによっても、衝撃の吸収効果が発揮されると考えられる。

隙間 S 2 についても同様であり、遊星歯車 6 8 とリング状の部材 8 8 との間の滑りによっても衝撃の吸収効果が発揮されると考えられる。

10

【 0 0 5 0 】

更には、急峻なトルク変動の伝達が抑制されることによって、バックラッシュが反転する頻度を低減することができ、仮に反転したとしても、反転時の歯面の衝撃をより低減することもできる。この効果は、風向きが安定しない地域に設置された風力発電設備の場合、現実的には小さくないと考えられる。

【 0 0 5 1 】

加えて、本実施形態に係る風力発電用の増速機 5 0 の場合、遊星歯車 6 8 が 3 個あり、動力伝達が行われる噛合点が計 6 個所存在するが、各遊星歯車 6 8 のピッチ円や公転軌道（キャリア 6 2 に対する遊星ピン 6 4 の位置）は、製造誤差によって必ずばらついている。また、内歯歯車 7 0 及び太陽歯車 7 2 の同軸性も必ずしも正確に確保されているわけ

20

【 0 0 5 2 】

このため、従来の（遊星歯車機構を備えた）風力発電用の増速機の場合は、ある「特定の噛合点」にのみ、伝達トルクの負荷が強く掛かり易いという傾向があった。言うまでもなく、伝達トルクの負荷を特定の噛合点でのみ強く受けると、当該特定の噛合点でのダメージはより増強されてしまうが、この影響は、急峻に立ち上がって急峻に低下するような衝撃的なトルクが掛かった場合に一層顕著となる。

【 0 0 5 3 】

本実施形態に係る増速機 5 0 によれば、隙間 S 1 や隙間 S 2 の存在により、3 個の遊星歯車 6 8 が、それぞれ内歯歯車 7 0 及び太陽歯車 7 2 に対して半径方向に微小変位できるため、リアルタイムで（瞬時に）その時点で最も安定的な噛合状態を自動的に且つより容易に形成できるようになるという効果も得られる。この安定的な噛合状態を自動的に形成できる機能は、衝撃的なトルクが掛かったときだけでなく、風向きがそれほど急に変化しないときにも常に維持されるため、より低周波数領域の変動成分の吸収にも寄与すると考えられる。

30

【 0 0 5 4 】

結果として、隙間 S 1、隙間 S 2 と該隙間 S 1、隙間 S 2 内の潤滑剤の存在により、風車ブレード 5 から発電機 1 1 に至るエネルギーの総量はほぼ同一でありながら、特に、各要素に加わる負荷のピーク値を低減し、瞬間的な過大負荷や衝撃の発生を低減することができるようになる。この結果、風車ブレード 5 から入力されてくるトルクを、より安定的に伝達することが可能となり、増速機の寿命を大きく伸ばすことができる。

40

【 0 0 5 5 】

さらに、本実施形態では、リング状の部材 8 8 自体が、遊星ピン 6 4（及びこれと一体化された軸受 7 6 の外輪 7 6 B）に対して半径方向に微小変位可能であり、且つ、このリング状の部材 8 8 に対して遊星歯車 6 8 が半径方向に微小変位可能な構成とされているため、変動成分を良好に吸収可能な周波数領域をより拡大することができる。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態では、隙間 S 2 を形成するリング状の部材 8 8 の外周面 8 8 A に複数の溝 8 8 A A を設けたので、隙間 S 2 に収容可能な潤滑剤の量を増やすことができる。また、溝 8 8 A A の存在により外周面 8 8 A の濡れ性が上がり、潤滑剤の移動を妨げようと

50

する抵抗が大きくなる。その結果、衝撃吸収効果を高めることができる。

【0057】

なお、リング状の部材88の外周面88Aに代えて、またはそれに加えて、遊星歯車68の中心孔68Aの周面に凹部を設けてもよい。

【0058】

なお、変動吸収を意図する周波数領域によっては、支持部材である遊星ピン64と軸受76(の内輪76A)との間に、隙間S3(図1にて想像線にて図示)を追加的に形成するのは有効である。

【0059】

さらには、このようなリング状の部材88を、遊星歯車68と軸受76の外輪76Bとの間に代えて、あるいは遊星歯車68と軸受76の外輪76Bとの間に加えて、軸受76の内輪76Aと遊星ピン64の間に配置するようにしてもよい。

【0060】

隙間S1の大きさも隙間S1の内径(上記実施形態では軸受76の外輪76Bの外径)の3/1000に限定されない。隙間の形成位置、形成個数、あるいは大きさ(間隔)を変更すると、微小変位できる部材の慣性質量や変位の態様が異なってくるため、変動(負荷変動)を良好に吸収できる領域の周波数成分を調整することができる。このため、風力発電設備を設置する地域において実際に吹く風の性質を考慮して適宜に設定するとよい。

【0061】

図3は、本発明の第2実施形態に係る風力発電用の増速機91の主要部を示す断面図である。

【0062】

風力発電用の増速機91では、遊星歯車68と軸受76(の外輪76B)との間に、リング状の部材100を介在させている。リング状の部材100の内周面100Aには、凹部すなわち周方向に伸びる複数の溝100AAが設けられる。

【0063】

その他の構成は、第1実施形態と同様であるため、図3の中で第1実施形態と同一または機能的に類似する部分に同一の符号を付すにとどめ、重複説明を省略する。

【0064】

本実施形態に係る風力発電用の増速機91によると、第1実施形態に係る風力発電用の増速機50と同様の作用効果が奏される。特に、本実施形態では、隙間S1を形成するリング状の部材100の内周面100Aに複数の溝100AAを設けたので、隙間S1に収容可能な潤滑剤の量を増やすことができる。また、溝100AAの存在により内周面100Aの濡れ性が上がり、潤滑剤の移動を妨げようとする抵抗が大きくなる。その結果、衝撃吸収効果を高めることができる。

【0065】

なお、リング状の部材100の内周面100Aに代えて、またはそれに加えて、軸受76の外輪76Bの外周面に凹部を設けてもよい。

【0066】

図4は、本発明の第3実施形態に係る風力発電用の増速機120の主要部を示す断面図である。

【0067】

風力発電用の増速機120では、遊星歯車68と軸受76(の外輪76B)との間に、リング状の部材122を介在させている。リング状の部材122の内周面122Aおよび外周面122Bにはそれぞれ、凹部すなわち周方向に伸びる複数の溝122AA、122BBが設けられる。内周面122Aの溝122AAと外周面122Bの溝122BBとは軸方向の間隔すなわち幅が異なる。

【0068】

その他の構成は、第1実施形態と同様であるため、図4の中で第1実施形態と同一また

10

20

30

40

50

は機能的に類似する部分に同一の符号を付すにとどめ、重複説明を省略する。

【0069】

本実施形態に係る風力発電用の増速機91によると、第1実施形態に係る風力発電用の増速機50と同様の作用効果が奏される。特に、本実施形態では、隙間S1を形成するリング状の部材122の内周面122Aに複数の溝122AAを設け、かつ、隙間S2を形成するリング状の部材122の外周面122Bに複数の溝122BBを設けたので、隙間S1および隙間S2のそれぞれに収容可能な潤滑剤の量を増やすことができる。また、隙間S1および隙間S2のそれぞれについて、溝122AA、122BBの存在により内周面122A、外周面122Bの濡れ性が上がり、潤滑剤の移動を妨げようとする抵抗が大きくなる。その結果、第1実施形態および第2実施形態の場合よりも衝撃吸収効果を高めることができる。

10

【0070】

なお、リング状の部材122の内周面122Aに代えて、またはそれに加えて、ころ軸受76の外輪76Bの外周面に凹部を設けてもよい。また、リング状の部材122の外周面122Bに代えて、またはそれに加えて、遊星歯車68の中心孔68Aの周面に凹部を設けてもよい。

【0071】

図5は、本発明の第4実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す平面図である。この増速機の構成は、リング状の部材の外周面に形成される溝の向きを除いて第1実施形態に係る増速機50の構成と同様である。図5は図1の右側から見た平面図に対応する。図5では、隙間S1の表示は省略する。

20

【0072】

本実施形態に係る増速機では、遊星歯車68ところ軸受76(の外輪76B)との間に、リング状の部材130を介在させている。リング状の部材130の外周面130Aには、凹部すなわち軸方向に伸びる複数の溝130AAが設けられる。隙間S2には潤滑剤132が進入している。

本実施形態では、リング状の部材130の軸方向全長に亘って溝130AAが設けられる。なお、軸方向の一部のみに溝が設けられてもよい。

【0073】

本実施形態に係る風力発電用の増速機によると、第1実施形態に係る風力発電用の増速機50と同様の作用効果が奏される。特に、本実施形態では、複数の溝130AAは軸方向に伸びるので、周方向に伸びる場合と比べて、隙間S2内の潤滑剤132が周方向に押し出されるとき抵抗が大きくなる。したがって、衝撃吸収効果をより高めることができる。

30

【0074】

図6は、第4実施形態の変形例に係る風力発電用の増速機の主要部を示す平面図である。本変形例では、リング状の部材130の外周面130Aに加えて、遊星歯車134の中心孔134Aの周面に軸方向に伸びる複数の溝134AAが設けられる。なお、リング状の部材130の外周面130Aの溝130AAはなくてもよい。

【0075】

図7(a)、(b)は、本発明の第5実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す平面図および断面図である。この増速機の構成は、リング状の部材の外周面に形成される凹部の形態を除いて第1実施形態に係る増速機50の構成と同様である。図7(a)は図1の右側から見た平面図に対応する。図7(a)、(b)では、隙間S1の表示は省略する。

40

【0076】

本実施形態に係る増速機では、遊星歯車68ところ軸受76(の外輪76B)との間に、リング状の部材140を介在させている。リング状の部材140の外周面140Aには、凹部すなわち複数のディンプル144が設けられる。複数のディンプル144の形状、大きさ、深さ、カバー率は任意に設定できる。隙間S2には潤滑剤142が進入している

50

。

【 0 0 7 7 】

本実施形態に係る風力発電用の増速機によると、第 1 実施形態に係る風力発電用の増速機 5 0 と同様の作用効果が奏される。

なお、リング状の部材 1 4 0 の外周面 1 4 0 A に代えて、またはそれに加えて、遊星歯車 6 8 の中心孔 6 8 A の周面に複数のディンプルを設けてもよい。

【 0 0 7 8 】

図 8 は、本発明の第 6 実施形態に係る風力発電用の増速機 1 5 0 の主要部を示す断面図である。

【 0 0 7 9 】

第 1 実施形態では遊星歯車 6 8 ところ軸受 7 6 との間にリング状の部材 8 8 を介在させ、そのリング状の部材 8 8 の内周側に隙間 S 1 を、外周側に隙間 S 2 を設けたが、本実施形態ではリング状の部材は設けずに遊星歯車 6 8 の中心孔 6 8 A ところ軸受 7 6 の外輪 7 6 B との間に直接、潤滑剤が進入する隙間 S 4 を設ける。

【 0 0 8 0 】

隙間 S 4 を形成する遊星歯車 6 8 の中心孔 6 8 A の周面には、凹部すなわち周方向に伸びる複数の溝 6 8 A A が設けられる。

【 0 0 8 1 】

その他の構成は、第 1 実施形態と同様であるため、図 8 の中で第 1 実施形態と同一または機能的に類似する部分に同一の符号を付すにとどめ、重複説明を省略する。

【 0 0 8 2 】

本実施形態に係る風力発電用の増速機 1 5 0 によると、第 1 実施形態に係る風力発電用の増速機 5 0 と同様の作用効果が奏される。

【 0 0 8 3 】

なお、遊星歯車 6 8 の中心孔 6 8 A の周面に代えて、またはそれに加えて、ころ軸受 7 6 の外輪 7 6 B の外周面に凹部を設けてもよい。

また、隙間 S 4 の形成に代えて、あるいは、隙間 S 4 の形成に加えて、ころ軸受 7 6 の内輪 7 6 A と遊星ピン（支持部材）6 4 との間に隙間 S 6（図 8 において想像線で図示）を形成し、その隙間 S 6 を介して対向する面の少なくとも一方に凹部（図 8 において破線で図示）を設けても、同様の作用効果が得られる。

【 0 0 8 4 】

図 9 は、本発明の第 7 実施形態に係る風力発電用の増速機 1 6 0 の主要部を示す断面図である。

【 0 0 8 5 】

この実施形態においては、遊星歯車 8 3 が、遊星歯車部 8 3 A と、該遊星歯車部 8 3 A を支持する遊星ピン部 8 3 C とで構成されている。この構成例から明らかなように、本発明における「歯車」は、軸受を介して支持部材に回転可能に支持される部材または部材群であって歯部を有する部材または部材群、と定義されてもよい。そして、この（遊星ピン部 8 3 C を含む）遊星歯車 8 3 が、両サイドに配置された支持部材たるキャリア 8 4（一对のキャリアフランジ 8 4 A、8 4 B）によって該キャリア 8 4 に対してころ軸受 8 6 を介して回転可能に両持ち支持されている。遊星歯車 8 3 は、ころ軸受 8 6 を介してキャリアフランジ 8 4 A、8 4 B と相対回転可能である。ころ軸受 8 6 は内輪 8 6 A 及び外輪 8 6 B 及びころ 8 6 C を備えている。

【 0 0 8 6 】

キャリア 8 4（一对のキャリアフランジ 8 4 A、8 4 B）ところ軸受 8 6（の外輪 8 6 B）との間に、潤滑剤が進入する隙間 S 5 が形成されている。即ち、この実施形態では、（遊星ピン部 8 3 C を含む）遊星歯車 8 3 が、本発明の「歯車」に相当し、キャリア 8 4（一对のキャリアフランジ 8 4 A、8 4 B）が、該「歯車」を、ころ軸受 8 6 を介して回転可能に支持する「支持部材」に相当していることになる。

【 0 0 8 7 】

10

20

30

40

50

隙間S5を形成するキャリアフランジ84A、84Bの内周面84A1、84B1のそれぞれには、凹部すなわち周方向に伸びる複数の溝84AA、84BBが設けられる。

【0088】

この実施形態に係る構成によっても、第1実施形態と同様に、遊星歯車83が支持部材たるキャリア84に対して半径方向に微小変位できる。ただし、この実施形態に係る遊星歯車83は、遊星ピン部83Cを一体に含んでいるため、第1実施形態よりも微小変位する部材の慣性質量が大きい。このため、設計次第で、より低周波数の領域での変動吸収を良好に行うことができる可能性がある。

【0089】

また、この実施形態でも、隙間S5を形成するキャリアフランジ84A、84Bの内周面84A1、84B1のそれぞれに複数の溝84AA、84BBを設けたので、隙間S5に収容可能な潤滑剤の量を増やすことができる。また、溝84AA、84BBの存在により内周面84A1、84B1の濡れ性が上がり、潤滑剤の移動を妨げようとする抵抗が大きくなる。その結果、衝撃吸収効果を高めることができる。

【0090】

なお、キャリアフランジ84A、84Bの内周面84A1、84B1に代えて、またはそれに加えて、ころ軸受86の外輪86Bの外周面に凹部を設けてもよい。

【0091】

この実施形態に対しても、隙間S5に代えて、あるいは隙間S5に加えて、ころ軸受86の内輪86Aと遊星歯車83との間に隙間S7(図9において想像線にて図示)を形成し、その隙間S7を介して対向する面の少なくとも一方に凹部(図9において破線で図示)を設けてもよい。また、このようなキャリア84での隙間S5(或いはS7)の形成に代えて、あるいは加えて、遊星歯車83の遊星歯車部83Aと遊星ピン部83Cとの間に隙間S8(図9において想像線にて図示)を設け、その隙間S8を介して対向する面の少なくとも一方に凹部(図9において破線で図示)を設けてもよい。また、遊星歯車部83Aと遊星ピン部83Cの間に、第1から第5実施形態のいずれかで説明されたようなリング状の部材(図示略)を配置してもよい。これにより、キャリア84での隙間S5(或いはS7)による変動吸収効果のほか、遊星歯車部83Aと遊星ピン部83Cの間においても、(吸収しようとする周波数成分次第では)有効な変動吸収効果が得られるようになる。なお、遊星歯車部83Aと遊星ピン部83Cは、別体ではなく、一体に形成されているもよい。

あるいはまた、キャリア84(一对のキャリアフランジ84A、84B)ところ軸受86(の外輪86B)との間に第1から第5実施形態のいずれかで説明されたようなリング状の部材(図示略)を配置してもよい。

【0092】

その他の構成は、第1実施形態と同様であるため、図9の中で先の実施形態と同一または機能的に類似する部分に同一の符号を付すにとどめ、重複説明を省略する。

【0093】

第1から第7実施形態について、隙間の形成される位置や大きさ、あるいは位相が異なると、変動吸収可能な周波数領域が異なってくるため、風力発電設備の設置される地域の方の性質を考慮してより効果的な変動吸収を行うことができるようになる。

【0094】

また、第1から第7実施形態について、潤滑剤が進入する隙間を介して対向する面の少なくとも一方に設けられる凹部が溝である場合は溝の数が多いほど、ディンプルである場合はディンプルの数が多いほど、より衝撃吸収効果を高めることができる。また隙間を介して対向する面の一方にのみ凹部が設けられる場合よりも、それらの面の両方に凹部が設けられる場合のほうが、より衝撃吸収効果を高めることができる。

【0095】

なお、上記実施形態においては、遊星歯車機構として、単純遊星歯車構造の遊星歯車機構が採用されていたが、本発明における遊星歯車機構は、単純遊星歯車構造の遊星歯車機

10

20

30

40

50

構に限定されるものではない。例えば、図10にスケルトン図示するような遊星歯車機構が特開2003-278849号公報に開示されている。

【0096】

この遊星歯車機構93は、太陽歯車がなく、遊星ピン部94Cと一体化された同一歯数の遊星歯車部94A、94Bを2個有し、それぞれの遊星歯車部94A、94Bと噛合すると共に異なる歯数を有する2個の内歯歯車95A、95Bを備えている。この遊星歯車機構93を風力発電用の増速機(全体は図示略)に適用する場合、2種類ある内歯歯車95A、95Bのうちの一方の内歯歯車95Aが入力軸92と連結され、キャリア97(必要ならば遊星歯車94を挟んで一對としてもよい)が出力軸96と連結される態様で使用することになる。

10

【0097】

この遊星歯車機構93は、構造は若干複雑であるが、その分、様々な態様で増速機を設計できるというメリットがある。このため、設置空間の制約が大きい風力発電用の増速機として、主に寸法的・形状的な面で有効に利用可能である。

【0098】

例えば、この遊星歯車機構93は、前述したように太陽歯車を有していないことから、中央部に大きな中空部(図示略)を形成するのが容易である。このため、入力軸92の周り(或いは内側)に何らかの制御機器やセンサ、配管等を配設する必要が生じたとき等において該中空部を有効に利用できる。また、この遊星歯車機構93は、約5倍から30倍の増速を容易に設計できるため、必要ならば、後段の平行軸歯車機構(図示略)を、1段

20

【0099】

このような構造の遊星歯車機構93を有する風力発電用の増速機の場合、具体的には、2つの遊星歯車部94A、94Bと遊星ピン部94Cが一体化された「遊星歯車94」がその両側に存在する支持部材たるキャリア97に図示せぬ軸受を介して両持ち支持される構造となる。このため、本発明を図9に示された構成と類似した構成により適用することができる。

【0100】

また、この遊星歯車機構93においては、2つの内歯歯車95A、95Bのうちの一方の内歯歯車95Aが軸受98を介してケーシング99に回転自在に支持される構造であるため、設計によっては、この内歯歯車95Aと軸受98と該内歯歯車95Aを支持しているケーシング99の3者間で、本発明に係る隙間を形成し、かつ、その隙間を介して対向する面の少なくとも一方に凹部を形成することも可能である。

30

【0101】

換言するならば、本発明に係る「歯車」は、遊星歯車に限定されるものではなく、遊星歯車機構の構成によっては内歯歯車、あるいは太陽歯車に対しても適用可能である。

【0102】

このように、遊星歯車機構には、さまざまな構成が知られており、いずれの構成の遊星歯車機構を採用する場合においても、軸受における相対回転する部位以外のいずれかの部位に、潤滑剤が進入可能であって、且つ当該特定の歯車、軸受、及び支持部材のうちの少なくとも2者同士を、相対的に半径方向に微小変位可能とする隙間を形成したものである限り、本発明の範疇に属するものであり、本発明の作用効果を相応に得ることができる。但し、好ましくは、「単純遊星歯車機構」の「遊星歯車」の支持部分に本発明を適用するのがよい。それは、構造が簡単で安価である上に、遊星歯車が公転成分と自転成分を有して内歯歯車と太陽歯車に挟まれた状態で回転する構造であるため、該遊星歯車が隙間の存在によって半径方向に微小変位できることによる効果が、非常に顕著に顕れやすいからである。なお、遊星歯車の歯車の個数は、上記実施形態では3個であったが、2個でもよく、また、4個以上でもよく、特に限定されない。

40

【0103】

なお、上記実施形態においては、軸受として、いずれもころ軸受が採用されていたが、

50

本発明においては、軸受の種類は必ずしもころ軸受に限定されない。発電容量、あるいは遊星歯車機構の構成によっては、例えば、玉軸受や滑り軸受が採用されてもよい。更には、上記実施形態においては、軸受はすべて内輪及び外輪の双方を有していたが、本発明においては、隙間を形成しない側においては、内輪あるいは外輪が省略された軸受であってもよい。いずれの構造の軸受が採用される場合でも、軸受としての本来の（歯車と支持部材との間の）相対回転が行われる部位以外に、本発明に係る隙間が存在することになる。例えば、軸受として、滑り軸受が採用されている場合には、歯車と支持部材との間の通常運転時の相対回転はあくまで当該滑り軸受の部分で行われる。従って、この滑り軸受における相対回転が行われる部位以外に、本発明に係る隙間が別途存在することになる。換言するならば、「軸受における相対回転する部位」には、不可避免的に隙間が存在するが、この軸受において相対回転する部位の隙間は、本発明の隙間には含まれない。「軸受における相対回転する部位の隙間」は、例えば内外輪を有する軸受であれば、内輪 - 転動体 - 外輪間の隙間であり、内外輪の一方がない場合には、内外輪のある方 - 転動体 - 転動体の転走面を構成する部材間の隙間、ということになる。

10

【 0 1 0 4 】

第1から第4実施形態および第6、第7実施形態では、隙間を介して対向する面の少なくとも一方に形成される溝は周方向または軸方向に伸びる場合について説明したが、これに限られない。例えば、溝は回転軸に対して斜めにすなわちらせん状に形成されてもよい。あるいはまた、隙間を介して対向する面の両方に溝が形成される場合は、一方の面に形成される溝が伸びる方向を他方の面に形成される溝が伸びる方向と異ならせてもよい。複数の溝やディンプルの幅や大きさ、深さを異ならせてもよいし、2面以上に形成される場合には面によって数、幅、大きさ、深さ等を異ならせてもよい。

20

【 符号の説明 】

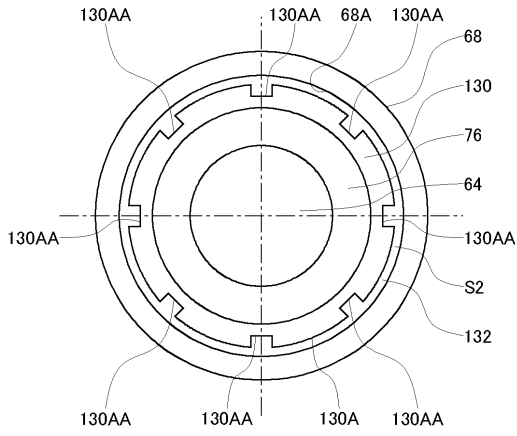
【 0 1 0 5 】

- 1 ... 風力発電設備
- 3 ... ナセル
- 4 ... ロータヘッド
- 5 ... 風車ブレード
- 1 1 ... 発電機
- 5 0 ... 増速機
- 5 2 ... 遊星歯車機構
- 5 8 ... 入力軸
- 6 0 ... 出力軸
- 6 2 ... キャリヤ
- 6 4 ... 遊星ピン
- 6 8 ... 遊星歯車
- 7 0 ... 内歯歯車
- 7 2 ... 太陽歯車
- 7 4 ... ケーシング
- 7 6 ... ころ軸受
- 8 8 ... リング状の部材
- S 1 ~ S 8 ... 隙間

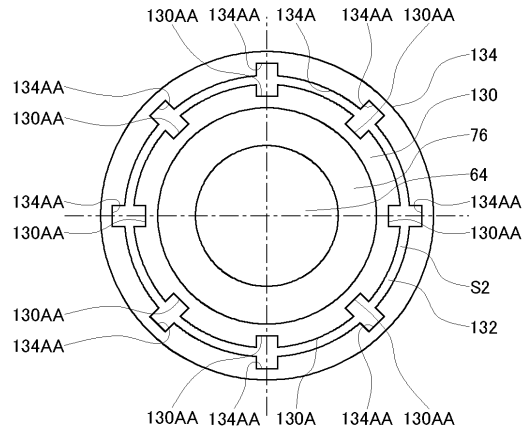
30

40

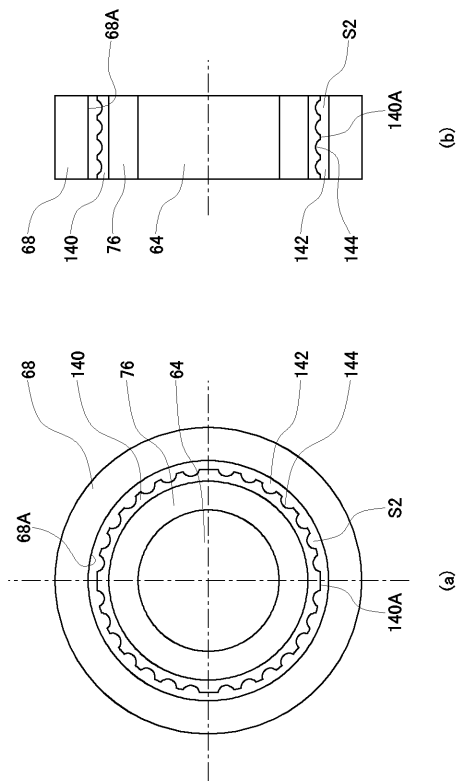
【 図 5 】



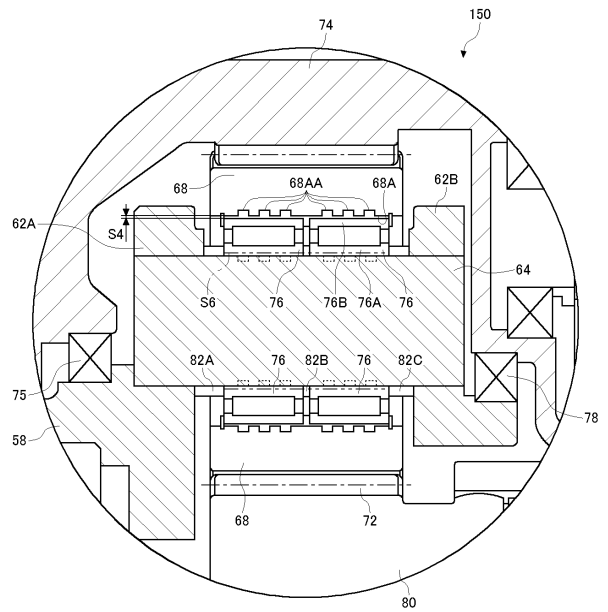
【 図 6 】



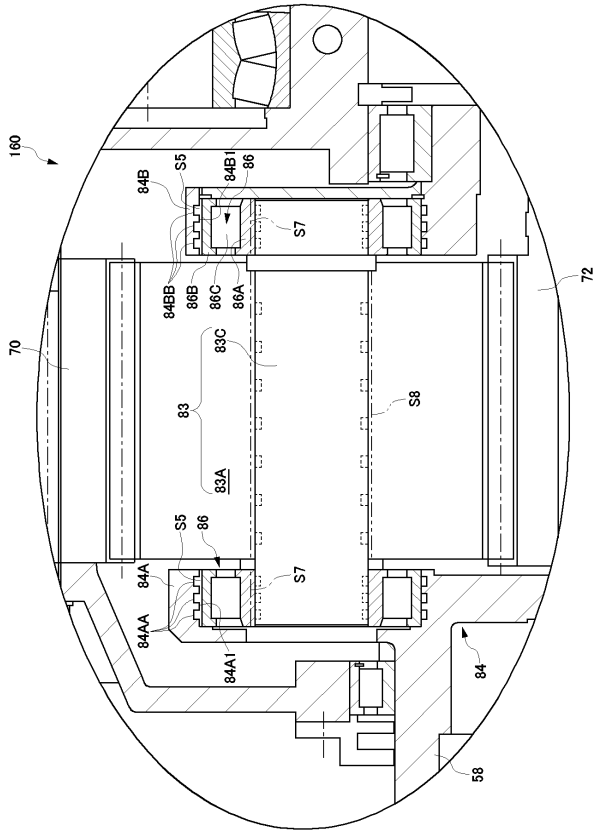
【 図 7 】



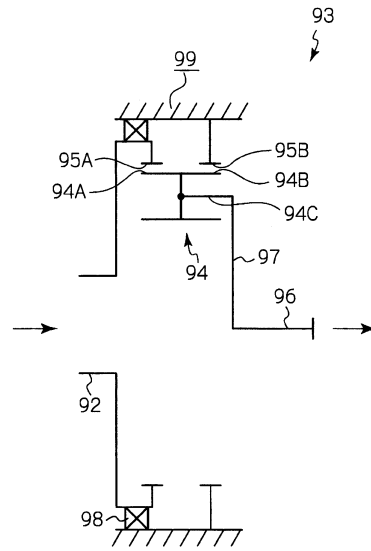
【 図 8 】



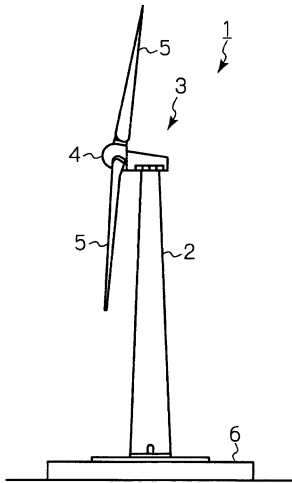
【図 9】



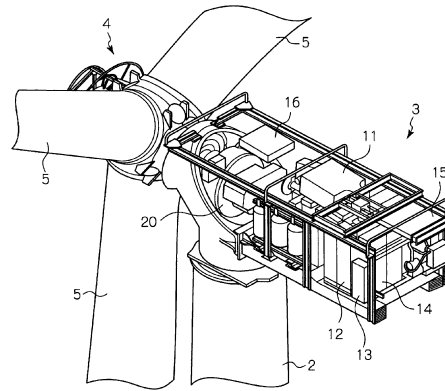
【図 10】



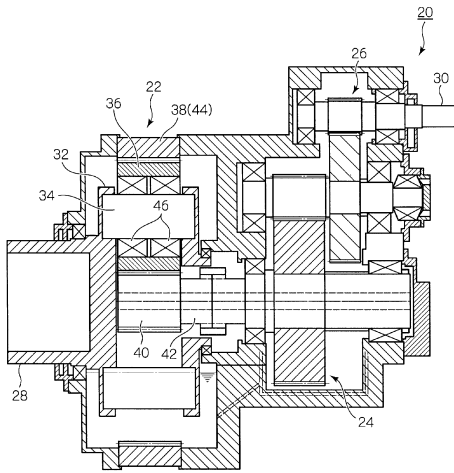
【図 11】



【図 12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 五十嵐 義高

神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重機械工業株式会社横須賀製造所内

審査官 中村 大輔

(56)参考文献 特開2011-127451(JP,A)

実開平05-045297(JP,U)

特開2007-071355(JP,A)

特開2009-144533(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 57/04

F03D 11/02