

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6238770号  
(P6238770)

(45) 発行日 平成29年11月29日 (2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日 (2017.11.10)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>F O 3 D</b>	<b>7/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>F O 3 D</b>	<b>7/04</b>	<b>K</b>
<b>F O 3 D</b>	<b>15/00</b>	<b>(2016.01)</b>	<b>F O 3 D</b>	<b>15/00</b>	

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-15465 (P2014-15465)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成26年1月30日 (2014.1.30)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2015-140777 (P2015-140777A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成27年8月3日 (2015.8.3)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成28年7月8日 (2016.7.8)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	柳 主鉦
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	佐伯 満
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	飛永 育男
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、  
 前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、  
 前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、  
 前記タワーと前記ナセルの連結部に設けられ、前記タワーに対する前記ナセルおよび前記ロータの位置を制御するヨー駆動手段を有し、  
 前記ヨー駆動手段は、前記タワーに設けられたヨーベアリングギアと、前記ヨーベアリングギアと噛合するピニオンギアと、前記ピニオンギアに出力軸を介して連結された変速機と、前記変速機を介して前記ピニオンギアと連結された駆動モータと、を備え、  
 前記出力軸と前記ヨーベアリングギアとの間のヨー駆動力の伝達を解除する解除手段を有することを特徴とする風力発電装置。

【請求項 2】

前記解除手段は、手動操作によりヨー駆動力の伝達を解除することを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 3】

前記解除手段は、前記解除手段を駆動する解除手段駆動装置により自動でヨー駆動力の伝達を解除することを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 4】

前記解除手段により前記ヨー駆動手段のヨー駆動力の伝達が解除された場合、前記ナセルおよび前記ロータが、前記タワーに対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態となることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の風力発電装置。

【請求項 5】

前記ヨー駆動手段の制御電流が定格値を超えた場合、前記解除手段により前記ヨー駆動手段のヨー駆動力の伝達を解除することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の風力発電装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の風力発電装置であって、

前記解除手段は前記変速機に設けられることを特徴とする風力発電装置。

10

【請求項 7】

前記変速機は、その内部に複数段のギアの噛合を有し、

前記解除手段は、前記変速機内において、前記ピニオンギアと前記ヨーベアリングギアとの噛合部側に設けられたギアの噛合を解放することにより、ヨー駆動力の伝達を解除することを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 8】

前記解除手段は、前記変速機内において、前記ピニオンギアと前記ヨーベアリングギアとの噛合部側に設けられたギアの噛合部よりも前記変速機の中段側に設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載の風力発電装置。

【請求項 9】

20

前記変速機は、その内部に複数段のギアの噛合を有し、

前記解除手段は、前記変速機内において、前記変速機の中段に設けられたギアの噛合を解放することにより、ヨー駆動力の伝達を解除することを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 10】

前記変速機は、その内部に複数段のギアの噛合を有し、

前記解除手段は、前記変速機内において、前記駆動モータ側に設けられたギアの噛合を解放することにより、ヨー駆動力の伝達を解除することを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 11】

30

前記変速機は、その内部に複数段のギアの噛合を有し、

前記解除手段は、前記変速機の外部に設けられ、前記変速機内において、前記ピニオンギアと前記ヨーベアリングギアとの噛合部側に設けられたギアの噛合を解放することにより、ヨー駆動力の伝達を解除することを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

安定したエネルギー資源の確保や地球温暖化防止といった観点から、風力発電の導入が進む一方で、技術面では、設計管理上の問題、トラブルへの対応やメンテナンス対応の問題、また、各々の地域における特異な気象条件に起因する諸問題により、設置場所によっては計画された発電量が得られないという問題が顕在化している。したがって、これらの問題を解決し、風力発電設備の利用可能率 (Availability) を向上する取り組みがなされている。

【0003】

風力発電装置の故障・事故発生部位としては、「ブレード」や「制御装置」と並び「ヨー制御」に関するトラブルも多く、ヨーアクチュエータを構成するギアボックス (変速機) やベアリング等の部品に対する信頼性および耐久性の向上が重要な課題となっている。

50

## 【 0 0 0 4 】

本技術分野の背景技術として、特開 2 0 0 7 - 1 9 8 1 6 7 号公報（特許文献 1）がある。特許文献 1 には、ハブと少なくとも 2 枚のブレードとを有するロータと、前記ハブに接続された主軸を介して前記ロータを軸支するナセルと、前記ナセルをヨー回転自在に支持するタワーと、回転速度の増大に従って増大する抵抗トルクを前記ナセルのヨー回転に負荷するロータリダンパとを備えてなる水平軸風車が開示されている。また、前記ロータリダンパの出力軸の回転速度に対して前記ピニオンギアが固定された軸を低い回転速度に変換して両軸を連動させる変速機を備えてなる水平軸風車に関する記載もある。

## 【 0 0 0 5 】

上記水平軸風車によれば、ロータリダンパは、回転速度の増大に従って抵抗トルクを増大させる特性を有し、かかる特性の抵抗トルクがナセルのヨー回転に負荷される。これにより自然風により生じるヨートルクは、大きいものほど高い率でロータリダンパの抵抗トルクにより抑えられ、ナセルのヨー回転の運動エネルギーはロータリダンパを回転させる仕事により消散するから、ナセルの急激なヨー回転の速度変化が緩和されるとともに、ヨー回転速度の高速域への移行を防ぐことができるという効果がある。また、低速域ではロータリダンパからナセルに負荷される抵抗トルクは比較的小さいから、駆動モータにあまり大きな負担をかけることなくナセルのヨー回転を駆動制御することができるという効果がある。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 1 9 8 1 6 7 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

一般的な風力発電装置においては、ロータすなわち複数のブレードとハブが風を最大限に受けるために、タワー頂部とナセルとの連結部にヨー駆動装置を設け、ロータの向きの制御すなわちヨー制御を行っている。ヨー制御は、風向きとロータの向きに偏差が生じた場合、ヨー駆動装置により、ロータ面を風の方向に正対させる制御を行う。ヨー制御は通常、タワー頂部に設けられたヨーベアリングギアとナセルに設けられたヨーアクチュエータのピニオンギアを噛合させ、ヨーアクチュエータを駆動させることにより、タワーに対するナセルおよびロータの位置を変えるよう制御を行う。ヨーアクチュエータは、駆動モータ、ギアボックス（変速機）、ピニオンギア等により構成されるが、図 1 1 に示すように、このピニオンギア 1 1 とヨーベアリングギア 9 の焼き付きや異物の噛み込み等による固着すなわちヨー駆動装置の固着が生じるとヨー制御が不可能となってしまう。

## 【 0 0 0 8 】

また、台風来襲時には予期しない力がロータやナセルに加わり、ヨー駆動装置を構成するギアの変形などのトラブルの原因となる場合がある。このような、「ヨー制御」に関するトラブルは、部品の調達に時間が掛かるなど、その修理のための風力発電設備の停止時間が比較的長い上、ダウンウィンドタイプの風車ではフリーヨーによる待機維持ができなくなるなどの風力発電設備の利用可能率向上には大きな課題となっている。

## 【 0 0 0 9 】

特許文献 1 の水平軸風車では、駆動モータに負担をかけることなくナセルのヨー回転を駆動制御することができるが、上記のようなピニオンギアとヨーベアリングギアの焼き付きや異物の噛み込み、ギアの変形等によるヨー駆動装置の固着に対するトラブルを回避することはできない。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、風力発電装置において、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、地上または洋上に設置され、発電機の支柱となるタワーと、前記タワー上に設けられ、前記発電機を内蔵するナセルと、前記ナセルの一端に設けられ、風を受けて回転エネルギーへ変換するハブおよびブレードからなるロータと、を有する風力発電装置であって、前記タワーと前記ナセルの連結部に設けられ、前記タワーに対する前記ナセルおよび前記ロータの位置を制御するヨー駆動手段を有し、前記ヨー駆動手段は、前記タワーに設けられたヨーベアリングギアと、前記ヨーベアリングギアと噛合するピニオンギアと、前記ピニオンギアに出力軸を介して連結された変速機と、前記変速機を介して前記ピニオンギアと連結された駆動モータと、を備え、前記出力軸と前記ヨーベアリングギアの間のヨー駆動力の伝達を解除する解除手段を有することを特徴とする。

10

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、風力発電装置において、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を実現することができる。

## 【 0 0 1 4 】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る風力発電装置の全体概要を示す図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のタワー頂部近傍を示す図である。

20

【図 3】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のタワー頂部近傍を示す図である。

【図 4 A】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 4 B】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 5 A】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のギアボックスの一部を示す図である。

【図 5 B】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のストッパーを示す図である。

【図 5 C】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のストッパーを示す図である。

【図 6 A】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

30

【図 6 B】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 7 A】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 7 B】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 8 A】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 8 B】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

40

【図 9 A】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 9 B】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 10 A】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 10 B】本発明の一実施形態に係る風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

【図 11】従来の風力発電装置のヨーアクチュエータの一部を示す図である。

50

**【発明を実施するための形態】****【0016】**

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

**【実施例1】****【0017】**

図1に本発明の一実施例である風力発電装置の全体構成を示す。実施例1における風力発電装置は、図1に示すように、地上または洋上に設置された基礎5および発電機の支柱となるタワー4の上に、増速機6や発電機7などが内蔵されたナセル3が設けられている。ナセル3の一端には、ハブ2および複数のブレード1で構成されるロータが備えられ、ロータは風を受けて回転エネルギーに変換し、その回転エネルギーをロータに連結された増速機6を介して発電機7に伝え電力を発生する。ナセル3内には風力発電装置の制御に必要な制御機器類や計器類を備えた制御盤8等も設置されている。

10

**【0018】**

タワー4とナセル3の連結部分には、ヨーベアリングギア9および複数のヨーアクチュエータ10が設けられており、タワー4に対するナセル3とロータすなわちハブ2および複数のブレード1の位置を制御するヨー駆動装置（ヨー旋回手段）として機能する。図1は、ナセル3の風下側の端部にハブ2および複数のブレード1からなるロータを設けたダウンウィンド型の風力発電装置の例である。

**【0019】**

図2および図3に本発明の一実施例である風力発電装置のタワー4の頂部近傍を示す。図2および図3では、タワー4の頂部近傍の様子が分かりやすいようナセル3を透視した形で図示している。タワー4の頂部にはヨー駆動装置の一部となるヨーベアリングギア9が設けられている。ナセル3にはヨー駆動装置の一部となるヨーアクチュエータ10が複数設けられている。ヨーアクチュエータ10の設置数は風力発電装置の種類や規模にもよるが、例えば、発電量（出力）が2MW程度では4基ほど設置されており、5MW程度の規模では8基ほどタワー4の頂部を取り巻くように設置される。

20

**【0020】**

ヨーアクチュエータ10は、図3に示すように、ヨー駆動（ヨー旋回）の動力源となる駆動モータ13、駆動モータ13の駆動力をピニオンギア11に伝達するギアボックス（変速機）12、ヨーベアリングギア9と噛合するよう設けられるピニオンギア11が連結して構成されている。

30

**【0021】**

実施例1における風力発電装置は、上記のような構成となっており、ヨーアクチュエータ10を駆動させ、ロータすなわちハブ2および複数のブレード1が風を最大限に受けるよう、タワー4に対するナセル3およびロータの位置を制御する。また、タワー4に対するナセル3およびロータの位置は、風力発電装置に設置された風向計などのデータに基づき、制御盤8のヨーインバータ等の制御機器により制御される。

**【0022】**

図4Aおよび図4Bを用いて、実施例1におけるヨーアクチュエータ10の作用効果を詳細に説明する。図4Aおよび図4Bは、ヨーアクチュエータ10を構成するギアボックス（変速機）12の一部分を示している。ギアボックス12は、その内部に複数段のギアの組み合わせすなわちギアの噛合部を有しており、図4Aおよび図4Bは、ギアボックス12内に設けられた複数段のギアの噛合部のうち、ピニオンギア11とヨーベアリングギア9の噛合部側に近いギアの噛合部の様子を示している。

40

**【0023】**

実施例1のギアボックス12は、図4Aに示すように出力軸14がピニオンギア11に連結され、ピニオンギア11がヨーベアリングギア9と噛合している。ギアボックス12内には出力軸14を受けるベアリング15が設けられ、ベアリング15と接するようにシール材16が設けられている。ここで、ギアボックス12の内部はオイルで充填されており、このシール材16によりオイルがギアボックス12の外に漏れるのを防いでいる。出

50

力軸 14 はピニオンギアと連結する部分の反対側にギア 19 を備えており、上述の駆動モータ 13 からのヨー駆動力をギア 18 から伝達され、出力軸 14 を介してピニオンギア 11 に伝える。

【0024】

出力軸 14 には、ギアボックス 12 内において、支持部 17 となる突起が形成されており、ストッパー 20 により支持されている。このように出力軸 14 に設けられた支持部 17 をストッパー 20 が支えることにより、ギア 18 とギア 19 が噛合し、駆動モータ 13 からのヨー駆動力を、出力軸 14 を介してピニオンギア 11 に伝えている。これにより、風向きに応じて、駆動モータ 13 を駆動させ、タワー 4 に対するナセル 3 およびロータの位置を変えることができる。

10

【0025】

ところで、上述のように、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の焼き付きや異物の噛み込み、台風等の暴風によるギアの変形によるヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着が生じた場合、駆動モータ 13 のヨー駆動力がピニオンギア 11 からヨーベアリングギア 9 へ上手く伝達できなくなり、ヨー制御が不可能となってしまう。そこで、実施例 1 の風力発電装置では、図 4 B に示すように、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着が生じた場合は、ストッパー 20 を支持部 17 から外れるように移動させることにより、ピニオンギア 11 および出力軸 14、ギア 19 が自重によりギアボックス 12 の下方に落下する。落下の際、シール材 16 は支持部 17 のクッション材として機能する。これにより、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の噛合は解放され、ピニオンギア 11 からヨーベアリングギア 9 へのヨー駆動力の伝達が解除される。その結果、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 に固着が生じた場合であっても、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続させることができる。

20

【0026】

図 5 A 乃至図 5 C を用いて、上述のストッパー 20 の動作を説明する。図 5 A および図 5 B に示すように、ストッパー 20 には開口（切欠き）が設けられており、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着が生じた場合に、例えば、押し棒 21 のようなストッパー解除手段をストッパー 20 の開口（切欠き）に挿入することにより、ストッパー 20 が支持部 17 から外れるように移動し、ピニオンギア 11 および出力軸 14、ギア 19 をギアボックス 12 の下方に落下させる。図 5 B は、図 5 A における a - a' 平面図である。また、図 5 C は、図 5 B における b - b' 平面図である。図 5 C に示すように、ストッパー 20 は支持部 17 をスムーズに支持できるよう指示部 17 との接触面の角部に面取りが施されている。

30

【0027】

ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着は、例えば、制御盤 8 のヨーインバータの電流値の監視等により検出する。ヨーインバータの定格電流を監視したり、ヨーインバータの電流値に所定のインターロック値を設定することにより、ヨーインバータの電流値が定格電流を超えたり、所定のインターロック値を超えた場合、上述の押し棒 21 を手動でストッパー 20 の開口（切欠き）に挿入し、ストッパー 20 による支持部 17 の支持を解除する。

40

【0028】

実施例 1 の風力発電装置によれば、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着すなわちヨー駆動装置の固着が発生した場合においても、手動操作でギアボックス 12 内のストッパー 20 による支持部 17 の支持を解除することで、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続することができる。これにより、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を実現することができる。

50

## 【実施例 2】

## 【0029】

図 6 A および図 6 B に、本発明の他の実施例である風力発電装置におけるヨーアクチュエータ 10 の一部を示す。実施例 2 における風力発電装置については、実施例 1 で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

## 【0030】

実施例 2 における風力発電装置のヨーアクチュエータ 10 を構成するギアボックス 12 は、出力軸 14 に支持部 17 となる突起が設けられている点において、実施例 1 と同様の構成となっている。また、支持部 17 がストッパ 23 により支持されることにより、ギア 18 およびギア 19 が噛合し、駆動モータ 13 からのヨー駆動力を、出力軸 14 を介してピニオンギア 11 に伝えている点でも実施例 1 と同じである。

10

## 【0031】

実施例 2 におけるストッパ 23 は駆動モータ 22 に連結され、ヨー駆動力の伝達を解除する解除手段すなわちストッパ 23 を解除手段駆動装置である駆動モータ 22 により移動させ、支持部 17 の支持を解除する点で実施例 1 と異なる。ストッパ 23 を駆動モータ 22 により支持部 17 から外れるように移動させることにより、ピニオンギア 11 および出力軸 14、ギア 19 が自重によりギアボックス 12 の下方に落下する。これにより、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の噛合は解放され、ピニオンギア 11 からヨーベアリングギア 9 へのヨー駆動力の伝達が解除される。その結果、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 に固着が生じた場合であっても、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続させることができる。

20

## 【0032】

駆動モータ 22 によるストッパ 23 の解除は、実施例 1 と同様に、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着を検出し、動作させる。実施例 1 と同様、ヨーインバータの定格電流を監視したり、ヨーインバータの電流値に所定のインターロック値を設定することにより、ヨーインバータの電流値が定格電流を超えたり、所定のインターロック値を超えた場合、駆動モータ 22 を動作させ、ストッパ 23 による支持部 17 の支持を解除する。

30

## 【0033】

実施例 2 の風力発電装置によれば、実施例 1 と同様に、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着すなわちヨー駆動装置の固着が発生した場合においても、ヨーインバータの電流値の監視等を連動させ、自動でギアボックス 12 内のストッパ 23 による支持部 17 の支持を解除することで、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続することができる。これにより、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を実現することができる。

40

## 【実施例 3】

## 【0034】

図 7 A および図 7 B に、本発明の他の実施例である風力発電装置におけるヨーアクチュエータ 10 の一部を示す。実施例 3 における風力発電装置については、実施例 1 で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

## 【0035】

実施例 3 における風力発電装置のヨーアクチュエータ 10 を構成するギアボックス 12 は、出力軸 14 に支持部 17 となる突起が設けられている点において、実施例 1 と同様の構成となっている。また、支持部 17 がストッパ 24 により支持されることにより、ギア 18 およびギア 19 が噛合し、駆動モータ 13 からのヨー駆動力を、出力軸 14 を介してピニオンギア 11 に伝えている点でも実施例 1 と同じである。

50

## 【 0 0 3 6 】

実施例 3 における支持部 1 7 およびストッパ 2 4 は、ギアボックス 1 2 内において、ピニオンギア 1 1 とヨーベアリングギア 9 との噛合部側に設けられたギアの噛合部よりもギアボックス 1 2 の中段側に設けられている点で実施例 1 と異なる。ストッパ 2 4 を、実施例 1 のように手動操作により、或いは実施例 2 のように駆動モータにより自動で、支持部 1 7 から外れるように移動させることにより、ピニオンギア 1 1 および出力軸 1 4、ギア 1 9 が自重によりギアボックス 1 2 の下方に落下する。これにより、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 の噛合は解放され、ピニオンギア 1 1 からヨーベアリングギア 9 へのヨー駆動力の伝達が解除される。その結果、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 に固着が生じた場合であっても、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続させることができる。これにより、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を実現することができる。

10

## 【 実施例 4 】

## 【 0 0 3 7 】

図 8 A および図 8 B に、本発明の他の実施例である風力発電装置におけるヨーアクチュエータ 1 0 の一部を示す。実施例 4 における風力発電装置については、実施例 1 で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

## 【 0 0 3 8 】

20

実施例 4 における風力発電装置は、ギアボックス 1 2 が、その内部に複数段のギアの噛合を有している点では、実施例 1 と同様である。実施例 4 のギアボックス 1 2 はその外部にブラケット 2 5 が設けられ、ブラケット 2 5 に出力軸 1 4 を支持するようにストッパ 2 6 が設けられている。ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 に固着が生じた場合、ギアボックス 1 2 の外部に設けられたストッパ 2 6 を解放することにより、出力軸 1 4 がブラケット 2 5 を突き抜けるようにギアボックス 1 2 の下方に落下し、ピニオンギア 1 1 とヨーベアリングギア 9 との噛合が解放され、ヨー駆動力の伝達を解除する。その結果、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 に固着が生じた場合であっても、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続させることができる。

30

## 【 0 0 3 9 】

ギアボックス 1 2 の外部に設けられたストッパ 2 6 の解除は、実施例 1 と同様に、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 の固着を検出し、動作させる。実施例 1 と同様、ヨーインバータの定格電流を監視したり、ヨーインバータの電流値に所定のインターロック値を設定することにより、ヨーインバータの電流値が定格電流を超えたり、所定のインターロック値を超えた場合、ストッパ 2 6 による出力軸 1 4 の支持を解除する。ストッパ 2 6 の解除は、実施例 1 のように手動操作により、或いは実施例 2 のように駆動モータにより自動で解除する。ストッパ 2 6 による出力軸 1 4 の支持の解除により、ピニオンギア 1 1 および出力軸 1 4、ギア 1 9 が自重によりギアボックス 1 2 の下方に落下する。

40

## 【 0 0 4 0 】

これにより、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 の噛合は解放され、ピニオンギア 1 1 からヨーベアリングギア 9 へのヨー駆動力の伝達が解除される。その結果、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 に固着が生じた場合であっても、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続させることができる。これにより、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を実現することができる。

## 【 実施例 5 】

50

## 【 0 0 4 1 】

図 9 A および図 9 B に、本発明の他の実施例である風力発電装置におけるヨーアクチュエータ 1 0 の一部を示す。実施例 5 における風力発電装置については、実施例 1 で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

## 【 0 0 4 2 】

実施例 5 における風力発電装置のヨーアクチュエータ 1 0 を構成するギアボックス 1 2 は、その内部に複数段のギアの噛合を有している点では、実施例 1 と同様である。実施例 5 におけるギアボックス 1 2 は、その入力軸 3 3 に支持部 1 7 となる突起およびストッパ 3 2 を設けている点において、他の実施例と異なる。ギアボックス 1 2 内において、駆動モータ 3 4 ( 図 3 における駆動モータ 1 3 ) の側に設けられたギアの噛合を解放することにより、ヨー駆動力の伝達を解除する。

10

## 【 0 0 4 3 】

ストッパ 3 2 を、実施例 1 のように手動操作により、或いは実施例 2 のように駆動モータにより自動で、支持部 1 7 から外れるように移動させることにより、出力軸 3 3、ギア 3 1 が自重により下方に落下する。これにより、ギア 3 0 とギア 3 1 の噛合は解放され、ギア 3 1 からギア 3 0 へのヨー駆動力の伝達が解除される。

## 【 0 0 4 4 】

ストッパ 3 2 の解除は、実施例 1 と同様に、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 の固着を検出し、動作させる。実施例 1 と同様、ヨーインバータの定格電流を監視したり、ヨーインバータの電流値に所定のインターロック値を設定することにより、ヨーインバータの電流値が定格電流を超えたり、所定のインターロック値を超えた場合、ストッパ 3 2 による支持部 1 7 すなわち入力軸 3 3 の支持を解除する。ストッパ 3 2 の解除は、実施例 1 のように手動操作により、或いは実施例 2 のように駆動モータにより自動で解除する。ストッパ 3 2 による支持部 1 7 の解除により、入力軸 3 3、ギア 3 1 が自重により下方に落下する。

20

## 【 0 0 4 5 】

これにより、ギア 3 0 とギア 3 1 の噛合は解放され、ギア 3 1 からギア 3 0 へのヨー駆動力の伝達が解除される。その結果、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態 ( 風見鶏状態 ) となり、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 1 1 に固着が生じた場合であっても、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続させることができる。これにより、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を実現することができる。

30

## 【 実施例 6 】

## 【 0 0 4 6 】

図 1 0 A および図 1 0 B に、本発明の他の実施例である風力発電装置におけるヨーアクチュエータ 1 0 の一部を示す。実施例 6 における風力発電装置については、実施例 1 で説明した部分と共通する部分について、その詳細な説明を省略して説明する。

## 【 0 0 4 7 】

実施例 6 における風力発電装置のヨーアクチュエータ 1 0 を構成するギアボックス 1 2 は、その内部に複数段のギアの噛合を有している点では、実施例 1 と同様である。実施例 6 におけるギアボックス 1 2 は、ギアボックス内において、中段に設けられたギアの噛合を解放することにより、ヨー駆動力の伝達を解除する。

40

## 【 0 0 4 8 】

ギアボックス 1 2 の中段に位置するギア 3 7 およびギア 4 0 を連結するシャフト部分に支持部 1 7 となる突起を設け、ストッパ 3 8 で支持している。ストッパ 3 8 の解除は、実施例 1 のように手動操作により、或いは実施例 2 のように駆動モータにより自動で、支持部 1 7 から外れるように移動させることにより、ギアボックス 1 2 の中段のギア 3 7、ギア 4 0 およびそれらを連結するシャフトが自重により下方に落下する。これにより、ギア 3 6 とギア 3 7、ギア 3 9 とギア 4 0 の噛合は解放され、ギア 3 9 からギア 4 0 への

50

ヨー駆動力の伝達およびギア 37 からギア 36 へのヨー駆動力の伝達が解除される。

【0049】

ストッパー 38 の解除は、実施例 1 と同様に、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 の固着を検出し、動作させる。実施例 1 と同様、ヨーインバータの定格電流を監視したり、ヨーインバータの電流値に所定のインターロック値を設定することにより、ヨーインバータの電流値が定格電流を超えたり、所定のインターロック値を超えた場合、ストッパー 38 によるギア 37 とギア 40 を連結するシャフト部分に設けた支持部 17 の支持を解除する。

【0050】

その結果、ナセル 3 およびロータが、タワー 4 に対する位置を風向きに応じて変えるフリーヨー状態（風見鶏状態）となり、ヨーベアリングギア 9 とピニオンギア 11 に固着が生じた場合であっても、風力による過剰な力がロータやタワー 4 に加わることなく、風力発電装置の稼動を継続させることができる。これにより、ヨー駆動装置の故障によるヨー制御トラブルの影響を最小限に抑え、利用可能率の高い風力発電装置を実現することができる。

10

【0051】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

20

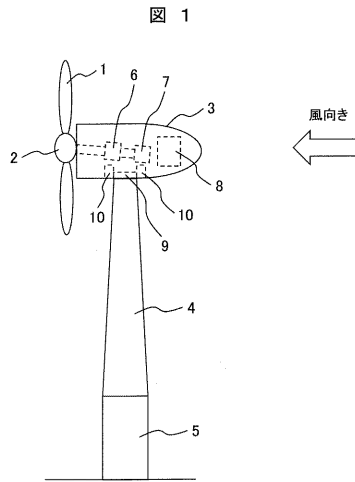
【符号の説明】

【0052】

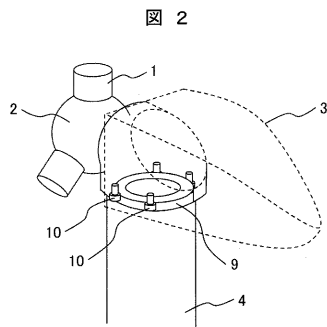
1 ... ブレード、2 ... ハブ、3 ... ナセル、4 ... タワー、5 ... 基礎、6 ... 増速機、7 ... 発電機、8 ... 制御盤、9 ... ヨーベアリングギア、10 ... ヨーアクチュエータ、11 ... ピニオンギア、12 ... ギアボックス、13, 22, 34 ... 駆動モータ、14 ... 出力軸、15 ... ベアリング、16 ... シール材（クッション材）、17 ... 支持部、18, 19, 27, 28, 30, 31, 36, 37, 39, 40, 41, 42 ... ギア、20, 23, 24, 26, 32, 38 ... ストッパー、21 ... 押し棒、25 ... ブラケット、29, 35 ... シャフト、33 ... 入力軸、43 ... 固着部。

30

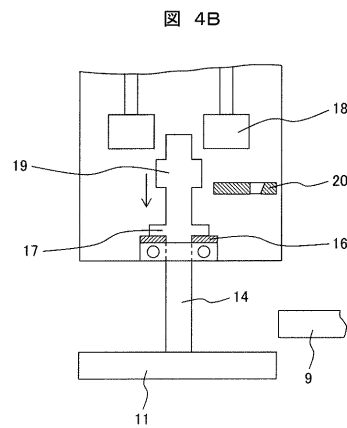
【図 1】



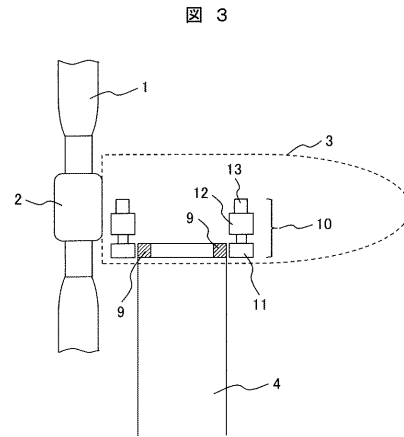
【図 2】



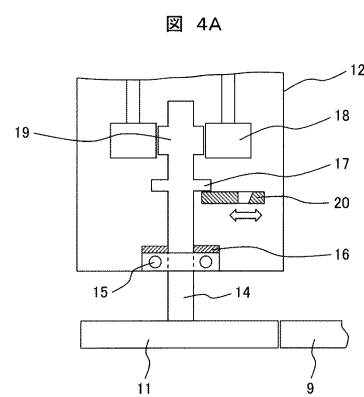
【図 4 B】



【図 3】

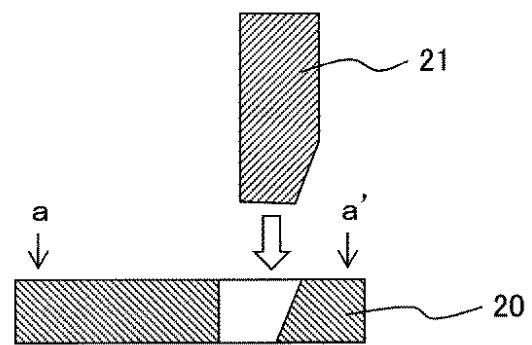


【図 4 A】



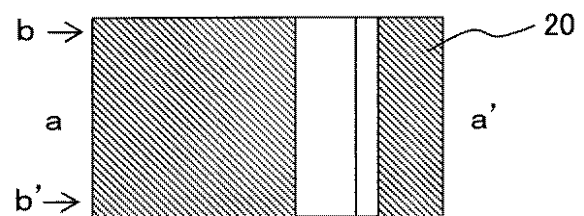
【図 5 A】

図 5A

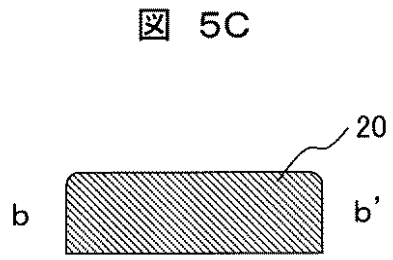


【図 5 B】

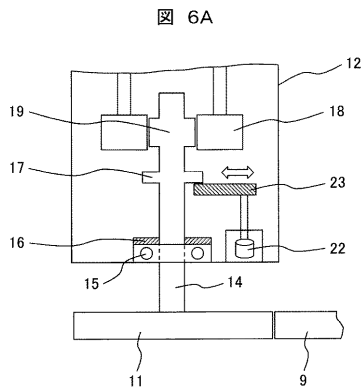
図 5B



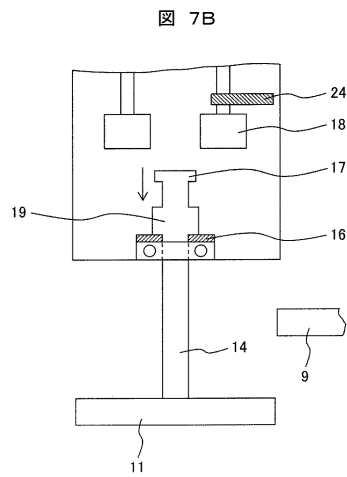
【図 5 C】



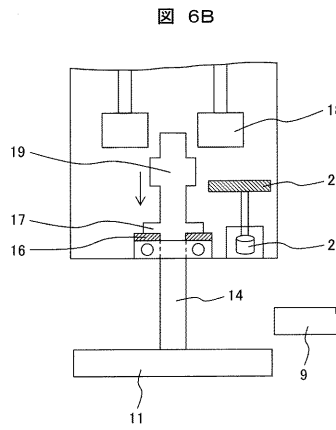
【図 6 A】



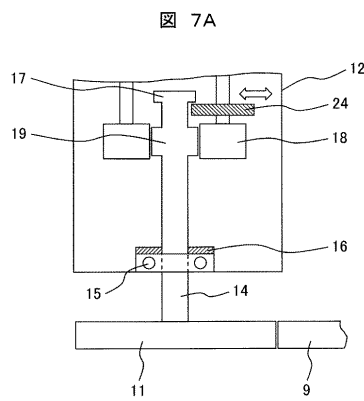
【図 7 B】



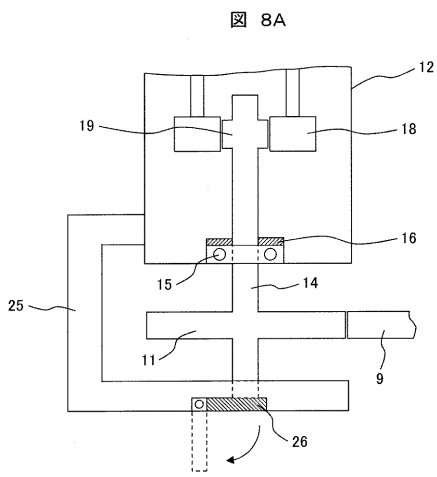
【図 6 B】



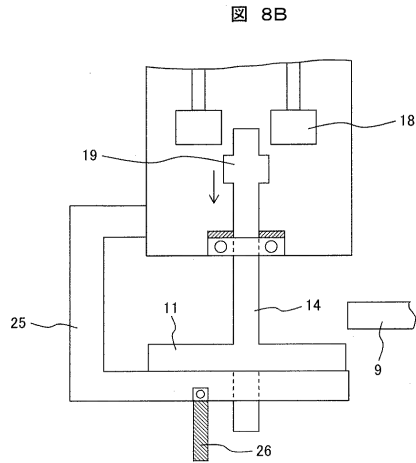
【図 7 A】



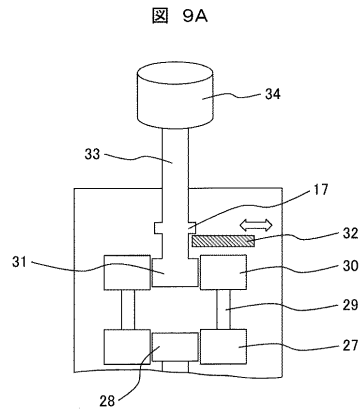
【図 8 A】



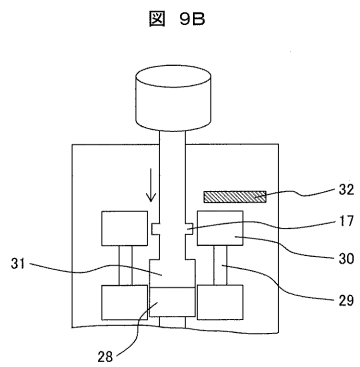
【図 8 B】



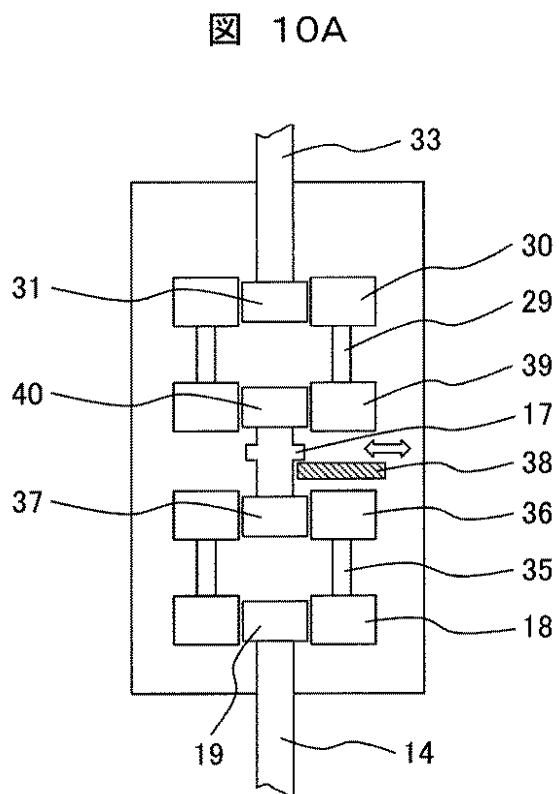
【図 9 A】



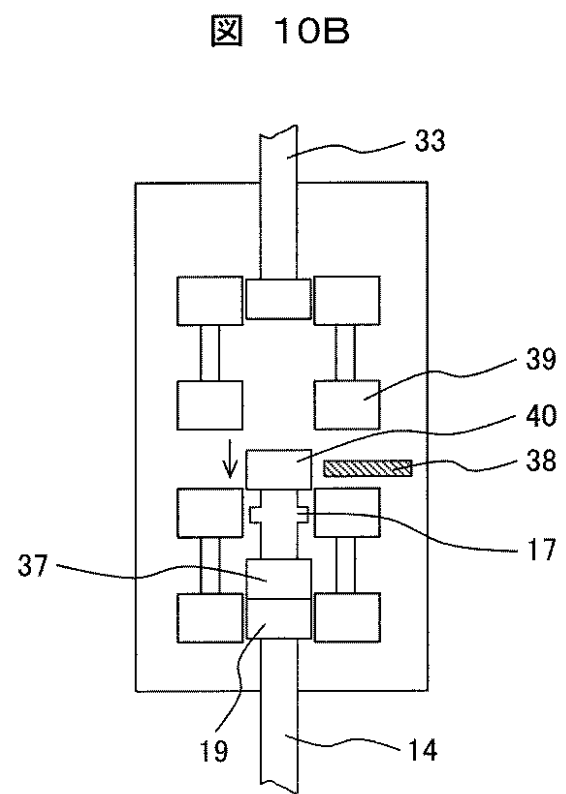
【図 9 B】



【図 10 A】

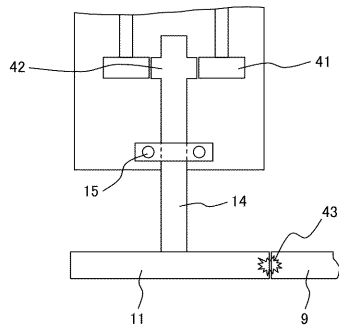


【図 10 B】



【図 11】

図 11



---

フロントページの続き

審査官 松浦 久夫

- (56)参考文献 特開2013-083247(JP,A)  
実開昭59-073584(JP,U)  
特開2004-232500(JP,A)  
国際公開第2010/047064(WO,A1)  
米国特許出願公開第2013/0272842(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
F03D 7/04