(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5260651号
(P5260651)
(45)発行日　平成25年8月14日(2013.8.14)　(24)登録日　平成25年5月2日(2013.5.2)

(51)Int.Cl.　F I
*F03D 11/00 (2006.01)*　F03D 11/00 Z

請求項の数 4　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2010-518863(P2010-518863)
(86)(22)出願日　平成20年7月4日(2008.7.4)
(86)国際出願番号　PCT/JP2008/062183
(87)国際公開番号　WO2010/001479
(87)国際公開日　平成22年1月7日(2010.1.7)
審査請求日　平成22年9月13日(2010.9.13)

(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
(74)代理人　100112737
弁理士　藤田　考晴
(74)代理人　100118913
弁理士　上田　邦生
(72)発明者　釜田　恵太郎
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　湯下　篤
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　柏原　郁昭

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】
風車停止時に運転停止される油類供給ポンプを備えている風力発電装置であって、
前記油類供給ポンプの吐出側流路から分岐して油類貯蔵タンクに接続されるバイパス流路と、該バイパス流路に設けられる開閉弁と、前記油類の油温を検出する温度検出部と、前記油類供給ポンプのポンプ起動後にポンプインチングを行って前記油類の温度を所定値まで上昇させる制御部とを備え、
前記制御部は、前記油類供給ポンプのポンプ起動時、および前記ポンプインチングが行われている間は前記開閉弁を開にする風力発電装置。
【請求項２】
前記ポンプインチングが、前記油類供給ポンプを駆動する回転数固定型モータにパルス波を入力して行われる請求項１に記載の風力発電装置。
【請求項３】
前記ポンプインチングが、前記油類供給ポンプを駆動する回転数可変型モータの電流値を制御して行われる請求項１に記載の風力発電装置。
【請求項４】
風車停止時に運転停止される油類供給ポンプを備えている風力発電装置であって、
前記油類供給ポンプを可変吐出量型ポンプとし、前記油類供給ポンプの吐出側流路から分岐して油類貯蔵タンクに接続されるバイパス流路と、該バイパス流路に設けられる開閉弁と、前記油類の油温を検出する温度検出部と、前記油類供給ポンプの運転開始時に前記

油類供給ポンプの吐出量を徐々に増加させる流量制御を行って前記油類の温度を所定値まで上昇させる制御部とを備え、
前記開閉弁は、前記油類供給ポンプのポンプ起動時、および前記流量制御が行われている間は開となっている風力発電装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、寒冷地への設置に好適な風力発電装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、風力発電装置に使用されるプロペラ型風車は、ローターヘッドに取り付けられた複数枚のブレード（風車翼）に風を受けて回転する。ローターヘッドの回転は、回転軸に連結された増速機を介して増速された後、発電機を駆動して発電する。
このような風力発電装置においては、風況に応じて所定の回転速度と出力とを得るように、油圧を用いて各ブレードのブレードピッチ角度を個別に調整するピッチ制御が行われている。さらに、風力発電装置を構成する増速機や軸受等の回転・摺動部については、潤滑油をポンプで循環させて対象箇所の潤滑を行っている。
【０００３】
また、油圧ポンプの始動時においては、通常ポンプ内に作動油が満たされていないため、作動開始とともに連続運転に入ると摺動面の焼き付き等の不具合を生じるおそれがある。この対策として、ポンプの起動・停止を短時間に繰り返すインチングが行われている。（たとえば、特許文献１参照）
【特許文献１】特開平８－１９３５９１号公報
【発明の開示】
【０００４】
上述した風力発電装置を寒冷地に設置すると、運転停止状態が継続されることにより、油圧システムの作動油や潤滑油等の油温が低下する。このような油温低下は、機器類との温度差が大きいことから、ヒートショック等による機器損傷の発生が懸念される。
このため、従来の風力発電装置においては、油貯蔵タンク内にヒータを設置して加温することが行われている。しかし、ヒータによる加温はヒータ周りの油温しか温度上昇させることができず、従って、効率が悪いという問題を有している。また、油圧ポンプ等の電動機駆動用電源とは別に、ヒータ用として容量の大きな電源を新たに設けることも必要になる。
【０００５】
このような背景から、特に寒冷地に設置される風力発電装置においては、大きな容量の新たな電源追加を必要とするヒータ加熱に代わる運転停止時の油温低下対策が望まれる。
本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、容量の大きい新たな電源が不要な油温低下対策を備えている風力発電装置を提供することにある。
【０００６】
本発明は、上記の課題を解決するため、以下の手段を採用した。
本発明に係る風力発電装置の第１の態様は、風車停止時に運転停止される油類供給ポンプを備えている風力発電装置であって、前記油類供給ポンプの吐出側流路から分岐して油類貯蔵タンクに接続されるバイパス流路と、該バイパス流路に設けられる開閉弁と、前記油類の油温を検出する温度検出部と、前記油類供給ポンプのポンプ起動後にポンプインチングを行って前記油類の温度を所定値まで上昇させる制御部とを備え、前記制御部は、前記油類供給ポンプのポンプ起動時、および前記ポンプインチングが行われている間は前記開閉弁を開にする。
【０００７】
このような風力発電装置によれば、油類供給ポンプの吐出側流路から分岐して油類貯蔵

タンクに接続されるバイパス流路と、該バイパス流路に設けられる開閉弁と、油類の油温を検出する温度検出部と、油類供給ポンプのポンプ起動後にポンプインチングを行って油類の温度を所定値まで上昇させる制御部とを備え、制御部は、油類供給ポンプのポンプ起動時、および前記ポンプインチングが行われている間は開閉弁を開にするので、油類供給ポンプの運転開始時に油温が所定値より低い場合には、ポンプインチングを行って油類を徐々に配管系統へ供給する。このため、配管系統へ供給された油類の油温は、管路との摩擦や油類の自己摩擦等により所定値まで上昇するので、急激な温度変化が軽減される。このとき、バイパス流路の開閉弁が開いているので、配管系統の急激な圧力上昇を防止できる。

【０００８】

上記の風力発電装置において、前記ポンプインチングは、前記油類供給ポンプを駆動する回転数固定型モータにパルス波を入力して行われることが好ましく、これにより、油類供給ポンプがパルス波に対応したＯＮ／ＯＦＦ運転を行うポンプインチングを実施できる。

【０００９】

上記の風力発電装置において、前記ポンプインチングは、前記油類供給ポンプを駆動する回転数可変型モータの電流値を制御して行われることが好ましく、これにより、回転数可変型モータの電流値を制御して回転数を変化させるポンプインチングを実施できる。

【００１０】

本発明に係る風力発電装置の第２の態様は、風車停止時に運転停止される油類供給ポンプを備えている風力発電装置であって、前記油類供給ポンプを可変吐出量型ポンプとし、前記油類供給ポンプの吐出側流路から分岐して油類貯蔵タンクに接続されるバイパス流路と、該バイパス流路に設けられる開閉弁と、前記油類の油温を検出する温度検出部と、前記油類供給ポンプの運転開始時に前記油類供給ポンプの吐出量を徐々に増加させる流量制御を行って前記油類の温度を所定値まで上昇させる制御部とを備え、前記開閉弁は、前記油類供給ポンプのポンプ起動時、および前記流量制御が行われている間は開となっている。

【００１１】

このような風力発電装置によれば、油類供給ポンプを可変吐出量型ポンプとし、油類供給ポンプの吐出側流路から分岐して油類貯蔵タンクに接続されるバイパス流路と、該バイパス流路に設けられる開閉弁と、油類の油温を検出する温度検出部と、油類供給ポンプの運転開始時に油類供給ポンプの吐出量を徐々に増加させる流量制御を行って油類の温度を所定値まで上昇させる制御部とを備え、前記開閉弁は、前記油類供給ポンプのポンプ起動時、および前記流量制御が行われている間は開となっているので、油類供給ポンプの運転開始時に油温が所定値より低い場合には、可変吐出量型ポンプとした油類供給ポンプの流量制御を行って油類を徐々に配管系統へ供給する。このため、配管系統へ供給された油類の油温は、管路との摩擦や油類の自己摩擦等により所定値まで上昇するので、急激な温度変化が軽減される。このとき、バイパス流路の開閉弁が開いているので、配管系統の急激な圧力上昇を防止できる。

【００１２】

上述した本発明の風力発電装置によれば、既存の設備を有効利用したポンプインチングや可変吐出量形ポンプによる流量制御による油温低下対策、すなわち、容量の大きい新たな電源追加が不要となる油温低下対策を備えた装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明に係る風力発電装置について、第１の実施形態を示す油類供給ポンプ周りの要部構成図である。

【図２】風力発電装置の概要を示す図である。

【図３】図１に示した油類供給ポンプ周りの変形例を示す要部構成図である。

【図４】本発明に係る風力発電装置について、第２の実施形態を示す油類供給ポンプ周り

の要部構成図である。
【図５】本発明に係る風力発電装置について、軸受への適用例を示す油類供給ポンプ周りの要部構成図である。
【符号の説明】
【００１４】
１　風力発電装置
３　ナセル
４　ローターヘッド
５　ブレード（風車回転翼）
１０　ピッチ制御装置
１１，１１Ａ　油タンク（油類貯蔵タンク）
１２，１２Ａ　油圧ポンプ（油類供給ポンプ）
１２Ｂ　潤滑油ポンプ（油類供給ポンプ）
１３，１３Ａ　電動機
２２　油圧配管
２２Ａ　潤滑油供給配管
２５　バイパス流路
２６　電磁弁（開閉弁）
３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ　コントローラ
３１　温度センサ（温度検出部）
４０　増速機
【発明を実施するための最良の形態】
【００１５】
以下、本発明に係るブレードピッチ角制御装置及び風力発電装置の一実施形態を図面に基づいて説明する。
図２に示す風力発電装置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、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。
【００１６】
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（図示の例では３枚）のブレード（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ブレード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。
なお、図示の風力発電装置１は、ナセル３の前方でブレード５が回転するアップウインド型と呼ばれるタイプである。
【００１７】
このような風力発電装置１は、たとえばブレード５のブレードピッチ角度を個別に制御するピッチ制御装置に油圧が用いられている。また、ブレード５と一体に回転する主軸を支持する軸受や、ブレード５及び主軸の回転数を増速する増速機等の回転・摺動部に対し、潤滑油を供給して潤滑する潤滑装置が設けられている。そして、ピッチ制御装置や潤滑装置には、油圧作動油や潤滑油を送出するための油類供給ポンプが用いられている。
【００１８】
＜第１の実施形態＞
図１は、油類供給ポンプ周りの概略構成例として、ブレード５のピッチ制御装置１０を示している。このピッチ制御装置１０は、ローターヘッド４に取り付けられた３枚のブレード５について、ブレードピッチ角度を個別に油圧制御することができる。
【００１９】
図１において、図中の符号１１は油圧作動油が貯蔵されている油タンク、１２は電動機１３で駆動される油圧ポンプ、１４は油圧の流れ方向を切り替えるサーボ弁、１５はブレード５のブレードピッチ角を変化させる翼ピッチシリンダ、１６は安全弁、１７は緊急停

止バルブ、１８，１９はアキュムレータ、２０は逆止弁、２１はストレーナであり、各機器間が油圧配管２２により接続されてピッチ制御装置１０を構成している。
電動機１３には固定容量型や可変容量型があり、本実施形態では、固定容量型の電動機１３を用い、吐出量が回転数に応じて変化するギアポンプ等の油圧ポンプ１２を駆動する。

【００２０】
また、このピッチ制御装置１０は、ブレードピッチ角制御信号等の入力を受けて、電動機１３の運転、サーボ弁１４の流路切替動作及び緊急停止バルブ１７の動作等を制御するコントローラ３０を備えている。
なお、風力発電装置１の運転を停止した場合には、上述したピッチ制御装置１０も停止状態となるため、電動機１３及び油圧ポンプ１２が運転されることはない。

【００２１】
ここで、上述したピッチ制御装置１０の動作を簡単に説明する。
油圧ポンプ１２が運転されると、油タンク１１内の油圧作動油が吸引・昇圧され、油圧配管２２を通ってサーボ弁１４に供給される。

【００２２】
コントローラ３０にブレードピッチ角制御信号が入力されると、サーボ弁１４は、ブレード５のピッチ角度を変化させる方向に応じて油圧流路を切り替える。翼ピッチシリンダ１５に供給される油圧作動油は、サーボ弁１４が設定した油圧流路に応じてピストン１５ａを左右いずれか一方に押圧する。この結果、ピストンロッド１５ｂに連結されたブレード５は、ピストン１５ａ及びピストンロッド１５ｂの移動方向に応じて回動し、所望のブレードピッチ角度に調整される。
油圧作動油の供給を受けるピストン１５ａは、翼ピッチシリンダ１５内を移動して反対側の油圧作動油を押圧する。このため、ピストン１５ａに押圧された油圧作動油は、サーボ弁１４及び戻り流路２３を通って油タンク１１に戻される。

【００２３】
安全弁１６は、油圧回路が所定値以上の高圧となった異常時に開く。この結果、油圧ポンプ１２から供給された油圧作動油は、戻し流路２４を通って油タンク１１に戻される。
緊急停止バルブ１７は常時閉の電磁弁であり、サーボ弁１４の故障時等に開いて翼ピッチシリンダ１５の予め定めた一方に対して油圧作動油を供給する。この結果、ブレード５が所定の緊急停止位置まで回動し、ピッチ制御装置１０の故障に対応することができる。

【００２４】
上述した風力発電装置１のピッチ制御装置１０は、本発明における第１の態様において、油圧供給ポンプ１２の吐出側流路から分岐して油タンク１１に接続されるバイパス流路２５と、油圧ポンプ１２のポンプ起動時に開となる開閉弁としてバイパス流路２５に設けられた電磁弁２６と、油圧作動油の油温を検出する温度センサ（温度検出部）３１と、油供給ポンプ１２のポンプ起動後にポンプインチングを行って油圧作動油の温度を所定値まで上昇させる制御部とを備えている。この場合の制御部は、必要な回路等が上述したコントローラ３０に組み込まれている。

【００２５】
このような風力発電装置１は、寒冷地に設置された場合、運転停止により外気温度の影響を受けて油圧作動油の温度が低下する。このため、油圧作動油の粘度が上昇し、流動性が著しく低下する。
そこで、風力発電装置１の運転を開始または再開するにあたり、油ポンプ１２の運転開始時に油圧作動油の油温が所定値より低い場合には、油圧ポンプ１２の起動・停止を短時間に繰り返すポンプインチングを実施し、油圧作動油を徐々に油圧配管２２の配管系統へ供給する。この場合、油圧作動油の油温は、たとえば温度センサ３１が検出した油タンク１１内の油温を採用すればよい。

【００２６】
上述したポンプインチングを実施する場合、コントローラ３０は、最初に電磁弁２６を

開としてバイパス流路２５を有効にする。
この後、固定容量型の電動機１３にパルス波を入力し、油圧ポンプ１２がパルス波に対応したＯＮ／ＯＦＦ運転を行うポンプインチングを実施することにより、油圧ポンプ１２の運転・停止が短時間で繰り返される。このようなポンプインチングは、油温の上昇により温度センサ３１が所定温度を検出するまで継続される。
【００２７】
この結果、油圧配管２２に供給された油圧作動油の油温は、油圧作動油と管路壁面との摩擦や油圧作動油の自己摩擦等により、所定値まで徐々に上昇することとなる。従って、油圧作動油が供給される油圧配管２２及び油圧配管２２に設けられた機器類は、外気温により冷やされた低温状態から急激に温度上昇する変化が軽減される。
このとき、バイパス流路２５が有効であるから、油圧作動油はバイパス流路２５を通って油タンク１１に戻ることができ、従って、油圧配管２２の内圧が急激に上昇することを防止できる。
【００２８】
上述したポンプインチングは、電動機１３にパルス波を送ることで可能になるため、たとえば大容量の電源設備を必要とするヒータ加熱により油温を上昇させる装置と異なり、大がかりな設備を新たに追加することが不要になる。すなわち、既存の設備を有効利用して、油圧作動油と配管及び機器類との温度差が大きくなることを防止または抑制し、ヒートショック等による配管及び機器類の損傷を確実かつ安価に防止することができる。
【００２９】
ところで、上述した実施形態では、油圧ポンプ１２の電動機１３を固定容量型としたが、たとえば図３に示す変形例のように、油圧ポンプ１２を駆動する電動機１３Ａを可変容量型とし、コントローラ３０Ａが電動機１３Ａに供給する電流値を制御してポンプインチングを行うようにしてもよい。
【００３０】
このような構成とすれば、可変容量型の電動機１３Ａは、供給される電源の電流値に応じて回転数が変化するので、油圧ポンプ１２の運転・停止を短時間で繰り返すポンプインチングの実施が可能となる。また、上述した実施形態と同様に、既存の設備を有効利用することで、油圧作動油と配管及び機器類との温度差が大きくなることを防止または抑制し、ヒートショック等による配管及び機器類の損傷を確実かつ安価に防止することができる。
【００３１】
＜第２の実施形態＞
図４は、ピッチ制御装置１０の油類供給ポンプ周りについて、概略構成例の要部を示している。なお、上述した実施形態と同様の部分には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。
この実施形態では、上述したポンプインチングに代えて、油類供給ポンプとして可変容量形の油圧ポンプ１２Ａを採用し、油温に応じた油圧作動油の流量を油圧配管２２に供給する点が異なっている。
【００３２】
すなわち、油圧ポンプ１２Ａは、たとえば斜板式ポンプのように、吐出量が可変の可変吐出量形とされ、コントローラ３０Ｂには、油圧ポンプ１２Ａの運転開始時または再開時に、油圧ポンプ１２Ａの流量制御を行って油圧作動油の温度を所定値まで上昇させる制御部が設けられている。
【００３３】
このような風力発電装置によれば、上述した実施形態と同様に、油圧ポンプ１２Ａの運転開始時に油温が所定値より低い場合、油圧ポンプ１２Ａの流量制御を行って油圧作動油を徐々に油圧配管２２へ供給する。このため、油圧配管２２へ供給された油圧作動油の油温は、油圧配管２２との摩擦や油圧作動油の自己摩擦等により所定値まで上昇するので、急激な温度変化が軽減される。このとき、バイパス流路２５の電磁弁２６が開いているの

で、油圧配管２２の急激な圧力上昇を防止できる。

【００３４】

このように、上述した本発明によれば、既存の設備を有効利用したポンプインチングや可変吐出量形ポンプによる流量制御による油温低下対策、すなわち、容量の大きい新たな電源追加が不要となる油温低下対策を備えた装置を提供することができる。

【００３５】

また、上述した実施形態及び変形例では、対象とする油類をピッチ制御装置１０の油圧作動油としたが、本発明はこれに限定されることはなく、たとえば風力発電装置１の軸受や増速機等に設けられた回転・摺動部に供給される潤滑油等にも適用可能である。

【００３６】

図５の構成図は、ブレード５の回転を増速して発電機５０を駆動する増速機４０に潤滑油を供給する潤滑油系統への適用例を示している。なお、以下の説明では上述した実施形態と同様の部分に同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

図示の構成例では、増速機４０の回転・摺動部である軸受４１及び歯車４２の噛合部に対し、潤滑油ポンプ１２Ｂを運転して油タンク１１Ａ内の潤滑油を供給する。潤滑油ポンプ１２Ｂには、たとえば固定容量形の電動機１３により駆動されるギアポンプ等が用いられる。

潤滑油ポンプ１２Ｂから吐出された潤滑油は、潤滑油供給配管２２Ａを通って軸受４１及び歯車４２に供給され、必要箇所を潤滑した後に潤滑油戻し流路２３Ａを通って油タンク１１に戻される。

【００３７】

このように構成された潤滑油系統においても、潤滑油ポンプ１２Ｂの吐出側流路から分岐して油タンク１１に接続されるバイパス流路２５と、潤滑油ポンプ１２Ｂのポンプ起動時に開となる開閉弁としてバイパス流路２５に設けられた電磁弁２６と、潤滑油の油温を検出する温度センサ３１と、潤滑油ポンプ１２Ｂのポンプ起動後にポンプインチングを行って油圧作動油の温度を所定値まで上昇させるとともに、必要な回路等が組み込まれたコントローラ３０Ｃをそなえている。

【００３８】

従って、運転停止により外気温度の影響を受けて潤滑油の温度が低下し、潤滑油の粘度上昇に伴って流動性が著しく低下した場合には、風力発電装置１の運転を開始または再開するにあたり、潤滑油ポンプ１２Ｂの運転開始時に温度センサ３１の検出値に基づいて潤滑油の油温を確認する。この結果、潤滑油の油温が所定値より低い場合には、潤滑油ポンプ１２Ｂの起動・停止を短時間に繰り返すポンプインチングを実施し、潤滑油を徐々に潤滑油供給配管２２Ａの配管系統へ供給する。

【００３９】

上述したポンプインチングを実施する場合、コントローラ３０Ｃは、最初に電磁弁２６を開としてバイパス流路２５を有効にする。

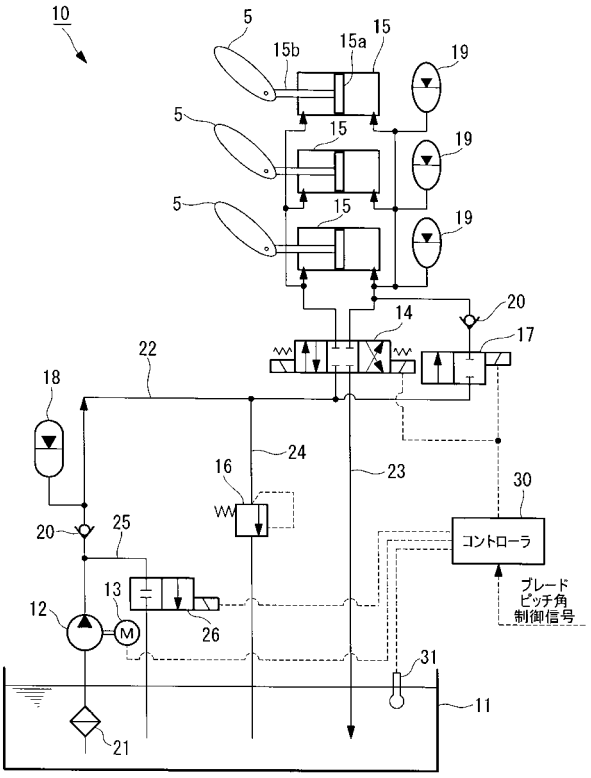
この後、固定容量型の電動機１３にパルス波を入力し、潤滑油ポンプ１２Ｂがパルス波に対応したＯＮ／ＯＦＦ運転を行うポンプインチングを実施することにより、潤滑油ポンプ１２Ｂの運転・停止が短時間で繰り返される。このようなポンプインチングは、油温の上昇により温度センサ３１が所定温度を検出するまで継続され、従って、油圧配管２２の内圧が急激に上昇することを防止できる。

【００４０】

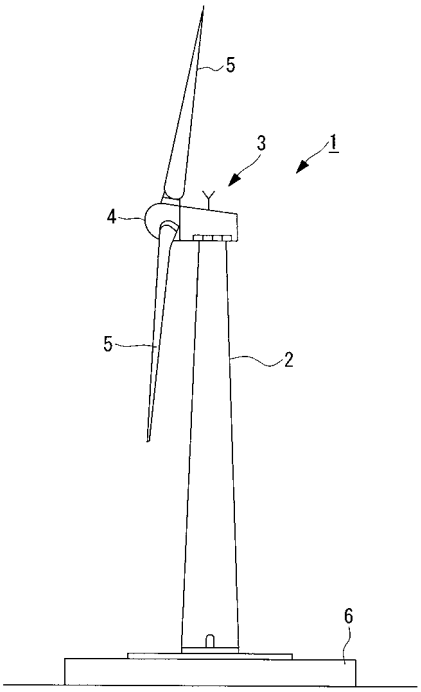
上述した潤滑油系統のポンプインチングについても、固定容量型の電動機１３がパルス波を受けてＯＮ／ＯＦＦ運転される構成に限定されることはなく、可変容量形の電動機１３Ａを採用する構成や、潤滑油ポンプ１２Ｂに可変容量型を採用する構成が可能である。

なお、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、その要旨を逸脱しない範囲内において適宜変更することができる。

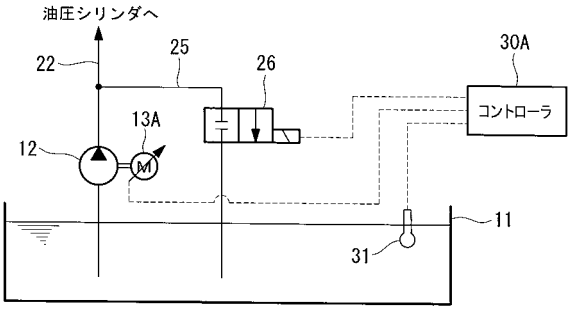
【図１】


10
5
15b
15a
15
19
15
14
20
17
22
18
24
16
23
30
25
コントローラ
ブレード
ピッチ角
制御信号
13
12
M
26
31
11
21

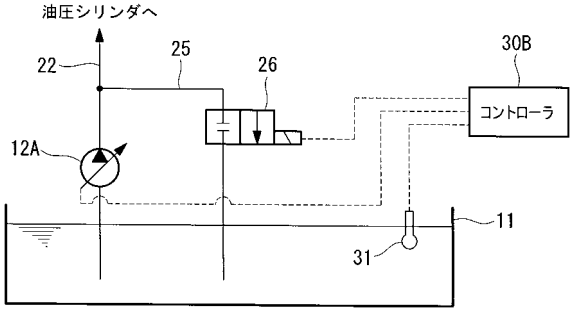
【図２】


5
3
1
4
5
2
6

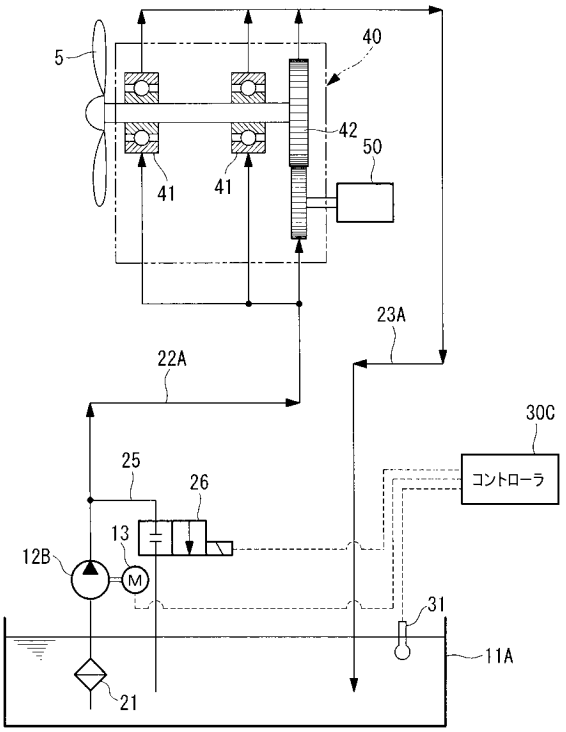
【図３】


油圧シリンダへ
22
25
26
30A
コントローラ
13A
12
M
11
31

【図４】


油圧シリンダへ
22
25
26
30B
コントローラ
12A
11
31

【図５】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－１９３５９１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３２７７１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０４２６６２（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１５５６９８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１１７９１４（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０５１２６３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０２３８６７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０３Ｄ　１１／００