

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4629562号  
(P4629562)

(45) 発行日 平成23年2月9日(2011.2.9)

(24) 登録日 平成22年11月19日(2010.11.19)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2P	9/00	(2006.01)	HO2P	9/00	F
FO3D	9/00	(2006.01)	FO3D	9/00	B
HO2P	9/04	(2006.01)	HO2P	9/04	A

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-353249 (P2005-353249)	(73) 特許権者	502129933
(22) 出願日	平成17年12月7日(2005.12.7)		株式会社日立産機システム
(65) 公開番号	特開2007-159311 (P2007-159311A)		東京都千代田区神田練馬町3番地
(43) 公開日	平成19年6月21日(2007.6.21)	(74) 代理人	110000062
審査請求日	平成19年8月9日(2007.8.9)		特許業務法人第一国際特許事務所
		(72) 発明者	藤田 幸央
			千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号
			株式会社 日立産機システム内
		(72) 発明者	佐藤 幸一
			千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号
			株式会社 日立産機システム内
		(72) 発明者	田中 雄司
			千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号
			株式会社 日立産機システム内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発電に寄与する駆動力によって回転して発電する発電機と、該発電機の回転速度を制御して発電させる発電制御装置とからなる発電装置において、

前記発電制御装置は、前記発電機の電流を測定する電流測定器と、

前記発電機の電流と、該電流に対して前記発電機の発電効率が最大値付近となる周波数との関係を予め記憶し、

該記憶した関係に基づいて、前記電流測定器により測定した電流値に対して前記発電機の発電効率が最大値付近となる周波数を算出する周波数算出手段と、

該周波数算出手段により算出した周波数になるように前記発電機の回転速度を制御する電力変換器とを備えたことを特徴とする発電装置。

10

【請求項2】

発電に寄与する駆動力によって回転して発電する発電機と、該発電機の回転速度を制御して発電させる発電制御装置とからなる発電装置において、

前記発電制御装置は、前記発電機の電流を測定する電流測定器と、

前記発電機の電流と、該電流に対して前記発電機の発電出力が最大値付近となる周波数との関係を予め記憶し、

該記憶した関係に基づいて、前記電流測定器により測定した電流値に対して前記発電機の発電出力が最大値付近となる周波数を算出する周波数算出手段と、

該周波数算出手段により算出した周波数になるように前記発電機の回転速度を制御する

20

電力変換器とを備えたことを特徴とする発電装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の発電装置において、  
前記関係は関数又はテーブルとして記憶することを特徴とする発電装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の発電装置において、  
前記発電機の出力電圧を測定する電圧測定器をさらに備え、  
前記電力変換器は、前記電圧測定器により測定された出力電圧が設定値以下になるように前記発電機の回転速度を制御することを特徴とする発電装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の発電装置において、  
前記記憶した関係に加え、前記発電機の電流と、該電流に対して前記発電機の発電効率が最大値付近となる周波数との関係を予め記憶し、  
前記発電機の電流に対して前記発電機の発電出力が最大値付近となる周波数との関係に基づいて前記周波数算出手段が算出した周波数になるように前記電力変換器が前記発電機の回転速度を制御するか、前記発電機の電流に対して前記発電機の発電効率が最大値付近となる周波数との関係に基づいて前記周波数算出手段が算出した周波数になるように前記電力変換器が前記発電機の回転速度を制御するか、選択する選択手段とを備えたことを特徴とする発電装置。

【請求項 6】

請求項 2 に記載の発電装置において、  
前記発電機の出力電圧を測定する電圧測定器をさらに備え、  
前記記憶した関係に加え、前記発電機の電流と、該電流に対して前記発電機の発電効率が最大値付近となる周波数との関係を予め記憶し、  
前記発電機の電流に対して前記発電機の発電出力が最大値付近となる周波数との関係に基づいて前記周波数算出手段が算出した周波数になるように前記電力変換器が前記発電機の回転速度を制御するか、前記発電機の電流に対して前記発電機の発電効率が最大値付近となる周波数との関係に基づいて前記周波数算出手段が算出した周波数になるように前記電力変換器が前記発電機の回転速度を制御するか、あるいは、前記電圧測定器により測定された出力電圧が設定値以下になるように前記電力変換器が前記発電機の回転速度を制御するか、を選択する選択手段を備えたことを特徴とする発電装置。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 に記載の発電装置において、  
前記選択手段による選択を自動的に行うようにプログラム化したことを特徴とする発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電機と発電制御装置からなる発電装置を提供する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

発電装置における最大電力追従制御については、各種様々な方法が取られている。例えば特許文献 1 に風力発電装置の最大電力取得制御について述べられているが、これは風速計により風速を測定し、最大効率回転速度を該風速と理論式により計算して風車の回転速度をチョッパー回路にて該最大効率回転速度へ調整する方法である。このような駆動力測定器を用いる場合、風車では風速計、水車の例を言えば水量計が必要となり高価なものになる。

【特許文献 1】特開 2003 - 70296 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【0003】

本発明の目的は、発電機の回転速度を発電機へ周波数指令を与えることにより変更して発電する発電装置において、発電に寄与する駆動力（例えば水車の場合は水量）が変動しても、その駆動力を測定する測定器を用いなくて、現在の該駆動力に対して発電効率の最大化に向けて回転速度を制御することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

上記目的を達成するために、発電機と、発電機に与える周波数を計算する周波数指令器と、周波数指令器からの周波数指令に基づき周波数を生成して発電機回転速度を制御する周波数生成器とからなる発電装置において、該発電機の電流値を測定する電流測定器を設け、該電流測定器からの電流値を周波数指令器へフィードバックして、予め記憶された発電機電流に対する発電効率が最大となる周波数算出手段を用いて発電効率が最大となるように制御を行う周波数指令器を備えた発電装置を構築する。

10

## 【0005】

すなわち、本発明は、発電に寄与する駆動力によって回転して発電する発電機と、該発電機の回転速度を制御して発電させる発電制御装置とからなる発電装置において、前記発電制御装置は、前記発電機の電流を測定する電流測定器と、発電機の電流値に対して発電効率が最大となる周波数を算出できる周波数算出手段と、該周波数算出手段を用いて前記発電機の測定電流から該発電機に与える周波数を決定する周波数指令器と、該周波数指令器からの周波数指令値により周波数を生成して前記発電機の回転速度を変更する周波数生成器とを備えており、発電効率が最大値付近となる回転速度の回転速度制御方式で制御する発電装置である。

20

## 【0006】

また、本発明は、発電に寄与する駆動力によって回転して発電する発電機と、該発電機の回転速度を制御して発電させる発電制御装置とからなる発電装置において、前記発電制御装置は、前記発電機の電流を測定する電流測定器と、発電機の電流値に対して発電出力が最大となる周波数を算出できる周波数算出手段と、該周波数算出手段を用いて前記発電機の測定電流から該発電機に与える周波数を決定する周波数指令器と、該周波数指令器からの周波数指令値により周波数を生成して前記発電機の回転速度を変更する周波数生成器とを備えており、発電出力が最大値付近となる回転速度の回転速度制御方式で制御する発電装置である。

30

## 【0007】

そして、本発明は、発電に寄与する駆動力によって回転して発電する発電機と、該発電機の回転速度を制御して発電させる発電制御装置とからなる発電装置において、前記発電制御装置は、自装置の直流出力電圧を測定する電圧測定器と、自装置の測定電圧以下の電圧となる前記発電機の周波数を任意に決定する周波数指令器と、該周波数指令器からの周波数指令値により周波数を生成して前記発電機の回転速度を変更する周波数生成器とを備えており、負荷の消費電力の変化に応じた発電出力値以下となる回転速度で前記発電機を制御することにより、負荷が所望する電力に見合った発電となる回転速度制御方式で制御する発電装置である。

40

## 【0008】

更に、本発明は、上記の回転速度制御方式のうちの複数種類の回転速度制御方式での制御が可能で、かつ、そのうちのいずれかを、スイッチ等で切替えて選択することが出来る発電装置である。

## 【0009】

また、本発明は、前記複数種類の回転速度制御方式を、スイッチ等の代わりに、駆動力の時間的变化や負荷状態に合わせて、自動的に切替えるようにプログラム化した発電装置である。

## 【0010】

そして、本発明は、発電機へ周波数指令を与えることにより発電機の回転速度を制御し

50

て発電する発電装置において、発電に寄与する駆動力が変動しても、その駆動力を測定する測定器を用いなくて、現在の駆動力に対して発電効率が最大となる発電機の回転速度を制御する発電装置を得ることができる。

【発明の効果】

【0011】

本発明を用いれば、従来よりも、信頼性、経済性を向上させた発電装置が提供可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明を実施するための最良の形態を説明する。

本発明は、発電機と、ソフト改造した汎用インバータを用いることにより、該発電制御装置は駆動力に対して発電効率が最大となるように発電機に出力する周波数を制御する。また、汎用インバータを用いることにより安価なシステムとなる。

【実施例1】

【0013】

以下、本発明の第1の実施例を図1～図3により説明する。図1に、本実施例の構成図を示す。エネルギー源1からのエネルギーは、例えば風車や水車などの変換器2で回転運動へ変換され、発電機3で電気エネルギーに変換される。発電制御装置4は、発電機3の回転速度を制御することにより回生度合いの強弱を制御して発電力を調整する。

【0014】

発電制御装置4内の電力変換器9は、直流出力を得るために、発電機3からの交流出力を直流に変換して平滑コンデンサ10に与える還流ダイオードと、平滑コンデンサ10の直流電圧を交流に変換して発電機の電気子に与え、発電機3を駆動するための回転磁界を発生させる半導体スイッチで構成されるモジュールである。発生した電力は、電力変換器9により直流出力に変換された後、平滑コンデンサ10により平滑され、系統連系装置またはインバータ等の負荷5へ出力される。

【0015】

発電機3の回転速度( $f^*$ )は、周波数指令器7により決定される。決定された回転速度 $f^*$ に基づいて、周波数生成器8がPWM波形を電力変換器9の半導体スイッチに出力して発電機3の回転速度を決定された値 $f^*$ に制御する。

【0016】

電力変換器9と発電機3の間に電流測定器6を接続し、発電機3から流れてくる電流値 $I$ を測定し、周波数指令器7に出力する。平滑コンデンサ10の出力電圧を測定する電圧測定器11を設けて直流電圧 $V_{pn}$ を測定し、測定結果は周波数指令器7に出力する。周波数指令器7は、測定した電流値 $I$ をもとに指令周波数 $f^*$ を決定する。

【0017】

図2に示した周波数指令器のアルゴリズムを用いて説明する。制御を開始する(ステップ2000)。次に、現在電流値 $I$ を電流測定器6より取得し(ステップ2010)、前回電流値 $I_{pre}$ との差分 $\Delta I$ ( $\Delta I = I - I_{pre}$ )を計算し(ステップ2020)、得られた差分 $\Delta I$ の値がある規定値以上であるか判断する。規定値以上で更新する必要がある場合は、周波数を更新する(ステップ2040～2050)。図3は発電機に流れる電流 $I$ に対して発電効率が最大となる周波数 $f_b$ の関係である最適周波数関数の例を示しており、周波数の更新は該周波数関数を用いて現在電流値 $I$ に対して発電効率が最大となる周波数 $f_b$ を計算し(ステップ2040)、指令周波数 $f^*$ を $f_b$ に更新する(ステップ2050)。ここで、周波数算出手段として周波数関数を用いたが、電流 $I$ に対して発電効率が最大となる周波数 $f_b$ の関係のテーブルを用いて周波数を算出することも出来る。なお、発電効率は、風車や水車などの動力変換器の効率 $t$ と発電機の効率 $g$ の総合効率である( $\eta = t \times g$ )。周波数指令後は、周波数生成器8から出力する実周波数 $f$ が $f^*$ になるまで待機し、さらに周波数の変更が電流に応答されるまでの時間だけ待機し(ステップ2060)、 $I_{pre}$ を現在電流値 $I$ に更新し(ステップ2070)、

10

20

30

40

50

始め（ステップ2000）に戻る。ステップ2030において規定値未満で更新する必要がなければ、始め（ステップ2000）に戻る。上記、ステップ2000からステップ2080までを常時繰り返すことにより発電効率が最大又はほぼ最大となるように常に制御を行うことができる。

【0018】

なお、上記実施例で発電効率が最大値付近となる回転速度制御方式の制御で説明したが、図3における最適周波数関数の代わりとして、発電機の電流値に対して発電出力が最大となる周波数関数を使用して、同様な周波数指令制御を行う発電出力が最大値付近となる回転速度制御方式とすることにより、常に発電出力が最大又はほぼ最大となる制御が行える。ここでも周波数算出手段として周波数関数を用いたが、テーブルを用いて周波数を算出することも可能である。

10

【0019】

一方、直流電圧 $V_{pn}$ が一定になるように発電機の回転速度を制御して発電出力が所定値又はそれ以下となるよう調整する回転速度制御方式とすることにより、発電電力が余ることにより直流電圧が上昇し保護機能が働き発電を停止することなく、常に負荷が所望する電力を供給することが可能となる。

【0020】

上記3種類の回転速度制御方式を説明したが、この制御方式を図1の制御方式切替えスイッチ12を切替える、又は自動的に制御方式を切替えるようにプログラム化することで、自然エネルギー・未利用エネルギー等のエネルギー源の変化や系統連系装置等の負荷に合わせた発電制御方式を自由に選択することができる。

20

【0021】

以上実施例で説明したように、豊富な自然エネルギーから発電する風力発電や水力発電では最大出力制御を行うことで最良の効果が得られる。また、工場の水循環システムにおける未利用エネルギーを回収する場合には最大効率制御を行うことで、システム全体が最良の効果をj得る。さらに自然エネルギー、未利用エネルギーの大きさが変化した場合は、消費電力に合わせて運転制御方法をプログラム化して運用することにより、今後ますます重要となる分散電源の安定化に寄与する。また、実施例で用いている回路は、汎用インバータの回路と全く同一のもので構成されており、汎用インバータの回路をそのまま利用することにより発電制御装置が安価になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施例の発電装置の構成図。

【図2】実施例の発電制御装置の周波数指令器のアルゴリズムの説明図。

【図3】発電機の電流に対する発電効率が最大となる周波数関数の説明図。

【符号の説明】

【0023】

- 1 水力、風力などのエネルギー源
- 2 水車、風車などのエネルギー源を回転運動に変換する変換器
- 3 発電機
- 4 発電制御装置
- 5 発電した電力を商用に返す系統連系装置または消費させる負荷
- 6 発電制御装置と発電機間の電流を測定する電流測定器
- 7 発電機に与える周波数を決定する周波数指令器
- 8 周波数指令に基づき周波数を生成する周波数生成器
- 9 周波数を生成するスイッチング素子と発電機からの交流電力を直流に変換する電力変換器
- 10 発電機からの交流出力を平滑するための平滑コンデンサ
- 11 直流電圧を測定する電圧測定器
- 12 発電制御方式を切替える切替えスイッチ

40

50

I 発電機と発電制御装置間の電流値

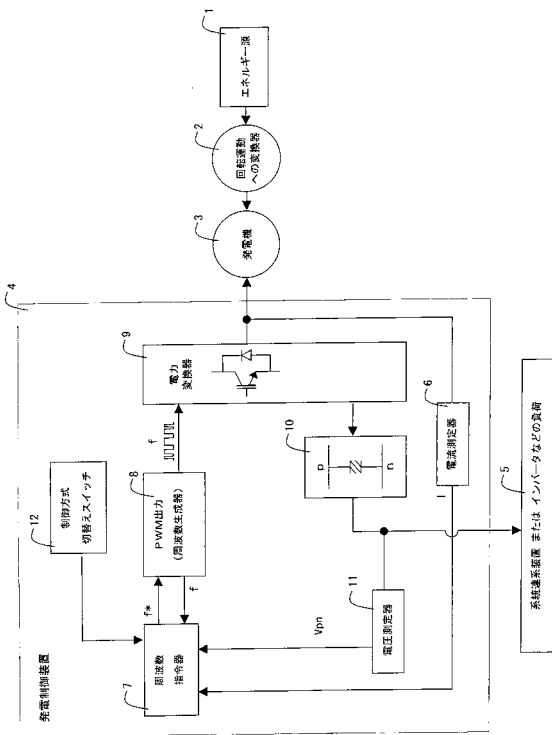
f \* 周波数指令値

f 周波数生成器の現在出力周波数

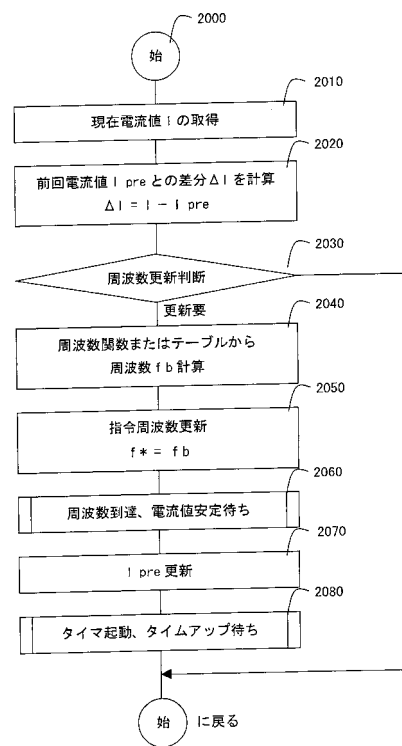
f b 発電機の電流値に対して発電効率が最大となる周波数

V p n 直流電圧値

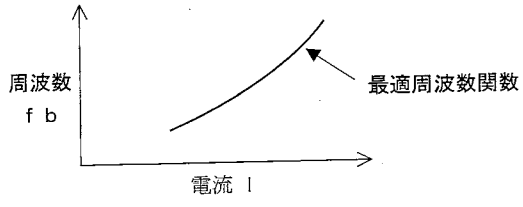
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 高山 英治

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社 日立産機システム内

審査官 牧 初

(56)参考文献 特開2005-176496(JP,A)

特開2005-6421(JP,A)

特開2004-194417(JP,A)

特開2005-323425(JP,A)

国際公開第2004/066472(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 9/00 - 9/48