

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5597937号
(P5597937)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014.8.22)

(51) Int.Cl. F I
H O 2 S 10/00 (2014.01) H O 2 S 10/00

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-125962 (P2009-125962)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成21年5月26日 (2009.5.26)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2010-278036 (P2010-278036A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成22年12月9日 (2010.12.9)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成24年2月24日 (2012.2.24)		弁理士 井上 学
前置審査		(72) 発明者	河野 亨
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	景山 寛
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	波多野 睦子
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽光発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池の出力電圧と出力電流の検出手段と、
 前記検出手段の結果をフィードバックすることによって太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく制御信号を生成する信号生成手段1と、
 日射量および気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段と、
 前記周囲環境計測する手段の結果から前記太陽電池の電力値が最大となる条件を算出する演算手段と、
 前記演算手段の算出した条件となるように太陽電池の動作を制御する信号を生成する信号生成手段2と、
 前記検出手段の結果に基づき算出した条件と前記演算手段の算出した条件とを比較した結果に基づき、前記信号生成手段1と前記信号生成手段2から送信される制御信号のいずれか一方を選択する手段と、
 選択された制御信号を用いて、次の前記太陽電池の出力を動作させる制御手段を有し、
 前記演算手段は、前記日射量および前記気温のパラメータを用いて、前記太陽電池のデバイス特性から抽出された特性式に基づく演算が行われ、
 前記制御手段は、PWM制御で電圧が可変される昇圧チョッパ回路であり、前記信号生成手段1と前記信号生成手段2から送信される制御信号は、昇圧チョッパ制御する波形の通流率に依存した制御信号であることを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項2】

請求項 1 に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記信号生成手段 1 は、

太陽電池の出力を順次動作させ、電力値が大きい前記太陽電池の出力条件を次の基準条件として設定し、以後この順次動作を繰り返すことで太陽電池の出力が最大となるような条件に追従していくことを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記日射量および前記気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段と離れた所に置かれた別の日射量および気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段 2 を用いて、前記周囲環境計測する手段の計測結果と前記周囲環境計測する手段 1 の計測結果を比較することによって、前記周囲環境計測する手段が正常であるかどうかを判断することを特徴とする太陽光発電システム。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記日射量および前記気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段と、前記周囲環境計測する手段の結果から前記太陽電池の電力値が最大となる条件を算出する演算手段の送信は無線に行われることを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 5】

太陽電池の出力電圧と出力電流の検出手段と、

前記検出手段の結果をフィードバックし、あるアルゴリズムに従って太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく追従手段 1 と、

20

前記追従手段 1 と別のアルゴリズムに従って太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく追従手段 2 と、

日射量および気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段と、

前記周囲環境計測する手段の結果から前記太陽電池の最大出力電力値を算出する演算手段と、

前記追従手段 1 と検出手段によって得られる電力と前記演算手段によって得られた電力を比較し、その比較結果に応じて、前記追従手段 1 か前記追従手段 2 のいずれか一方を選択する手段を有し、

前記追従手段 1 は、前記太陽電池の出力電圧もしくは、前記太陽電池の動作を制御する P W M 制御の通流率を等間隔に順次動作させ、電力値が大きい前記太陽電池の出力条件を次の基準条件として設定し、以後この順次動作を繰り返すことで太陽電池の出力電力値が最大となるような条件に追従し、

30

前記追従手段 2 は、前記太陽電池の出力電圧もしくは、前記太陽電池の動作を制御する P W M 制御の通流率を最適化手法によって演算された間隔で順次動作させ、電力値が大きい前記太陽電池の出力条件を次の基準条件として設定し、以後この動作を繰り返すことで太陽電池の出力が最大となるような条件に追従していくことを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記追従手段 2 において、順次動作を行う際の間隔を決定する最適化手法は、一変数探索手法によって定められた間隔であることを特徴とする太陽光発電システム。

40

【請求項 7】

請求項 6 に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記一変数探索手法は、黄金分割探索であることを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記一変数探索手法は、フィボナッチ探索であることを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 9】

50

請求項 5 に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記追従手段 2 において、順次動作を行う際の間隔を決定する最適化手法は、遺伝的アルゴリズムによって定められた間隔であることを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 10】

請求項 5 に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記日射量および前記気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段と離れた所に置かれた別の日射量および気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段 2 を用いて、前記周囲環境計測する手段の計測結果と前記周囲環境計測する手段 1 の計測結果を比較することによって、前記周囲環境計測する手段が正常であるかどうかを判断することを特徴とする太陽光発電システム。

10

【請求項 11】

請求項 5 に記載の太陽光発電システムにおいて、
前記日射量および前記気温のパラメータを計測する周囲環境計測する手段と、前記周囲環境計測する手段の結果から前記太陽電池の最大電力値を算出する演算手段の送信は無線に行われることを特徴とする太陽光発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池からの出力電力値が最大となるように制御する太陽光発電システムに関して、太陽電池のパネル面の日射量の急激な変動や部分陰の影響において、最大電力の追従する精度の向上技術に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

図 1 1 は、従来の太陽光発電システムのブロック図である。同図において、太陽電池パネル 1 は、太陽電池モジュールが直列接続されたストリングとよばれる単位のものや並列接続されることによって構成される太陽電池の 2 次元アレイである。この太陽電池パネルの動作を制御するために、DC/DC コンバータ回路を用いる。DC/DC コンバータ回路は、コイル 3、ダイオード 4、コンデンサ 5、スイッチング素子 6 で構成された昇圧チョップア 2 によって実現され、スイッチング素子 6 のスイッチング動作におけるオンとオフ比である通流率を可変することによって太陽電池パネルの出力を制御する。ある通流率を持った制御信号は、制御部 9 におけるマイクロプロセッサ 1 4 において生成され、レベルシフタ 1 5 を介してスイッチング素子 6 のゲート電極に送信される。マイクロプロセッサ 1 4 には、パワーエレクトロニクス OS (PEOS) を内蔵した CPU、DSP が用いられる。また、センサ 7 は、太陽電池パネルの出力電圧を検出する電圧検出回路、センサ 8 は、太陽電池の出力電流を検出する出力電流検出回路である。検出された電圧情報と電流情報は、それぞれ、バッファ 1 0、バッファ 1 1 を介してインピーダンス変換され、AD 変換器 1 2、AD 変換器 1 3 によってデジタル値に変換された後、マイクロプロセッサ 1 4 に送信される。これにより、太陽電池パネルの出力をフィードバックしながら、通流率を制御することができる。

30

太陽電池パネルからの出力は DC であるため、DC/AC インバータ回路 1 6 を介して、商用の系統電源 1 7 に接続する。太陽電池システムの中において、インバータ回路 1 6 と商用の系統電源 1 7 は、電気的負荷 1 8 の役割を担っているとみなすことができる。

40

[従来技術 1]

図 1 2 は、図 1 1 の太陽光発電システムから高効率な電力を得るために一般的に用いられている山登り法と呼ばれる最大電力点追従制御法のフローチャートである。以下、最大電力点追従制のことを MPPT 制御 (Maximum Power Point Tracking) と呼ぶ。まず、初期の太陽電池パネル特性の出力設定値として昇圧チョップア 2 を動作させて太陽電池パネルの出力電圧 $V(k-1)$ を測定する。同時に、太陽電池パネルの出力電圧値に応じて出力される太陽電池出力電流 $I(k-1)$ を測定する。プロセッサ 1 4 は、出力電圧 $V(k-1)$ と出力電流 $I(k-1)$ とを乗算して、太陽電池パネルの出力電力 $P(k-1)$ を算出し、メモリーに記憶させ

50

ておく。次に、出力電圧 $V(k-1)$ より所定量大きい電圧 $V(k)$ に設定するよう昇圧チョッパ 2 を動作させ、同様に、太陽電池出力電流 $I(k)$ の測定と太陽電池パネルの出力電力 $P(k)$ の算出を行い、メモリに記憶させておく。記憶させた出力電力 $P(k-1)$ と $P(k)$ を比較し、電力量が異なっていれば、次のフローに入る。 $P(k-1)$ よりも $P(k)$ の方が大きい値であれば、 $P(k)$ を $P(k-1)$ として、新しく記憶させ、この新しく記憶された $P(k-1)$ を算出するために測定した時の通流率 $D(k-1)$ に対して、通流率をシフトしたものを通流率 $D(k)$ として更新する。更新された通流率 $D(k)$ によって、測定、算出された新しい出力電力 $P(k)$ と先ほど記憶した $P(k-1)$ の比較を行うことで、電力 $P(k-1)$ と $P(k)$ の比較動作に戻る。逆に、 $P(k)$ よりも $P(k-1)$ の方が大きい値であれば、 $P(k-1)$ の記憶を保持したまま、この $P(k-1)$ を算出するために測定した時の通流率 $D(k-1)$ に対して、通流率をシフトしたものを通流率 $D(k)$ として更新する。更新された通流率 $D(k)$ によって、測定、算出された新しい出力電力 $P(k)$ と記憶を保持している $P(k-1)$ の比較を行うことで、電力 $P(k-1)$ と $P(k)$ の比較動作に戻る。あとは、この一連の操作を繰り返す。

10

【 0 0 0 3 】

この一連の動作は、図 1 3 (a) に示すように、通流率を可変することで、最大電力点 M P P (Maximum Power Point) をトラッキングすることを行っており、そのトラッキングの様子から山登り法と呼ばれ、簡単に扱いやすいアルゴリズムであるため、現在、太陽光発電システムにおいて、最も多く用いられている方法である。また、通流率を可変させることは、図 1 3 (b) に示すように、出力電圧を可変することに相当し、太陽電池の電圧-電力特性の曲線を山登りのように探索していることに相当する。この山登り法を用いた M P P T 制御アルゴリズムに関しては、例えば、非特許文献 1 に記載されている。

20

[従来技術 2]

図 1 4 に示すように、太陽電池パネルに部分陰が差し掛かると、太陽電池の電圧-電力特性に複数の極値を持つことがある。この場合、山登り法では、局所解が実動作点となり、電力効率が落ちる可能性があるため、山登り法以外にも多くの M P P T 制御アルゴリズムが提案されている。最大電力点への追従を行っても、最大電力でない小さい山の極大値を回避するような M P P T 制御アルゴリズムの先行文献として、例えば、特許文献 1 があり、最適化問題である遺伝的アルゴリズムを導入した M P P T 制御を行っている。

[従来技術 3]

山登り法を用いた M P P T 制御アルゴリズムの他に、簡単に扱いやすいアルゴリズムであるために良く用いられるのが、電圧追従法と呼ばれるものがある。電圧追従法とは、太陽電池の開放電圧と M P P となる動作電圧の関係が比例関係にあることを利用した手法である。開放電圧 V_{oc} とは、太陽電池の出力電圧が流れなくなる出力電圧のことであり、電圧-電流特性においては、図 1 3 中に示すような電力 0 となる電圧のことを示す。図 1 5 のように、日射量や温度といった周囲環境の変動により、太陽電池特性が変化し、M P P が変化した場合、開放電圧 V_{oc} も変化する。ここで、M P P となる動作電圧と開放電圧 V_{oc} は、ほぼ比例関係にあることが分かっている。したがって、電圧追従法は、定期的に太陽電池パネルの出力電流が 0 になる電圧をモニターし、そのモニターした電圧に比例定数を掛けた電圧で動作するように、通流率を制御するようなアルゴリズムである。この電圧追従法を用いた M P P T 制御アルゴリズムに関しても、非特許文献 1 に記載されており、Fractional_Voc という名前で紹介されている。

30

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開2006-107425号公報

【非特許文献 1】IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL.2, No2, 2007 p.p.439-449

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

50

山登り法を用いたMPP T制御は、簡単であるが、図13に示すように、太陽電池のパネルの一部に影が生じて、太陽電池の出力に複数の極大値が発生すると最大電力への追従ができなくなるという欠点がある。

【0006】

MPPではない局所解の問題を解決するために、遺伝的アルゴリズムに代表される最適化問題を適用したMPP T制御は、部分陰に関する問題は得意だが、広範囲の動作電圧における電力を何点も取得するため、最大電力点以外での動作が多くなるため、部分陰のない定常状態での性能が悪くなるという欠点がある。

【0007】

電圧追従法を用いたMPP T制御は、演算によって推測されたMPPであるため、真のMPPかどうかは不明であるという欠点がある。

10

【0008】

また、山登り法によるMPP T制御、最適化問題を適用したMPP T制御、電圧追従法を用いたMPP T制御のすべてに共通した問題として、周囲環境の変化に対する応答が悪いことが挙げられる。図15に示すように、時間が t_1 、 t_2 、 t_3 と経つにつれて、MPPもMPP1、MPP2、MPP3と変化する。この変化が、山登り法による追従よりも早い場合、電圧追従法における定期的な開放電圧のモニターの周期よりも早い場合、遺伝的アルゴリズムの選択、交叉などの処理に対する周期よりも早い場合は、いずれにおいても程度の違いはあれ、図15に示すように、実動作点1、実動作点2、実動作点3とずれて行き、MPPを出力する動作点と一致しなくなる。

20

【0009】

したがって、本発明は、

(i) 周囲環境の急激な変化に対する応答を向上する

(ii) 複数の極大値が発生する場合において、MPPではない局所解での動作することを解決する2点を目的に、太陽光発電システムの発電効率を向上するシステム構成と制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

以上の課題を解決するために、大きくは以下の3つの特徴を持った太陽光発電システムが提供できれば良い。

30

(i) 太陽電池の出力電圧と出力電流の検出手段と、
前記検出手段の結果をフィードバックすることによって太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく制御信号を生成する信号生成手段1と、
日射量や温度といったパラメータを計測する周囲環境計測する手段と、
前記周囲環境計測する手段の結果から前記太陽電池の電力値が最大となる条件を算出する演算手段と、
前記演算手段の算出した条件となるように太陽電池の動作を制御する信号を生成する信号生成手段2と、
前記信号生成手段1と前記信号生成手段2から送信される制御信号のいずれか一方を選択する手段と、
選択された制御信号を用いて、次の前記太陽電池の出力を動作させる制御手段を有する太陽光発電システム。

40

(ii) 太陽電池の出力電圧と出力電流の検出手段と、
前記検出手段の結果をフィードバックし、あるアルゴリズムに従って太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく追従手段1と、
前記追従手段1と別のアルゴリズムに従って太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく追従手段2と、
日射量や温度といったパラメータを計測する周囲環境計測する手段と、
前記周囲環境計測する手段の結果から前記太陽電池の最大出力電力値を算出する演算手段と、

50

前記追従手段 1 と検出手段によって得られる電力と前記演算手段によって得られた電力を比較し、その比較結果に応じて、

前記追従手段 1 か前記追従手段 2 のいずれか一方を選択する手段を有する太陽光発電システム。

(i i i) 太陽電池 1 の出力電圧と出力電流の検出手段と、

前記検出手段の結果をフィードバックし、あるアルゴリズムに従って太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく追従手段 1 と、

前記追従手段 1 と別のアルゴリズムに従って太陽電池の電力値が最大となるような条件を追従していく追従手段 2 と、

前記太陽電池とは別の太陽電池 2 の出力電圧と出力電流の検出手段と、

前記太陽電池 1 の検出手段によって得られる電力と前記太陽電池 1 の検出手段によって得られる電力を比較し、その比較結果に応じて、

前記追従手段 1 か前記追従手段 2 のいずれか一方を選択する手段を有する太陽光発電システム。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

太陽光発電システムにおいて、周囲環境の急激な変化に対する応答を向上させ、複数の極大値が発生する場合において M P P ではない局所解での動作させることにより、太陽光発電システムの発電効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施例 1 と実施例 2 に係る太陽光発電システムの全体構成を示す図である。

【図 2】本発明の実施例 1 に係る太陽光発電システムのフローチャートを示す図である。

【図 3】本発明の実施例 1 に係る太陽光発電システムのフローチャートを示す図である。

【図 4】本発明の実施例 1 に係る太陽光発電システムの効果を示す図である。

【図 5】本発明の実施例 2 に係る太陽光発電システムのフローチャートを示す図である。

【図 6】本発明の実施例 2 に係る太陽光発電システムのフローチャートを示す図である。

【図 7】本発明の実施例 2 に係る太陽光発電システムの探索一変数手法を説明する図である。

【図 8】本発明の実施例 3 と実施例 4 に係る太陽光発電システムの全体構成を示す図である。

【図 9】本発明の実施例 3 に係る太陽光発電システムのフローチャートを示す図である。

【図 10】本発明の実施例 4 に係る太陽光発電システムのフローチャートを示す図である。

。

【図 11】従来技術 1 と従来技術 2、従来技術 3 に係る太陽光発電システムの全体構成を示す図である。

【図 12】従来技術 1 に係る太陽光発電システムのフローチャートを示す図である。

【図 13】従来技術 1 に係る太陽光発電システムの動作概念を示す図である。

【図 14】従来技術 1 ~ 3 および本発明の実施例 1 ~ 4 における太陽光発電システムに部分陰がかかった時の太陽電池パネルの図と太陽電池パネルの特性を示すグラフである。

【図 15】従来技術 1、従来技術 2、従来技術 3 に係る太陽光発電システムの日射量が変化した時の実動作点の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例 1】

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る太陽光発電システムのブロック図である。同図において、図 11 に示す従来技術の太陽光発電システムのブロック図と同一符号は、同一動作を行なうので説明は省略し、図 11 に対して追加した構成を示す符号について説明する。周囲環境の計測手段 23 は、照度計や温度計を示し、その結果を演算部 24 に送信し、演算

10

20

30

40

50

部 2 4 において、その日射条件のもとで理論上 M P P を出力する動作電圧に制御する通流率を算出し、その算出結果をマイクロプロセッサ 1 4 に送信する。本発明の実施例 1 は、図 1 1 の従来技術の太陽光発電システムに対して、計測手段 2 3 は、演算部 2 4 が追加されている。

【 0 0 1 4 】

太陽電池パネル 1 の特性は、

$$I = I_{ph} - I_0 \times \exp\{q \cdot \{ (V + I \cdot R_s) / (N \cdot k \cdot T)\} - I_{sh} \dots\dots (1)$$

$$I_0 = C_0 \cdot T^3 \cdot \exp\{ - (q \cdot E_g) / (n \cdot k \cdot T)\} \dots\dots (2)$$

で表すことができる。ここで、各記号の意味は以下の通りである。

I : 出力電流

I_{ph} : 日射量に比例した電流

I_{sh} : 漏れ電流

V : 出力電圧

R_s : 直列抵抗

n : 接合定数

k : ボルツマン定数

T : 温度

C₀ : 飽和電流の温度係数

q : 素荷量

E_g : エネルギーギャップ

k、q、E_gは、一定値であり、n、C₀は、太陽電池デバイス特性で左右され、デバイスパラメータとして管理される値である。R_s : 直列抵抗は、太陽電池セルの測定により判明する値である。これらのパラメータと太陽電池デバイスの静特性から開放電圧、短絡電流、M P P 時の出力電流、出力電圧から、連立方程式を解いて、I_{sh}が定まると、式(1)をI、I_{ph}、V、Tをパラメータとした式で表すことができる。n、C₀などの太陽電池セルのデバイス特性で不明なものがある場合でもニュートン法などを適用することで、式(1)をI、I_{ph}、V、Tをパラメータとした式で表すことができる。但し、この式(1)の簡略化は、太陽電池デバイス特性のばらつき範囲の誤差は残る。

【 0 0 1 5 】

この式 1 を簡略化したI、I_{ph}、V、Tをパラメータとした式で表された場合、周囲環境の計測手段 2 3 から日射量と温度の情報が送信されれば、式 1 は、さらにI、Vのみの関数で表すことができるため、演算部 2 4 において計測した日射量と温度の状態における最大電力点、そのときの出力電流、出力電圧、その出力点で動作させる時の通流率を算出することができる。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、本発明の実施例 1 に係る太陽光発電システムのフローチャートであり、この図を参照しながら説明する。M P P T 制御と同様に、昇圧チョッパ 2 を動作させ、太陽電池パネルからの出力電圧、出力電流をセンシングして、演算部 2 4 内のメモリに記憶する。このセンシングするタイミングと同期して、計測手段 2 3 にて、日射量と温度を計測し、その計測した情報を同様に、演算部 2 4 内のメモリに取り込む。ここで、取り込まれた出力電圧、出力電流に関しては、出力電力値を算出し、前に記憶された電力値と比較演算を行い、電力値が大きい方の出力電圧で動作させるような通流率 1 を設定する。この動作と同時に、取り込まれた日射量と温度から、M P P となる通流率の理論値、通流率 2 を設定する。次に、通流率 1 と通流率 2 の値を比較する。ここで、太陽電池の特性が前の動作から変わっていなければ、通流率 1 > 通流率 2 であるため、通常 M P P T 制御で求めた通流率 1 を優先させる。これは、M P P T 制御で求めた通流率 1 の方が、計測によって求められたものであるため、理論値よりも真の値に近いという判断による。逆に、前の動作から太陽電池の特性が大きく変わっていた場合、計測によって得られる通流率 1 による実動作点は、M P P から外れてくるので、理論値である通流率 2 を優先させることで、動作点

がMPPから外れることを防ぐ。

【0017】

図3は、図2のフローチャートをより具体的にしたものである。ここでは、MPP T制御から求まる通流率1を $D(k)$ とし、理論演算からもとまる通流率2を $D_i(k)$ として、 $D_i(k) - D(k)$ の差の絶対値が大きいかな否かで、 $D_i(k)$ と $D(k)$ のどちらを次の動作の通流率として選択するかを判断する。MPP T制御にあたる制御1の部分は、図12に示した山登り法のフローチャートと同じであり、山登り法を用いたMPP T制御によって得られる通流率と演算1によって得られる通流率のどちらかを選択するフローとなっている。

【0018】

図4は、本発明の実施例1の太陽光発電システムの効果を示す図である。図15のように、周囲環境が変化する環境化において、従来技術の山登り法によるMPP T制御では、実動作点が、MPPに対して時間の経過とともに離れていくのに対し、 t_2 から t_3 にかけては、理論演算から求めた通流率を活用することで、実動作点がMPPに近づく。これにより、太陽光発電システムの電力効率が向上する。

【実施例2】

【0019】

本発明の実施例2に係る太陽光発電システムのブロック図も図1と同様である。図5は、本発明の実施例2に係る太陽光発電システムのフローチャートであり、この図を参照しながら説明する。通常MPP T制御と同様に、昇圧チョッパ2を動作させ、太陽電池パネルからの出力電圧、出力電流をセンシングして、演算部24内のメモリに記憶する。このセンシングするタイミングと同期して、計測手段23にて、日射量と温度を計測し、その計測した情報を同様に、演算部24内のメモリに取り込む。ここで、取り込まれた出力電圧、出力電流に関しては、出力電力値を算出し、前に記憶された電力値と比較演算を行い、電力値が大きい方を電力1として記憶しておき、その時の通流率1を設定する。この通流率1を設定するまでの制御がMPP T1である。この動作と同時に、取り込まれた日射量と温度から、この環境での最大電力の理論値、電力2を設定する。次に、電力1と電力2の値を比較する。ここで、太陽電池に対する部分陰の影響が少ない場合は、電力1 > 電力2であるため、通流率1を優先させる。逆に、太陽電池の対する部分陰の影響が大きい場合、電力2よりも電力1は、著しく小さくなるので、山登り法のような部分陰に対応していない制御方法であるMPP T1から、応答が悪くても部分陰に対応することが可能な遺伝的アルゴリズムに代表されるようなMPP T2に切り替え、このMPP T2で設定される通流率2を次のセンシングにおける通流率として選択する。

【0020】

図6は、図5で示したようなMPP T1とMPP T2の選択機能をより具体的にしたものである。ここでは、MPP T1から求まる通流率1を $D(k)$ 、電力を $P(k)$ とし、理論演算で求める電力を $P_i(k)$ 、MPP T2から求まる通流率2を D_0 もしくは、 D_1 として表している。 $P_i(k)$ に対する $P(k)$ の比があるしきい値：constant2よりも大きいかな否かで、制御方法をMPP T1とMPP T2のどちらかを選択するか判断する。MPP T1にあたる制御1の部分は、図12に示した山登り法のフローチャートと同じである。MPP T2にあたる制御2の部分は、図7に示すような一度探索幅を広げた後で、再度、探索幅を可変しながら追従し直していくという探索一変数手法である。図6中の r の値について、例えば黄金比を代入することで、黄金分割探索による追従制御となる。この方式は、複数の極値に対する探索の正確性は低いが、応答速度が速いという利点をもっている。探索を n 回繰り返す、探索幅がMPP T1同程度となれば、制御をMPP T1に戻す。

【実施例3】

【0021】

図8は、実施例3に係る太陽光発電システムのブロック図である。産業用やメガソーラ用に、太陽光発電システムを複数並べることで大規模な発電システムを構成する。太陽電

10

20

30

40

50

池 1 A、インバータ 2 6 A、計測手段 2 3 A で構成されるシステム A と太陽電池 1 B、インバータ 2 6 B、計測手段 2 3 B で構成されるシステム B と太陽電池 1 C、インバータ 2 6 C、計測手段 2 3 C で構成されるシステム C が並列接続され、トランス 2 8 で変圧し、商用電源 2 9 に接続される。インバータ 2 6 A、2 6 B、2 6 C のそれぞれは、昇圧チョッパ 2、センサ 7、センサ 8、DC / AC インバータ回路 1 6 で構成される。計測手段 2 3 A、2 3 B、2 3 C で計測された日射量や温度は、システムの配線数削減のため無線通信する。演算部とマイクロプロセッサを備えた 2 7 によって、無線を受信し、実施例 1 や実施例 2 で前述した理論演算を行い、複数の M P P T で設定された通流率を各システムに送信する。環境状態に応じて、各太陽電池パネル毎に最適な制御が行われることで、大規模太陽光発電システムの電力効率を向上する。

10

【 0 0 2 2 】

図 9 は、本発明の実施例 3 に係る大規模太陽光発電システムの太陽電池 1 B、インバータ 2 6 B、計測手段 2 3 B で構成されるシステム B のフローチャートであり、この図を参照しながら説明する。通常の M P P T 制御と同様に、インバータ 2 6 B 内の昇圧チョッパ 2 を動作させ、太陽電池パネルからの出力電圧、出力電流をセンシングして、出力電力値である電力 1 を算出し、2 7 内のメモリに記憶する。同時に、算出した電力 1 を太陽電池 1 C、インバータ 2 6 C、計測手段 2 3 C で構成されるシステム C の制御部へ送信する。このタイミングと同期して、太陽電池 1 A、インバータ 2 6 A、計測手段 2 3 A で構成されるシステム A でセンシングされた出力電力値、電力 3 を受信する。次に、電力 1 と電力 3 の値を比較する。システム A には陰がないという仮定のもと、システム B の太陽電池に対する部分陰の影響が少ない場合は、電力 1 電力 3 であるため、山登り法のような M P P T 1 の制御によって定められた次のセンシングにおける通流率 1 を選択する。ここでは、山登り法のような M P P T 1 を選択するため、定常状態での性能が悪くなるという欠点がなく追従できる。逆に、システム B の太陽電池に対する部分陰の影響が大きい場合、電力 3 よりも電力 1 は、著しく小さくなるので、山登り法のような部分陰に対応していない制御方法である M P P T 1 から、応答が悪くても部分陰に対応することが可能な遺伝的アルゴリズムに代表されるような M P P T 3 に切り替え、この M P P T 3 で設定される通流率 3 を次のセンシングにおける通流率として選択する。この電力比較に用いる電力として、実施例 1、実施例 2 で述べたような、計測手段 2 3 B にて取得された理想電力を流用することは当然である。しかし、大規模太陽光発電システムのような信頼性を必要とされるシステムにおいては、無線通信における信頼性が充分でないことが多いため、実施例 3 で述べたような隣接したシステムの情報をトリガとして制御を可変する方が信頼性という意味で優位である。

20

30

【 実施例 4 】

【 0 0 2 3 】

図 1 0 は、図 9 で示した本発明の実施例 3 に係る大規模太陽光発電システムの太陽電池 1 B、インバータ 2 6 B、計測手段 2 3 B で構成されるシステム B のフローチャートに、計測手段 2 3 B にて取得された理想通流率を流用することによって、M P P T 1 制御を選択した時の応答の向上を図るフローチャートである。図 9 の電力 1 電力 3 と判断した時、電力 1 で動作させる通流率 1 と取り込まれた日射量と温度から、M P P となる通流率の理論値、通流率 2 を比較する。ここで、太陽電池の特性が前の動作から変わっていなければ、通流率 1 通流率 2 であるため、通常の M P P T 制御で求めた通流率 1 を優先させる。逆に、前の動作から太陽電池の特性が大きく変わっていた場合、計測によって得られる通流率 1 による実動作点は、M P P から外れてくるので、理論値である通流率 2 を選択する。これにより、急激な周囲環境の変化にも対応できる。また、前述のように、計測手段 2 3 B からの情報は、無線通信であるため信頼性が充分でなく、故障する場合が多い。このため、通流率 2 が他のシステムから得られる通流率との相関を取るなどして、正常値であるかどうかの判断を行い、故障と判断した場合は、無条件で通流率 1 を選択する。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 2 4 】

50

周囲の環境変化や太陽電池の部分陰に対する電力効率が向上するため、太陽電池システムの発電量を向上させることが可能になる。

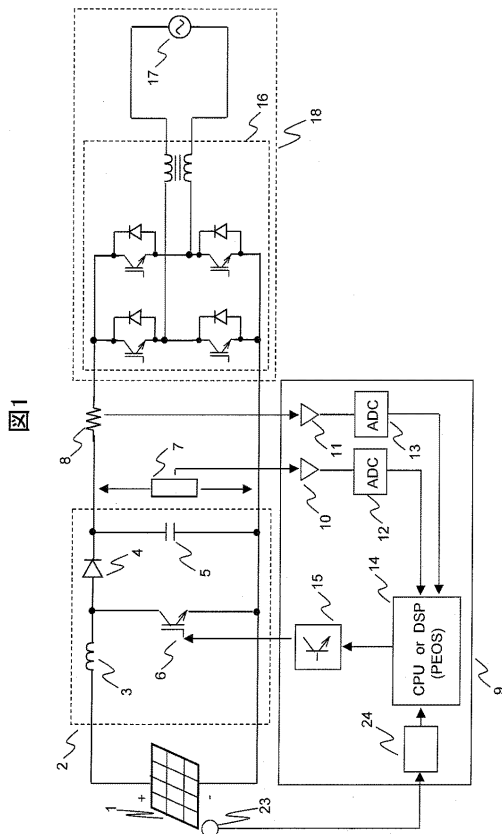
【符号の説明】

【0025】

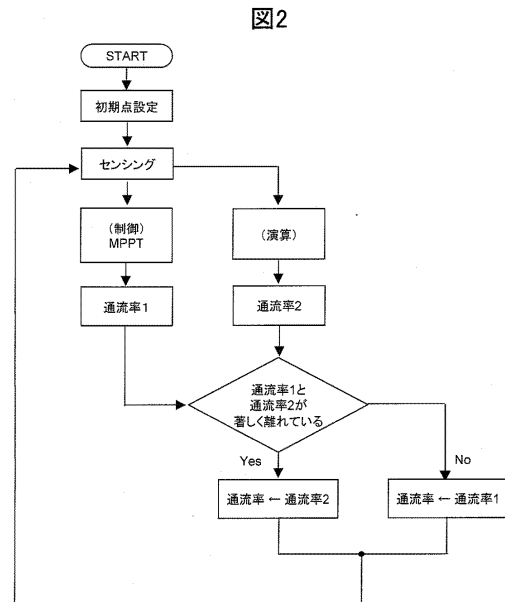
PV 1 : 太陽電池モジュール、 PV 2 : 太陽電池モジュール、 PV 3 : 太陽電池モジュール

PV 4 : 太陽電池モジュール、 RF : Radio Frequency、 IF : インターフェイス

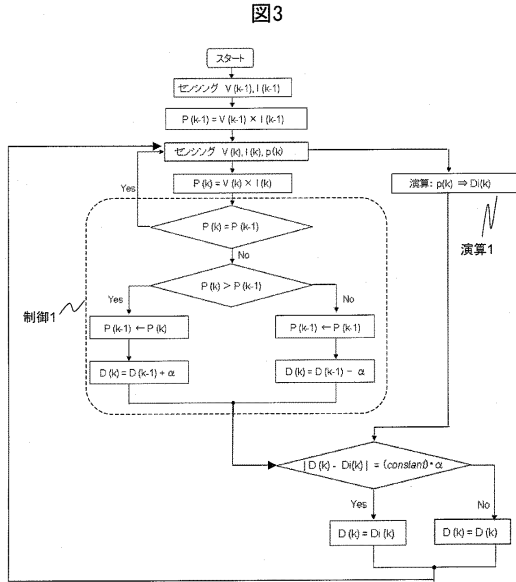
【図1】



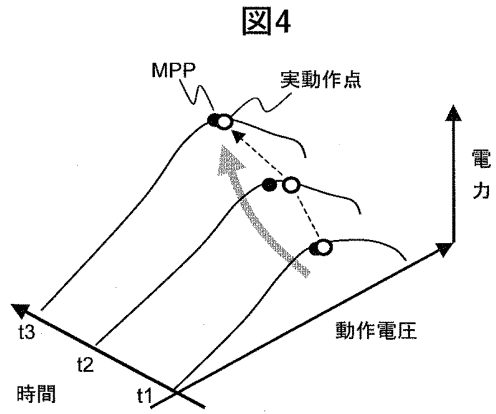
【図2】



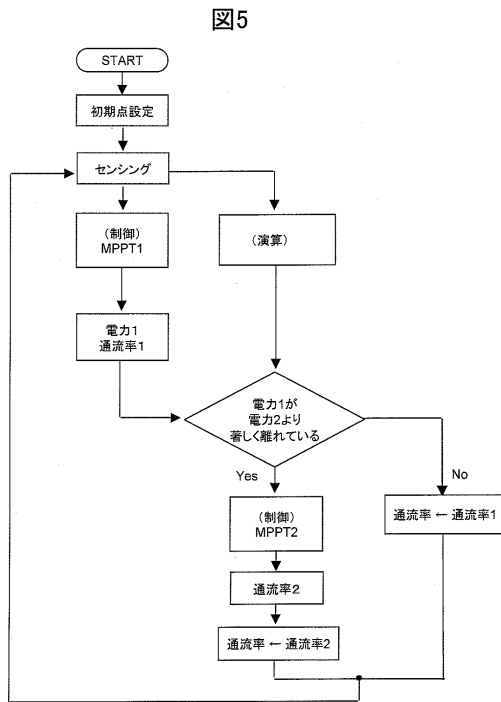
【 図 3 】



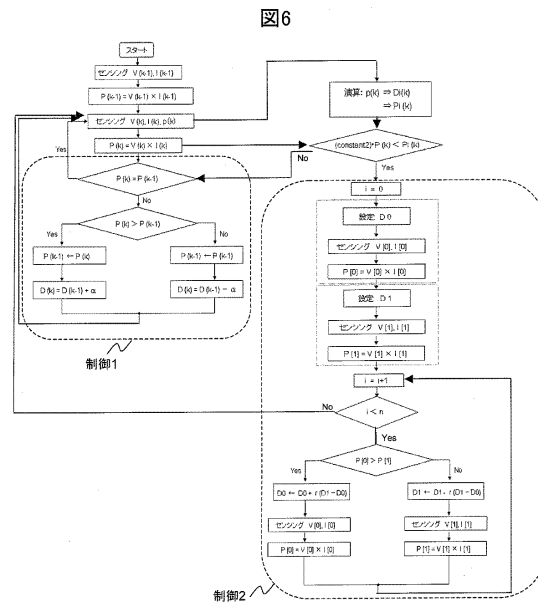
【 図 4 】



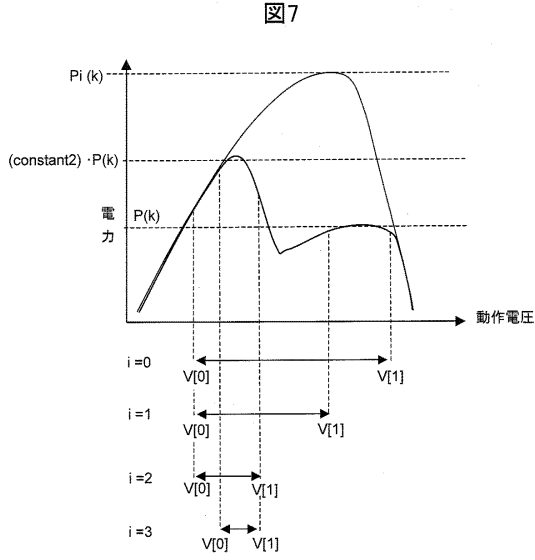
【 図 5 】



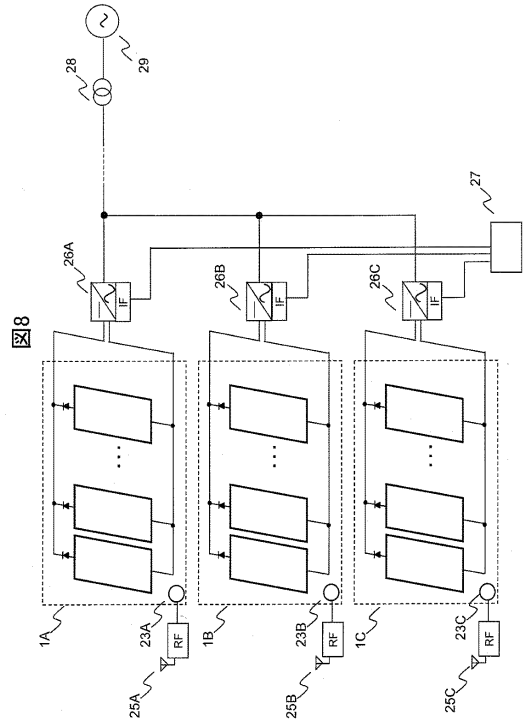
【 図 6 】



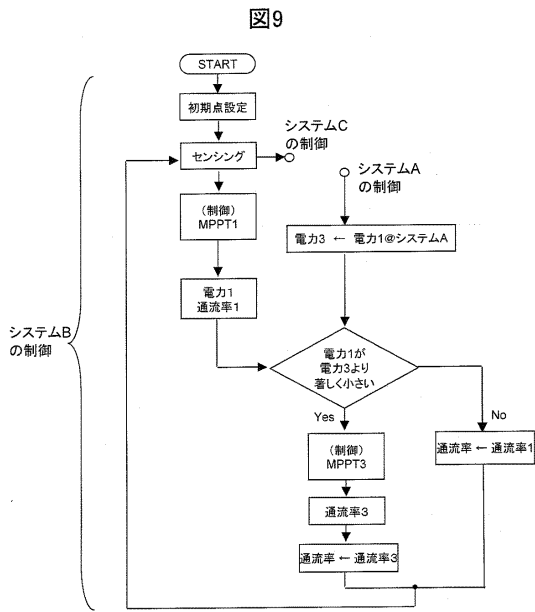
【 図 7 】



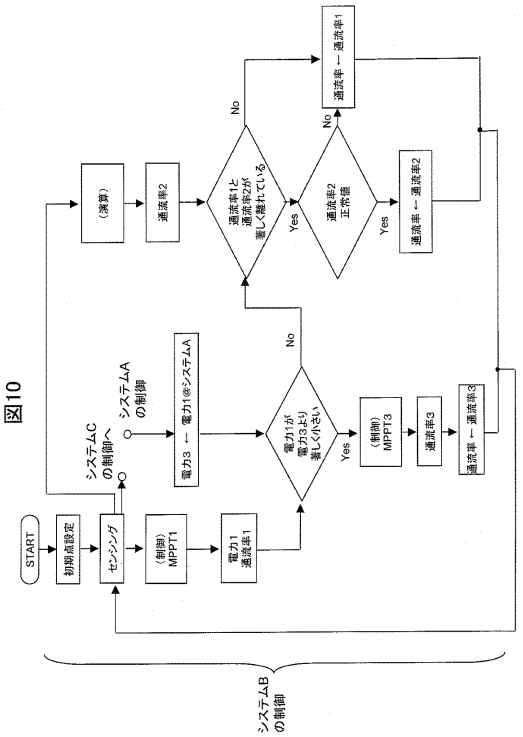
【 図 8 】



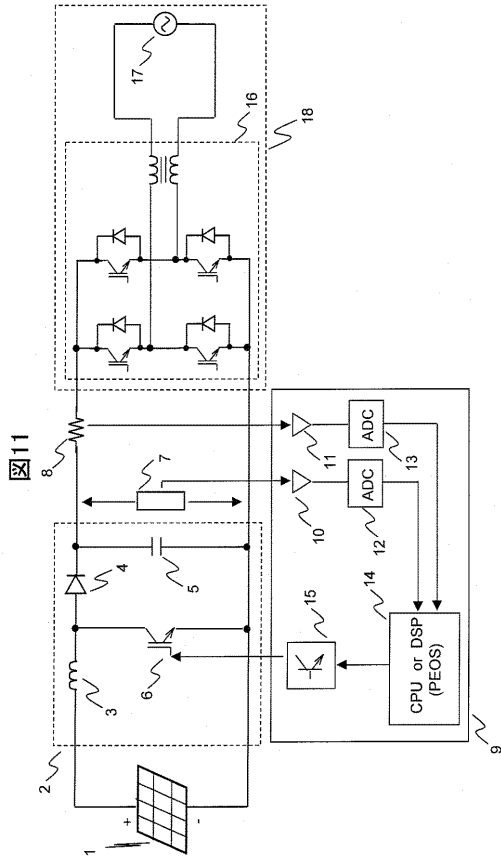
【 図 9 】



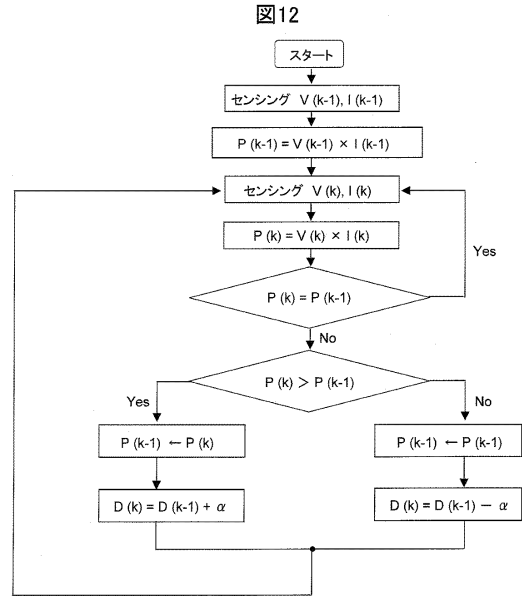
【 図 10 】



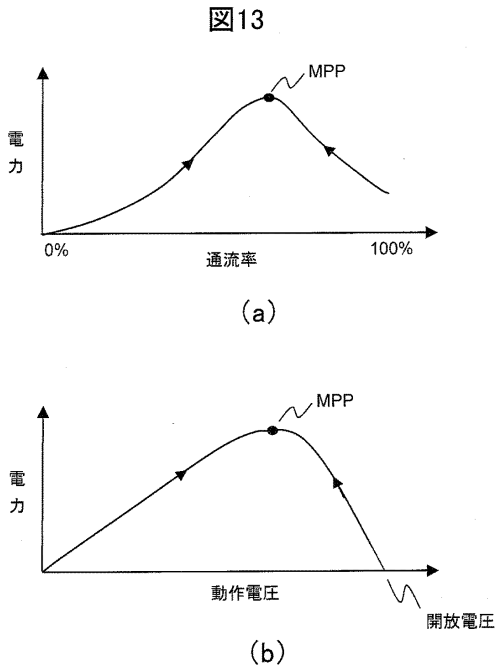
【図11】



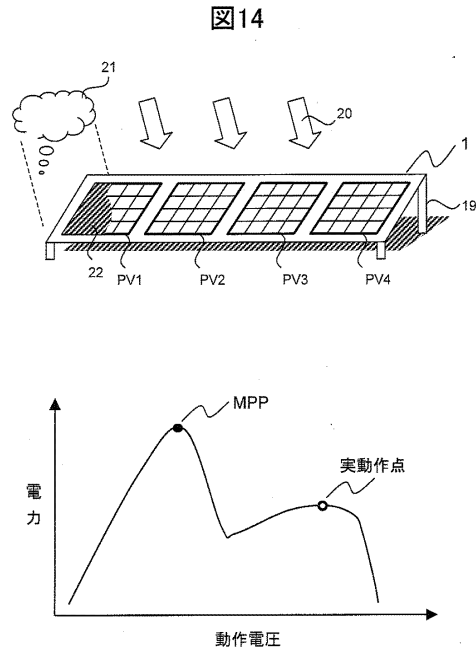
【図12】



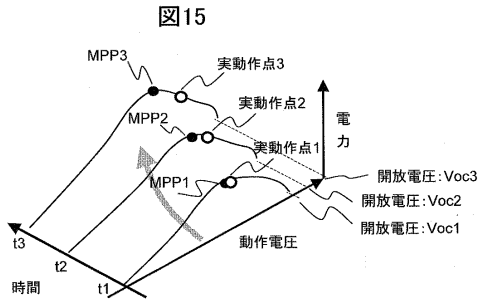
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

審査官 井上 徹

- (56)参考文献 特開平08 - 179840 (JP, A)
特開2006 - 032612 (JP, A)
特開2005 - 033680 (JP, A)
特開2008 - 122126 (JP, A)
特開2008 - 098252 (JP, A)
特開2006 - 134118 (JP, A)
特開2000 - 040838 (JP, A)
特開2000 - 172672 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/02 - 31/078、31/18 - 31/20、
51/42 - 51/48
H02S 10/00 - 50/15
G05F 1/12 - 1/44、1/45 - 7/00
H02J 3/00 - 7/12、7/34 - 7/36