

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5357803号
(P5357803)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int. Cl. F I
HO 1 L 31/04 (2006.01) HO 1 L 31/04 K
GO 5 F 1/67 (2006.01) GO 5 F 1/67 A

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-31126 (P2010-31126)	(73) 特許権者	502129933 株式会社日立産機システム
(22) 出願日	平成22年2月16日 (2010.2.16)		東京都千代田区神田練馬町3番地
(65) 公開番号	特開2011-171348 (P2011-171348A)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(43) 公開日	平成23年9月1日 (2011.9.1)	(72) 発明者	尾嶺 一義 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
審査請求日	平成24年5月22日 (2012.5.22)	(72) 発明者	佐藤 義章 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	吉野 三寛

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】

太陽光パネルと、太陽光パネルから出力される発電電力の電圧あるいは電流を操作値として太陽光パネルの特性に沿って制御することにより、発電電力の最大出力点を探索して電力系統に供給するパワーコンディショナを備えた太陽光発電システムにおいて、

上記パワーコンディショナは、

上記太陽光パネルから出力される発電電力を商用電力に変換するインバータと、

上記太陽光パネルから出力される発電電力の操作値を変動制御するように上記インバータにPWM指令を出力するAVR制御部と、

上記変動制御による複数の操作値と、この操作値に基いた上記太陽光パネルからの複数の発電電力のパターンを記憶するデータ記憶部と、

過去探索時の上記発電電力のパターンに基いて、過去探索時の操作値の一部に新たな操作値を付加して次回探索の操作値を算出し上記AVR制御部に供給する最大点追従部を備え、

上記最大点追従部で繰返し探索して操作値を更新することにより、繰返し出力される複数の発電電力の偏差が所定値以下になったとき、これを最大出力値とす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、

上記最大点追従部は、過去探索時の操作値の一部に、過去探索時の複数電力の最も高い

10

20

方向に新たな操作値を付加して次回探索の複数の操作値を算出する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 または 2 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、探索の操作値を 3 点算出し、過去探索時の操作値の 2 点に、複数電力の最も高い方向に新たな 1 点の操作値を付加して次回探索の 3 点の操作値を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、探索の操作値を 3 点算出し、過去探索時の操作値の 1 点に、探索時の複数電力の最も高い方向に新たな 2 点の操作値を付加して次回探索の 3 点の操作値を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、過去探索時の操作値の一部に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな操作値を付加して次回探索の複数の操作値を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 6】

請求項 1 または 5 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、探索の操作値を 3 点算出し、過去探索時の操作値の 2 点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな 1 点の操作値を付加して次回探索の 3 点の操作値を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

20

【請求項 7】

請求項 1 または 5 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、探索の操作値を 3 点算出し、過去探索時の操作値の 1 点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな 2 点の操作値を付加して次回探索の 3 点の操作値を算出す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 1 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、更に、複数の発電電力の偏差が規定値以下になったとき収束したと判定し、最大点探索の動作を停止させる収束判定部と、収束判定部からの情報により動作を開始し、複数の発電電力に変化があったとき最大点探索指示を再度出す再探索開始判断部を有することを特徴とする太陽光発電システム。

30

【請求項 9】

太陽光パネルと、太陽光パネルから出力される発電電力の電圧あるいは電流を操作値として太陽光パネルの動作特性に沿って制御することにより、発電電力の最大出力点を探索して電力系統に供給するパワーコンディショナを備えた太陽光発電システムにおいて、

上記パワーコンディショナは、

上記太陽光パネルから出力される発電電力を商用電力に変換するインバータと、

上記太陽光パネルから出力される発電電力の操作値を少なくとも 3 点に変動制御するように上記インバータに PWM 指令を出力する AVR 制御部と、

40

上記変動制御による 3 点の操作値と、この操作値に基いた上記太陽光パネルからの 3 点の発電電力の傾斜パターンとを記憶するデータ記憶部と、

過去探索時の上記発電電力の傾斜パターンに基いて、過去探索時の操作値の一部に新たな操作値を付加して次の探索の操作値を算出し上記 AVR 制御部に供給する最大点追従部を備え、

上記最大点追従部は、過去の発電電力が右上がりパターンのとき、次回の操作値を太陽光パネルの動作特性の右側に設定し、過去の発電電力が左上がりパターンのとき、次回の操作値を太陽光パネルの動作特性の左側に設定し、過去の発電電力が三角パターンのとき、その 3 点の操作値の内側に操作値を付加して次回の操作値として算出することを特徴と

50

する太陽光発電システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、過去の発電電力が右上がりパターンのとき、3 点の操作値のうち一部を増加して次回の操作値とし、過去の発電電力が左上がりパターンのとき、3 点の操作値のうち一部を減少して次回の操作値とし、過去の発電電力が三角パターンのとき、3 点の操作値の内側に操作値を付加して次回の操作値として算出することを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、更に、3 点の発電電力の偏差が規定値以下になったとき収束したと判定し、最大点探索の動作を停止させる収束判定部と、収束判定部からの情報により動作を開始し、3 点の発電電力に変化があったとき最大点探索指示を再度出す再探索開始判断部を有することを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 12】

太陽光パネルと、太陽光パネルから出力される発電電力の電圧あるいは電流を操作値として太陽光パネルの動作特性に沿って制御することにより、発電電力の最大出力点を探索して電力系統に供給するパワーコンディショナを備えた太陽光発電システムにおいて、

上記パワーコンディショナは、

上記太陽光パネルから出力される発電電力を商用電力に変換するインバータと、

上記太陽光パネルから出力される発電電力の操作値を少なくとも 3 点に変動制御するように上記インバータに PWM 指令を出力する AVR 制御部と、

上記変動制御による複数の操作値と、この操作値に基いた上記太陽光パネルからの複数の発電電力の傾斜パターンとを記憶するデータ記憶部と、

過去探索時の上記発電電力の傾斜パターンに基いて、次の探索の操作値を算出し上記 AVR 制御部に供給する最大点追従部を備え、

上記最大点追従部は、過去探索時の発電電力が一方向の傾斜パターンのとき、次回探索の操作値として、過去探索時の操作値の太陽光パネルの動作特性の最大点と目される反対側に設定されるように、過去探索時の操作値の一部に新たな操作値を付加して算出することを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、過去探索時の操作値の一部に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな操作値を付加して次回探索の複数の操作値を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、探索の操作値を 3 点算出し、過去探索時の操作値の 2 点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな 1 点の操作値を付加して次回探索の 3 点の操作値を算出することを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 15】

請求項 12 または 13 に記載の太陽光発電システムにおいて、

上記最大点追従部は、探索の操作値を 3 点算出し、過去探索時の操作値の 1 点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな 2 点の操作値を付加して次回探索の 3 点の操作値を算出す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】

本発明は太陽光発電システムに係り、特に日照や温度によって変化する発電特性の電力最大点の探索を図った太陽光発電システムに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、地球温暖化防止に向けたCO₂削減の国際的な取組みなど環境保全意識の高まりを背景に、太陽光発電システムの普及が拡大しつつある。この太陽光発電システムにおいて、太陽の光エネルギーは太陽光パネル（太陽電池）によって直流電流に変換され、この直流電流がパワーコンディショナによって各種設備で使えるように交流電力（商用電力）に変換される。

【0003】

太陽光パネルの特性は、日射と温度が一定の場合、電圧あるいは電流に対し電力が最大点を一つ持ち、その左側は単純増加、右側は単純減少の特性となるものが大部分である。太陽光パネルの上記特性は日射、温度により変化し、電力最大点の電圧あるいは電流の値が変動する。電力系統とパネルを中継するパワーコンディショナは、太陽光パネルから出力される発電電力の電圧あるいは電流を制御することにより、最大出力点を探索する機能を必要とし、太陽光発電の最大点追従（MPPT）機能と呼ぶ。

10

【0004】

従来の太陽光発電システム用のパワーコンディショナの一例として、例えば特許文献1、特許文献2に開示されるものがある。特許文献1の最大点追従方式は、山登り法と呼ばれ、電圧あるいは電流を一定量変動させ、そのときの電力の変動がプラス方向ならば同一方向に、逆にマイナス方向ならば逆方向に一定量（一定ピッチ）だけ、電圧あるいは電流を操作し最大点に近づく方式をとっていた。

20

【0005】

また、特許文献2の最大点追従方式は、最大電力を取る時の最適動作電圧は光の照射量に係わらず一定とし、また、最適動作電圧と温度は比例関係にあるので、換算表で温度から最適動作電圧を求めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-251612号公報

【特許文献2】特開2007-58845号公報

[発

明の概要]

[発明が

30

解決しようとする課題]

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載の方式では、探索開始点と最大点が離れていて、かつ変動させる操作量（ピッチ）が小さいと、最大点到達まで多数回の操作を必要とし最大点到達時間が長くなる。また、操作時間の短縮目的で大きく操作量をとると、最大点を通り越して操作されることになり、最大点を中心として増加と減少を繰り返すだけで最大点に到達しない現象が起こる恐れがある。したがって、頻繁に起きる日射の変動（雲の移動など）、ノイズなどに起因する特性変化により最大点が移動したときに、最大点到達までの試行時間中にパネルの発電量の低下を生じる。また、一定の操作量ゆえ、最大点付近に到達したときに真の最大点との偏差は不可避であり、最大値としてその操作量分の偏差を生じ、これも発電量の低下となる。

40

【0008】

特許文献2に記載の方式では、最適動作電圧を一定にすると共に、温度から最適動作電圧を求めるのに換算表を用いていて、太陽光パネルの特性上で実際に最大点を探索していないので、頻繁に起きる日射の変動（雲の移動など）、温度の変動やノイズなどに起因する特性変化により最大点が複雑に移動したとき、最大点を探索できない。

【0009】

本発明の目的は、最大点追従を高速に行うと共に、より正確な最大点を探索することが

50

できる太陽光発電システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明は、太陽光パネルと、太陽光パネルから出力される発電電力の電圧あるいは電流を操作値として太陽光パネルの特性に沿って制御することにより、発電電力の最大出力点を探索して電力系統に供給するパワーコンディショナを備えた太陽光発電システムにおいて、

上記パワーコンディショナは、

上記太陽光パネルから出力される発電電力を商用電力に変換するインバータと、

上記太陽光パネルから出力される発電電力の操作値を変動制御するように上記インバータにPWM指令を出力するAVR制御部と、

10

上記変動制御による複数の操作値と、この操作値に基いた上記太陽光パネルからの複数の発電電力のパターンを記憶するデータ記憶部と、

過去探索時の上記発電電力のパターンに基いて、過去探索時の操作値の一部に新たな操作値を付加して次回探索の操作値を算出し上記AVR制御部に供給する最大点追従部を備え、

上記最大点追従部で繰り返し探索して操作値を更新することにより、繰り返し出力される複数の発電電力の偏差が所定値以下になったとき、これを最大値とすることを特徴とする。

【0011】

20

また、上記記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、過去探索時の操作値の一部に、過去探索時の複数電力の最も高い方向に新たな操作値を付加して次回探索の複数の操作値を算出することを特徴とする。

【0012】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、探索の操作値を3点算出し、過去探索時の操作値の2点に、複数電力の最も高い方向に新たな1点の操作値を付加して次回探索の3点の操作値を算出することを特徴とする。

【0013】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、探索の操作値を3点算出し、過去探索時の操作値の1点に、探索時の複数電力の最も高い方向に新たな2点の操作値を付加して次回探索の3点の操作値を算出することを特徴とする。

30

【0014】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、過去探索時の操作値の一部に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな操作値を付加して次回探索の複数の操作値を算出することを特徴とする。

【0015】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、探索の操作値を3点算出し、過去探索時の操作値の2点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな1点の操作値を付加して次回探索の3点の操作値を算出することを特徴とする。

40

【0016】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、探索の操作値を3点算出し、過去探索時の操作値の1点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな2点の操作値を付加して次回探索の3点の操作値を算出することを特徴とする。

【0017】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、更に、複数の発電電力の偏差が規定値以下になったとき収束したと判定し、最大点探索の動作を停止させる収束判定部と、収束判定部からの情報により動作を開始し、複数の発電電力に変化があったとき最大点探索指示を再度出す再探索開始判断部を有することを特徴とする。

50

【 0 0 1 8 】

本発明は、太陽光パネルと、太陽光パネルから出力される発電電力の電圧あるいは電流を操作値として太陽光パネルの動作特性に沿って制御することにより、発電電力の最大出力点を探索して電力系統に供給するパワーコンディショナを備えた太陽光発電システムにおいて、

上記パワーコンディショナは、

上記太陽光パネルから出力される発電電力を商用電力に変換するインバータと、

上記太陽光パネルから出力される発電電力の操作値を少なくとも3点に変動制御するように上記インバータにPWM指令を出力するAVR制御部と、

上記変動制御による3点の操作値と、この操作値に基いた上記太陽光パネルからの3点の発電電力の傾斜パターンとを記憶するデータ記憶部と、

過去探索時の上記発電電力の傾斜パターンに基いて、過去探索時の操作値の一部に新たな操作値を付加して次の探索の操作値を算出し上記AVR制御部に供給する最大点追従部を備え、

上記最大点追従部は、過去の発電電力が右上がりパターンのとき、次回の操作値を太陽光パネルの動作特性の右側に設定し、過去の発電電力が左上がりパターンのとき、次回の操作値を太陽光パネルの動作特性の左側に設定し、過去の発電電力が三角パターンのとき、その3点の操作値の内側に操作値を付加して次回の操作値として算出することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、過去の発電電力が右上がりパターンのとき、3点の操作値のうち一部を増加して次回の操作値とし、過去の発電電力が左上がりパターンのとき、3点の操作値のうち一部を減少して次回の操作値とし、過去の発電電力が三角パターンのとき、3点の操作値の内側に操作値を付加して次回の操作値として算出することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本発明は、太陽光パネルと、太陽光パネルから出力される発電電力の電圧あるいは電流を操作値として太陽光パネルの動作特性に沿って制御することにより、発電電力の最大出力点を探索して電力系統に供給するパワーコンディショナを備えた太陽光発電システムにおいて、

上記パワーコンディショナは、

上記太陽光パネルから出力される発電電力を商用電力に変換するインバータと、

上記太陽光パネルから出力される発電電力の操作値を少なくとも3点に変動制御するように上記インバータにPWM指令を出力するAVR制御部と、

上記変動制御による複数の操作値と、この操作値に基いた上記太陽光パネルからの複数の発電電力の傾斜パターンとを記憶するデータ記憶部と、

過去探索時の上記発電電力の傾斜パターンに基いて、次の探索の操作値を算出し上記AVR制御部に供給する最大点追従部を備え、

上記最大点追従部は、過去探索時の発電電力が一方向の傾斜パターンのとき、次回探索の操作値として、過去探索時の操作値の太陽光パネルの動作特性の最大点と目される反対側に設定されるように、過去探索時の操作値の一部に新たな操作値を付加して算出することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、過去探索時の操作値の一部に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな操作値を付加して次回探索の複数の操作値を算出することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、探索の操作値を3点算出し、過去探索時の操作値の2点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな1点の操作値を付加して次回探索の3点の操作値を算出することを特徴と

10

20

30

40

50

する。

【0023】

また、上記に記載の太陽光発電システムにおいて、上記最大点追従部は、探索の操作値を3点算出し、過去探索時の操作値の1点に、上記太陽光パネルの特性の最大点と目される方向に新たな2点の操作値を付加して次回探索の3点の操作値を算出することを特徴とする。

【0024】

本発明では、過去の探索時の3点の操作値と出力電力を記憶し、このデータに基づき次の探索時の操作値(大きさ及びプラス/マイナスの方向)を決めるものである。ここで、操作値の3点を $P1(n)$ 、 $P2(n)$ 、 $P3(n)$ とし(なお n は探索回数)、その操作値(電圧)を $VP1(n)$ 、 $VP2(n)$ 、 $VP3(n)$ 、その計測した電力を $WP1(n)$ 、 $WP2(n)$ 、 $WP3(n)$ とする。そして、3点の操作値の大小関係は、 $VP1(n) > VP2(n) > VP3(n)$ とする。

【0025】

まず、初めの3点 $P1(0)$ 、 $P2(0)$ 、 $P3(0)$ の操作値として、操作値の差異を大きく変動させ、電力の最大点を小さい方の操作値 $VP1(0)$ と大きい方の操作値 $VP3(0)$ の間に置くように設定する。すなわち、中間の操作値の点 $P2(0)$ に対応する電力 $WP2(0)$ が、3つの操作値に対応する電力の中では最大に成るようにする。そして、操作可能範囲の操作値の最低 $VP1(0)$ と、最大 $VP3(0)$ とその中間点 $VP2(0)$ を操作値として各電力を測定する。

【0026】

次に上記中間の操作値 $VP2(0)$ の点 $P2(0)$ と最大電圧の操作値 $VP3(0)$ の点 $P3(0)$ の2点を、新たに $P1(1)$ 、 $P3(1)$ とし、新たな点 $P2(1)$ をその間取るようにする。このときの新たな点 $P2(1)$ の操作値は、 $VP2(1) = 1/2 * (VP2(0) + VP3(0))$ となる。そして、新たな各操作値に対応する発電電力 $WP1(1)$ 、 $WP2(1)$ 、 $WP3(1)$ の大小比較をする。

【0027】

比較の結果、発電電力のパターンが $WP1(1) < WP2(1)$ 、 $WP3(1) < WP2(1)$ の最大点を含むタイプ3(TYP3)のとき、最大発電電力の点が $P1(1)$ と $P3(1)$ の間にあると考えられるので、これらの点の中間点に新たな点の操作値を算出付加するようにして絞り込んで行く。

【0028】

また、上記比較の結果、発電電力のパターンが $WP1(1) > WP2(1) > WP3(1)$ の左上がりタイプ2(TYP2)のとき、最大発電電力の点が $P1(0)$ と $P2(0)$ の間にある可能性があるので、操作値 $VP1(0)$ と $VP2(0)$ の点を、新たに点 $P1(1)$ 、 $P3(1)$ とし、その間に新たな $P2(1)$ を算出設定して発電電力 $WP2(1)$ を測定する。

【0029】

このように本発明では、発電電力のパターンに基づいて最大点の位置を想定し、この想定に基いて次の探索のために操作値を算出して発電電力を検出するので、従来のような山登り法と呼ばれる操作値を一定量変動させる方式に対して、途中を省略して想定される最大点の位置付近に飛んで操作値を設定している。

【0030】

また、前記比較の結果、発電電力のパターンが $WP1(1) < WP2(1) < WP3(1)$ の右上がりタイプ1(TYP1)のとき、 $WP1(1) = WP2(0) > WP3(0) = WP3(1)$ となって前回測定と矛盾する。この場合、特性変化が生じ最大点が変わったと推定し、 $P1(0)$ 、 $P2(0)$ 、 $P3(0)$ の電力 $WP1(0)$ 、 $WP2(0)$ 、 $WP3(0)$ を再測定する。以上の手順をまとめたものが図9、図10である。

【0031】

10

20

30

40

50

また、発電電力の変化が特異な状況では、過去の点を取り直し、取り直した新データより探索を再開することにより、太陽光パネルの特性変化に対応している。なお、系統の影響による微小変動やパネル他の新操作値に対する応答時間を考慮し、待ち時間と複数回読み込み平均化処理を実施し評価量の安定化を図っている。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、太陽光発電システムにおいて、最大点追従を高速に行うと共に、より正確な最大点を探索することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】太陽光発電システムの概略構成図。

【図2】本発明実施例のパワーコンディショナのブロック構成図。

【図3】太陽光パネル発電の電圧と電流の特性説明図。

【図4】太陽光パネルの発電電力の特性図。

【図5】太陽光パネルの発電電力のパターンと最大点追従の説明図。

【図6】本発明実施例の最大点追従プロセスの説明図。

【図7】同じく太陽光パネルの特性が変化した場合の最大点追従プロセスの説明図。

【図8】同じくデータ記憶部のデータ構成説明図。

【図9】同じく最大点探索ルールの説明図。

【図10】同じく操作値の算出処理手順の説明図。

【図11】本発明実施例の動作フロー図。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。図1は実施例のパワーコンディショナを採用した太陽光発電システムの構成全体図面である。1は太陽光パネルを示し、その発電特性は図3、図4の特性をもつ。発電電圧と電流の関係は図3の特性となり、日射が変化すると縦方向の矢印で示すように電流が変化し、周囲の温度が変化すると横矢印で示す方向に電圧が変化して曲線が変形する。温度、照度が変化しなければ電圧に対し電力の最大点を1点持つ特性になる。2は本実施例のパワーコンディショナを示し、パネル1が発電する直流電力を後述する系統の交流電力系統ライン3に同期した交流に変換する。3は一般の電力系統ラインで、例えば交流電圧200Vまたは400V、周波数50または60Hzのラインである。一般の需要家の負荷が接続されているラインである。

【0035】

パワーコンディショナ2は、太陽光パネル1の直流電力を系統電圧に同期した交流電力に変換する際に、インバータ(後述)へのPWM指令を操作して、パネル1から出力される発電電力の電圧または電流を操作値として制御操作する。具体的には、3点のパネル電圧(操作値)をインバータに供給し、各操作値に基く3点の発電電力の変化パターンによって後述するルールに従って次のパネル電圧(操作値)を決めて最大電力点を探索する。

【0036】

図5に発電特性上での3点の発電電力の変化パターンを示す。黒丸のP1~P3の右上がりパターンをタイプ1(最大点が電力の大きい右側にあると目される)、白丸のP1~P3の左上がりパターン(最大点が電力の小さい左側にあると目される)をタイプ2、白三角のP1~P3の三角パターン(最大点がP1~P3の間にある)をタイプ3としている。各パターンで三角パターン3に最大点を含むことが分かり、3点の発電電力値の偏差が小さくなる。この偏差が規定値内に入ったとき最大点到達と判断し、その電力を記憶してこの発電電力を継続して出力すると、最大電力をインバータに供給することができる。

【0037】

その後、定期的に発電電力を測定して測定値と前記記憶の最大電力値と比較し、電力値の変化(上下)で特性の変化を監視し、前記記憶値と測定値の差異が規定値を超えたときには、特性が変化したと判断し、3点の操作値のうち、両側の点P1とP3の操作値を設

10

20

30

40

50

直し直して（中間点 P 2 はそのまま）、新たな 3 点をスタートとして再び最大点探索を行い、新しい最大点での電力出力をおこなう。このようにして 1 日の中で太陽光の照度や温度の変化に伴う最大点の移動（特性変化）に対し、最大出力点を繰返し探索する。

【 0 0 3 8 】

図 2 はパワーコンディショナ 2 内のブロック構成図である。4 は太陽光パネル 1 で発電された直流電力を、系統電圧に同期した交流電力（商用電力）に変換するインバータ、5 はパネル 1 から出力される発電電力の電圧または電流の 3 点の操作値を変動制御するように、上記インバータ 4 に P W M 信号を供給する A V R 制御部（Automatic Voltage Regulator）である。太陽光パネル 1 からの発電電力は、インバータ 4 に供給されると共に、太陽光パネル 1 の出力制御のための情報として、電力と電圧の形でパワーコンディショナ 2 10
内に取り込まれる。パワーコンディショナ 2 は取り込んだ電力情報から、後述する論理に従い次の探索用の操作値（設定電圧）を決め、A V R 制御部 5 に指令を送る。

【 0 0 3 9 】

6 は上記変動制御による 3 点の操作値と、この操作値に基いた太陽光パネル 1 からの 3 点の発電電力のパターンを記憶するデータ記憶部である。具体的には、読み取った発電電力データを操作値とペアにし、さらに 3 点の電力の変化パターンを示すタイプ（T Y P）コードを組み合わせてデータ記憶部 6 に 3 点データ 6 a として記憶され、図 8 に示すように探索回毎に今回と前回のデータを記憶する。すなわち、探索回 i では今回 i の操作値 V P、発電電力 W P 及びタイプ（T Y P）と、前回 i - 1 のタイプ（T Y P M 1）がデータとして記憶される。 20

【 0 0 4 0 】

7 は、前回（過去）と今回（過去）の探索時の発電電力のパターンに基づいて、今回または前回探索時の 3 点の操作値の一部（2 点）に新たな 1 点の操作値を付加して、次の探索用の 3 点の操作値（設定電圧）を演算部 7 a で算出し、上記 A V R 制御部 5 に供給する最大点追従部である。最大点追従部 7 には、図 9 に示す最大点探索ルールと図 1 0 に示す操作値の算出処理手順がアルゴリズムで記憶されており、これらのルールと手順に基づいて演算部 7 a 内で次の探索の新しい操作値の算出がなされる。A V R 制御部 5 は、上記 3 点の操作値（設定電圧）と太陽光パネル 1 からの発電電圧とを比較し、操作値（設定電圧）に近づけるように P W M 指令をインバータ 4 に出力し、太陽光パネル 1 の発電電圧を操作値（設定電圧）にする。 30

【 0 0 4 1 】

パネル 1 から出る発電電力はインバータのスイッチング他により早い周期で微小変動していき瞬時値だけでは誤った判断となるので、電力平均化部 1 0 で平均化処理がなされる。8 は

3 点の発電電力データの偏差が規定値以下になったとき収束したと判定し、最大点追従部 7 の動作を停止させて最大点追従を終了するデータ収束判定部である。また、データ収束判定部 8 は、引き続いて最大点の電力を周期的に観測して電力変化を監視する。

【 0 0 4 2 】

9 はデータ収束判定部 8 からの電力変化の観測情報を受け、変化があったとき再探索指示を出す再探索開始判断部である。再探索指示は最大点追従部 7 に送られ、最大電力点の探索が開始される。最大点追従部 7 は、次の探索方向と距離（操作値、電圧）を 3 点の操作値を決定し、その決定に従い A V R 制御部と 3 点データ記憶部 6 に 3 点の操作値を出力する。 40

【 0 0 4 3 】

以下、図 6、図 7 の最大点追従プロセスと、図 1 1 の動作フローを用いて太陽光パネル 1 の代表的な発電特性を基に、探索動作について説明する。まず初期の 3 点の電圧を定める一例として、設定された探索電圧範囲の上限の操作値 V P 3 の対応点 P 3、下限の操作値 V P 1 の対応点 P 1、その中間の操作値 V P 2 の対応点 P 2 を初期値と定める（図 1 1、ステップ 1 0 2）。最大点追従部 7 から上記各操作値 V P 1、V P 2、V P 3 の電圧データを A V R 制御部 5 に順番に出力し、各操作値に対応する電力を測定する（図 1 1、ス 50

テップ103)。対応する電力は、図6(1)に示すように、それぞれ、WP1(W1)、WP2(W2)、WP3(W3)となり、発電電力の偏差が所定値以上で収束してないとする(図11、ステップ104)。

【0044】

ここで測定された電力は、 $W1 < W2$ 、 $W2 > W3$ 、 $W1 > W3$ となるので、図9で「今回Type(Typ)3(図11、ステップ105)に該当して「中心探索左半面処理」(図11、ステップ111)の操作値算出となり、その結果図6(2)の状態になる(図11、ステップ112)。

【0045】

ここでの「中心探索左半面処理」は、図10(A)に示すように、点P1、P3は前回のもを用い、点P2に対応する操作値(電圧)を新たに算出して点P1、P3の間に付加する。具体的には、操作値 $VP2 = (VP1(i-1) + VP3(i-1)) / 2$ となる。すなわち、前回の点P1、P3の中央位置に新たな点P2が位置するように操作値VP2が算出され付加される。

【0046】

上記での電力測定結果(図11、ステップ113)は、前回TYP3、今回TYP1になるので(図11、ステップ105)、図9により「反面中心探索」の操作値の算出(図11、ステップ106、109)となって右半面の3点が決定され(図11、ステップ112)図6(3)の状態になる。ここでの「反面中心探索」処理は図10(B)に示すように、点P1、P3は前前回のものを用い、点P2に対応する操作値(電圧)を新たに算出して前前回の点P1、P3の間に付加する。具体的には、操作値 $VP2 = (VP2(i-2) + VP3(i-2)) / 2$ となる。すなわち、前前回の点P1、P3の中央位置に新たな点P2が位置するように操作値VP2が算出され付加される。

【0047】

この測定電力はTYP2となり、図9により「減少探索(左拡大)」の操作値の算出(図11、ステップ106、109、112)(図10(E))となって、図6(4)の状態となる。ここでの電力はTYP3となり、測定電力が $W2 > W3$ 、 $W1 < W3$ となるので、図9より「中心探索右半面(右半面探索)」の操作値の算出(図10(C))となって、図6(5)の状態となる。この状態は再度TYP3になるので、図9により「(中心探索左半面)左半面探索」の操作値の算出(図10(D))となって左半面の3点となり

【0048】

この状態は再びTYP3となり図9により「中心探索右半面(右半面探索)」の操作値の算出(図10(C))となって右半面の3点となり図6(7)の状態になる。この状態は再度TYP3になるが、3点の電力差が規定以下(図11、ステップ104)となるので最大点到達と判断し、これ以上の探索を停止すると共に、電力変化監視状態(図11、ステップ114)になる。この状態では、最終探索時の3点の操作値(VP1~VP3)で、中間の操作値(VP2)の発電電力を太陽光パネル1の最大電力として、パワーコンディショナ2に供給される。

【0049】

上記探索動作は、図6(2)~(7)に示すように、太陽光パネル1の発電電力の特性上で大きな幅で左右の反面の探索を交互に繰返すことにより、短時間で最大点の範囲を絞り込み、最大点の範囲が特定できるTyp3の発電電力が検出された後は、発電電力の特性上で小さな幅で左右の反面の探索を繰返すことにより、短時間で最大点付近を特定することができる。これは、従来のような山登り法と呼ばれる操作値を一定量変動させる探索方式に対して、探索ステップの途中を省略できるので、最大点特定の探索時間を大幅に短縮できる。また、発電電力の特性上で左右の反面の探索を交互に繰返すことにより、最大点付近を特定しているので、最大点の精度を高めることができる。

【0050】

その後、日射変化等により特性が図7(1)の破線から実線のように変化すると、電力

10

20

30

40

50

変化を検出し（図11、ステップ114）、P1とP3の位置を広げた（P1の電圧を-5V、P3の電圧を+5Vの広げる）上で（図11、ステップ116）、3点全ての電力を再測定する（図11、ステップ103）。

【0051】

その結果TYP1と判断し（図9で今回TYP1）（図11、ステップ105）、増加探索として現状の点P3から大きく幅を広げて、 $2 * (Vp3 - Vp2)$ だけ上昇した電圧を新しい点P3の操作値を算出（図10（F））して付加し、その結果は図7（2）の状態になる。その結果TYP3となるので、図9に基いて中心探索左半面操作（図10（A））することで図7（3）の状態となる。前回TYP3，今回TYP1なので図9に基いて反面中心探索（図10（B））となり右半面で図7（4）の状態になる。以下、TYP3の図7（5）、図7（6）の左右の反面の探索を繰返して、図7（7）の状態に到達すると、各発電電力の偏差が規定値内となり、探索を停止すると共に、電力変化監視状態（図11、ステップ114）になる。この状態では、最終探索時の3点の操作値（VP1～VP3）で、中間の操作値（VP2）の発電電力を太陽光パネル1の最大電力として、パワーコンディショナ2に供給される。

10

【符号の説明】

【0052】

1...太陽光パネル、2...パワーコンディショナ、3...電力系統、4...インバータ、5...AVR制御部、6...データ記憶部、7...最大点追従部、8...収束判定部、9...再探索開始判断部、10...電力平均化部。

20

【図1】

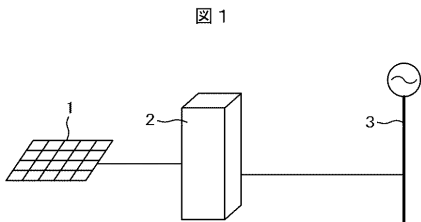


図1

【図3】

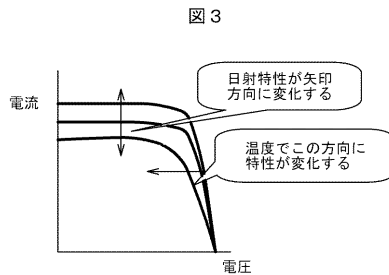


図3

【図2】

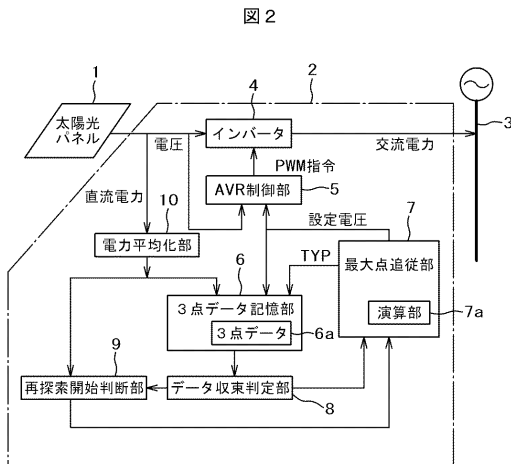


図2

【図4】

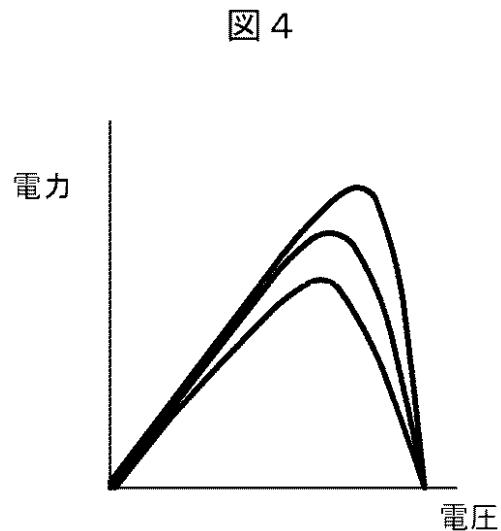
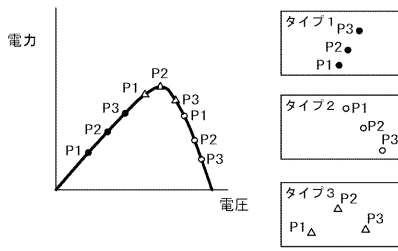


図4

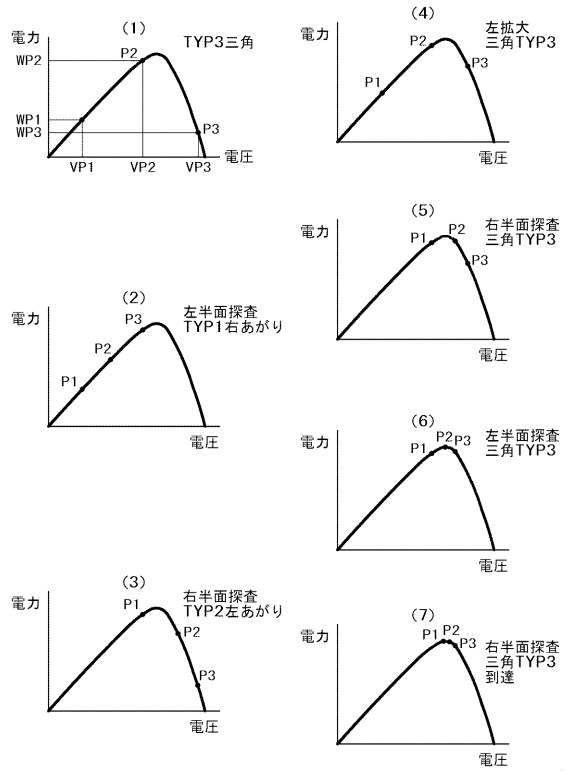
【図5】

図5



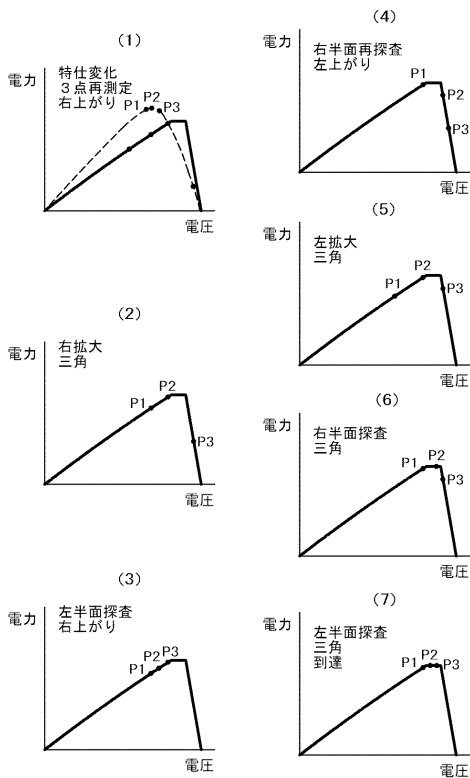
【図6】

図6



【図7】

図7



【図8】

図8

探索回	P1	P2	P3	TYP	TYPM1
i-1	VP1 (i-1), WP1 (i-1)	VP2 (i-1), WP2 (i-1)	VP3 (i-1), WP3 (i-1)	TYP (i-1)	TYP (i-2)
i	VP1 (i), WP1 (i)	VP2 (i), WP2 (i)	VP3 (i), WP3 (i)	TYP (i)	TYP (i-1)
i+1	VP1 (i+1), WP1 (i+1)	VP2 (i+1), WP2 (i+1)	VP3 (i+1), WP3 (i+1)	TYP (i+1)	TYP (i)
i+2	VP1 (i+2), WP1 (i+2)	VP2 (i+2), WP2 (i+2)	VP3 (i+2), WP3 (i+2)	TYP (i+2)	TYP (i+1)

【図9】

図9

前回	今回	P1	P2	P3	次回操作
Type1	Type1	W1<	W2<	W3	増加探索
	Type2	W1>	W2>	W3	減少探索
	Type3	W1<	W2	W2>W3 W1<W3 W2>W3 W1>W3	中心探索右半面 中心探索左半面
Type2	Type3	W1<	W2	W2>W3 W1<W3 W2>W3 W1>W3	中心探索右半面 中心探索左半面
	Type2	W1>	W2>	W3	減少探索
Type3	Type1	W1<	W2<	W3	反面中心探索
	Type2	W1>	W2>	W3	反面中心探索
	Type3	W1<	W2	W2>W3 W1<W3 W2>W3 W1>W3	中心探索右半面 中心探索左半面

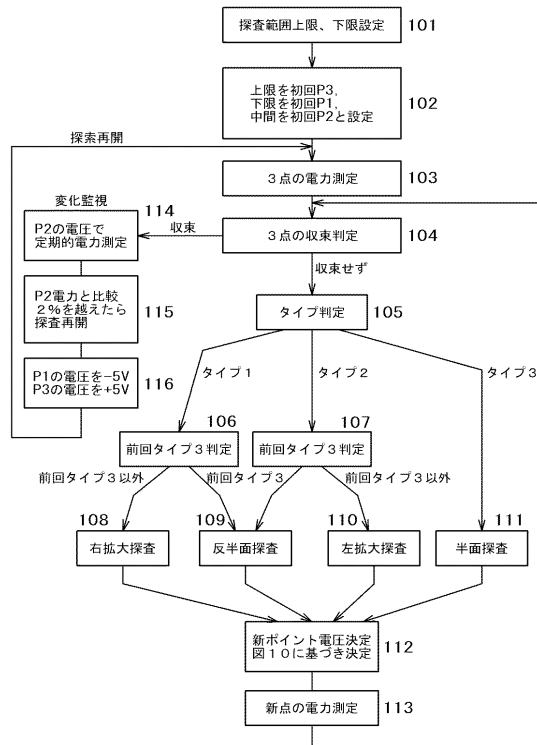
【 図 1 0 】

図 1 0

探 索	更新ポイント	新規設定電圧 (新規設定付加操作値)
(A) 中心探索左半面 (収束)	P1←P1 (i-1) P2 新規 P3←P2 (i-1)	$VP2 = (VP1 (i-1) + VP2 (i-1)) / 2$
(B) 中心探索右半面 (収束)	P1←P2 (i-2) P2 新規 P3←P3 (i-2)	$VP2 = (VP2 (i-2) + VP3 (i-2)) / 2$
(C) 反面中心探索右半面 (収束)	P1←P2 (i-1) P2 新規 P3←P3 (i-1)	$VP2 = (VP2 (i-1) + VP3 (i-1)) / 2$
(D) 反面中心探索左半面 (収束)	P1←P1 (i-1) P2 新規 P3←P3 (i-1)	$VP2 = (VP1 (i-1) + VP2 (i-1)) / 2$
(E) 減少探索 (拡大)	P1 新規 P2←P1 (i-1) P3←P2 (i-1)	$VP1 = VP1 (i-1) - 2 * (VP2 (i-1) - VP1 (i-1))$
(F) 増加探索 (拡大)	P1←P2 (i-1) P2←P3 (i-1) P3 新規	$VP3 = VP3 (i-1) + 2 * (VP3 (i-1) - VP2 (i-1))$

【 図 1 1 】

図 1 1



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-251612(JP,A)
特開2007-58845(JP,A)
特開2004-280220(JP,A)
特開2005-73321(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/04 - 31/06
G05F 1/67