

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4217644号  
(P4217644)

(45) 発行日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(24) 登録日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(51) Int.Cl.

F 1

HO2J 3/38 (2006.01)  
HO2M 7/48 (2007.01)HO2J 3/38 W  
HO2J 3/38 C  
HO2M 7/48 R

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-85237 (P2004-85237)
(22) 出願日	平成16年3月23日 (2004.3.23)
(65) 公開番号	特開2005-278257 (P2005-278257A)
(43) 公開日	平成17年10月6日 (2005.10.6)
審査請求日	平成19年3月13日 (2007.3.13)

(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳
(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
(72) 発明者	小林 拓磨 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発電システム、発電システムの管理装置及び管理方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直流電源と、前記直流電源が出力する直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の組を複数有し、前記複数の電力変換装置を並列接続して系統電源に交流電力を供給する発電システムであって、

前記複数の電力変換装置の中で最初に起動した電力変換装置を第一の装置として、前記系統電源からの電力供給が停止された状態である単独運転状態を検出するマスタ機に設定し、その他の電力変換装置が前記単独運転状態の検出を行わないように設定し、さらに、前記複数の電力変換装置の中で二番目に起動した電力変換装置を第二の装置として予備マスタ機に設定する設定手段を備え、

前記設定手段は、前記マスタ機の動作が停止した場合、または、前記マスタ機の動作モードが定電圧運転モードに移行した場合は、前記予備マスタ機を前記マスタ機に設定し、

前記設定手段は、前記予備マスタ機の動作モードが前記定電圧運転モードに移行した場合は、前記第一および第二の装置を除く、動作中の前記複数の電力変換装置の中の一つの電力変換装置を前記予備マスタ機に設定することを特徴とする発電システム。

## 【請求項 2】

前記電力変換装置はそれぞれ通信手段を備え、前記マスタ機に設定された第一の装置は、前記通信手段によりマスタ機に設定されたことを示す所定の信号を他の電力変換装置に送信することを特徴とする請求項1に記載された発電システム。

## 【請求項 3】

10

20

前記電力変換装置はそれぞれ前記設定手段を備え、前記マスタ機を除く前記複数の電力変換装置の少なくとも一つの電力変換装置は、前記マスタ機の動作状態を監視することを特徴とする請求項1に記載された発電システム。

**【請求項4】**

前記電力変換装置はそれぞれ前記設定手段を備え、前記マスタ機と前記予備マスタ機は、互いの動作状態を監視することを特徴とする請求項1に記載された発電システム。

**【請求項5】**

前記電力変換装置は、少なくとも最大電力制御運転モードと前記定電圧運転モードを有し、前記設定手段は、前記マスタ機の動作モードが前記最大電力制御運転モードから前記定電圧運転モードに移行した場合に、前記予備マスタ機を前記マスタ機に設定することを特徴とする請求項1に記載された発電システム。 10

**【請求項6】**

前記単独運転状態の検出は、前記電力変換装置の出力変動の検出に基づく能動的方式で行うことを特徴とする請求項1から請求項5の何れか一項に記載された発電システム。

**【請求項7】**

前記直流電源は太陽電池であることを特徴とする請求項1から請求項6の何れか一項に記載された発電システム。

**【請求項8】**

直流電源と、前記直流電源が出力する直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の組を複数有し、前記複数の電力変換装置を並列接続して系統電源に交流電力を供給する発電システムの管理装置であって、 20

前記複数の電力変換装置の中で最初に起動した電力変換装置を第一の装置として、前記系統電源からの電力供給が停止された状態である単独運転状態を検出するマスタ機に設定し、その他の電力変換装置が前記単独運転状態の検出を行わないように設定し、さらに、前記複数の電力変換装置の中で二番目に起動した電力変換装置を第二の装置として予備マスタ機に設定する設定手段を備え、

前記設定手段は、前記マスタ機の動作が停止した場合、または、前記マスタ機の動作モードが定電圧運転モードに移行した場合は、前記予備マスタ機を前記マスタ機に設定し、

前記設定手段は、前記予備マスタ機の動作モードが前記定電圧運転モードに移行した場合は、前記第一および第二の装置を除く、動作中の前記複数の電力変換装置の中の一つの電力変換装置を前記予備マスタ機に設定することを特徴とする管理装置。 30

**【請求項9】**

直流電源と、前記直流電源が出力する直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の組を複数有し、前記複数の電力変換装置を並列接続して系統電源に交流電力を供給する発電システムの管理方法であって、

前記複数の電力変換装置の中で最初に起動した電力変換装置を第一の装置として、前記系統電源からの電力供給が停止された状態である単独運転状態を検出するマスタ機に設定し、その他の電力変換装置が前記単独運転状態の検出を行わないように設定し、

前記複数の電力変換装置の中で二番目に起動した電力変換装置を第二の装置として予備マスタ機に設定し、 40

前記マスタ機の動作が停止した場合、または、前記マスタ機の動作モードが定電圧運転モードに移行した場合は、前記予備マスタ機を前記マスタ機に設定し、

前記予備マスタ機の動作モードが前記定電圧運転モードに移行した場合は、前記第一および第二の装置を除く、動作中の前記複数の電力変換装置の中の一つの電力変換装置を前記予備マスタ機に設定することを特徴とする管理方法。

**【請求項10】**

請求項9に記載された発電システムの管理方法を、コンピュータ装置に実行させるためのプログラム。

**【請求項11】**

請求項10に記載されたプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記録媒体。 50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、直流電源と、直流電源が出力する直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の組を複数有し、各電力変換装置を並列接続して系統電源に交流電力を供給する発電システムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、化石燃料の使用に伴う二酸化炭素等の排出による地球温暖化や、原子力発電所の事故や放射性廃棄物による放射能汚染などの問題が深刻となり、地球環境とエネルギーに対する関心が高まっている。このような状況の下、無尽蔵かつクリーンなエネルギー源として太陽光を利用する太陽光発電、地熱を利用する地熱発電、風力を利用する風力発電等が世界中で実用化されている。

10

**【0003】**

このうち、太陽電池を利用した太陽光発電の形態としては、数Wから数千kWまでの出力規模に応じた種々の形態がある。太陽電池を使用した代表的なシステムとしては、複数の太陽電池モジュールを直並列接続して構成される太陽電池アレイによって発電された直流電力を集電し、インバータ等の電力変換装置により交流電力に変換（直交変換）して需要家の負荷や商用交流電力系統（以下、単に「系統」とも呼ぶ）に供給する太陽光発電システムがある。

20

**【0004】**

このような太陽光発電システムに使用されるインバータは、通常、容量が3～5kW程度であり、主に住宅の外壁や玄関等に取り付けられる。また、太陽電池アレイの容量が大きい場合や、複数の太陽電池アレイの設置場所が異なるような場合、例えば3kWの太陽電池アレイを住宅の屋根の南側に設置し、同じ容量の太陽電池アレイを北側に設置するような場合には、複数のインバータを並列に接続して用いられることがある。

**【0005】**

また近年、1つの太陽電池モジュール毎に、対応する容量（約100W程度）のインバータを設けて、交流電力を出力するインバータ一体型太陽電池モジュール（ACモジュールとも称する）の開発が進められており、このACモジュールを数十枚並列に接続して太陽電池アレイを構成し、太陽光発電システムを構築する例が今後予想される。このような構成でも、インバータは並列に接続される。

30

**【0006】**

一般に、太陽光発電等の自然エネルギーによる発電システムを既存の電力系統と接続して系統連系運転を行う場合には、事故等で電力系統が停電した場合に、インバータが単独で運転する状態（単独運転）を回避するため、発電システム側で速やかにこれを検出して、発電装置の動作を停止させる必要がある。

**【0007】**

その方法としては、停電時にインバータ内で系統の電気的パラメータを監視し、パラメータ値の変化により単独運転を検出する受動的方式と、インバータの出力に常時電圧や周波数に変動（外乱信号）を与えておき、停電時に顕著にあらわれるインバータの出力変動を検出することで単独運転を検出する能動的方式がある。

40

**【0008】**

しかしながら、同様の能動的検出方式を有したインバータが多数並列に接続され、系統連系する場合は、外乱信号が相互干渉を起こすことから単独運転検出の感度が低下してしまい、単独運転状態を検出できない恐れが生じる。

**【0009】**

この問題を解決するために、特開2000-270482（特許文献1）では、並列に接続された各パワーコンディショナにマスター/スレーブ切り替えスイッチを設けている。該文献に記載された例では、このスイッチをインバータの設置時に操作することによって

50

、各インバータをマスター機として使用するか、スレーブ機として使用するかを決定し、マスター機のみで単独運転能動検出方式を動作させ、これにより単独運転検出の感度が低下するのを防いでいる。

**【特許文献 1】特開 2000 - 270482**

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0010】**

しかしながら、上記のような方法では次の問題点が生じる。

**【0011】**

事前にスイッチによりマスター機が設定されている場合、マスター機に故障が生じると、マスター機に設定されたインバータが起動せず、マスター機によって分担すべき制御が行われないことになる。つまり単独運転検出機能が動作しなくなり、安全性が低下する。10

**【0012】**

また、太陽電池の容量3～5kWごとに一台のインバータが接続されているシステムではほとんど起こらないが、1つの太陽電池モジュール毎に1台のインバータが接続されているACモジュールを用いたシステムでは、1つの太陽電池モジュールが故障する、あるいは影がかかることによって、起動しないインバータが存在するケースが起りやすくなる。

**【0013】**

ACモジュールを用いたシステムのように多数のインバータを並列接続する場合、一つのインバータが故障して停止しても故障を認識することが難しく、もし、マスター機が故障したとすると、単独運転検出を長時間行わずに運転を続けることになる。20

**【0014】**

このような問題は、太陽光発電システムに限ったものではなく、他の直流電源を用いた発電システムに共通の問題である。

**【0015】**

本発明は、信頼性の高い発電システムを提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】**

**【0016】**

本発明は、上記の目的を達成する一手段として、以下の構成を備える。30

**【0017】**

本発明にかかる発電システムは、直流電源と、前記直流電源が出力する直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の組を複数有し、前記複数の電力変換装置を並列接続して系統電源に交流電力を供給する発電システムであって、前記複数の電力変換装置の中で最初に起動した電力変換装置を第一の装置として、前記系統電源からの電力供給が停止された状態である単独運転状態を検出するマスタ機に設定し、その他の電力変換装置が前記単独運転状態の検出を行わないように設定し、さらに、前記複数の電力変換装置の中で二番目に起動した電力変換装置を第二の装置として予備マスタ機に設定する設定手段を備え、前記設定手段は、前記マスタ機の動作が停止した場合、または、前記マスタ機の動作モードが定電圧運転モードに移行した場合は、前記予備マスタ機を前記マスタ機に設定し、前記設定手段は、前記予備マスタ機の動作モードが前記定電圧運転モードに移行した場合は、前記第一および第二の装置を除く、動作中の前記複数の電力変換装置の中の一つの電力変換装置を前記予備マスタ機に設定することを特徴とする。40

**【0018】**

本発明にかかる管理装置は、直流電源と、前記直流電源が出力する直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の組を複数有し、前記複数の電力変換装置を並列接続して系統電源に交流電力を供給する発電システムの管理装置であって、前記複数の電力変換装置の中で最初に起動した電力変換装置を第一の装置として、前記系統電源からの電力供給が停止された状態である単独運転状態を検出するマスタ機に設定し、その他の電力変換装置が前記単独運転状態の検出を行わないように設定し、さらに、前記複数の電力変換装置の中で二50

番目に起動した電力変換装置を第二の装置として予備マスタ機に設定する設定手段を備え、前記設定手段は、前記マスタ機の動作が停止した場合、または、前記マスタ機の動作モードが定電圧運転モードに移行した場合は、前記予備マスタ機を前記マスタ機に設定し、前記設定手段は、前記予備マスタ機の動作モードが前記定電圧運転モードに移行した場合は、前記第一および第二の装置を除く、動作中の前記複数の電力変換装置の中の一つの電力変換装置を前記予備マスタ機に設定することを特徴とする。

#### 【0019】

本発明にかかる管理方法は、直流電源と、前記直流電源が出力する直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の組を複数有し、前記複数の電力変換装置を並列接続して系統電源に交流電力を供給する発電システムの管理方法であって、前記複数の電力変換装置の中で最初に起動した電力変換装置を第一の装置として、前記系統電源からの電力供給が停止された状態である単独運転状態を検出するマスタ機に設定し、その他の電力変換装置が前記単独運転状態の検出を行わないように設定し、前記複数の電力変換装置の中で二番目に起動した電力変換装置を第二の装置として予備マスタ機に設定し、前記マスタ機の動作が停止した場合、または、前記マスタ機の動作モードが定電圧運転モードに移行した場合は、前記予備マスタ機を前記マスタ機に設定し、前記予備マスタ機の動作モードが前記定電圧運転モードに移行した場合は、前記第一および第二の装置を除く、動作中の前記複数の電力変換装置の中の一つの電力変換装置を前記予備マスタ機に設定することを特徴とする。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0027】

20

本発明によれば、信頼性が高い発電システムを提供することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0028】

以下に、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態を例示的に詳しく説明する。ただし、以下の実施形態に記載されている構成要素はあくまで例示であり、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

#### 【0029】

##### [第1の実施の形態]

以下、本発明に係る発電システムの第1の実施形態について図を参照して説明する。以下で説明する発電システムは、発電装置として太陽電池モジュールを用いた太陽光発電システムを例に挙げて説明するが、太陽電池モジュールだけではなく、燃料電池、蓄電池等の直流電力を供給することができる手段であれば、あらゆる手段を本発明の発電システムに用いることができる。

30

#### 【0030】

##### (太陽光発電システム)

図3は、本実施形態の太陽光発電システムの全体構成を示すブロック図である。本実施形態では10A～10Eで示すように発電装置として太陽電池モジュールを5つ使用し、1つの太陽電池モジュールに対して1台のインバータ(電力変換装置)20が接続されたACモジュール型の構成である。5台のインバータ20A～20Eの交流出力は、図示されたように電力線40で並列接続されて、商用系統30に連系されている。また、各インバータ20A～20Eは通信線50によって接続されており、相互に通信を行うことにより、1台のマスター機と、その他4台のスレーブ機を設定し、マスター機だけが能動方式の単独運転検出動作を行っている。

40

#### 【0031】

##### (発電装置)

本発明に係る発電システムにおける発電装置としては、キヤノン製のアモルファスシリコン太陽電池セル(出力6.4W)を12枚直列に接続して作製した太陽電池モジュールSR-04(Voc=24V、Isc=5.6A、Vpm=17V、Imp=4.6A、Pm=77W)を使用している。

#### 【0032】

50

なお、 $V_{oc}$ は、標準試験条件（スペクトルAM1.5、強度1kW/m<sup>2</sup>、太陽電池温度25℃、以下STCと記載）下で測定された開放電圧、 $I_{sc}$ は、STC下で測定された短絡電流、 $P_m$ は、STC下で測定された最大電力、 $V_{pm}$ は、最適動作電圧：出力電力が $P_m$ のときの動作電圧、 $I_{pm}$ は、最適動作電流、すなわち、出力電力が $P_m$ のときの動作電流をそれぞれ示しており、いずれもJIS C8680で定められている。

### 【0033】

本発明の発電システムで使用することができる太陽電池モジュールは、アモルファスシリコン太陽電池に限定されず、結晶シリコンやCuInSe<sub>2</sub>のような化合物半導体によって作製された太陽電池モジュールでも可能である。

### 【0034】

#### (電力変換装置の内部構造)

図2は、本実施形態に用いるインバータ20の内部構造を示すブロック図である。211は上述の太陽電池モジュール10から出力される直流電力を入力する入力端子であり、212は交流に変換された電力を系統や交流負荷に出力する出力端子である。24は平滑コンデンサ、リアクトル、ダイオード、スイッチング素子等により構成される直流／交流変換回路である。25は交流出力の開閉を行う連系リレー、232は入力端子から入力された電圧を検出する入力電圧検出器、231は入力された電流を検出する入力電流検出器、234は直流／交流変換回路によって直交変換され出力される電圧を検出する出力電圧検出器、233は出力される電流を検出する出力電流検出器、235は出力端子に接続される系統30の電圧を検出する系統電圧検出器である。26はマイクロプロセッサなどからなる制御回路である。

### 【0035】

この制御回路26では、直流電圧検出器232や直流電流検出器231により検出された電圧及び電流の値に応じて、太陽電池アレイから最大電力を取り出す制御（最大電力追従制御）や、直流／交流変換回路のスイッチング素子の制御や、OV(Over Voltage)、OF(Over Frequency)や単独運転検出といった連系保護などを行っている。また、制御回路を動作させるための制御電源は、入力端子から入力される太陽電池モジュールの出力電力を、制御電源生成回路28によって所定の電圧に変換して供給している。

### 【0036】

#### (制御回路)

制御回路26としては、ワンチップマイコンを用いている。このマイコンは、CPU、メモリ、A/Dコンバータ、16ビットタイマ、I/Oポート等の機能をワンチップに収めたものであり、水晶発振器やコンデンサ等の外付け部品を接続することによって、電力変換装置の制御に必要な各種の制御を行うことができる。

### 【0037】

更に、本実施形態の制御回路26は、システム内の並列接続された複数のインバータと相互に通信するために2つの通信用端子29を有しており、複数のインバータのうち、単独運転検出を行うマスター機を設定する端子としてマスター機設定端子と、信号のGNDとしてGND端子が割り当てられている。このマスター機設定端子は、マイコンの所定のI/Oポートに接続されており、マイコンに電源が投入された後、マイコンに内臓されたプログラムの初期設定動作により、読み込み端子(Read)として設定される。また、GND端子はマイコンのデジタル信号用GND端子に接続されている。

### 【0038】

ここで、制御回路26としてワンチップマイコンを使用した形態について説明したが、もちろんワンチップマイコンを用いた形態だけではなく、ディスクリート部品、IC、受動部品等を組み合わせた回路を用いることも可能である。

### 【0039】

#### (インバータ動作)

続いて、インバータの動作を説明する。夜中の太陽が出ていない時には、太陽電池は発電していないので、全てのインバータは起動していない状態である。この状態では、マス

10

20

30

40

50

ター機はまだ設定されていない。夜が明けて太陽が出てくると、太陽光が照射されて太陽電池モジュールの出力電圧が上昇する。そして太陽電池モジュールの出力電圧が所定値以上になった時に、その太陽電池モジュールに接続されているインバータの制御電源がONとなる。

#### 【0040】

以降の動作を図1のフローチャートを参照して説明する。制御電源がONとなると、制御回路26のマイコンが起動し、予めROMに格納されたプログラムを読み込んで、初期設定を行う。この初期設定動作で、前述したようにマスター機設定端子を読み込み端子(Read)として設定する。その後、太陽電池モジュールの出力電圧を監視し、インバータの運転開始電圧(起動電圧)を超えるまで待機する(ステップS101)。

10

#### 【0041】

その後、太陽電池モジュールの出力電圧が起動電圧を超えた後、まず最初にマスター機設定用端子の状態がLowであるか否かを確認する(ステップS103)。どのインバータもマスター機として設定されていない場合は、いずれのマスター機設定用端子もLow状態となっている。このマスター機設定用端子がLow状態である場合、そのインバータは接続されているマイコンのI/O端子を書き込み用の端子(Write)として設定し(ステップS104)、マスター機設定端子の出力をHighに設定する(ステップS105)。

#### 【0042】

その結果、最も早く太陽電池モジュールが動作開始電圧に達したインバータ(以降、インバータAとする)のみがマスター機として設定される。一旦マスター機が設定されると、マスター機設定用端子は常にHigh状態に保たれるため、接続されている他のインバータはマスター機設定用端子が既にHigh状態となっていることから、マスター機として設定されているインバータが他にあることがわかる。

20

#### 【0043】

その後インバータAは、制御プログラム内でマスターフラグを1に設定し(ステップS106)、単独運転検出能動方式を行うマスター機として動作することを設定し、インバータの動作を開始する。

#### 【0044】

2番目に起動したインバータ(以降、インバータBとする)では、ステップS101で接続されている太陽電池モジュールBの出力電圧が起動電圧を超えたと判定されたき、まず最初にマスター機設定用端子の状態を確認する(ステップS102)。この場合、すでにインバータAによりこの端子はHigh状態に設定されているため、マスター機設定用端子を読み込んだインバータBは、Highの信号を受け取り、他にマスター機として設定されているインバータがあることを認識する。その後インバータBは、制御プログラム内でスレーブフラグを1に設定し(ステップS107)、単独運転検出能動方式を行わないスレーブ機として動作することを設定し、インバータの動作を開始する。

30

#### 【0045】

3番目以降に起動するインバータC~Eにおいても、すでにインバータAがマスター機として設定されているため、インバータBと同じ制御を行う。

40

#### 【0046】

以上のように、本実施形態では、一番最初に起動したインバータをマスター機として設定することにより、発電システム内には必ず単独運転検出能動方式を動作させるマスター機が存在することになるため、故障等によりシステム内でマスター機が動作していない状態が生じるのを回避することができ、より安全な発電システムを提供することができる。

#### 【0047】

##### [第2の実施の形態]

以下、本発明に係る発電システムの第2の実施形態について説明する。第2の実施形態も上記で説明した第1の実施形態と同様な太陽光発電システムであり、以下の説明では、第1の実施形態と同様な部分については説明を省略し、本実施形態の特徴的な部分を中心

50

に説明する。

**【0048】**

(制御回路)

本実施形態におけるインバータは、並列接続された他のインバータと相互に通信するために、図4に示すように9つの通信用端子を有している。これらの通信用端子のうち、データ通信用端子、アドレス通信用端子はマイコンのシリアル通信ポートに接続され、データ送信要求用端子、データ送信許可用端子、マスター機設定用端子、予備マスター機設定用端子、全インバータ停止用端子はマイコンのI/Oポートに、信号GNDにはマイコンのGND端子にそれぞれ接続される。

**【0049】**

10

また、インバータの制御電源がONした後、マイコン内臓のプログラムの初期設定動作により、I/Oポートに接続されている端子は、読み込み端子(Read)として設定される。

**【0050】**

(インバータの動作)

続いて、本実施形態のインバータの動作を図5のフローチャートを参照して説明する。

**【0051】**

20

第1の実施の形態と同様に、各インバータは、太陽電池モジュールからの出力電圧が起動電圧を超えるまで待機し(ステップS501)、出力電圧が起動電圧を超えた時点でマスター機設定用端子の状態を確認する(ステップS502)。この時マスター機設定用端子がLow状態である場合(ステップS203でYES)は、そのインバータはマスター権を得ることになり、接続されているマイコンのI/O端子を書き込み用の端子(Write)として設定し(ステップS504)、マスター機設定用端子の出力をHigh状態とする(ステップS505)。このようにすることで、最初に起動したインバータ(以降、インバータAとする)がマスター機として設定される。

**【0052】**

これ以降、マスター機設定用端子はHigh状態に保たれ、接続されている他のインバータの太陽電池モジュールが動作開始電圧に達して、マスター機設定用端子の状態を確認する時にはHigh状態であるため、既に他のインバータがマスター機として設定されていることを認識することができる。

30

**【0053】**

その後、マスター機に設定されたインバータAは、プログラム内でマスターフラグを1に設定し(ステップS506)、能動方式の単独運転検出動作を行うマスター機として動作することを設定し、インバータの動作を開始する。

**【0054】**

次に、2番目に起動したインバータ(以降、インバータBとする)の動作について説明する。

**【0055】**

インバータBもインバータAと同様に、太陽電池モジュールの出力電圧が起動電圧を超えた時点でマスター機設定用端子を確認する(ステップS501, S502)。この場合、すでにインバータAによりこの端子はHigh状態に設定されているため、マスター機設定用端子を読み込んだインバータBは、Highの信号を受け取る(ステップS503でNO)。

40

**【0056】**

次にインバータBは、予備マスター機設定用端子を確認する(ステップS507)。この時点では、予備マスター機として設定されているインバータはまだないので、この端子はLow状態となっている(ステップS508でYES)。インバータBは、この予備マスター機設定用端子がLow状態である場合は、予備マスター権を得ることになり、接続されているマイコンのI/O端子を書き込み用の端子(Write)として設定し(ステップS509)、予備マスター機設定用端子の出力をHigh状態とし(ステップS510)

50

、インバータBは予備マスター機として設定される。

**【0057】**

これ以降、予備マスター機設定用端子はHigh状態に保たれ、接続されている他のインバータ（インバータC～E）の太陽電池モジュールが起動電圧を超え、予備マスター機設定用端子を読み込んだ時はHigh状態であるため、既に他のインバータが予備マスター機として設定されていることを認識することができる。

**【0058】**

その後、予備マスター機として設定されたインバータBは、プログラム内で予備マスター・フラグを1に設定し（ステップS511）、マスター機が故障したとき、あるいは影等により動作が停止した時に、マスター機に代わり能動方式の単独運転検出動作を行う予備マスター機として設定し、インバータ動作を開始する。10

**【0059】**

また、ここでインバータBは、自身のID番号等をデータ通信用端子によりマスター機に送信し、インバータBが予備マスター機として設定されたことをマスター機に対して通知する。

**【0060】**

次に、3番目に起動したインバータ（以降、インバータCとする）の動作について説明する。

**【0061】**

インバータCも他のインバータと同様に、太陽電池モジュールの出力電圧が起動電圧を超えた時点でマスター機設定用端子を確認する（ステップS501, S502）。この場合、すでにインバータAによりこの端子はHigh状態に設定されているため、マスター機設定用端子を読み込んだインバータCは、Highの信号を受け取る（ステップS503でNO）。次にインバータCは、予備マスター機設定用端子を確認する（ステップS507）。この場合においても、すでにインバータBによりこの端子はHigh状態に設定されているため、予備マスター機設定用端子を読み込んだインバータCは、Highの信号を受け取る（ステップS508でNO）。20

**【0062】**

この結果、インバータCは、既に他のインバータがマスター機及び予備マスター機に設定されていることを認識でき、インバータCはスレーブ機として設定されることになる。その後、インバータCはプログラム内でスレーブ・フラグを1に設定し（ステップS512）、能動方式の単独運転検出動作を行わないスレーブ機として動作することを設定し、インバータの動作を開始する。30

**【0063】**

さらにインバータCは、自身のID番号等をマスター機と予備マスター機にデータ通信線を用いて送信し、インバータCがスレーブ機として動作を開始したことをマスター機と予備マスター機に対して通知する。

**【0064】**

続いて、本実施形態において、マスター機（インバータA）が停止した場合の予備マスター機の動作について図6のフローチャートを参照して説明する。40

**【0065】**

上述のように、マスター機として設定されたインバータ（インバータA）からは、マスター機設定用端子にHigh信号が出力されている。本実施形態では、このマスター機設定用端子の状態を予備マスター機（インバータB）が常時監視してマスター機の動作状態を把握している。すなわち、マスター機が停止した場合には、マスター機設定用端子の状態がHighからLow状態に変化するため、この端子の状態を監視することで、予備マスター機はマスター機が停止したことを認識することができる。

**【0066】**

予備マスター機はマスター機設定用端子の状態を確認し（ステップS601）、マスター機設定用端子の出力がLowであり（ステップS602でYES）、マスター機が停止50

したことを認識したとき、予備マスター機は、まず、自身が仮のマスター機として能動方式の単独運転検出動作を行い（ステップS603）、発電システムの安全性を保った後に、次のマスター機を決める動作を行う。

#### 【0067】

本実施形態において、予備マスター機が次のマスター機を決める動作について説明する。スレーブ機は、インバータの動作を開始する時に、前述したように自身のIDを予備マスター機に送信しているため、予備マスター機は、現状の発電システムにおいてスレーブ機として接続されているインバータを把握している。

#### 【0068】

そこで予備マスター機は、この発電システムにスレーブ着として接続されている各インバータと順番にデータ通信線を用いて通信することにより、各インバータの現在の発電電力についての情報を収集する（ステップS604）。予備マスター機は、収集した各インバータの発電電力を比較し、発電電力が最も大きいインバータと2番目に大きいインバータを特定する。この時予備マスター機自身の発電電力を比較対象に入れてもよい。

10

#### 【0069】

そして、発電電力が最も大きいインバータをマスター機に選択し、マスター機として選択されたインバータに対してマスター権信号をデータ通信線を用いて送信する8ステップS605）。また、発電電力が2番目に大きいインバータを予備マスター機として選択し、同様に予備マスター権信号をデータ通信線を用いて送信する（ステップS606）。

20

#### 【0070】

マスター機として選定されたインバータは、マスター機設定用端子が接続されているマイコンのI/O端子を書き込み用の端子（Write）として設定し、マスター機設定用端子の出力をHighにする。その後、プログラム内でマスターフラグを1に設定し、能動方式の単独運転検出動作を行うマスター機として動作することを設定し、単独運転検出動作を開始する。

#### 【0071】

また、予備マスター機として選定されたインバータは、予備マスター機設定用端子が接続されているマイコンのI/O端子を書き込み用の端子（Write）として設定し、予備マスター機設定用端子の出力をHighにする。その後、プログラム内で予備マスターフラグを1に設定し、マスター機が故障したときに一時的に単独運転検出能動方式を行い、また次のマスター機を決定する予備マスター機として動作することを設定し、運転を継続する。

30

#### 【0072】

一方、予備マスター機として設定されていたインバータは、自身がマスター機にも予備マスター機にも選定されなかった場合は、予備マスター機設定用端子をLow状態とし、能動方式の単独運転検出動作を停止し（ステップS607）、予備マスター機設定用端子が接続されているマイコンのI/O端子を読み込みの端子（Read）として設定し、プログラム内でスレーブフラグを1に設定し（ステップS608）、単独運転検出動作を行わないスレーブ機として動作を継続する（ステップS609）。

#### 【0073】

40

次に、本実施形態において、予備マスター機が故障等により停止した場合のマスター機の動作について図7のフローチャートを参照して説明する。

#### 【0074】

上述のように、予備マスター機として設定されたインバータからは、予備マスター機設定用端子にHigh信号が出力されている。本実施形態では、この予備マスター機設定用端子の状態をマスター機が常時監視して予備マスター機の状態を把握している。すなわち、予備マスター機が停止した場合には、予備マスター機設定用端子の状態がHighからLow状態に変化するため、この端子を監視することで、マスター機は予備マスター機が停止したことを確認することができる。

#### 【0075】

50

マスター機は予備マスター機設定用端子の状態を確認し(ステップS701)、予備マスター機設定用端子の出力がLowであり(ステップS702でYES)、予備マスター機が停止したことを確認したとき、マスター機は次の予備マスター機を決める動作を行う。

#### 【0076】

本実施形態において、マスター機が次の予備マスター機を決める動作について説明する。各スレーブ機は、インバータの動作を開始する時に、前述したように自身のIDをマスター機に送信しているため、マスター機は、発電システムにおいて現在スレーブ機として接続されているインバータを把握している。

#### 【0077】

そこでマスター機は、この発電システムにスレーブ機として接続されている各インバータと順番にデータ通信線を用いて通信することにより、各インバータの現在の発電電力についての情報を収集する(ステップS703)。マスター機は、収集した各インバータの発電電力を比較し、発電電力が最も大きいインバータを特定する。その後、発電電力が最も大きいインバータを予備マスター機として選択し、予備マスター機として選択されたインバータに対して予備マスター機信号をデータ通信線を用いて送信する(ステップS704)。

#### 【0078】

予備マスター機として選定されたインバータは、予備マスター機設定用端子が接続されているマイコンのI/O端子を書き込み用の端子(Write)として設定し、予備マスター機設定用端子の出力をHighにする。その後、プログラム内で予備マスターフラグを1に設定し、マスター機が故障したときに一時的に単独運転検出動作を行い、また次のマスター機を決定する予備マスター機として動作するモードに移行し、運転を継続する。

#### 【0079】

以上のように本実施形態では、マスター機と予備マスター機とが互いの状態を監視することで、どちらかが故障や影等により停止した場合においても、発電システム内で単独運転検出動作が行われない状態を回避することができ、より安全な発電システムを提供することができる。また、発電電力が一番大きい、いわば、運転停止しにくいインバータを次のマスター機として設定することにより、安定した発電システムを提供することができる。

#### 【0080】

また、本実施形態では各インバータが相互に通信を行い、予備マスター機やマスター機が次のマスター機や予備マスター機を設定したが、これに限らず、パソコンなどの管理装置を別途設けて、該管理装置が各インバータの情報を収集し、次のマスター機や予備マスター機を設定するように制御することも可能である。

#### 【0081】

##### [第3の実施の形態]

以下、本発明に係る発電システムの第3の実施形態について説明する。第3の実施形態も上記で説明した第1及び第2の実施形態と同様な太陽光発電システムであり、以下の説明では、第1及び第2の実施形態と同様な部分については説明を省略し、本実施形態の特徴的な部分を中心に説明する。

#### 【0082】

第3の実施形態は、第2の実施形態と同様に並列接続されたインバータが互いに通信してマスター機及び予備マスター機を設定するものであるが、第2の実施形態では、マスター機が停止した後に次のマスター機を設定するのに対し、本実施形態では、マスター機の発電電力が小さくなった時、すなわちマスター機が停止する前に、次のマスター機を設定する点で異なる。

#### 【0083】

一般的に、インバータは、太陽電池モジュールの最大電力点を探索するMPPT制御を行っているが、太陽電池モジュールの出力電圧が下がってきた場合は、MPPT制御を停

10

20

30

40

50

止させ、所定の電圧で定電圧運転を行う。

**【0084】**

例えば、交流100Vを出力するインバータであれば、インバータに入力する直流電圧は最低でも160V程度必要であるため、太陽電池の最適動作電圧が160V以下となる場合は、インバータはMPPT制御を行わず、出力電圧維持を優先する定電圧運転モードとなり、太陽電池電圧が160Vで一定となるように設定する。

**【0085】**

本実施形態では、インバータがこの定電圧運転モード状態に移行した時には、インバータの発電電力が減少し、もう少しで運転を停止する状態となる可能性が高いと認識し、マスター機がこの定電圧運転モードに遷移した時に、マスター機を切り替える制御を行う。

10

**【0086】**

以下、本実施形態における具体的なインバータの動作について説明する。

**【0087】**

マスター機として設定されているインバータに接続されている太陽電池モジュールに、落ち葉等によって影が生じたり、故障が生じた場合、太陽電池モジュールの出力電圧が低下する。この時、太陽電池モジュールの最適動作電圧も同時に低下し、最適動作電圧が所定電圧以下になった場合は、インバータは太陽電池モジュールを一定電圧で動作させる定電圧運転モードに切り替わる。

**【0088】**

マスター機は、インバータが定電圧運転モードに切り替わった後、各スレーブ機とデータ通信線を用いて通信することにより、図6に関して説明した第2の実施形態と同様に、各スレーブ機の発電電力の情報を収集し、発電電力が最も大きいインバータを次のマスター機として設定する。その後、マスター機としての役割を終えたインバータは、自身のマスター機設定用端子をLowにして、マスター機設定用端子が接続されているマイコンのI/O端子を読み込みの端子(Read)として設定する。その後、プログラム内でマスターフラグを0に設定し、単独運転検出動作を停止させ、スレーブ機として運転する。

20

**【0089】**

一方、新しくマスター機として設定されたインバータは、マスター機設定用端子が接続されているマイコンのI/O端子を書き込み用の端子(Write)として設定し、マスター機設定用端子の出力をHighにする。その後、プログラム内でマスターフラグを1に設定し、能動方式の単独運転検出動作を開始し、マスター機として運転を開始する。

30

**【0090】**

なお、マスター機だけでなく、予備マスター機が定電圧運転モードに切り替わった場合においても、同様にスレーブ機の中から発電電力が最も大きいインバータを予備マスター機として設定するようにしてもよい。

**【0091】**

以上のように本実施形態によれば、マスター機が停止する前にマスター機を切り替えることができ、システム内で単独運転検出が行われない状態を回避することができ、より安全な発電システムを提供することができる。

**【0092】**

40

<その他の実施形態>

本発明は、複数の機器から構成される発電システムに適用しても良いし、また、一つの機器からなる装置(管理装置)に適用しても良い。

**【0093】**

なお、本発明は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラム(本実施形態では図1、図5から図7に示すフローチャートに対応したプログラム)を、システム或いは装置に直接或いは遠隔から供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される場合を含む。その場合、プログラムの機能を有していれば、形態は、プログラムである必要はない。

**【0094】**

50

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、本発明のフレームでは、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含まれる。

【0095】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等、プログラムの形態を問わない。

【0096】

プログラムを供給するための記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVD(DVD-ROM, DVD-R)などがある。10

【0097】

その他、プログラムの供給方法としては、クライアントコンピュータのブラウザを用いてインターネットのホームページに接続し、該ホームページから本発明のコンピュータプログラムそのもの、もしくは圧縮され自動インストール機能を含むファイルをハードディスク等の記録媒体にダウンロードすることによっても供給できる。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明の範囲に含まれるものである。20

【0098】

また、本発明のプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布し、所定の条件をクリアしたユーザに対し、インターネットを介してホームページから暗号化を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報を使用することにより暗号化されたプログラムを実行してコンピュータにインストールさせて実現することも可能である。

【0099】

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現される他、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが、実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現され得る。30

【0100】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現される。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】本発明の第1の実施形態の各インバータの起動時の動作を説明するフローチャートである。

【図2】本発明の第1の実施形態で用いられるインバータの構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態で用いられる発電システムの概略構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第2の実施形態で用いられるインバータの通信端子を説明する図である。

【図5】本発明の第2の実施形態のインバータの起動時の動作を説明するフローチャートである。50

【図6】本発明の第2の実施形態の予備マスター機の動作を説明するフローチャートである。

【図7】本発明の第2の実施形態のマスター機の動作を説明するフローチャートである。

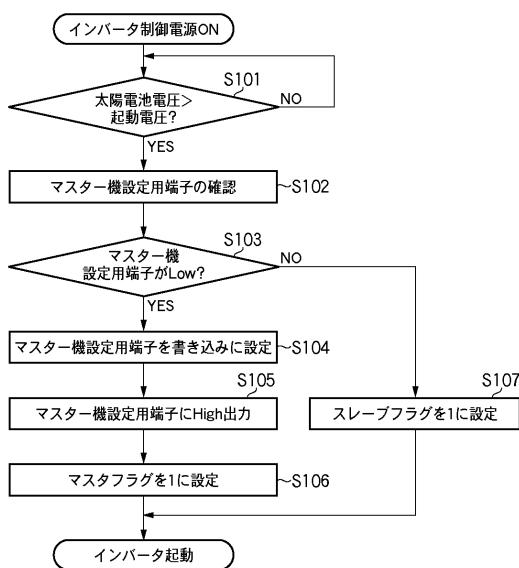
## 【符号の説明】

[ 0 1 0 2 ]

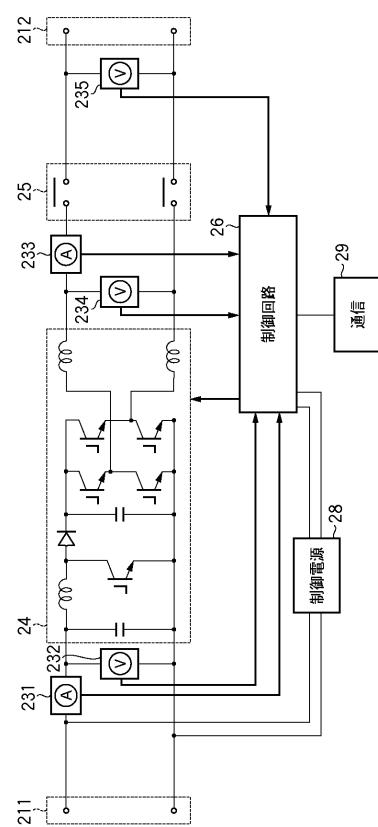
- 2 4 直流 / 交流変換回路  
 2 5 連系リレー  
 2 6 制御回路  
 2 8 制御電源生成回路  
 2 9 通信端子  
 2 1 1 入力端子  
 2 1 2 出力端子  
 2 3 1 入力電流検出器  
 2 3 2 入力電圧検出器  
 2 3 3 出力電流検出器  
 2 3 4 出力電圧検出器  
 2 3 5 系統電圧検出器

10

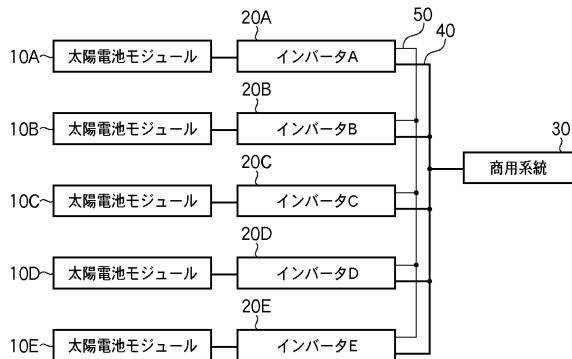
〔 1 〕



( 2 )



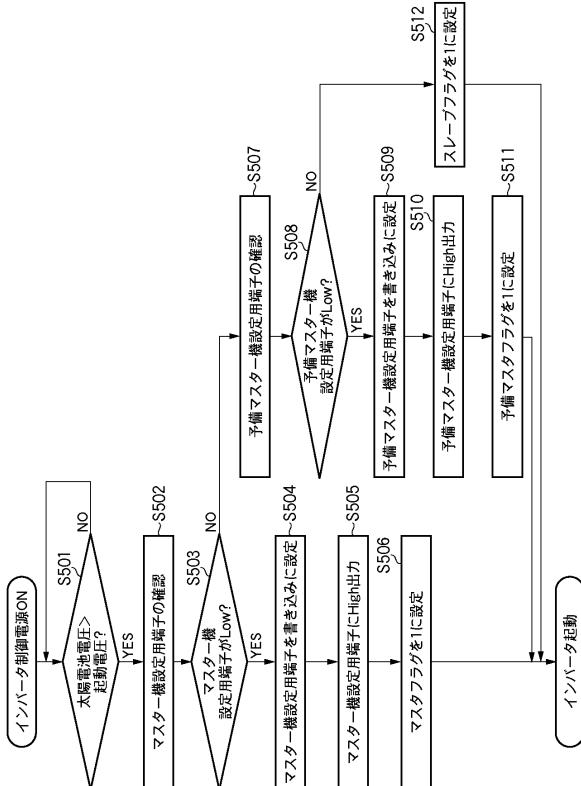
【図3】



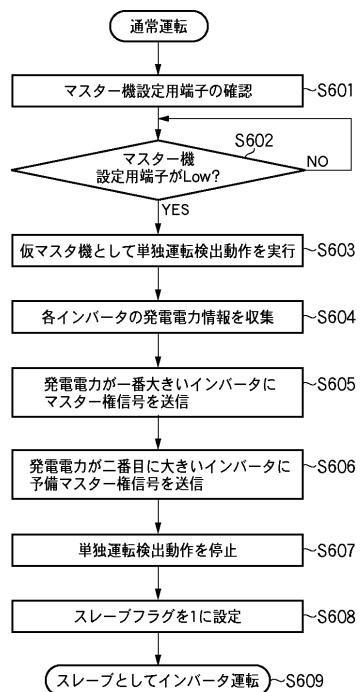
【図4】

端子番号	端子名
①	データ通信用端子
②	アドレス通信用端子
③	信号GND
④	データ送信要求用端子
⑤	データ送信許可用端子
⑥	フレームグランド
⑦	マスター機設定用端子
⑧	予備マスター機設定用端子
⑨	全インバータ停止用端子

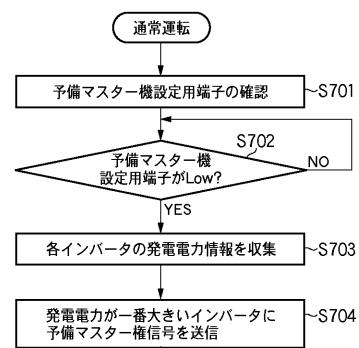
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 特開2000-270482(JP,A)

特開2000-305634(JP,A)

特開平10-094174(JP,A)

特開2000-166097(JP,A)

特開2003-299252(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3 / 38

H02M 7 / 48