

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-260913

(P2004-260913A)

(43) 公開日 平成16年9月16日(2004.9.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H02J 3/38	H02J 3/38	5G066
G05F 1/67	H02J 3/38	5H007
H02M 7/48	G05F 1/67	5H420
	H02M 7/48	
	H02M 7/48	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-48294 (P2003-48294)  
 (22) 出願日 平成15年2月25日 (2003.2.25)

(71) 出願人 000005832  
 松下電工株式会社  
 大阪府門真市大字門真1048番地  
 (74) 代理人 100087767  
 弁理士 西川 恵清  
 (74) 代理人 100085604  
 弁理士 森 厚夫  
 (72) 発明者 岡本 信一郎  
 大阪府門真市大字門真1048番地松下電  
 工株式会社内  
 (72) 発明者 小新 博昭  
 大阪府門真市大字門真1048番地松下電  
 工株式会社内

最終頁に続く

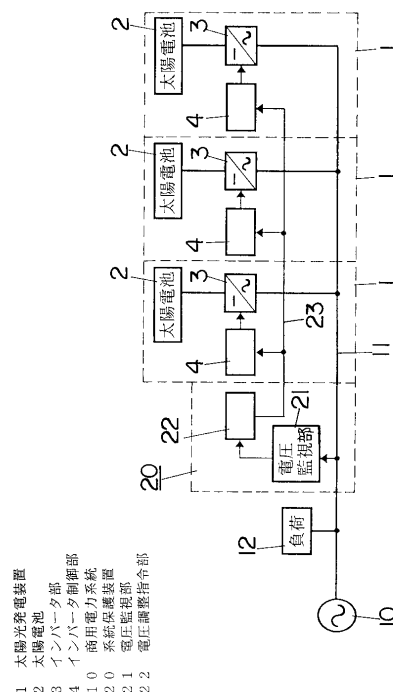
(54) 【発明の名称】 太陽光発電システム

(57) 【要約】

【課題】 系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体として従来よりも多くの電力を出力可能とする。

【解決手段】 太陽光発電システムは、太陽電池2、インバータ部3、インバータ制御部4を具備する複数の太陽光発電装置1と、系統からの受電点における系統電圧を監視する電圧監視部21、太陽光発電装置1の各インバータ制御部4毎にインバータ部3の出力を低下させる指令を与える電圧調整指令部22を具備する系統保護装置20とを備える。電圧調整指令部22は複数の太陽光発電装置1の各インバータ制御部4毎にインバータ部3の出力を低下させる指令を与えて電圧監視部21で監視する系統電圧の上昇を抑制する。故に系統電圧の上昇度合いが小さい場合にも全ての太陽光発電装置1で出力を低下させる必要はなく、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体として従来よりも多くの電力が出力可能となる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

太陽電池、太陽電池の直流電力を商用電力系統の位相に同期した交流電力に変換するインバータ部、インバータ部を制御して交流電力を調整するインバータ制御部を具備して商用電力系統に接続されて連系運転を行う複数の太陽光発電装置と、商用電力系統からの受電点における系統電圧を監視する電圧監視部、太陽光発電装置の各インバータ制御部毎にインバータ部の出力を低下させる指令を与えて電圧監視部で監視する系統電圧の上昇を抑制する電圧調整指令部を具備する系統保護装置とを備えたことを特徴とする太陽光発電システム。

**【請求項 2】**

電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがってインバータ制御部における出力低下の速度を速めることを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システム。

10

**【請求項 3】**

電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがって同時に出力を低下させるインバータ制御部の数を増やすことを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システム。

**【請求項 4】**

電圧調整指令部は、各太陽光発電装置の出力電力を監視し、出力電力の小さい太陽光発電装置から順番にインバータ部の動作を停止させることを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システム。

20

**【請求項 5】**

電圧調整指令部は、各太陽光発電装置のインバータ部における変換効率を監視し、変換効率の低いインバータ部から順番に出力を低下させることを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システム。

**【請求項 6】**

電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧が適正なレベルにまで低下した場合には出力を低下させたときの順番と逆の順番で太陽光発電装置のインバータ制御部を正常時の出力調整制御に戻すことを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の太陽光発電システム。

**【請求項 7】**

電圧調整指令部は、各太陽光発電装置の出力電力を監視するとともに全ての出力電力の総和と系統電圧との関係を監視し、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いに応じて系統電圧を適正なレベルにするために必要な各太陽光発電装置の出力電力の適正值を求め、出力電力を低下させて当該適正值に一致させる指令を各太陽光発電装置のインバータ制御部に与えることを特徴とする請求項 1 記載の太陽光発電システム。

30

**【請求項 8】**

電圧調整指令部は、各太陽光発電装置のインバータ部における変換効率を監視し、変換効率の低いインバータ部から順番に出力を低下させることを特徴とする請求項 7 記載の太陽光発電システム。

**【請求項 9】**

電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧が適正なレベルにまで低下した場合には出力低下を行っていたインバータ制御部に対してインバータ部の交流出力を徐々に増減しながら正常時の出力調整制御に戻すことを特徴とする請求項 1 又は 7 又は 8 記載の太陽光発電システム。

40

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、商用電力系統に連系する太陽光発電システムに関するものである。

**【0002】****【従来技術】**

50

従来、商用電力系統（以下、「系統」と略す）に連系する系統連系型の太陽光発電システムにおいては、余剰電力を系統側に逆潮流する場合、電力逆送のために受電点の電圧（系統電圧）が上昇して系統の運転範囲を超えてしまう可能性があるため、系統電圧の上昇を抑制して適正に保つための系統保護機能が必要であった。図9はこのような系統保護機能を有した従来システムの一例を示しており、この従来システムは、1つの太陽電池モジュール若しくは複数の太陽電池モジュールを直列接続したストリングからなる太陽電池2と、太陽電池2の直流電力を系統の位相に同期した交流電力に変換するインバータ部3と、インバータ部3を制御して交流電力を調整するインバータ制御部4と、系統電圧を監視し、系統電圧が適正值よりも上昇したときにインバータ制御部4によりインバータ部3の出力を低下させる系統保護部5とを具備する複数の太陽光発電装置1を、図示しない解列開閉器等を介して電力線11により系統10に並列接続して構成されるものである。なお、系統10と本システムとの間には系統10又は本システムから電力線11を介して交流電力が供給される負荷12が接続されている。

10

**【0003】**

インバータ部3は、太陽電池2の直流電圧を昇圧する昇圧チョッパ回路、昇圧チョッパ回路で昇圧された直流電圧から系統10の位相に同期した正弦波の交流電圧を生成する正弦波生成部、正弦波生成部の出力を波形整形するフィルタ回路などを有している。またインバータ制御部4はマイクロコンピュータに専用のプログラムを搭載して構成され、正弦波生成部をPWM制御することでインバータ部3の出力を調整するものであって、太陽電池2の温度変化や日射強度の変化に伴う出力電圧や出力電流の変動に対して、太陽電池2の動作点が常に最大電力点を追従して太陽電池2の直流出力を最大限とする最大電力追従制御（MPPT制御）を行っている。そして系統保護部5は、系統電圧を監視して適正值よりも上昇したときにインバータ制御部4に指令を与えて最大電力追従制御を停止してインバータ部3の出力を低下させることにより、系統電圧の上昇を抑制している。

20

**【0004】**

また他の従来例として、系統に並列接続された複数の太陽光発電装置と、各太陽光発電装置と通信線によって接続され、系統の停電を監視して各太陽光発電装置を自立運転と連系運転に切換制御する系統連系保護装置とを備えたものも提供されている（特許文献1参照）。

**【0005】****【特許文献1】**

特開2001-224142号公報（第3頁、第1図）

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

上記前者の従来例においては、複数の太陽光発電装置1にそれぞれ系統保護部5を設け、個々の太陽光発電装置1毎に独立して系統電圧の上昇抑制制御を行っていたため、系統電圧の上昇度合いが比較的小さい場合でも全ての太陽光発電装置1で上昇抑制制御が行われてシステム全体の出力が過度に減少してしまう可能性があった。また上記後者の従来例においても、系統連系保護装置は全ての太陽光発電装置を常に同時に制御しているため、前者の従来例と同様の問題が生じる。

40

**【0007】**

本発明は上記事情に鑑みて為されたものであり、その目的は、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体として従来よりも多くの電力が出力可能な太陽光発電システムを提供することにある。

**【0008】****【課題を解決するための手段】**

請求項1の発明は、上記目的を達成するために、太陽電池、太陽電池の直流電力を商用電力系統の位相に同期した交流電力に変換するインバータ部、インバータ部を制御して交流電力を調整するインバータ制御部を具備して商用電力系統に接続されて連系運転を行う複数の太陽光発電装置と、商用電力系統からの受電点における系統電圧を監視する電圧監視

50

部、太陽光発電装置の各インバータ制御部毎にインバータ部の出力を低下させる指令を与えて電圧監視部で監視する系統電圧の上昇を抑制する電圧調整指令部を具備する系統保護装置とを備えたことを特徴とする。

【0009】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがってインバータ制御部における出力低下の速度を速めることを特徴とする。

【0010】

請求項3の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがって同時に出力を低下させるインバータ制御部の数を増やすことを特徴とする。

10

【0011】

請求項4の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置の出力電力を監視し、出力電力の小さい太陽光発電装置から順番にインバータ部の動作を停止させることを特徴とする。

【0012】

請求項5の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置のインバータ部における変換効率を監視し、変換効率の低いインバータ部から順番に出力を低下させることを特徴とする。

【0013】

請求項6の発明は、請求項4又は5の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧が適正なレベルにまで低下した場合には出力を低下させたときの順番と逆の順番で太陽光発電装置のインバータ制御部を正常時の出力調整制御に戻すことを特徴とする。

20

【0014】

請求項7の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置の出力電力を監視するとともに全ての出力電力の総和と系統電圧との関係を監視し、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いに応じて系統電圧を適正なレベルにするために必要な各太陽光発電装置の出力電力の適正值を求め、出力電力を低下させて当該適正值に一致させる指令を各太陽光発電装置のインバータ制御部に与えることを特徴とする。

30

【0015】

請求項8の発明は、請求項7の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置のインバータ部における変換効率を監視し、変換効率の低いインバータ部から順番に出力を低下させることを特徴とする。

【0016】

請求項9の発明は、請求項1又は7又は8の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧が適正なレベルにまで低下した場合に出力低下を行っていたインバータ制御部に対してインバータ部の交流出力を徐々に増減しながら正常時の出力調整制御に戻すことを特徴とする。

【0017】

40

【発明の実施の形態】

(実施形態1)

本実施形態の太陽光発電システムは、図1に示すように太陽電池2、太陽電池2の直流電力を商用電力系統の位相に同期した交流電力に変換するインバータ部3、インバータ部3を制御して交流電力を調整するインバータ制御部4を具備して系統10に接続されて連系運転を行う複数(本実施形態では3つ)の太陽光発電装置1と、系統からの受電点における系統電圧を監視する電圧監視部21、太陽光発電装置1の各インバータ制御部4毎にインバータ部3の出力を低下させる指令を与えて電圧監視部21で監視する系統電圧の上昇を抑制する電圧調整指令部22を具備する系統保護装置20とを備えている。但し、本実施形態における太陽光発電装置1は系統保護部5を具備しない点を除けば従来例のもの

50

共通の構成を有しているので、共通の構成要素には同一の符号を付して説明は省略する。

【0018】

系統保護装置20の電圧監視部21は、電力線11に印加される系統10の系統電圧の計測値を電圧調整指令部22に出力している。電圧調整指令部22は、マイクロコンピュータに後述するような処理を行う専用のプログラムを搭載して構成され、電圧監視部21から出力される系統電圧の計測値をA/D変換して得られる系統電圧データを内蔵のメモリ（図示せず）に格納する。また電圧調整指令部22は、例えばRS-485等の汎用の通信規格に準拠した通信インタフェースを具備しており、同じ通信規格の通信インタフェースを有する各太陽光発電装置1のインバータ制御部4との間で通信線23を介してデータ通信を行う。但し、電圧調整指令部22と各インバータ制御部4を個別の制御線で接続する構成としても構わない。

10

【0019】

次に本実施形態における系統保護装置20の動作を説明する。

【0020】

まず系統電圧が系統電圧の適正範囲内に収まっている場合（正常時）について説明すると、各太陽光発電装置1においてインバータ制御部4がインバータ部3に対して最大電力追従制御を行っており、系統保護装置20では電圧監視部21で監視（計測）する系統電圧が所定の上限値を超えていないため、電圧調整指令部22は太陽光発電装置1のインバータ制御部4に対して出力低下の指令を与えない。

【0021】

一方、太陽光発電装置1から系統10へ逆潮流する電力の増加により系統電圧が上昇し、電圧監視部21で監視する系統電圧が上限値を超えた場合、電圧調整指令部22はインバータ部3の出力を低下させる指令（以下、「出力低下指令」と呼ぶ）を通信線23を介して太陽光発電装置1のインバータ制御部4に与える。このとき、電圧調整指令部22が出力低下指令を送信する相手先の太陽光発電装置1の台数は系統電圧のレベルに応じて決められる。そして、出力低下指令を受信した1乃至複数の太陽光発電装置1のインバータ制御部4が最大電力追従制御を停止してインバータ部3の出力を低下させることにより、系統電圧の上昇が抑制されることになる。

20

【0022】

上述のようにして1乃至複数の太陽光発電装置1の出力が低下し、電圧監視部21で監視する系統電圧が上限値を下回ると、系統保護装置20の電圧調整指令部22は、出力低下指令を与えた太陽光発電装置1のインバータ制御部4に対して正常時の最大電力追従制御に戻るよう指示する指令（以下、「復帰指令」と呼ぶ）を与える。そして、復帰指令を受信した太陽光発電装置1のインバータ制御部4が最大電力追従制御を再開する。

30

【0023】

上述のように本実施形態によれば、系統保護装置20の電圧調整指令部22が複数の太陽光発電装置1の各インバータ制御部4毎にインバータ部3の出力を低下させる指令を与えて電圧監視部21で監視する系統電圧の上昇を抑制するため、従来例のように系統電圧の上昇度合いが小さい場合にも全ての太陽光発電装置1で出力を低下させる必要はなく、上昇度合いに応じた台数の太陽光発電装置1のみで出力を低下させることにより系統電圧の上昇を抑制することができ、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体として従来よりも多くの電力が出力可能となる。

40

【0024】

（実施形態2）

本実施形態は実施形態1と同一の構成を有しているので、システム構成についての図示並びに説明は省略する。本実施形態は、系統保護装置20の電圧調整指令部22が、電圧監視部21で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがって、出力低下指令を与える太陽光発電装置1のインバータ制御部4に対して出力低下の速度を速めさせる点に特徴がある。

【0025】

50

電圧調整指令部 22 は、電圧監視部 21 で監視する系統電圧が上限値を超えた場合、実施形態 1 で説明したように上昇度合いに応じた台数の太陽光発電装置 1 に対して出力低下指令を与えるのであるが、このときに系統電圧の上昇度合いが相対的に小さければ遅く、系統電圧の上昇度合いが相対的に大きければ速く出力を低下させるための速度指令を出力低下指令とともに太陽光発電装置 1 に与える。

【0026】

太陽光発電装置 1 のインバータ制御部 4 は、実施形態 1 と同様に系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 から受信した出力低下指令によりインバータ部 3 の出力を低下させるのであるが、その際、出力低下指令とともに受信した速度指令に応じた速度で出力を低下させる。その結果、図 2 に示すように系統電圧の上昇度合いが相対的に小さい場合には遅い速度で低下し（同図の直線（イ）参照）、系統電圧の上昇度合いが相対的に大きい場合には速い速度で低下することになる（同図の直線（ロ）参照）。なお、インバータ制御部 4 により出力低下の速度を変える方法としては、例えばインバータ部 3 を PWM 制御する際にオンデューティ比を段階的に変える方法などを採用すればよい。

10

【0027】

而して、上述のように系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 が電圧監視部 21 で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがってインバータ制御部 4 における出力低下の速度を速めるようにしているため、系統電圧の上昇度合いが大きい場合にはインバータ部 3 の出力低下速度を速くすることで系統 10 を確実に保護し、系統電圧の上昇度合いが小さい場合にはインバータ部 3 の出力低下速度を遅くすることで太陽光発電装置 1 の出力が過剰に抑制されてしまうのを防ぐことができ、実施形態 1 に比較してさらに多くの電力が出力可能となる。

20

【0028】

（実施形態 3）

本実施形態は実施形態 1 と同一の構成を有しているので、システム構成についての図示並びに説明は省略する。本実施形態は、系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 が電圧監視部 21 で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがって同時に出力を低下させる太陽光発電装置 1 の数を増やす点に特徴がある。

【0029】

例えば、系統電圧の定格が 100V であってその適正範囲が  $100V \pm 5V$  であるような場合に、電圧監視部 21 で監視する系統電圧が 110V であるときには電圧調整指令部 22 から何れか 1 台の太陽光発電装置 1 に対してだけ出力低下指令を与え、系統電圧が 130V であるときには電圧調整指令部 22 から複数台の太陽光発電装置 1 に対して出力低下指令を与える。

30

【0030】

而して、上述のように系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 が電圧監視部 21 で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがって同時に出力を低下させる太陽光発電装置 1 の数を増やすことにより、系統電圧の上昇度合いが大きい場合に出力を低下させる太陽光発電装置 1 の数を増やして系統電圧を速く低下させることで系統 10 を確実に保護することができる。

40

【0031】

（実施形態 4）

一般に太陽光発電装置のインバータ部では、図 3（a）に示すように定格の出力が得られている場合に比較して、定格よりも低い出力しか得られない場合には出力電流の波形歪み率が大きくなってしまったり（図 3（b）参照）、図 4 に示すように電力の変換効率が低下し、変換効率の低下によりインバータ部に不要な温度上昇が生じてしまうことがある。したがって、系統電圧の上昇を抑制する際に元々出力電力が低い状態にあるインバータ部 3 の出力電力を低下させると上述のように不要な温度上昇が生じて好ましくない。

【0032】

そこで本実施形態では、系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 が各太陽光発電装置 1 の

50

出力電力を監視し、出力電力の小さい太陽光発電装置 1 から順番にインバータ部 3 の動作を停止させることにより、上述のような不要な温度上昇の発生を防止している。なお、本実施形態は実施形態 1 と同一の構成を有しているため、システム構成についての図示並びに説明は省略する。

#### 【0033】

各太陽光発電装置 1 のインバータ制御部 4 は、インバータ部 3 を PWM 制御する際にインバータ部 3 の出力電圧及び出力電流を検出しており、これらの検出値から求められるインバータ部 3 の出力電力の検出データを通信線 23 を介して系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 に送信している。つまり、電圧調整指令部 22 ではインバータ制御部 4 から受信する検出データによって各太陽光発電装置 1 の出力電力を監視している。そして電圧調整指令部 22 は、電圧監視部 21 で監視する系統電圧が上限値を超えた場合に、系統電圧の上昇度合いに応じた台数の太陽光発電装置 1 に対して、出力電力の小さい太陽光発電装置 1 から順番にインバータ部 3 の動作を停止させる指令を与えて系統電圧の上昇を抑制している。

10

#### 【0034】

而して本実施形態では、上述のように系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 が各太陽光発電装置 1 の出力電力を監視し、出力電力の小さい太陽光発電装置 1 から順番にインバータ部 3 の動作を停止させて系統電圧の上昇を抑制するため、系統電圧の上昇を抑制する際にシステム全体の変換効率低下による不要な温度上昇を防ぐことができる。

#### 【0035】

(実施形態 5)

本実施形態は実施形態 1 と同一の構成を有しているため、システム構成についての図示並びに説明は省略する。本実施形態は、系統保護装置 20 の電圧調整指令部 22 が各太陽光発電装置 1 のインバータ部 3 における変換効率を監視し、インバータ部 3 の変換効率が低い太陽光発電装置 13 から順番に出力を低下させる点に特徴がある。

20

#### 【0036】

電圧調整指令部 22 は、システムに含まれる全ての太陽光発電装置 1 についてインバータ部 3 の変換効率のデータを内蔵のメモリに予め格納しておき、実施形態 4 と同様にインバータ制御部 4 から受信するインバータ部 3 の出力電圧及び出力電流の検出データから得られる出力電力に対して、メモリに格納されたデータを参照して変換効率を求めることで各太陽光発電装置 1 のインバータ部 3 における変換効率を監視している。

30

#### 【0037】

例えば、3 台の太陽光発電装置 1 のインバータ部 3 における変換効率がそれぞれ図 5 (a) ~ (c) に示すような曲線で表され、正常時のある時点における各太陽光発電装置 1 の出力電力がそれぞれ 300 W、100 W、800 W であったとする。このような状況で電圧監視部 21 で監視する系統電圧が上限値を超えた場合、電圧調整指令部 22 は系統電圧の上昇度合いに応じて、3 台の太陽光発電装置 1 のうちでインバータ部 3 の変換効率が最も低いもの、すなわち、その時点の出力電力が 100 W である太陽光発電装置 1 に対してインバータ部 3 の動作を停止させる指令を与えると同時に、インバータ部 3 の変換効率が 2 番目に低いもの、すなわち、その時点の出力電圧が 800 W である太陽光発電装置 1 に対して出力低下指令を与えて系統電圧の上昇を抑制する。その結果、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体の変換効率を向上させることができるため、系統電圧の上昇を抑制する際にシステム全体の変換効率低下による不要な温度上昇を防ぐことができる。

40

#### 【0038】

(実施形態 6)

本実施形態は実施形態 1 と同一の構成を有しているため、システム構成についての図示並びに説明は省略する。本実施形態は、実施形態 4 又は実施形態 5 と同様に複数の太陽光発電装置 1 に対して順番に出力低下指令を与えるものにおいて、系統保護装置 20 の電圧監視部 21 で監視する系統電圧が適正なレベルにまで低下した場合には出力を低下させたときの順番と逆の順番で太陽光発電装置 1 のインバータ制御部 4 を正常時の出力調整制御 (

50

最大電力追従制御)に戻す点に特徴がある。

【0039】

図6は横軸に時間、縦軸に電圧監視部21で監視する系統電圧をとって系統保護装置20による系統電圧の上昇抑制の様子を表しており、系統電圧が上限値 $T_h1$ を超えたら電圧調整指令部22からインバータ制御部4に出力低下指令を与えて系統電圧の上昇を抑制し、系統電圧が低下して適正值 $T_h2$ を下回ったら電圧調整指令部22からインバータ制御部4に復帰指令を与えて最大電力追従制御に戻す処理を行っている。ここで、複数の太陽光発電装置1で系統電圧の上昇抑制制御を行っていた場合にそれら全ての太陽光発電装置1を同時に最大電力追従制御に復帰させると、図6(a)に示すように系統電圧が再び大幅に上昇してしまう虞がある。

10

【0040】

そこで本実施形態においては、系統電圧の上昇抑制制御を行っている複数の太陽光発電装置1のインバータ制御部4を正常時の最大電力追従制御に復帰させる際に出力低下指令を与えた順番と逆の順番で1台ずつに復帰指令を与えるようにしている。その結果、系統電圧の上昇抑制制御を行っている複数の太陽光発電装置1が1台ずつ且つ出力低下指令が与えられた順番と逆の順番で最大電力制御に戻るため、図6(b)に示すように復帰後の系統電圧の上昇を最小限に抑えて最適な制御を行うことができる。

【0041】

(実施形態7)

本実施形態は実施形態1と同一の構成を有しているので、システム構成についての図示並びに説明は省略する。本実施形態は、系統保護装置20の電圧調整指令部22が各太陽光発電装置1の出力電力を監視するとともに全ての出力電力の総和と系統電圧との関係を監視し、電圧監視部21で監視する系統電圧の上昇度合いに応じて系統電圧を適正なレベルにするために必要な各太陽光発電装置1の出力電力の適正值を求め、出力電力を低下させて当該適正值に一致させる指令を各太陽光発電装置1のインバータ制御部4に与える点に特徴がある。

20

【0042】

電圧調整指令部22は、実施形態4と同様にして各太陽光発電装置1から得られる出力電力の総和(以下、「総電力」と呼ぶ)を求めるとともに、電圧監視部21で監視する系統電圧と総電力とを時間的に対応させてメモリに格納することで総電力と系統電圧との関係を監視している。

30

【0043】

例えば、3台の太陽光発電装置1のインバータ部3における変換効率がそれぞれ図7(a)~(c)に示すような曲線で表され、正常時のある時点における各太陽光発電装置1の出力電力がそれぞれ300W、100W、800Wであったとすれば、このときの総電力は $300 + 100 + 800 = 1200$ Wとなる。このような状況で電圧監視部21で監視する系統電圧が上限値を超えた場合、電圧調整指令部22は系統電圧の上昇度合いに応じて系統電圧を適正なレベルにするために必要な各太陽光発電装置1の出力電力の適正值を求める。系統電圧を適正レベルにするために総電力を700Wに下げる必要があったとすると、例えば2台の太陽光発電装置1の出力電力を300W及び100Wからそれぞれ0Wとし、残り1台の太陽光発電装置1の出力電力を700Wにすればよい。このようにして各太陽光発電装置1の出力電力の適正值を決めた後、電圧調整指令部22から各太陽光発電装置1に対して各々の出力電力を上記適正值にまで下げるように指示する出力低下指令を送信すれば、各太陽光発電装置1のインバータ制御部4が出力低下指令に基づいてインバータ部3の出力を適正值まで低下させて系統電圧の上昇が抑制されることになる。

40

【0044】

而して本実施形態においては、電圧監視部21で監視する系統電圧の上昇度合いに応じて系統電圧を適正なレベルにするために必要な各太陽光発電装置1の出力電力の適正值を電圧調整指令部22にて求め、出力電力を低下させて当該適正值に一致させる指令を電圧調整指令部22から各太陽光発電装置1のインバータ制御部4に与えているので、系統電圧

50



の上昇を瞬時に抑制することが可能であり、またシステム全体の出力電力を過剰に抑制しなくて済むために従来よりも多くの電力が出力可能となる。

【0045】

なお、実施形態5と同様に電圧調整指令部22にてシステムに含まれる全ての太陽光発電装置1についてインバータ部3の変換効率のデータを内蔵のメモリに予め格納しておき、実施形態4と同様にインバータ制御部4から受信するインバータ部3の出力電圧及び出力電流の検出データから得られる出力電力に対して、メモリに格納されたデータを参照して変換効率を求めることで各太陽光発電装置1のインバータ部3における変換効率を監視し、インバータ部3の変換効率が低い太陽光発電装置1から順番に出力を低下させることが望ましい。上述の例で説明すると、系統電圧を適正レベルにするために必要な総電力が600Wであった場合、3台の太陽光発電装置1のうちでインバータ部3の変換効率が最も低いもの、すなわち、その時点の出力電力が100Wである太陽光発電装置1の出力電力を0Wとする指令を与えるとともに、インバータ部3の変換効率が2番目に低いもの、すなわち、その時点の出力電圧が800Wである太陽光発電装置1の出力電力を300Wに下げようとする出力低下指令を与えればよい。このようにすれば、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体の變換効率を向上させることができるため、系統電圧の上昇を抑制する際にシステム全体の變換効率低下による不要な温度上昇を防ぐことができる。

10

【0046】

また、実施形態6で説明したように太陽光発電装置1のインバータ制御部4を系統電圧の上昇抑制制御から正常時の最大電力追従制御に復帰させる際、全ての太陽光発電装置1を同時に最大電力追従制御に復帰させると、図8(a)に示すように系統電圧が再び大幅に上昇してしまう虞がある。そこで、出力低下を行っていたインバータ制御部4をインバータ部3の交流出力を徐々に増減しながら正常時の最大電力追従制御に戻すようにすれば、図8(b)に示すように復帰後の系統電圧の上昇を最小限に抑えて最適な制御を行うことができる。

20

【0047】

【発明の効果】

請求項1の発明は、太陽電池、太陽電池の直流電力を商用電力系統の位相に同期した交流電力に変換するインバータ部、インバータ部を制御して交流電力を調整するインバータ制御部を具備して商用電力系統に接続されて連系運転を行う複数の太陽光発電装置と、商用電力系統からの受電点における系統電圧を監視する電圧監視部、太陽光発電装置の各インバータ制御部毎にインバータ部の出力を低下させる指令を与えて電圧監視部で監視する系統電圧の上昇を抑制する電圧調整指令部を具備する系統保護装置とを備えたことを特徴とし、従来例のように系統電圧の上昇度合いが小さい場合にも全ての太陽光発電装置で出力を低下させる必要はなく、上昇度合いに応じた台数の太陽光発電装置のみで出力を低下させることにより系統電圧の上昇を抑制することができ、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体として従来よりも多くの電力が出力可能となる。

30

【0048】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがってインバータ制御部における出力低下の速度を速めることを特徴とし、系統電圧の上昇度合いが大きい場合にはインバータ部の出力低下速度を速くすることで商用電力系統を確実に保護し、系統電圧の上昇度合いが小さい場合にはインバータ部の出力低下速度を遅くすることで太陽光発電装置の出力が過剰に抑制されてしまうのを防ぐことができ、さらに多くの電力が出力可能となる。

40

【0049】

請求項3の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いが大きくなるにしたがって同時に出力を低下させるインバータ制御部の数を増やすことを特徴とし、系統電圧の上昇度合いが大きい場合に出力を低下させる太陽光発電装置の数を増やして系統電圧を速く低下させることで商用電力系統を確実に保護することができる。

50

## 【0050】

請求項4の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置の出力電力を監視し、出力電力の小さい太陽光発電装置から順番にインバータ部の動作を停止させることを特徴とし、系統電圧の上昇を抑制する際にシステム全体の交換効率低下による不要な温度上昇を防ぐことができる。

## 【0051】

請求項5の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置のインバータ部における交換効率を監視し、交換効率の低いインバータ部から順番に出力を低下させることを特徴とし、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体の交換効率を向上させることができ、系統電圧の上昇を抑制する際にシステム全体の交換効率低下による不要な温度上昇を防ぐことができる。

10

## 【0052】

請求項6の発明は、請求項4又は5の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧が適正なレベルにまで低下した場合には出力を低下させたときの順番と逆の順番で太陽光発電装置のインバータ制御部を正常時の出力調整制御に戻すことを特徴とし、正常時の出力制御に戻った後の系統電圧の上昇を最小限に抑えて最適な制御を行うことができる。

## 【0053】

請求項7の発明は、請求項1の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置の出力電力を監視するとともに全ての出力電力の総和と系統電圧との関係を監視し、電圧監視部で監視する系統電圧の上昇度合いに応じて系統電圧を適正なレベルにするために必要な各太陽光発電装置の出力電力の適正值を求め、出力電力を低下させて当該適正值に一致させる指令を各太陽光発電装置のインバータ制御部に与えることを特徴とし、系統電圧の上昇を瞬時に抑制することが可能であり、またシステム全体の出力電力を過剰に抑制しなくて済むために従来よりも多くの電力が出力可能となる。

20

## 【0054】

請求項8の発明は、請求項7の発明において、電圧調整指令部は、各太陽光発電装置のインバータ部における交換効率を監視し、交換効率の低いインバータ部から順番に出力を低下させることを特徴とし、系統電圧の上昇を抑制しつつシステム全体の交換効率を向上させることができるため、系統電圧の上昇を抑制する際にシステム全体の交換効率低下による不要な温度上昇を防ぐことができる。

30

## 【0055】

請求項9の発明は、請求項1又は7又は8の発明において、電圧調整指令部は、電圧監視部で監視する系統電圧が適正なレベルにまで低下した場合に出力低下を行っていたインバータ制御部に対してインバータ部の交流出力を徐々に増減しながら正常時の出力調整制御に戻すことを特徴とし、復帰後の系統電圧の上昇を最小限に抑えて最適な制御を行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1を示すシステム構成図である。

【図2】実施形態2の動作説明図である。

40

【図3】実施形態4の動作説明図である。

【図4】同上の動作説明図である。

【図5】実施形態5の動作説明図である。

【図6】実施形態6の動作説明図である。

【図7】実施形態7の動作説明図である。

【図8】実施形態8の動作説明図である。

【図9】従来例を示すシステム構成図である。

## 【符号の説明】

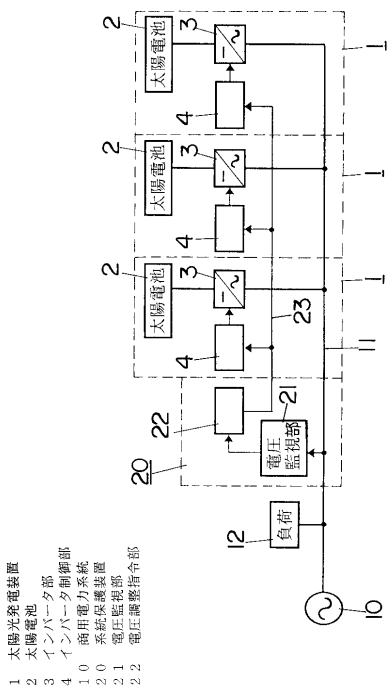
1 太陽光発電装置

2 太陽電池

50

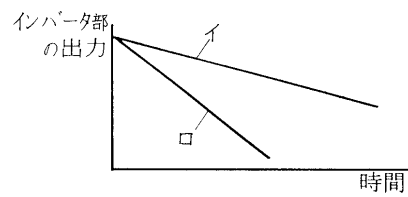
- 3 インバータ部
- 4 インバータ制御部
- 10 商用電力系統
- 20 系統保護装置
- 21 電圧監視部
- 22 電圧調整指令部

【図1】

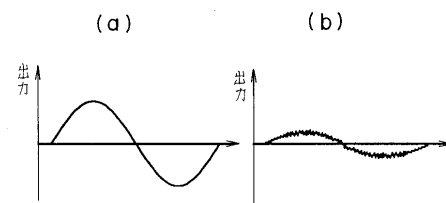


- 1 太陽光発電装置
- 2 太陽電池
- 3 インバータ部
- 4 インバータ制御部
- 10 商用電力系統
- 20 系統保護装置
- 21 電圧監視部
- 22 電圧調整指令部

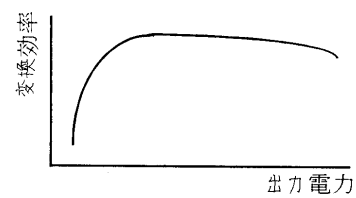
【図2】



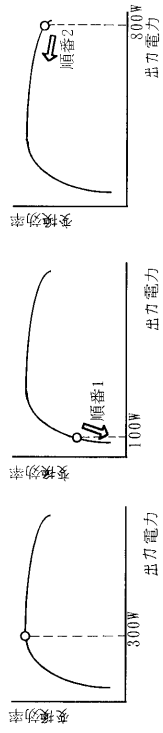
【図3】



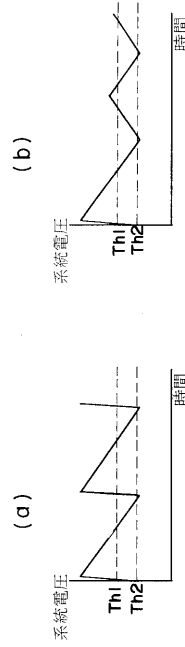
【図4】



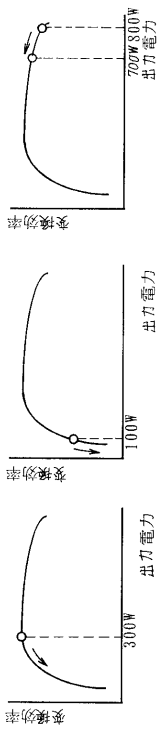
【 図 5 】



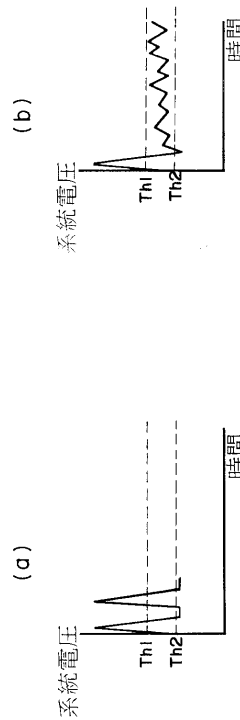
【 図 6 】



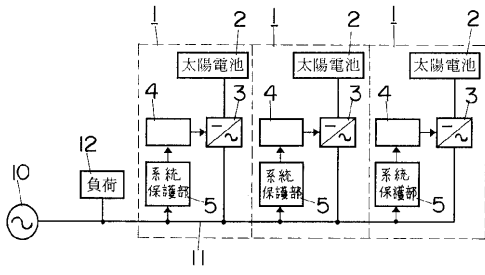
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 後藤 潔  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

(72)発明者 吉武 晃  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

(72)発明者 湯浅 裕明  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

F ターム(参考) 5G066 HA08 HB03 HB06

5H007 AA05 AA17 BB07 CC05 CC12 DA06 DB01 DB12 DC05 FA01

FA14 FA17

5H420 BB02 BB03 BB12 CC03 DD03 EA48 EB39 FF03 FF25 GG07

LL02