

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5828126号
(P5828126)

(45) 発行日 平成27年12月2日 (2015. 12. 2)

(24) 登録日 平成27年10月30日 (2015. 10. 30)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 M 7/48 (2007. 01)

H O 2 M 7/48 R

H O 2 J 3/38 (2006. 01)

H O 2 J 3/38 1 3 O

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-65117 (P2011-65117)
 (22) 出願日 平成23年3月24日 (2011. 3. 24)
 (65) 公開番号 特開2012-205328 (P2012-205328A)
 (43) 公開日 平成24年10月22日 (2012. 10. 22)
 審査請求日 平成26年3月17日 (2014. 3. 17)

(73) 特許権者 314012076
 パナソニック I P マネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100120156
 弁理士 藤井 兼太郎
 (74) 代理人 100106116
 弁理士 鎌田 健司
 (74) 代理人 100170494
 弁理士 前田 浩夫
 (72) 発明者 神村 剛
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 三洋電機株式会社内
 (72) 発明者 山岸 清磨
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 三洋電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 系統連系装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

太陽電池が接続される一対の端子と、当該端子の一方の端子に直列にリアクトルとダイオードとを接続し、このリアクトルとダイオードとの接続点と前記端子の他方の端子との間を開閉するスイッチ素子と、前記ダイオードと他方の端子との間に接続されるコンデンサとを有し、前記スイッチ素子を周期的に開閉させて所定の昇圧比を得る昇圧回路と、

前記昇圧回路で昇圧された直流電力を交流電力に変換し、この交流電力を出力線を介して商用電力系統へ連系させるインバータ回路と、

前記出力線に介在し、当該出力線の開閉を行う系統連系用リレーと、を備え、

前記系統連系用リレーを介して前記太陽電池の発電出力を前記商用電力系統へ連系する系統連系装置において、

前記出力線の前記インバータ回路と前記系統連系用リレーとの間に接続され、前記インバータ回路から出力される交流電力が供給される交流負荷を備え、

前記系統連系装置の起動にかかり、前記系統連系用リレーが開状態であり、かつ前記昇圧回路の前記スイッチ素子が開状態の時、

前記インバータ回路は、このインバータ回路の出力電流が徐々に増加するように、前記直流電力を交流電力へ変換して前記交流負荷へ供給し、

前記交流負荷へ供給される前記交流電力が所定の電力より大きくなった場合に、前記インバータ回路は前記変換の動作を一時停止し前記スイッチ素子の周期的な開閉で前記昇圧回路の出力電圧が所定の電圧閾値まで昇圧した後に閉状態に切り換わる前記系統連系用リ

10

20

レーを介して、動作を再開した前記インバータ回路の出力を前記商用電力系統に連系させることを特徴とする系統連系装置。

【請求項 2】

前記インバータ回路は、前記直流電力を三相交流電力に変換し、
前記交流負荷は、前記三相交流電力に対して平衡な負荷であり、
前記三相交流電力の相電流を検出する相電流検出部を有し、
前記相電流の内、何れか 2 つの相電流の差が所定の電流差閾値よりも大きい場合に、前記インバータ回路の動作を停止することを特徴とする請求項 1 に記載の系統連系装置。

【請求項 3】

前記インバータ回路は、前記直流電力を三相交流電力に変換し、
前記交流負荷は、前記三相交流電力に対して平衡な負荷であり、
前記三相交流電力の線間電圧を検出する線間電圧検出部を有し、
前記線間電圧の内、何れか 2 つの線間電圧の差が所定の電圧差閾値よりも大きい場合に、前記インバータ回路の動作を停止することを特徴とする請求項 1 に記載の系統連系装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池から出力される直流電力を交流電力に変換して、この太陽電池を商用電力系統へと連系させる系統連系装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来より、日射量に応じて発電量が変化する太陽電池から出力される直流電力を交流電力に変換し、系統連系用リレーを介して商用電力系統へ連系する系統連系装置が提供されている。

【0003】

系統連系装置は、太陽電池の出力する直流電圧を昇圧する昇圧回路、昇圧回路の出力電力を交流電力に変換するインバータ回路、及びこのインバータ回路の出力を正弦波状にするフィルタ回路と、フィルタ回路と商用系統との間に接続された系統連系用リレーと、マイクロコンピュータからなり昇圧回路やインバータ回路の各スイッチ素子及び系統連系用リレーに開閉信号を与える制御回路とで構成される。

30

【0004】

ところで、このような系統連系装置は、太陽電池の発電量が不足している状態で系統連系を開始（系統連系用リレーを ON）すると、インバータ回路の出力電流の増加に伴いインバータ回路の入力電圧が減少し、連系に必要な電圧が確保できずに系統連系用リレーが OFF になる。また、再び昇圧回路の出力電圧を上げて系統連系を開始したとしても、太陽電池の発電量が不足している状態であれば、系統連系用リレーは OFF になり、系統連系用リレーは開閉を繰り返す（所謂、チャタリングを起こす）ことになる。

【0005】

このようなチャタリングを防止するために、太陽電池を商用電力系統へ連系する際に、連系運転が可能な最小電力を太陽電池が発電できるか否かを判定する系統連系装置が提案されている（特許文献 1）。このような判定を行うために、特許文献 1 の系統連系装置は、太陽電池を商用電力系統へ連系する場合に、インバータ回路と昇圧回路との間に直流負荷を設けている。そして、特許文献 1 の系統連系装置は、昇圧回路を動作させて直流負荷へ供給する電力を調整すると共に、太陽電池の出力電圧を監視して、連系運転が可能な最小電力を太陽電池が供給できるか否かを判定する。

40

【0006】

また、特許文献 1 の系統連系装置は、直流負荷への電力を供給、或いは遮断するためのスイッチ回路を有しており、系統連系中にこのスイッチを OFF にすることで直流負荷へ供給される電力を遮断する。

50

【特許文献1】特開平10-289026

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、このような系統連系装置においては、昇圧回路にて太陽電池の出力する直流電力を昇圧して調整する必要があり、直流負荷へ昇圧された電圧が印加されることになり、耐圧の高い高価な負荷やスイッチ回路が必要になるという問題があった。

本発明は上述の問題に鑑みて成された発明であり、連系運転が可能な電力を太陽電池が供給できるか否かを判定する際に電力が供給される負荷やスイッチ回路について、耐圧の低いものが利用できる系統連系装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明は、太陽電池が接続される一対の端子と、当該端子の一方の端子に直列にリアクトルとダイオードとを接続し、このリアクトルとダイオードとの接続点と前記端子の他方の端子との間を開閉するスイッチ素子と、前記ダイオードと他方の端子との間に接続されるコンデンサとを有し、前記スイッチ素子を周期的に開閉させて所定の昇圧比を得る昇圧回路と、前記昇圧回路で昇圧された直流電力を交流電力に変換し、この交流電力を出力線を介して商用電力系統へ連系させるインバータ回路と、前記出力線に介在し、当該出力線の開閉を行う系統連系用リレーと、を備え、前記系統連系用リレーを介して前記太陽電池の発電出力を前記商用電力系統へ連系する系統連系装置において、前記インバータ回路と前記系統連系用リレーとをつなぐ前記出力線の前記インバータ回路側に接続され、前記インバータ回路から出力される交流電力が供給される交流負荷を備え、前記系統連系装置の起動にかかり、前記系統連系用リレーを開状態にし、前記昇圧回路の前記スイッチング素子を開状態にした後、前記インバータ回路は、このインバータ回路の出力電流を徐々に増加するように、前記直流電力を前記交流電力へ変換し、前記交流負荷へ供給される交流電力が所定の電力より大きくなった場合に、前記系統連系用リレーを閉状態へ切り替え前記スイッチング素子を周期的に開閉させる制御を開始することを特徴とする。

20

【0009】

本発明によれば、系統連系装置の起動にかかり、系統連系用リレーを開状態にし、昇圧回路のスイッチング素子を開状態にした後、インバータ回路の出力電流を徐々に増加するように昇圧回路から出力される直流電力を交流電力へ変換し、交流負荷へこの交流電力を供給する。

30

【0010】

このため、昇圧回路による昇圧が不要となるので、交流負荷や交流負荷に接続されるスイッチ回路に印加される電圧も低くすることができる。従って、連系運転が可能な電力を太陽電池が供給できるか否かを判定する際に（系統連系用リレーを開状態から閉状態へと切り替える際に）電力が供給される負荷やスイッチ回路について、耐圧の低いものが利用できるようになる。

【0011】

また、上述の発明において、前記系統連系用リレーを開状態から閉状態へ切り替える際に、前記インバータ回路を一時停止して、前記昇圧回路の出力電圧が所定の電圧閾値まで昇圧した後に、前記インバータ回路の動作を開始させ、前記商用電力系統と同期した交流電力を系統に連系させることを特徴とする。

40

【0012】

また、上述の発明において、前記インバータ回路は、前記直流電力を三相交流電力に変換し、前記交流負荷は、前記三相交流電力に対して平衡な負荷であり、前記三相交流電力の相電流を検出する相電流検出部を有し、前記相電流の内、何れか2つの相電流の差が所定の電流差閾値よりも大きい場合に、前記インバータ回路の動作を停止することを特徴とする。

50

【 0 0 1 3 】

また、上述の発明において、前記インバータ回路は、前記直流電力を三相交流電力に変換し、前記交流負荷は、前記三相交流電力に対して平衡な負荷であり、前記三相交流電力の線間電圧を検出する線間電圧検出部を有し、前記線間電圧の内、何れか 2 つの線間電圧の差が所定の電圧差閾値よりも大きい場合に、前記インバータ回路の動作を停止することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、連系運転が可能な電力を太陽電池が供給できるか否かを判定する際に電力が供給される負荷やスイッチ回路について、耐圧の低いものが利用できる系統連系装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本実施形態に係る太陽光発電システム 1 0 0 を示す構成図である。

【図 2】系統連系装置 2 が停止している状態から連系するまでの動作フローを示す図である。

【図 3】ステップ S 1 4 における系統連系装置 2 の動作フローを示す図である。

【図 4】連系開始動作を行う場合（ステップ S 1 8）の系統連系装置 2 の動作フローを示す図である。

【図 5】電流センサ C T 1、C T 2 や電圧センサ 1 1 の異常の有無を判断する場合の動作フローを示す。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

以下、図面にに基づき本発明の実施形態を詳述する。図 1 は本実施形態に係る太陽光発電システム 1 0 0 を示す構成図である。この図に示すように太陽光発電システム 1 0 0 は、太陽電池 1、系統連系装置 2 を備える。

【 0 0 1 7 】

系統連系装置 2 は、昇圧回路 4、インバータ回路 5、フィルタ回路 6、系統連系用リレー 7、制御回路 8、及び交流負荷回路 9 を備える。系統連系装置 2 は、系統連系用リレー 7 を介して太陽電池 1 を商用電力系統 3 0 へ連系する。

30

【 0 0 1 8 】

昇圧回路 4 は、太陽電池 1 の出力電圧を昇圧する。そして昇圧回路 4 は、この昇圧した出力電圧を有する直流電力をインバータ回路 5 へ出力する。昇圧回路 4 は、図 1 に示すように、一対の端子 4 6、4 7、リアクトル 4 1 と、I G B T（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）のようなスイッチ素子 4 2 と、ダイオード 4 3、及びコンデンサ 4 4 a、4 4 b とを有して構成される、所謂、非絶縁型昇圧回路を用いる。一対の端子 4 6、4 7 には太陽電池 1 が接続され、この端子 4 6、4 7 の一方の端子（プラス側）4 6 に直列にリアクトル 4 1 とダイオード 4 3 とが接続される。スイッチ素子 4 2 は、リアクトル 4 1 とダイオード 4 3 との接続点と一対の端子 4 6、4 7 の他方の端子 4 7 との間を開閉する。また、コンデンサ 4 4 a と 4 4 b は直列に接続され、直列に接続されたコンデンサ 4 4 a、4 4 b は、ダイオード 8 3 と他方の端子 4 7 との間に接続される。

40

【 0 0 1 9 】

昇圧回路 4 は、制御回路 8 によって動作が制御される。具体的には、制御回路 8 が ON デューティ比を決定し、そのデューティ比を有するパルス信号をスイッチ素子 4 2 のゲートに周期的に与える。すると、スイッチ素子 4 2 は、周期的に開閉し、昇圧回路 4 は、デューティ比に応じた（例えば、比例した）所定の昇圧比を得る。また、昇圧回路 4 は、非絶縁型のため、スイッチ素子 4 2 が開状態の場合にリアクトル 4 1 及びダイオード 4 3 を通して太陽電池 1 から出力される直流電力を出力することになる。

【 0 0 2 0 】

インバータ回路 5 は、スイッチ素子 5 1、5 2 を直列接続した第 1 アームと、スイッチ

50

素子 5 3、5 4 を直列接続した第 2 アームとを夫々並列に接続して構成される（所謂、ハーフブリッジ型の三相インバータ回路である）。スイッチ素子 5 1 ~ 5 4 には、I G B T のようなスイッチ素子を用いると良い。インバータ回路 5 は、制御回路 8 によってその動作が制御される。そして、インバータ回路 5 は、制御回路 8 の P W M（Pulse Width Modulation）制御にしたがって各スイッチ素子 5 1 ~ 5 4 を開閉し、昇圧回路 4 から出力される直流電力を三相交流電力に変換する。三相交流電力は、スイッチ素子 5 3 とスイッチ素子 5 4 との接続点から延びる u 相出力線 u、コンデンサ 4 4 a とコンデンサ 4 4 b との接続点から延びる v 相出力線 v、スイッチ素子 5 1 とスイッチ素子 5 2 との接続点から延びる w 相出力線 w に供給される。

【 0 0 2 1 】

10

フィルタ回路 6 は、リアクトル 6 1、6 2、及びコンデンサ 6 3 u、6 3 v、6 3 w からなり、インバータ回路の出力側に設けられる。フィルタ回路 6 は、インバータ回路 5 のスイッチ素子 5 1 ~ 5 4 が P W M 制御されて開閉動作するとき生ずる三相交流電流のリプル成分を除去する。

【 0 0 2 2 】

系統連系用リレー 7 は、商用電力系統 3 0 に接続される出力線 u、v、w に介在し、出力線 u、v、w の開閉を行う。また、系統連系用リレー 7 は、制御回路 8 からの制御信号によって閉状態と開状態が制御され、系統連系装置 2（太陽電池 1）と商用系統 3 0 とを連系または解列するものである。

【 0 0 2 3 】

20

交流負荷回路 9 は、3 個の負荷用リレー 9 1 u、9 1 v、9 1 w と、3 個の抵抗 9 2 u、9 2 v、9 2 w とを有している。抵抗 9 2 u の一端は負荷用リレー 9 1 u を介して、インバータ回路 5 と系統連系用負荷用リレー 7 とを結ぶ u 相出力線 u に接続されている。抵抗 9 2 v の一端は負荷用リレー 9 1 v を介して、インバータ回路 5 と系統連系用リレー 7 とを結ぶ v 相出力線 v に接続されている。抵抗 9 2 w の一端は負荷用リレー 9 1 w を介して、インバータ回路 5 と系統連系用リレー 7 とを結ぶ w 相出力線 w に接続されている。また、3 個の抵抗 9 2 u、9 2 v、9 2 w の他端は互いに接続されている。3 個の抵抗 9 2 u、9 2 v、9 2 w は、この様に接続されることで、インバータ回路 5 から出力される三相交流電力が供給される交流負荷を成している（以後、3 個の抵抗 9 2 u、9 2 v、9 2 w を交流負荷 9 2 と記述する場合もある）。3 個の抵抗 9 2 u、9 2 v、9 2 w の抵抗は

30

同じ抵抗値のものをを用いるため、交流負荷 9 2 は、インバータ回路 5 の出力する三相交流電力に対して平衡な負荷となる。

【 0 0 2 4 】

負荷用リレー 9 1 u、9 1 v、9 1 w は、抵抗 9 2 u、9 2 v、9 2 w と出力線 u、v、w とを接続するラインを開閉する。負荷用リレー 9 1 u、9 1 v、9 1 w には、信号が入力されるとこのラインを開状態にするリレーが用いられる。このため、負荷用リレー 9 1 u、9 1 v、9 1 w に制御用の電力が供給されていない場合、このラインは閉じられる。負荷用リレー 9 1 u、9 1 v、9 1 w は、駆動用の電力が太陽電池 1 から供給される。

【 0 0 2 5 】

制御回路 8 は、インバータ回路 5 が出力する三相交流電力の相電流 i_u 、 i_w を検出する相電流検出部として機能する。具体的には、制御回路 8 は、2 個の電流センサ C T 1、C T 2 から、夫々、u 相出力線 u に流れる u 相電流 i_u 、w 相出力線 w に流れる w 相電流 i_w を検出し、u 相電流 i_u 、v 相電流 i_v を検出する。

40

【 0 0 2 6 】

また、制御回路 8 は、インバータ回路 5 が出力する三相交流電力の線間電圧 v_{uv} 、 v_{vw} を検出する線間電圧検出部として機能する。具体的には、制御回路 8 は、電圧センサ 1 1 によりの u 相出力線 u と v 相出力線 v の間、及び v 相出力線と w 相出力線 w の間に印加される線間電圧 v_{uv} 、 v_{vw} を検出する。

【 0 0 2 7 】

制御回路 8 は、この様に検出された三相の相電流 i_u 、 i_w 、及び線間電圧 v_{uv} 、v

50

v wに基づいて、昇圧回路4及びインバータ回路5の制御（スイッチ素子4 1、5 1～5 4の開閉制御）や、後述する交流負荷回路9のリレー9 1 u、9 1 v、9 1 wの制御（閉状態と開状態を切り替える制御）を行う。

【0028】

（連系時の動作）

次に上述した構成を用いて連系時の動作について図面を参照しながら説明する。図2に系統連系装置2がの起動に係る動作フローを示す。以下に示すこの動作フローにおいては、制御回路8が主体となり系統連系装置2の制御を行うため、制御回路8が主体となっていく動作は、系統連系装置2が主体となっていく動作として読むこともできる。

【0029】

開始時点では、昇圧回路4、及びインバータ回路5は停止状態（すべてのスイッチ素子4 1、5 1～5 4が開放の状態）にある。また、負荷用リレー9 1 u、9 1 v、9 1 wは、太陽電池から電力が供給されないため接点を閉じている（閉状態）。また、系統連系用リレー7は、開状態となる。

【0030】

制御回路8は、太陽電池1の開放電圧 V_{pv} を電圧センサ4 5を用いて検出し（ステップS 1 1）、 V_{pv} が電圧閾値 V_{th} よりも大きいか否かを比較する（ステップS 1 2）。ここで、電圧閾値 V_{th} は、負荷用リレー9 1 u、9 1 v、9 1 wを駆動するに十分な電圧値に設定される。

【0031】

ステップS 1 1及びステップS 1 2において、制御回路8は、 V_{pv} が電圧閾値 V_{th} よりも大きくないと判断している間、ステップ1 2からステップS 1 1へ戻り、ステップS 1 1とステップS 1 2を繰り返すことになる。

【0032】

ステップS 1 2において、制御回路8は、 V_{pv} が電圧閾値 V_{th} よりも大きくなると、インバータ回路5の動作を開始する（ステップS 1 4）。

【0033】

ここでステップS 1 4の系統連系装置2の動作について説明する。図3は、ステップS 1 4における系統連系装置2の動作フローを示す図である。ステップS 1 4において、昇圧回路4は、スイッチ素子4 2を開状態にし、リアクトル4 1及びダイオード4 3を通して太陽電池1から出力される直流電力をインバータ回路5へ出力する。インバータ回路5は、インバータ回路5の出力電流の目標値 i_t を設定する動作（後述のステップS 2 1～S 2 5）と、インバータ回路5の出力電流の目標値 i_t になるようにインバータ回路5を設定する動作（後述のステップS 2 6）とを行う。目標値 i_t の初期値はゼロで設定される。

【0034】

制御回路8は、ステップS 1 4に入ると、三相各相の相電流 i_u 、 i_w を電流センサCT 1、CT 2を用いて検出する（ステップS 2 1）。制御回路8は、三相各相の相電流 i_u 、 i_w を検出すると、検出された相電流 i_u 、 i_w を用いて各相電流の実効値 i_{ue} 、 i_{we} を算出する（ステップS 2 2）。また、ステップS 2 2において、制御回路8は、三相の各相の実効値 i_{ue} 、 i_{we} の平均値 i_{ave} を算出し、ステップS 2 3において、平均値 i_{ave} とインバータの出力電流の目標値 i_t との差が電流閾値 i_{th} よりも小さいか否かを判断する。

【0035】

ステップS 2 3において、制御回路8は、平均値 i_{ave} とインバータ回路5の出力電流の目標値 i_t の差が電流閾値 i_{th} よりも小さくないと判断した場合、インバータ回路5の出力電流の目標値 i_t を変更せずステップS 2 6へ移行する。ステップS 2 3において、制御回路8は、平均値 i_{ave} とインバータ回路5の出力電流の目標値 i_t の差が電流閾値 i_{th} よりも小さいと判断した場合、目標値 i_t が目標値 i_t の最大値 i_{tmax} よりも小さいか否かを判断する（ステップS 2 4）。

10

20

30

40

50

【0036】

目標値 i_t の最大値 i_{tmax} は、後述する電力閾値 P_{th} の電力が交流負荷 92 に供給された時の電流値より大きくする。これにより、交流負荷 92 に電力閾値 P_{th} より大きい交流電力 P_L を供給できるようになる。

【0037】

ステップ S24 において、制御回路 8 は、目標値 i_t が目標値の最大値 i_{tmax} よりも小さくないと判断した場合は、インバータ回路 5 の出力電流の目標値 i_t を変更せずステップ S26 へ移行する。また、ステップ S24 において、制御回路 8 は、目標値 i_t が目標値の最大値 i_{tmax} よりも小さいと判断した場合は、インバータ回路 5 の出力電流の目標値 i_t に所定の量 i_α を加えた値を、新たなインバータ回路 5 の出力電流の目標値 i_t として (ステップ S25) ステップ S26 へ移行する。

10

【0038】

ステップ S26 では、制御回路 8 は、インバータ回路 5 の出力電流の目標値 i_t と相電流 i_u 、 i_w の実効値 i_{ue} 、 i_{we} の平均値 i_{ave} との差がゼロになるようにインバータ回路 5 の線間電圧の実効値 v_{uve} 、 v_{vwe} の平均値の目標値 v_t を決定し、インバータ回路 5 の線間電圧の実効値 v_{uve} 、 v_{vwe} の平均値 v_{ave} と電圧の目標値 v_t との差がゼロになるようにインバータ回路 5 を制御する。ステップ S26 の動作が完了すると制御回路 8 はステップ S15 へ移行する。

【0039】

ステップ S15 において、制御回路 8 は、電圧センサ 11 を用いて線間電圧 v_{uv} 、 v_{vw} の検出を行いステップ S16 へ移行する。ステップ S16 において、制御回路 8 は、相電流 i_u 、 i_w とこの相電流 i_u 、 i_w に対応する線間電圧 v_{uv} 、 v_{vw} との積算値 P_{iu} 、 P_{iw} を、検出した各相電流 i_u 、 i_w 毎に算出する。そして、各積算値 P_{iu} 、 P_{iw} を加算することにより交流負荷に供給される交流電力 P_L を算出する。各相電力 P_{iu} 、 P_{iw} は、各相電流 i_u 、 i_w から求めた各相電流の実効値 i_{ue} 、 i_{we} と、各線間電圧 v_{uv} 、 v_{vw} から求めた各線間電圧の実効値 v_{uve} 、 v_{vwe} とを用いて、 $P_{iu} = i_{ue} \times v_{uve}$ 、 $P_{iw} = i_{we} \times v_{vwe}$ の関係式から求めることができる。また、交流負荷に供給される交流電力 P_L は、 $P_L = P_{iu} + P_{iw}$ から求めることができる。

20

【0040】

次に、ステップ S17 において、制御回路 8 は、交流負荷 92 に供給される交流電力 P_L が電力閾値 P_{th} より大きいかな否かを判断することで、連系運転が可能な最小電力を太陽電池が供給できるかな否かを判断する。これは、太陽電池の出力電力と交流負荷 92 へ供給される交流電力 P_L がほぼ等しいためこのような判断ができる。

30

【0041】

ステップ S17 において、制御回路 8 は、交流負荷 92 に供給される交流電力 P_L が電力閾値 P_{th} より大きくない場合は、連系運転が可能な最小電力を太陽電池が供給できないと判断してステップ S14 へ移行する。また、ステップ S17 において、制御回路 8 は、交流負荷 92 に供給される交流電力 P_L が電力閾値 P_{th} より大きい場合は、連系運転が可能な最小電力を太陽電池が供給できると判断しステップ S18 へ移行する。ステップ S17 の判断により、制御回路 8 は、交流電力 P_L が電力閾値 P_{th} より大きくなるまでステップ S14 ~ S17 を繰り返すことになる。

40

【0042】

インバータ回路 5 の出力電流の目標値 i_t の初期値をゼロに設定し、ステップ S14 ~ S17 を繰り返すことにより、目標値 i_t は徐々に増加することになる。これにより、インバータ回路 5 は、インバータ回路 5 の出力電流が徐々に増加するように昇圧回路 4 から出力される直流電力を交流電力に変換することになる (制御回路 8 によってインバータ回路 5 の動作が制御される)。このようにすることで、交流負荷回路 9 に突入電流が流れることがないため、交流負荷 92 や負荷用リレー 91 を保護することができる。

【0043】

50

また、インバータ回路 5 の出力電流を徐々に増加するように動作（調整）していることは、 $P_L = I^2 R$ の関係からも、交流負荷 9 2 への供給される交流電力 P_L を徐々に増加するように動作（調整）していることと言える。ここで I は、交流負荷 9 2 へ供給される電流、 R は交流負荷 9 2 の抵抗値を示す。更に、太陽電池 1 の出力電力と交流負荷 9 2 へ供給される交流電力 P_L はほぼ等しいことから、インバータ回路 5 の出力電流を徐々に増加するように動作（調整）していることは、太陽電池 1 の出力電力を徐々に増加するように動作（調整）しているとも言える。

【 0 0 4 4 】

次にステップ S 1 8 において、制御回路 8 は、昇圧回路 4、インバータ回路 5、及び系統連系用リレー 7 を用いて連系を開始するための動作（連系開始動作）を実行する。図 4

10

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 8 に入ると、制御回路 8 は、スイッチ素子 5 1 ~ 5 4 を開放して、インバータ回路 5 を一時停止し（ステップ S 3 1）、負荷用リレー 9 1 の接点を開放し（ステップ S 3 2）、昇圧回路 4 の出力電圧が所定の電圧値になるように ON デューティ比を調整し、この ON デューティ比によりスイッチ素子 4 2 を周期的に開閉動作させる（ステップ S 3 3）。

【 0 0 4 6 】

次に、制御回路 8 は、昇圧後の電圧 V_b を電圧センサ 4 5 により検出し（ステップ S 3 4）、昇圧回路 4 の出力電圧 V_b が所定の電圧閾値 V_{th2} より大きいかなんかを判断する（ステップ S 3 5）。ここで、電圧閾値 V_{th2} は、商用電力系統 3 0 に同期した三相交流電圧を生成するための十分な大きさの電圧値となる。例えば、商用電力系統 3 0 が 2 0 0 V（実行値）の三相交流配電系統である場合、昇圧回路 4 は 6 0 0 V まで昇圧する（電圧閾値 V_{th2} を 6 0 0 V として動作する）。

20

【 0 0 4 7 】

ステップ S 3 5 において、制御回路 8 は、昇圧回路 4 の出力電圧 V_b が所定の電圧閾値 V_{th2} より大きくない場合は、商用電力系統 3 0 に同期した三相交流電圧を生成するための十分な大きさの電圧が昇圧回路 4 から得られていないと判断し、ステップ S 3 3 へ移行する。

30

【 0 0 4 8 】

また、ステップ S 3 5 において、昇圧回路 4 の出力電圧 V_b が所定の電圧閾値 V_{th2} より大きい場合は、商用電力系統 3 0 に同期した三相交流電圧を生成するための十分な大きさの電圧が昇圧回路 4 から得られたと制御回路 8 は判断し、ステップ S 3 6 へ移行する。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 3 6 では、インバータ回路 5 が動作を開始する。この際に、インバータ回路 5 は、商用電力系統 3 0 の三相交流電圧を図示しない電圧センサから検出してフィードバックすることで、昇圧回路 4 が昇圧した直流電力を商用電力系統 3 0 と同期した交流電力に変換する。

40

【 0 0 5 0 】

そして、インバータ回路 5 の出力する交流電力と商用電力系統 3 0 の交流電力とが同期すると、制御回路 8 は、系統連系用リレー 7 を用いて、出力線 u 、 v 、 w の接点を接続し（ステップ S 3 7）、昇圧回路 4、及びインバータ回路 5 に連系時の動作を行わせる（ステップ S 1 9）。

【 0 0 5 1 】

以上のように動作することで、系統連系用リレー 7 を開状態から閉状態へ切り替える際に、インバータ回路 5 から交流負荷 9 2 に供給される交流電力 P_L が電力閾値 P_{th} より大きくなった場合、インバータ回路 5 を一時停止する。その後、昇圧回路 4 は、この昇圧回路 4 の出力電圧が所定の電圧閾値 V_{th2} 以上になるように ON デューティ比を調整し、こ

50

のONデューティ比によりスイッチ素子42を周期的に開閉動作する。そして、昇圧回路4の昇圧する電圧が電圧閾値 V_{th2} 以上になった場合に、インバータ回路5は、動作を開始する。このとき、インバータ回路5は、昇圧回路4が昇圧した直流電力を商用電力系統30と同期した交流電力に変換し、制御回路8は、系統連系用リレー7を用いて出力線u、v、wを閉状態にする。これにより、系統連系装置2は、商用電力系統30と同期した交流電力を商用電力系統に連系する。

【0052】

インバータ回路5を動作させた状態で、商用電力系統30に同期する波形を形成するために、インバータ回路5が出力する三相交流電圧の位相をずらすと、スイッチ素子51～54に負荷がかかるが、インバータ回路5を一時停止することで、この負荷を取り除くことができる。このため、インバータ回路5のスイッチ素子51～54の寿命を延ばすことができる。

10

【0053】

以上述べてきたように本実施形態において、系統連系装置2の起動にかかり、系統連系用リレー7を開状態にし、昇圧回路4のスイッチング素子42を開状態にした後、インバータ回路5の出力電流を徐々に増加するように昇圧回路41から出力される直流電力を交流電力へ変換し、交流負荷92へこの交流電力を供給する。このため、太陽電池1の出力電圧を昇圧回路にて昇圧する必要がない（或いは昇圧比を小さくすることができる）。これにより、交流負荷92や交流負荷92に接続される負荷用リレー91に印加される電圧も低くすることができるため、連系運転が可能な電力を太陽電池1が供給できるか否かを判定する際に、電力が供給される交流負荷92や負荷用リレー91について、耐圧の低いものが利用できるようになる。

20

【0054】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、以上の説明は本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明はその趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に本発明にはその等価物が含まれることは勿論である。

【0055】

例えば、本実施形態において、制御回路8は、系統連系装置2の起動にかかり、インバータ回路5の出力する三相電流 i_u 、 i_w の実効値 i_{ue} 、 i_{we} を用いてインバータ回路5の動作を制御したが、相電流の振幅や平均値を用いるようにしても良い。

30

【0056】

また、例えば、本実施形態において、系統連系装置2の起動にかかり、制御回路8は、インバータ回路5の出力する三相電流 i_u 、 i_w に基づいて制御を行ったが、三相電流 i_u 、 i_w に対して3相2相変換を行い、電流ベクトルを利用して制御するようにしても良い。

【0057】

また、例えば、交流負荷92には負荷用リレー7が接続されていたが、インバータ回路5からの電力の供給を遮断できるスイッチ回路であれば、IGBTやFETのようなスイッチ素子を用いても良い。

【0058】

また、例えば、本実施形態において三相交流電力を出力するインバータ回路5を用いていたが、本発明は、単相の交流電力を出力するインバータ回路5にも応用することができる。

40

【0059】

また、例えば、本実施形態において、交流負荷へ電力を供給する際に、インバータ回路5の出力電流を徐々に増加するために、図2のステップS14～S17に示す動作フローを実行したが、単純にインバータ回路5の出力する交流電力の電圧が増加するよう（徐々に電圧の目標値 v_t を増加させる）にしても良い。これは、交流負荷92として単純な抵抗92u、92v、92wを設けているだけなので、インバータ回路5の出力電流と、インバータ回路5の出力電圧が比例することを利用している。

50

【 0 0 6 0 】

また、例えば、相電流 i_u 、 i_w 、や線間電圧 v_{uv} 、 v_{vw} を用いて、電流センサ CT_1 、 CT_2 や電圧センサ 11 に異常があるか否かを判断することができる。

【 0 0 6 1 】

これは、本実施例において、インバータ回路 5 の出力する三相交流電力に対して交流負荷 9 2 が平衡である場合に、各相の相電流や各線間電圧が等しくなることを利用する。即ち、各相電流の内、何れか 2 つの相電流の差が所定の電流差閾値 I_{sth} よりも大きい場合に、電流センサ CT_1 、 CT_2 に異常があり、バランスが崩れているものと考えることができる。また、線間電圧についても、各線間電圧の内、何れか 2 つの線間電圧の差が所定の線間電圧差閾値 V_{sth} よりも大きい場合に、電圧センサ 11 に異常があり、バラン

10

【 0 0 6 2 】

電流センサ CT_1 、 CT_2 や電圧センサ 11 に異常があると判断した場合には、インバータ回路 5 の動作を停止し、図示しない表示部へ異常がある旨を表示したり、警報音を出すなどしてユーザーに報知すると良い。

【 0 0 6 3 】

このような動作を実行する場合には、図 5 に示す動作フローを図 2 のステップ S_{16} とステップ S_{17} との間に加える。図 5 の動作フローでは、相電流、及び線間電圧に実効値を用いている。ステップ S_{16} よりステップ S_{41} へ移行し、制御回路 8 は、 u 相電流の実効値 i_{ue} と w 相電流の実効値 i_{we} との差が所定の電流差閾値 I_{sth} よりも大きい

20

【 0 0 6 4 】

ステップ S_{42} では、制御回路 8 は、 u 相出力線 u 及び v 相出力線 v の線間電圧 v_{uv} の実効値 v_{uve} と、 v 相出力線 v 及び w 相出力線 w の線間電圧 v_{vw} の実効値 v_{uve} との差が所定の線間電圧差閾値 V_{sth} よりも大きい

30

【 0 0 6 5 】

ステップ S_{43} では、制御回路 8 は、インバータ回路 5 の動作を停止し、図示しない表示部に電流センサ CT_1 、 CT_2 や電圧センサ 11 に異常がある旨を報知し（ステップ S_{43} ）、系統連系用リレー 7 を開状態から閉状態へと切り替える際の処理（図 2 の動作フロー）を異常終了する。

40

【 0 0 6 6 】

このようにすることで、電流センサ CT_1 、 CT_2 や電圧センサ 11 に異常があるまま系統連系装置 2 が動作することを防止することができる。

【 符号の説明 】

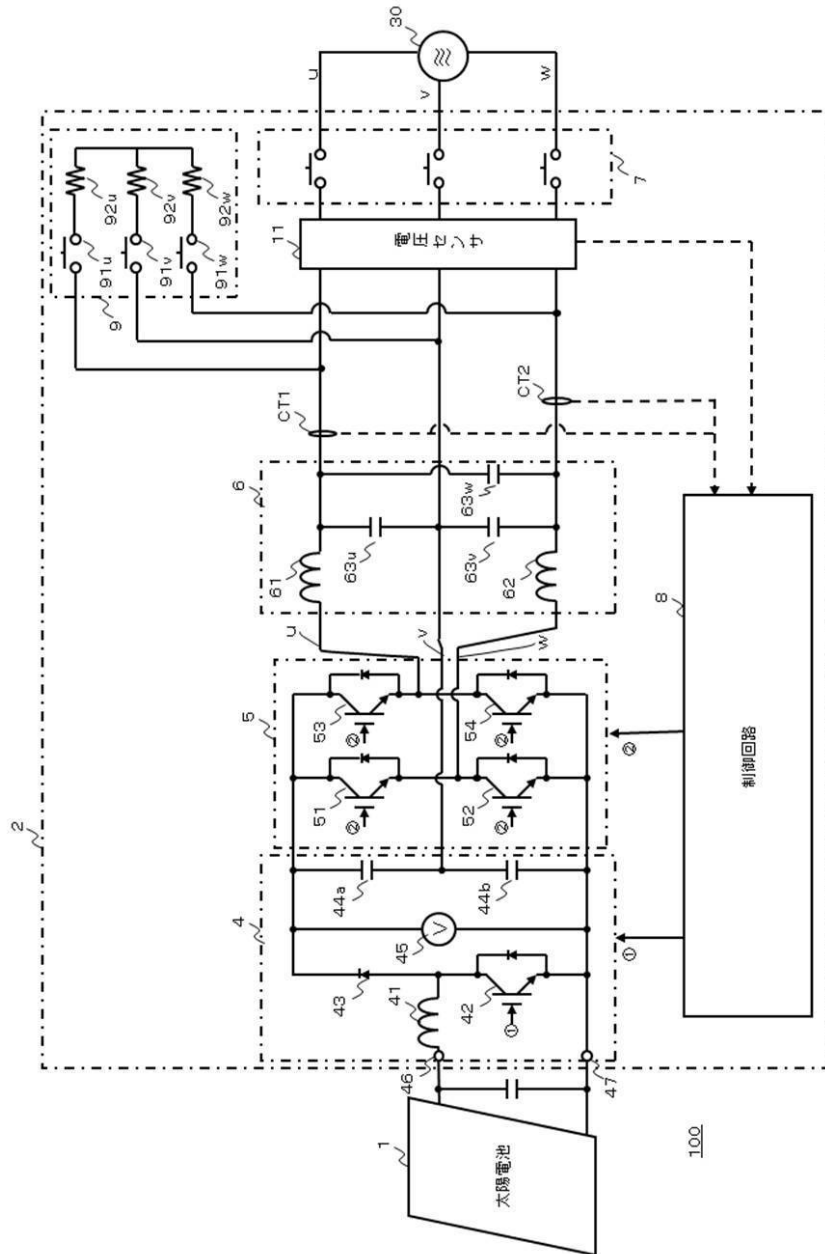
【 0 0 6 7 】

1 太陽電池

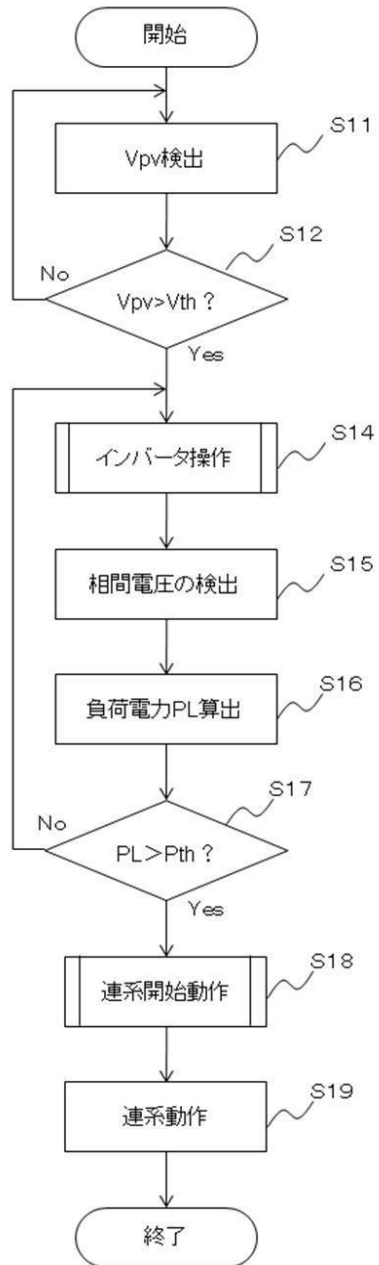
50

2 パワーコンディショナ
4 昇圧回路
5 インバータ回路
6 フィルタ回路
7 系統連系用リレー
9 交流負荷回路
1 1 電圧センサ
3 0 商用電力系統
4 5 電圧センサ
9 1 負荷用リレー
9 2 交流負荷
C T 1 電流センサ
C T 2 電流センサ

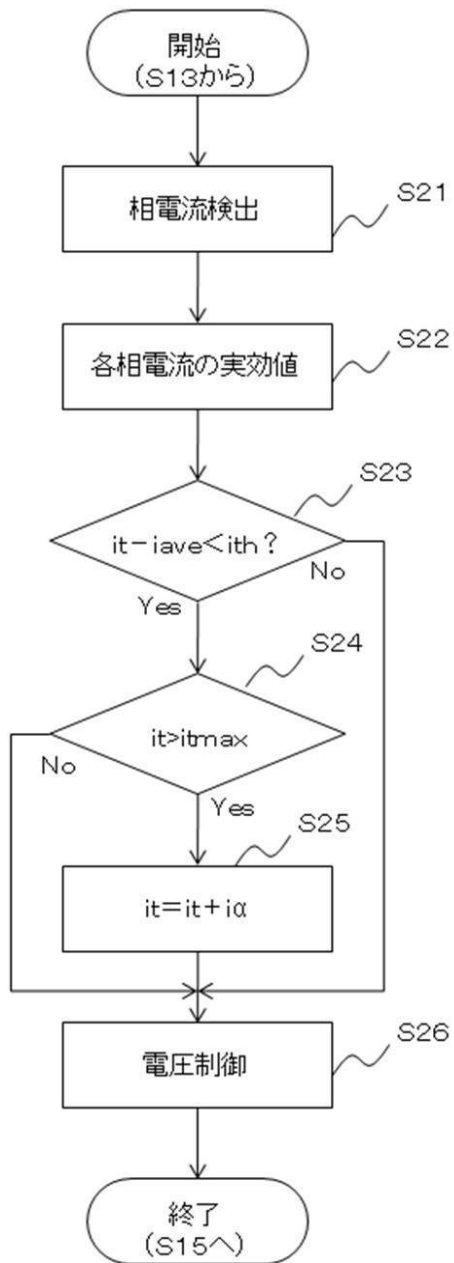
【図 1】



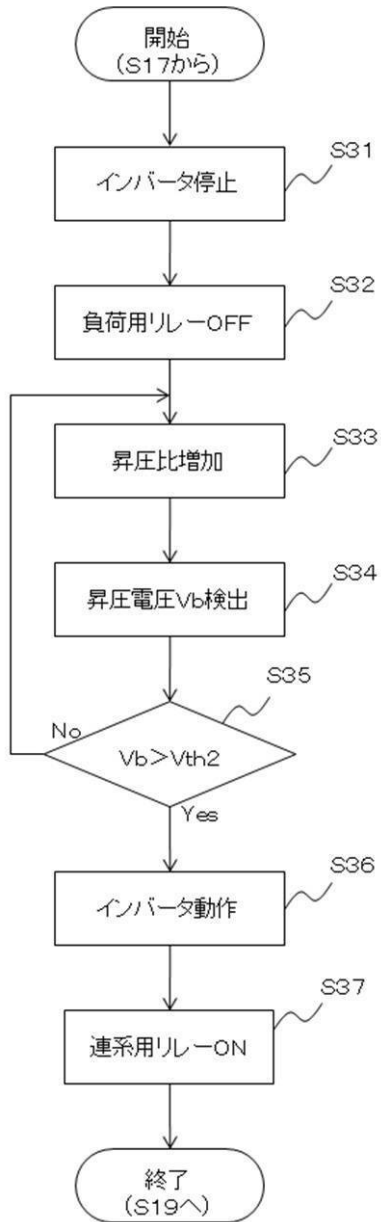
【図 2】



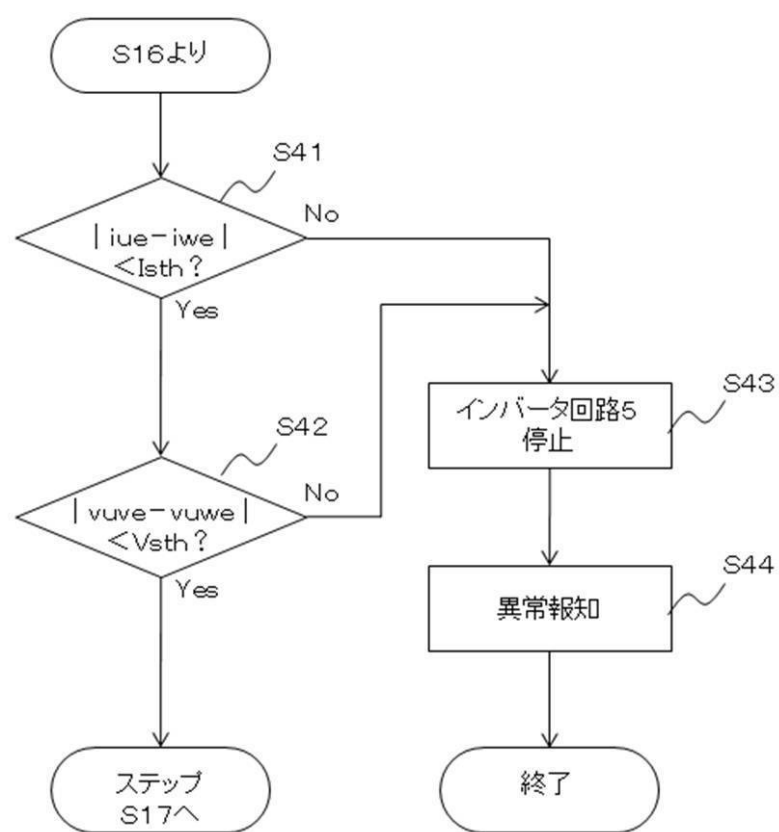
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 小川 智広
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
- (72)発明者 則竹 良典
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
- (72)発明者 石田 健雄
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

審査官 槻木澤 昌司

- (56)参考文献 特開2000-023366(JP,A)
特開2007-174792(JP,A)
特開平10-289026(JP,A)
特開昭61-154431(JP,A)
特開2001-128365(JP,A)
特開平08-265982(JP,A)
特開2008-015899(JP,A)
特開2010-187521(JP,A)
特開2010-250967(JP,A)
実開昭59-040863(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 7/48
H02J 3/38