

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3655831号

(P3655831)

(45) 発行日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(24) 登録日 平成17年3月11日(2005.3.11)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 2 M 3/155

H O 2 M 3/155

H

G O 5 F 1/67

H O 2 M 3/155

C

H O 2 M 7/48

H O 2 M 3/155

F

G O 5 F 1/67

A

H O 2 M 7/48

R

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-37367 (P2001-37367)
 (22) 出願日 平成13年2月14日 (2001.2.14)
 (65) 公開番号 特開2002-238246 (P2002-238246A)
 (43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)
 審査請求日 平成15年1月24日 (2003.1.24)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (72) 発明者 竹林 司
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 中田 浩史
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 木村 文彌
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 昇圧ユニット、パワーコンディショナ、およびそれらを用いた太陽光発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直列接続された第1の数の太陽電池を含む第1の太陽電池列と、直列接続された前記第1の数のよりも小さな第2の数の太陽電池を含む第2の太陽電池列とに少なくとも接続され、前記第1および第2の太陽電池列で生成された直流電力を交流電力に変換して負荷回路に与える太陽光発電システムにおいて、前記第2の太陽電池列の出力電圧を昇圧させて前記第1の太陽電池列の出力電圧に一致させるための昇圧ユニットであって、

前記第2の太陽電池列の出力電圧を昇圧させるための昇圧比の制御が可能な昇圧回路、

前記第2の太陽電池列の出力電力を検出する電力検出器、および

前記電力検出器の検出結果に基づいて、前記第2の太陽電池列の出力電力が増加したか減少したかを示す信号を出力する信号発生回路を備え、

10

前記太陽光発電システムは、さらに、前記信号発生回路の出力信号に基づいて、前記太陽光発電システムの出力電力が最大になるように前記昇圧回路の昇圧比を制御する制御手段を備え、

前記昇圧ユニットは、

さらに、前記昇圧回路の昇圧比を予め定められた値に設定する設定手段、および

前記制御手段および前記設定手段のうちのいずれか一方を選択するための選択手段を備える、昇圧ユニット。

【請求項2】

さらに、前記昇圧回路の出力電圧が予め定められた値を超えたことに応じて前記昇圧回

20

路の昇圧動作を停止させる保護手段を備える、請求項 1 に記載の昇圧ユニット。

【請求項 3】

さらに、前記電力検出器の検出結果に基づいて、前記第 2 の太陽電池列の出力電力を表示するための表示手段を備える、請求項 1 または請求項 2 に記載の昇圧ユニット。

【請求項 4】

直列接続された第 1 の数の太陽電池を含む第 1 の太陽電池列と、直列接続された前記第 1 の数よりも小さな第 2 の数の太陽電池を含む第 2 の太陽電池列に接続され、前記第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させて前記第 1 の太陽電池列の出力電圧に一致させるための昇圧比の制御が可能な昇圧ユニットとに少なくとも接続され、前記第 1 の太陽電池列で生成された直流電力および前記昇圧ユニットの出力電力を交流電力に変換して負荷回路に与えるパワーコンディショナであって、

10

前記第 1 の太陽電池列の出力電力と前記昇圧ユニットの出力電力とを合成し、合成した直流電力を交流電力に変換して前記負荷回路に与えるインバータ回路、

前記インバータ回路の出力電力を検出する第 1 の電力検出器、および

前記第 1 の電力検出器の検出結果に基づいて、前記パワーコンディショナの出力電力が最大になるように前記昇圧ユニットおよび前記インバータ回路を制御する制御手段を備え、

前記昇圧ユニットは、

さらに、前記第 2 の太陽電池列の出力電力を検出する第 2 の電力検出器、および

前記第 2 の電力検出器の検出結果に基づいて、前記第 2 の太陽電池列の出力電力が増加したか減少したかを示す信号を出力する信号発生回路を含み、

20

前記制御手段は、前記信号発生回路の出力信号に基づいて前記昇圧ユニットの昇圧比を制御し、

前記制御手段は、

前記昇圧ユニットの入力電圧が一定に保持されている期間に前記インバータ回路の出力電力が増加するように前記インバータ回路の入力電圧を制御する第 1 のステップ、および

前記インバータ回路の入力電圧が一定に保持されている期間に前記第 2 の太陽電池列の出力電力が増加するように前記昇圧ユニットの昇圧比を制御する第 2 のステップを含む、パワーコンディショナ。

【請求項 5】

30

直列接続された第 1 の数の太陽電池を含む第 1 の太陽電池列と、直列接続された前記第 1 の数よりも小さな第 2 の数の太陽電池を含む第 2 の太陽電池列とに少なくとも接続され、前記第 1 および第 2 の太陽電池列で生成された直流電力を交流電力に変換して負荷回路に与える太陽光発電システムであって、

前記第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させて前記第 1 の太陽電池列の出力電圧に一致させるための昇圧比の制御が可能な昇圧ユニットと、

前記第 1 の太陽電池列の出力電力と前記昇圧ユニットの出力電力とを合成し、合成した直流電力を交流電力に変換して前記負荷回路に与えるインバータ回路、および

前記太陽光発電システムの出力電力が最大になるように前記昇圧ユニットおよび前記インバータ回路を制御する制御手段を含むパワーコンディショナとを備え、

40

前記制御手段は、

前記昇圧ユニットの入力電圧が一定に保持されている期間に前記インバータ回路の出力電力が増加するように前記インバータ回路の入力電圧を制御する第 1 のステップ、および

前記インバータ回路の入力電圧が一定に保持されている期間に前記第 2 の太陽電池列の出力電力が増加するように前記昇圧ユニットの昇圧比を制御する第 2 のステップを含む、太陽光発電システム。

【請求項 6】

さらに、前記昇圧ユニットの昇圧比を予め定められた値に設定する設定手段、および

前記制御手段および前記設定手段のうちのいずれか一方を選択するための選択手段を備え、

50

前記昇圧ユニットの昇圧比は、前記選択手段によって選択された前記制御手段または前記設定手段によって制御または設定される、請求項 5 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 7】

さらに、前記昇圧ユニットの出力電圧が予め定められた値を超えたことに応じて前記昇圧ユニットの昇圧動作を停止させる保護手段を備える、請求項 5 または請求項 6 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 8】

さらに、前記第 2 の太陽電池列の出力電力を表示するための表示手段を備える、請求項 5 から請求項 7 のいずれかに記載の太陽光発電システム。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は昇圧ユニット、パワーコンディショナ、およびそれらを用いた太陽光発電システムに関し、特に、第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させて第 1 の太陽電池列の出力電圧に一致させるための昇圧ユニットと、第 1 の太陽電池列で生成された直流電力および昇圧ユニットの出力電力を交流電力に変換して負荷回路に与えるパワーコンディショナと、それらを用いた太陽光発電システムとに関する。

【0002】

【従来の技術】

太陽電池は、太陽光が照射されている限り、直流電源として動作し直流電力を出力する。太陽電池は、2 次電池などの他のエネルギー源を介在しなくてもそのみで直流電力を出力でき、有害な物質を排出しないため、シンプルでクリーンなエネルギー源として知られている。

20

【0003】

従来の太陽光発電システムにおいては、太陽電池で生成された直流電力がパワーコンディショナによって交流電力に変換され、一般交流負荷あるいは既存の商用電力系統に供給される。パワーコンディショナには複数の太陽電池ストリングが、接続機能を有した外部装置である接続箱を介して接続される。

【0004】

また、複数の太陽電池ストリングには、直列接続された標準枚数の太陽電池モジュールを含む標準太陽電池ストリングと、直列接続された標準枚数未満の枚数の太陽電池モジュールを含む非標準太陽電池ストリングとが含まれる。

30

【0005】

たとえば、住宅の屋根上に太陽電池ストリングを設置する場合、屋根の形状や面積によっては日射量の最も多い屋根の南面だけに太陽電池モジュールを配置して太陽電池ストリングを構成することができない場合がある。屋根の南面に配置されなかった太陽電池モジュールは屋根の西面や東面にも配置されて太陽電池ストリングを構成したり、屋根の南面の主要部上に太陽電池モジュールを配置した後の周辺の残余領域に配置された小型の太陽電池モジュールをも含めて太陽電池ストリングが構成される場合がある。すなわち、いくつかの太陽電池ストリングに含まれる太陽電池モジュールの直列枚数が他の太陽電池ストリングに比べて少なくなる場合があり、その場合、太陽電池ストリング間で出力電圧が異なることになる。

40

【0006】

標準直列枚数の太陽電池モジュールで構成される太陽電池ストリングと標準直列枚数未満の枚数の太陽電池モジュールで構成される太陽電池ストリングとがパワーコンディショナに並列に接続される場合、それぞれの最大電力となる動作電圧が異なるため、合成される電圧 - 電力特性に基づいてパワーコンディショナが最大電力点追従制御を行なっても、それぞれの最大電力を足し合せた電力を出力することはできず、太陽電池の発電電力を最大限有効に活用することはできない。このような場合、パワーコンディショナの前段に昇圧ユニットを設けて標準太陽電池ストリングと非標準太陽電池ストリングの出力電圧を合せ

50

ることにより、太陽電池の発電電力を最大限有効に活用することが可能となる。

【0007】

図3は、そのような太陽光発電システムの構成を示す回路ブロック図である。図3において、この太陽光発電システムは、標準太陽電池ストリング31a、非標準太陽電池ストリング31b、昇圧ユニット32、接続箱40、およびパワーコンディショナ45を備える。この図3では、図面の簡略化のために2つの太陽電池ストリング31a、31bのみが示されているが、通常はさらに多くの太陽電池ストリングが含まれることは言うまでもない。

【0008】

標準太陽電池ストリング31aは接続箱40を介してパワーコンディショナ45に接続され、他方、非標準太陽電池ストリング31bは昇圧ユニット32および接続箱40を介してパワーコンディショナ45に接続される。昇圧ユニット32は昇圧回路33および昇圧制御部39を含み、昇圧回路33はリアクトル34、スイッチングトランジスタ35、ダイオード36、37およびコンデンサ38を含む。

10

【0009】

昇圧制御部39は、図4に示すように、昇圧比設定部51、信号設定演算部52、三角波発生部53、信号比較部54およびゲートドライブ部55を含む。昇圧比設定部51は、標準太陽電池ストリング31aに含まれる太陽電池モジュール数 n_1 と非標準太陽電池ストリング31bに含まれる太陽電池モジュール数 n_2 との比すなわち昇圧比 n_1/n_2 を設定する。昇圧比設定部51には、昇圧比を切換えるための切換スイッチが設けられており、予め太陽電池ストリング31a、31bに合せて切換スイッチを手動的に切換えることにより、昇圧比が設定される。

20

【0010】

昇圧比設定部51で設定された昇圧比に基づいて信号設定演算部52で生成された信号設定値 V_t と三角波発生部53で生成された0から V_d の振幅値をとる三角波信号 ϕ_T とが信号比較部54で比較される。信号比較部54は、信号設定値 V_t が三角波信号 ϕ_T のレベルよりも高い時にゲートオフレベルを出力してPWM（パルス幅変調）制御を行なう。信号比較部54の出力パルス信号 PS は、ゲートドライブ55を介してスイッチングトランジスタ35のゲートに入力される。

【0011】

接続箱40は、パワーコンディショナ45側から太陽電池ストリング31a、31b側への電流の逆流を防止するための逆流防止ダイオード41、42と、太陽電池ストリング31a、31b側からパワーコンディショナ45側に落雷時の雷サージが侵入するのを防止するための雷サージアブソーバ43と、太陽電池ストリング31a、31b側とパワーコンディショナ45側とを接続/遮断するためのブレーカとを含む。パワーコンディショナ45は、接続箱40を介して与えられた直流電力を商用電力と同一の位相および周波数50または60Hzを持つ交流電力に変換して商用電力系統46に供給する。

30

【0012】

次に、この太陽光発電システムの動作について説明する。図5は、標準太陽電池ストリング31aおよび非標準太陽電池ストリング31bの出力特性を示す図である。図5において、横軸は太陽電池ストリング31a、31bの出力電圧 V を示し、縦軸は太陽電池ストリング31a、31bの出力電力 P を示している。標準太陽電池ストリング31aの太陽電池モジュールの数 n_1 は非標準太陽電池ストリング31bの太陽電池モジュールの数 n_2 よりも多いので、標準太陽電池ストリング31aの最大出力電力 P_a および最大電力出力時の出力電圧 V_a は非標準太陽電池ストリング31bの最大出力電力 P_b および最大電力出力時の出力電圧 V_b よりも大きくなっている（ $P_a > P_b$ 、 $V_a > V_b$ ）。

40

【0013】

図6は、標準太陽電池ストリング31aおよび非標準太陽電池ストリング31bの出力特性を合成した特性を示す図である。合成した出力特性では、出力電圧が V_b のときに出力電力が最大値 $P_a + \alpha$ （ $< P_a + P_b$ ）となる。昇圧ユニット32を用いない場合は、太

50

太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b の電力はこの特性でパワーコンディショナ 4 5 に入力される。この場合は、標準太陽電池ストリング 3 1 a と非標準太陽電池ストリング 3 1 b では、最大電力 P_a , P_b を出力する電圧 V_a , V_b が異なるため、それぞれの最大電力 P_a , P_b を足し合わせた電力 $P_a + P_b$ が出力されず、太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b の出力電力を最大限有効に活用することはできない。

【 0 0 1 4 】

昇圧ユニット 3 2 を用いると、図 7 に示すように、非標準太陽電池ストリング 3 1 b の最大電力 P_b 出力時の電圧を標準太陽電池ストリング 3 1 a の最大電力 P_b 出力時の電圧 V_a に一致させることができる。これにより、2つの太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b の最大電力 P_a , P_b を足し合わせた電力 $P_a + P_b$ を出力することが可能となり、太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b の出力電力を最大限有効に活用することが可能となる。

10

【 0 0 1 5 】

なお、他に、昇圧ユニットと接続箱機能を有するパワーコンディショナとで構成される太陽光発電システムや、接続箱機能を有する昇圧ユニットとパワーコンディショナとで構成される太陽光発電システムもあるが、基本的な機能は図 3 に示した太陽光発電システムと同じである。

【 0 0 1 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかし、従来の太陽光発電システムでは、標準太陽電池ストリング 3 1 a の太陽電池モジュールの数 n_1 と、非標準太陽電池ストリング 3 1 b の太陽電池モジュールの数 n_2 とに基づいて、昇圧ユニット 3 2 の昇圧比 n_1 / n_2 をシステム設置時に設定する必要があり、システム設置時の作業が煩雑となる。

20

【 0 0 1 7 】

また、太陽電池モジュールは、種類によって太陽電池セル数が異なり、出力電圧も異なる。したがって、太陽電池モジュールの種類、およびその太陽電池モジュールの直列枚数の組合せのすべてに対応するには、予め多数の昇圧比設定値を準備しておく必要があり、さらに、システム設置時に太陽電池モジュールの種類および直列枚数を確認し、多数の設定値から最適な値を選択することは非常に煩雑となる。

【 0 0 1 8 】

また、太陽電池モジュールの種類および直列枚数の組合せに対して最適な昇圧比を設定した場合においても、太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b 間の電圧比が常に一定であるというわけではない。たとえば太陽電池ストリング 3 1 a と 3 1 b の設置方向が異なっており、日射や影の影響で非標準太陽電池ストリング 3 1 b の素子温度が T_s から T_s' に変化した場合は、図 8 に示すように、非標準太陽電池ストリング 3 1 b の出力特性も変化する。図 8 では、非標準太陽電池ストリング 3 1 b の最大出力電力が P_b から P_b' に低下し、最大出力時の電圧が V_b から V_b' に低下した状態が示される。この場合は、図 9 に示すように、昇圧後の非標準太陽電池ストリング 3 1 b の出力電圧 V_a' は標準太陽電池ストリング 3 1 a の出力電圧 V_a よりも低くなり、太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b の発電電力を最大限有効に活用することができない。

30

【 0 0 1 9 】

また、昇圧ユニット 3 2 の昇圧比の設定値を各太陽電池モジュールの種類および直列枚数の組合せごとの細かい設定値ではなく代表的な設定値で近似した場合は、設定値を多く準備する必要がなく設定時の作業も比較的煩雑ではないが、設定した昇圧比では最大電力となる動作電圧が太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b 間で異なり、それぞれの最大電力を足し合わせた電力を出力することができず、太陽電池ストリング 3 1 a , 3 1 b の発電電力を最大限有効に活用することはできない。

40

【 0 0 2 0 】

それゆえに、この発明の主たる目的は、設置作業が容易で、効率の向上を図ることが可能な昇圧ユニット、パワーコンディショナ、およびそれらを用いた太陽光発電システムを提供することである。

50

【 0 0 2 1 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る昇圧ユニットは、直列接続された第 1 の数の太陽電池を含む第 1 の太陽電池列と、直列接続された第 1 の数よりも小さな第 2 の数の太陽電池を含む第 2 の太陽電池列とに少なくとも接続され、第 1 および第 2 の太陽電池列で生成された直流電力を交流電力に変換して負荷回路に与える太陽光発電システムにおいて、第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させて第 1 の太陽電池列の出力電圧に一致させるための昇圧ユニットであって、第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させるための昇圧比の制御が可能な昇圧回路と、第 2 の太陽電池列の出力電力を検出する電力検出器と、電力検出器の検出結果に基づいて、第 2 の太陽電池列の出力電力が増加したか減少したかを示す信号を出力する信号発生回路とを備えたものである。

10

【 0 0 2 2 】

太陽光発電システムは、さらに、信号発生回路の出力信号に基づいて、太陽光発電システムの出力電力が最大になるように昇圧回路の昇圧比を制御する制御手段を備え、昇圧ユニットは、さらに、昇圧回路の昇圧比を予め定められた値に設定する設定手段と、制御手段および設定手段のうちのいずれか一方を選択するための選択手段とを備える。

【 0 0 2 3 】

また好ましくは、さらに、昇圧回路の出力電圧が予め定められた値を超えたことに応じて昇圧回路の昇圧動作を停止させる保護手段が設けられる。

【 0 0 2 4 】

また好ましくは、さらに、電力検出器の検出結果に基づいて、第 2 の太陽電池列の出力電力を表示するための表示手段が設けられる。

20

【 0 0 2 5 】

また、この発明に係るパワーコンディショナは、直列接続された第 1 の数の太陽電池を含む第 1 の太陽電池列と、直列接続された第 1 の数よりも小さな第 2 の数の太陽電池を含む第 2 の太陽電池列に接続され、第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させて第 1 の太陽電池列の出力電圧に一致させるための昇圧比の制御が可能な昇圧ユニットとに少なくとも接続され、第 1 の太陽電池列で生成された直流電力および昇圧ユニットの出力電力を交流電力に変換して負荷回路に与えるパワーコンディショナであって、第 1 の太陽電池列の出力電力と昇圧ユニットの出力電力とを合成し、合成した直流電力を交流電力に変換して負荷回路に与えるインバータ回路と、インバータ回路の出力電力を検出する第 1 の電力検出器と、第 1 の電力検出器の検出結果に基づいて、パワーコンディショナの出力電力が最大になるように昇圧ユニットおよびインバータ回路を制御する制御手段を備えたものである。

30

【 0 0 2 6 】

昇圧ユニットは、さらに、第 2 の太陽電池列の出力電力を検出する第 2 の電力検出器と、第 2 の電力検出器の検出結果に基づいて、第 2 の太陽電池列の出力電力が増加したか減少したかを示す信号を出力する信号発生回路とを含み、制御手段は、信号発生回路の出力信号に基づいて昇圧ユニットの昇圧比を制御する。

【 0 0 2 7 】

また、制御手段は、昇圧ユニットの入力電圧が一定に保持されている期間にインバータ回路の出力電力が増加するようにインバータ回路の入力電圧を制御する第 1 のステップと、インバータ回路の入力電圧が一定に保持されている期間に第 2 の太陽電池列の出力電力が増加するように昇圧ユニットの昇圧比を制御する第 2 のステップとを含む。

40

【 0 0 2 8 】

また、この発明に係る太陽光発電システムは、直列接続された第 1 の数の太陽電池を含む第 1 の太陽電池列と、直列接続された第 1 の数よりも小さな第 2 の数の太陽電池を含む第 2 の太陽電池列とに少なくとも接続され、第 1 および第 2 の太陽電池列で生成された直流電力を交流電力に変換して負荷回路に与える太陽光発電システムであって、第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させて第 1 の太陽電池列の出力電圧に一致させるための昇圧比の制御が可能な昇圧ユニットと、第 1 の太陽電池列の出力電力と昇圧ユニットの出力電力とを

50

合成し、合成した直流電力を交流電力に変換して負荷回路に与えるインバータ回路、および太陽光発電システムの出力電力が最大になるように昇圧ユニットおよびインバータ回路を制御する制御手段を含むパワーコンディショナとを備えたものである。

【0029】

制御手段は、昇圧ユニットの入力電圧が一定に保持されている期間にインバータ回路の出力電力が増加するようにインバータ回路の入力電圧を制御する第1のステップと、インバータ回路の入力電圧が一定に保持されている期間に第2の太陽電池列の出力電力が増加するように昇圧ユニットの昇圧比を制御する第2のステップとを含む。

【0030】

また好ましくは、さらに、昇圧ユニットの昇圧比を予め定められた値に設定する設定手段と、制御手段および設定手段のうちのいずれか一方を選択するための選択手段とが設けられ、昇圧ユニットの昇圧比は、選択手段によって選択された制御手段または設定手段によって制御または設定される。

10

【0031】

また好ましくは、さらに、昇圧ユニットの出力電圧が予め定められた値を超えたことに応じて昇圧ユニットの昇圧動作を停止させる保護手段が設けられる。

【0032】

また好ましくは、さらに、第2の太陽電池列の出力電力を表示するための表示手段が設けられる。

【0033】

20

【発明の実施の形態】

図1は、この発明の一実施の形態による太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。図1において、この太陽光発電システムは、標準太陽電池ストリング1a、非標準太陽電池ストリング1b、パワーコンディショナ2および昇圧ユニット10を備える。図1では、図面の簡略化のために1つの標準太陽電池ストリング1aと1つの非標準太陽電池ストリング1bのみが示されているが、さらに多くの太陽電池ストリングが含まれ得ることはいうまでもない。標準太陽電池ストリング1aは、標準直列枚数（通常8枚または9枚）の太陽電池モジュールを含んでいる。非標準太陽電池ストリング1bは、標準直列枚数未満の枚数の太陽電池モジュールを含んでいる。

【0034】

30

パワーコンディショナ2は、逆流防止ダイオード3、4、インバータ回路5、インバータ制御部6、出力電流検出器7、入力電圧検出器8、昇圧ユニット制御部9を含む。標準太陽電池ストリング1aの出力電圧は、逆流防止ダイオード3を介してインバータ回路5に入力される。非標準太陽電池ストリング1bの出力電圧は、昇圧ユニット10および逆流防止ダイオード4を介してインバータ回路5に入力される。インバータ回路5は、インバータ制御部6によって制御され、直流電力を商用電力と同一の位相および周波数50または60Hzを持つ交流電力に変換し、商用電力系統22に供給する。

【0035】

パワーコンディショナ2の出力電流IOは出力電流検出器7によって検出され、また、パワーコンディショナ2の入力電圧VAは入力電圧検出器8によって検出されて、インバータ制御部6に入力される。インバータ制御部6は、出力電流検出値IOと入力電圧検出値VAとに基づいて、出力電流IOが最大になるようにインバータ回路5を制御することにより、インバータ回路5の出力電力が最大になるように制御している。昇圧ユニット10を運転していない場合は、図5～図7で示したように、標準太陽電池ストリング1aの出力電力が最大になっている。ここで、非標準太陽電池ストリング1bの出力電力が最大になるように制御すれば、それぞれの最大電力を足し合せた電力を出力できることになり、太陽電池ストリング1a、1bの発電電力を最大限有効に活用することが可能となる。

40

【0036】

昇圧ユニット制御部9は、昇圧ユニット10に対し、昇圧比を制御し、デューティを与えることにより、非標準太陽電池ストリング1bの出力電力が最大になるように昇圧ユニッ

50

ト 10 を制御する。すなわち、昇圧ユニット制御部 9 は、目標となる昇圧ユニット入力電圧設定値 $V_{Br e f}$ を持ち、非標準太陽電池ストリング 1 b の出力電力が増加方向になるように目標入力電圧設定値 $V_{Br e f}$ を変化させる。また、パワーコンディショナ入力電圧 V_A を検出し、昇圧ユニット入力電圧設定値 $V_{Br e f}$ から昇圧比 $V_A / V_{Br e f}$ を決定し、その昇圧比からデューティ $1 - V_{Br e f} / V_A$ を算出して昇圧ユニット 10 に与える。

【 0 0 3 7 】

昇圧ユニット 10 は、昇圧回路 11、昇圧制御部 17、入力電圧検出器 18、出力電圧検出器 19、入力電流検出器 20 および表示部 21 を含む。昇圧回路 11 は、リアクトル 12、スイッチングトランジスタ 13、ダイオード 14、15 およびコンデンサ 16 を含む。非標準太陽電池ストリング 1 b で生成された直流電力は、リアクトル 12 を介してスイッチングトランジスタ 13 に入力される。スイッチングトランジスタ 13 のオン期間にリアクトル 12 に蓄えられたエネルギーがスイッチングトランジスタ 13 のオフ期間にダイオード 14 を介してコンデンサ 16 に蓄えられ出力される。つまり、スイッチングトランジスタ 13 のオン/オフ制御によって昇圧回路 11 の出力電圧が制御される。昇圧ユニット 10 とパワーコンディショナ 2 の間は信号線によって接続され、互いの制御部 9、17 間で通信可能となっている。

【 0 0 3 8 】

昇圧制御部 17 は、パワーコンディショナ 2 の昇圧ユニット制御部 9 から与えられたデューティで昇圧回路 11 のスイッチングトランジスタ 13 をオン/オフさせる。また、昇圧制御部 17 は、入力電圧 V_B および入力電流 I_B をそれぞれ検出器 18、20 を介して検出し、昇圧ユニット 10 の入力電力（非標準太陽電池ストリング 1 b の出力電力）を算出し、入力電力が増加したか減少したかを示す信号をパワーコンディショナ 2 の昇圧ユニット制御部 9 に与える。表示部 21 は、昇圧制御部 17 で算出された瞬時電力や昇圧回路 11 の運転状態を表示する。また、昇圧制御部 17 は、検出器 19 を介して検出した昇圧ユニット 10 の出力電圧 V_C が予め定められた値以上にならないように監視し、その値を超えた場合は過電圧保護のため昇圧回路 11 の昇圧動作を停止させる。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、この太陽光発電システムの動作を示すタイムチャートである。パワーコンディショナ 2 が時刻 T_0 から連系運転を開始すると、まず、インバータ制御部 6 において初期動作が開始される。この初期動作期間では、パワーコンディショナ入力電圧 V_A が予め設定された初期値 $V_{A r e f}(T_0)$ に達するまで出力を増加させる。この期間 $T_0 \sim T_1$ において昇圧ユニット制御部 9 は動作しておらず、昇圧ユニット 10 は停止している。入力電圧 V_A が予め設定された初期値 $V_{A r e f}(T_0)$ に達すると、インバータ制御部 6 はこの電圧を維持するようにインバータ回路 5 を制御する。一方、昇圧ユニット制御部 9 は、時刻 T_1 から初期動作を開始する。昇圧ユニット制御部 9 の初期動作期間では、パワーコンディショナ入力電圧 V_A と予め設定されている昇圧ユニット入力電圧の初期値 $V_{Br e f}(T_0)$ とに基づいて昇圧比 $V_A(T) / V_{Br e f}(T_0)$ が求められ、さらに、デューティ $1 - V_{Br e f}(T_0) / V_A(T)$ が求められ、そのデューティと運転許可信号とが昇圧ユニット 10 に与えられる。昇圧ユニット 10 は、昇圧ユニット制御部 9 から運転許可信号およびデューティが与えられると、動作を開始し、デューティを徐々に変化させてスイッチングトランジスタ 13 のオン時間を増加させ、デューティを $1 - V_{Br e f}(T_0) / V_A(T)$ にする。ここで、 $V_A(T)$ は時々刻々変化するパワーコンディショナ入力電圧を示している。これは、時刻 $T_1 \sim T_2$ の間はインバータ制御部 6 がパワーコンディショナ入力電圧を一定に保つように制御しているが、昇圧ユニット 10 の出力電力の変化によって電圧が変化するからである。昇圧ユニット 10 のデューティが $1 - V_{Br e f}(T_0) / V_A(T)$ に達した時点 T_2 で、昇圧ユニット 10 からパワーコンディショナ 2 に検出電力が増加したか減少したかを示す信号が与えられる。なお、初期動作期間では、電力が 0 の状態から開始されるので電力は必ず増加する。

【 0 0 4 0 】

次に、インバータ制御部 6 は、最大電力点追従動作 (MPP T) を開始する。時刻 $T_2 \sim T_3$ の間は、昇圧ユニット制御部 9 がデューティ $1 - V_{Br e f}(T_0) / V_A(T)$ を昇圧ユニット 10 に与え続けるので、インバータ制御部 6 の最大電力点追従動作でパワーコンディショナ入力電圧 V_A が変動しても、昇圧ユニット入力電圧 V_B が一定に保たれる。したがって、昇圧ユニット 10 の出力電力が一定に保たれるので、インバータ制御部 6 の最大電力点追従動作が高精度で行われる。時刻 $T_2 \sim T_3$ におけるインバータ制御部 6 の最大電力点追従動作では、パワーコンディショナ出力電流 I_O が増加する方向が調べられ、パワーコンディショナ出力電流 I_O が増加する方向へ入力電圧設定値 $V_{A r e f}(T_0)$ が $V_{A r e f}(T_3)$ に更新される。

【0041】

パワーコンディショナ入力電圧 V_A が入力電圧設定値 $V_{A r e f}(T_3)$ に達した時刻 (T_3) からは、最大電力点追従動作は昇圧ユニット制御部 9 に移り、インバータ制御部 6 は入力電圧 V_A が入力電圧設定値 $V_{A r e f}(T_3)$ を維持するようにインバータ回路 6 を制御する。一方、昇圧ユニット制御部 9 は、昇圧ユニット 10 から電力が増加したか減少したかを示す信号を受け、その信号に基づいて昇圧ユニット 10 の電力が増加する方向に入力電圧設定値を $V_{B r e f}(T_0)$ から $V_{B r e f}(T_4)$ に更新し、デューティ $1 - V_{B r e f}(T_4) / V_A(T)$ を昇圧ユニット 10 に与える。昇圧ユニット 10 は、昇圧ユニット制御部 9 から与えられたデューティで動作する。時刻 T_4 から最大電力点追従動作は、インバータ制御部 6 に移る。このように、最大電力点追従制御をインバータ制御部 6 と昇圧ユニット制御部 9 で交互に繰返し実行することにより、太陽電池ストリング 1 a, 1 b それぞれの最大電力を出力させることが可能となる。

【0042】

なお、昇圧ユニット 10 の昇圧制御部 17 に昇圧比を手動設定と昇圧ユニット制御部 9 による自動制御とのうちのいずれかに切換えるための切換スイッチを設ければ、既存のパワーコンディショナ 2 に昇圧ユニット 10 を追加する場合のようにパワーコンディショナ 2 に昇圧ユニット 10 との通信機能がない場合において、予め標準直列枚数と非標準直列枚数により設定された昇圧比で昇圧ユニット 10 を動作させることが可能となり、より多くのシステムに対応することができる。また、その切換スイッチが、パワーコンディショナ 2 と昇圧ユニット 10 との通信機能の有無に応じて自動的に切換えられるようにしてもよい。

【0043】

また、この実施の形態では、昇圧回路 11 の出力電圧 V_C が所定値を超えた場合は過電圧保護のため昇圧回路 11 の昇圧動作を停止させたが、インバータ回路 5 の入力電圧 V_A が所定値を超えた場合に昇圧回路 11 の昇圧動作を停止させてもよい。

【0044】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0045】

【発明の効果】

以上のように、この発明に係る昇圧ユニットでは、第 2 の太陽電池列の出力電圧を昇圧させるための昇圧比の制御が可能な昇圧回路と、第 2 の太陽電池列の出力電力を検出する電力検出器と、電力検出器の検出結果に基づいて、第 2 の太陽電池列の出力電力が増加したか減少したかを示す信号を出力する信号発生回路とが設けられる。したがって、信号発生回路の出力信号に基づいてシステムの出力電力が最大になるように昇圧回路の昇圧比を制御できるので、従来のように昇圧回路の昇圧比を手動で設定する必要がなくなり、システム設定時の作業が容易になる。また、第 1 および第 2 の太陽電池列のうちの一方の出力電圧が日射の影響などにより変化した場合でも、それに応じて昇圧回路の昇圧比を最適値に制御できるので、昇圧比が一定値に固定されていた従来に比べ効率が高くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

また、太陽光発電システムは、さらに、信号発生回路の出力信号に基づいて、太陽光発電システムの出力電力が最大になるように昇圧回路の昇圧比を制御する制御手段を備え、昇圧ユニットは、さらに、昇圧回路の昇圧比を予め定められた値に設定する設定手段と、制御手段および設定手段のうちのいずれか一方を選択するための選択手段とを備える。したがって、第2の太陽電池列を増設する場合に便利である。

【 0 0 4 7 】

また好ましくは、さらに、昇圧回路の出力電圧が予め定められた値を超えたことに応じて昇圧回路の昇圧動作を停止させる保護手段が設けられる。この場合は、昇圧回路の出力電圧が高くなりすぎてシステムが破壊されるのを防止することができる。

10

【 0 0 4 8 】

また好ましくは、さらに、電力検出器の検出結果に基づいて、第2の太陽電池列の出力電力を表示するための表示手段が設けられる。この場合は、第2の太陽電池列の出力電力を確認することができ便利である。

【 0 0 4 9 】

また、この発明に係るパワーコンディショナでは、第1の太陽電池列の出力電力と昇圧ユニットの出力電力とを合成し、合成した直流電力を交流電力に変換して負荷回路に与えるインバータ回路と、インバータ回路の出力電力を検出する第1の電力検出器と、第1の電力検出器の検出結果に基づいて、パワーコンディショナの出力電力が最大になるように昇圧ユニットおよびインバータ回路を制御する制御手段とが設けられる。したがって、第1の電力検出器の検出結果に基づいてパワーコンディショナの出力電力が最大になるように昇圧ユニットおよびインバータ回路を制御するので、従来のように昇圧ユニットの昇圧比を手動で設定する必要がなくなり、システム設定時の作業が容易になる。また、第1および第2の太陽電池列のうちの一方の出力電圧が日射の影響などにより変化した場合でも、それに応じて昇圧ユニットの昇圧比を最適値に制御できるので、昇圧比が一定値に固定されていた従来に比べ効率が高くなる。

20

【 0 0 5 0 】

また、昇圧ユニットは、さらに、第2の太陽電池列の出力電力を検出する第2の電力検出器と、第2の電力検出器の検出結果に基づいて、第2の太陽電池列の出力電力が増加したか減少したかを示す信号を出力する信号発生回路とを含み、制御手段は、信号発生回路の出力信号に基づいて昇圧ユニットの昇圧比を制御する。これにより、昇圧ユニットの昇圧比を容易に制御することができる。

30

【 0 0 5 1 】

また、制御手段は、昇圧ユニットの入力電圧が一定に保持されている期間にインバータ回路の出力電力が増加するようにインバータ回路の入力電圧を制御する第1のステップと、インバータ回路の入力電圧が一定に保持されている期間に第2の太陽電池列の出力電力が増加するように昇圧ユニットの昇圧比を制御する第2のステップとを含む。したがって、昇圧ユニットの昇圧比とインバータ回路とを交互に制御するので、それらの制御を容易かつ確実にこなうことができる。

【 0 0 5 2 】

また、この発明に係る太陽光発電システムでは、第2の太陽電池列の出力電圧を昇圧させるための昇圧ユニットと、第1の太陽電池列の出力電力と昇圧ユニットの出力電力とを合成し、合成した直流電力を交流電力に変換するためのインバータ回路とおよび太陽光発電システムの出力電力が最大になるように昇圧ユニットおよびインバータ回路を制御する制御手段を含むパワーコンディショナとが設けられる。したがって、システムの出力電力が最大になるように昇圧ユニットの昇圧比が制御手段によって制御されるので、従来のように昇圧ユニットの昇圧比を手動で設定する必要がなくなり、システム設定時の作業が容易になる。また、第1および第2の太陽電池列のうちの一方の出力電圧が日射の影響などにより変化した場合でも、それに応じて昇圧ユニットの昇圧比が最適値に制御されるので、昇圧比が一定値に固定されていた従来に比べて効率が高くなる。

40

50

【 0 0 5 3 】

また、制御手段は、昇圧ユニットの入力電圧が一定に保持されている期間にインバータ回路の出力電力が増加するようにインバータ回路の入力電圧を制御する第 1 ステップと、インバータ回路の入力電圧が一定に保持されている期間に第 2 の太陽電池列の出力電力が増加するように昇圧ユニットの昇圧比を制御する第 2 のステップとを含む。したがって、昇圧ユニットの昇圧比とインバータ回路とを交互に制御するので、それらの制御を容易かつ確実にこなうことができる。

【 0 0 5 4 】

好ましくは、さらに、昇圧ユニットの昇圧比を予め定められた値に設定する設定手段と、制御手段および設定手段のうちのいずれか一方を選択するための選択手段が設けられ、昇圧ユニットの昇圧比は、選択手段によって選択された制御手段または設定手段によって制御または設定される。この場合は、第 2 の太陽電池列を増設する場合に好適である。

10

【 0 0 5 5 】

また好ましくは、さらに、昇圧ユニットの出力電圧が予め定められた値を超えたことに応じて昇圧ユニットの昇圧動作を停止させる保護手段が設けられる。この場合は、昇圧ユニットの出力電圧が高くなりすぎてインバータ回路などが破壊されるのを防止することができる。

【 0 0 5 6 】

また好ましくは、さらに、第 2 の太陽電池列の出力電力を表示するための表示手段が設けられる。この場合は、第 2 の太陽電池列の出力電力を確認することができ便利である。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一実施の形態による太陽光発電システムの構成を示す回路ブロック図である。

【図 2】 図 1 に示した太陽光発電システムの動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 3】 従来の太陽光発電システムの構成を示す回路ブロック図である。

【図 4】 図 3 に示した昇圧制御部の構成を示すブロック図である。

【図 5】 図 3 に示した太陽光発電システムの動作を説明するための図である。

【図 6】 図 3 に示した太陽光発電システムの動作を説明するための他の図である。

【図 7】 図 3 に示した太陽光発電システムの動作を説明するためのさらに他の図である

30

【図 8】 図 3 に示した太陽光発電システムの問題点を説明するための図である。

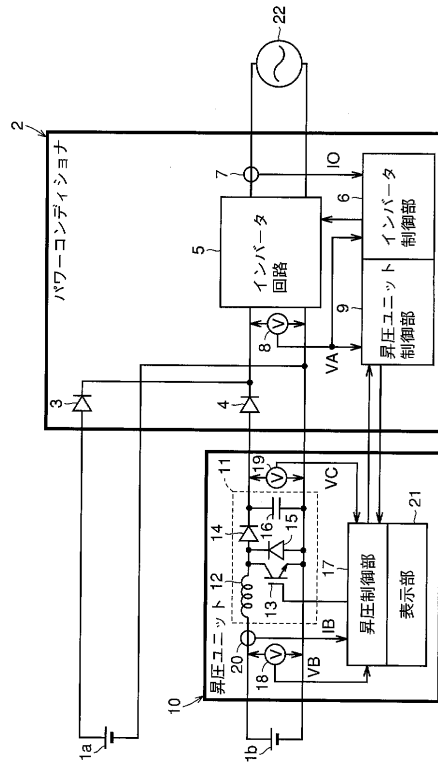
【図 9】 図 3 に示した太陽光発電システムの問題点を説明するための他の図である。

【符号の説明】

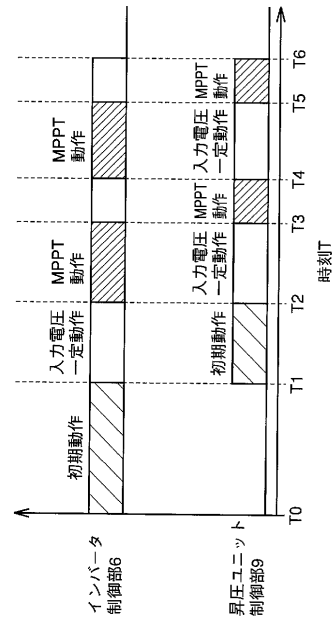
1 a , 3 1 a 標準太陽電池ストリング、1 b , 3 1 b 非標準太陽電池ストリング、2 , 4 5 パワーコンディショナ、3 , 4 , 1 4 , 1 5 , 3 6 , 3 7 , 4 1 , 4 2 ダイオード、5 インバータ回路、6 インバータ制御部、7 , 2 0 電流検出器、8 , 1 8 , 1 9 電圧検出器、9 昇圧ユニット制御部、1 0 , 3 2 昇圧ユニット、1 1 , 3 3 昇圧回路、1 2 , 3 4 リアクトル、1 3 , 3 5 スイッチングトランジスタ、1 6 , 3 8 コンデンサ、1 7 , 3 9 昇圧制御部、2 1 表示部、2 2 , 4 6 商用電力系統、4 0 接続箱、4 3 雷サージアブソーバ、4 4 ブレーカ、5 1 昇圧比設定部、5 2 信号設定演算部、5 3 三角波発生部、5 4 信号比較部、5 5 ゲートドライブ部。

40

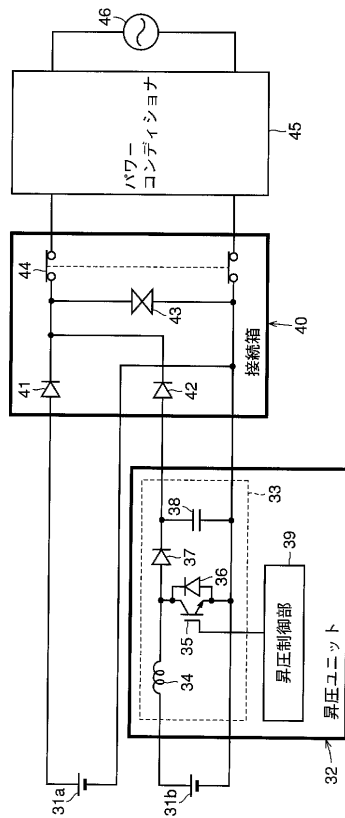
【図 1】



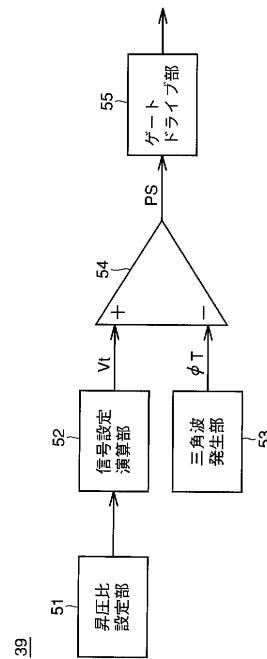
【図 2】



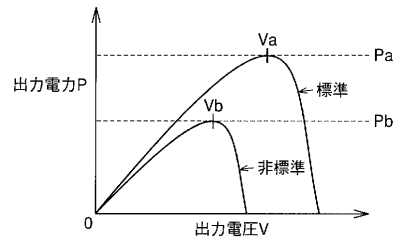
【図 3】



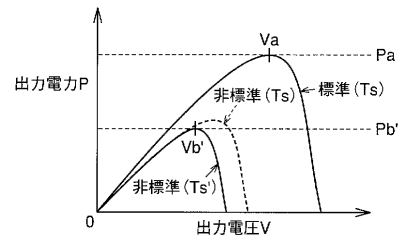
【図 4】



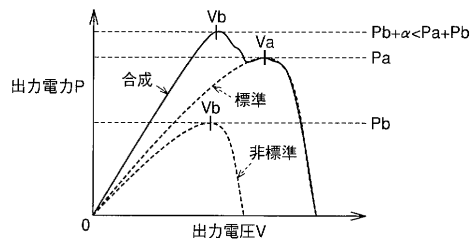
【図 5】



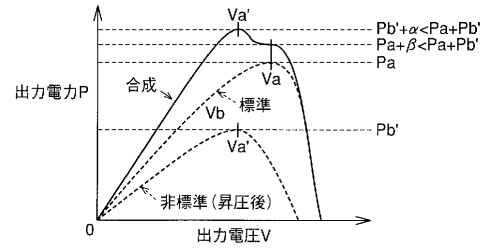
【図 8】



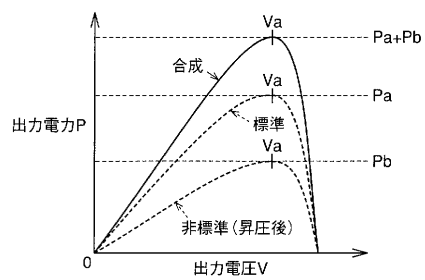
【図 6】



【図 9】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 川端 修

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 3 1 8 0 4 2 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 6 1 9 4 9 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 3 8 4 2 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷ , D B 名)

H02M 3/155

G05F 1/67

H02M 7/48