

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3930999号  
(P3930999)

(45) 発行日 平成19年6月13日(2007.6.13)

(24) 登録日 平成19年3月16日(2007.3.16)

(51) Int.Cl.

G05F 1/67 (2006.01)

F I

G05F 1/67

A

請求項の数 6 (全 14 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平11-160435                  | (73) 特許権者 | 000006013           |
| (22) 出願日  | 平成11年6月8日(1999.6.8)           |           | 三菱電機株式会社            |
| (65) 公開番号 | 特開2000-347753 (P2000-347753A) |           | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号   |
| (43) 公開日  | 平成12年12月15日(2000.12.15)       | (73) 特許権者 | 599035627           |
| 審査請求日     | 平成16年11月10日(2004.11.10)       |           | 学校法人加計学園            |
|           |                               |           | 岡山県岡山市理大町1-1        |
|           |                               | (74) 代理人  | 100089233           |
|           |                               |           | 弁理士 吉田 茂明           |
|           |                               | (74) 代理人  | 100088672           |
|           |                               |           | 弁理士 吉竹 英俊           |
|           |                               | (74) 代理人  | 100088845           |
|           |                               |           | 弁理士 有田 貴弘           |
|           |                               | (72) 発明者  | 岩本 英雄               |
|           |                               |           | 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 |
|           |                               |           | 菱電機株式会社内            |
|           |                               |           | 最終頁に続く              |

(54) 【発明の名称】 太陽電池制御装置及び太陽光発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の太陽電池と、

前記第1の太陽電池に並列に接続された第1のコンデンサと、

前記第1のコンデンサの一端に接続された一端及び他端を有するスイッチと、

前記スイッチの前記他端に接続された一端及び前記コンデンサの他端に接続された他端を有する抵抗と、

前記スイッチを制御して前記第1の太陽電池の最大電力点に対応する出力電圧を検出する出力電圧制御手段と

を備え、

前記第1の太陽電池の前記最大電力点は所定の範囲内にあることが既知であり、

前記抵抗は、前記スイッチがオンして前記第1の太陽電池と前記第1のコンデンサと前記抵抗とが第1の定常状態にあるときに、前記第1の太陽電池の出力電圧が前記所定の範囲の下限よりも低くなる値を有し、

前記出力電圧制御手段は、

前記第1の太陽電池の出力電圧及び前記出力電力を検出しつつ、

前記第1の定常状態から前記スイッチをオフして前記第1の太陽電池と前記第1のコンデンサとを第2の定常状態へと移行させる第1の動作、及び前記第2の定常状態から前記スイッチをオンして前記第1の定常状態へと移行させる第2の動作を行って、前記第1及び第2の動作のいずれにおいても前記第1の太陽電池の出力電圧及び出力電力の経時変化

10

20

を求めることによって前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点に対応する出力電圧を検出する

太陽電池制御装置。

【請求項 2】

前記抵抗に並列接続された第 2 のコンデンサ  
をさらに備える請求項 1 記載の太陽電池制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の太陽電池制御装置と、  
前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点と一定の関係を有する最大電力点を有し、前記第 1 の太陽電池と同じ環境条件に置かれた第 2 の太陽電池と、  
負荷と、

10

前記第 2 の太陽電池の出力電圧を、前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点に対応する出力電圧と前記一定の関係とに基づいて制御しつつ、前記負荷に伝達する電力変換手段とを備える太陽光発電装置。

【請求項 4】

前記第 1 の太陽電池は、複数の同特性の第 3 の太陽電池を直列に接続したものであり、  
前記第 3 の太陽電池の各々が、前記第 2 の太陽電池と絶縁されつつ前記第 2 の太陽電池の各部分と同じ環境条件に置かれた、  
請求項 3 記載の太陽光発電装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 記載の太陽電池制御装置と、  
負荷と、  
前記第 1 の太陽電池の出力電圧を、前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点に対応する出力電圧に基づいて制御しつつ、前記負荷に伝達する電力変換手段とを備える太陽光発電装置。

【請求項 6】

前記電力変換手段から前記太陽電池制御装置への電力の逆流を阻止する電力逆流阻止手段  
をさらに備える請求項 5 記載の太陽光発電装置。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、気象や温度等によりその出力電力が刻々と変化する太陽電池から常時、最大電力値を取り出し得るよう制御するための最大電力点追尾機能を有する太陽光発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、太陽電池を用いた発電装置の開発が進んでおり、太陽電池の発電した直流電力を効率よく負荷や既存の電力系統に与えるための研究が広く行われている。

【0003】

40

一般に、太陽電池の出力電力特性は気象（日射量）や温度等の環境条件によって変化する。すなわち、環境条件によって出力電力が最大となるときの出力電圧及び出力電流の値が変化する。よって、太陽電池を最も有効に利用するためには、常に最大電力を出力するよう太陽電池の出力電圧または出力電流を制御する最大電力点追尾機能が必要となる。

【0004】

図 7 は、従来の最大電力点追尾機能を有する太陽光発電装置 S T 5 を示したものである。この太陽光発電装置 S T 5 は、太陽電池 P V 2 と、負荷 L D とを備えている。そしてさらに太陽光発電装置 S T 5 は、ノード N 4 , N 5 において太陽電池 P V 2 の出力端に、ノード N 6 , N 7 において負荷 L D の入力端にそれぞれ接続されて太陽電池 P V 2 の出力電力

50

を負荷LDに伝達する電力変換手段IVを備え、また、ノードN4, N5間の太陽電池PV2の出力電圧を信号S2として出力する電圧検出手段VD2と、信号S2を得て太陽電池PV2の現在の最大電力点を検出し、太陽電池PV2をその最大電力点の下で動作させるよう電力変換手段IVに制御信号S1を与える出力電圧制御手段CT2とを備えている。

#### 【0005】

この太陽光発電装置ST5の動作を、太陽電池の一般的な出力電力 出力電圧特性を示した図8を用いて説明する。図8に示すとおり、太陽電池の出力電力 出力電圧特性は、出力電圧が零から増大するにつれて出力電力が増加し、ピークとなる最大電力点P1を越えると出力電力が急激に減少する、というものである。よって、太陽電池から最大電力を取り出すためには、最大電力点P1に対応する出力電圧V1に一致するよう太陽電池の出力電圧を制御すればよい。

10

#### 【0006】

太陽光発電装置ST5の場合、例えば電力変換手段IVとしてDC/DCコンバータやDC/ACインバータを採用し、それらの有するスイッチング素子のゲートパルスのデューティ比を変化させることによって太陽電池PV2の出力電圧を任意の値に制御することが可能である。つまり、出力電圧制御手段CT2が、電圧検出手段VD2を介して太陽電池PV2の最大電力点を検出し、太陽電池PV2の出力電圧を最大電力点に対応する値に一致させるように、デューティ比を変化させる制御信号S1を電力変換手段IVに送ること

20

#### 【0007】

ここで、太陽電池PV2の最大電力点に対応する出力電圧の値を出力電圧制御手段CT2が検出する手法の一例を示す。まず、太陽電池PV2の出力電圧が低めの値(例えば図8の動作点P2に対応する電圧値)となるよう、出力電圧制御手段CT2の制御信号S1を設定しておく。次に、制御信号S1を変化させて太陽電池PV2の出力電圧を徐々に高くしてゆく。このとき出力電圧制御手段CT2は、電圧検出手段VD2の出力する信号S2から太陽電池PV2の出力電圧の値を得て、出力電圧が微小量変化するごとに出力電力を計算する。そしてそれとともに、出力電力の変化量を出力電圧の変化量で除した値、すなわち出力電力を出力電圧で微分した値の近似値をも計算する。

#### 【0008】

30

このようにすれば、出力電力を出力電圧で微分した値の近似値が正から負に転じたときに最大電力点P1を越えたと判断できる。すなわち、そのときの出力電圧の値が最大電力点P1に対応する値である。よって、太陽電池PV2がこの出力電圧値を発生するように制御信号S1を電力変換手段IVに与えれば、太陽電池PV2から最大電力が取り出せることになる。

#### 【0009】

上記の手法は、動作点がP2からP1へと山を昇るように変化することから「山登り法」と呼ばれている。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

40

先述のように、最大電力点P1は環境条件によって時々刻々と変化する。よって従来の太陽光発電装置ST5では、常時、太陽電池から最大電力を取り出すために、山登り法のような検出動作が頻繁に行われていた。

#### 【0011】

しかし、上記の太陽光発電装置ST5でそのような検出動作を頻繁に行うと、環境条件にほとんど変化がなく太陽電池がほぼ一定の電力を出力することが可能な場合であっても、太陽電池の出力電圧及び出力電力を絶えず変動させてしまうことになる。そのため、太陽光発電装置全体の動作の安定度が損なわれる可能性があり、また、負荷LDが商用周波電力系統である場合には電力系統全体に対しても安定度の低下をもたらす可能性があった。

#### 【0012】

50

またさらに、先述の山登り法自身にも問題が存在する。例えば太陽電池の受光面の一部が日陰となった場合などには、太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性が、図 8 ではなく図 9 に示すグラフのようになる場合がある。図 9 では、出力電圧の値が  $V_3$  のときに一つの出力電力のピーク  $P_5$  を有し、さらに、出力電圧の値が  $V_2$  のときに  $P_5$  よりも大きな値の出力電力のピーク  $P_4$  を有している。もしこのような出力電力 - 出力電圧特性のもとで山登り法を行えば、真の最大電力点である動作点  $P_4$  を検出する前に、誤って動作点  $P_5$  を最大電力点であると認識し、太陽電池の出力電圧の値を  $V_2$  ではなく  $V_3$  に設定してしまう可能性がある。

【0013】

この発明は、上記の問題に鑑みて、太陽電池の出力電圧及び出力電力を不必要に変動させずに、かつ、太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性が複数のピークを有する場合であっても正確に最大電力点を検出することが可能な、最大電力点追尾機能を有する太陽光発電装置を実現するものである。

10

【0014】

【課題を解決するための手段】

この発明のうち請求項 1 にかかるものは、第 1 の太陽電池と、前記第 1 の太陽電池に並列に接続された第 1 のコンデンサと、前記第 1 のコンデンサの一端に接続された一端及び他端を有するスイッチと、前記スイッチの前記他端に接続された一端及び前記コンデンサの他端に接続された他端を有する抵抗と、前記スイッチを制御して前記第 1 の太陽電池の最大電力点に対応する出力電圧を検出する出力電圧制御手段とを備える太陽電池制御装置である。

20

【0015】

そして前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点は所定の範囲内にあることが既知であり、前記抵抗は、前記スイッチがオンして前記第 1 の太陽電池と前記第 1 のコンデンサと前記抵抗とが第 1 の定常状態にあるときに、前記第 1 の太陽電池の出力電圧が前記所定の範囲の下限よりも低くなる値を有し、前記出力電圧制御手段は、前記第 1 の太陽電池の出力電圧及び前記出力電力を検出しつつ、前記第 1 の定常状態から前記スイッチをオフして前記第 1 の太陽電池と前記第 1 のコンデンサとを第 2 の定常状態へと移行させる第 1 の動作、及び前記第 2 の定常状態から前記スイッチをオフして前記第 1 の定常状態へと移行させる第 2 の動作を行って、前記第 1 及び第 2 の動作のいずれにおいても前記第 1 の太陽電池の出力電圧及び出力電力の経時変化を求めることによって前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点に対応する出力電圧を検出する。

30

【0016】

この発明のうち請求項 2 にかかるものは、請求項 1 記載の太陽電池制御装置であって、前記抵抗に並列接続された第 2 のコンデンサをさらに備える。

【0017】

この発明のうち請求項 3 にかかるものは、請求項 1 または請求項 2 記載の太陽電池制御装置と、前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点と一定の関係を有する最大電力点を有し、前記第 1 の太陽電池と同じ環境条件に置かれた第 2 の太陽電池と、負荷と、前記第 2 の太陽電池の出力電圧を、前記第 1 の太陽電池の前記最大電力点に対応する出力電圧と前記一定の関係とに基づいて制御しつつ、前記負荷に伝達する電力変換手段とを備える太陽光発電装置である。

40

【0018】

この発明のうち請求項 4 にかかるものは、請求項 3 記載の太陽光発電装置であって、前記第 1 の太陽電池は、複数の同特性の第 3 の太陽電池を直列に接続したものであり、前記第 3 の太陽電池の各々が、前記第 2 の太陽電池と絶縁されつつ前記第 2 の太陽電池の各部分と同じ環境条件に置かれている。

【0019】

この発明のうち請求項 5 にかかるものは、請求項 1 または請求項 2 記載の太陽電池制御装置と、負荷と、前記第 1 の太陽電池の出力電圧を、前記第 1 の太陽電池の前記最大電力

50

点に対応する出力電圧に基づいて制御しつつ、前記負荷に伝達する電力変換手段とを備える太陽光発電装置である。

【0020】

この発明のうち請求項6にかかるものは、請求項5記載の太陽光発電装置であって、前記電力変換手段から前記太陽電池制御装置への電力の逆流を阻止する電力逆流阻止手段をさらに備える。

【0021】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は、本実施の形態にかかる太陽光発電装置ST1を示したものである。この太陽光発電装置ST1は、太陽電池PV2と、負荷の一例として交流負荷LD1とを備えている。そしてさらに太陽光発電装置ST1は、ノードN4において太陽電池PV2の正極に、ノードN5において太陽電池PV2の負極に、ノードN6、N7において交流負荷LD1の入力端にそれぞれ接続されて太陽電池PV2の出力電力を交流負荷LD1に伝達する電力変換手段の一例として電圧形インバータIV1を備え、また、信号S2を出力し、太陽電池PV2の出力電力-出力電圧特性を検出するために用いられる特性検出手段CD1と、信号S2を受信し、特性検出手段CD1に制御信号S3を与え、太陽電池PV2を最大電力点の下で動作させるよう電圧形インバータIV1に制御信号S1a~S1dを与える出力電圧制御手段CT1とを備えている。

【0022】

なお、特性検出手段CD1は、特性検出用太陽電池PV1と、ノードN1、N2において特性検出用太陽電池PV1の出力端にその両端が接続されたコンデンサC1と、ノードN1、N2間の特性検出用太陽電池PV1の出力電圧を信号S2として出力電圧制御手段CT1に出力する電圧検出手段VD1と、一端がノードN1に接続され、出力電圧制御手段CT1からの制御信号S3によりオンオフするスイッチSWと、一端がスイッチSWの他端に接続され、他端がノードN2に接続された抵抗RSとを有している。

【0023】

ここで太陽電池PV2は、特性検出用太陽電池PV1とほぼ同様の特性を有するものを例えば直列にN(N-1を満たす整数)個接続して構成されたものであり、また、太陽電池PV2と特性検出用太陽電池PV1とは、日射量や温度等の環境条件が等しくなるよう、例えば両者が同一平面上に近接して設置されている。なお出力電圧の数値例としては、特性検出用太陽電池PV1の出力電圧を例えば10V程度とした場合、太陽電池PV2の出力電圧が200V程度となるようにする。

【0024】

なお、電圧形インバータIV1は周知の構造と同じものであり、両端がノードN4、N5に接続されたコンデンサC2と、コレクタがノードN4に、エミッタがノードN7にそれぞれ接続されたトランジスタT1と、コレクタがノードN7に、エミッタがノードN5にそれぞれ接続されたトランジスタT2と、コレクタがノードN4に、エミッタがノードN6にそれぞれ接続されたトランジスタT3と、コレクタがノードN6に、エミッタがノードN5にそれぞれ接続されたトランジスタT4とを有し、直流電力を交流電力に変換する。なお、トランジスタT1~T4の各ゲートには、制御信号S1a~S1dの各信号が与えられている。

【0025】

以下に、この太陽光発電装置ST1の動作について図8を用いて説明する。

【0026】

まず最初に、出力電圧制御手段CT1は、スイッチSWがオフとなるよう制御信号S3を設定する。するとコンデンサC1は、その両端の電圧が特性検出用太陽電池PV1の最大発電可能電圧近くになるまで充電されて定常状態に至る(なお、特性検出用太陽電池PV1の内部抵抗が存在するため、特性検出用太陽電池PV1の最大発電可能電圧までは充電されない)。つまり、この定常状態での特性検出用太陽電池PV1の状態は、図8に示し

10

20

30

40

50

た出力電力 - 出力電圧特性の動作点 P 3 に相当する。

【 0 0 2 7 】

そして、出力電圧制御手段 C T 1 は、信号 S 2 によってコンデンサ C 1 の充電を検知してスイッチ S W がオンとなるよう制御信号 S 3 を設定する。すると、コンデンサ C 1 と抵抗 R S との並列接続が特性検出用太陽電池 P V 1 にとっての新たな負荷となるので、特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電圧はこの負荷に対応する他の定常状態へと移行することになる。抵抗 R S へと特性検出用太陽電池 P V 1 から電流が流れるので、特性検出用太陽電池 P V 1 の内部抵抗により特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電圧、すなわちノード N 1 , N 2 間の電圧は低下する。この際、コンデンサ C 1 に蓄積された電荷の一部も抵抗 R S へと流れるので、ノード N 1 , N 2 間の電圧は、急峻にではなくコンデンサ C 1 の容量値と抵抗 R S の抵抗値とで定まる時定数で変動する。よって、予め抵抗 R S の値を小さく調整しておけば、特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電圧が図 8 における電圧 V 1 よりも低い値となり、動作点 P 3 から最大電力点 P 1 を経て動作点 P 2 へと所定の時定数で至ることができる。なお、通常は最大電力点 P 1 の位置は、ある程度の範囲内に収まっていることが既知であるので、抵抗 R S の値は、スイッチ S W をオンして定常状態にしたときに動作点 P 2 がこの範囲よりもグラフ上で左側に存在する程度に、小さく設定することができる。そして、コンデンサ C 1 の容量値は、後述するサンプリング時間の間隔よりも時定数が大きくなるように設定される。

10

【 0 0 2 8 】

そして、出力電圧制御手段 C T 1 は信号 S 2 によってコンデンサ C 1 の両端の電圧の低下を検知して、再びスイッチ S W がオフとなるよう制御信号 S 3 を設定し、コンデンサ C 1 を充電して特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電圧の値を増加させる。すなわち、動作点 P 2 の定常状態から最大電力点 P 1 を経て動作点 P 3 の定常状態にまで戻す。

20

【 0 0 2 9 】

以上のようなスイッチ S W のオンオフの動作を繰り返すことで、特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電力及び出力電圧が、最大電力点 P 1 を含む広い範囲の出力電力 - 出力電圧特性を何度も描くことになる。つまりこれによって、環境条件により時々刻々と変化する出力電力 - 出力電圧特性及び最大電力点 P 1 の最新の情報を採取することができる。なお、スイッチ S W のオンオフのスイッチング周波数をコンデンサ C 1 の容量値と抵抗 R S の抵抗値とで定まる時定数の逆数よりも小さく、例えば数 H z ~ 数十 H z 程度にしておけば、環境条件の時間変化には充分に対応できる。

30

【 0 0 3 0 】

また以上のことは、特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電力 - 出力電圧特性が図 9 に示すような複数のピークを有する形状やその他の形状になった場合であっても、同様に当てはまる。

【 0 0 3 1 】

さて特性検出手段 C D 1 にこのような動作をさせている間、出力電圧制御手段 C T 1 では、電圧検出手段 V D 1 の出力する信号 S 2 から特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電圧の値を微小時間ごとにサンプリングしており、それとともに各サンプリング時点において出力電力を計算している。このときのサンプリング周波数はコンデンサ C 1 の容量値と抵抗 R S の抵抗値とで定まる時定数の逆数よりも大きく、例えば数百 H z としておけばよい。なお、出力電力は出力電圧と出力電流との積で求めることができるので、計算は以下のように行う。

40

【 0 0 3 2 】

まず特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電流は、スイッチ S W がオフの場合は、

【 0 0 3 3 】

【数 1】

$$i = C_1 \frac{dv}{dt}$$

50

【 0 0 3 4 】

で表される。ここで、 $i$  は出力電流を、 $v$  は出力電圧を、 $t$  は時間を、 $C_1$  はコンデンサ  $C_1$  の容量をそれぞれ表している。よって、このときの出力電力を  $p$  とすれば、

【 0 0 3 5 】

【 数 2 】

$$p = vi = vC_1 \frac{dv}{dt} \doteq vC_1 \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

【 0 0 3 6 】

10

として特性検出用太陽電池  $PV1$  の出力電力を計算することが可能である。ここで、 $v$  は一つ前のサンプリング時点と現在のサンプリング時点との間の出力電圧  $v$  の変化量を、 $t$  はサンプリングの時間間隔をそれぞれ表している。

【 0 0 3 7 】

またスイッチ  $SW$  がオンの場合、特性検出用太陽電池  $PV1$  の出力電流は数 1 と同様に、

【 0 0 3 8 】

【 数 3 】

$$i = C_1 \frac{dv}{dt} + \frac{v}{R}$$

20

【 0 0 3 9 】

で表される。ここで、 $R$  は抵抗  $RS$  の抵抗値を表している。よって、このときの出力電力  $p$  は、

【 0 0 4 0 】

【 数 4 】

$$p \doteq vC_1 \frac{\Delta v}{\Delta t} + \frac{v^2}{R}$$

【 0 0 4 1 】

30

として計算することが可能である。

【 0 0 4 2 】

すると、スイッチ  $SW$  がオンまたはオフするごとに、出力電圧制御手段  $CT1$  において特性検出用太陽電池  $PV1$  の出力電力 - 出力電圧特性の数値データが得られることになる。よってそのデータから、そのとき採取した出力電力 - 出力電圧特性の最大電力点及び最大電力点に対応する出力電圧値が判明する。

【 0 0 4 3 】

さて太陽電池  $PV2$  は、特性検出用太陽電池  $PV1$  と同特性の太陽電池を  $N$  個直列に接続したものであって同じ環境条件下に置かれているので、その出力電力 - 出力電圧特性は、図 8 に示したグラフと同じ形で、縦軸、横軸をとともに  $N$  倍しただけのものとなる。よって、太陽電池  $PV2$  の最大電力点と特性検出用太陽電池  $PV1$  の最大電力点とは一定の関係を有することになり、そのため、太陽電池  $PV2$  の最大電力点に対応する出力電圧値は、特性検出用太陽電池  $PV1$  の最大電力点に対応する出力電圧値を  $N$  倍した値に一致する。

40

【 0 0 4 4 】

そこで、太陽電池  $PV2$  の出力電圧が、特性検出用太陽電池  $PV1$  の最大電力点に対応する出力電圧値を  $N$  倍した値となるように、電圧形インバータ  $IV1$  の各トランジスタ  $T1 \sim T4$  を動作させればよい。すなわち出力電圧制御手段  $CT1$  が、各トランジスタ  $T1 \sim T4$  のオン期間を計算して、各トランジスタ  $T1 \sim T4$  が上記の動作をするように制御信号  $S1a \sim S1d$  を与える。

【 0 0 4 5 】

50

本実施の形態にかかる太陽光発電装置 S T 1 を用いれば、従来の太陽光発電装置 S T 5 の場合と異なり、特性検出手段 C D 1 を用いて太陽電池 P V 2 の最大電力点及び最大電力点に対応する出力電圧を検出するので、太陽電池 P V 2 の出力電圧及び出力電力を不必要に変動させることがなく、そのため太陽光発電装置全体の動作の安定度を損なうことがない。また、山登り法のように出力電力を出力電圧で微分した値の近似値を用いるのではなく、広い範囲の出力電力 - 出力電圧特性の数値データを採取した上で最大電力点を検出するので、出力電力 - 出力電圧特性が複数のピークを有する場合であっても、正確に最大電力点を検出することが可能である。

【 0 0 4 6 】

なお、図 1 のうちノード N 2 をノード N 5 と共通にして図 2 に示すような回路構成にしたとしても、上記の説明は全てそのまま当てはまり、動作上支障が生じることはない。図 2 のようにすれば、ノード N 5 とノード N 2 とのそれぞれに固定電位を与える必要がなくなる、必要配線数が削減できる、といった利点が生まれる。

【 0 0 4 7 】

また上記の説明では、太陽電池 P V 2 は、特性検出用太陽電池 P V 1 とほぼ同様の特性を有するものが N 個直列に接続されて構成されていたが、この他にも直並列構造のものであってもよい。

【 0 0 4 8 】

さらに、上記の説明では負荷として交流負荷を用い、電力変換手段として電圧形インバータを用いていたが、例えば他に、負荷として直流負荷を採用する場合には、電力変換手段として昇降圧形チョッパなどの D C / D C コンバータを用いればよい。

【 0 0 4 9 】

なお、特性検出用太陽電池 P V 1 については、例えば図 3 に示すように複数の同特性の太陽電池を直列に接続したものをを用いてもよい。図 3 では、回路的に太陽電池 P V 2 と絶縁されつつ太陽電池 P V 2 が設けられたパネルの各部分に配置された複数の太陽電池 P V 1 a ~ P V 1 d を直列接続したものが、全体として一つの特性検出用太陽電池 P V 1 を構成している。

【 0 0 5 0 】

もし特性検出用太陽電池 P V 1 が一つの太陽電池しか有していなかったとすると、例えば、太陽電池 P V 2 の受光面の一部は日陰になるが特性検出用太陽電池 P V 1 の受光面が日陰にならないという状況になった場合に、太陽電池 P V 2 の出力電力 - 出力電圧特性は変化するにもかかわらず、特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電力 - 出力電圧特性にその変化が反映されないことになる。

【 0 0 5 1 】

よって、図 3 のように太陽電池 P V 2 の各部分に分散して太陽電池 P V 1 a ~ P V 1 d を配置しておれば、太陽電池 P V 2 の受光面の環境条件の変化が、特性検出用太陽電池 P V 1 でも検出できることになる。すなわち、太陽電池 P V 2 がその各部分で異なる環境条件となった場合であっても、特性検出用太陽電池 P V 1 の最大電力点が、太陽電池 P V 2 の最大電力点との一定の関係を保つようにすることができる。ただしこの場合、特性検出用太陽電池 P V 1 が複数の同特性の太陽電池の直列接続から構成されているので、特性検出用太陽電池 P V 1 の最大電力点に対応する出力電圧値を N 倍して太陽電池 P V 2 の出力電圧とするのではなく、N / ( 特性検出用太陽電池 P V 1 の有する太陽電池の数 ) 倍して太陽電池 P V 2 の出力電圧とする必要がある。

【 0 0 5 2 】

さて、本実施の形態と類似した技術思想として、特開平 8 - 2 9 7 5 1 6 号公報に記載の太陽光発電装置がある。この技術を太陽光発電装置 S T 2 として図 4 に示す。太陽光発電装置 S T 2 は、太陽電池 1 と、負荷 4 と、太陽電池 1 の動作電圧を所望の電圧に変換し P W M 制御する制御部 2 と、制御部 2 へ太陽電池 1 の最大電力点検出動作を指令するとともに最大電力点での動作電圧を指令する演算部 3 とを備え、太陽電池 1 と制御部 2 との間にスイッチ 5、コンデンサ 6 及び抵抗 7 をさらに備えている。なお、制御部 2 はスイッチ 5

10

20

30

40

50



に対し、コンデンサ 6 を太陽電池 1 に並列に接続するか、放電のためにコンデンサ 6 を抵抗 7 に接続するかを切り替える制御信号 11 を与える。

【0053】

この太陽光発電装置 ST2 の動作は以下のようなものである。すなわち、コンデンサ 6 が太陽電池 1 に並列に接続されているときに、演算部 3 が、太陽電池 1 の出力電圧をサンプリングして、各サンプリング値とその時間微分値とから出力電力を計算し、太陽電池 1 の出力電力 - 出力電圧特性の数値データを得る。そして、演算部 3 はそのデータから、そのとき採取した出力電力 - 出力電圧特性の最大電力点に対応する出力電圧値を太陽電池 1 が出力するように制御部 2 へと制御信号 9, 10 を送信する。そしてその後、コンデンサ 6 を抵抗 7 に接続してコンデンサ 6 に蓄積した電荷を放電させる。このような特性検出動作を頻繁に繰り返し、太陽電池 1 から常に最大電力を取り出すようにする。

10

【0054】

この特開平 8 - 297516 号公報に記載の太陽光発電装置と本実施の形態にかかる太陽光発電装置とは、太陽電池と並列接続されたコンデンサの端子電圧を利用して太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性を求め最大電力点を検出する、という発想においては類似しているものの、以下に示すような大きな差異が存在する。

【0055】

まず、太陽光発電装置 ST2 ではコンデンサ 6 がスイッチ 5 によって太陽電池 1 に接続されたりされなかったりするが、本実施の形態にかかる太陽光発電装置 ST1 ではコンデンサ C1 が常に特性検出用太陽電池 PV1 に接続されている。そのため、太陽光発電装置 ST2 では、コンデンサ 6 を抵抗 7 に接続してコンデンサ 6 に蓄積した電荷を放電させている間は、太陽電池 1 の最大電力点を検出することはできない。一方、太陽光発電装置 ST1 では、コンデンサ C1 の両端の電圧は、常に特性検出用太陽電池 PV1 の出力電圧を示しているので、スイッチ SW がオンであってもオフであっても特性検出用太陽電池 PV1 の最大電力点を検出することが可能である。すると、太陽光発電装置 ST1 と太陽光発電装置 ST2 との間で、同一回数分だけ太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性を求めるのに、スイッチ SW のオンオフのスイッチング周波数は、スイッチ 5 のスイッチング周波数の半分でよいことになる。スイッチング周波数を低く抑えることができると、出力電圧制御手段 CT1 での制御が容易になる、という利点がある。

20

【0056】

また、スイッチ SW のスイッチング周波数をスイッチ 5 のスイッチング周波数と同じ値にした場合には、太陽光発電装置 ST2 では一回しか最大電力点を検出できないところを、太陽光発電装置 ST1 では最大電力点を二回検出できるので、最大電力点の時間変化をより正確に捉えることが可能となる。

30

【0057】

また、太陽光発電装置 ST2 では、特性を検出するためのコンデンサ 6 が直接、太陽電池 1 に接続されるので、コンデンサ 6 の検出動作が太陽電池 1 の出力電力に対して変動等の悪影響を与える可能性がないとはいえない。一方、太陽光発電装置 ST1 では、特性検出手段 CD1 が太陽電池 PV2 を含む主回路側と回路的に分離されているので、特性検出手段 CD1 での検出動作が主回路の太陽電池 PV2 の出力電力に対して悪影響を与える可能性はほとんどない。

40

【0058】

さて、主回路の太陽電池とは別に特性検出用太陽電池を設けた太陽光発電装置の他の例として、例えば特開平 6 - 131065 号公報に記載の技術がある。しかし、この公報に記載の技術では制御信号 S1 に相当する信号を計算する際に主回路側から電流を抽出しているので、やはり太陽電池の特性検出動作が主回路の太陽電池の出力電力に対して悪影響を与える可能性がないとはいえない。

【0059】

なお、本実施の形態を変形して、特性検出用太陽電池 PV1 を用いずに直接、太陽電池 PV2 の特性を検出することも不可能ではない。図 5 は、その場合の変形例である太陽光発

50

電装置 S T 3 を示したものである。この太陽光発電装置 S T 3 は、太陽光発電装置 S T 1 における特性検出手段 C D 1 の代わりに、特性検出用太陽電池 P V 1 を除去して、ノード N 1 をノード N 4 と共通にし、ノード N 2 をノード N 5 と共通にした構造の特性検出手段 C D 2 を備えるものである。さらに太陽光発電装置 S T 4 は、ノード N 4 にアノードが接続され、インバータ I V 1 のトランジスタ T 1 のコレクタにカソードが接続されたダイオード D I をも備えている。このダイオード D I は、太陽電池 P V 2 の出力電圧が小さくなってしまった場合に、コンデンサ C 2 に蓄積されたエネルギーが太陽電池 P V 2 またはコンデンサ C 1 または抵抗 R S へと逆流して最大電力点を誤検知するのを防止する目的で挿入されている。

【 0 0 6 0 】

10

特性検出手段 C D 2 を直接、太陽電池 P V 2 に接続しても支障がないことが明らかな場合には、このような簡易な回路構成にしてもよい。

【 0 0 6 1 】

実施の形態 2 .

図 6 は、本実施の形態にかかる太陽光発電装置 S T 3 を示したものである。この太陽光発電装置 S T 3 は、太陽光発電装置 S T 1 にさらに、抵抗 R S に並列に接続されたコンデンサ C 3 を加えたものである。この太陽光発電装置 S T 3 も、太陽光発電装置 S T 1 とほぼ同様の動作を行う。

【 0 0 6 2 】

ただし、コンデンサ C 3 が追加されていることから、スイッチ S W がオンの場合の特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電流は、数 3 の代わりに、

20

【 0 0 6 3 】

【数 5】

$$i = (C_1 + C_3) \frac{dv}{dt} + \frac{v}{R}$$

【 0 0 6 4 】

で計算される。ここで、 $C_3$  はコンデンサ C 3 の容量値を表している。よって、このときの出力電力 p は、数 4 の代わりに、

30

【 0 0 6 5 】

【数 6】

$$p \doteq v (C_1 + C_3) \frac{\Delta v}{\Delta t} + \frac{v^2}{R}$$

【 0 0 6 6 】

として計算される。

【 0 0 6 7 】

40

また、スイッチ S W がオフのときには、コンデンサ C 3 が追加されているので、抵抗 R S にはコンデンサ C 3 からの放電電流が流れることになる。

【 0 0 6 8 】

本実施の形態にかかる太陽光発電装置を用いれば、スイッチ S W のオンオフにかかわらず、常に抵抗 R S に電流を流し続けられるので、抵抗 R S で消費される電力の全部または一部を、例えば出力電圧制御回路 C T 1 の直流電源用電力として有効に活用することが可能となる。そうすれば、太陽光発電装置 S T 3 全体としての電力効率が上昇する。

【 0 0 6 9 】

さらに例えば、太陽電池 P V 2 から出力電圧制御回路 C T 1 の直流電源用電力を得るとすれば、そのために太陽電池 P V 2 の 200 V 程度の出力電圧に耐え得る高耐圧の半導体素

50

子を用いた降圧回路が必要となる。しかし、特性検出用太陽電池 P V 1 の出力電圧は 1 0 V 程度であるので、高耐圧素子を備えない簡単な降圧回路を使用することができる。

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】

この発明のうち請求項 1 にかかる太陽電池制御装置を用いれば、第 1 のコンデンサの両端には常時第 1 の太陽電池の出力電圧が与えられているので、スイッチがオンする期間においても、オフする期間においても、第 1 の太陽電池の最大電力点を検出することが可能となる。

【 0 0 7 1 】

そして最大電力点を含む範囲の第 1 の太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性が判明するので、環境条件により時々刻々と変化する最大電力点の最新の情報を採取することができる。さらに、第 1 の太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性が複数のピークを有する形状やその他の形状になった場合であっても、最大電力点を正確に検出することができる。また、第 1 及び第 2 の動作を行うので第 1 の太陽電池の最大電力点の時間変化を正確に捉えることができ、スイッチのスイッチング周波数を高くする必要がなく、出力電圧制御手段の制御が容易である。

【 0 0 7 2 】

この発明のうち請求項 2 にかかる太陽電池制御装置を用いれば、スイッチのオンオフにかかわらず、常に抵抗に電流を流し続けられるので、抵抗で消費される電力の全部または一部を有効に活用することが可能となる。例えば、出力電圧制御手段に活用することができる。

【 0 0 7 3 】

この発明のうち請求項 3 にかかる太陽光発電装置を用いれば、第 1 の太陽電池を用いて第 2 の太陽電池の最大電力点に対応する出力電圧が検出されるので、第 2 の太陽電池の出力電圧及び出力電力を不必要に変動させることなく、常時その最大電力下で動作させることができる。従って動作が安定しつつ最大電力を供給する太陽光発電を行うことができる。

【 0 0 7 4 】

この発明のうち請求項 4 にかかる太陽光発電装置を用いれば、第 2 の太陽電池がその各部分で異なる環境条件となった場合であっても、第 1 の太陽電池の最大電力点が第 2 の太陽電池の最大電力点との関係を一定に保つようにすることができる。

【 0 0 7 5 】

この発明のうち請求項 5 にかかる太陽光発電装置を用いれば、簡易な回路構成で、最大電力を得るための制御を行って太陽光発電を行うことができる。

【 0 0 7 6 】

この発明のうち請求項 6 にかかる太陽光発電装置を用いれば、第 1 の太陽電池の出力電圧が小さくなった場合であっても、太陽電池制御装置の誤動作を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 の太陽光発電装置を示す回路図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 の太陽光発電装置の変形例を示す回路図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 1 の太陽光発電装置に用いられる太陽電池 P V 2 と特性検出用太陽電池 P V 1 の物理的配置例を示した図である。

【図 4】 従来の太陽光発電装置を示す図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 1 の太陽光発電装置の変形例を示す回路図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 2 の太陽光発電装置を示す回路図である。

【図 7】 従来の太陽光発電装置を示す図である。

【図 8】 太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性を示す図である。

【図 9】 太陽電池の出力電力 - 出力電圧特性を示す図である。

【符号の説明】

P V 1 特性検出用太陽電池、 P V 2 太陽電池、 V D 1 , V D 2 電圧検出手段、 C 1

10

20

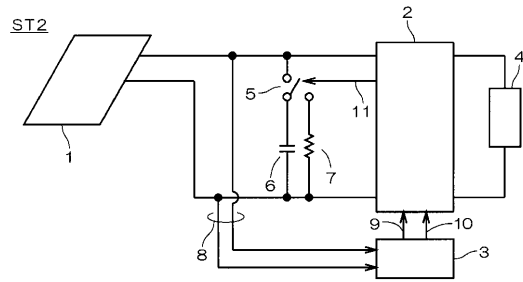
30

40

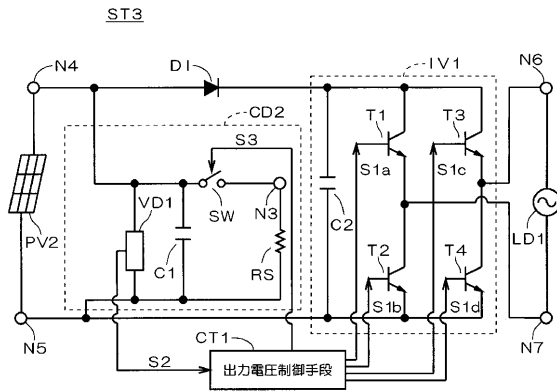
50



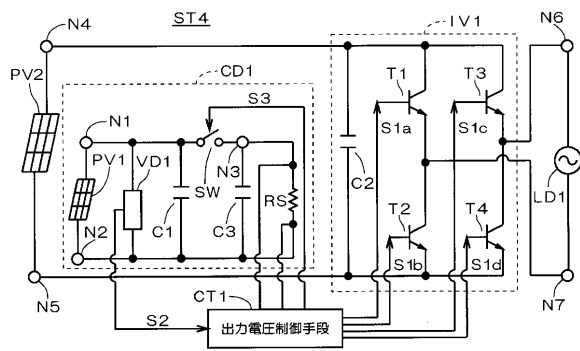
【図 4】



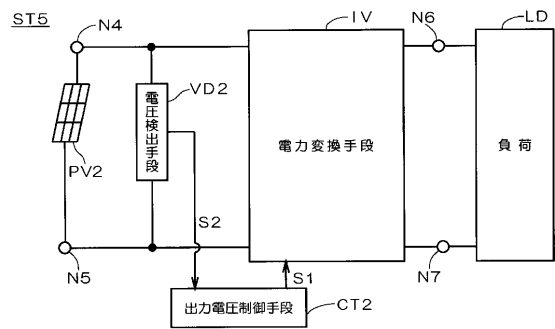
【図 5】



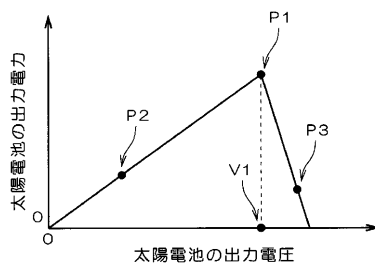
【図 6】



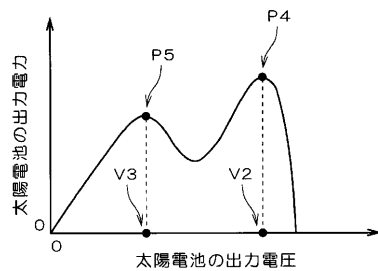
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 飯田 隆彦

岡山県岡山市横井上234-137

(72)発明者 笠 展幸

岡山県岡山市津島本町3-8パルテール桑の木307

審査官 三島木 英宏

(56)参考文献 特開平10-240361(JP,A)

特開昭52-154683(JP,A)

特開平06-131065(JP,A)

実開平06-075015(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05F 1/67