

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4528574号  
(P4528574)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 R

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-214202 (P2004-214202)	(73) 特許権者	000214836
(22) 出願日	平成16年7月22日(2004.7.22)		長野日本無線株式会社
(65) 公開番号	特開2006-40931 (P2006-40931A)		長野県長野市稲里町1163番地
(43) 公開日	平成18年2月9日(2006.2.9)	(74) 代理人	100104787
審査請求日	平成19年7月2日(2007.7.2)		弁理士 酒井 伸司
		(72) 発明者	小林 茂
			長野県長野市稲里町1163番地長野日本無線株式会社内
		(72) 発明者	月岡 和美
			長野県長野市稲里町1163番地長野日本無線株式会社内
		審査官	加藤 昌伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽光発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池単セルまたは複数並列接続された太陽電池セルと、  
前記太陽電池単セルまたは前記複数並列接続された太陽電池セルの出力端子に接続された複数の昇圧回路からなるDC/DCコンバータと、  
前記太陽電池単セルまたは前記複数並列接続された太陽電池セルの出力端に接続された電圧検出回路と、  
前記DC/DCコンバータの出力端に接続された電流検出回路と、  
前記電圧検出回路から得られる電圧値と前記電流検出回路で検知する信号レベルとから、前記太陽電池単セルまたは前記複数並列接続された太陽電池セルの電圧 - 電流特性における最大出力電力点の近傍を予めメモリに記録されたデータから算出し、当該算出した近傍で前記DC/DCコンバータのスイッチングの周波数およびデューティを制御して走査することにより、前記DC/DCコンバータの出力が最大となる駆動条件を選定する制御回路とを具備した太陽光発電装置。

【請求項2】

請求項1記載の太陽光発電装置をm個並列に接続したことを特徴とする太陽光発電装置。

【請求項3】

請求項1記載の太陽光発電装置をm個直列に接続したことを特徴とする太陽光発電装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 記載の太陽光発電装置の受光面に光を反射・照射するための反射体を備えたことを特徴とする太陽光発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、太陽電池セルに DC / DC コンバータを接続した構成で電力変換を行う太陽光発電装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、太陽電池セル単体の出力電圧は 1 V 以下であるため、駆動に数十 V 程度必要とする電子機器への利用手段として太陽電池セルを直列接続する方法が用いられている。

## 【0003】

また、太陽電池の出力を昇圧させる手段として DC / DC コンバータを用いる手段もある。前記 DC / DC コンバータは、インダクタやトランスの電磁部品、トランジスタなどのスイッチ及びダイオード、コンデンサより構成され、一般的なスイッチング・レギュレータ型の昇圧コンバータとして広く用いられている。

## 【0004】

例えば図 7 の 25 は、従来から知られている代表的なチョッパ型の昇圧回路図であり、31 は太陽電池、26 はインダクタ、27 はスイッチとなるトランジスタ、28 はダイオード、29 はコンデンサ、16 は負荷を示している。25 の昇圧回路は、オン / オフ時間比いわゆる Duty 比や駆動周波数に起因するスイッチング条件により、低い入力電圧を昇圧、電力変換させる回路技術として知られている。

## 【0005】

また、太陽電池モジュールの単位面積当たりの発電電力を高めるために、直達光と反射光を受光することが可能な反射体を備えた太陽光発電装置が提案されている。

## 【0006】

例えば図 6 は、特開平 8 - 148711 号公報に示された従来の装置を示す図であり、図 6 において、2 は太陽電池モジュール、22 は反射体、23 はエアバッグ、24 は角度調節する軸を示している。

## 【0007】

この例では季節や時間経過で異なる太陽高度に合わせて、反射体と太陽電池モジュールの角度を変化させ、太陽電池モジュールの受光面に均一に効率良く反射体からの反射光を入射させる方法として既に開示されている。

## 【特許文献 1】特開平 8 - 148711 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、上述した太陽光発電装置には次のような解決すべき課題が存在した。

## 【0009】

第一に従来の太陽光発電装置は太陽高度に合わせた角度調整が必要である上、東西に移動する太陽の動きに太陽電池モジュールの受光面を追尾させるなど大掛かりな装置が必要で、反射体や太陽電池モジュールの位置が固定されている場合には、反射体からの反射光が部分的に太陽電池モジュールの受光面に入射されない場合も生じ、入射照度が不均一となる。このため、太陽電池セルが直列接続された太陽電池モジュールでは、発電電流が反射光の入射強度が低い太陽電池セルの出力によって制限され、反射光による入射エネルギーの増加分を効率良く変換することが出来ないため反射光によって出力電力を増やすことが困難であった。

## 【0010】

第二にスイッチング・レギュレータ型の昇圧回路は上記のように構成されているので、

10

20

30

40

50

一回路の構成で、大きな入力電流で大きな電力を昇圧する場合、インダクタやトランスの導線部の電気抵抗、スイッチのオン時の電気抵抗いわゆるオン抵抗が変換効率に大きな影響を与えていた。反射体による反射光が太陽電池セルに入射した場合、反射光が入らない時以上の電流が流れるため、従来の昇圧回路では、更に変換効率を高めることが困難である。

【0011】

第三に太陽電池セルに接続されるDC/DCコンバータの出力は、反射光を含めて太陽電池が受光する日射強度と昇圧回路出力端での負荷状態によって変動するため、各DC/DCコンバータの出力部に電力を合成するための専用回路が必要となり、合成によって変換効率が低下する問題があった。

10

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成すべく請求項1記載の太陽光発電装置は、太陽電池単セルまたは複数並列接続された太陽電池セルと、前記太陽電池単セルまたは前記複数並列接続された太陽電池セルの出力端子に接続された複数の昇圧回路からなるDC/DCコンバータと、前記太陽電池単セルまたは前記複数並列接続された太陽電池セルの出力端に接続された電圧検出回路と、前記DC/DCコンバータの出力端に接続された電流検出回路と、前記電圧検出回路から得られる電圧値と前記電流検出回路で検知する信号レベルとから、前記太陽電池単セルまたは前記複数並列接続された太陽電池セルの電圧・電流特性における最大出力電力点の近傍を予めメモリに記録されたデータから算出し、当該算出した近傍で前記DC/DCコンバータのスイッチングの周波数およびデューティを制御して走査することにより、前記DC/DCコンバータの出力が最大となる駆動条件を選定する制御回路とを具備している。

20

【0013】

上記目的を達成すべく請求項2記載の太陽光発電装置は、請求項1記載の太陽光発電装置をm個並列に接続させる。

【0014】

上記目的を達成すべく請求項3記載の太陽光発電装置は、請求項1記載の太陽光発電装置をm個直列に接続させる。

【0015】

上記目的を達成すべく請求項4記載の太陽光発電装置は、請求項1記載の太陽光発電装置の受光面に光を反射・照射するための反射体を備える。

30

【発明の効果】

【0016】

このような構成を有する本発明に係る太陽光発電装置によれば、次のような顕著な効果を奏する。

【0017】

(1) 反射体や太陽電池モジュールが固定された形態で、反射体からの反射光が部分的に太陽電池モジュールの受光面に照射されない場合や反射光強度が不均一となる場合であっても、反射光による入射エネルギーの増加分を効率良く変換させることが可能な太陽光発電装置が実現できる。

40

【0018】

(2) 太陽電池セルに接続される昇圧型DC/DCコンバータは図3のように構成されているので、太陽電池セルの出力電圧0.5V程度で前記コンバータの入力電流が数アンペアの大電流の場合にも、並列接続された複数の昇圧回路によって入力電流を分割し、スイッチのオン抵抗やインダクタの導線抵抗など部品固有の電気抵抗による損失を軽減し、電力変換時効率を高くすることが可能となり、反射光による日射強度の増大に対しても損失を軽減することが可能な太陽光発電装置が実現できる。

【0019】

(3) 太陽電池セルに接続されるスイッチング・レギュレータ型DC/DCコンバータの

50

出力の合成は、図5の20で示す太陽電池セルの略最大出力電力点になるようにDC/DCコンバータの駆動をスイッチング制御することで、太陽電池セルの電流 - 電圧特性18を利用し、DC/DCコンバータの出力ドロップ特性を持たせることができることから、DC/DCコンバータの出力を並列接続することで電力の合成が容易に可能となり、各DC/DCコンバータの出力部に電力を合成するための専用回路が不要となり、合成による変換時の損失を軽減し、太陽電池セルの最大電力出力点近傍でDC/DCコンバータを駆動制御することにより、太陽光発電モジュールとして最大電力を出力することが可能な太陽光発電装置が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

次に、本発明に係る最良の実施形態を挙げ、図面に基づき詳細に説明する。

【0021】

図1に本発明の実施の形態に用いる太陽光発電装置を示す。1は日射光より太陽電池の発電に有効な波長帯域を効率良く反射可能な反射体、2は太陽電池モジュール、3は直達の日射光や反射光を受光するように太陽電池モジュール2に配置された太陽電池セル、4は各太陽電池セル3の出力端子に接続されたDC/DCコンバータ、5はDC/DCコンバータ4を駆動制御する制御回路である。また、反射体1は建築物などの光を高効率で反射する既存の壁面、屋根とすることもできる。

【0022】

図2に太陽光発電装置の構成ブロックを示す。複数の各太陽電池セル3はそれぞれDC/DCコンバータ4に接続、各DC/DCコンバータ4の出力は並列に接続する。また、DC/DCコンバータ4は入出力の検知、駆動のための信号を伝送するため制御回路5にもそれぞれ配線をする。

【0023】

図3は本発明の実施の形態に用いる太陽光発電装置のDC/DCコンバータの詳細な回路図を示す。太陽電池セル3の出力端子に接続する昇圧回路6は、11のインダクタ、12のスイッチ、13のダイオード、出力側に共有するコンデンサ14を備えた従来のチョップパ型昇圧回路を複数、並列に接続した形で構成する。スイッチ12は制御回路5から出力される信号によって駆動する。制御回路5は太陽電池セル3の出力端に接続された電圧検出回路32から得られる電圧値と昇圧回路6の出力端に接続された電流検出回路33で検知する信号レベルから、太陽電池セルの発電電力が最大となる電圧 - 電流の近傍点を予めメモリに記録されたデータから算出し、算出された点から駆動条件を設定し、スイッチ12を駆動する。更に、昇圧回路6の出力が最大となる点を近傍で走査した後、最適な駆動条件を選定してスイッチ12を駆動させる。電圧検出回路32は、太陽電池セルの出力端に固定抵抗34を接続し、昇圧回路のスイッチング動作を瞬時的に停止させた状態で電圧値を検知する。電流検出回路33は、昇圧回路6の出力端にスイッチ35を介して抵抗36を接続し、通常動作している昇圧回路からの負荷への出力を瞬時的にスイッチ35で切換えることができる構成とし、固定抵抗36に接続された状態で、設定した固定駆動条件で昇圧回路を制御回路5で動作させ、予めメモリに記録された昇圧特性データから、抵抗36の端子間電圧から太陽電池の電流値を算出する。電流検出時にスイッチ35の切換える瞬間、昇圧回路6の出力端が開放状態になることから、保護回路21が必要である。簡便な方法の一例として、ツェナダイオードを出力端に接続する方法がある。また、昇圧回路6は制御回路5により制御される。上記、太陽電池セルの最大出力点算出方法は、太陽電池セルの電圧特性を明らかにし、制御回路5のメモリにデータを保持させる。このような方法により、演算によって、最適な動作を選定することが可能である。

【0024】

本実施例では、反射体1に、平面状の外形寸法600mm×600mmの鏡を使用し、太陽電池モジュール2は、寸法400mm×400mmの受光面に太陽電池セル3を3行3列の9枚のセルを同一平面状に等間隔で配置する構造とした。反射体1は、太陽電池モジュール2の受光面に対し反射光を照射可能な位置に固定して使用する。太陽電池モジュール

10

20

30

40

50

ルに配置される太陽電池セル3は、一般的に使用されている結晶シリコン型でセルの面寸法125mm×125mm、日射強度1000W/m<sup>2</sup>(AM 1.5)で単セルの最大出力電力点で電圧が0.5V程度、2W程度のものを使用した。また、本実験での反射体1は、ガラスに銀めっきをした一般的な鏡を使用した。光の反射効率の高い金属表面、金属や反射セラミックを含む塗布面を使用しても反射体として利用することができる。

#### 【0025】

各太陽電池セル3に接続し、入力電圧0.5V以下から昇圧することが可能な昇圧回路6は従来のチョッパ型昇圧回路を4並列に接続した形のスイッチング・レギュレータ方式の昇圧回路で構成される。昇圧回路6は制御回路5と信号線で接続し、図4の12に示すように制御回路5から出力される信号によって、昇圧回路6を構成する4つのスイッチが同時にOFFすることが無いように同期させた信号によってスイッチング動作するように制御し、高効率で昇圧する。上述のように4つのスイッチが同時にOFFすることがなければ高い効率を得る駆動条件であるスイッチの組み合わせは多数存在する。

10

#### 【0026】

本構成のDC/DCコンバータにおいて、出力端子に固定抵抗150Ωを接続した状態で、入力電圧0.45V、入力電流4.4Aに対し出力電圧15.5Vに昇圧し、変換効率85%の結果を得ている。変換効率の測定は横河電機製WT1600の電力計を使用している。

#### 【0027】

また、実施例として制御回路5は、太陽電池セルの出力をそれぞれ検知するための動作と最適駆動条件を求めめるための演算を行なうためマイクロコンピュータ(Renesas製H8/3048)を使用し、マイクロコンピュータの命令に従って、昇圧回路6が有する4つの駆動信号を9台同時に出力させるためFPGA(Altera製EP1C3T100C8)を用いた。

20

#### 【0028】

直達光と反射光を含め、日射条件で大きく変化する太陽電池セルの各出力の電圧、電流を太陽電池に接続されたコンバータ内部の電圧検出回路32と電流検出回路33の検出信号から、各太陽電池セルの最大出力電力点近傍で駆動するようにスイッチングの周波数、デューティを制御し、昇圧回路6内の各出力を合成し、太陽光発電装置として最大電力が得られるように昇圧回路の各スイッチを制御する。各スイッチの駆動周波数は25kHz~150kHz、デューティ75~90%とした。

30

#### 【0029】

太陽電池モジュールに入射する日射強度が580W/m<sup>2</sup>、太陽電池セルの温度45℃で負荷抵抗17.7Ωとした場合の実験において出力電圧13.4V、出力電力10.1Wを得た。この結果は、同じ日射条件で太陽電池セルの電流-電圧特性から求められる最大出力電力値を太陽電池セルの使用数である9で積算し、DC/DCコンバータの電力変換効率で換算した値と等しい結果を得ている。

#### 【0030】

同日射条件において、鏡を反射体とし、直達光とは別に反射光を太陽電池モジュールの受光面全面に照射することにより、37%増の13.7Wの出力電力を得ることを確認した。また、受光面にほぼ等しい入射角度で反射光の照射面積を半減した状態でも17%増の出力を得た。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0031】

【図1】本発明の実施形態例。

【図2】本発明の実施形態の回路ブロック図。

【図3】本発明の昇圧型DC/DCコンバータ回路図。

【図4】本発明の実施形態の駆動信号。

【図5】太陽電池の電流-電圧特性。

【図6】従来の太陽光発電装置の構造図。

50

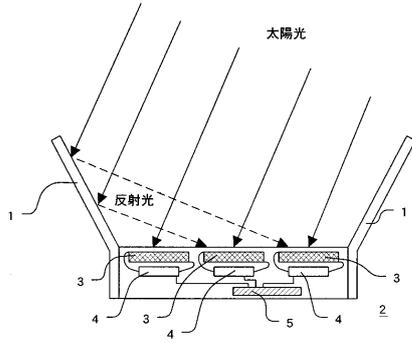
## 【図7】従来の昇圧型DC/DCコンバータ回路図。

## 【符号の説明】

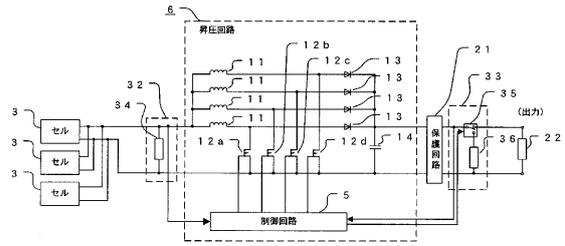
## 【0032】

- |     |            |    |
|-----|------------|----|
| 1   | 反射体        |    |
| 2   | 太陽電池モジュール  |    |
| 3   | 太陽電池セル     |    |
| 4   | DC/DCコンバータ |    |
| 5   | 制御回路       |    |
| 6   | 昇圧回路       |    |
| 11  | インダクタ      | 10 |
| 12a | スイッチ1      |    |
| 12b | スイッチ2      |    |
| 12c | スイッチ3      |    |
| 12d | スイッチ4      |    |
| 13  | ダイオード      |    |
| 14  | コンデンサ      |    |
| 16  | 負荷         |    |
| 17  | スイッチ切換え信号  |    |
| 18  | 電流 - 電圧特性  |    |
| 19  | 電力 - 電圧特性  | 20 |
| 20  | 最大電力出力点    |    |
| 21  | 保護回路       |    |
| 22  | 反射体        |    |
| 23  | エアバッグ      |    |
| 24  | 軸          |    |
| 25  | チョッパ型昇圧回路  |    |
| 26  | インダクタ      |    |
| 27  | スイッチ       |    |
| 28  | ダイオード      |    |
| 29  | コンデンサ      | 30 |
| 31  | 太陽電池       |    |
| 32  | 電圧検出回路     |    |
| 33  | 電流検出回路     |    |
| 34  | 固定抵抗       |    |
| 35  | スイッチ       |    |
| 36  | 固定抵抗       |    |

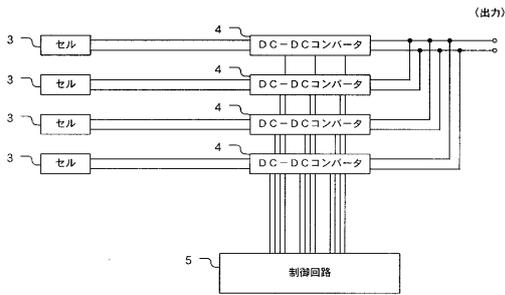
【図1】



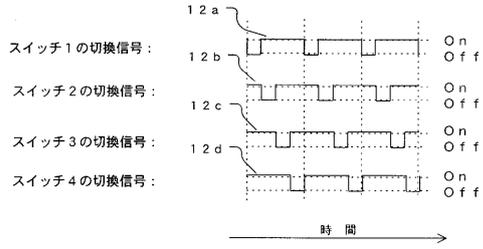
【図3】



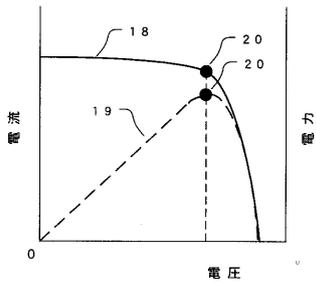
【図2】



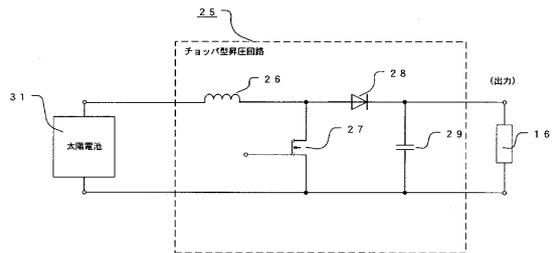
【図4】



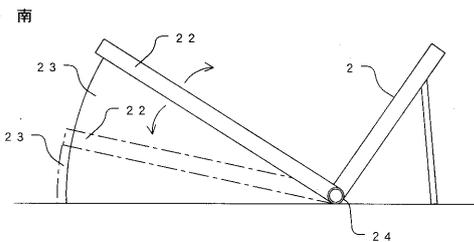
【図5】



【図7】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-047585(JP,A)  
特開平11-046457(JP,A)  
特開平11-065687(JP,A)  
特開平11-206112(JP,A)  
特開平06-253451(JP,A)  
特開平06-348352(JP,A)  
特開平09-073328(JP,A)  
特開平09-091051(JP,A)  
特開2000-068546(JP,A)  
特開2004-055603(JP,A)  
特開2004-096090(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/042