

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5276349号  
(P5276349)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>GO5F</b>	<b>1/67</b>	<b>(2006.01)</b>	GO5F	1/67	A
<b>HO2M</b>	<b>3/28</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2M	3/28	K
<b>HO2M</b>	<b>3/155</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2M	3/28	P
			HO2M	3/155	K
			HO2M	3/155	P

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-100904 (P2008-100904)  
 (22) 出願日 平成20年4月9日 (2008. 4. 9)  
 (65) 公開番号 特開2008-269596 (P2008-269596A)  
 (43) 公開日 平成20年11月6日 (2008. 11. 6)  
 審査請求日 平成23年4月1日 (2011. 4. 1)  
 (31) 優先権主張番号 11/736, 125  
 (32) 優先日 平成19年4月17日 (2007. 4. 17)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 ジョン・スタンリー・グレイサー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ウェンプル・レーン、1361番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光起電性電源から電力を取り出すためのシステム、方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光起電性電源 ( 1 4 ) が一群の電源電圧 - 電流曲線 ( 2 0 , 2 2 , 2 4 , 2 6 , 2 8 ) によって規定される発電特性を持ち、これらの曲線が、前記光起電性電源についての相異なる照射強度及び相異なる温度の内の少なくとも1つのそれぞれの範囲内での最大電力の点を含む、前記光起電性電源から電気エネルギーを取り出すための装置であって、

前記光起電性電源からの電圧を検知する抵抗分圧器回路と、

前記抵抗分圧器回路から検知電圧を受け取り、前記抵抗分圧器回路から検知電圧を増幅する利得増幅器と、

前記光起電性電源に結合されたスイッチング変換器 ( 1 2 ) と、

を有し、

前記スイッチング変換器は、

入力電圧と入力電流との間に所定の関数関係を持つ入力電圧 - 電流曲線を有しており、

前記光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する三次当てはめ近似を与えるように構成されており、

1 以上のスイッチとパルス幅変調器とを備え、前記パルス幅変調器は、前記スイッチング変換器のデューティサイクルと前記光起電性電源からの電圧との間の直接の比例関係を確立するために、前記利得増幅器から増幅された検知電圧を受け取り、前記スイッチング変換器の入力電流、前記スイッチング変換器の入力電圧、および前記スイッチング変換

器のデューティサイクルの自乗の関係を確立するために、前記スイッチング変換器を不連続導通モードで動作させる前記1以上のスイッチにゲート信号を供給し、

前記電源電圧 - 電流曲線についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する三次当てはめ近似が、前記光起電性電源からの最大電力に対応する電流及び電圧の計算を行うことを必要としないこと、  
を特徴とする装置。

【請求項2】

前記スイッチング変換器は、フライバック型およびバックブースト型の変換器より成る群から選択された一型式の変換器を有している、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記装置は、各々がそれぞれの光起電性電源(84, 86)から電力を受け取るように結合された複数のスイッチング変換器(87, 88)を有し、

光起電性電源(14)が一群の電源電圧 - 電流曲線(20, 22, 24, 26, 28)によって規定される発電特性を持ち、これらの曲線が、前記光起電性電源についての相異なる照射強度及び相異なる温度の内の少なくとも1つのそれぞれの範囲内の最大電力の点を含み、

各々の個々の変換器は、入力電圧と入力電流との間に所定の関数関係を持つ入力電圧 - 電流曲線を有していて、該所定の関数関係が前記それぞれの光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する三次当てはめ近似を与えるように構成されており、また更に、各々の個々の変換器の出力は互いに接続されて、出力電力の所望の拡張が得られる組合せ回路を形成している、  
請求項1に記載の装置。

【請求項4】

前記組合せ回路は、直列回路、並列回路、及びこれら回路の組合せより成る群から選択される、請求項3に記載の装置。

【請求項5】

各々の個々の変換器は直流 - 直流変換器を有している、請求項4に記載の装置。

【請求項6】

一群の電源電圧 - 電流曲線(20, 22, 24, 26, 28)によって規定される発電特性を持ち、これらの曲線が、前記光起電性電源についての相異なる照射強度及び相異なる温度の内の少なくとも1つのそれぞれの範囲内の最大電力の点を含む、光起電性電源を含む光起電性のシステムであって、

前記光起電性電源からの電圧を検知する抵抗分圧器回路と、

前記抵抗分圧器回路から検知電圧を受け取り、前記抵抗分圧器回路から検知電圧を増幅する利得増幅器と、

前記光起電性電源に結合されたスイッチング変換器(12)と、  
を有し、

前記スイッチング変換器は、

入力電圧と入力電流との間に所定の関数関係を持つ入力電圧 - 電流曲線を有しており、

前記光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する三次当てはめ近似を与えるように構成されており、

1以上のスイッチとパルス幅変調器とを備え、前記パルス幅変調器は、前記スイッチング変換器のデューティサイクルと前記光起電性電源からの電圧との間の直接の比例関係を確立するために、前記利得増幅器から増幅された検知電圧を受け取り、前記スイッチング変換器の入力電流、前記スイッチング変換器の入力電圧、および前記スイッチング変換器のデューティサイクルの自乗の関係を確立するために、前記スイッチング変換器を不連続導通モードで動作させる前記1以上のスイッチにゲート信号を供給し、

前記電源電圧 - 電流曲線についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する三次当てはめ近似が、前記光起電性電源からの最大電力に対応する電流及び電圧の計算を行うこと

10

20

30

40

50

を必要としないこと、  
を特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に云えば、電源から電力を取り出すことに関するものであり、より具体的には、種々様々な動作条件及び/又は環境条件の下で、光起電性(PV)電源、燃料電池又は蓄電池のような電源から最大の又はほぼ最大の電力を取り出すためのシステム及び方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

所与の日射レベル(照射強度)の場合に、太陽電池のような光起電性(PV)電源は、一般に電流-電圧(I-V)曲線と呼ばれる電流対電圧のグラフによって特徴付けることができる。PV電源が一様に照射されているとき、このようなPV電源が典型的には、所与の照射強度及び/又は温度の場合に最大電力を取り出すことのできる1つの一意的な電流及び電圧を持つことが知られている。

【0003】

最大電力を取り出すために、PV電源に接続された電気負荷は、負荷のI-V曲線が最大電力点でPV電源のI-V曲線と交差するように調節しなければならない。これを達成するには、普通、PV電源をスイッチング電力変換器のような能動負荷に結合して、そのそれぞれのI-V特性を検知されたPV電源特性の関数として調節することによってPV電源の最大電力点を動的に探すように能動負荷を制御する。

20

【0004】

スイッチング電力変換器は、PV負荷変換器とも呼ばれているが、追加の変換器によって処理するか又は稼働中の負荷に直接に供給することのできる有用な電力を出力するように構成することができる。PV電源の電力は適当な電力モニタ手段によって監視することができ、また最大電力点追跡アルゴリズムを適当なプロセッサで処理することにより、スイッチング変換器の動作を動的に調節して、その入力I-V曲線が最大電力点でPV電源のI-V曲線と交差するようにする方法を決定することができる。アルゴリズムの処理の結果として発生された制御信号が変換器に供給されて、上記のように調節を行うことができる。このセットアップでは、一般に、稼働中の負荷がPV電源の利用可能な電力の全てを実質的に使用すると仮定している。

30

【0005】

最大電力点追跡アルゴリズムを備えたPVシステムは、理論的には、PV電源の環境の変動及び/又はPV電源の経年劣化に起因した変化を動的に追跡することができるはずであり、またPVシステムの動作中に最大電力を取り出すはずである。しかしながら、実際には、最大電力追跡手法に伴って幾つかの問題がある。第1に、プロセッサ内での追跡アルゴリズムの実施が、このようなプロセッサを動作させるために余分な電力消費を必要とし、従ってPVシステムの電力の取り出し効率を低下させる。第2に、最大電力追跡は一般に、スイッチング変換器を基準値に調整するだけよりは遙かに複雑であり、また変換器のスイッチング動作が最大電力点を適切に決定するのを妨げる可能性があり、場合によっては、最大電力点アルゴリズムの解を探している間に動作を不安定にする傾向がある。第3に、電力追跡アルゴリズムは通常、PV電源の電流及び電圧の両方を検知することを必要とすることである。この電流の検知は、しばしば余分な損失を生じさせ、これによりPVシステムの全体の効率を更に低下させる。

40

【特許文献1】米国特許第6169678号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 6 】

それ故、上述の問題を生じない光起電性システムを提供することが望ましい。更に、任意の所望の数の基本的な光起電性モジュールにより大きなP Vアレイを構成するのに役立つことのできるような、規模の効率につながる複数のP V電源の組み合わせによる集積化（例えば、電力の積重ね）に適したI - V曲線特性を持つ様々な比較的低いコストで信頼性のあるP V負荷変換器トポロジーの内のいずれかを使用することが更に望ましい。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

一般的に云えば、本発明は、その一面において、上述の要求を満たすため、光起電性電源を含む光起電性システムを提供する。光起電性電源は、一群の電圧 - 電流曲線によって規定される発電特性を持ち、これらの曲線は、光起電性電源についての相異なる照射強度及び相異なる温度の内の少なくとも1つのそれぞれの範囲内での最大電力の点を含む。スイッチング変換器が光起電性電源に結合され、該変換器は、入力電圧と入力電流との間に所定の関数関係を持つ入力電圧 - 電流曲線を有する。変換器の入力電圧 - 電流曲線の所定の関数関係は、変換器の動作中、光起電性電源からの最大電力に対応する電流及び電圧の計算を行うことを必要とせずに、光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関して近似を与えるように構成される。

10

## 【 0 0 0 8 】

別の面において、本発明は更に、上述の要求を満たすため、光起電性システムから電力を取り出すための方法を提供する。本方法は、一群の電圧 - 電流曲線によって光起電性電源の発電特性を規定し、これらの曲線は、光起電性電源についての相異なる照射強度及び相異なる温度の内の少なくとも1つのそれぞれの範囲内での最大電力の点を含む。本方法は、スイッチング変換器を光起電性電源に結合させ、該変換器は、入力電圧と入力電流との間に所定の関数関係を持つ入力電圧 - 電流曲線を有する。変換器は、光起電性電源からの最大電力に対応する電流及び電圧の計算を行うことを必要とせずに、変換器の入力電圧 - 電流曲線の所定の関数関係の構成に基づいて、光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点を近似するように動作する。

20

## 【 0 0 0 9 】

更に別の面において、本発明は更に、上述の要求を満たすため、光起電性システムから電気エネルギーを取り出すための装置を提供する。光起電性電源は一群の電圧 - 電流曲線によって規定された発電特性を持ち、これらの曲線は、光起電性電源についての相異なる照射強度及び相異なる温度の内の少なくとも1つのそれぞれの範囲内での最大電力の点を含む。本装置は、光起電性電源に結合されたスイッチング変換器を有し、該変換器は、入力電圧と入力電流との間に所定の関数関係を持つ入力電圧 - 電流曲線を有する。変換器の入力電圧 - 電流曲線の所定の関数関係は、変換器の動作中、光起電性電源からの最大電力に対応する電流及び電圧の計算を行うことを必要とせずに、光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関して近似を与えるように構成される。

30

## 【 0 0 1 0 】

本発明の特徴及び利点は、添付の図面を参照して以下の詳しい説明を読めば明らかになる。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 1 】

本発明では、種々様々な動作条件及び/又は環境条件の下で、例えば、単一の光起電性素子で又は一連の素子の場合における光起電性モジュールで構成することのできる光起電性(P V)電源のような電源から、最大の又はほぼ最大の電力を取り出すために有利に使用することのできる革新的な光起電性(P V)システム及び/又は方法を提案する。本発明の有利な面は、最大電力追跡回路及びこのような回路についての制御を利用しなければならない必要性を排除し、従って最大電力追跡回路又はその制御に伴う問題を避けることである。例えば、本発明の有利な面は、最大電力追跡アルゴリズムを実施するための処理手段を利用する必要性を無くすことであり、従ってこのような処理手段を電氣的に動作さ

50

せる必要がないのでその分の電力を節約できることである。更に、本発明の有利な面は、このような処理手段を設けるのに必要なコストがかからないので、P Vシステムにおけるコストが更に低減されることである。

#### 【 0 0 1 2 】

図 1 に示されているように、本発明の様々な面を具現化する光起電性システムは、直流 - 直流変換器のようなスイッチング変換器 1 2 を含むことができ、これは P V 電源 1 4 と電気負荷 1 6 との間に結合することができ、この場合、スイッチング変換器の入力 I - V 曲線は、様々な動作条件及び / 又は環境条件の下で、最大電力点追跡を行うことを必要とせず、最大の又はほぼ最大の電力が P V 電源から取り出されるように構成される。模範的な一実施形態では、変換器は、入力電圧と入力電流との間に所定の関数関係を持つ入力電圧 - 電流曲線を有することができる。このような入力電圧と入力電流との間の所定の関数関係は、例えば、後で詳しく説明するような、一次 (linear) 関係又は三次 (cubic) 関係とすることができる。

10

#### 【 0 0 1 3 】

変換器の入力電圧 - 電流曲線の所定の関数関係は、光起電性電源からの最大電力に対応する電流及び電圧の計算を行うことを必要とせず、光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する近似を与えるように構成することができる。当業者に理解されるように、光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する近似は、所与の電力範囲に対する最小二乗当てはめ (least square fit) のような様々な方法によって達成することができ、或いは、下側の点及び上側の点の両方に交差する変換器の入力電圧 - 電流曲線を選ぶことができると共に、下側の点と上側の点との間の任意の中間の点について最小二乗当てはめを行うことができる。最小二乗当てはめ法の使用は、光起電性電源についての少なくとも幾つかの最大電力点に関する変換器の入力電圧 - 電流曲線の所定の関数関係によって与えられる近似を決定する (例えば、定量化する) ために使用することができる手法の単なる一例であり、且つ変換器制御アルゴリズムの一部ではないことが理解されよう。実現可能な近似法の別の例は、P V 電源の起こり得る平均動作電力点を統計的に決定するのに十分なデータを蓄積した場合に実現することができる。この場合、変換器の入力電圧 - 電流曲線は、このような起こり得る平均動作電力点を近似するように構成することができる。このような平均は、季節 (例えば、時期)、地理的な位置、温度などのような因子の関数として変わることがあることが理解されよう。

20

30

#### 【 0 0 1 4 】

図 2 は、( I - V 曲線 2 0、2 2、2 4、2 6 及び 2 8 のような) 様々な照射レベルにおける P V 電源の一群の入力 I - V 曲線の一例を示す。図 2 は更に、様々な I - V 曲線と交差する P V 電源の最大電力曲線の一例 (曲線 3 0) のグラフを示す。また、図 2 は、電力スイッチング変換器についての可能な入力 I - V 曲線の 2 つの模範的な実施形態を示す。電力スイッチング変換器についての第 1 の模範的な入力 I - V 曲線は、抵抗関数に基づいて定めることができるような一次当てはめ (linear fit) 近似 3 2 を有することができ、その電圧軸に沿った電圧オフセットは、この曲線を最大電力点の曲線 3 0 に最も近接させるように選択される。電力スイッチング変換器についての第 2 の模範的な入力 I - V 曲線は、三次当てはめ (cubic fit) 近似 3 4 を有することができる。

40

#### 【 0 0 1 5 】

当業者に理解されるように、スイッチング変換器において適切な I - V 入力曲線を達成するために多数の手法がある。例えば、検知及び帰還制御手法を使用することにより、変換器が所望の入力 I - V 曲線特性を示すようにすることができる。本発明の様々な面によれば、最小の制御で又は何ら制御を追加せずに所望の入力 I - V 曲線を必然的に示す様々な商業上入手可能な変換器トポロジーのいずれかを利用することを提案する。1 つの簡単な例は、一次 I - V 曲線 (すなわち、直線) を持つクラスのスイッチング変換器の内の任意のものを使用することである。例えば、高力率整流器を有するもののような線形抵抗器エミュレータは、次の関係式  $I = K 1 * V$  で定義されるような一次 I - V 曲線を生成することができる。ここで、K 1 は、所与の用途の要件に基づいて調節することのできる定

50

数である。

【0016】

実際のPVシステムにおいて考慮すべき1つの基本的な事項は、PV電源によって供給される電流及び/又は電圧の量が、照射強度及び/又は温度に生じ得る広範囲の変化に起因してかなり変化し易いことである。すなわち、実際のPVシステムは、照射強度、周囲温度、設置場所、及びこれらの組み合わせにかなり左右されることがある。I-V平面の原点を通る一次当てはめは、実現するのに複雑でなく且つ多くの用途に有用であるが、広範囲の動作条件にさらされる場合には必ずしもPV電源からの電力の取り出しを最大にするための最適な入力I-V曲線を提供するとは限らないことがあることが認められている。このような場合、負荷変換器入力I-V曲線がPV電源のI-V曲線の最大電力点の近辺で比較的高い傾斜(すなわち、比較的高いコンダクタンス)を持っているとき、改善された性能を得ることができる。この目標を達成するための1つの模範的な手段は、入力I-V曲線について比較的急峻な傾斜を持つ(例えば、一次当てはめ近似を与える)変換器を使用することであり、その入力I-V曲線はまた、図2に示されている(入力I-V曲線32の)ように、一次当てはめ近似が最大電力点の近くでPV電源のI-V曲線と交差するように電圧軸に沿って適切にずらされる。同じ目標を達成するための別の模範的な手段は、図2に(入力I-V曲線34で)示されている傾斜が増大する曲線(例えば、三次当てはめ近似)を持つ変換器を使用することである。以下の説明は、電力スイッチング変換器においてこのような模範的な入力I-V曲線を実現するために使用することができるスイッチング変換器トポロジの幾つかの模範的な実施形態を提供する。

10

20

【0017】

図3は、(図2における入力I-V曲線32のような)電圧オフセットを持つ一次当てはめを有する入力I-V曲線を提供するように構成された模範的な一実施形態の変換器回路40のブロック図である。例えば、比例積分微分(PID)制御器42は加算器41からの出力信号を処理するように構成することができ、加算器41は電圧信号( $V_{in}$ )と(適当な倍率( $R_{eq}$ )で拡張できるような)電流信号( $I_{in}$ )とを組み合わせ、一次当てはめを示すエラー信号を出力する。例えば、挿入図45を参照されたい。加算器46はPID制御器42からの出力信号とオフセット電圧とを組み合わせ、一次当てはめと電圧オフセットとの和を示す(変換器のためのパルス幅変調(PWM)設定点として使用することのできる)信号を発生する。例えば、挿入図48を参照されたい。一例として、図3に示す回路は、バック(buck)/ブースト(boost)、バック又はブースト変換器のような様々な単一スイッチ変換器トポロジにおいて実現できる(テキサツ・インスツルメンツから市販されている調整器部品番号UC3854のような)標準的な市販のPWM調整器において利用可能な機能ブロックを使用して実現することができる。温度補償は、随意選択により、例えば、PV電源の温度を表す検知されたパラメータの関数としてオフセット基準を調節することによって、実現することができる。

30

【0018】

図4は、(図2の入力I-V曲線34のような)三次当てはめ近似を持つ入力I-V曲線を供給するようにフライバック(flyback)変換器として構成されている変換器62を持つ模範的な一実施形態のPVシステム60を表すブロック図である。変換器62は、所定の周波数のパルス波形を発生し且つ利得増幅器66から供給される電圧 $V_D$ に比例するパルス・デューティサイクルDを持つパルス幅変調器(PWM)64を含む。PWM64の出力は、MOSFETスイッチのような半導体電力スイッチQ1のゲート端子に結合される。図4は更に、一对の結合されたインダクタL1及びL2、ダイオードD1並びにフィルタ・コンデンサ $C_{ut}$ が所与の電気負荷69に結合されることを示している。フライバック変換器は不連続導通モード(DCM)で動作するように設計することができ、このような動作は当業者にはよく知られていよう。DCMのフライバック変換器の入力I-V曲線は次式 $I = V * D^2 / K_2$ によって与えられことを示すことができ、ここで、Dは変換器のデューティサイクル、すなわち、制御入力であり、またK2は定数である。従って、電流は入力電圧Vに比例し、これにより一次I-V曲線が生成される。もし、

40

50

例えば抵抗分圧器回路（例えば、抵抗器 R 1 及び R 2）を使用することにより、P V 電源 6 8 からの電圧 V を検知して検知電圧  $V_{s e n s e}$  を出力し、この電圧  $V_{s e n s e}$  を利得増幅器 6 6 に供給した場合、デューティサイクル D は V に比例することになる。すなわち、 $K_3$  を定数として、 $D = K_3 * V$  となり、従って、電圧 V の関数としての電流 I についての関係は  $I = V^3 * K_3^2 / K_2$  となる。すなわち、電流 I は、希望通り、 $V^3$  に比例する。

#### 【 0 0 1 9 】

動作性能を更に改善するために、本発明の様々な面では、例えば、入力 I - V 曲線を P V 電源温度の関数として電圧軸に沿って変位させるように、変換器の入力 I - V 曲線を P V 電源温度の関数として調節できるようにすることが意図される。P V 電源の温度を表すパラメータの検知は、変換器回路の一部であるような集積回路上のサーミスタ又は他の温度センサにより行うことができる。用途によっては、P V 電源及び変換器回路を集積化して、共通のパッケージ内で互いに対して熱的結合することができるので、この温度検知は多数のやり方で容易に達成することができる。例えば、用途によっては、温度センサは、P V 電源の他の素子と共に装着した冗長な（随意選択により、遮光した）P V 素子とすることができると考えられる。例えば、光起電性電源の一部分をマスクして、照射に起因する応答を防止することができ、このマスクされた部分からの電気信号は、光起電性電源の温度を検知するために使用することができる。当業者に理解されるように、所与の用途のために所望の熱的結合を達成するために、物理的近接及び導通路特性の様々な組合せを使用することができる。その上、熱的結合は、模範的な一実施形態では、P V 電源及び変換器回路が実質的に同じ温度になるように、又は随意選択により互いに対して予測可能な温度オフセットになるように構成することができる。

#### 【 0 0 2 0 】

本発明の様々な面では、図 5 に示されているように、P V 電源 7 0 の温度表示を得るために様々な技術を使用することが認識されている。例えば、温度センサ 7 2 は変換器回路 7 4 内のそれぞれの集積回路の一体部品であってよい。例えば、温度センサは、半導体装置のバンドギャップ基準のような、その中の感熱性電圧基準を利用することによって、集積回路の（従って、集積回路に熱的に結合された P V 電源の）温度変動を検知することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

別の例では、温度センサは、例えば、抵抗器、ダイオード、コンデンサ又はトランジスタのような集積回路内の感熱性電気部品を駆動するように結合された外部電圧基準を利用することができる。更に別の例では、温度センサは、例えば、ダイオード電流漏洩を監視することによって、それぞれの集積回路内の温度を検知することができる。すなわち、集積回路の一部である（典型的には、P V 電源からの信号を調整又は処理するために使用される）回路の幾分かを、P V 電源の温度表示を得るために使用することができる。また、温度センサは、ダイオード・パッド上に取り付けられた表面取付け型小形サーミスタのように、集積回路内に組み込まれた適当なパッド上に取り付けることができる。例えば、温度センサは、例えば、集積回路に熱的に結合された外面上に取り付けることのように、集積回路の外部に配置することができるので、温度センサはそれぞれの集積回路と一体である必要はないことが理解されよう。模範的な一実施形態では、この感熱性電気部品（例えば、温度センサとして機能するもの）は、P V 素子又は P V モジュールの背面に直接取り付けることができる。例えば、光起電性電源は、照射を受ける第 1 の面と、第 1 の面とは反対側の、照射を受けない第 2 の面とを含むことができる。この模範的な実施形態では、変換器は、P V 素子又は P V モジュールの第 2 の面、すなわち、P V 素子又は P V モジュールの照射を受けない面において、光起電性電源と一体にできると考えられる。

#### 【 0 0 2 2 】

用途によっては、単一の P V モジュールでは、所与の電力用途において要求されている様な十分な電力を供給できないことがあるので、P V モジュールのアレイ（配列体）が必

10

20

30

40

50

要とされることがある。実際のPVアレイにおいて電力拡張(scaling)を達成するには幾つかの問題が存在している。例えば、公知のPVアレイでは、所望の電力定格を達成するために接続することのできるPVモジュールの数を増分し続けることはできないことがある。これは、接続すべき変換器の入力及び出力I-V特性の間に不適合性が生じる可能性があることに起因する。その上、最大電力点追跡アルゴリズムを備えているPVシステムでは、このようなアルゴリズムは、複数のPVモジュールの最大電力点を決定することができないことがあり、これは、例えば、PVモジュール・アレイ内の一部の一群の個々のPVモジュールが遮光されたときに生じ得る。この部分的な遮光は、PVアレイの合成I-V曲線の形状を、最大電力追跡の複雑さを実質的に増大するような態様で変更して、局部的及び全体的な最大電力点追跡アルゴリズムの両方を決定することを必要とすることがある。従って、公知のPVアレイは、互いに相互接続することのできるPVモジュールの数が制限されることがあり、その結果として、所望の電力拡張性(scalability)を提供する能力が欠けることがある。

10

#### 【0023】

本発明の様々な面を具現化する入力I-V曲線を持つ変換器によって提供される更に別の利点は、複数のこのような変換器のそれぞれの出力I-V曲線が、図6に示されているように、互いに接続されたときに電力を分担するのに適した特性を示すことであることに留意されたい。これは、それぞれのPV電源84及び86を含むモジュール80及び82のような複数のPVモジュールからの電力出力を組み合わせるのに役立つ。この利点は、前に述べた模範的な入力I-V曲線に関連した場合のように、PV負荷変換器の入力I-V曲線がPV負荷変換器の出力とは独立しているときに達成することができる。従って、各々のPV負荷変換器は電源として作用して、有利な電力拡張能力を提供する。各々の変換器が電源になり、従って各々の変換器は、稼働中の負荷がPV電源によって供給される実質的に全ての電力を使用している場合、PVモジュール・アレイの一部であってよい他のこのような変換器に、直列回路、並列回路、又は直列/並列回路の組合せのような任意の所望の態様で、接続することができる。

20

#### 【0024】

幾つかの模範的な入力I-V曲線特性について特定の模範的な実施形態を説明してきたが、以下に、変換器の入力I-V曲線特性に関して一般的な幾つかの役に立つ条件を列挙する。

30

#### 【0025】

(1) 入力I-V曲線の傾斜は、PV電源のI-V曲線とPV負荷変換器の入力I-V曲線との交点で正である。

#### 【0026】

(2) PV電源の曲線との交点におけるPV負荷変換器の入力曲線の接線は、 $I_{sc}$  (短絡電流)未満で電流軸と又は $V_{oc}$  (開路電圧)未満で電圧軸と交差するべきである。

#### 【0027】

(3) PV電源のI-V曲線とPV負荷変換器の入力I-V曲線との交点は、典型的な動作条件下で最大電力点又はその近くにあるべきである。動作は、一組の全ての動作条件下で少なくとも1つの点について理論的に最大であるべきである。

40

#### 【0028】

本発明の好ましい実施形態を図示し説明したが、このような実施形態は単なる例として示したものである。当業者には、本発明から逸脱せずに多数の変形、変更及び置換が考えられよう。従って、本発明は特許請求の範囲に記載の精神及び範囲内で制限されるものとする。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0029】

50



【図1】本発明の様々な面を具現化する模範的な一実施形態の光起電性システムを表すブロック図である。

【図2】様々な照射レベルにおけるPV電源の模範的なI-V曲線を示すと共に、これらのI-V曲線と交差するPV電源の最大発電曲線、並びに本発明の様々な面を具現化する電力変換器についての入力I-V曲線の2つの模範的な実施形態を示すグラフである。

【図3】一次当てはめ近似を持つ入力I-V曲線を電圧オフセットと共に供給するように構成されている模範的な一実施形態の変換器を表すブロック図である。

【図4】三次当てはめ近似を持つ入力I-V曲線を供給するように構成されている変換器を持つ模範的な一実施形態のPVシステムを表すブロック図である。

【図5】変換器の入力I-V曲線をPV電源温度の関数として調節することができるようにした、本発明の様々な面を具現化する模範的な一実施形態のPVシステムを表すブロック図である。

【図6】各モジュール変換器を他の同様な変換器に相互接続して所望の電力拡張性が得られるようにした、本発明の様々な面を具現化する模範的な一実施形態のPVシステムを表すブロック図である。

【符号の説明】

【0030】

12	変換器	
14	光起電性(PV)電源	
16	電気負荷	20
20、22、24、26、28	I-V曲線	
30	最大電力曲線	
32	一次当てはめ近似	
34	三次当てはめ近似	
40	変換器制御回路	
42	比例積分微分(PID)制御器	
41	加算器	
45	挿入図	
46	加算器	
48	一次当てはめを示すための挿入図	30
60	PVシステム	
62	変換器PVシステム	
64	パルス幅変調器(PWM)	
66	利得増幅器	
69	電気負荷	
68	PV電源	
72	温度センサ	
80、82	PVモジュール	
84、86	PV電源	
87、88	スイッチング変換器	40
Q1	半導体電力スイッチ	
L1、L2	一对の結合されたインダクタ	
D1	ダイオード	
C <sub>out</sub>	フィルタ・コンデンサ	

【図1】

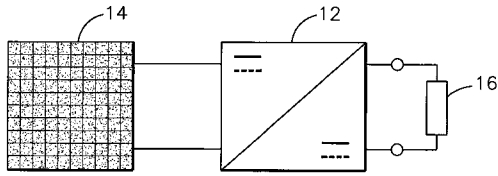


FIG. 1

【図3】

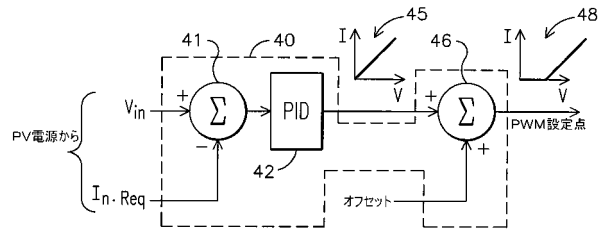


FIG. 3

【図2】

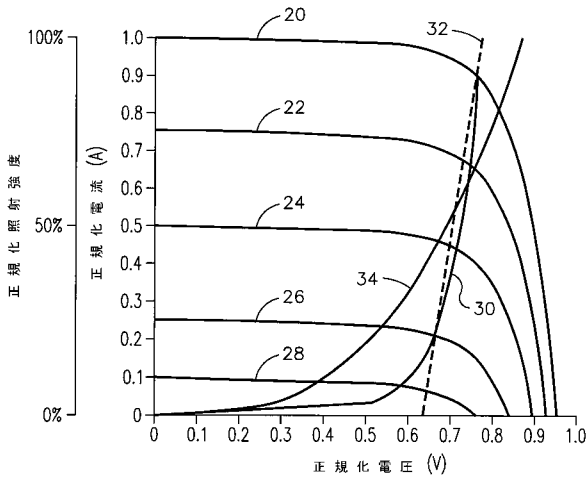


FIG. 2

【図4】

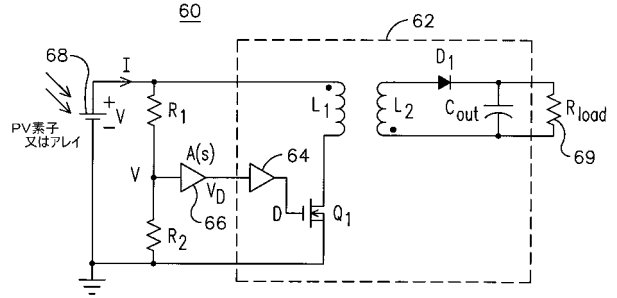


FIG. 4

【図5】

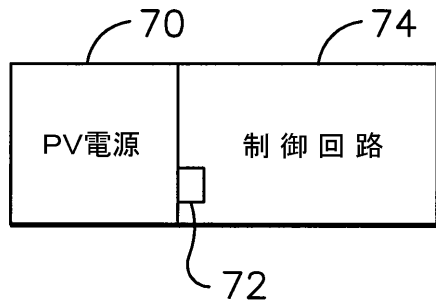


FIG. 5

【図6】

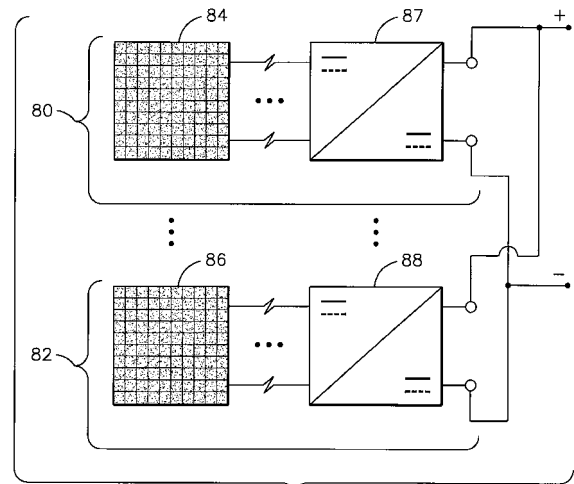


FIG. 6

---

フロントページの続き

(72)発明者 マイケル・アンドリュウ・デ・ローイ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、イースタン・パークウェイ、1814番

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特開平01-224817(JP,A)  
特開平07-072941(JP,A)  
特開2000-181555(JP,A)  
特開昭63-136117(JP,A)  
米国特許第4580090(US,A)  
米国特許第5001415(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G05F 1/67  
H02M 3/155 - 3/28