

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5946475号  
(P5946475)

(45) 発行日 平成28年7月6日(2016.7.6)

(24) 登録日 平成28年6月10日(2016.6.10)

(51) Int.Cl.

F I

G O 5 F 1/67 (2006.01)

G O 5 F 1/67 A

H O 2 J 1/00 (2006.01)

H O 2 J 1/00 3 O 6 G

請求項の数 5 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2013-554643 (P2013-554643)	(73) 特許権者	390020248
(86) (22) 出願日	平成24年2月17日 (2012.2.17)		日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
(65) 公表番号	特表2014-508357 (P2014-508357A)		東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(43) 公表日	平成26年4月3日 (2014.4.3)	(73) 特許権者	507107291
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/025683		テキサス インスツルメンツ インコーポ
(87) 国際公開番号	W02012/112916		レイテッド
(87) 国際公開日	平成24年8月23日 (2012.8.23)		アメリカ合衆国 テキサス州 75265
審査請求日	平成27年2月13日 (2015.2.13)		-5474 ダラス メール ステーショ
(31) 優先権主張番号	13/361,289		ン 3999 ビーオーボックス 655
(32) 優先日	平成24年1月30日 (2012.1.30)		474
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 上記1名の代理人	100098497
(31) 優先権主張番号	102011011602.8		弁理士 片寄 恭三
(32) 優先日	平成23年2月17日 (2011.2.17)	(72) 発明者	マシュー シェヴリエ
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		ドイツ連邦共和国 フライジング 853
			56 ベーマーワルトシュトラッセ 5
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソーラーセルの出力電力を最適化するためのデバイス及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ソーラーセルの出力電力を最適化するための電子デバイスであって、  
前記電子デバイスが、  
前記ソーラーセルと負荷との間に直列に結合される可変直列抵抗器と、  
前記可変直列抵抗器を制御するように構成される制御ユニットと、  
前記ソーラーセルの出力電圧を測定するためのセンサと、  
前記ソーラーセルの出力電流を測定するためのセンサと、  
を含み、  
前記制御ユニットが、

時間にわたる前記出力電圧の一次導関数が一定の値を有するように時間にわたって前記可変直列抵抗器の抵抗を変化させ、同時に時間にわたる前記出力電流の二次導関数を監視し、時間にわたる前記出力電流の二次導関数が所定の閾値を超えるか否かを判定し、そして前記出力電圧と前記出力電流との対応する値を前記ソーラーセルの最大電力点 (MPP) として識別するように構成される、電子デバイス。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電子デバイスであって、  
前記制御ユニットが、時間にわたる前記出力電流の二次導関数の極値を検出することにより前記ソーラーセルの前記最大電力点 (MPP) を識別するように、更に構成される、電子デバイス。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の電子デバイスであって、  
前記電子デバイスが個別のアナログ集積回路である、電子デバイス。

## 【請求項 4】

請求項 2 に記載の電子デバイスであって、  
前記電子デバイスが個別のアナログ集積回路である、電子デバイス。

## 【請求項 5】

ソーラーセルの出力電力を最適化するための電子デバイスを動作させる方法であって、  
前記電子デバイスが、

前記ソーラーセルと負荷との間に直列に結合される可変直列抵抗器と、

前記可変直列抵抗器を制御するように構成される制御ユニットと、

前記ソーラーセルの出力電圧を測定するためのセンサと、

前記ソーラーセルの出力電流を測定するためのセンサと、

を含み、

前記方法が、

時間にわたる前記出力電圧の一次導関数が一定の値を有するように時間にわたって前記可変直列抵抗器の抵抗を変化させることと、

同時に時間にわたる前記出力電流の二次導関数を監視することと、

時間にわたる前記出力電流の二次導関数が所定の閾値を超えるか否かを判定することと

、

前記出力電圧と前記出力電流との対応する値を前記ソーラーセルの最大電力点 (MPP) として識別することと、

を含む、方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本願は概してソーラーセルの出力電力を最適化するための電子デバイスに関連する。本発明は更に、ソーラーセルの出力電力を最適化するための電子デバイスを動作するための方法に関連する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ソーラーセルの好ましい動作地点は、ソーラーセルが最大出力電力を搬送する最大電力点 (MPP) である。図 1 は、従来技術に従ったソーラーセルの典型的な電流電圧特性 (I-V 特性) を示す。ソーラーセルの出力電力は、I 及び V の積により与えられ、その最大値が MPP を定める。

## 【0003】

MPP を判定するための典型的な方法は、ソーラーセルの実際の負荷に直列に結合されるテスト負荷を変えることである。テスト負荷が変えられる一方で、出力電力が計算される。更に、I 及び V の積の一次導関数 (first

order derivative) (即ち、ソーラーセルの出力電力) が決められる。図 1 の出力電力曲

線から分かるように、その一次導関数は MPP でその傾きを変える。電流 I を増大することにより、低電流値で開始するとき、出力電力がその最大値に達するまで対応する電圧 V が増大する。電圧 V が更に増大すると、電流 I の低下する値につながる。言い換えると、それぞれの I 及び V 値が MPP から左に位置するか又は右に位置するかに応じて、一次導関数は正の又は負の傾きを有する。正の傾きは、MPP が一層高い電流値で見られ得るという情報を含み、一方、負の傾きは、MPP が一層低い電流値に位置することを示す。それに従って電流及び電圧を調節することにより、ソーラーセルはその MPP に設定され得る。

## 【0004】

しかし、複数の外部パラメータが、ソーラーセルの出力電力特性に影響を与える。特に

10

20

30

40

50

、光への露出及びセルの動作温度が出力電力曲線に影響を与える。従って、MPPも異なる電圧及び電流値にシフトされる。ソーラーセルを常にそのMPPで動作させるため、この依存性は、ソーラーセルの動作電流及び電圧を頻繁に調節する必要性につながる。この調節は通常、前述の方式で動作するマイクロコントローラユニット又はデジタルシグナルプロセッサによって実行される。また、この調節は速くなくてはならない。というのは、ソーラーセルの実際の負荷が非常に急速に変化し得るためだけでなく、光露出及び動作温度などの動作条件も変化し得るためである。しかし、マイクロコントローラユニット又はデジタルシグナルプロセッサの適用は、これらの構成要素が高価であるため、システムのコストを増加させる。

#### 【発明の概要】

10

##### 【0005】

ソーラーセルの出力電力を最適化するための代替の電子デバイスを提供することが本発明の一つの全般的な目的である。この電子デバイスを動作させるための代替の方法を提供することも一つの目的である。

##### 【0006】

本発明は、ソーラーセルの出力電力を最適化するための電子デバイスを提供する。電子デバイスは、制御ユニット、及びソーラーセルと負荷との間に直列に結合される可変直列レジスタ（抵抗器）を含む。制御ユニットは、可変レジスタを制御するように構成され、そして、更に、ソーラーセルの出力電圧及び出力電流を測定するためのセンサを含む。制御ユニットは、時間にわたる出力電圧の一次導関数が一定の値を有するように時間によって直列レジスタの抵抗を変えるように構成される。同時に、制御ユニットは、時間にわたって出力電流の二次導関数が所定の閾値を超えるか否かを判定するため、時間にわたって出力電流の二次導関数を監視するように構成される。対応する出力電圧及び電流の値が、そのソーラーセルの最大電力点（MPP）として識別される。

20

##### 【0007】

本発明に従って、電子デバイスは、ソーラーセルの動作条件の信頼性の高い及びコスト効率のよい制御及び最適化を可能にする。例えばマイクロコントローラなどのコストのかかる構成要素は省かれ得る。

##### 【0008】

本発明の1つの側面に従って、制御ユニットは更に、時間にわたって出力電流の二次導関数の極値を検出することにより、ソーラーセルの最大電力点（MPP）を識別するように構成される。

30

##### 【0009】

本発明の更なる側面に従って、電子デバイスはアナログ集積回路として実現される。これにより、電子デバイスの非常にコスト効率のよい実装が可能となる。

##### 【0010】

本発明は更に、ソーラーセルの出力電力を最適化するための電子デバイスを動作するための方法を提供する。制御ユニットがあり、ソーラーセルと負荷との間に直列に可変直列レジスタが結合される。制御ユニットは、可変レジスタを制御するように構成され、ソーラーセルの出力電圧及び電流を測定するためのセンサを更に含む。時間にわたって出力電圧の一次導関数が一定の値を有するように、直列レジスタの抵抗は時間にわたって変えられる。同時に、時間にわたって出力電流の二次導関数が監視され、時間にわたって出力電流の二次導関数が所定の閾値を超えるか否かが判定される。出力電圧及び電流の対応する値が、そのソーラーセルの最大電力点（MPP）として識別される。

40

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0011】

例示の実施例を添付の図面を参照して説明する。

##### 【0012】

【図1】図1は、従来技術に従った、ソーラーセルの典型的な電流電圧特性及び対応する出力電力を示す簡略化した図である。

50

【 0 0 1 3 】

【図 2】図 2 は、本発明の一実施例に従った、ソーラーセルの最大電力点を判定するための電子デバイスの簡略化した概略回路図である。

【 0 0 1 4 】

【図 3】図 3 は、本発明の一実施例に従った、時間にわたる出力電流の一次導関数及び時間にわたる電流の二次導関数を更に示す更なる簡略化した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

図 1 は、光に晒されるソーラーセルの典型的な電流電圧特性（ $I - V$  特性）を示す簡略化した図である。更に、ソーラーセルの対応する出力電力も図 1 に示す。このソーラーセルは、出力電力曲線の極値においてその最大出力電力を搬送し、これは最大電力点 M P P と呼ぶこともある。ソーラーセルを動作させるとき、最大効率を達成するため、ソーラーセルを M P P で又はその近辺で動作させることが望ましい。

10

【 0 0 1 6 】

図 2 は、本発明の電子デバイス 2 のための一実施例の簡略化した概略回路図である。電子デバイス 2 は、可変直列レジスタ 6、出力電圧  $V$  を測定するためのセンサ 1 2、及びソーラーセル 4 の出力電流  $I$  を測定するためのセンサ 1 4 を含む。

【 0 0 1 7 】

可変直列レジスタ  $R$  は、ソーラーセル 4 と負荷 8 との間に直列に結合される。出力電圧  $V$  及び出力電流  $I$  は適切な測定デバイス 1 2、1 4 によって決まる。出力値  $V$ 、 $I$  は制御ユニット 1 0 に供給される。好ましくは、制御ユニットは、これ以降に説明する処理工程を実行するように適切に構成される集積アナログ回路である。

20

【 0 0 1 8 】

制御ユニット 1 0 は、出力電圧  $V$  が時間にわたって継続的に変化するように、可変レジスタ 6 の抵抗  $R$  を変えるように構成される。言い換えると、式  $dV / dt = \text{一定}$ 、が有効である。出力電圧  $V$  は、高い初期値から低い値へ変化し得、その逆も同様である。唯一の要件は出力電圧  $V$  が時間にわたって継続的に変化することである。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、 $I - V$  特性だけでなく、図 1 から既に分かっているソーラーセル 4 の出力電力を示す、更なる簡略化した図である。これに加えて及び本発明の一実施例に従って、それぞれ、 $dI / dt$  及び  $d^2 I / dt^2$  と呼ぶ、時間にわたる出力電流  $I$  の一次及び二次導関数を図 3 に示す。これらの曲線は非常に概略化されており、所与の縮尺を参照しない。しかし、曲線の勾配が関心事であるため、これは重要ではない細部である。

30

【 0 0 2 0 】

上述のように、式  $dV / dt = \text{一定}$ 、が有効である。例として開回路電圧  $V_{oc}$  に近い高電圧  $V$  で開始するとき、電圧  $V$  の或る変化は、電流  $I$  の或る変化につながる。電圧  $V$  と電流  $I$  との間の相関は、M P P から離れた領域においてほぼ線形であるため、電流  $I$  は電圧  $V$  におおむね比例して変化する。或るタイムインタバルにおいて電圧  $V$  が継続的に変化するとき、これは、 $dV / dt = \text{一定}$ 、が有効であることを意味し、電流  $I$  も時間で継続的に変化し得、これは、時間にわたる電流の一次導関数  $dI / dt$  が一定であることを意味する。 $dI / dt$  曲線のこの挙動は、M P P から離れた領域においてみることができ。開回路電圧  $V_{oc}$  に近い高電圧  $V$  で開始するとき、電流  $I$  はまず、変化する電圧  $V$  と共に非常にわずかに変化する。時間にわたる変化で言えば及び時間にわたる電圧  $V$  の変化が一定であると仮定すると、時間にわたる電流  $I$  の対応する変化は、それが  $dI / dt$  のグラフの左の部分に見られるため、低い。

40

【 0 0 2 1 】

M P P の領域において、 $I - V$  曲線の傾きが劇的に変化するため、電圧  $V$  との電流  $I$  の変化は劇的に変化する。電圧  $V$  非常に小さな変化は電流  $I$  の大きな変化につながる。ここでも、時間にわたる電圧  $V$  の変化は一定である。これは、時間にわたる電流  $I$  の対応する変化が、中間的値から著しく高い値まで変化することを意味する。

50

## 【 0 0 2 2 】

更に一層顕著なのは、二次導関数  $d^2 I / d t^2$  で見るときの時間にわたる電流の変化である。これは、一次導関数が一層低い値から一層高い値まで上がる時最大値を明確に示す。 $d^2 I / d t^2$  の曲線は、図 3 において破線として示されている。

## 【 0 0 2 3 】

時間にわたる電流の二次導関数の極値（図 3 の最大値）が M P P に対応することが分かっている。対応する電流は M P P に対応する。

## 【 0 0 2 4 】

これにより、時間にわたる電流の二次導関数  $d^2 I / d t^2$  を見ることによりソーラセル 4 を M P P に調節する可能性が開ける。電圧  $V$  は、時間にわたって継続的に変えられ、同時に  $d^2 I / d t^2$  が監視される。

10

## 【 0 0 2 5 】

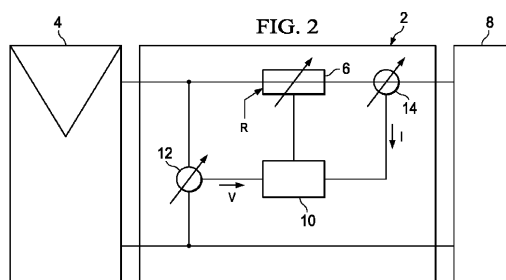
第 1 のアプローチとして、 $d^2 I / d t^2$  の値が或る閾値  $T$  を超えるとき M P P が見つかったと仮定され得る。更なる代替例は、ソーラセル 4 を M P P に正確に設定するため、それを超過し或るオフセット値に戻る、最大値自体を検出することであり得る。極値自体を検出することにより、M P P が非常に正確に判定され得る。

## 【 0 0 2 6 】

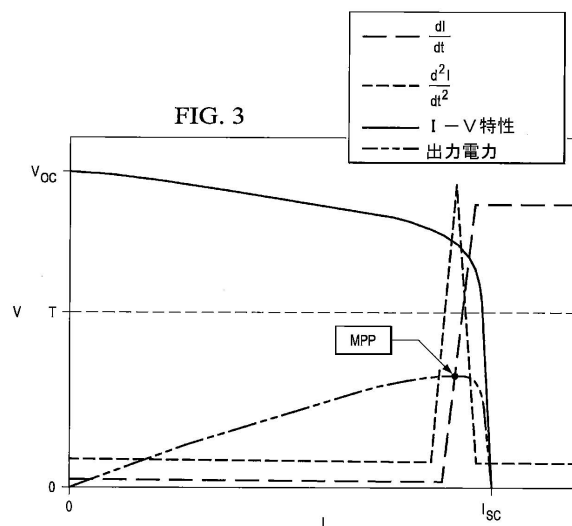
本発明に関連する技術に習熟した者であれば、本発明の特許請求の範囲内で、説明した例示の実施例に変形が成され得ること、及び他の実施例を実装し得ることが分かるであろう。

20

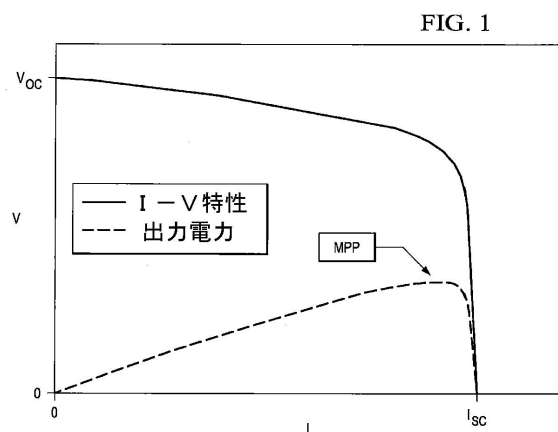
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 1 】



---

フロントページの続き

審査官 桑 原 恭雄

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 2 5 9 7 6 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 8 3 8 4 5 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 9 1 7 6 7 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 0 1 5 3 1 7 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
G 0 5 F 1 / 6 7  
H 0 2 J 1 / 0 0