

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-518028

(P2016-518028A)

(43) 公表日 平成28年6月20日 (2016. 6. 20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/075 (2012. 01)	HO 1 L 31/06 5 0 0	5 F 1 5 1
HO 2 J 13/00 (2006. 01)	HO 2 J 13/00 B	5 G 0 6 4
HO 2 M 7/48 (2007. 01)	HO 2 J 13/00 3 0 1 A	5 H 7 7 0
	HO 2 J 13/00 3 1 1 R	
	HO 2 M 7/48 R	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)		

(21) 出願番号 特願2016-507902 (P2016-507902)
 (86) (22) 出願日 平成26年4月14日 (2014. 4. 14)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年12月14日 (2015. 12. 14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/034054
 (87) 国際公開番号 W02014/169292
 (87) 国際公開日 平成26年10月16日 (2014. 10. 16)
 (31) 優先権主張番号 61/811, 736
 (32) 優先日 平成25年4月13日 (2013. 4. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/895, 326
 (32) 優先日 平成25年10月24日 (2013. 10. 24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 509101804
 ソレクセル、インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 9 5 0 3 5 - 7 4 0 5
 カリフォルニア、ミルピータス、マッカー
 シー ブールバード 1 5 3 0
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100094569
 弁理士 田中 伸一郎
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100109070
 弁理士 須田 洋之

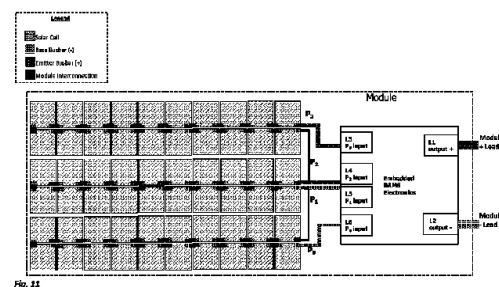
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層埋め込み式遠隔アクセスモジュールスイッチを利用する太陽光発電モジュール電力制御及びステータスモニタリングシステム

(57) 【要約】

発電のための太陽光発電モジュール積層体を提供する。モジュールは、モジュール積層体内に埋め込まれ、かつモジュール積層体内に電気相互接続された太陽電池の少なくとも1つのストリングを形成するように電気相互接続された複数の太陽電池を含む。更に、少なくとも1つの遠隔アクセスモジュールスイッチ (RAMS) 電力電子回路が、モジュール積層体内に埋め込まれ、少なくとも1つの電気相互接続太陽電池ストリングに電気相互接続されてそれによって給電され、かつ遠隔制御式モジュール電力送出ゲートスイッチとして機能する。

【選択図】 図 1 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電のための太陽光発電モジュール積層体であって、

前記モジュール積層体内に埋め込まれ、該モジュール積層体内に電気相互接続された太陽電池の少なくとも 1 つのストリングを形成するように電気相互接続された複数の太陽電池と、

前記モジュール積層体内に埋め込まれ、前記少なくとも 1 つの電気相互接続太陽電池ストリングに電気相互接続されてそれによって給電され、遠隔制御式モジュール電力送出ゲートスイッチとして機能する少なくとも 1 つの遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路と、

を含むことを特徴とするモジュール積層体。

【請求項 2】

正面軽量光透過性カバー層と、上部カプセル封入層と、前記複数の太陽電池と、底部カプセル封入層と、背面保護層とのスタックを含む軽量モジュール積層体であることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 3】

可撓性軽量モジュール積層体であることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 4】

正面軽量光透過性カバー層と、上部カプセル封入層と、前記複数の太陽電池と、底部カプセル封入層と、背面保護層とのスタックを含む建物一体型太陽光発電（BIPV）モジュール積層体であることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 5】

前記建物一体型太陽光発電（BIPV）モジュール積層体は、可撓性軽量モジュール積層体であることを特徴とする請求項 4 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 6】

正面光透過性カバーガラスと、上部カプセル封入層と、前記複数の太陽電池と、底部カプセル封入層と、背面保護層とのスタックを含む剛性モジュール積層体であることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 7】

フレームなしモジュール積層体であることを特徴とする請求項 6 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 8】

前記複数の太陽電池は、モノリシックアイル分割太陽電池（iセル）であり、該太陽電池の各々が、該太陽電池に増大電圧と低減電流の組合せによる電力を提供するように互いに電気相互接続された複数のサブセルを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、電力線通信（PLC）指令信号を受信している時にモジュール電力の送出を可能にするようにオンにされ、かつ電力線通信（PLC）指令信号の不在時にモジュール電力の送出を防止するようにオフにされる常時オフゲートスイッチであることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、無線指令信号を受信している時にモジュール電力の送出を可能にするようにオンにされ、かつ無線指令信号の不在時にモジュール電力の送出を防止するようにオフにされる常時オフゲートスイッチであることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 11】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、半導体集積回路であることを特徴とする請求項１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１２】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、モノリシックシリコンCMOS集積回路であることを特徴とする請求項１１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１３】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、前記電気相互接続太陽電池ストリングによって給電されることを特徴とする請求項１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１４】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、半導体バイパススイッチを閉じることにより、前記電気相互接続太陽電池ストリングを内部短絡させ、かつそれをバイパスすることによってモジュール電力送出をオフにし、

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、前記半導体バイパススイッチを開く遠隔制御指令を受信した時にモジュール電力送出をオンにする、

ことを特徴とする請求項１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１５】

モジュール積層体内の前記電気相互接続太陽電池ストリングは、電気直列で接続された太陽電池を含むことを特徴とする請求項１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１６】

モジュール積層体内の前記電気相互接続太陽電池ストリングは、電気並列接続された太陽電池のサブグループの電気直列接続の混成組合せで接続された太陽電池を含むことを特徴とする請求項１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１７】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、前記電気相互接続太陽電池ストリングによって生成されており、かつ前記遠隔制御式モジュール電力送出ゲートスイッチを通過している電力の実時間測定のための回路を更に含むことを特徴とする請求項１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１８】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、該遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路に関連付けられてそれと電気通信しているPVモジュールアレイ制御及びステータスマニタリングシステムに前記電力の前記実時間測定値を送信するための回路を更に含むことを特徴とする請求項１７に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項１９】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、太陽光発電モジュール積層体の作動温度に対応する実時間温度測定のための回路を更に含むことを特徴とする請求項１に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項２０】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、該遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路に関連付けられてそれと電気通信しているPVモジュールアレイ制御及びステータスマニタリングシステムに前記実時間温度測定値を送信するための回路を更に含むことを特徴とする請求項１９に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項２１】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、該埋め込み遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路を含む太陽光発電モジュール積層体の一意的識別のための回路を更に含み、

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、前記電力の前記実

10

20

30

40

50

時間測定値を送信すると共に太陽光発電モジュール積層体の前記一意的識別を送信するための回路を更に含む、

ことを特徴とする請求項 18 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 22】

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、該埋め込み遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路を含む太陽光発電モジュール積層体の一意的識別のための回路を更に含む、

前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路は、前記実時間温度測定値を送信すると共に太陽光発電モジュール積層体の前記一意的識別結果を送信するための回路を更に含む、

10

ことを特徴とする請求項 20 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 23】

複数の電気相互接続された太陽光発電モジュール積層体であって、該モジュール積層体の各々が、

前記モジュール積層体内に埋め込まれ、かつ該モジュール積層体内に電気相互接続された太陽電池の少なくとも 1 つのストリングを形成するように電気相互接続された複数の太陽電池と、

前記モジュール積層体内に埋め込まれ、かつ前記少なくとも 1 つの電気相互接続太陽電池ストリングに電気相互接続されてそれによって給電され、遠隔制御式モジュール電力送出ゲートスイッチとして機能する少なくとも 1 つの遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路と、

20

を含む前記太陽光発電モジュール積層体と、

前記複数の電気相互接続された太陽光発電モジュール積層体内の前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路と通信することができる PV モジュールアレイ制御システムと、

を含むことを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 24】

前記 PV モジュールアレイ制御システムは、有効化信号を前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路に通信することによって前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体からの電力の送出を可能にすることができることを特徴とする請求項 23 に記載の太陽光発電システム。

30

【請求項 25】

前記有効化信号は、交替周波数（AC）パルス列で構成されることを特徴とする請求項 24 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 26】

前記 PV モジュールアレイ制御システムは、無効化信号を前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路に通信することによって前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体からの電力の送出を不能にすることができることを特徴とする請求項 23 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 27】

前記無効化信号は、交替周波数（AC）パルス列の不在に対応することを特徴とする請求項 26 に記載の太陽光発電システム。

40

【請求項 28】

前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体内の前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路との前記 PV モジュールアレイ制御システムの通信が、電力線通信（PLC）に基づいていることを特徴とする請求項 23 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 29】

前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体内の前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路との前記 PV モジュールアレイ制御システムの通信が

50

、無線通信に基づいていることを特徴とする請求項 2 3 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 3 0】

前記 P V モジュールアレイ制御システムは、前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体内の前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（R A M S）電力電子回路と通信することができるステータスマonitoringシステムを更に含むことを特徴とする請求項 2 3 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 3 1】

前記 P V モジュールアレイステータスマonitoringシステムは、前記遠隔アクセスモジュールスイッチ（R A M S）電力電子回路からステータス測定値を受信することによって前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体からの実時間ステータス測定値を収集することを特徴とする請求項 3 0 に記載の太陽光発電システム。

10

【請求項 3 2】

前記ステータス測定値は、前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体に対応する電力の測定値を含むことを特徴とする請求項 3 1 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 3 3】

前記ステータス測定値は、前記複数の電気相互接続太陽光発電モジュール積層体に対応する温度の測定値を含むことを特徴とする請求項 3 1 に記載の太陽光発電システム。

【請求項 3 4】

モジュール積層体内に埋め込まれた前記複数の太陽電池は、強化されたモジュール電力採取に向けた分散日陰管理のための複数の埋め込みバイパススイッチを更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

20

【請求項 3 5】

分散日陰管理のための前記複数の埋め込みバイパススイッチは、前記複数の太陽電池に電気的に取り付けられた個別バイパススイッチを含むことを特徴とする請求項 3 4 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 3 6】

分散日陰管理のための前記複数の埋め込みバイパススイッチは、前記複数の太陽電池に関連付けられたモノリシック集積バイパススイッチを含むことを特徴とする請求項 3 4 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 3 7】

分散日陰管理のための前記複数の埋め込みバイパススイッチは、前記複数の太陽電池に電気的に取り付けられた個別バイパススイッチと該複数の太陽電池に関連付けられた複数のモノリシック集積バイパススイッチとの組合せを含むことを特徴とする請求項 3 4 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

30

【請求項 3 8】

モジュール積層体内に埋め込まれた前記複数の太陽電池は、強化されたモジュール電力採取に向けた複数の埋め込み式最大電力点追跡（M P P T）電力オペティマイザーを更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 3 9】

モジュール積層体内に埋め込まれた前記複数の太陽電池は、強化されたモジュール電力採取に向けて、分散日陰管理のための複数の埋め込みバイパススイッチと複数の埋め込み式最大電力点追跡（M P P T）電力オペティマイザーとを更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

40

【請求項 4 0】

モジュール積層体内に埋め込まれた前記複数の太陽電池は、強化されたモジュール電力採取に向けた分散日陰管理のための複数の埋め込みバイパススイッチを更に含むことを特徴とする請求項 3 9 に記載の太陽光発電モジュール積層体。

【請求項 4 1】

D C から A C に電力を変換するための電力インバータを更に含むことを特徴とする請求項 2 3 に記載の太陽光発電システム。

50

【請求項 4 2】

前記電力インバータ及び前記 P V モジュールアレイ制御システムは、統合電子システムとして互いに組み合わされることを特徴とする請求項 4 1 に記載の太陽光発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔関連出願への相互参照〕

本出願は、2013 年 4 月 13 日出願の米国特許仮出願第 61/811,736 号及び 2013 年 10 月 24 日出願の第 61/895326 号の利益を主張するものであり、これらの文献は、これによりその全体が引用によって組み込まれる。

10

【0002】

本発明の開示は、一般的に太陽光発電（P V）セル及びモジュールの分野に関し、より具体的には太陽光発電モジュールのための電力制御及びステータスモニタリングシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

太陽光発電（P V）及び太陽電池の技術における進歩は、再生可能クリーンエネルギー生産機構としての太陽電池及び太陽光モジュールの低コスト大量生産及び大規模採用への道を切り開いた。この技術が実施される時にセル、モジュール、及びシステムレベルでの安全性及び電力効率の改善への要求が高まっている。典型的な太陽光システムは、太陽光モジュール積層体に装着かつ接続された太陽電池と、太陽電池が発生させた電力を負荷に伝達して回収するためのストリング及び太陽光システムレベル構成要素（例えば、DC から AC への電力インバータユニットのような電力コンバータユニット）の様々な取り合わせを含む。太陽光モジュールは、電力採取に向けていくつかの太陽電池を電気接続し（典型的には、1 つ又はそれよりも多くの直列接続太陽電池ストリングに）、かつ典型的には、電気相互接続された（例えば、タブ接続／ストリング接続により）太陽電池をガラスのような透過性保護表カバーと、保護裏シートと、エチレンビニルアセテート（EVA）のような適切なカプセル封入層とを含む太陽光モジュール積層体内にカプセル封入又はパッケージ化する。

20

【0004】

30

一般的に、太陽光システム電力は、モジュールを接続して電力を回収するための外部電気配線に頼ってモジュール積層体（又は電気直列、電気並列、又は直列と並列の組合せで接続されたモジュールのようないくつかの電気接続太陽光モジュール）の正及び負のリード／端子から回収される。すなわち、太陽電池が太陽光を受光して電力を発生させている時に、太陽光モジュール出力リードは、通電状態にある（すなわち、それらは電圧を有し、かつ電力を負荷に送出することができる）。更に、多くの場合に、モジュールの電力出力を制御するのは困難であり、既存の制御システムは、モジュール出力を接続又は切断するために外部電気ブレーカスイッチ又は他のモジュール外部手段に頼っている。これらのソリューションは、多くの場合に高温のモジュールワイヤを残し、故障しがちであり、複雑な製作を必要とする個別の外部モジュールレベルの構成要素である。一部の他の従来技術構成は、外部モジュール出力リードに外部から取り付けられた外部マイクロインバータ又は DC-D C 電力オプティマイザーを使用する。外部マイクロインバータ又は DC-D C 電力オプティマイザーは、負荷へのモジュール電力送出を切断することはできるが、P V モジュールにかなりのコスト及び複雑さを追加し、モジュール積層体内でモジュール電力送出を内部で切断することはしない。

40

【0005】

これに加えて、太陽光発電モジュールは、商業施設及び住居施設の屋上及びファサード、並びに実用規模の太陽光発電所及び他の特殊用途（例えば、自動車用途のような移動可能又は搬送可能な発電用途）上に益々搬送されてそこに設けられてきているので、太陽光モジュールを安全で効率良く搬送、設置、及び制御することへの要求が高まっている。更

50

に、太陽光発電システムの使用が増しているので、作動中及び保守中のモジュールの盗難の意識及び防止、並びに安全性要件は、益々高まる懸念事項となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許出願第14／072,759号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従って、モジュール発電への最小の影響（すなわち、最小の挿入損失）しか伴わずに高いモジュール安全性及び盗難防止の改善をもたらす実施が簡単で安全なモジュール電力制御及びステータスモニタリングシステムに対する必要性が生じている。本発明の開示の主題により、これまでに開発されたモジュール電力制御システムに関連付けられた欠点を実質的に排除するか又は低減する遠隔アクセス制御スイッチ（RAMS）を利用するモジュール電力制御（及びステータスモニタリング）システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の開示の主題の一態様により、発電のための太陽光発電モジュール積層体を提供する。太陽光モジュール積層体は、モジュール積層体内に埋め込まれ、かつこのモジュール積層体内で電気相互接続された太陽電池の少なくとも1つのストリングを形成するように電気相互接続された複数の太陽電池を含む。モジュール積層体は、典型的には、保護透過性カバーシート（例えば、ガラス又はETFE又はPFEのような可撓性軽量フルオロポリマー）と、正面カプセル封入層（例えば、EVA、ポリオレフィン、又は別の適切なカプセル封入材料）と、複数の電気相互接続太陽電池及び本発明の実施形態のようないずれかの埋め込み電力電子構成要素と、背面カプセル封入層（例えば、EVA、ポリオレフィン、又は別の適切なカプセル封入材料）と、適切な保護背面シート（例えば、Tedlar又は別の適切な保護基板）とを含む。更に、少なくとも1つの遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路（単一パッケージモノリシック集積回路又は多構成要素小型プリント回路基板のいずれかとして実施される）が、モジュール積層体内に埋め込まれ、上記少なくとも1つの電気相互接続太陽電池ストリング（電気直列又は並列／直列の混成組合せで相互接続された）に電気相互接続されてそれによって給電され、かつ遠隔制御式モジュール電力送出ゲートスイッチとして機能する。任意的に、RAMSデバイスはまた、送出されている実モジュール電力及びモジュール温度を含むがこれらに限定されないPVモジュールの実時間ステータスモニタリングのための機能を与えることができる。

【0009】

本発明の開示の主題のこれら及び他の態様、並びに追加の新しい特徴は、本明細書に提供する説明から明らかであろう。この要約の目的は、主張する主題の網羅的な説明ではなく、この主題の機能の一部の短い概要を提供することである。当業者には、以下に続く図及び詳細説明の精査の後に本明細書に提供する他のシステム、方法、特徴、及び利点が明らかになるであろう。本明細書に含まれる全てのそのような追加のシステム、方法、特徴、及び利点は、あらゆる特許請求の範囲内であるように意図している。

【0010】

本発明の開示の主題の特徴、性質、及び利点は、類似の参照番号が類似の特徴を示す図面に関連付けた以下に示す詳細説明からより明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】モジュール積層体内に埋め込まれることになる遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子回路（単一パッケージモノリシック集積回路又は多構成要素プリント回路基板のいずれかとして実施することができる）の図である。

【図 2】連続 A C 信号、例示的な変調信号、及び得られる A C パルス列を描示する図である。

【図 3】4 つの端子リード又は端子パッド（2 つの入力端子及び 2 つの出力端子）を有する R A M S チップのレベル概略図である。

【図 4】4 端子 R A M S チップを使用するそのような設計の多様性を示す図である。

【図 5】4 端子 R A M S チップを使用するそのような設計の多様性を示す図である。

【図 6】4 端子 R A M S チップを使用するそのような設計の多様性を示す図である。

【図 7】モジュール給電式埋め込み R A M S 電力電子回路実施形態を示す代表的な高レベル機能略回路図である。

【図 8】相互接続太陽電池ストリングからの複数の接続点への接続のための 6 つの端子リード又は端子パッドを有する R A M S チップのレベル概略図である。

【図 9】埋め込み R A M S 電力電子回路を使用する太陽光モジュール積層体の図である。

【図 10】6 つの端子リード又は端子パッド（4 つの入力端子と 2 つの出力端子を含む）を有する R A M S チップのレベル概略図である。

【図 11】埋め込み電力電子回路を有する太陽光モジュール積層体の図である。

【図 12】モジュール給電式埋め込み R A M S 回路を示す代表的な高レベル機能略回路図である。

【図 13】モジュール給電式埋め込み R A M S 回路を示す代表的な高レベル機能略回路図である。

【図 14】本発明の R A M S 埋め込みモジュールを「P V アレイ制御及びステータスマニタリングシステム（P A C S）」との協働に使用する代表的な P V システム例である。

【図 15】本発明の R A M S 埋め込みモジュールを「P V アレイ制御及びステータスマニタリングシステム（P A C S）」との協働に使用する代表的な P V システム例である。

【図 16】本発明の R A M S 埋め込みモジュールを「P V アレイ制御及びステータスマニタリングシステム（P A C S）」との協働に使用する代表的な P V システム例である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に続く説明は、限定的な意味で捉えるべきではなく、本発明の開示の基本原理を説明するために行うものである。本発明の開示の範囲は、特許請求の範囲を参照して決定しなければならない。本発明の開示の例示的实施形態を図面に示し、これらの様々な図面の同様で対応する部分を指示するのに類似の番号を使用する。

【0013】

更に、本発明の開示を指令信号によって制御される遠隔アクセスモジュールスイッチ（R A M S）電力電子回路のような特定の实施形態及び構成要素を参照して説明するが、当業者は、本明細書に解説する原理を他の構成要素及び回路（埋め込みメモリ又は無線制御を使用する制御スイッチのような）、当業技術、及び／又は实施形態に過度の実験なく適用することができるであろう。

【0014】

本出願は、モジュールの取り扱い安全性を高め、公知の太陽光モジュール制御システムに関連付けられた製作及び信頼性の難問を解決し、かつ強力な盗難防止及び任意的なモジュールステータスマニタリング機能を提供しながら太陽光モジュール電力出力を有効かつ効率的に制御するためのソリューションを提供する。遠隔制御式モジュールオン／オフ切り換えに加えて、本出願のロバスト太陽光モジュールシステムはまた、複数の P V モジュール積層体（各々が、任意的に独特なモジュール識別子を有する埋め込み R A M S 電力電子回路を有する）を含むモジュールアレイ又は太陽光システム内におけるモジュール識別と、盗難防止機能を通じた盗難抑止と、実時間モジュールステータスマニタリング及び更新（モジュール積層体又は R A M S 回路の温度及びモジュール電力送出のような）と、P V モジュール積層体内のモジュール電力制御構成要素（R A M S 回路）及び太陽電池に対するサージ及び静電放電（E S D）の防止とを提供することができる。更に、本発明の開示のシステムの電気構成要素は、低コストで影響が最小限の構成要素として実施すること

ができ、更にモジュール自体によって給電することができる（すなわち、外部電源の必要のない自己給電RAMS電力電子回路）。

【0015】

一般的に、太陽電池モジュール（又は太陽光発電モジュール積層体）は、正面及び背面カプセル封入／積層体層（例えば、EVA、ポリオレフィン、又は別の適切なカプセル封入材料）の間に配置された複数の太陽電池を含む。他の層は、取りわけ、剛性光透過性ガラス層（剛性ガラスカバー付きモジュールに対する）又は可撓性軽量光透過性カバー層（例えば、透過性表カバーと太陽電池の間のETFE又はFPEのようなフルオロポリマーカバーシート）のような正面保護カバーと、背面保護層（太陽電池と背面保護層の間）とを含むことができる。PVモジュール積層体は、可撓性（及び／又は軽量）又は剛性（一般的にガラスカバー付き）の積層体構造とすることができ、フレーム付き又はフレームなしとすることができ、建物一体型太陽光発電（BIPV）のような様々な用途に向けて修正することができる。

10

【0016】

本出願の太陽光モジュール電力制御システムは、モジュール積層体内に埋め込まれて、モジュール電力出力のゲート処理及び制御（すなわち、モジュール積層体の外側へのモジュール電力送出を有効化又は無効化する）が可能なモジュールに対する電力ゲート又は電力スイッチ（言い換えれば、本発明の実施形態による遠隔制御式モジュールレベルバイパススイッチ及び制御器）として機能する少なくとも1つの遠隔アクセスモジュール制御スイッチ（RAMS）回路を利用する。本発明の1次実施形態において、遠隔制御式RAMSスイッチは、モジュール電力送出がオフにされた時にモジュール電力リードを内部で短絡する（従って、モジュール電流を内部でループさせる）バイパススイッチである。遠隔制御式RAMSバイパススイッチは、モジュール電力送出がオンにされた時に開いた位置（モジュールリードを短絡しない）にある。例えば、RAMSは、バイパススイッチ設計を有する単一パッケージのモノリシックCMOSチップ、又はモジュール積層体内に埋め込まれたバイパススイッチ設計を有する多構成要素プリント回路基板（PCB）のいずれかとすることができ、太陽光発電（PV）モジュール毎に1つのRAMS回路を埋め込み、モジュールカプセル封入材料内に位置決めすることができ、モジュールの電力出力は、このRAMS回路を通して流れる。あるいはこれに代えて、各々が直列接続又は並列直列混成接続の太陽電池のアレイ（複数）に接続された複数のRAMS電力電子回路（例えば、モジュール積層体内の3つの電気相互接続太陽電池部分ストリングに関連付けられた3つのRAMS回路）をモジュール積層体内に埋め込むことができる。RAMS電力電子回路自体（例えば、単一パッケージモノリシック集積回路又は多構成要素PCBのいずれか）は、電気相互接続太陽電池ストリングに様々な機構を用いて配置して取り付ける（例えば、太陽電池が、相互接続構造を有する背面上に装着される場合／時に、支持背面に取り付ける）ことができ（例えば、半田付け及び／又は導電性接着剤により）、又は太陽電池ストリング出力電気リードの近く及び／又はこれらのリードの間の個別構成要素（モノリシック集積回路又は多構成要素PCBのいずれか）として配置し、電気相互接続太陽電池ストリングにモジュール積層体内の電気バス接続コネクタを通して接続することができる。重要な点として、モジュール電力は、モジュール外部出力を通して外部に送出することができる前に埋め込みRAMS回路を通過する必要がある（モジュール積層体の外側への電力送出は、遠隔制御式RAMSが、そのバイパススイッチを開放してモジュール電流を内部で短絡しないことによって電力送出を有効化するときにより有効化される）。

20

30

40

【0017】

電力送出スイッチ（RAMS電力電子回路）は、モジュール積層体内に埋め込まれてモジュール内にあるので、スイッチがモジュールをオフにして外側への電力送出を無効化した時（すなわち、モジュール電流を内部でバイパスするようにスイッチが閉接／短絡される時に並列バイパススイッチがゲート処理し、従って、RAMSゲートよりも大きい電力送出を無効化する場合）には、電力はモジュール内に閉じ込められ（すなわち、モジュール電流が内部でループする）、従って、スイッチは、盗難防止デバイスとして機能し、外

50

部電力送出が存在しないので、いずれかの外部モジュール出力リードを含むモジュールは、取り扱いに関して安全である。一部の事例では、内部モジュール電流ループから生じる損失を軽減し、埋め込みRAMS電力電子機器の小フットプリント低コスト実施を可能にするために、RAMSスイッチに直列接続された太陽電池又は太陽電池ストリングに関する電流を低減することが望ましい場合がある。そのような実施形態において、太陽電池に増大電圧と低減電流を与えるために、各太陽電池は、電気直列又は並列と直列の混成組合せで相互接続されたモノリシックタイル分割又はモノリシックアイル分割のサブセルから構成される。その結果、モジュール電流強度が低下し、モジュール電圧強度が増大し、従って、RAMS電力電子機器回路を低減電流増大電圧構成に向けて設計することが可能になる。本発明のRAMS実施形態と共に使用されるモノリシックアイル分割太陽電池に関する代表的な強度調整係数は、約4から16の範囲にあるとすることができる。例えば、8という強度調整係数を与えるためにサブセル相互接続方式を用いて約5.3Wのピーク電力を発生させることができるモノリシックアイル分割結晶シリコン太陽電池は、4.6V程度の最大電力セル電圧と、1.16A程度の最大電力セル電流とを生成することができる。そのような太陽電池の直列接続ストリングでは、ストリング電流も、8という強度調整係数で低減され（例えば、約1.16Aに対応する）、一方、直列接続ストリングに対するストリング電圧は、8という係数で増大する。この構成は、小さい電力電子回路（モノリシックパッケージ又はPCB）フットプリントを用いて本発明のRAMS実施形態の低損失低コスト実施を可能にすることができる。

10

【0018】

20

RAMS電力電子スイッチは、開いた時に（例えば、RAMSがオンにあるか又は電力送出を可能にする）、モジュール電力が外部モジュールリードに与えられ、外部負荷（例えば、複数のRAMS埋め込みモジュールに取り付けられたストリングインバータ又は中央インバータのような電力インバータユニット）に送出することができるような並列又はバイパススイッチとすることができ、又は直列スイッチが閉じた時に電力が送出されるようにモジュール電力出力と直列に配置された制御スイッチとすることができる。RAMS埋め込みPVモジュールが電力送出モードにある（すなわち、RAMSが電力送出を有効化している）時の並列又はバイパススイッチゲートの利点（直列スイッチと比較した場合）は、RAMS電力電子回路の挿入損失の有意な低減である。この低減は、並列又はバイパススイッチゲート設計を有するRAMSが、電流経路に閉接スイッチの直列抵抗を持たないことに起因する（直列スイッチゲートとは逆に）。従って、並列スイッチ又はバイパススイッチのRAMSは、その使用に関連付けられた挿入損失を低減する。RAMSチップの他の挿入損失ファクタ（並列／バイパススイッチ設計と直列スイッチ設計の両方に関する）は、追加的及び／又は任意的な回路機能ブロック（図1に示す機能ブロックのような）、及びRAMS電力電子回路がモジュール自体によって給電されることによるこの回路の電力消費を含む。RAMS電力電子設計を通して、かつRAMS挿入損失及び電力消費を最小にすることにより、モジュール積層体内に埋め込まれたRAMS電力電子回路（単一パッケージモノリシック集積回路又は多構成要素PCBのいずれかとして実施）のモジュール電力送出モードにおける（すなわち、RAMSスイッチゲートがモジュール電力送出を有効化するときの）挿入損失をモジュール電力の1%よりも小さくなるまで（更に一部の事例では実質的に≪1%まで）低減することができる。低い挿入損失は、本発明の埋め込みRAMS実施形態が、低減電流と増大電圧とを有するモノリシックアイル分割（又はモノリシックタイル分割）太陽電池と共に使用される場合に更に容易になる。本明細書ではiセルと記す低減電流と増大電圧とを有するモノリシックアイル分割（又はモノリシックタイル分割）太陽電池に関する方法及び構造は、2013年11月5日出願の本出願人所有の米国特許出願第14/072,759号明細書に見出すことができ、この文献は、これによりその全体が引用によって組み込まれる。

30

40

【0019】

RAMSコストを更に低減するために、RAMS電力電子機器回路は、単一パッケージ表面実装技術（SMT）モノリシック相補的金属酸化物半導体（CMOS）チップパッケ

50

ージのような単一パッケージモノリシック集積回路に実施することができ、又はこれに代えて、RAMS電力電子機器回路は、全てがパッケージに含まれたコアモノリシックチップと、コンデンサ及び／又は誘導子のような少数の個別構成要素とを含むことができる（例えば、システムインパッケージSIP又は混成SIP、又は小フットプリントのプリント回路基板又はPCB内に組み立てられたシステム等）。例えば、相補的金属酸化物半導体（CMOS）、例えば、シリコンCMOS、並列又はバイパススイッチを有する電力電子機器集積回路は、（直列スイッチと比較して）小さいフットプリント、小さい厚み（すなわち、薄型）、及び廉価なRAMSモノリシック集積回路（又はこれに代えてRAMSPCB）を提供することができ、更にRAMSチップ挿入損失／電力散逸を低減するのに役立つ。この低減は、RAMSをRAMS電力電子機器回路によって処理されているモジュール積層体の電流を有意に低減するために、各々が低減電流と増大電圧とを有する複数のモノリシックアイル分割（又はモノリシックタイル分割）太陽電池を含むモジュール積層体内に使用するときにより可能になる。

【0020】

RAMSチップは、好ましくは、PVモジュールによって給電され、別個の電源を必要としない。本発明のRAMS電力電子機器回路実施形態（好ましい並列又はバイパススイッチモードを有する）の電力消費は、基本的にその挿入損失である。従って、RAMS電力電子機器回路は、太陽光電力が発生する日照時間中にモジュールと共に起動／始動し、セルが電力を発生させない夜間にモジュールと共に停止／休止する。

【0021】

図1は、例示的な機能構成ブロックを強調表示しており、2つの入力電気端子及び2つの出力電気端子（リード又はリードなしのパッドのいずれかとして実施）を有する遠隔アクセスモジュールスイッチ（RAMS）電力電子機器回路（モノリシック集積回路、SIP、又は多構成要素PCBとして実施）の略機能ブロック図である。例えば、RAMS電力電子機器パッケージ12は、モジュール積層体内に埋め込まれた電力電子機器回路としての影響の低い集積に向けて、サイズが、モノリシック集積回路実施では約1平方ミリメートルから数平方ミリメートルまで、又はSIPパッケージ又はPCB実施では数平方ミリメートルから最大でも約数十平方ミリメートルの範囲にあるフットプリントを有する薄型パッケージ又は多構成要素PCBのような比較的小さいフットプリントのモノリシックCMOS集積回路又は多構成要素SIPパッケージとすることができる。正の入力端子（例えば、リード又はパッド）14及び負の入力端子（例えば、リード又はパッド）16は、モジュール電気バス接続端子への内部接続を与え、正の出力端子（例えば、リード又はパッド）18及び負の出力端子（例えば、リード又はパッド）20は、外部モジュール端子（例えば、リード）への電気バス接続コネクタである。重要な点として、フットプリント及び実施コストを更に低減するために、図示のRAMS電力電子機器機能設計は埋め込みメモリを必要としない。例えば、CMOSアナログ／デジタル集積回路は、不揮発性メモリのような埋め込みメモリに対する要件を伴わずに低いフットプリント及びコストに実施することができる。

【0022】

機能ブロック22は、交流又はAC（例えば、50KHzから1MHzまでの大体の周波数範囲の）パルス列検出器と、ピーク検出器と、サンプルホールド回路24と、スイッチドライブ及びモジュールオン／オフバイパススイッチ26とを含む遠隔制御式モジュールオン／オフスイッチゲートである。任意的な機能及び電子機器は、部分ストリング日陰管理構成要素28（例えば、ショットキー障壁ダイオードSBRのような少なくとも1つのバイパススイッチ）と、モジュールの電圧、電流、及び／又は電力の測定構成要素30（送出されている実際のモジュール電力を実時間で測定する）と、モジュール温度測定（RAMS電力電子機器回路上で測定される）構成要素32と、独特なモジュール識別子又はID（例えば、独特なAC電力線通信搬送波周波数）を有するAC電力線変調の構成要素34（モジュールの独特なモジュール識別情報、並びに温度及び電力の情報を提供する構成要素であって、従って、ステータスマonitoringに向けて、電力及び温度の実時間

測定値が、どのモジュールがこれらの実時間測定値に関するかを示す一意的識別子でタグ付けされると、過渡電圧抑制器（TVS）と、静電放電（ESD）及び雷サージ防止構成要素36（RAMS電力電子機器回路、並びに埋め込み太陽電池及び他の埋め込み電子構成要素のような他のモジュール構成要素をモジュールの出力電気端子を通してモジュールに到着する過渡サージを短絡することによって保護する）とを含む。図示していない追加の任意的な機能ブロックは、事前設定又は動的に定められる電圧に基づいてモジュール出力電圧を調整する出力電圧調整器を含むことができる。図1に示す構成要素30及び32のような機能ブロックは、例えば、RAMS電力電子機器回路のモジュール電力の発生／送出及び温度平均値に関するRAMS電力電子機器回路による実時間モジュールステータス測定値を中央データ取得システム、例えば、以下に説明するPVアレイ制御及びステータスマonitoringシステム（PACS）に電力線通信（PLC）ネットワーク又は無線ネットワーク上で許容可能な間隔で提供することができる（例えば、実時間の電力送出及び温度測定が、ほぼ数分の1秒から数十秒に一度の間隔で実施される）。RAMS電力電子機器回路（モノリシック集積回路、SIP、又はPCB）は、太陽電池自体と同じくモジュール積層体内に埋め込まれるので、RAMS温度測定値は、実働中のモジュール内の太陽電池温度のある程度良好な表現を反映する。更に、RAMS電力電子機器回路は、モジュールの電力送出のための通過ゲートであるので、ある程度正確なモジュールの電圧測定及び電流測定を実時間実施することができる。

【0023】

上述のように、RAMS電力電子機器回路は、モノリシック集積回路として（言い換えれば、単一パッケージのICとして）実施することができるいくつかの個別構成要素（例えば、コアモノリシックチップ及びコンデンサ／誘導子／又は抵抗のような少なくとも1つの個別構成要素）を含むことができ、又は多構成要素プリント回路基板（PCB）として実施することができ、又はこれらのいずれかの組合せとすることができる。最低のコスト及び最高の現場信頼性に対してはモノリシックIC実施が最も望ましい。RAMS電力電子機器回路に対する重要な要件は、回路フットプリント及び厚み（プロファイル）、実施コスト、影響の大きさ、挿入損失、及び切り換え構造を含む。例えば、RAMS電力電子機器回路は、シリコンCMOS又はBiCMOS（バイポーラ＋CMOS）集積回路を含むことができる。CMOS電力電子機器集積回路は、他のオプションと比較して（多構成要素PCBオプション等と比較して）かつ他の要件ファクタに依存して廉価なものとすることができ、少ない電力しか散逸させないことができる。本明細書に開示する例示的なRAMS構造は、多構成要素電力電子機器回路（小さいプリント回路基板又はPCB内に構成されたもの等）として実施するか、又はアナログ機能及びデジタル機能に対応するCMOS電力電子機器ベースライン鋳造工程を用いてモノリシックするかのいずれかとすることができる回路設計に基づいている。更に、コストを低減するために、本明細書に提供する例示的なRAMS構造は、不揮発性メモリ構成要素（フラッシュメモリ等）を利用することができるが、不揮発性メモリ機能を持たないCMOSシリコンベースの回路設計である。低強度の電流と高強度の電圧とを有するモノリシックアイル分割（又はモノリシックタイル分割）太陽電池の使用は、本発明のRAMS電力電子機器回路実施形態の実施コスト及び挿入損失を更に低減することができる。

【0024】

RAMS電力電子機器回路は、モジュール積層体内に埋め込まれた電力送出オン／オフ切り換えゲートを提供する。一実施形態において、RAMSゲートは、不揮発性埋め込みメモリを利用するトグルスイッチである。しかし、RAMS電力電子機器回路フットプリントを低減し、更に埋め込みメモリに関連付けられた追加コストを低減するために、スイッチにモジュールの外部の電力線通信PLCPCパルス列によって動的かつ遠隔的に指令することができる。言い換えれば、PVシステム電力線上のACパルス列のような外部信号の存在により、RAMSゲートスイッチは、モジュール電力送出を有効化するように指令を受け（又は内部RAMSバイパススイッチがオフにされることによってゲートスイッチがオンになり）、PVシステム電力線上のACパルス列のような外部信号の不在によ

り、RAMSスイッチは、モジュール電力送出を無効化するように指令を受ける（又は内部RAMSバイパススイッチがオンにされることによってゲートスイッチがオフになる）。例えば、RAMSチップが外部電力線からパルス（電力線上のACパルス列等）を受け取らない限り、RAMSゲートスイッチはオフにあり、そのままに留まる（すなわち、並列スイッチゲート実施形態において、バイパススイッチはモジュール電流を閉じ／短絡し、モジュールからの電力送出は、ゲートスイッチによって無効化される）。更に、RAMS電力電子機器回路がACパルス列を受け入れる時に、及びこのパルス列を受け入れる限り、RAMSゲートスイッチはオンにあり、そのままに留まる（すなわち、並列スイッチゲート実施形態において、バイパススイッチは開いており、モジュール電力は、外部モジュールリードに送出される）。従って、外部信号（PVモジュールアレイ電力線上のACパルス列）は、それが電力線上に存在し、検出される限り、全ての埋め込みRAMS電力電子機器回路に対する状態維持指令信号として機能し、RAMSゲートスイッチはオンにあり、そのままに留まる（モジュール電力送出を有効化する）。

10

【0025】

指令信号発生器（例えば、ACパルス列発生器又はAC連続波発生器）は、独立型構成要素とするか又はPVアレイ（例えば、ストリングインバータ）に対する電力インバータ（1つ又は複数のストリングインバータ等）を含むことができるアレイ制御システムの一部とすることができる。指令信号は、比較的低い周波数で変調された振幅と、RAMS電力電子機器回路にACパルスパケットを送信するための小さい負荷サイクルの方形波とを有するAC電力線信号／電力線通信PLC（例えば、約10KHzから最大で約10MHzの範囲、一部の事例では約50KHzから最大で約1MHzの範囲の周波数を有する）を含むACパルス列発生器によって与えることができる。方形波変調信号の周波数（又はACパルス列の周波数）は、約0.05Hzから最大で10Hzの範囲にある（例えば、0.1Hz変調の周波数）ように選択することができる。PVアレイRAMS回路がACパルスをX秒（T秒の方形波周期に対する）毎に少なくとも一度検出する限り、PVアレイモジュールは、留まり続けて中央インバータに電力を送出し続ける。Xは、フェイルセーフ冗長性の目的でTよりも大きく選択することができる。例えば、 $T = 10$ 秒に対して、Xは、 $X = 30$ 秒から60秒までのようなTの倍数として選択することができる。この冗長性レベルは、いくつかのパルスが、RAMS電力電子機器検出回路によって「見逃された」（例えば、電力線ノイズに起因して）場合であっても、継続的な作動及びPVアレイの耐障害性を確実にする。しかし、Xは、緊急時（例えば、火災災害又はあらゆる他の電気安全性緊急時）にPVアレイを約1分（又はそれよりも短い時間）以内にオフにする（すなわち、RAMSゲートスイッチが電力送出を無効化する）ことができるように、十分に小さいもの（例えば、1分よりも大きくない）とすることができる。従って、PVアレイに対する適切な妥協点は、 $X = 30$ 秒（及び $T = 5$ 秒から10秒まで）とすることができる。PVアレイは、例えば、幾分異なる周波数で作動し、全てがRAMS電力電子機器回路によって認識される（例えば、1MHzから3MHzまで、又は100KHzから300KHzまでの周波数で）1つよりも多いマスターACパルス列発生器を使用することによって追加の冗長性レイヤを使用することができる。

20

30

【0026】

図2は、連続AC信号40と、例示的な変調信号42と、アレイモジュール積層体内に埋め込まれたRAMS電力電子機器回路を制御するため（及びモジュールから負荷への電力送出を有効化するため）に中央PACS送信ユニットからPVアレイ電力線上に送信することができる得られるACパルス列44とを描述する図である。連続AC信号40は、変調の前の比較的低い電力／低い電圧の連続AC信号（例えば、約50KHzから1MHzまでの）源を表している。変調信号42は、連続AC信号をRAMS電力電子機器回路に送られるパルスパケットに修正するのに使用される比較的小さい負荷サイクル（例えば、数分の1%から最大でも約1.0%までの）で低い周波数（例えば、0.1Hz）の方形波変調信号を表している。ACパルス列44は、設けられたPVモジュール線上でRAMS電力電子機器回路に送られる得られる方形波変調低電力／低電圧ACパルス列である

40

50

。言い換えれば、中央コントローラは、電力を送出するようにRAMS電力電子機器回路に指令するために、小さい負荷サイクルで非常に低い周波数の方形波（例えば、AC信号周波数 $f_{RF}=1\text{MHz}$ 、方形波変調周波数 $f_{mod}=0.10\text{Hz}$ 、負荷サイクル $D=1.0\%$ ）によって変調されたパルスAC信号を送信する。それとは逆に、ACパルス列の不在は、PVアレイモジュールを止める（モジュール積層体内に埋め込まれたRAMS電力電子機器ゲートスイッチの内部バイパススイッチをオンにし、そのようなモジュールからの電力送出を無効化することにより）という暗黙の指令を示している。従って、RAMSにおいて不揮発性メモリを用いないことにより、高い盗難防止機能が与えられる（モジュールは、PVアレイから取り外されると、実質的に停止される）。言い換えれば、モジュールがPVアレイに接続されたままに留まる限り、アクティブ電力線通信（PLC）信号が、電力を送出するようにRAMSゲートスイッチに指令することができるが、モジュールがPVアレイから一旦取り外されると、影響を受けるモジュールによる電力送出は、内部RAMSゲートバイパススイッチがオンにされ、モジュール電流を内部で短絡することに起因して無効化される。一部の事例では、通常作動中（例えば、モジュールが日中に電力を生成している時）に、モジュールからの電力送出を短絡することが必要である場合があり、この場合に、PACSユニットは、電力線通信（PLC）を通してアクティブパルス列を送信するのを停止することができる。本発明者の1次実施形態は、ブランケット遠隔モジュール切り換え機能を与えるが（すなわち、PACSは、ブランケットACパルス列信号を用いてアレイ上の全てのモジュールをオン及びオフにすることができる）、各モジュールによって切換機能をアドレス可能にすることができる。言い換えれば、アレイ上の各モジュールは、PLCを通じたアドレス可能指令によってオン又はオフにすることができる（例えば、各モジュールが、関連の独特なACパルス列、例えば、独特な周波数を有するACパルス列を有する）。別の実施形態において、RAMSゲートスイッチをオン／オフに切り換えるのに埋め込みメモリを利用することができる。しかし、より複雑で高価なRAMS設計が利用されない限り、不揮発性メモリを使用することによってアクティブ指令の盗難防止特徴が低下する可能性がある（例えば、電力送出有効化状態にあるようにプログラムされた不揮発性メモリによってモジュールが電力送出に向けて有効化されている間にモジュールがアレイから切断された場合／時に）。

【0027】

図3は、4つの端子リード又は端子パッドを有する単一パッケージ（モノリシック集積回路又は小型PCB等）内のRAMS電力電子機器回路のレベル概略図である。本発明の開示のRAMS電力電子機器回路は、表面実装技術を利用するか又はバス接続コネクタを通して内部モジュール出力端子及び外部モジュール出力端子に接続することができる。図3のモノリシックRAMS電力電子機器回路は、正のモジュール出力端子L1及び負のモジュール出力端子L2と、正のRAMS入力端子L3及び負のRAMS入力端子L4（L3及びL4は、RAMS電力電子機器回路に接続された内部モジュール出力である）を含む。具体的にかつ好ましくは、図3のRAMS電力電子機器回路は、高電圧モジュールと低電圧モジュールの両方を含むように設計された少なくとも3つ（1つが共通）又は4つのI/O端子（リード又はパッドとすることができる）を有する薄型パッケージ（例えば、 $<2\text{mm}$ 、好ましくは $<1\text{mm}$ ）のSMT（表面実装技術）パッケージである。言い換えれば、RAMS電力電子機器回路は、低電圧高電流で作動し、その逆も同じく作動するように設計することができる。上述のように、RAMS電力電子機器回路実施形態は、モノリシック集積回路パッケージ（例えば、いかなる外部個別構成要素も持たないCMOS IC）、システムインパッケージ（SIP）、コアモノリシック構成要素と個別構成要素とを有する混成パッケージ、又は多構成要素PCBとして実施することができる。好ましくは、本発明のRAMS電力電子機器回路実施形態は、最終実施コストを低減する（一部の事例では、PVモジュール毎のRAMSチップ当たり約US\$1よりも少なくなるまで量産コストを低減する）ために、中／高電圧ベースラインCMOS製造工程を用いて製作されたCMOS ICとして実施することができる。

【0028】

本出願の埋め込みモジュール電力制御システムが、モジュール毎に単一RAMSチップ又はモジュール毎に複数のRAMSチップ（例えば、モジュール積層体内に少なくとも2つの太陽電池部分ストリングを有する相互接続セルの部分ストリング毎に1つのRAMSチップ）を利用することができることに注意することは重要である。更に、RAMS電力電子機器回路は、それ自体が、様々な個数の入力端子及び出力端子（対称又は非対称のいずれかの入力／出力端子構造を有する）を有することができる。従って、内部モジュールからRAMS回路までの接続構造を異なる組合せで設計して最適化することができる。

【0029】

図4から図6は、4端子RAMSチップを使用するそのような設計多様性（セル／アレイ要件に依存して異なる電圧制約のもの）を示している。

10

【0030】

図4は、20個の直列接続太陽電池と、埋め込み低電圧4リードRAMS電力電子機器回路パッケージ（例えば、モノリシックRAMS IC又はPCB）とを含む代表的な太陽光モジュール積層体の図である。20セルモジュールは、一般的に低い電圧（20セルモジュールと比較して）を生成することになり、埋め込み低コストRAMS電子機器設計は、最大でも約100Vまでの低いモジュール電圧のみを有するあらゆる個数の太陽電池を含むPVモジュールと共に機能することができる。

【0031】

図5は、各々が図4に示すもののような埋め込みRAMS電力電子機器（例えば、モノリシックRAMS IC又はSIP）を有する20個の直列接続太陽電池から構成される3つのセット（合計60個のセル）を含む代表的な太陽光モジュール積層体の図である。図5に示すように、RAMS出力は直列で接続され、2つの外部モジュールリード（一方が正で一方が負の）を提供する。これに代えて、各RAMS電力電子機器回路は、正及び負の外部モジュールリードを提供することができる（すなわち、図5のモジュールに適用される合計で6つのモジュールリードを提供する）。図4及び図5のRAMSの電圧制約は、モジュール構造、コスト、及び様々な構成要素の挿入損失のような他の要件に依存して修正することができる。

20

【0032】

図6は、60個の直列接続太陽電池と、高電圧4リードRAMS電子機器パッケージ（例えば、モノリシックRAMS IC、SIP、又はPCB）とを含む太陽光モジュール積層体の図である。60セルモジュールは、一般的に高い電圧（20セルモジュールと比較して）を生成することになり、埋め込みRAMS電力電子機器回路設計は、最大で百ボルトまでのモジュール電圧を有するあらゆる個数のセルと共に機能することができる。これらの電圧は、低い電流強度と高い電圧強度とを有するモノリシックアイル分割（又はモノリシックタイル分割）太陽電池を含むモジュールの代表値である。太陽電池及び得られるセルストリング及びモジュールの弱い電流は、弱い電流（電流／電圧強度調整係数に依存する）のためのRAMS電子機器回路設計を提供し、従って、低いRAMSフットプリント、挿入損失、及びコストを提供する。

30

【0033】

様々なモジュール接続設計（60セル全直列接続又は図5に示す60セル並列混成接続）に加えて、より高いPVシステム効率とより低いRAMS実施コストとを提供するために、埋め込みRAMS電子機器の電圧及び電流の制約を修正する太陽電池の構造及び設計を使用することができる。

40

【0034】

図7は、2つの内部モジュールリード（内部モジュール端子 P_3 に接続された L_3 及び L_4 接続の内部モジュールリード P_0 ）と2つの出力端子（ L_1 及び L_2 ）とを有するモジュール給電式埋め込みRAMS電力電子機器回路50を示す代表的な高レベル機能略回路図である。図7の回路は、図3及び図4に示すRAMS電力電子機器回路の代表的な回路として機能することができる。図7の回路図は、スイッチドライブCMOSトランジスタ T_2 ／ T_3 によって駆動されるコアシッチゲートMOSトランジスタ T_1 （ドライブ T_2 ／

50

T 3 の出力レベルが高い場合に、T 1 はオンにあり、モジュール電流を短絡してモジュール電力送出を無効化し、パルス列が送出されて R A M S 回路によって検出される場合に、T 1 はオフにあり、モジュール電力は P V アレイ内の負荷に送出される）、並びに任意的な機能ブロック T V S（過渡電圧抑制器）及び部分ストリングバイパスダイオード D 4 を含む。図 7 の C M O S 回路は、比較的低い電圧（例えば、最大でも約 1 0 0 V まで）のモジュールに向けて設計することができ、代表的なモジュール電圧を示している。図示の例では、T 1 は、N M O S トランジスタスイッチのような比較的高い電圧の M O S トランジスタであり、他の回路構成要素の殆どは、比較的低い電圧の内部パルス検出及びゲートスイッチ制御回路である。図示の A C パルス検出器は、R F 電力検出器（R F 2 D C として示す）とすることができる。図 7、図 1 2、及び図 1 3 に示す回路図の機能の説明を下記の表 1 に提供する。

10

【 0 0 3 5 】

（表 1）

ブロック	機能
P S 1、 D 1	P S 1 は、D C から D C への降圧コンバータを使用する 1 次内部電源である。これは 1 次 D C 電源であり、モジュールがオンにあって P V 電力を負荷に送出している時に R A M S チップに電力 (≒ 3 V から 5 V まで) を送出する。D 1 は、モジュールが無効状態にされた時に P S 1 を保護するダイオードである。
R F 2 D C、 C 1、C 2	これらの構成要素は A C 電力検出器を形成する。電力線上の R F / A C (例えば、5 0 0 k H z から 1 M H z までの) パルスが検出され、D C パルス (V_{out}) に変換される。A C パルス列は、D C 線上で中央インバータ又は別個の発振器から送られる。
O A 1、 D 2、 及び C 3	O A 1 は、D 2 及び C 3 と共に非逆変換サンプルホールド回路を形成する C M O S オペアンプである。その入力は、R F から D C への電力検出器の出力を受け入れて、C 3 コンデンサーによって設定される緩慢な低下を用いて電圧を保持する。
O A 2、 R 1、R 2	O A 2 は C M O S オペアンプであり、R 1 及び R 2 と共にサンプルホールド回路の出力を受け入れて出力において方形波パルスを生成する非反転高入力インピーダンス増幅器 (利得 = 1 0) を形成する。サンプルホールド電圧が閾値よりも小さい (R F パルス列不在) と、O A 2 の出力は 0 まで降下する。
フィルタ、 C 4	これは、例えば、R F (A C) 周波数 (例えば、5 0 0 K H z から 1 M H z までの) に設定された並列共振周波数を有する誘導子-コンデンサー並列フィルタで製造された簡単な R F 阻止 / D C 通過フィルタである。このフィルタは、P V モジュールセル及び R A M S 出力スイッチを D C 電力線上の R f パルス列から切り離す。C 4 は、スイッチを横切って残留するいずれかの R F 漏れを短絡するバイパスフィルタである。
T 2、T 3	これは、高電圧スイッチに対する C M O S ドライブである。このドライブは、その入力において O A 2 オペアンプ回路の出力を受け入れて高電圧トランジスタ T 1 を駆動する。
T 1	これは、T 2 / T 3 ドライブによって駆動される高電圧強化モード M O S F E T である。
P S 2、 D 3	P S 2 は、ダイオードアレイを使用する 2 次内部電源である。これは、モジュールがオフにある時に R A M S チップに電力 (≒ 3 V から 5 V までの) を送出する 2 次電源である。D 3 は、モジュールがオンにされた時に P S 2 を保護するダイオードである。
T V S	これは、単純な形態で P V モジュールの最大 (開回路) 電圧 (例えば、図示の 6 0 セルモジュールでは少なくとも ≒ 3 5 0 V) よりも大きい組合せ逆方向降伏電圧を有する背合わせ p n 接合ダイオードの対で製造することができる過渡電圧抑制器 (T V S) である。T S V ブロックは、R A M S 内でその出力リードを跨ぐように配置され、雷サージと E S D の両方に対して R A M S 回路と P V モジュール太陽電池の両方を保護する。
D 4、D 5、 D 6	これらのダイオードは、モジュール部分ストリングに対して R A M S ベースの埋め込み日陰管理を提供する提供する。

表 1. 図 7、図 1 2、及び図 1 3 における構成要素の説明
【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

図8は、6つの端子（例えば、リード又はパッド）を有するRAMSチップのレベル概略図である。本発明の開示のRAMSチップは、背面上への直接取り付けのための表面実装技術を利用するか又はバス接続コネクタを通してモジュール電気バス接続の入力及び出力に接続することができる。図8のモノリシックRAMS電力電子機器回路は、2つの正のRAMS出力L1端子（モジュール電力外部送出の前に互いに接続することができる）及び負のRAMS出力L2と、正のRAMS入力L3、並びに負のRAMS入力L4及びL5とを含む。言い換えれば、図8のRAMS電力電子機器回路を対称化の目的で3つの出力リードを有するように示すが（冗長的なリード出力端子L1を有するように示す）、別の実施形態において、2つの正のL1出力リードを内部で接続することができる。具体的には、図8のRAMS電力電子機器回路は、高電圧モジュールと低電圧モジュールの両方に対応するように設計された5つ又は6つのI/Oパッドを有する薄型（例えば、<1mm）SMT（表面実装技術）ICとすることができる。言い換えれば、RAMS電力電子機器回路は、低電圧高電流で作動し、更にその逆も同じく作動するように設計することができる。1つの事例では、低電圧モジュールリードに向けて、L4とL5とを接続することができる。上述のように、RAMSチップ実施は、モノリシック（外部個別構成要素なし）、システムインパッケージ（SIP）、又は多構成要素PCBとして実施することができる。モノリシック実施は、高い性能、低い挿入損失、及び低いコストに向けてCMOS IC製造工程を用いて実施される。

【0037】

図9は、60個の直列接続太陽電池と、図8に示すもののような6リードRAMS電力電子機器パッケージ（例えば、モノリシックRAMS IC、SIP、又はPCB）とを含む太陽光モジュール積層体の図である。60セルモジュールは、一般的に高い電圧（20セルモジュールと比較して）を生成することになり、埋め込みRAMS電子機器設計は、最大で数百ボルトまでのモジュール電圧を有するあらゆる個数のセルを含むPVモジュールと共に機能するように設計することができる（特に、例えば、増大電圧と低減電流とを有し、結果として低いシステムレベル損失を提供し、低コストRAMS実施を可能にするモノリシックアイル分割又はモノリシックタイル分割の太陽電池を使用する場合に）。

【0038】

図10は、6個の端子（例えば、リード又はパッド）を有するRAMS電力電子機器回路（例えば、モノリシックパッケージ、SIP、又はPCBのいずれか）のレベル概略図である。本発明の開示のRAMS電力電子機器回路は、RAMS回路パッケージ上の入力端子及び出力端子への電気バス接続コネクタを用いてモジュール内の埋め込み太陽電池に内部で接続することができる。図10のRAMS電力電子機器回路（例えば、モノリシックIC、SIP、又はPCBのパッケージ）は、正のRAMS出力L1（正のモジュール出力端子に対応する）及び負のRAMS出力L2（負のモジュール出力端子に対応する）と、正のRAMS入力L3及びL5（電気相互接続太陽電池ストリングからの）及び負のRAMS入力L4及びL6（電気相互接続太陽電池ストリングからの）とを含む。言い換えれば、図10のRAMSチップは、2つの出力リードと4つの入力リードとを有する非対称リード設計を有する。当然ながら、6つの端子を有する同じRAMS電力電子機器回路パッケージ（例えば、モノリシックIC、SIP、又はPCBのパッケージ）をパッケージ上に別の端子配置を有する（パッド又はリードのいずれかとして）ように位置決めすることができる。具体的に、図10のRAMS電力電子機器回路は、高電圧モジュールと低電圧モジュールの両方（例えば、数十ボルトから数百ボルトまでの電圧範囲のモジュールストリング電圧を有する）を含むように設計され、パッド又はリードとして配置された6つのI/O端子する薄型（例えば、<2mm、好ましくは、<1mm）のパッケージである。言い換えれば、RAMS電力電子機器回路は、低電圧高電流で作動し、更にその逆も同じく作動する（すなわち、低減電流と増大電圧とを有するモノリシックアイル分割又はモノリシックタイル分割の太陽電池等と共に高電圧低電流で）ように設計することができる。上述のように、RAMS電力電子機器回路は、モノリシック集積回路（すなわち、いかなる追加の個別構成要素も持たない）として、システムインパッケージ（SIP）と

して、又は望ましい電圧及び電流の範囲を処理することができるCMOS IC工程技術を用いて製作されたコアモノリシックICと追加の個別構成要素とを有する混成パッケージ（例えば、PCB内にパッケージ化された）として実施することができる。

【0039】

図11は、60個の直列接続太陽電池と、図10に示すもののような埋め込み高電圧6端子RAMS電力電子機器回路パッケージ（例えば、モノリシックRAMS、SIP、又はPCB）とを含む太陽光モジュール積層体の概略図である。モジュール、太陽電池、及びRAMS電力電子機器回路パッケージの相対寸法は正確な縮尺として示したものではない。直列接続太陽電池を有する60セルモジュールは、一般的に、直列接続されたより少ない個数の太陽電池を有するモジュールと比較して（例えば、20セルモジュールと比較して）高い電圧を生成することになり、埋め込みRAMS電力電子機器回路設計は、数十ボルトから最大で数百ボルトまでのモジュール電圧を有するあらゆる個数のセルを含むPVモジュールと共に機能することができる。

【0040】

図12は、4つの内部モジュール端子（内部モジュールリードP₃に接続されたRAMSのL₃、内部モジュールリードP₂に接続されたRAMSのL₄、内部モジュールリードP₁に接続されたRAMSのL₅、及び内部モジュールリードP₀に接続されたRAMSのL₆、）と、RAMS電力電子機器回路からの2つの出力外部モジュール端子（L₁及びL₂）とを有するモジュール給電式埋め込みRAMS電力電子機器回路52を示す代表的な高レベル機能略回路図である。図12の回路は、図10及び図11に示すRAMS電力電子機器回路の代表的な回路として機能することができる。埋め込みRAMS電力電子機器回路52は、高電圧（例えば、100Vよりも高い、例えば、最大で数百ボルトまでのモジュール電圧）に使用することができる。図12の回路図は、スイッチドライブCMOSトランジスタT2/T3によって駆動されるコアスイッチゲートMOSトランジスタT1（CMOSドライブT2/T3の出力が高い場合に、MOSスイッチT1はオンにあり、モジュール電流を内部で短絡し、従って、RAMSゲートスイッチを通じたモジュール電力送出手を無効化し、パルス列が送出されて検出される場合に、MOSスイッチT1はオフにあり、従って、RAMSスイッチゲートを通じたモジュール電力送出手を有効化し、モジュール電力は負荷に送出される）、並びに任意的な機能ブロックTVS（過渡電圧抑制器）及び部分ストリングバイパスダイオードD4、D5、D6を含む。図示のACパルス検出器は、RF電力検出器（RF2DCとして示す）とすることができる。図7、図12、及び図13に示す回路図の機能の説明を上述の表1に提供している。

【0041】

図13は、4つの内部モジュールリード（内部モジュールリードP₃に接続されたRAMSのL₃、内部モジュールリードP₂に接続されたRAMSのL₄、内部モジュールリードP₁に接続されたRAMSのL₅、及び内部モジュールリードP₀に接続されたRAMSのL₆）と、2つの出力リード（RAMSのL₁及びL₂）とを有するモジュール給電式埋め込みRAMS電力電子機器回路54を示す代表的な高レベル機能略回路図である。図7、図12、及び図13に示す回路図の機能の説明を上述の表1に提供している。

【0042】

上述のように、本出願のRAMSゲートスイッチは、PVアレイ制御及びステータスマニタリング（PACS）システムによってモジュール外部電力線（例えば、電力線通信又はPLCを使用するPVモジュールアレイ電力線）を通して送出されるACパルス列とすることができる指令信号を利用することができる。例えば、ACパルス列は、プログラム可能な機能及び波形設計、望ましい電力／電圧出力を有する正弦波発生（例えば、約50KHzから1MHzまでの）、低周波数／低負荷サイクル方形波振幅変調（AM）機能、遠隔制御機能（LAN対応遠隔機能制御のような）、及び／又は望ましい波形を生成するためのプログラム可能波形編集器（Agilent IntuiLink任意波形ソフトウェアのような）という機能の一部又は全てを有する市販のプログラム可能信号発生器によって発生させて送信することができる。遠隔制御LAN対応信号発生器は、十分な予備

電力を確実にするために無停電電源（UPS：通常作動中に送線網及び／又は中央インバータからの電力で充電される）を利用することができる。更に、設けられたPVアレイ全体を制御するのに単一信号発生器を使用することができ、又はPVアレイの複数の区画を制御するのに複数の信号発生器を使用することができる。

【0043】

本出願の埋め込みRAMS回路をPVアレイ制御及びステータスマonitoring（PACS）システム（並びに関連のモジュールストリングレベルでの最大電力点追跡又はMPPT機能）との組合せで利用して、様々なPVシステム構成を構造化することができる。例えば、図14は、埋め込みRAMS及び中央／遠隔PACS機能を利用する12個の太陽電池モジュール（例えば、各々が少なくとも300Wのピーク電力を有する60セルモジュール）を有する代表的なPVシステムを示している。図示の代表的なPVシステムは、インバータ入力毎に3つの直列接続最大電圧モジュールを利用する（すなわち、4入力ストリングインバータ）。ACインバータは、RAMS制御及びデータ（例えば、埋め込みRAMS電力電子機器回路によるPVアレイモジュールからの電力及び温度の測定値）取得に向けてPACS機能を含み、送線網のようなAC負荷に120／240Vの単相ACを送出する約4KWの多入力単相（又は3相）ストリングインバータである。モジュール接続は、多くの構成に構成することができる。この構成では、代表的なモジュールは、低減電流及び増大電圧（5Vよりも高い開回路電圧と1.2Aよりも大きい短絡電流とを有する太陽電池を提供する8という強度調整係数を有する）を有するモノリシックアイル分割（又はタイル分割）太陽電池を有する。ストリングインバータ入力（各々ストリングインバータ入力においてMPPT機能を有する）の各分岐は、3つの直列接続太陽光モジュールからの電力（1KV PVシステム設備に対する各3モジュール分岐内の約1,000Vの最大電圧に対応する）を受け入れる。別の代表例として、図15は、RAMS及びPACS機能を利用する6つの直列接続太陽電池モジュール（例えば、60セルモジュール）を各々が有する2つの直列接続分岐を有するPVシステムを示している。この例では、モジュールは、増大電圧と低減電流とを有する（しかし、この場合に、結果として2.5Vよりも高い開回路電圧と2.4Aよりも大きい短絡電流とを有する太陽電池を提供する4という強度調整係数を有する）モノリシックアイル分割（又はタイル分割）太陽電池を用いて製造される。その結果、この例における各60セルモジュールは、150Vよりも高い開回路電圧を有する。ストリングインバータ入力（各ストリングインバータ入力においてMPPT機能を有する）の各分岐は、6つの直列接続太陽光モジュールからの電力（1KV PVシステム設備に対する各6モジュール分岐内の約1,000Vの最大電圧に対応する）を受け入れる。図示のPVシステムは、インバータ入力毎に6つの直列接続（半分）の電圧モジュール（すなわち、各入力分岐に対して独自の専用MPPT機能を有する2入力ストリングインバータ）を利用する。この代表例におけるACインバータは、RAMS制御及びデータ取得に向けてPACS機能を含み、送線網のようなAC負荷に120／240Vの単相ACを送出する約4KWの電力の多入力単相（又は3相）ストリングインバータである。更に別の実施形態において、PVシステムは、図16に示すように、中央MPPT機能を有する中央インバータ、並びに別個のPACS回路ユニットを利用することができる。この代表例では、PVモジュールアレイは、最大分岐電圧を望ましい設置PVシステム最大許容電圧に増強するために直列接続太陽光モジュールを各々が有する複数の並列分岐として構成されるので、中央インバータは、このモジュールアレイに接続される。モジュール制御システム及び関連のACパルス列発生器を多くの構成に実施することができることは、提供しているPVシステム図から理解しなければならない。

【0044】

代替実施形態において、本出願のRAMSゲートスイッチは、モジュールからの電力送出をゲート処理するのに、埋め込み不揮発性メモリを利用し、及び／又は無線指令信号（PLCの代わりに）を通して作動させることができる。

【0045】

本発明の開示のシステム及び方法は、信頼性が高く費用効果的なモジュール電力制御シ

10

20

30

40

50

システムを提供する。上述の例示的实施形態の説明は、特許請求する主題を当業者が製造又は使用することを可能にするために提供したものである。当業者には、これらの実施形態に対する様々な修正が直ちに明らかになり、本明細書に定める一般原理を革新的な能力を使用することなく他の実施形態に適用することができるであろう。すなわち、特許請求する主題は、本明細書に示す実施形態に限定されるように意図しておらず、本明細書に開示した原理及び新しい特徴と矛盾しない最も広い範囲と調和するものとする。

【符号の説明】

【0046】

- L_1 、 L_2 出力外部モジュール端子
 L_3 、 L_6 内部モジュール端子
 P_0 、 P_3 内部モジュールリード

10

【図1】

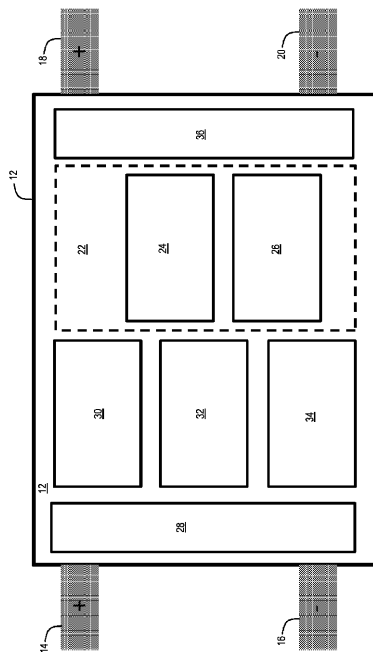


Fig. 1

【図2】

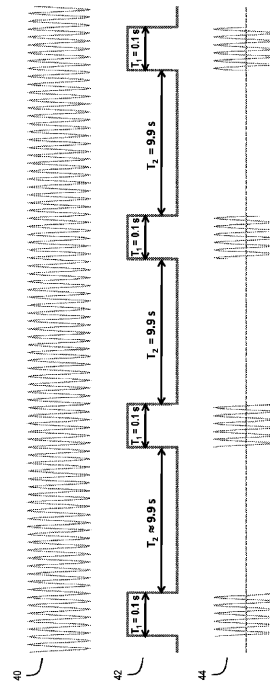


Fig. 2

【図 3】

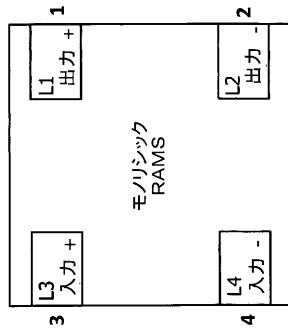


Fig. 3

【図 8】

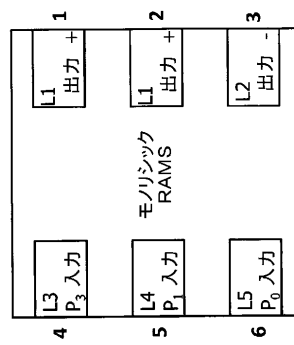


Fig. 8

【図 10】

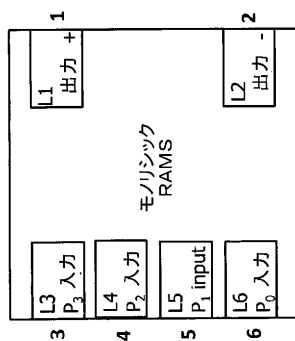


Fig. 10

【図 14】

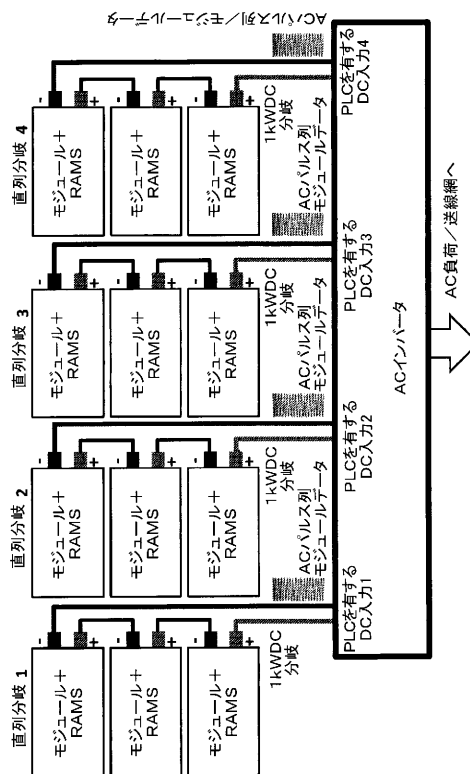


Fig. 14

【図 15】

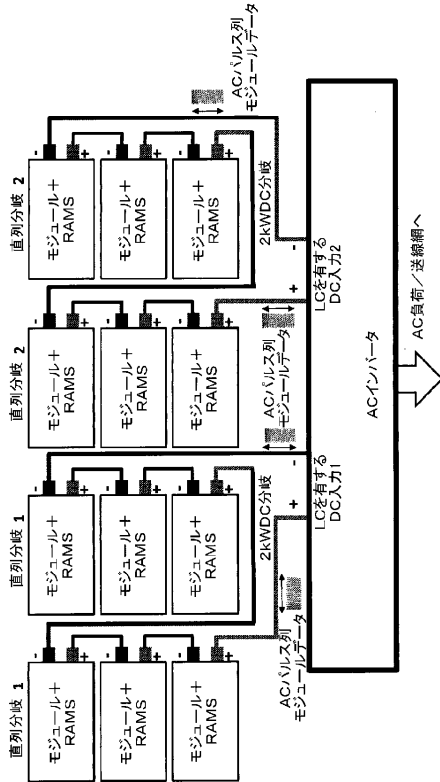


Fig. 15

【図 4】

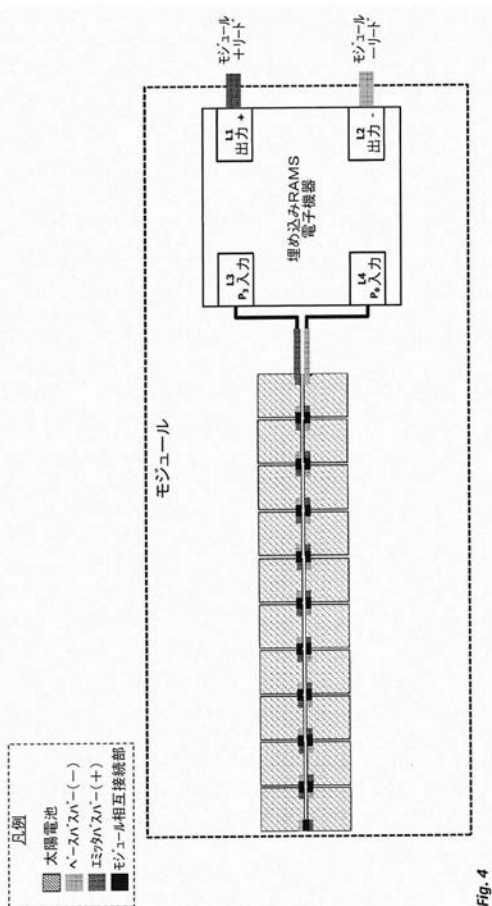


Fig. 4

【図 16】

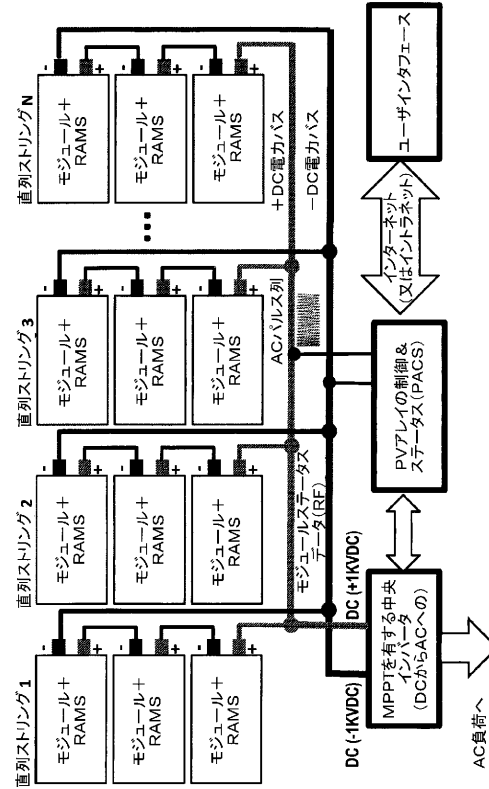


Fig. 16

【図 5】

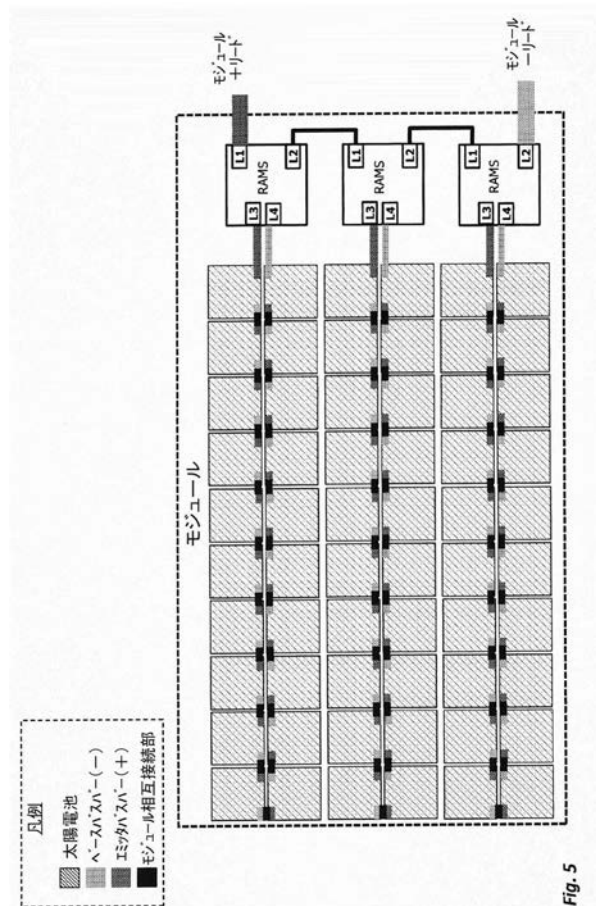
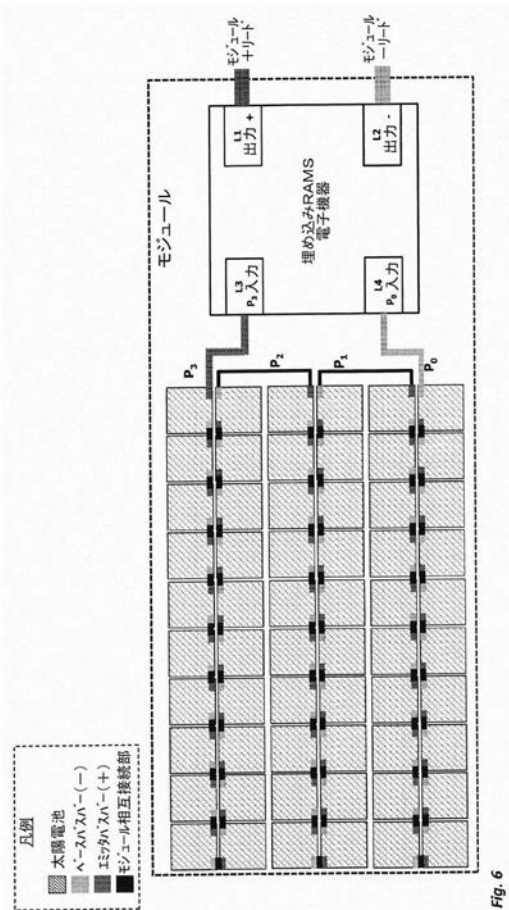
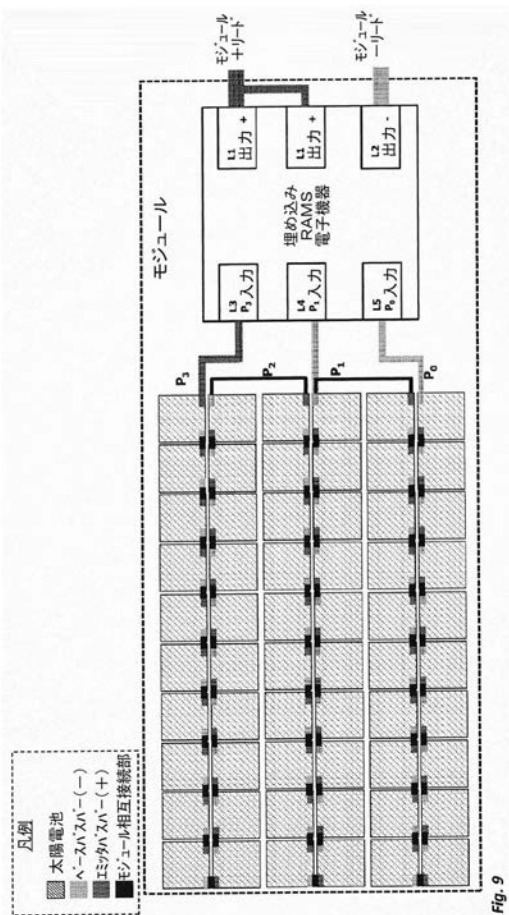


Fig. 5

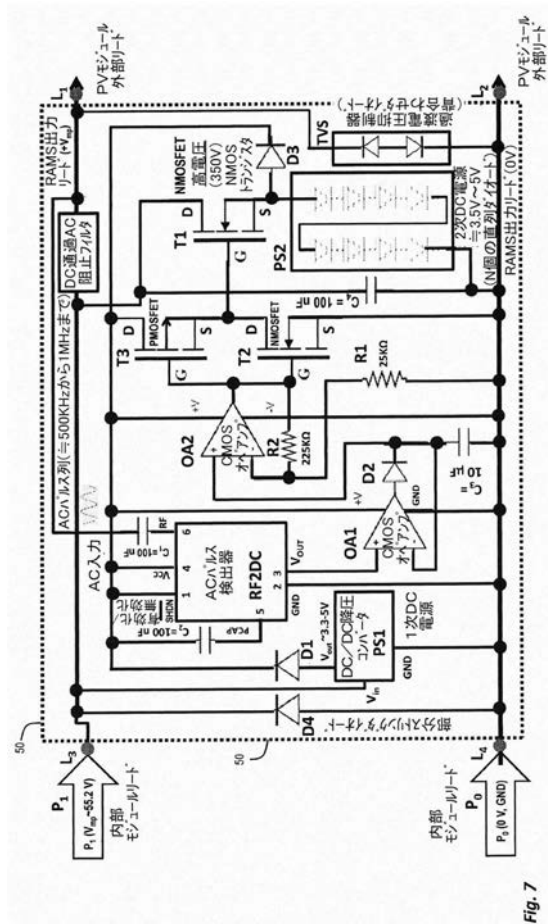
【図 6】



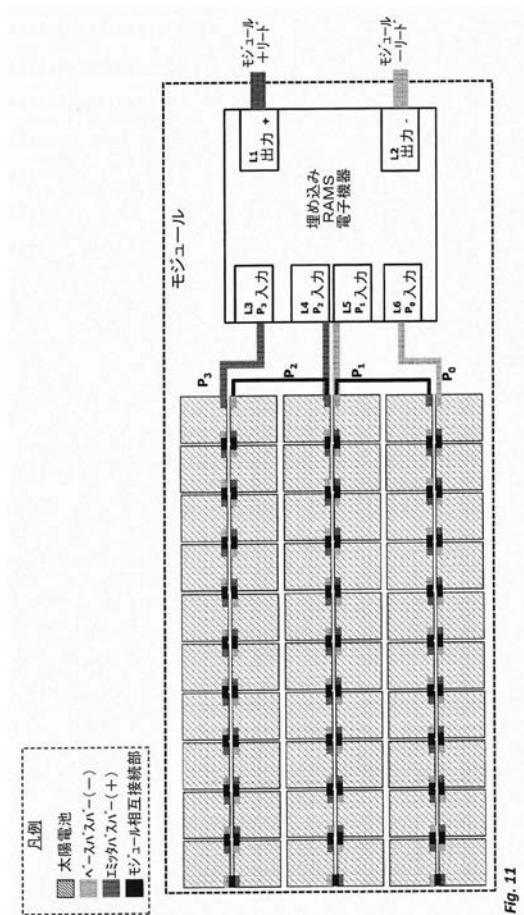
【図 9】



【図 7】



【図 11】



【図 12】

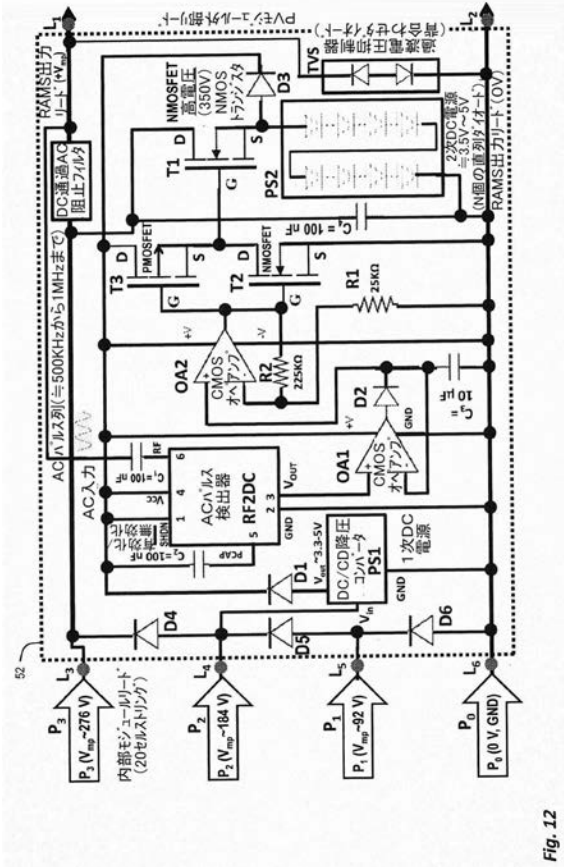


Fig. 12

【図 13】

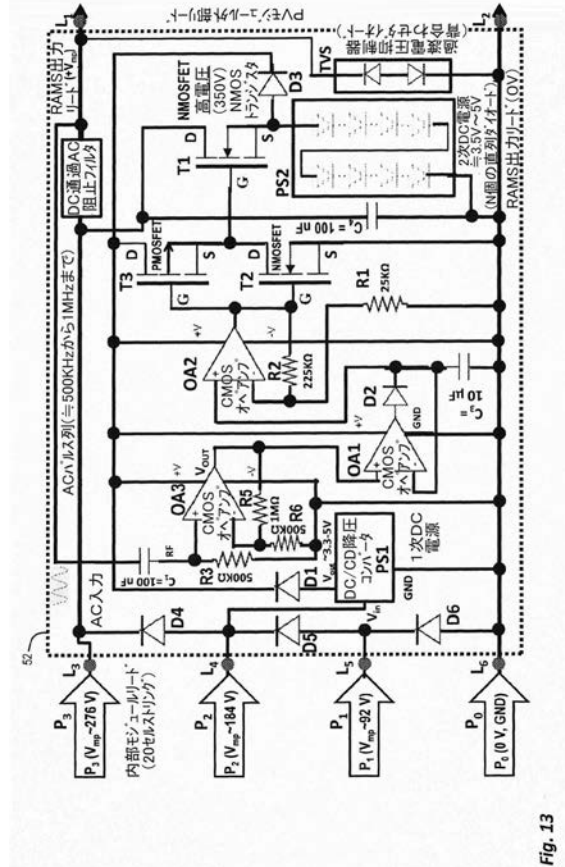


Fig. 13

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2014/034054
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02S 40/30(2014.01)i, H02S 50/10(2014.01)i, G05F 1/67(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02S 40/30; H02N 6/00; H02J 7/35; H01L 31/048; H04M 1/02; H04B 3/02; H02J 3/00; H01L 31/042; H02S 50/10; G05F 1/67		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: solar, power, laminate, string, module, embedded, photovoltaic, remote-access module switch (RAMS)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011-0290306 A1 (TODD ROBERTS) 01 December 2011 See paragraphs [0024]-[0067], claims 1-7 and figures 1-5.	1-42
A	US 2010-0308662 A1 (DOUGLAS S. SCHATZ et al.) 09 December 2010 See abstract, paragraphs [0023]-[0033] and figures 1-6.	1-42
A	US 2012-0325283 A1 (STEVEN ANDREW ROBBINS) 27 December 2012 See abstract, paragraphs [0029]-[0038] and figures 3A-5.	1-42
A	WO 2009-055456 A1 (LEVY, STAN, BURTON et al.) 30 April 2009 See abstract, paragraphs [0034]-[0055] and figures 3-4.	1-42
A	JP 2010-252559 A (TOKYO COIL ENGINEERING K.K. et al.) 04 November 2010 See abstract, paragraphs [0018]-[0033] and figures 1-3.	1-42
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 November 2014 (20.11.2014)		Date of mailing of the international search report 20 November 2014 (20.11.2014)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer PARK, Hye Lyun  Telephone No. +82-42-481-3463

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2014/034054

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011-0290306 A1	01/12/2011	CA 2797516 A1 CN 103119728 A EP 2564427 A1 WO 2011-139660 A1	10/11/2011 22/05/2013 06/03/2013 10/11/2011
US 2010-0308662 A1	09/12/2010	CA 2702392 A1 CA 2737134 A1 CN 101904015 A CN 101904015 B CN 101904073 A CN 101904073 B CN 103296927 A EP 2208236 A1 EP 2212983 A1 EP 2212983 A4 HK 1150684 A1 JP 2011-501436 A JP 2011-501850 A JP 2014-099669 A JP 5498388 B2 JP 5508271 B2 MX 2010003802 A MX 2010004129 A US 2009-0218887 A1 US 2010-0038968 A1 US 2010-0229915 A1 US 2010-0246230 A1 US 2010-0253150 A1 US 2011-0067745 A1 US 2011-0285205 A1 US 2012-0032515 A1 US 2012-0104864 A1 US 2014-0015325 A1 US 7605498 B2 US 7719140 B2 US 7843085 B2 US 7919953 B2 US 8004116 B2 US 8093756 B2 US 8242634 B2 US 8304932 B2 US 8482153 B2 WO 2009-051853 A1 WO 2009-051854 A1 WO 2009-051870 A1 WO 2009-055474 A1	23/04/2009 23/04/2009 01/12/2010 05/06/2013 01/12/2010 08/01/2014 11/09/2013 21/07/2010 04/08/2010 09/07/2014 25/04/2014 06/01/2011 13/01/2011 29/05/2014 21/05/2014 28/05/2014 23/08/2010 02/08/2010 03/09/2009 18/02/2010 16/09/2010 30/09/2010 07/10/2010 24/03/2011 24/11/2011 09/02/2012 03/05/2012 16/01/2014 20/10/2009 18/05/2010 30/11/2010 05/04/2011 23/08/2011 10/01/2012 14/08/2012 06/11/2012 09/07/2013 23/04/2009 23/04/2009 23/04/2009 30/04/2009
US 2012-0325283 A1	27/12/2012	US 8710351 B2	29/04/2014

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2014/034054

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009-055456 A1	30/04/2009	US 2009-101204 A1	23/04/2009
JP 2010-252559 A	04/11/2010	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100109335
弁理士 上杉 浩

(74)代理人 100120525
弁理士 近藤 直樹

(74)代理人 100164530
弁理士 岸 慶憲

(72)発明者 モスレヒ メールダッド エム
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94024 ロス アルトス スタンレー アベニュー 956

Fターム(参考) 5F151 JA03 JA04 JA05 JA06
5G064 AA09 AC05 AC09 CB08 CB12 DA03
5H770 BA11 CA05 DA03