(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2014-531891
(P2014-531891A)
(43)公表日　平成26年11月27日(2014.11.27)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H02S 50/00	***(2014.01)***	H02S 50/00		5F151
H01L 31/048	***(2014.01)***	H01L 31/04	560	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 27 頁）

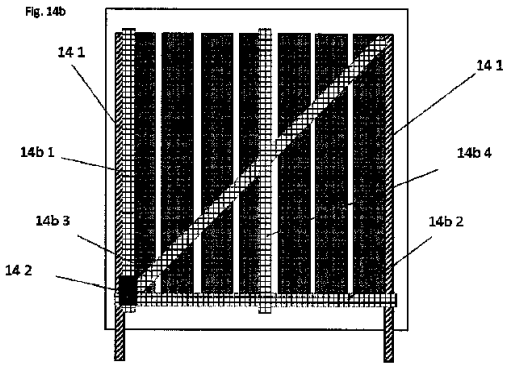
(21)出願番号	特願2014-531313 (P2014-531313)
(86)(22)出願日	平成24年9月20日 (2012.9.20)
(85)翻訳文提出日	平成26年3月31日 (2014.3.31)
(86)国際出願番号	PCT/GB2012/052330
(87)国際公開番号	WO2013/041871
(87)国際公開日	平成25年3月28日 (2013.3.28)
(31)優先権主張番号	1116253.4
(32)優先日	平成23年9月20日 (2011.9.20)
(33)優先権主張国	英国 (GB)

(71)出願人　514069229
エイト１９　リミテッド
ＥＩＧＨＴ１９　ＬＩＭＩＴＥＤ
イギリス国　ＣＢ４　ＯＦＥ　ケンブリッジシャー　ケンブリッジ　ミルトン　ロード　サイエンス　パーク　９エイ
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(74)代理人　100142907
弁理士　本田　淳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】太陽光発電装置

(57)【要約】
本発明はソーラセルの改ざんを抑制することのできる太陽光発電装置を提供する。少なくとも１つの太陽電池セルのための保護バリアを形成する被包材の中に格納された少なくとも１つの太陽電池セルと、本装置からの電気供給を可能にするように動作可能なスイッチと、同じく被包材の中に格納され、本装置が改ざんされると装置を動作不能に好ましくは永久的に動作不能にする手段と、を含む。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
太陽光発電装置において、
少なくとも１つの太陽電池セルの保護バリアを形成する被包材の中に格納された少なくとも１つの太陽電池セルと、
前記装置からの電気の供給を可能にするように動作可能なスイッチと、
同じく前記被包材の中に格納され、前記装置の改ざん時に前記装置を動作不能とする、好ましくは永久的に動作不能とする手段と、
を備える太陽光発電装置。
【請求項２】
前記被包材が、前記装置の前面と背面のバリア層を備える、請求項１に記載の太陽光発電装置。
【請求項３】
前記装置を動作不能にする前記手段が、陽極または陰極のいずれかの電極に近接して配置される、請求項１または２に記載の太陽光発電装置。
【請求項４】
前記装置を動作不能にする前記手段が、電極を支持する基板と前記被包材の間に配置される、請求項１または２に記載の太陽光発電装置。
【請求項５】
前記スイッチも前記被包材の中に格納されている、請求項１～４のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項６】
前記スイッチが集積回路によって制御される、請求項１～５のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項７】
集積回路とスイッチの一方または両方が前記太陽光発電（ＰＶ）装置の一体的構成部品である、請求項１～６のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項８】
負荷に接続するための端子を備える請求項１～７のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項９】
前記装置を動作不能にする前記手段が、前記端子の上流または下流に配置される、請求項８に記載の太陽光発電装置。
【請求項１０】
複数の、すなわち２つ、３つまたはそれ以上の太陽電池セルを備える請求項１～９のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項１１】
前記装置を動作不能にする前記手段が、個々のセル間および／または最初および／または最後のセルとそれぞれの端子の間に配置される、請求項１０に記載の太陽光発電装置。
【請求項１２】
前記装置を動作不能にする前記手段が、前記モジュールと前記負荷への前記端子の間の接続を形成する前記バスバーの前にまたはその付近に配置される、請求項１０に記載の太陽光発電装置。
【請求項１３】
前記装置を動作不能にする前記手段が、太陽光発電モジュールの少なくとも１つのセルを短絡させる手段を含む、請求項１０～１２のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項１４】
前記装置を動作不能にする前記手段が、あらゆるセルを短絡させる手段を含む、請求項１０～１３のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項１５】

前記装置を動作不能にする前記手段が、相互接続されたセルの電流を少なくとも部分的に抑制する手段、たとえば中断する手段を含んでいてもよい、請求項１０～１２のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項１６】
前記少なくとも１つのセルを短絡させる前記手段が、バイパスダイオードに並列接続されていてもよい、請求項１０～１５のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項１７】
前記装置を動作不能にする前記手段が、前記少なくとも１つのセルからの太陽エネルギーの収集を部分的または完全に妨害する（たとえば、遮蔽）手段を含んでいてもよい、請求項１～１６のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項１８】
前記装置を動作不能にする前記手段が、前記スイッチが改ざんされるとおよび／または前記集積回路がある場合には前記集積回路が改ざんされると露出するチャネルを含む、請求項１～１７のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項１９】
前記チャネルが、前記被包材の、前記少なくとも１つの太陽電池セルと対向する面に形成される、請求項１８に記載の太陽光発電装置。
【請求項２０】
前記少なくとも１つの太陽電池セルの少なくとも１つの層が取り付けられる電極を支持する基板内に前記チャネルが形成される、請求項１８または請求項１９に記載の太陽光発電装置。
【請求項２１】
前記チャネルがエアポケットを含むか、または空気中の成分、たとえば酸素および／または水分と反応する材料で充填されている、請求項１８に記載の太陽光発電装置。
【請求項２２】
ゲッタ材料、たとえば蒸発性の（フラッシュゲッタ）、バリウム、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、セシウム、リン、ダイニックＨＧシート等の水分ゲッタ、スードケミーデシペースト（Ｓｕｄ－Ｃｈｅｍｉｅ　Ｄｅｓｉ　Ｐａｓｔｅ）、ゼオライトまたはゼオライト系粘土をさらに備える、請求項２１に記載の太陽光発電装置。
【請求項２３】
前記装置を動作不能にする前記手段が、化学スイッチを含んでいてもよい、請求項１～２２のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項２４】
前記化学スイッチが、帯状電極と前記または１つのバスバーの間の電気接続を解消するか弱めるものである、請求項２３に記載の太陽光発電装置。
【請求項２５】
前記化学スイッチが、バリアに穴が開いた後に酸化の結果または水（蒸気）の浸透の結果として作動されてもよい、請求項２３または請求項２４に記載の太陽光発電装置。
【請求項２６】
前記化学スイッチが、酸素または水分と反応して、前記装置の構成部品、たとえば電極材料を攻撃する侵襲性化学物質を生成する材料を備えてもよく、たとえば前記材料は白リンを含んでいてもよい、請求項２３～２５のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項２７】
前記装置を動作不能にする前記手段が、膨潤による物理的分離により前記電極と前記バスバーを電気的に分離する、水分が存在すると膨潤する材料、たとえばドライスターチ、ゲル、膨潤性ポリマ、鉱物粘土、またはこれらの組み合わせを含んでいてもよい、請求項２３～２６のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項２８】
前記装置を動作不能にする前記手段が、前記スイッチが改ざんされると漏出する、重要な

接続（例えば、帯状電極と前記または１つのバスバーの間の）を確立する導電性液体を含んでいてもよい、請求項１～２７のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項２９】
前記装置を動作不能にする前記手段が、前記スイッチが改ざんされると、前記少なくとも１つのセルを短絡させる導電性液体を含んでいてもよい、請求項１～２７のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項３０】
前記導電性液体が、１－エチル－３－メチルイミドアジリウムジシアンアミド、（C_2H_5）（CH_3）$C_3H_3N^+_2$・N（CN）$^-_2$または１－ブチル－３，５－ジメチルピリジニウムブロミド等のイオン性液体、無機液体／溶剤等の電解質溶液を含んでいてもよく、たとえば溶剤は、アセトニトリル、アクリロニトリルまたはプロピオニトリル等のニトリル、ジメチル、ジエチル、エチルメチル、ベンジルメチルスルホキシド等のスホキシド、ジメチルホルムアミド等のアミド、Ｎ－メチルピロリドン等のピロリドン、またはプロピレンカーボルート等のカーボネートを含んでいてもよく、電解質塩は、四フッ化ホウ酸テトラエチルアンモニウム（$(Et)_4NBF_4$）ヘキサ置換グアニジウム塩等の第四級アンモニウム塩、または水銀、ガリウム、ナトリウムカリウムまたはガリンスタン等の液体金属または合金を含んでいてもよい、請求項２８または請求項２９に記載の太陽光発電装置。
【請求項３１】
改ざん時に、前記液体流を誘発するために毛管力が利用される、請求項２８～３０のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項３２】
前記装置を動作不能にする前記手段が、たとえば毛管力によってキー接続部に送達される腐食性または侵襲性の液体化学物質、化学物質またはエッチャントを含む、請求項１～３１のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項３３】
前記液体が貯蔵部に貯蔵され、改ざんにより放出される、請求項２８～３２のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【請求項３４】
前記装置を動作不能にする前記手段が、光起動式短絡を含む、請求項１３または１４に記載の装置。
【請求項３５】
前記装置を動作不能にする前記手段が、導光機能をさらに含む、請求項３４に記載の装置。
【請求項３６】
前記セルを動作不能にする前記手段がＺｎＯ感光ダイオードスイッチを含む、請求項３４または請求項３５に記載の装置。
【請求項３７】
前記装置を動作不能にする前記手段が、少なくとも１つの電界効果トランジスタを含む、請求項１３または１４に記載の装置。
【請求項３８】
前記トランジスタのドレインとソースが、少なくとも１つのソーラセルの反対の電極に接続される、請求項３７に記載の装置。
【請求項３９】
１つのトランジスタの前記ゲートおよび複数のトランジスタの共通ゲートが改ざん防止制御ボックスによって制御される、請求項３７または３８に記載の装置。
【請求項４０】
前記装置を動作不能にする前記手段が、少なくとも１つの切替可能ダイオードを含み、その端子が少なくとも１つのソーラセルの反対の電極に接続され、ダイオード特性から高導電性に切り替わることができる、請求項１７に記載の装置。

【請求項４１】
前記装置を動作不能にする前記手段が、少なくとも１つの切替可能ダイオード（ダイオード特性から高導電性に切り替わる）を含み、その端子が少なくとも１つのソーラセルの反対の電極に接続され、ダイオード特性から高導電性に切り替わることができる、請求項１７または１８に記載の装置。
【請求項４２】
前記装置を動作不能にする前記手段が、少なくとも１つの抵抗切替装置を含み、その端子が少なくとも１つのソーラセルの反対の電極に接続される、請求項１７と１８に記載の装置。
【請求項４３】
スイッチ装置（トランジスタ、切替可能ダイオード、抵抗切替装置）が、改ざん防止制御ボックスによって供給される電気信号により制御される、請求項３７～４２に記載の装置。
【請求項４４】
前記装置を動作不能にする前記手段が、有機、無機、または金属薄膜に基づく、請求項３４～４２に記載の装置。
【請求項４５】
前記装置を動作不能にする前記手段が、コーティング、印刷、またはパターニング法により組み込まれる、請求項３４または４２に記載の装置。
【請求項４６】
前記装置を動作不能にする前記手段が、前記スイッチが改ざんされると不透明になる材料からなる実質的に透明な層を含む、請求項１７に記載の装置。
【請求項４７】
前記層が、ロイコ染料等の染料、たとえばクリスタルバイオレットラクトン、フェノールフタレインまたはチモールフタレインを含む、請求項４６に記載の装置。
【請求項４８】
前記層が、１種または複数のエレクトロクロミック染料または双安定液晶を含む、請求項４６に記載の装置。
【請求項４９】
前記装置を動作不能にする前記手段が液体の染料を含む、請求項４６に記載の装置。
【請求項５０】
前記液体が貯蔵部に貯蔵され、改ざんにより放出される、請求項４９に記載の装置。
【請求項５１】
前記液体は被包材の下に貯蔵される、請求項４９または請求項５０に記載の装置。
【請求項５２】
前記太陽電池セルが有機太陽電池セルである、請求項１～５１のいずれか１項に記載の太陽光発電装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽光発電装置（ｐｈｏｔｏｖｏｌｔａｉｃ　ｄｅｖｉｃｅ）に関する。
【背景技術】
【０００２】
太陽電力は、国の送電線網からの給電対象とならない遠隔地域または遠隔コミュニティへの電力供給を大きく進歩させた。第三世界諸国にとってエネルギー不足は大きな問題であり、たとえば灯油ランタンの代替品としてのソーラランタンの開発につながっている。このような改良は、炭素排出量の削減という環境面の利点とともに健康面での利点をもたらす。しかしながら、太陽エネルギー供給装置の購入と管理に伴うコストという大きな障害により太陽電力の利用可能性は阻まれており、たとえばアフリカやアジアの大半の家庭

にとっては、ソーラランタンさえも買う経済的余裕はない。そこで、消費者が機器の代金は支払わずに生成された電気の代金のみを支払えばよいという、マイクロ財務またはマイクロ委託販売契約ビジネスモデルに基づく様々な構想が提案されてきた。こうした例の１つが特許文献１に記載されており、その中では、支払によって、ソーラ式充電器の充電と放電を１サイクルまたは複数サイクル実行するために使用できるキーが与えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】米国特許出願公開第２０１０／１７４６４２号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

本発明の第一の態様は太陽光発電装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

この第一の態様の太陽光発電装置は、少なくとも１つの太陽電池セルの保護バリアを形成する被包材（ｅｎｃａｐｓｕｌａｎｔ）の中に格納された少なくとも１つの太陽電池セルと、本装置からの電気の供給を可能にするように動作可能なスイッチと、同じく被包材の中に格納され、本装置の改ざん時に本装置を動作不能とする、好ましくは永久的に動作不能とする手段とを含む。

【０００６】

好ましくは、被包材は前記装置の前面と背面のバリア層を含み、または、前記装置を動作不能にする前記手段は、陽極または陰極のいずれかの電極に近接して配置される。より好ましくは、前記装置を動作不能にする前記手段は電極を支持する基板と被包材の間に配置される。

【０００７】

前記装置の前面と背面のバリア層を結合するために、接着剤を使用してもよい。熱溶融性接着剤およびその他の接着剤／積層添加剤または粘性グリースを使用してもよい。

好ましい実施形態において、スイッチもまた被包材の中に格納される。

【０００８】

任意選択的に、スイッチを集積回路で制御してもよい。

集積回路および／またはスイッチがＰＶ（太陽光発電）装置の一体的構成部品であってもよい。

【０００９】

前記装置を動作不能にする前記手段は、当該装置を永久的または可逆的に動作不能にしてもよい。

太陽電池セルは有機太陽電池セルであってもよい。

【００１０】

前記装置は負荷に接続するための端子を有していてもよい。

前記手段は端子の上流にあっても、下流にあってもよい。

前記装置は複数の、すなわち２つ、３つまたはそれ以上の太陽電池セルを含んでいてもよい。前記装置を動作不能にする前記手段は、個々のセル間および／または最初および／または最後のセルとそれぞれの端子の間に配置されてもよい。

【００１１】

前記装置を動作不能にする前記手段は、少なくとも１つのセルを短絡させる手段を含んでいてもよい。

前記装置を動作不能にする前記手段は、あらゆるセルを短絡させる手段を含んでいてもよい。

【００１２】

複数のセルがある場合、これらが短絡され、および／または装置全体が短絡されてもよ

い。
前記装置を動作不能にする前記手段は、相互接続されたセルの電流を少なくとも部分的に抑制する手段、たとえば中断する手段を含んでいてもよい。
【００１３】
少なくとも１つのセルを短絡させる手段がある場合、これはバイパスダイオードに並列接続されていてもよい。
前記装置を動作不能にする前記手段は、少なくとも１つのセルからの太陽エネルギーの収集を部分的または完全に妨害する（たとえば、これを遮蔽する）手段を含んでいてもよい。
【００１４】
複数のセルがある場合、これらはその太陽エネルギーの収集が前記装置を動作不能にする前記手段により妨害される（たとえば、遮蔽される）ようにしてもよい。
前記装置を動作不能にする前記手段は、チャネルを含んでいてもよく、そのチャネルは、スイッチが改ざんされた時に、または、集積回路がある場合には集積回路が改ざんされた時に、露出する。チャネルは、被包材において、少なくとも１つの太陽電池セルと対向する面に形成されてもよく、または少なくとも１つの太陽電池セルの少なくとも１つの層が取り付けられる電極を支持する基板内に形成されてもよい。
【００１５】
チャネルは、エアポケットでも、または空気中の成分、たとえば酸素および／または水分と反応する材料で充填されてもよい。
蒸発性の（フラッシュゲッタ）、バリウム、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、セシウム、リン、ダイニックＨＧシート等の水分ゲッタ、スードケミーデシペースト（Ｓｕｄ－Ｃｈｅｍｉｅ　Ｄｅｓｉ　Ｐａｓｔｅ）、ゼオライトまたはゼオライト系粘土などのゲッタ材料が前記装置内に含まれていてもよい。
【００１６】
前記装置を動作不能にする前記手段は、化学スイッチを含んでいてもよい。化学スイッチは、帯状電極とバスバーの間の電気接続を解消するか弱めるものであり得る。
化学スイッチは、バリアに穴が開いた後の酸化または水（蒸気）の浸透によって作動されてもよい。
【００１７】
化学スイッチは、酸素または水分と反応して、本装置の構成部品、たとえば電極材料を攻撃する侵襲性化学物質を生成する材料を含んでいてもよく、たとえば材料は白リンを含んでいてもよい。
【００１８】
前記装置を動作不能にする前記手段は、膨潤による物理的分離により電極とバスバーを電気的に分離する、水分が存在すると膨潤する材料、たとえばドライスターチ、ゲル、膨潤性ポリマ、鉱物粘土、またはこれらの組み合わせを含んでいてもよい。
【００１９】
前記装置を動作不能にする前記手段は、スイッチが改ざんされると漏出する、重要な接続を確立する導電性液体を含んでいてもよい。
前記装置を動作不能にする前記手段は、スイッチが改ざんされると、少なくとも１つのセルを短絡させる導電性液体を含んでいてもよい。
【００２０】
前記導電性液体は、１－エチル－３－メチルイミドアジリウムジシアンアミド、（C_2H_5）（CH_3）$C_3H_3N^+_2$・Ｎ（ＣＮ）$^-_2$または１－ブチル－３，５－ジメチルピリジニウムブロミド等のイオン性液体、無機液体／溶剤等の電解質溶液を含んでいてもよく、たとえば溶剤は、アセトニトリル、アクリロニトリルまたはプロピオニトリル等のニトリル、ジメチル、ジエチル、エチルメチル、ベンジルメチルスルホキシド等のスホキシド、ジメチルホルムアミド等のアミド、Ｎ－メチルピロリドン等のピロリドン、またはプロピレンカーボネート等のカーボネートを含んでいてもよく、電解質塩は、四フッ化ホ

ウ酸テトラエチルアンモニウム（$(Et)_4NBF_4$）ヘキサ置換グアニジウム塩等の第四級アンモニウム塩、または水銀、ガリウム、ナトリウムカリウムまたはガリンスタン（登録商標）等の液体金属または合金を含んでいてもよい。

【００２１】

好ましくは、改ざん時に液体流を誘発するために毛管力が利用される。

あるいは、前記装置を動作不能にする前記手段は、たとえば毛管力によってキー接続部に送達される腐食性または侵襲性の液体化学物質、化学物質またはエッチャントを含んでいてもよい。

【００２２】

好ましくは、液体は貯蔵部に貯蔵され、改ざんにより放出される。

好ましくは、液体は被包材の下に貯蔵される。

前記装置を動作不能にする前記手段は、光起動式短絡を含んでいてもよい。

【００２３】

前記装置を動作不能にする前記手段は、導光機能をさらに含んでいてもよい。

複数のセルがある場合には当該セルが短絡されてもよいし、または本装置全体が短絡されてもよい。

【００２４】

セルを動作不能にする手段は、ＺｎＯ感光ダイオードスイッチを含んでいてもよい。

前記装置を動作不能にする前記手段は、少なくとも１つの電界効果トランジスタを含んでいてもよい。

【００２５】

前記装置を動作不能にする前記手段は、スイッチが改ざんされると不透明になる材料からなる実質的に透明な層を含んでいてもよい。

この層は、ロイコ染料等の染料、たとえばクリスタルバイオレットラクトン、フェノールフタレインまたはチモールフタレインを含んでいてもよい。

【００２６】

この層は、１種または複数のエレクトロクロミック染料または双安定液晶を含んでいてもよい。

前記装置を動作不能にする前記手段は、液体の染料を含んでいてもよい。

【００２７】

好ましくは、液体は貯蔵部に貯蔵され、改ざんされると放出される。

好ましくは、液体は被包材の下に貯蔵される。

ソーラセル用埋込式集積回路（ＩＣ）は、ほとんどのソーラモジュール設備に関する標準的な必要部品の延長であり、この場合、ソーラモジュールがある環境諸条件について確実にその最適レベルで動作するようにすることが、一般に、可変的な負荷をセルにかけ、本装置からの電流を引き出して、取得可能な最大電力を生成するようにインバータを設定するための標準アルゴリズムを使用する最大ピーク電力追跡（ＭＰＰＴ）ユニットによって管理される。

【００２８】

ＩＣが高度な情報処理能力を有するように、ある改良を加えることにより、有利な点として、たとえば定常的にセルの性能を統計的にモニタし、その結果を中央モニタ施設に通信する等、他の有益な機能を果たすためにもそのＩＣを使用できることが知られている。このようなソーラモジュールモニタ情報は、たとえば早期の故障検出、たとえば携帯電話基地局三角測量またはＧＰＳ送受信機から測位データが入手可能であれば、日射マップ作成のためという点で有益であり、また、製造中の高度なインラインまたはプレリリース試験および、おそらくは工場出荷前または日常的な運転中の動的自己修復さえも可能にできる。

【００２９】

たとえばマイクロ支払方式やマイクロ委託販売契約方式を可能にするのに必要なセキュリティ用構成部品等、より進化した機能も追加できる。これらの方式では、確実な認証工

程があることが求められ、これは、信頼できるハードウェアを提供するための埋込式セキュリティモジュールまたは、基本的に安全な支払の実行のために使用可能である適当な暗号化通信を追加することによって実現できる。本装置はたとえば、その運転記録の一部から、それ自体の安全なキーを生成できてもよい。

【００３０】

さらに、収集した操業データは、ＩＣがそれに伴う適切で信頼できるハードウェアを有していれば、カーボンクレジット会計処理等のため、およびカーボンクレジットを取得するために利用できる。その他の利点としては、補助金、ワランティ、またはクレジットを申請でき、偽造を検出可能に、また偽造しにくくすることができ、シリアルまたは追跡ＩＤ、時間、日付スタンプ、証明書、サービスおよび保証制度を提供できること、および受け入れられた基準（通信等）を確実に遵守することが挙げられる。

【００３１】

追加の機能はすべて、ソーラセルから離れたＩＣによって提供できるが、電子制御システムの少なくとも１つの、セキュリティ面で安全な構成部品をソーラセルの枠組内に埋め込むことは特に有利である。ここで、埋め込みとは、同一の組立体または機械的ユニットの一部であることを意味し、たとえば同じ耐候性被包材の中に封入されるか、ソーラモジュールに直接取り付けられる。ソーラセルと埋め込まれた構成部品の間が直接電気接続されている、電子部品分野での埋め込みの解釈もまた、当てはまる。

【００３２】

電子部品をソーラモジュール内に埋め込む場合に考えられる材料の使用の点での利点のほかに、システムが本来的により安全になるという追加の利点もあり、これは、ＩＣをソーラモジュールから分離することがずっと困難であり、それゆえ、特に機器を適正に機能させるために安全な認証付与が必要であれば、本装置を盗む価値が低くなる、という点からである。また別の利点は、ソーラモジュールの改ざんによって、ＩＣを介して伝送される情報およびおそらくは、本装置が電子的に電力を生成する能力の面でＩＣの動作が一時的、または時には永久的に変化するようにＩＣを機能させることである。

【００３３】

埋め込みＩＣは極めて単純で、たとえば信号認証および電力切換えのためにのみ使用できる。これは支払方式の用途に有益に利用することができ、この用途では、本装置のバスバーの電子スイッチがセキュリティ機能として、この例の場合、物理的ケーブルを介して接続された別のマイクロ支払方式の制御ユニットを取り外すとソーラモジュールが機能しなくなるのを確実にする必要がある。

【００３４】

さらに、定義上、ＩＣは一般に、比較的大型のソーラセル上の比較的小さな構成部品である。これが意味するのは、使用者が物理的にＩＣを耐候性被包材から取り外し、または、おそらくはＩＣのキー接触点を絶縁または回避してＩＣを動作不能にできる、ということである。ＩＣが電気的に接続されていなければ、セルを無効化する内蔵の電子手段はすべて作動しない。熟練者がその後、ソーラモジュールを別のＭＰＰＴユニットに電気接続することになっていれば、認証およびセキュリティ機能は回避され、ソーラセルは有効に動作するであろう。本発明は、改ざんされた時に本装置を、好ましくは永久的に動作不能にすることによって、この欠点を克服する。

【００３５】

このようなＩＣの回避は、マイクロ支払方式が採用される場合に特に問題となる。マイクロ支払以外のソリューションでは、ソーラモジュールに対する脅威は、ほとんどがユニットの盗難によるものであるが、マイクロ支払方式では、ソーラモジュールの当初の購入価格に対して、本装置の反復的および／または継続的使用からの収入源によって補助金が支払われる。それゆえ、このような本装置の所有者は、支払の仕組みをかいくぐろうとする誘惑がありうる。

【００３６】

太陽光発電モジュールは一般に、透明な保護材で覆われ、これは本装置を物理的損傷に

対してより堅牢にし、また風雨等から保護するという利点を有する。Ｓｉベースの装置の場合、この層はコートまたはキャスト層か付着されたバリア材、たとえばプラスチック基板またはガラスシート等とすることができる。これらのプラスチック基板は一般に、ＥＶＡ（エチレンビニルアセテート）系の接着剤で付着されるが、長年にわたり、より高い光および熱安定性、耐候性等を有する接着剤層として、他の多くの材料が開発されている。

【００３７】

薄膜ソーラセルおよびモジュールに関しては、水分と酸素の透過特性が改善された保護バリアが開発されており、これは、ソーラ機器の製造に使用される材料の多くが水分と酸素の存在により劣化しやすいからである。したがって一般には、これらの本装置を完全に被包し、ＰＶ（太陽光発電）モジュールの前面、背面または縁辺からの酸素または水分の浸透が一切発生しないように、または少なくとも非常に大幅に低くなった速度でしか発生しないようにすることが要求事項である。バリアに対する要求事項は、使用される材料群によって異なるが、有機太陽光発電装置の一例として、商業的に妥当な装置の寿命を提供するには現在、たとえばＭＯＣＯＮ試験（一般に、高温で１００％に近い湿度で行われる）を使って測定した場合に10^{-4}ｇ／m^2／日ＭＶＴＲ（水蒸気透過率）のオーダのバリアフィルム特性が要求される。

【００３８】

酸素または水分の影響を受けやすい装置にとっての１つの選択肢は、本装置を前面においてガラスで被包することであり、これは、それが非常に良好なバリア特性を有するからであるが、特に大型のモジュールに使用した場合に、費用対効果の高いガラス材料の本来的な質量および／または壊れやすさが欠点である。

【００３９】

透明な側についての別の選択肢は、バリアを一体化させたポリマフィルムを使用することである。高バリア性フィルムは一般に、連続する無機／有機積層体を使って製造され、二枚組の数によって最終的なバリア特性が決まる。これに加えて、これらの層間に酸素または水分吸収／研磨材を含めることによって、透過率をさらに改善することも選択できる。このような高バリア性材料の例としては、バリックス（Ｂａｒｉｘ）マルチレイヤまたはアルカン（Ａｌｃａｎ）と３Ｍにより生成されたフィルム材その他がある。

【００４０】

同様の材料は背面被包材にも使用できるが、多くの場合、背面被包材に透明であることは求められない。より一般的な構成は、適当に高いバリア性を有する金属の層の、たとえば加熱蒸着によってかなり低コストで製造できる不透明バリアを利用することができ、または適当な誘電接着剤層を有する薄い金属シートであっても利用することができる。

【００４１】

高バリア性接着剤（ＷＶＴＲが低い）を使って２つのバリアをＰＶモジュールに取り付けることによって縁辺からの酸素と水分の浸透を最小化できる。接着剤は基本的にどのタイプであってもよいが、正しい化学的および機械的相乗効果が得られることが重要である。接着剤はコーティングでき、またはバリアに事前に付着された感圧性接着剤とすることができる。

【００４２】

別の代替案では、上記のガラス、プラスチック、または、本装置の構成に応じて不透明または透明であり得る金属ベースのバリア材などのバリア材に本装置を直接に搭載することができる。

【００４３】

本発明の好ましい実施形態において、複数のチャネルがモジュール内に設置され、これらは、改ざんされると、ソーラモジュールの劣化を加速させる。これらによって劣化が起こされる手段は、水蒸気または酸素が直接浸透した結果、直接的な光活性層の劣化か、またはセルからセルまたセルからバスバー接続の中断による電気的短絡または開回路の原因となる化学工程の開始のいずれかを通じて本装置が劣化する、というものである。

【００４４】

チャネルは、当業者にとって自明な多数の手段に形成できる。たとえば、これらはカット、インプリント、形成、エッチング、印刷、エンボス加工され、マスクを通した層のＵＶ架橋とその後の露光されていない領域の洗浄、直接的レーザ架橋と洗浄、または付着された層のレーザアブレーションを通じて、およびその他多数の方法で生成される。チャネルは、一部をＰＥＴ基板の中に埋め込み、またはバリア材料の中に形成することもできる。所望により、チャネルは上記の方法のいずれかによって接着剤層を構成またはパターニングし、パターニングされた接着剤をモジュールに塗布することによって形成することもでき、この場合、たとえば感圧接着剤が使用される。

【００４５】

チャネルはまた、所望のチャネルパターンで、たとえばＦｌｕｏｒｏｐｅｌ（商標）（Ｃｙｔｏｎｉｘ　Ｃｏｒｏｒａｔｉｏｎ）等の撥水剤を印刷することによって、堆積層に撥水性を持たせることによっても形成できる。その他の方法は、所望のチャネルパターンで多孔質組成物を堆積させる（たとえば、印刷する）ことであり、これは所望により、別の印刷またはコーティングステップで、または接着ステップ中に平坦化することができる。局所的に弱い結合線を生成するか、またはそれ自体が高い酸素および／または水分透過率を有する材料を堆積させても、材料の「チャネル」またはパターンが空気に曝されると劣化が増進される。

【００４６】

本発明の他の態様では、有利な点として、チャネルを埋め込みＩＣまたは電荷制御回路を含む領域に向けることができ、その結果、少しでもこのユニットを取り外し、または妨害しようとすると、バリアが破裂して、チャネルが空気に曝され、劣化機構が起動し、またはオンに切り替わり、その後、本装置が劣化する。

【００４７】

別の選択肢では、ポケットまたは貯蔵部に保持された液体が、バリアの破裂によって毛管力を通じてチャネル内に放出され、おそらくは圧力差がこれを促進する。ここでの代替的な方式として、チャネル内に導電性液体があり、これがバリア破裂中に漏出して、セルストライプの個々の相互接続を切断し、それゆえ、モジュール内の電流が停止する。

【００４８】

本発明の目的は、盗難された場合に簡単に作動させることができず、またはマイクロ支払方式で使用されていれば、マイクロ支払方式を回避できるような改造が簡単にはできないような、より安全なソーラセルを提供することである。本発明は、所望によりＩＣを内蔵させることのできるソーラセルの発電能力を、太陽光発電装置のバスバーより前の電流または電圧確立を中断することによる本装置の発電能力の無効化を通じて、（物理的に）無効化し、または低減させる手段を、接続端子より前に、提供する。無効化の効果は、本装置の窃盗またはその他の改ざんを防止するために利用される。

【００４９】

物理的なセキュリティと電子的セキュリティの両方を組み合わせることによって、太陽発電のための構成部品が分離されたり再使用されにくいという利点を有する、より安全な太陽光発電システムが実現する。ソーラセルの発電機構が妨害されるためにセルが取り外されて別のバスバーに再接続あるいは再取付されたとしても、発電することは容易ではない。所望により内蔵される付随的なセキュリティ電子部品、またはその他のセキュリティ関連の電気的機能との組み合わせによれば、ユニットが盗難に遭った場合にはセキュリティ機構が作動するには固有の認証コードまたはその他のキー電子信号が必要であるため、損傷を受けていないソーラパネルも動作しない。

【００５０】

本発明がより十分に理解されるように、本発明による太陽光発電モジュールの好ましい実施形態を、あくまでも例として、添付の図面を参照しながら以下に説明する。

【図面の簡単な説明】

【００５１】

【図１】ソーラセルの等価回路である。

【図２】各セルおよび複数のセルにわたるバイパスダイオードである。
【図３】モジュールの発電出力を中断し、したがって無効化する複数のスイッチの例である。
【図４】セルを短絡させ、したがってモジュールの電力出力を無効化する複数のスイッチである。
【図５】１つのスイッチと組み合わせたダイオードの等価回路と特性である。
【図６】モジュールを改ざん防止型にするための能動制御スイッチに追加された受動スイッチである。
【図７】モジュールを改ざん防止型にするための能動制御スイッチに追加された受動スイッチである。
【図８】セルの光起動式短絡である。
【図９】セルの背面光起動式短絡である。
【図１０】個々のセルを外部の、ソーラセルに取り付けられた、または埋め込まれたＩＣを介して供給される信号によって短絡に切り替えることができる直列相互接続ソーラセルである。
【図１１】電界効果トランジスタによる切替である。
【図１２】バイパス特性を有するスイッチングトランジスタである。
【図１３】抵抗切替装置である。
【図１４ａ】ＩＣまたはセキュリティ装置の理想的な配置の例である。
【図１４ｂ】埋め込みＩＣに関するチャネル配置の例である。
【図１５】セルが遮蔽されるモジュールの例である。
【図１６】本発明の一実施形態を用いる一般的な薄膜モジュールの例である。
【図１７ａ】チャネルを有する装置が描かれた、本発明の一実施形態の断面図である。
【図１７ｂ】チャネルを有する装置が描かれた、本発明の代替的な実施形態の断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００５２】
本発明の目的は、ソーラモジュールのセキュリティ機能をさけること（ｂｙｐａｓｓｉｎｇ）を極めて困難にすることである。保護されたソーラモジュールを改ざんしようとすると必ず、モジュールのバスバーの少なくとも１つに電流または電圧が到達することが停止または実質的に制限されて、当該ソーラモジュールを事実上使用不能となる。これは様々な方法で実現でき、ソーラセルとモジュールの等価回路を詳しく調べることによって最もよく説明される。等価回路とは、理解を容易にするための、複雑な回路の最も単純な形態である。
【００５３】
ソーラセルとモジュールの電気特性は、個別の電子構成部品からなる等価回路によって説明できる。図１に示されるソーラセル（１５）の単純な回路は、電流発生器（１１）からなる。電流発生器に対して並列のダイオード（１２）は暗電流特性を示す。これに加えて、２つの抵抗器が、一方（１３）は並列に、もう一方（１４）は直列に接続されている。この等価回路を変化させることによって、種類の異なるソーラセルを説明できる。等価回路は実際の回路特性を単純化したものであり、ここでは本発明の各部分をよりよく解明するためにのみ使用される点に留意するべきである。
【００５４】
ソーラモジュールは、直列または並列に相互接続される複数のソーラセルからなる。また、直列接続と並列接続を組み合わせたものも可能である。個々のセルを直列に相互接続することによって、相互接続されたすべてのセル（図２の２１）を流れる一定の電流で電圧が確立する。個々のセルが著しく遮蔽されると、生成される電流が大幅に減少し、高い抵抗が生じる。その結果、遮蔽されたセルのために、その隣接セルにおいて確立した電圧が低下し、永久的な損傷の原因となりうる。これを軽減する１つの方法は、個々のセルのすべてまたは複数のセルにバイパスダイオードを接続することである。

【００５５】
個々の太陽電池セルは通常は０．５～１．２ボルトの範囲の電圧を生成する。太陽光発電薄膜モジュールは、複数の薄膜ソーラセルからなる連続的なセルストライプ（ｃｏｎｓｅｃｕｔｉｖｅ　ｃｅｌｌ　ｓｔｒｉｐｅｓ）で構成されることが最も多い。隣接するセルは直列に相互接続され、有益な合算電圧を生成する。これらのセルストライプは最終的に、モジュールの各端において複数の電流通過バスバーに接続される。これらのバスバーは一般に、比較的高導電性の材料で構成されることにより、電流がバスバーを通過する際の抵抗性損失が最小化される。

【００５６】
バスバーは一般に、たとえばスクリーンプリンタを使ってソーラモジュールの上に印刷して、比較的厚い（５～２０μｍ）銀ペーストの層として堆積されるか、または、公知のはんだ方法または導電性接着剤層を使って付着され得る、錫めっきを施した銅またはアルミニウム等のリボンテープとして形成される。電流はソーラモジュールからバスバーを通じて、所望により設置され得るピークパワーユニットまたはその他の制御機構を介して、ソーラセル上の負荷へと抽出される。負荷は通常は、バッテリ、（インバータを介する）電気グリッド、または、ポンプ、ヒータ、その他の器具等のいくつかの電気機器のうちの１つである。電極材料は、セルストライプからストライプにまたはストライプからバスバーに一般には１ｃｍを超えない領域で電流を通過させるのと同等の導電性と電流通過能力を有するが、通常、堆積されている層が比較的薄いために、バスバーのようには機能せず、一般には長さが２０～２００ｃｍの範囲の個々のセルストライプまで導電性が限定されるために、普通は有益な電力を送達する能力が制限される。

【００５７】
ソーラセルの製作には様々な材料が使用され、各々に個々の長所と短所がある。各種の技術に関する被包の要求事項は大きく異なる。Ｓｉベースの装置は一般に、ＥＶＡで積層されるか、または所望により耐候性樹脂で被覆しただけのバリアシートで被包され、環境的要素から保護される。他の材料群、たとえば有機太陽光発電装置（ＯＰＶ）、色素増感（ＤＳＳＣ）、ＣＩＧＳ、Ｃｄ／Ｔｅおよびハイブリッドの有機／無機ベースのソーラセルで一般的に使用されているようなその他の材料群は一般に、水と酸素の浸透の影響を非常に受けやすく、より高度な被包が必要となり、これには酸素と水蒸気の浸透を防止するように設計されたバリア層が含まれる。ある形態のＤＳＳＣは、それが侵襲性液体電解質を使用しているため、特に難しい。多くの代替的システムにおいてガラスが使用されることが多いのは水分と酸素に対して実際に不透過性であるからである。セルがガラスで被包されている場合、バスバーが被包材から出る場合を除き、バスバーにアクセスすることは当然困難である。プラスチックをベースとする代替的なバリア材料も利用できる。不透明なバリアは、アルミニウムをプラスチックに蒸着させるという単純なものとすることができ、これは長いものが非常に低コストで製造できる。透明バリア材料は幾分、より困難であるが、スパッタリングによる酸化膜積層体が多数入手可能であり、これらはしばしば、複数の無機／有機積層体で構成されて、湾曲した経路ができるため、O_2とH_2O分子が活性材料へと浸透する傾向が大幅に低下する。

【００５８】
本発明は、盗まれた場合、ソーラモジュールが取り外された場合、または電子セキュリティ機構を避けることが試みられた場合に、ソーラモジュールを有効化および無効化するための改ざん防止切替機構を提供する。ソーラモジュールを電子的に有効化および無効化する好ましい機構は、ソーラモジュールの一体的な構成部品（たとえば、一体のキーパッド）である集積回路により生成されるか、または電気接続を通じて外部信号源から供給される信号である。後者の場合、信号は、
ａ）有効化または無効化手順のために直接使用される。これは、永久的、変調（周波数）または一時的電圧または電流とすることができる。または、
ｂ）ソーラセル上の集積回路に供給される暗号化信号である。承認された信号によって、スイッチ状態が変化する。

【００５９】
無効化機能（または性能を大幅に低下させる機能）は、ｉ）相互接続されたセルの電流の中断、ｉｉ）個々の、または複数の、またはすべてのセルの短絡、ｉｉｉ）セル／モジュールの部分的および全面的遮蔽によって実現可能である。技術的実現方法に応じて、無効化機能は可逆的でも永久的でもよい。
【００６０】
電流の中断は、ソーラモジュールの各種の地点で行うことができる（図３）。これらは個々のセル間（３１）または、最初と最後のセルとそれぞれの端子の間（３２）である。
セルの短絡は、個々のセルレベルで行うことができ、また複数のセルまたはモジュール全体を通じても行うこともできる。個々のセルレベルでの短絡の場合、モジュールの性能を大幅に低減させるためには、多くのセルを短絡させる必要がある。図４は、セルを短絡させ、したがってモジュール発電出力を無効化するための複数のスイッチ（４１）を示している。個々の、または複数のセルを短絡させるスイッチは、バイパスダイオードに並列接続することができる。この電気構成部品、ダイオードとスイッチの特性を組み合わせることもできる。図５は、ダイオード（２２）の好ましい電気的特性にスイッチ（４１）と組み合わせた場合の回路図を示す。
【００６１】
セルストライプを部分的または全面的に遮蔽することによって、ソーラモジュールの動作を停止させることができる。図１６は、一般的な薄膜ソーラモジュール（１６１）を示している。セル全領域が遮蔽されると、すなわち、セルのうちの少なくとも１つへの光の照射が実質的に防止されると、バイパスダイオードがない場合、モジュールは。
【００６２】
上記の機構を回避しようとする改ざんの試みは、スイッチの状態を物理的または電子的に操作することによるか、またはソーラモジュールの電気コンタクトにアクセスすることによって行われるであろう。したがって、本装置を改ざん防止型にすることは、スイッチの操作または電気コンタクトへのアクセスが試みられると常に、ソーラセルの一体構成部品（半導体、電子注入層）が破壊されるか、電流が変更する（短絡、中断）ことによって実現できる。
【００６３】
次に、以下の実施例は、本発明を実施できる各種の方法を説明する。
実施例１：１つの端子と最初のソーラセルの間の可逆的中断とソーラセルへの改ざん防止型のアクセスとの組み合わせ
１つの端子と最初のソーラセルの間の可逆的中断は、集積回路の構成部品としての一体的な電子スイッチ（たとえば、トランジスタまたはリレー）によって実現できる。図６は、その等価回路を示す。改ざん防止システムを実現するためには、スイッチ（６１）と電流通過リード（６２）に、最初のセルおよびそれに続くセルへのスイッチからアクセスすることを防止しなければならない。最初のセルの端子へのアクセスを防止することは、それがモジュールへのアクセスのための最良の標的となるため（ゾーンＡ（６３））最も魅力的である。これは、それがモジュールへの確実なコンタクト（より太い金属バスバー）であり、それによってモジュールの全能力を獲得できるからである。隣接するセルへの電気的アクセス（ゾーンＢ（６４））はそれほど魅力的ではなく、これは、性能（電圧）がより低く、確実な電気コンタクトを実現しにくく、ソーラモジュールの寿命が、特に水や酸素の浸透の影響を受けやすい場合に、被包材を破壊することによって影響を受ける可能性があるからである。
【００６４】
ソーラモジュールに不要な改ざんが加えられた時に、セルストライプの導体からバスバーを絶縁するために、たとえば、化学変化に基づく切替機構またはスイッチが作動し、帯状電極とバスバーの間の電気接続が除去され、または劣化する。この化学スイッチはたとえば、材料バリアに穴が開き、酸化または水（蒸気）が浸透することによって引き起こされる。この構成では、バスバーを本装置に接続するために使用される導電性材料は、有利

な点として、反応によって実質的に非導電性の酸化物または水酸化物を形成し、バリウム、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、またはセシウム等の金属ゲッタ材料を使用できる。あるいは、水分が存在すると劇的に膨潤する材料（たとえば、ドライスターチ、ゲル、その他の膨潤性ポリマ、特定の鉱物粘土、またはこれらの組み合わせ）を使って、膨潤により誘発される物理的分離によって電極とバスバーを電気的に分離できる。

【００６５】

実施例２：ＩＣがソーラモジュールの中に、ＩＣが取り外され、またはＩＣの周辺領域に損傷が与えられると、チャネルが現れて本装置が劣化するように（事前に作製されて）配置される。ＩＣまたはセキュリティ機能の有益な配置の例は、図１４ａに示されている。この場合、バスバー（１４１）はモジュールの縁辺にあり、ＩＣまたはセキュリティ装置（１４２）は被包材の下に、バスバーのうちの１つと左端のセル電極（８５）の間の接続部を覆うように埋め込まれる。チャネルは、エアポケットであっても、または空気中の成分（たとえば、酸素と水分）と反応する材料で充填されていてもよい。図１５は、いったん被包シート（１５１）が付着された時の、厚いバスバー（１５２）と上側電極の接合部に形成されるチャネルを示している。被包材は通常、これらに限定されないが、選択されたソーラセルの材料に応じて、感圧接着剤、熱硬化性接着剤、エポキシまたはＵＶ硬化性接着剤の中から選択可能な接着剤（１５４）を介して付着される。これらの選択肢の最初のものは、能動領域の酸素または水分への曝露によって性能が著しく劣化するソーラセル材料の系にとって特に好ましい。いくつかの例においては、被包材のバリア特性を変化させるだけでも、酸素と水蒸気の浸透によって、徐々に、しかし最終的には壊滅的な装置の性能劣化につながり、この場合、穴が開いたバリア材料が物理的スイッチとして機能する。しかしながら、ＩＣの下（またはＩＣ電気コンタクトの付近）に戦略的に設置された複数のチャネルにより、ＩＣが取り外されると、またはコンタクトがバリア材料を通じて改ざんされると、本装置の劣化が大幅に加速する。チャネルは所望に応じて、基板上にあるバスバーコネクタテープまたはワイヤにバリア材料を積層させ、ギャップを残し、そこで積層接着剤が直接電極と接触しないようにすることにより作られる。

【００６６】

ソーラセル材料系がそれ自体、特に空気または水分の影響を受けない場合、これらのチャネルは、酸素または水分と反応して電極材料を攻撃する侵襲性の化学物質を生成させるような材料で充填することができ、その一例は、強酸を発生させる白リンである。あるいは、電極とバスバーの間の接続部、またはその領域の電極そのものを、酸素または水分と強く反応する材料で作製することもできる。この接続部または電極の材料はたとえば、よく知られた急速酸化物生成金属であるアルミニウム、カルシウム、ナトリウム等から選択できる。

【００６７】

酸素または水蒸気に対して幾分敏感なシステムのための有利な方法は、チャネル内にゲッタ材料をある程度含めることである。これは装置の寿命を延ばすが、ただしO_2／H_2Oバリアに穴が開いた場合にはやはり、ゲッタ材料が消費されるに伴ってセルの衰えをもたらす。よく知られたゲッタ材料としては、たとえば、蒸発性（フラッシュゲッタ）バリウム、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、セシウムまたはリンであり、またはダイニックＨＧシート、Ｓｕｂ－Ｃｈｅｍｉｅ　Ｄｅｓｉｐａｓｔｅ、ゼオライトおよびゼオライト系粘土等の水分ゲッタが当業界ではよく知られている。

【００６８】

図１４ｂには、チャネル配置の選択肢のいくつかが示されている。この例では、モジュールは埋め込み回路（１４２）を有し、チャネル構造（１４ｂ１－４）が部分的に埋め込み回路の上または下にあり、改ざんされた時に埋め込み回路に最大の劣化が起こるようになっている。図のように、これらの機能部は、セルストライプの方向に対して平行、垂直、斜め、またはそれらを組み合わせて設けることができる。好ましいチャネル配置は選択

された電流中断方法に大きく依存するが、これは特定の構成が他の構成より早く劣化を招くからである。

【００６９】

一般的な第三世代のソーラセルの層に関するチャネルの配置が図１７ａと１７ｂに示されている。図１７ａには、標準的なＰＥＴ基板上に生成されたセルの被包構造の断面図が、セルストライプの方向に沿って示されている。光活性層（電子注入層を含む）１７１は、２つの電極１７２と１７３の間に形成されている。下側電極１７３はＰＥＴ基板１７４に取り付けられている。この構造全体が、ある形態の接着剤１７６を使って２つのバリアシート１７５間に被包される。チャネルを有益に形成できる領域のいくつかが１７７で示されている。図１７ｂは、被包されたソーラモジュールのストライプの概略図を示しており、これらはバリア材料の上に直接形成されている。ここで、光活性材料１７１と電極１７２および１７３は、バリア材料１７４ｂの上に直接堆積されている。最終的な最上部のバリア材料１７５は、接着剤１７６を使って本装置に付着されている。

【００７０】

実施例３：この方法は、重要な接続を行うための導電性液体が充填されたチャネルを利用するものであり、これは破裂が起こると漏出する。このような液体は、これらに限定しようとしてはいないが、以下の１つとすることができる。１－エチル－３－メチルイミドアジリウムジシアンアミド、（C_2H_5）（CH_3）$C_3H_3N^+_2$・N（CN）$^-_2$または１－ブチル－３，５－ジメチルピリジニウムブロミド等のイオン性液体、電解質溶液。いくつかのソーラセル材料用としては、これは水性でなく、無機液体／溶剤であることが好ましい。代表的な有機溶剤としては、これらに限定されないが、アセトニトリル、アクリロニトリルまたはプロピオニトリル等のニトリル、ジメチル、ジエチル、エチルメチル、ベンジルメチルスルホキシド等のスホキシド、ジメチルホルムアミド等のアミド、Ｎ－メチルピロリドン等のピロリドン、またはプロピレンカーボネート等のカーボネートがある。例示的な電解質塩は、四フッ化ホウ酸テトラエチルアンモニウム（米国特許第５，７２６，８５６号明細書に開示されているような（Ｅｔ）$_4$ＮＢＦ$_4$）ヘキサ置換グアニジウム塩）等の第四級アンモニウム塩を含む。最後に、水銀、ガリウム、ナトリウムカリウムまたはガリンスタン（登録商標）等の液体金属または合金も使用できる。毛管力は、破裂すると液体の流れを起こさせるような方法で設計できる。

【００７１】

毛管力はまた、たとえば、酸等の侵襲的な化学物質またはエッチャントをキー接続部に輸送するための手段としても望ましい。この場合、被包材を破裂する、ＩＣを取り外す、という物理的な行為によってダムを壊し、貯蔵部に貯蔵されていた液体が放出されるようにする必要がある。好ましくは、液体は被包材の下に収容される。

【００７２】

ＩＣが取り外されると必要な構造が確実に作られるようにする点で、剥離層および、シアノアクリレート等の強力な接着剤を使って、ＩＣを取り外すと確実に剥離が起こり、チャネルが露出するようにすることが望ましい。

【００７３】

実施例４：改ざんの試みによる個々の、または複数のセルの不可逆的短絡は、光活性化を通じて実現される。モジュールを無効化する機構は、スイッチ（３２）またはスイッチと最初のソーラセルの間の電気接続にアクセスしようとしている間に、複数のセルを光起動式で短絡させる（感光スイッチ（７１））ことによる。感光スイッチは不透明な保護層（７２）によって覆われ、電気リードとスイッチボックスのカバーの役割を果たす。

【００７４】

カバーを外すと、スイッチが光に曝され、したがってセルが短絡する。その等価回路が図７に示されている。

感光性の構成部品は、照明されると、低抵抗の抵抗としての挙動（短絡）からダイオード特性に切り替わる。抵抗は十分に低いため、ソーラセルの電圧が著しく低下する。この構成部品のダイオードモードにおける電気特性（たとえば、電圧ターンオン）は、モジュ

ールの一部が遮蔽された時にセルを高電圧の確立から防止するのに適している（図５）。
【００７５】
光活性スイッチを生成する好ましい方法は、ＺｎＯに基づく機構を介したものである。ＺｎＯへの酸素の吸収は、導電バンドから電荷キャリアが除去されることによって、その導電性が大幅に低下することが知られている。太陽光（十分なＵＶを含む）が照射されると、酸素の脱離が発生し、したがって導電性が増大する。ＺｎＯベースのダイオードは感光性ダイオードスイッチとして機能できる。この挙動はよく知られており、複数の文献、たとえば、ジンら著、「コロイダルＺｎＯナノ粒子に基づく溶液処理紫外線光検出器」、ＮＡＮＯ　ＬＥＴＴＥＲＳ、２００８年、第８巻、第６号、ｐ．１６４９～１６５３、オルソン　Ｄ．ら著、「ハイブリッドポリ（３－ヘキシルチオフェン）／ＺｎＯナノファイバ太陽光発電装置の性能に対する大気およびＺｎＯ形態の影響」、Ｊ．Ｐｈｙｓ．Ｃｈｅｍ．、Ｃ　２００７年、１１１、ｐ．１６６７０～１６６７８、マンダラプら著、Ｍａｔｅｒ．Ｒｅｓ．Ｓｏｃ．Ｓｙｍｐ．Ｐｒｏｃ．、第８９１巻、２００６年、Ｍａｔｅｒｉａｌｓ　Ｒｅｓｅａｒｃｈ　Ｓｏｃｉｅｔｙ、ｐ．０８９１－ＥＥ０８－０７．１に記載されている。
【００７６】
薄膜ソーラモジュールにおける感光スイッチの使用が、図８に示されている。この断面図は、基板（８１）と、それに続くパターン電極（８２）、光活性層（８３）と上側パターン電極（８４）、被包層と２つの不透明カバー（８６）を示している。上側電極間のギャップは部分的に（モジュール長さ全体にはわたらず）、感光導電体（８８）（たとえば、ＺｎＯ）で覆われている。
【００７７】
ギャップの片側（ソーラセルの極性による）はｐ型半導体（８１２）によって覆われ、必要なバイパスダイオードが形成される。その導電状態になると、短絡電流が上側電極から下側電極に直接流れる（最短距離（光活性化層の厚さ））。カバーが取り外されるとすぐに、モジュールの両側から照明が有効となる。この効果は、導光機能（８１１）（金属蒸着カバー）を組み込むことによって促進できる。マスキングテープを部分的に取り除いただけでも、導電性が増大する。あるいは、感光層を２つの電極間の半導体の隣に組み込むことができる（図９）。この構成により、界面面積が大きくなるため、大きな電流が流れる。
【００７８】
実施例５：高集積性の可逆的改ざん防止切替機構は、抵抗（ソーラセル電極間の短絡）から高抵抗（絶縁）またはダイオード特性に可逆的に切り替えられる１つまたは複数の構成部品（スイッチ）によって提供される（図１０参照）。切替のための信号は、集積回路または外部信号源のいずれかから提供される。後述のような高度な集積によって、システムは改ざん防止型となる。
スイッチの種類と薄膜モジュールでの実現
図１１は、薄膜モジュールに集積されるスイッチの構成を示す。
【００７９】
実施例５ａ）電界効果トランジスタによる切替：ソーラセルを無効化するリーク電力は、ソースからドレインへの電流によって表される。ソースとドレインは、上下の電極によって表される（隣接する上側電極に接続される）。ゲート電極（１１６）は、誘電層（１１５）（たとえば、被包材のための接着剤）によって電極から分離される。トランジスタのスイッチ（１１１４）のために外部電圧（１１１３）が供給される。この電圧は、一部がモジュールそのものによって確立され、また一部がセキュリティモジュールにより供給される。電流が流れないため、エネルギー消費量は少ない。図１２は、バイパス特性を有するトランジスタ構成とそれに対応する等価回路を示す。トランジスタは、いわゆる垂直チャネル構成で示されている。有効チャネルは、光活性層の厚さによって決まる。バイパスダイオードは（１１１０）により表される。
【００８０】

実施例５ｂ）クオヤンら（Ｏｕｙａｎｇ、Ｊ．Ｎａｎｏ　Ｒｅｖｉｅｗｓ、２０１０年、１：５１１８）の評価論文に記載された抵抗スイッチ装置は、金属と半導体ナノ粒子を含む、能動構成部品としてナノ材料を使った２端子素子である。閾値電圧を印加することによって、状態が高抵抗から導電性に変化し得る（図１３参照）。この電圧パルスは、改ざん防止制御ボックスによって印加できる。モジュールを無効化するには、特定の閾値（１３２）より高い反転バイアス電圧パルス（モジュールの動作電圧の反対）が必要となる。モジュールの有効化には、反対の極性の電圧パルスが必要である。

【００８１】

実施例５ｃ）切替式ダイオードは、ダイオード特性から高い導電性に可逆的に切り替え機能な２端末素子である。切替は、バイアス電圧の印加によって行われる。機構は、偏極によるショットキバリアの変調に基づく。

【００８２】

Ｐｔ／ＢｉＦｅＯ$_3$／ＳｒＲｕＯ$_3$薄膜コンデンサの切替式強誘電性ダイオード効果とその物理的機構は、リーら（Ｌｅｅ　ｅｔ　ａｌ）により報告されたＰｈｙｓ．Ｒｅｖ．Ｂ　８４、１２５３０５、電気的に切り替え可能なダイオードと太陽光発電効果のための強誘電性／金属界面におけるキャリア注入の極性制御、２０１１年。

【００８３】

実施例５ｄ）代替手段として、静電作動により切替可能なマイクロメカニカルスイッチを使用できる。

実施例６：一または複数のセルストライプには、改ざん（たとえば、ＩＣまたはその他のセキュリティ関連機能物を取り外そうとする試み）によって誘発される液体の毛管現象によって、モジュールに沿ったセルの直列接続において影響を与えることができる。これには、基板の中に切り込むか、形成されるチャネルと、バリア破壊中に壊される適当な「ダム」を有する貯蔵部が必要となる。１つの選択肢は、実施例２で示したような、積層被包材への縁辺部でのバスバーの接続と分離によって形成できるチャネルの使用である。導電性液体を使ってセルをショートさせることが選択肢として含まれる。このような液体は、以下のうちの１つとすることができる。１－エチル－３－メチルイミドアジリウムジシアンアミド、（Ｃ$_2$Ｈ$_5$）（ＣＨ$_3$）Ｃ$_3$Ｈ$_3$Ｎ$^+_2$・Ｎ（ＣＮ）$^-_2$または１－ブチル－３，５－ジメチルピリジニウムブロミド等のイオン性液体、電解質溶液。いくつかのソーラセル材料用としては、これは水性でなく、無機液体／溶剤であることが好ましい。代表的な有機溶剤としては、これらに限定されないが、アセトニトリル、アクリロニトリルまたはプロピオニトリル等のニトリル、ジメチル、ジエチル、エチルメチル、ベンジルメチルスルホキシド等のスホキシド、ジメチルホルムアミド等のアミド、Ｎ－メチルピロリドン等のピロリドン、またはプロピレンカーボネート等のカーボネートがある。例示的な電解質塩は、四フッ化ホウ酸テトラエチルアンモニウム（Ｅｔ）$_4$ＮＢＦ$_4$）（米国特許第５，７２６，８５６号明細書に開示されているようなヘキサ置換グアニジウム塩等の第四級アンモニウム塩を含む。最後に、水銀、ガリウム、ナトリウムカリウムまたはガリンスタン（登録商標）等の液体金属または合金も使用できる。

【００８４】

実施例７：改ざんによって不透明になる材料からなる実質的に透明な層を、ソーラモジュールの上または１つまたは複数の個々のストライプの上に追加する。

この実施例は、セルが正しく動作するのを停止させるように生成されて能動領域を覆う１種の染料または複数種の染料の組み合わせを通じて実現でき、これは同時に改ざんの証拠にもなる。これは図１６に示されており、セルストライプのうちの１つが濃くなっている（１６１）。原則的にはどのセルも選択できる点に留意するべきである。１つの利点は、染料が必ずしも最終的な被包材の中になければならないわけではないという点である。染料には、これらに限定されないが、１種または複数のロイコ染料、たとえばクリスタルバイオレットラクトン（ｐＨにより切替、低ｐＨで着色）、フェノールフタレイン、チモールフタレイン（ｐＨにより切替、高ｐＨで着色）がある。あるいは、酸素または水分と反応して強い色を発生するものとして知られた材料であり得る発色剤を使用してもよい。

別の代替案では、透明状態と不透明状態を有する、エレクトロクロミック染料または双安定液晶が使用される。透明状態は、双安定液晶の仕様に応じて、分ごと、日ごと、あるいは月ごとの規則的パルスによって保持できる。双安定液晶の一例はたとえば、Ｅインク社（Ｅ－Ｉｎｋ）により製造されている。

【００８５】

実施例８：液体染料の毛管現象を誘発できる。これには、基板内に切り込まれる、または形成されるチャネルと、バリアの破壊中に壊れる適当な「ダム」が設けられた液体用貯蔵部が必要となる。十分な光吸収性を有し、使用される溶剤に溶けるのであれば、よく知られたいかなる染料または複数の染料の組み合わせでも使用できる。

【００８６】

これらの実施例は本発明を説明するものであり、当業者であれば、上記の方法のいずれかの組み合わせや変更を利用して改ざん防止ソーラモジュールシステムを提供できることがわかるであろう。

【図１】

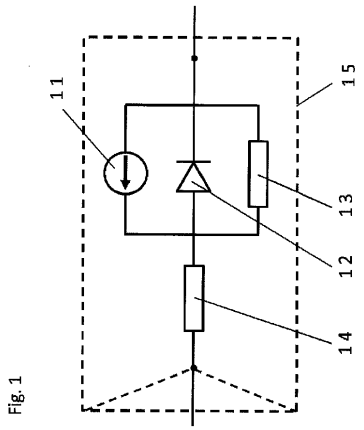


Fig. 1

【図２】

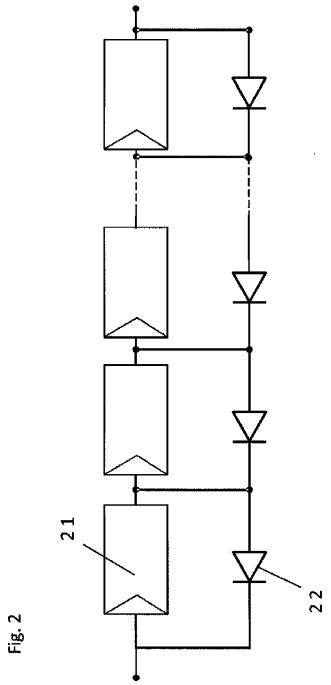


Fig. 2

【図３】

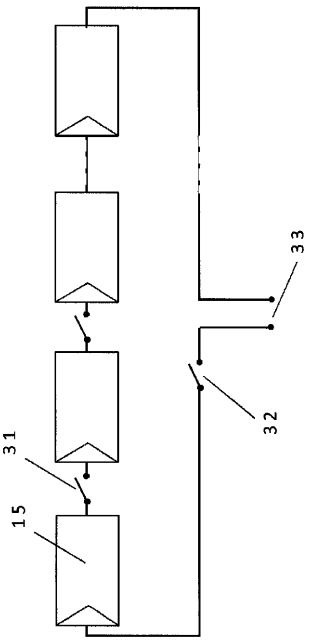


Fig. 3

【図４】

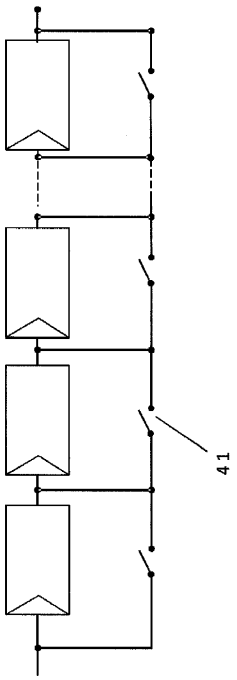


Fig. 4

【図５】

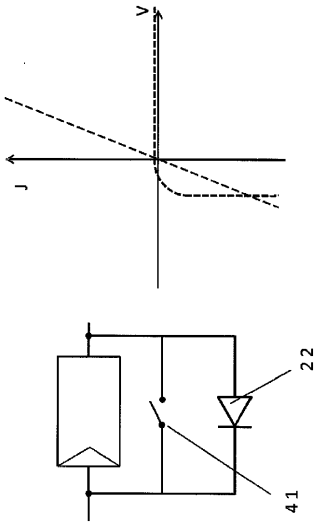


Fig. 5

【図６】

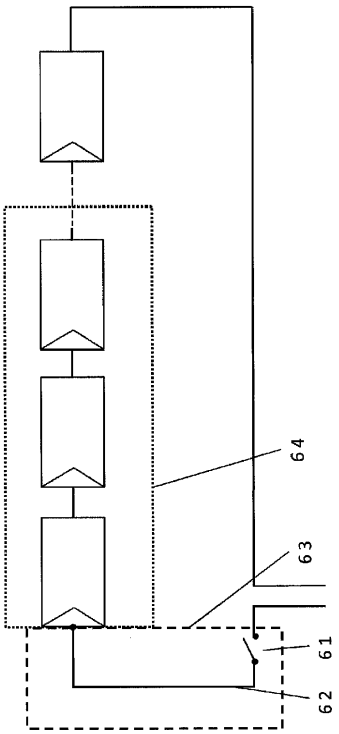


Fig. 6

【図７】

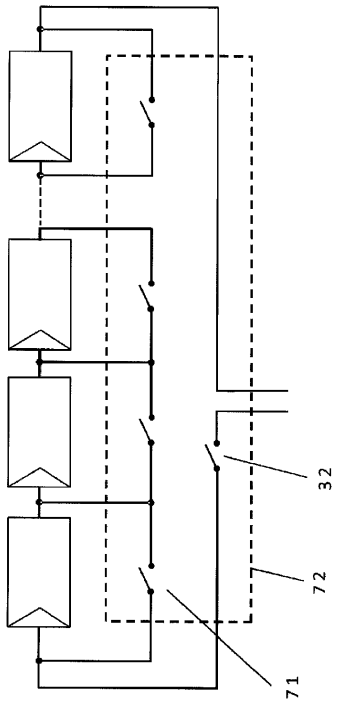


Fig. 7

【図８】

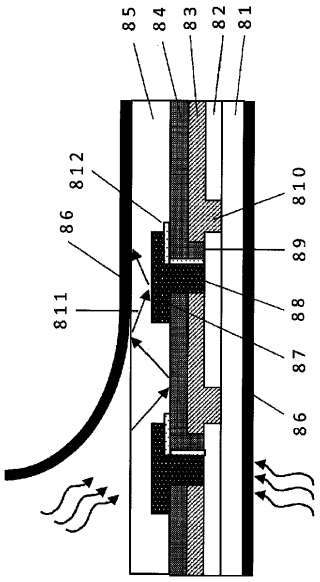


Fig. 8

【図９】

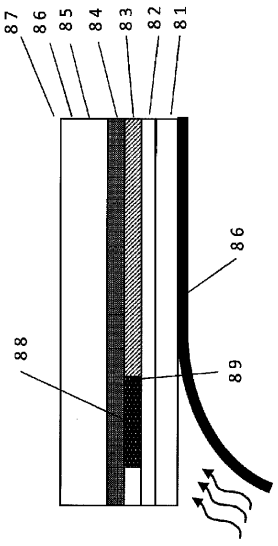


Fig. 9

【図１０】

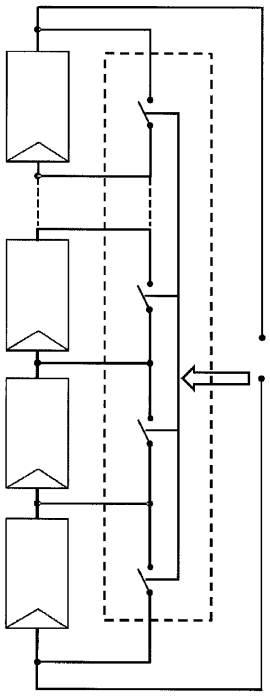


Fig. 10

【図１１】

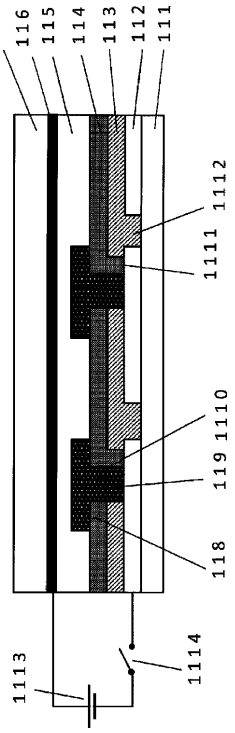


Fig. 11

【図１２】

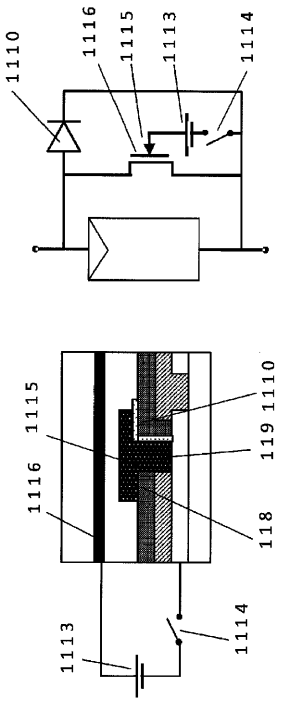


Fig. 12

【図１３】

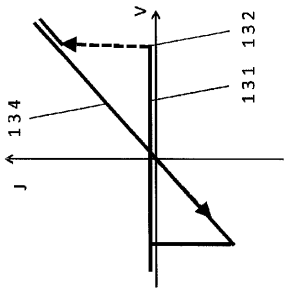


Fig. 13

【図１４】

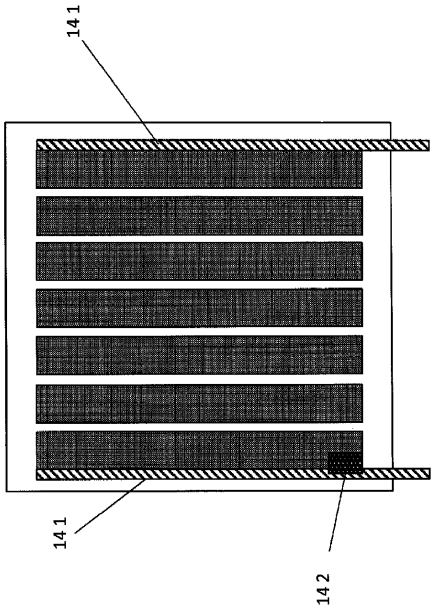
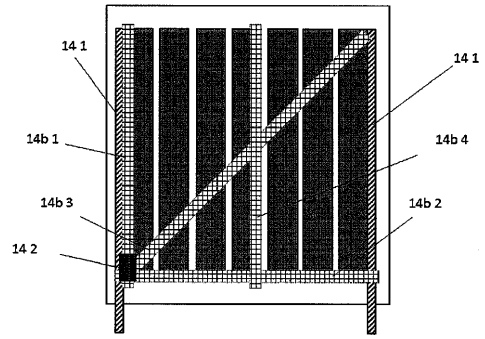


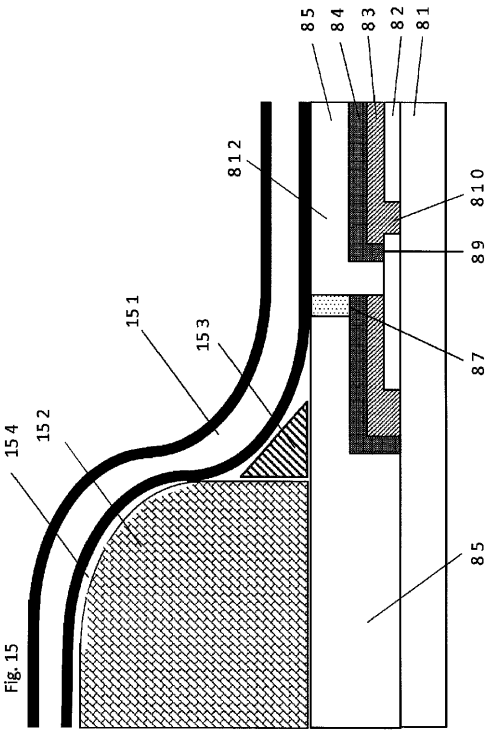
Fig. 14

【図１４ｂ】

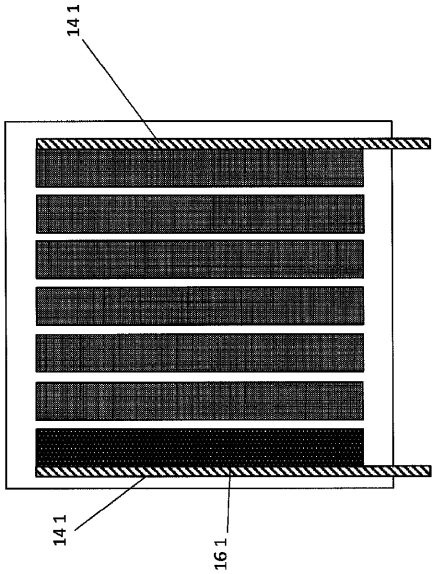
Fig. 14b



【図１５】

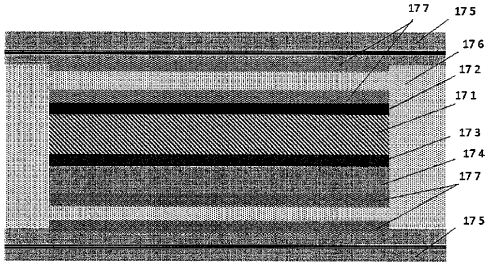


【図１６】



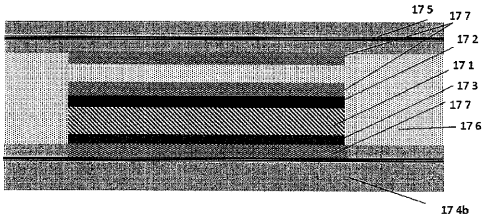
【図１７ａ】

Fig 17a



【図１７ｂ】

Fig. 17b



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2012/052330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L31/02 G08B13/14
ADD.

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)
H01L G08B G08G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 650 031 B1 (GOLDACK DANIEL [DE]) 18 November 2003 (2003-11-18) abstract paragraphs [0012] - [0021], [0032] - [0047]; figures 1,2 -----	1-14, 18-22, 37-45,52
X	EP 2 133 926 A1 (SAVIO SPA [IT]) 16 December 2009 (2009-12-16) abstract paragraphs [0012] - [0033]; figures 1-4 -----	1-11,15
X	US 2006/054210 A1 (PROISY BERNARD [FR] ET AL) 16 March 2006 (2006-03-16) paragraphs [0030], [0031], [0052] - [0056]; figures 4-7 ----- -/--	1-11,15, 16

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] 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	Date of mailing of the international search report
22 March 2013	02/04/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rodríguez-Gironés, M

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2012/052330

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000 174308 A (TOSHIBA CORP) 23 June 2000 (2000-06-23) abstract paragraphs [0016] - [0022]; figure 1	1,6,7, 10,13, 14,16, 37,38, 40,41

2

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/GB2012/052330

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6650031 B1	18-11-2003	AT 277447 T	15-10-2004
		DE 19844977 A1	13-04-2000
		EP 1125352 A1	22-08-2001
		ES 2224748 T3	01-03-2005
		ID 29391 A	30-08-2001
		JP 4130732 B2	06-08-2008
		JP 2002527018 A	20-08-2002
		PT 1125352 E	28-02-2005
		US 6650031 B1	18-11-2003
		WO 0019580 A1	06-04-2000
EP 2133926 A1	16-12-2009	AT 522934 T	15-09-2011
		CN 101860273 A	13-10-2010
		EP 2133926 A1	16-12-2009
		EP 2136411 A1	23-12-2009
		ES 2370140 T3	13-12-2011
		PT 2136411 E	31-10-2011
		US 2010253517 A1	07-10-2010
US 2006054210 A1	16-03-2006	EP 1544922 A1	22-06-2005
		FR 2863775 A1	17-06-2005
		JP 2005183957 A	07-07-2005
		US 2006054210 A1	16-03-2006
JP 2000174308 A	23-06-2000	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

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,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,IS,JP,KE,KG,KM,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,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC

(72)発明者 ファイソン、ジョン リチャード
イギリス国 Ｅ９ ７ＡＳ ロンドン ハックニー メネル クレセント ８ トートワース
(72)発明者 ウィンケル、ユルイェン フレデリック
イギリス国 ＣＢ６ ３ＤＥ ケンブリッジシャー イーリー ゲートウェイ ガーデンズ ７７
(72)発明者 ニゲマン、ミヒャエル
イギリス国 ＣＢ１ ２ＮＺ ケンブリッジシャー ケンブリッジ フーパー ストリート ２７
(72)発明者 バーンズフィールドーガース、サイモン
イギリス国 ＣＢ１０ １ＳＷ ケンブリッジシャー イックルトン ミル レーン ２５

Ｆターム(参考) 5F151 BA11 EA06 FA10 FA14 JA04