

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5629010号
(P5629010)

(45) 発行日 平成26年11月19日(2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日(2014.10.10)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 31/05 (2014.01) HO 1 L 31/04 5 7 0
 HO 1 L 31/048 (2014.01) HO 1 L 31/04 5 6 0

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-529278 (P2013-529278)	(73) 特許権者	502141050
(86) (22) 出願日	平成23年9月14日 (2011. 9. 14)		ダウ グローバル テクノロジーズ エル
(65) 公表番号	特表2013-541205 (P2013-541205A)		エルシー
(43) 公表日	平成25年11月7日 (2013. 11. 7)		アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 6 7 4
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/051509		, ミッドランド, ダウ センター 2 0 4
(87) 国際公開番号	W02012/037191		0
(87) 国際公開日	平成24年3月22日 (2012. 3. 22)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成25年5月15日 (2013. 5. 15)		弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	61/383, 867	(74) 代理人	100077517
(32) 優先日	平成22年9月17日 (2010. 9. 17)		弁理士 石田 敬
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100128495
			弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良された光起電力セルアセンブリ及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光活性部分の上面の一部の領域上にある上部回収構造であって、他の領域で露出上面を残しているものと、

反対側導電性基材層と、

の間に挟まれた光活性部分を含む、複数の光起電力セルであって、セルの周囲縁部分の少なくとも一部分は非導電性層部分を含む、複数の光起電力セル、

複数の導電性要素、

前記上部回収構造及び光活性部分の露出上面と接触している第一のカプセル化層、及び

、

前記反対側導電性基材層と接触している第二のカプセル化層、

を含み、

前記複数の導電性要素の1つの末端は前記上部回収構造及び露出上面と接触しており、前記複数の導電性要素の反対側末端は隣接する光起電力セルの導電性基材層と接触しており、両方の末端はそれぞれのカプセル化層によりセル層への接触を維持している、光起電力セルアセンブリ。

【請求項 2】

前記上部回収構造は前記露出上面よりも低いシート抵抗の材料の一連の実質的に平行なラインを含み、前記一連の実質的に平行なラインは前記複数の導電性要素の方向にほぼ垂直であり、前記上部回収構造の実質的に平行なラインは導電性要素と接触しており、それ

により、前記導電性要素は前記上部回収構造と、隣接する光起電力セルの導電性基材層との間に電氣的ブリッジを形成している、請求項 1 記載の光起電力セルアセンブリ。

【請求項 3】

前記導電性要素は導電性接着剤及び/又はハンダを使用することなく光起電力セル要素に接続されている、請求項 1 又は 2 記載の光起電力アセンブリ。

【請求項 4】

前記上部回収構造は光捕獲に関係する光活性部分の合計表面積の約 5 % 以下を占める、請求項 1 又は 2 記載の光起電力アセンブリ。

【請求項 5】

前記導電性要素の断面幅は第一のカプセル化層及び第二のカプセル化層の厚さよりも大きい、請求項 1 又は 2 記載の光起電力アセンブリ。

10

【請求項 6】

前記第一のカプセル化層及び第二のカプセル化層は上部セル表面及び底部セル表面に対して近位にある第一の層が次の層よりも高い融点の熱可塑性樹脂材料である多層を含む、請求項 1 又は 2 記載の光起電力アセンブリ。

【請求項 7】

前記導電性基材層上の導電性要素のオーバーラップは長さで少なくとも 2 . 0 mm である、請求項 1 又は 2 記載光起電力セルアセンブリ。

【請求項 8】

前記非導電性層部分は UV 線により硬化される液体誘電体を含む、請求項 1 又は 2 記載光起電力セルアセンブリ。

20

【請求項 9】

第一のカプセル化層及び第二のカプセル化層を提供すること、
一連の実質的に平行な導電性要素を提供すること、
光活性層、反対側導電性基材層、及び、透明導電性層と回収構造との両方を含む上部導電性層を含む、複数の光起電力セルを提供すること、
トップツートム様式で複数の光起電力セルを接続すること、
の工程を含む、光起電力アセンブリの形成方法であって、

前記回収構造は一連の実質的に平行なラインを含み、セルの周囲縁部分は非導電性層部分を含み、複数の導電性要素の 1 つの末端は透明導電性層及び回収構造の両方に接触しており、複数の導電性要素の反対側末端は隣接する光起電力セルの導電性基材層に接触しており、両末端はそれぞれのカプセル化層によりセル層に接触した状態を維持している、方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

本願は米国仮出願第 61 / 383 , 867 号 (2010 年 9 月 17 日出願) の出願日の利益を主張し、その内容の全体を参照により本明細書中に取り込む。

発明の分野

40

本発明は、改良された光起電力 (PV) セルアセンブリに関し、より詳細には、ハンダ又は導電性接着剤を使用することなく複数のセルを相互接続している、改良された光起電力セルアセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

背景

光起電力製品はしばしば多くの電気相互接続された光起電力セルを含む。電気相互接続を確保することに加えて、これらのセルは取り扱い又は環境による損傷からセルを保護するためにしばしばパッケージされる。光起電力セルの電気相互接続の従来のアプローチは、いわゆる、ストリングアンドタブ法であり、ここで、ソーラセルはスズもしくはハンダ

50

被覆フラットワイヤ（バス）リボンを用いて互いに接続されており、ハンダ付け及び／又は導電性エポキシなどのその他の接着材料により結合される。ワイヤリボンは、通常、セルの表面に適用された導電性グリッド上のバスバー位置に結合される。より厚いワイヤは硬くなりすぎ、そして薄くて広いワイヤは多くの光の障害になりすぎるので、ワイヤの断面は限定されうるものと考えられる。正味の結果としては、相互接続抵抗損失及びリボンによりブロックされた活性セル表面積の量が光起電力セルアセンブリ（すなわち、P Vデバイス）性能の有意な低減の原因となることができる。ストリング形成法は、また、薄いセルで使用するのが困難であることがある。というのは、得られる一連のセルのストリングは脆く、そしてソーラセルとP Vリボンとの接触損失を起こすことがあるからである。さらに、P Vデバイスの表面上での大きなバスリボンの外観は顧客にとって美観的に望ましくないことがある。

10

【0003】

この技術に関連しうる文献の中としては下記の特許文献：米国特許第6,936,761号、同第7,022,910号、同第7,432,438号、米国出願公開第2007/0251570号、同第2009/0002578号及び同第2009/0255565号明細書が挙げられ、それらのすべてを参照により本明細書中にすべての目的で取り込む。

【発明の概要】

【0004】

発明の要旨

20

本発明は上記のパラグラフ中に記載された少なくとも1つ以上の問題に取り組む、改良された光起電力セルアセンブリに関する。

【0005】

従来技術に対する本発明の1つの可能な利点は、セルストリングを保持するために導電性接着剤及び／又はハンダを必要としないようにして、本発明の光起電力セルアセンブリが組み立てられそして構成されることであると考えられる。セルストリングは導電性ワイヤの適用の間又はその直後にポリマーラミネート中にカプセル化されることが考えられる。導電性接着剤の排除は望ましいであろう。というのは、導電性接着剤は高価であることができ、そしてメンテナンス及びクリーニングのためにかんがりの休止時間が要求されるからである。考えられるさらなる利点は熱サイクル及び湿潤熱処理のタイプの環境ストレス下に劣化を起こしやすいことがある接着剤もしくはハンダ付け接続部よりも熱サイクル及び湿潤熱処理に対する耐性を改良しうることである。本明細書中に記載される光起電力セルアセンブリは、また、光がセルに入るのを妨害する大きなバスリボンを有しない。バスリボンが存在しないことで、P Vデバイスはストリングアンドタブアプローチを用いて調製された従来の製品と比較して、美観的により魅力があるものとなることもできる。さらに、このアプローチを使用すると、ストリングアンドタブアプローチを用いて調製される光起電力セルアセンブリに一般的に適用される大きな銀バスバーを排除することにより、グリッド適用における銀導電性インクの量を低減することができる。このアプローチのさらなる意外な利点は本発明を用いて組み立てられたソーラセルストリング（例えば、複数のセル、例えば、5セルアセンブリ／ストリング）はその製造に使用される個々のセルと比較して、より高い効率及び電流発生量を示し、また、より低い直列抵抗を示すことができることである。その理由は導電性要素の付加が導電性要素を有しない個々のセルと比較して抵抗を低くするからである。対照的に、本明細書中で後に議論する実験例から判るとおり、フラットワイヤリボン及び導電性エポキシにより接続された5セルストリングは逆の傾向を示し、個々の部品セルと比較して、より低い効率及び電流ならびにより高い直列抵抗であった。

30

40

【0006】

したがって、本発明の1つの態様により、少なくとも、光活性部分の上面の一部の領域上にある上部導電性構造であって、他の領域で露出上面を残しているものと、反対側導電性基材層との間に挟まれた光活性部分を少なくとも含む複数の光起電力セルであって、セ

50

ルの周囲縁部分の少なくとも一部分は非導電性層部分を含む、複数の光起電力セル、複数の導電性要素、上部導電性構造及び光活性部分の露出上面と接触している第一のカプセル化層、及び、反対側導電性基材層と接触している第二のカプセル化層を含み、複数の導電性要素の1つの末端は上部導電性構造及び露出上面と接触しており、複数の導電性要素の反対側末端は隣接する光起電力セルの導電性基材層と接触しており、両方の末端はそれぞれのカプセル化層によりセル層への接触を維持している、光起電力セルアセンブリが考えられる。

【0007】

本発明は本明細書中に記載される特徴の1つ又は任意の組み合わせをさらに特徴とすることができる。例えば、回収構造は露出上面よりも低いシート抵抗の材料の一連の実質的に平行なラインを含み、一連の実質的に平行なラインは複数の導電性要素の方向にほぼ垂直であり、導電性要素の数及び導電性要素の横断幅を、導電性要素の線抵抗及び導電性要素の遮蔽による合計出力損失が下記式

合計出力損失 = [遮蔽による出力損失] + [抵抗線損失による出力損失]

= [{ (I / n) (l) } / (V) (A) }] + [n (l ') (d)]

(上式中、 ρ は導電性要素の抵抗率であり、I は P V デバイスにより発生される電流であり、n は導電性要素の数であり、l は導電性要素の長さであり、V は P V デバイスにより発生される電圧であり、A は導電性要素の断面積であり、l' は P V セルの上面を覆っている導電性要素の長さであり、そして d は導電性要素の直径である) によって 6 % 未満となるように選択し、回収構造及び複数の導電性要素の合計表面積が P V セルの合計表面積の 4 % 未満であり、遮蔽により寄与された出力損失は遮蔽及び抵抗損失により生じる合計出力損失の 30 ~ 70 % であり、導電性要素の断面幅は第一のカプセル化層及び第二のカプセル化層の厚さよりも大きく、導電性要素の断面幅は 0.5 mm 未満でかつ 0.1 mm を超え、導電性要素はアセンブリの両末端で端子バーに接続されており、導電性要素はハンダ付け又は溶接により端子バーに接続されており、導電性要素はレーザ溶接により端子バーに接続しており、第一のカプセル化層及び第二のカプセル化層は上部セル表面及び底部セル表面に対して近位にある第一の層が次の層よりも高い融点の熱可塑性樹脂材料である多層を含み、上面は透明導電性酸化物を含み、光起電力セルアセンブリは少なくとも 5 つの起電力セル及び少なくとも 3 つの導電性要素を含み、光起電力セルアセンブリは少なくとも 10 個の導電性要素を含み、導電性基材層上の導電性要素のオーバーラップは長さ

で少なくとも 2.0 mm であり、非導電性層部分は UV 線により硬化される液体誘電体を含み、第一のカプセル化層、第二のカプセル化層又はその両方は少なくとも第一の層及び第二の層を含み、第一の層は第二の層よりも高い融解温度 (T m) を有し、融解温度 (T m) の差異は少なくとも 10 °C である。

【0008】

したがって、本発明の別の態様によると、下記工程：第一のカプセル化層及び第二のカプセル化層を提供すること、一連の実質的に平行な導電性要素を提供すること、光活性層、反対側導電性基材層、及び、透明導電性層と回収構造との両方を含む上部導電性層を含む、複数の光起電力セルを提供すること、トップツートム様式で複数の光起電力セルを接続することを少なくとも含む、光起電力セルアセンブリの形成方法であって、上記回収構造は一連の実質的に平行なラインを含み、セルの周囲縁部分是非導電性層部分を含み、複数の導電性要素の1つの末端は透明導電性層及び回収構造の両方に接触しており、複数の導電性要素の反対側の末端は隣接する光起電力セルの導電性基材層に接触しており、両末端はそれぞれのカプセル化層によりセル層に接触した状態を維持している、方法が考えられる。

【0009】

上記に参照された態様及び実施例は、本明細書中に示されそして記載されるとおりに他のものが本発明の範囲に入るもので、非限定的であるものと評価されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0010】

10

20

30

40

50

図面の説明

【図 1】図 1 は本発明の 1 つの例示的实施例の上面斜視図である。

【0011】

【図 2】図 2 は図 1 に示す例の側面図である。

【0012】

【図 3】図 3 は図 1 に示す例の分解側面図である。

【0013】

【図 4】図 4 は図 1 に示す例のより詳細な側面図である。

【0014】

【図 5】図 4 は単一のセルの上面斜視図である。

10

【0015】

【図 5 A - A】図 5 A - A は図 5 のセルの詳細な断面図であり、例示の層を示している。

【0016】

【図 6】図 6 は 4 - セル光起電力セルアセンブリを含む P V デバイスの上面斜視図である。

。

【0017】

【図 7】図 7 は例 1 による上面斜視図である。

【0018】

【図 8】図 8 は例 2 による上面斜視図である。

【0019】

20

【図 9】図 9 は例 3 及び 4 による上面斜視図である。

【0020】

【図 10】図 10 は例 5 による上面斜視図である。

【0021】

【図 11】図 11 は例 5 に関するセルアセンブリの直列抵抗及び正規化効率に対するワイヤ抵抗率の効果のグラフ例である。

【0022】

【図 12】図 12 はどのように出力損失（正規化効率）が導電性要素の最適化により実験的に最少化されるかの例を示すグラフ例である。

【0023】

30

【図 13】図 13 は例 1 に関する表である。

【0024】

【図 14】図 14 は例 3 に関する表である。

【0025】

【図 15】図 15 は例 4 に関する表である。

【0026】

【図 16】図 16 は例 6 及び 7 に関する表である。

【0027】

【図 17 A - C】図 17 A - C は個々のセル及び相互接続されたアセンブリの I - V 例示特性データを示す。

40

【発明を実施するための形態】

【0028】

好ましい実施形態の詳細な説明

本発明は、図 1 ~ 5 A - A 及び 7 ~ 10 に例示されているとおりの改良された光起電力セルアセンブリ 10 に関し、太陽放射（例えば、太陽光）を受けたときに電気エネルギーを提供するように機能する幾つかの部品のアセンブリとして一般に記載されうる。1 つの例において、改良された光起電力セルアセンブリ 10 は、図 6 に示すようなソーラシングル（屋根板）100 などの、より大きな光起電力デバイス中に取り込まれることができる。

。

【0029】

50

本開示の特に興味深く、主な焦点となっているのは、少なくとも複数の光起電力セル 20、第一のカプセル化層及び第二のカプセル化層 40、50、及び、光起電力セル 20 を電気接続している導電性要素 60 (好ましくは、複数の導電性要素 60) を含む、改良された光起電力セルアセンブリ 10 である。

【0030】

一般に、複数の光起電力セルは複数の隣接する層から構成することができる。これらの層は(例えば、下から上に向かって)少なくとも:導電性基材層 22、光活性層 24 及び上部電気回収構造 28 を含むものとさらに定めることができる。セルの周囲縁の一部分に少なくとも沿って、非導電性層部分 30 が、例えば、図 4 に示すとおりに含まれることも好ましい。

10

【0031】

さらに、アセンブリ 10 は、導電性要素 60 の 1 つの末端 62 が回収構造 28 及び光活性層 24 の上面 26 の両方に接触しており、導電性要素 60 の反対側の末端 64 が隣接する光起電力セル 20 の導電性基材層 22 に接触しているように構成される。好ましくは、両末端 62、64 はそれぞれのカプセル化層によりセル層に接触している状態が維持される。

【0032】

部品及び部品アセンブリの関係(例えば、少なくとも 1 つの幾何学的特性及び材料特性)は上記の背景のセクションで議論した問題の 1 つ以上を解決するのに驚くほど重要であるものと考えられる。部品及び部品アセンブリの各々及びそれらの関係を以下のパラグラフでより詳細かつ明確に開示する。

20

【0033】

本発明において考えられる光起電力セル 20 は任意の数の既知の市販の光起電力セルから作られてよく、又は、幾つかの将来的に開発される光起電力セルから選ばれてもよい。

【0034】

導電性基材層 22

導電性基材層 22 はそれが光活性部分により生成された電気エネルギーを伝導する点で、上部導電性層 24 と同様に機能する。導電性基材層 22 は剛性であっても又は可とう性であってもよいが、望ましくは可とう性であり、特に、得られる光起電力デバイスが非平面表面との組み合わせで使用されうる実施形態で可とう性である。導電性基材層は単一の層であることができ、又は、1 層以上の層から形成されることができ、その層は金属、合金、金属間化合物組成及び/又はこれらの組み合わせを含む、広範な材料から形成される。可とう性基材層が望まれる用途では、層 22 は、通常、金属ホイルである。例としては、Cu、Al、Ti、Mo 又はステンレススチールを含む金属ホイルが挙げられる。通常、この導電性基材層はステンレススチールから形成され、光活性部分 24 は基材層の上に形成されるが、他の構成も考えられ、本明細書に示されるセル相互接続の概念に必ずしも影響を及ぼさない。例示の実施形態において、ステンレススチールは好ましい。

30

【0035】

導電性基材層 22 は 1 つ以上の Cu、Mo、Ag、Al、Cr、Ni、Ti、Ta、Nb、W 及び/又はこれらの組み合わせを含む、広範な導電性材料で片面又は両面が被覆されてよい。Mo を含む導電性組成物は例示の実施形態で使用されうる。光活性層に近位にある導電性基材層上に形成されている裏面接触層 122 は支持体から光活性層 24 を隔離するのを援助し、支持体構成成分が光活性層に移行するのを最少限にする。例えば、裏面接触層 22 はステンレススチール支持体の Fe 及び Ni 成分の光活性層 24 への移行をブロックするのを援助することができる。導電性基材層 22 の片面又は両面上に形成される導電性金属層は、また、光活性領域 24 の形成の間に S 又は Se を使用するならばそれらから保護するなど、光活性層 24 の形成の間に生じうる劣化に対して基材層を保護することができる。

40

【0036】

光活性部分 24

50

光起電力セル20の光活性層又は部分24は光エネルギーを電気エネルギーに変換する材料を含む。その機能を提供することが知られている任意の材料は使用でき、その材料としては結晶性シリコン、非晶性シリコン、CdTe、GaAs、色素増感ソーラセル(いわゆるグラッチェルセル)、有機/ポリマーソーラセル、又は、光電効果により太陽光を電気に変換する任意のその他の材料が挙げられる。しかしながら、光活性セルは好ましくはIB-IIIA-カルコゲニド系セル、例えば、IB-IIIA-セレン化物、IB-IIIA-硫化物又はIB-IIIA-セレン化物硫化物(すなわち、吸収層はIB-IIIA-カルコゲニド、好ましくは銅カルコゲニドである)である。より特定の例としては、銅インジウムセレニド、銅インジウムガリウムセレニド、銅ガリウムセレニド、銅インジウムスルフィド、銅インジウムガリウムスルフィド、銅ガリウムセレニド、銅インジウムスルフィドセレニド、銅ガリウムスルフィドセレニド及び銅インジウムガリウムスルフィドセレニド(そのすべてが本明細書中でCIGSと呼ばれる)が挙げられる。これらはまた、式 $CuIn_{(1-x)}Ga_xSe_{(2-y)}S_y$ (式中、xは0~1であり、yは0~2である)により表すことができる。銅インジウムセレニド及び銅インジウムガリウムセレニドは好ましい。部分24は吸収層に加えて、複数の層を含むことができ、例えばCIGS系セルにおいて有用であることが当該技術分野で知られている、1つ以上のエミッタ(バッファ)層、導電性層(例えば、透明導電性層)などがここで考えられる。これらのセルは可とう性又は剛性であってよく、形状及びサイズがさまざまであることができるが、一般的に壊れやすく、環境劣化を受けやすい。好ましい実施形態では、光起電力セル20は実質的な亀裂及び/又は有意な機能損失なしに曲げることができるセルである。例示の光起電力セルはUS3767471、US4465575、US20050011550A1、EP841706A2、US20070256734a1、EP1032051A2、JP2216874、JP2143468及びJP10189924aを含む多くの米国特許及び刊行物中に教示されそして記載されており、それらの文献をすべての目的のために参照により本明細書に取り込む。

【0037】

例示の実施形態では、光活性層24は、さらに、任意の数の層から構成されてもよく、例えば、裏面接触層122(通常、Mo)、吸収層124(通常、 $CuInGaSe(S)$)、バッファ層126(通常、CdS)、ウィンドー層128(通常、ZnO)及び透明導電性層130(通常、インジウムスズオキシド(ITO)又はアルミニウム酸化亜鉛(AZO))である。この構成のセル20は、通常、「CIGSソーラセル」として知られているものと考えられる。図5A-Aを参照されたい。

【0038】

光起電力セル20は他の既知のソーラセル技術から形成され得るものと考えられる。これらの例としては、非晶性シリコン又はテルル化カドミウム系ソーラセルデバイスが挙げられる。さらに、上記のような光起電力セル20内の部品は代替材料で置き換えることができる。たとえば、バッファ層126は、Cd、Zn、In、Sn及びそれらの組み合わせの硫化物、セレン化物又は酸化物であることができる、Zn、Cd、In、Snなどの抵抗性透明酸化物を含む、任意要素であるウィンドー層は、バッファ領域126及び透明導電性層130との間に含まれることができる。好ましくは、ウィンドー層は真性酸化亜鉛である。

【0039】

透明導電性層130は光活性層24の上部層として配置されうる。広範な種類の透明導電性酸化物又はこれらの組み合わせを透明導電性層に組み込むことができる。典型的な実施形態では、透明導電性層130は透明導電性酸化物(TCO)であり、代表的な例としては、フッ素ドープ酸化スズ、酸化スズ、酸化インジウム、インジウムスズオキシド(ITO)、アルミニウムドープ酸化亜鉛(AZO)、酸化亜鉛、これらの組合せなどが挙げられる。1つの例示の実施形態では、透明導電性層はインジウムスズオキシドである。透明導電性層を、スパッタリング又は他の適切な堆積技術によって便利に形成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

ある光起電力セル 2 0 において、明確な透明導電性層 1 3 0 が必要とされないことがあるものと考えられる。例えば、GaAs 層が十分な導電性であることができるので、GaAs 型セルは、通常、透明導電体を必要としない。本発明のために、回収構造 2 8 の直下の層はセル 2 0 の上面 2 6 と考えられるべきである。

【 0 0 4 1 】

これらの置換は当業者に知られており、本明細書で示されるセルの相互接続の概念に影響を与えない。

【 0 0 4 2 】

上部回収構造 2 8

上部回収構造 2 8 は光活性部分 2 2 によって生成される電気エネルギーを収集し、導電性パスにそれを集中するように機能する。回収構造 2 8 は光活性層 2 4 の上（例えば、上面 2 6 上）に堆積させ、それにより、この層（例えば、TCO 層 1 3 0）のシート抵抗を低減することができる。回収構造 2 8 は、通常、光学的に不透明な材料を含み、また、実質的に平行な一連の導電体トレースとして適用されてもよく（他の構成が考えられ、必ずしもここに示されるセルの相互接続の概念に影響を及ぼさない）、トレース間の間隔は、グリッドが表面上で比較的小さな面積を占めるようにする。例えば、ある実施形態では、回収構造は、光活性材料を入射光に暴露させようための光捕獲に関する全表面積の約 5 % 以下、さらには約 2 % 以下、又は、さらには約 1 % 以下を占める。回収構造 2 8 は、好ましくは、例えば、Ag、Al、Cu、Cr、Ni、Ti、Ta 及び / 又はそれらの組み合わせなどの導電性金属を含む。1 つの例示の実施形態では、グリッドは、ニッケル及び銀を含む二層構造を有している。回収構造はスクリーン印刷、インクジェット印刷、電気メッキ及び蒸着又はスパッタリングなどの物理蒸着技術を使用してシャドウマスクを介して行う金属化を含む様々な技術によって形成することができる。

【 0 0 4 3 】

非導電性層部分 3 0

非導電性層部分 3 0 はソーラセルの縁から導電性要素 6 0 を電氣的に隔離するための絶縁体又は誘電体として機能する。非導電性層部分の存在は導電性要素 6 0 との接触により生じうるソーラセルの縁での電氣的な短絡の発生を低減するものと考えられる。さらに、非導電性層部分 3 0 はカプセル化層の適用の前に、セルアセンブリの製造の間に複数の導電性要素 6 0 を適切に固定するための接着剤として機能することができる。絶縁体はソーラセルアセンブリ中の各々個々のソーラセルの前縁又は後縁の一方又は両方でソーラセル又は導電性要素 6 0 に適用されることができる。絶縁体は、導電性要素がソーラセルの縁を横切っている箇所で、デバイスの縁に沿って明確な領域として形成されることができ、又は、セル 2 0 の縁の全体の長さ又は実質的な部分に沿って単層として適用されることができ、それにより、セルと導電性要素 6 0 との間の明確な層を含むことができる。絶縁体は、液体として堆積され、そして硬化又は架橋して固体材料を形成することができる合成ポリマーのタイプであってよい。硬化又は架橋は、例えば、熱又は紫外線（UV）エネルギーの適用を介して達成することができる。UV 硬化性組成物については、硬化プロセスを短時間で行うことができることが望ましく、例えば、1 0 秒未満、より具体的には約 3 秒未満であることができる。多くの光硬化性ポリマーは、少なくとも $300 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ のエネルギーを必要とし、より通常には、 $200 \sim 400 \text{ nm}$ の範囲で約 $500 \sim 1200 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の UV エネルギーを必要とする。例示の実施形態としては、アクリレート及びエポキシ樹脂系組成物が挙げられる。あるいは、非導電性層部分 3 0 はテープの形態などの固体材料として適用することができる。適切な代替品としては、エチレンテトラフルオロエチレン（ETFE）などのフルオロカーボンポリマー、ソーラセル又は相互接続材料上に被覆されうる硬化性絶縁ポリマー、ソーラセル又は相互接続材料に適用することができる無機誘電性材料が挙げられる。また、ポリエチレンフィルムなどのカプセル化層 4 0、5 0 として使用される材料を置き換えることができると考えられる。好ましい実施形態では、非導電性層部分 3 0 は、紫外線により硬化される液体誘電性エポキシ組成物で

10

20

30

40

50

ある。1つの例示の実施形態では、部分30はポリイミドテープである。1つのそのような市販のテープはDupont（登録商標）によって提供されるKapton（登録商標）テープである。一般に、非導電性層部分30は約2より大きい誘電率を示すことができ、さらには約4よりも大きくなることができる。例示の電気絶縁材料は、約4.8より大きい誘電率を有し、体積抵抗率は約 3×10^{14} -cmよりも大きい。

【0044】

導電性要素60

導電性要素60は光起電力セル20どうしの間電氣的なブリッジとして機能する。電氣的ブリッジは、1つのセルの上部（例えば、回収構造28及び/又は上面26）と隣接するセルの導電性基材層26との間に形成されていることが本発明において考えられる。これらの要素は比較的到低い電気抵抗（好ましくは1.0 /m未満、より好ましくは約0.33 /m未満、最も好ましくは0.15 /m未満）を有することが望ましい。図11はワイヤ抵抗率がセルアセンブリの直列抵抗及び正規化効率に与える効果の例を示す。それは従来の金属ワイヤ（中実又はメッキ）、導電性ホイル、被覆ポリマーストランドの形態、又は、上記のブリッジ機能を発揮する任意の同様の構造であることができる。例示の導電性要素としてはAg、Sn又はNiメッキされた銅ワイヤが挙げられる。要素60は比較的到低い融点（例えば、セルアセンブリの所望の加工温度よりも低い融点、通常、約200よりも低い融点）を有する合金、ハンダ又は導電性接着剤成分を含まない。

【0045】

個々のセル当たり使用される導電性要素60の数は2（例えば、上部及び底部に1つ）から数ダースで変更可能であるものと考えられる。導電性要素60の数及び相対間隔は多くの要因に基づいて変化することができ、その要因は、例えば、要素のタイプ及び抵抗率、セル20のサイズ、回収構造28中のラインのタイプ、抵抗率及び間隔、上面26のシート抵抗、回収構造28の個々の要素の間隔、及び、すべての関係する界面（例えば、回収構造/上面、回収構造/導電性要素、上面/導電性要素）の接触抵抗である。これらの値を各々測定して、総計の出力損失を最小化しそして導電性要素及び回収構造による遮蔽に関連する出力損失への寄与と関係する界面からの抵抗損失に対する寄与とをバランスさせるための好ましい構成を決定するために使用する。好ましい実施形態において、セル20の表面100cm²当たり4つの導電性要素60があり、これらは概ね均一に間隔を開けて離れている（例えば、間隔値は互いに約5～25%の範囲内）。図12は出力損失（正規化効率）がどのようにして導電性要素の数を最適化することによって実験的に最小化されるかの例を示している。

【0046】

抵抗の目標（例えば、約1.0 未満、より好ましくは約2.0 未満）を満たすために、要素60と導電性基材層22との間に十分な接触がなされているべきであると考えられる。導電性基材層22に対する要素60のオーバーラップ「 C_A 」（図4を参照されたい）は約2.0mmからセルの全幅（W）までの範囲とすることができるものと考えられる。好ましい実施形態において、オーバーラップ「 C_A 」は約2.0mm～100.0mmの範囲であり、より好ましくは約5.0mm～80.0mmであり、最も好ましくは約20.0mm～50.0mmである。

【0047】

導電性要素の数及び導電性要素の横断幅は、導電性要素の線抵抗及び導電性要素の遮蔽による合計出力損失が下記式

$$\text{合計出力損失} = [\text{遮蔽による出力損失}] + [\text{抵抗線損失による出力損失}] \\ = [\{ (I/n)(l)/(V)(A) \}] + [n(l')(d)]$$

【0048】

（上式中、 ρ は導電性要素の抵抗率であり、IはPVデバイスにより発生される電流であり、nは導電性要素の数であり、lは導電性要素の長さであり、VはPVデバイスにより発生される電圧であり、Aは導電性要素の断面積であり、l'はPVセルの上面を覆っている導電性要素の長さであり、そしてdは導電性要素の直径である）によって3%未満～

10

20

30

40

50

6%となるように選択されうるものと考えられる。

【0049】

好ましい実施形態において、導電性要素の断面幅は約0.1mm~2.0mmの範囲にあることができ、より好ましくは約0.2mm~1.0mm、最も好ましくは約0.3mm~0.5mmである。好ましい実施形態において、遮蔽により寄与される出力損失は遮蔽損失及び抵抗損失により生じる合計出力損失の約25~75%であることができ、より好ましくは約30~70%である。

【0050】

第一のカプセル化層40

第一のカプセル化層40が幾つかの機能を発揮することができるものと考えられる。例えば、層40は接合メカニズムとしての役割を果たすことができ、隣接する層(例えば、セル20、複数の導電性要素60及び/又は第二のカプセル化層50)と一緒に保持するのを助ける。また、所望の量及びタイプの光エネルギーが透過して、光起電力セル20(例えば、光活性部分24)に到達できるようにすべきである。第一カプセル化層40は、また、隣接する層の形状の不規則性を補償するように機能するか、又は、それらの層を変化(例えば、厚さの変化)させることができる。また、それは環境要因(例えば、温度変化、湿度など)ならびに物理的な運動及び曲げに起因する層間のたわみ及び運動を可能にする役割を果たすこともできる。好ましくは、層40は複数の導電性要素60を上面26及び回収構造28と電気接続させておくように構成される。好ましい実施形態では、第一のカプセル化層40は接着フィルム又はメッシュから本質的になることができるが、好ましくは、熱可塑性樹脂材料、例えば、EVA(エチレンビニルアセテート)、熱可塑性ポリオレフィン又は類似の材料である。層40は単層で構成されても、又は、複数層(第一、第二、第三、第四、第五層など)で構成されていてもよいものと考えられる。層40が複数の層を含む場合には、セルの上面の近位に形成される第一の層(例えば、上面26、上部電気回収構造28及び導電性要素60と接触している)は第一の層の近位に形成される第二の層よりも高い融解温度(T_m)を有することが考えられる。この構成では、熱処理の間に第一の層が完全に融解しないが、第一の層がセルの上部に付着するのに十分な温度に到達するように加工温度を選択することができるという利点を提供するものと考えられる。この構成は熱処理の間に導電性要素と上部導電性層との間にカプセル化材料が流れ落ちることによる上部導電性層と導電性要素の接触の損失を防止する。この層40の好ましい厚さは約0.1mm~1.0mm、より好ましくは約0.2mm~0.8mm、そして最も好ましくは約0.25mm~0.5mmの範囲であることができる。多層構成では、層40は融解温度(T_m)の差異が少なくとも10である異なる層を含むべきであると考えられる。加工温度は第一の層の T_m よりも約5以上低く、第二の層の T_m よりも少なくとも5高いように選択されるべきである。例として、1つのこのような組み合わせは、融解温度105~130の範囲であるポリオレフィン熱可塑性樹脂材料を含む第一の層、及び、公称融解温度が50~100であるEVAコポリマータイプを含む第二の層であることができる。

【0051】

接触しているすべての表面に対するカプセル化層の吸着による「良好な」接着がカプセル化アセンブリの一体性を維持するために重要であるものと考えられる。一般的な指針として、ガラスへの吸着について測定される接着力は約20N/15mmを超え、より好ましくは約30N/15mmを超え、さらにより好ましくは約40N/15mmを超えるべきである。接着強度はASTM D903-98に記載されているとおりの標準180度の引張試験を用いて決定することができる。

【0052】

第二のカプセル化層50

カプセル化層の別の例において、第二のカプセル化層50は、一般に、光起電力セル20の下方に接続して配置されているが、ある場合には、第一のカプセル化層40に直接的に接触しうる。第二のカプセル化層50は第一のカプセル化層と同様の機能を発揮するこ

10

20

30

40

50

とができるが、必ずしも電磁線又は光エネルギーを透過させる必要はないものと考えられる。好ましくは、第二のカプセル化層50は複数の導電性要素60を導電性基材層22と電気接触させておくように構成される。層50が複数の層を含む場合には、セルの底面の近位に形成される第一の層(例えば、導電性基材層22及び導電性要素60と接触している)は第一の層の近位に形成される第二の層よりも高い融解温度(T_m)を有することが考えられる。この構成では、熱処理の間に第一の層が完全に融解しないが、第一の層がセルの底部に付着するのに十分な温度に到達するように加工温度を選択することができるという利点を提供するものと考えられる。この構成は熱処理の間に導電性要素と上部導電性層との間にカプセル化材料が流れ落ちることによる導電性基材層22と導電性要素の接触の損失を防止する。

10

【実施例】

【0053】

以下のパラグラフで、本発明の5つの実施例及び1つの比較例を示す。以下の実施例は本発明を例示するが、その範囲を限定しないことが意図される。

【0054】

実施例一般

これらの実施例の目的で、ステンレススチール基材(例えば、導電性基材層22)上のCIGS型ソーラセル(50mm×210mm)をGlobal Solar Inc.から入手する。セルをより小さいセル50mm(「L」)×25mm(「W」)に切断する。Ni/Agグリッド(例えば、回収構造28)をセルの上面26に、透明導電性層(ITO)上に適用する。この場合に、30本のラインはより長いセル寸法を横切って延在している。セル20をセルの縁付近でMo層(122)まで罫書き(例えば、外側縁から内側に向けて約1.0~2.0mm)。このような罫書きの使用はセル20を切断することにより生じる損傷の理由から産業界で一般的であるものと信じられる。

20

【0055】

符号及び略記は本明細書中で以下のとおりに定義される。

V_{oc} = 電圧 - 開回路

I_{sc} = 電流 - 短絡

FF = 曲線因子

Eff = 効率

30

R_s = 直列抵抗

R_{sh} = ショント(並列)抵抗

$R_p = R_{sh}$

P_{max} = 出力(ワット)

J_{sc} = 電流 - 単位面積当たりの短絡(mA/cm^2)

【0056】

例1

図7に示すグリッドを有する2つのセルを4つの縁でポリイミド(kapton(登録商標))テープにより処理し(例えば、非導電性層部分30)、それにより、縁の周囲を覆い、そしてセルの上部で罫書きセクションを被覆した。3本のAg被覆ワイヤ(30AWG; 例えば、導電性要素60)をセルAの表面に適用し、セルBの底面に延在させ、ここで、末端をkaptonテープを用いてステンレススチール基材に局所的に結合させた(カプセル化材40、50の適用の前)。同様にして、3本の30AWGのSn-被覆ワイヤをセルAの表面に適用し、そしてセル縁を超えて延在させた。ワイヤは、銀グリッドのフィンガーの方向と垂直の方向で適用した。セルの表面にワイヤを結合するために結合用材料を使用しなかった(しかしながら、テープの小片はラミネーションプロセスが起こることができるまで要素60を適切に固定するために使用された)。その後、セルAの底部ステンレススチール基材及びセルBを超えて延びているワイヤがクリップによる電気接続に利用可能なようにして、上面及び底面で400 μm の厚さのDNP PV-FS Z68ポリエチレンシート(例えば、カプセル化剤40、50-図示せず)の間で2つのセルアセンブリ

40

50

をカプセル化した。DNP / ソーラセル / DNP アセンブリを、その後、150 でラミネートした。セルA及びセルBの電流 / 電圧 (I - V) 特性データを個々に、また、相互接続されたアセンブリで図13に示す。

【0057】

例2

本例において、グリッドを含むセル20をさらに2つ調製し、例1の2つのセルに、図8に示すようにして追加した。それらのセルをセルC及びDと呼ぶことにする。これらのセルC及びDを互いに接続したものに關するデータを図13に要約する。セルアセンブリA + B及びC + Dを、その後、同一の方法を用いて互いに接続し、4セルストリングを製造した。

【0058】

個々のセルA、B、C及びDならびに相互接続されたアセンブリに關するデータの要約を図13に示す。

【0059】

例3

本例において、グリッドを含む5つのセル20を上記例と同様にして調製した。本例において、図9に示すように、10本のAgメッキCuワイヤ (30AWG ; 例えば、導電性要素60) を用いてトップツボトム様式でセル20を組み立てる。ここでも、セルの表面にワイヤを結合するために結合用材料を使用しなかった。ワイヤが末端セルの縁を超えて延びているようにして、上面及び底面でDNP PV - F S Z 68 ポリエチレンシート片 (カプセル化材40、50) の間でセル / 要素60アセンブリをカプセル化する。その後、ワイヤ60をSn / Pbハンダを用いたハンダ付けによりSn - 被覆Cuバスバー (「BB」) に結合する。DNP / ソーラセル / DNP アセンブリを、その後、110 でラミネートする。電流 / 電圧 (I - V) 特性データを個々のセル及び相互接続されたアセンブリについて図14に示す。

【0060】

例4

本例において、グリッドを含む5つのセル20を例3と同様に調製する。図9に示すように、トップツボトム様式でセル20を組み立てるが、30AWGのAgメッキCuワイヤを28AWGのSn - 被覆Cuワイヤ (要素60) で置き換える。電流 / 電圧 (I - V) 特性データを個々のセル及び相互接続されたアセンブリについて図15に示す。

【0061】

例5

例3及び4と同様に、5セルアセンブリを3つ調製する。本例において、図11に示すように、グリッド設計はより大きなセル寸法を横切って広がる14本のラインを有し、トップツボトム様式で、8本のSn - メッキCuワイヤ、28AWGを用いて組み立てる。I - V特性データを個々のセル及び相互接続されたアセンブリについて図17A - Cに示す。

【0062】

例6 (比較例)

導電性エポキシを用いた従来のストリングアンドタブアプローチを用いて相互接続された5セルグローバルソーラアセンブリをI - V測定により特性化する。その後、セル間のリボンを切断することによりストリングを5つのセルに切断し、各セルについてI - V測定を行う。図16に要約するデータはストリングの性能が個々のセルよりも有意に低くなりうることを示す。それは本明細書に記載される方法により相互接続されたセルに対して得られるデータとは対照的である。

【0063】

例7 (比較例)

導電性エポキシを用いた従来のストリングアンドタブアプローチを用いて相互接続された幾つかの5セルグローバルソーラアセンブリをI - V測定により特性化した。その後、

10

20

30

40

50

例 6 で記載したようにセル間のリボンを切断することによりストリングを 5 つのセルに切断した。8 本の 30 AWG で例 3 に記載したアプローチを用いて 5 つのセルをストリングへと再組み立てし、各セルについて I - V 測定を行う。図 16 に要約するデータはストリングの性能が個々のセルよりも有意に低くなりうることを示す。それは本明細書に記載される方法により相互接続されたセルに対して得られるデータとは対照的である。

【0064】

方法

光起電力セル 20 をアセンブリ 10 へと組み立てる方法も発明性があると考えられる。上記のすべての部品を提供し、アセンブリ 10 を製造するために使用される組み立て方法は少なくとも下記のことを含むものと考えられる。

【0065】

第一の工程は各光起電力セルの上面 26 に複数の導電性要素 60 を適用することを含む。ソーラセル 20 はバッチ又はスタック内に設けられ、手動又は自動でアンローディングステーションに提供されることが可能である。ソーラセル 20 は、あるいは、複数のソーラセルを含む連続ロールの形で提供され、単体化と呼ばれる工程で組み立て直前にロールから分離されうる。単体化されたソーラセル 20 は光起電力性能により分類された容器（ビン）に提供することができる。ビンに提供されたセルは手動でオペレータが個別にロードすることができる。又は、より好ましくは、産業用ロボットを用いてビンから個々のセルを取り上げ、検査領域に配置することができる。その後、視覚システムを用いて、光起電力セルを高精度でピックアップし、そして適切な向きでフラットトップ真空コンベヤ上に配置するように産業用ロボットを導くことができる。1 つの実施形態では、視覚システムは、セルの上面の画像を撮るカメラを含み、それはロボットに対してセルの正確な向きに関する情報を伝え、それにより、ロボットはセルを取り上げ、それを正確に位置決めされた向きでコンベヤ上に配置する。

【0066】

セル 20 を、その後、コンベアに沿って移動させ、その間に、非導電性層部分 30 を熱もしくは UV 硬化性液体誘電体として又はテープの形態でセルの一方又は両方の縁の付近に適用することができる。もし非導電性層がテープの形態で適用されるならば、テープはセルの上面 26 と複数の導電性要素 60 との両方に接触するように接着面が利用可能となるように両面上に接着剤を含むタイプのものが好ましい。

【0067】

非導電性層部分 30 を有するセルをコンベヤで下流に輸送していくときに、複数の導電性要素 60 を連続形態で上面 26 に適用することができる。複数の導電性要素は非導電性層部分の接着特性を用いて両方の周囲縁でセルの上面に固定されうる。もし非導電性層部分が両面接着テープであるならば、複数の導電性要素をテープ上で接着剤により適切な位置に配置することが援助されうる。もし非導電性層部分が UV 硬化性液体誘電体であるならば、複数の導電性要素は非導電性層部分の中に部分的に埋め込まれてよい。その後、液体誘電体を硬化して、セルの上面に両方の周囲縁にて導電性要素を固定することができる。

【0068】

上記の方法は、上面 26 に接触している複数の導電性要素を含むセルの連続「ストリング」を製造する。セルは十分なギャップにより分離されており、それにより、各セルの後方周囲縁を超えて所望の長さの導電性要素が延びていることができる。この長さは仕上がり製品中の導電性基材層 22 上の要素 60 の所望のオーバーラップ「 C_A 」により定義される。その後、複数の導電性要素を各ソーラセルの前縁で切断し、複数の導電性要素が上面 26 に接触しておりそしてソーラセルの後縁を超えて延びている個々のセルを製造することができる。切断方法はニップの使用などの機械操作により行うことができ、又は、レーザーを使用して、特定の位置でワイヤを切断するなどして行うことができる。

【0069】

セルの「ストリング」を製造すると同時に、バス又は端子バーの同様の「ストリング」

10

20

30

40

50

を同様にして製造することができ、ここで、複数の導電性要素を溶接又はハンダ付けにより複数の端子バーに結合させる。好ましい実施形態において、この方法はレーザー溶接により行われる。導電性要素を切断し、複数の導電性要素が結合されそして後縁方向に延びている単一の端子バーを製造する。

【0070】

ソーラセルにおいて導電性要素を切断し、そして端子バープロセスを行った後に、導電性要素が結合されている端子バーをピックアップブレースメカニズムにより相互接続領域に輸送することができる。相互接続領域は第二のカプセル化材50を保持するための留め具を含むことができる。端子バーは適当な位置に固定されうる。その後、後縁を超えて延びている導電性要素を有するセルを第二のカプセル化層の上に配置することができ、それにより、端子バーの後縁を超えて延びている複数の導電性要素は第一のソーラセルの裏側に接触する。第二のセルを、その後、配置し、それにより、第一のセルの後縁を超えて延びている複数の導電性要素は第二のセルの裏側に接触する。所望の数のセルが相互接続アセンブリ中に配置されるまでこのプロセスを繰り返す。その後、導電性要素が結合していない第二の端子バーを第二のカプセル化材の上で適当な位置に配置する。最後のセルの後縁を超えて延びている導電性要素はハンダ付け又は溶接を用いて第二の端子バーに結合される。好ましい実施形態において、このプロセスはレーザー溶接により行われる。

10

【0071】

向かい合った端部で端子バーを取り付けられた、相互接続されたアセンブリの完了に続いて、第一のカプセル化材40を相互接続されたアセンブリの上部の上に配置することができる。第一のカプセル化層、ソーラセル、複数の導電性要素及び端子バーを含む製品を、例えば、真空ラミネーター中で積層し、このようにしてアセンブリ10を完成する。

20

【0072】

特に断らない限り、本明細書中に記載した種々の構造の寸法及び幾何形状は本発明を限定することを意図せず、他の寸法又は幾何形状は可能である。複数の構造部品は単一の統合された構造により提供されうる。あるいは、単一の統合された構造は別々の複数の部品に分割されうる。さらに、本発明の特徴は例示された実施形態の1つだけの文脈で説明されている可能性があるが、そのような特徴は、任意の所与の用途で、他の実施形態の1つ以上の他の特徴と組み合わせられてよい。また、本明細書中の独特の構造の製造及びその操作は本発明による方法を構成することは上記から理解されるであろう。

30

【0073】

本発明の好適な実施形態を開示してきた。しかしながら、当業者は、特定の変更は本発明の教示の範囲内になるであろうことが判るであろう。それゆえ、以下の特許請求の範囲は本発明の真の範囲及び内容を決定するために検討されるべきである。

【0074】

上記出願で引用した任意の数値は、任意のより低い値と任意のより高い値との間に少なくとも2単位の隔たりがある場合には、1単位の増分で、より低い値からより高い値までのすべての数値を含む。成分の量、又は、温度、圧力及び時間などのプロセス変数の値が、例えば、1~90、好ましくは20~80、より好ましくは30~70であると記載されるならば、15~85、22~68、43~51、30~32などの値は本明細書中に明確に列挙されていることが意図される。1未満である値に関しては、1単位は0.0001、0.001、0.01又は0.1であると適宜考えられる。これらは特に意図されたものの例に過ぎず、列挙された下限値及び上限値の間の数値のすべての可能な組み合わせは本願中で同様に明確に記載されたものと考えられるべきである。

40

【0075】

特に断りのないかぎり、すべての範囲は両末端及びその末端の間のすべての数値を含む。範囲の関係で「約」又は「およそ」を使用すると、その範囲の両末端に適用される。このように、「約20~30」は少なくとも特定した末端を含んで「約20~約30」を網羅する。

【0076】

50

特許出願及び公開を含むすべての論文及び文献の開示はすべての目的で参照により本明細書中に取り込む。

【 0 0 7 7 】

組み合わせを記載する用語「から本質的になる (consisting essentially of)」は特定される要素、成分、部品又は工程、及び、組み合わせの基本的かつ新規の特徴に実質的に影響を及ぼさないような他の要素、成分、部品又は工程を含む。

【 0 0 7 8 】

要素、成分、部品又は工程の組み合わせを記載する用語「含む (comprising)」又は「含む (including)」の使用は、要素、成分、部品又は工程から本質的なる実施形態をも考慮している。

10

【 0 0 7 9 】

複数の要素、成分、部品又は工程は単一の統合された要素、成分、部品又は工程により提供されてよい。あるいは、単一の統合された要素、成分、部品又は工程は別個の複数の要素、成分、部品又は工程に分割されてよい。要素、成分、部品又は工程を記載するための「a」又は「one」は追加の要素、成分、部品又は工程を排除することを意図しない。特定の族に属する元素又は金属に関するすべての記載はCRC Press Inc.により出版されそして著作権が与えられている元素の周期律表を参照する。族についての記載は属の番号付けのためのIUPACシステムを使用してこの元素の周期律表に反映された族に対してなされる。

要素番号のリスト

20

光起電力セルアセンブリ 1 0

光起電力セル 2 0

導電性基材層 2 2

光活性層 2 4

上面 2 6

回収構造 2 8

非導電性層部分 3 0

第一のカプセル化層 4 0

第二のカプセル化層 5 0

導電性要素 6 0

30

導電性要素 6 0 の 1 つの末端 6 2

導電性要素 6 0 の反対側の末端 6 4

裏面接触層 1 2 2

CuInGaSe(S)の吸収層 1 2 4

バッファ層 1 2 6

ウィンドー層 1 2 8

透明導電性層 1 3 0

【 図 1 】

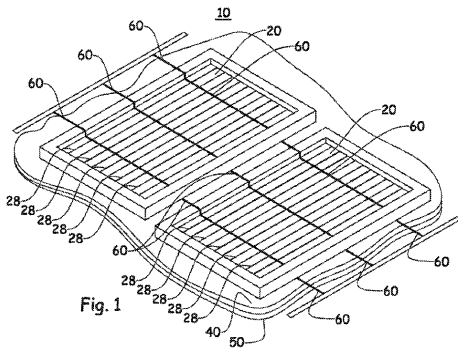


Fig. 1

【 図 2 】

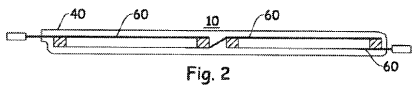


Fig. 2

【 図 3 】

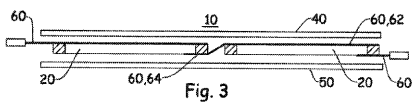


Fig. 3

【 図 4 】

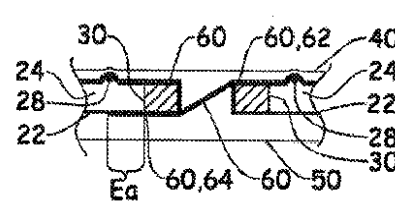


Fig. 4

【 図 5 】

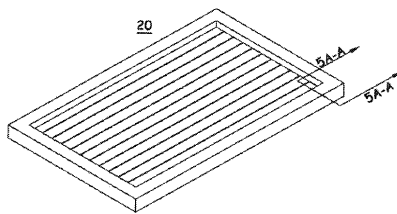


Fig. 5

【 図 5 A - A 】

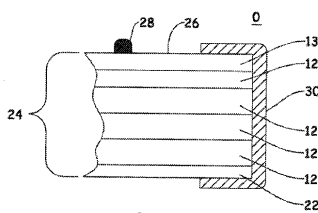


Fig. 5A-A

【 図 6 】

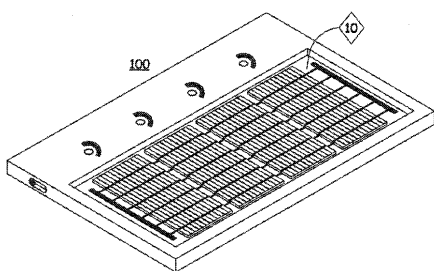


Fig. 6

【 図 8 】

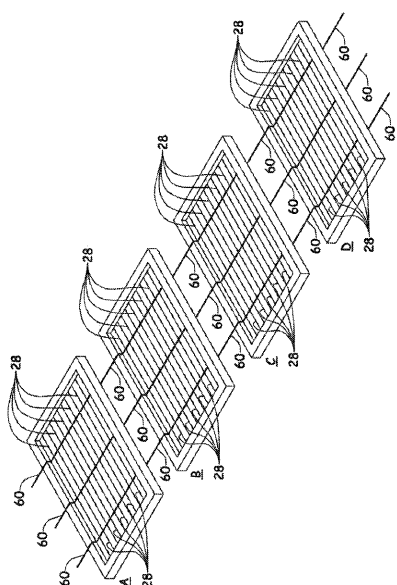


Fig. 8

【 図 7 】

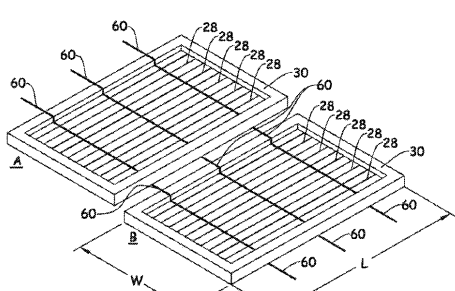


Fig. 7

【 図 9 】

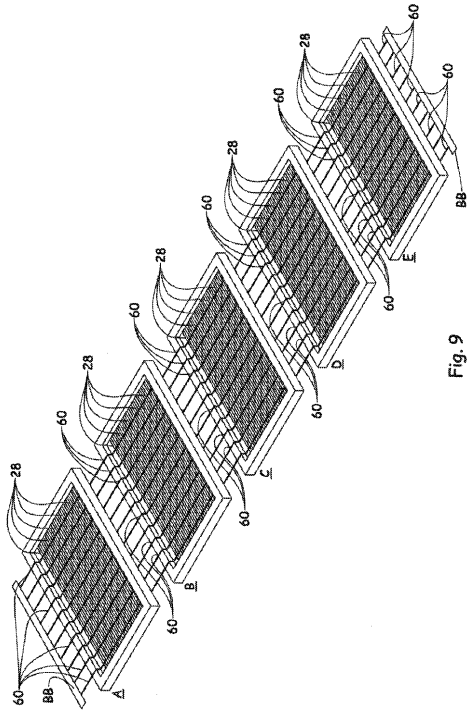


Fig. 9

【 図 10 】

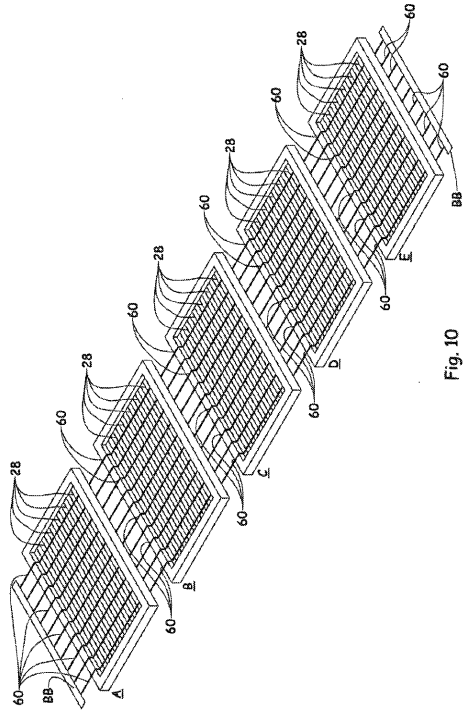


Fig. 10

【 図 11 】

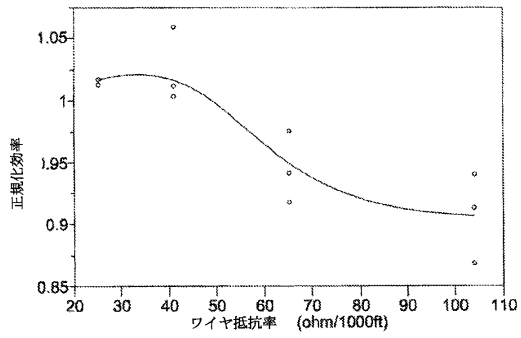


Fig. 11

【 図 12 】

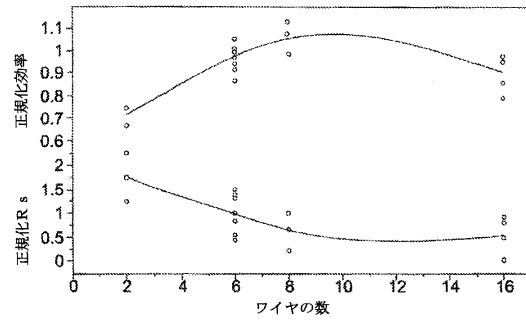


Fig. 12

【 図 1 3 】

	セル A	セル B (A+B)	セル C	セル D	セル E (C+D)	セル F (A+B+C+D)	セル G (E+F)
効率	9.36	9.46	8.48	9.075	9.57	9.29	9.33
曲線因子(%)	66.5	62.9	53.8	56.0	66.7	54.6	55.9
Voc (V)	0.56	0.57	0.57	0.58	1.14	0.57	0.58
Isc (A)	0.19	0.20	0.22	0.21	0.20	0.23	0.22
Rs(Ω)	0.11	0.15	0.70	0.67	0.81	0.35	0.37
Rp(Ω)	91	70	20	117	185	1316	1216
Pmax (W)	71.0	73.6	85.7	71.7	148.8	71.2	72.6
							135.2

Fig. 13

【 図 1 4 】

2セル相互接続データ										セル1データ					セル2データ				
ID	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)	Eff (%)	Rs(Ω)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)	Eff (%)	Rs(Ω)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)	Eff (%)	Rs(Ω)				
1	1.0	2.90	46.4	7.09	0.62	0.51	2.87	52.9	7.20	0.95	0.50	2.90	51.9	7.17	0.65				
2	1.0	2.50	44.0	6.19	0.02	0.51	5.51	52.0	7.00	0.03	0.50	2.90	47.6	6.36	0.66				
3	1.0	2.77	44.1	5.73	0.06	0.48	2.67	47.0	5.70	0.05	0.50	3.00	53.0	7.15	0.64				
4	1.1	2.94	46.8	6.87	0.01	0.53	2.82	56.0	8.00	0.06	0.50	3.00	55.8	8.15	0.66				
5	1.0	2.91	48.2	6.91	0.02	0.51	2.98	53.6	7.80	0.04	0.50	3.00	54.5	8.13	0.66				
6	1.1	2.91	47.1	6.90	0.01	0.53	2.98	54.5	8.10	0.06	0.50	2.90	52.2	7.33	0.64				
7	1.0	2.94	46.9	6.83	0.05	0.50	2.92	52.2	7.30	0.04	0.50	2.90	52.2	7.33	0.64				
8	1.1	2.85	47.6	7.06	0.01	0.53	2.85	57.7	8.10	0.06	0.50	2.90	53.5	7.33	0.65				
9	1.0	2.83	48.0	6.20	0.07	0.50	2.86	48.9	6.60	0.05	0.50	2.86	51.9	6.92	0.64				
10	1.1	2.99	46.8	7.07	0.01	0.51	5.47	66.2	8.20	0.55	0.50	2.90	55.9	8.23	0.65				

Fig. 14

【 図 1 5 】

2セル相互接続データ										セル1データ					セル2データ				
ID	Voc	Isc	FF	Eff	Rs	Rsh	Voc	Isc	FF	Eff	Rs	Rsh	Voc	Isc	FF	Eff	Rs	Rsh	
1	1.03	2.95	49.17	7.12	0.14	4.7	0.32	2.47	56.89	6.96	0.06	4.7	0.51	2.69	53.4	7.06	0.06	2.2	
2	1.04	2.96	50.22	7.37	0.13	7.6	0.32	2.48	57.93	7.16	0.08	12	0.52	2.48	56.1	6.88	0.06	4.6	

Fig. 15

【 図 1 6 】

	セル1	セル2	セル3	セル4	セル5	5セルストリング
Voc	0.58	0.58	0.58	0.58	0.59	2.93
Isc	5.44	5.53	5.56	5.82	5.48	5.58
FF	56.5	56.4	53	56.1	57.2	45.3
Eff.	8.5	8.64	8.1	8.73	8.73	7.05
Rs	0.025	0.026	0.03	0.025	0.027	0.2
Rsh	1.7	3.1	1.7	2.1	3.7	4.37

Fig. 16

【 図 1 7 A 】

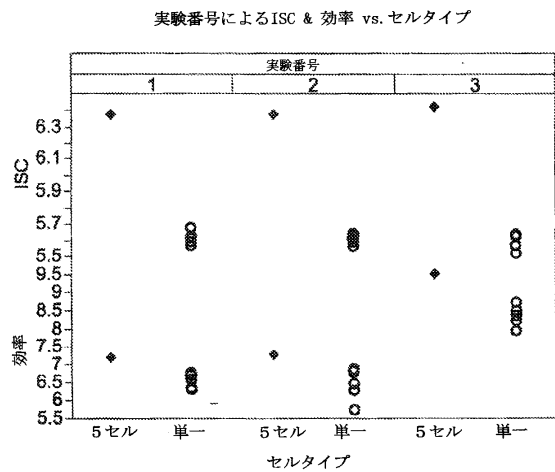
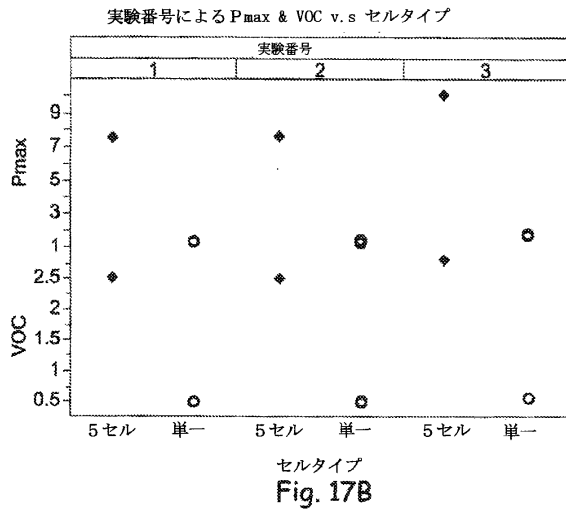
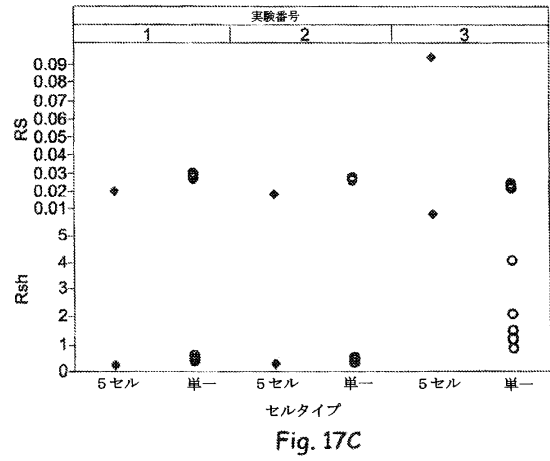


Fig. 17A

【図 17 B】



【図 17 C】



フロントページの続き

- (74)代理人 100111903
弁理士 永坂 友康
- (74)代理人 100102990
弁理士 小林 良博
- (72)発明者 マーティ ダブリュ. デグルート
アメリカ合衆国, ミシガン 48640, ミッドランド, パインウッド ドライブ 4604
- (72)発明者 マイケル イー. ミルズ
アメリカ合衆国, ミシガン 48642, ミッドランド, アバロン ストリート 1604
- (72)発明者 トーマス ジェイ. パーソンズ
アメリカ合衆国, ミシガン 48623, フリーランド, ホッチキス ロード 206
- (72)発明者 ナラヤン ラメシュ
アメリカ合衆国, ミシガン 48640, ミッドランド, スカボロー レーン 3015
- (72)発明者 マット ステンプキ
アメリカ合衆国, ミシガン 48640, ミッドランド, イーストマン アベニュー 1009
- (72)発明者 ダグラス ジェイ. ウィルシング
アメリカ合衆国, ミシガン 48640, ミッドランド, ダブリン アベニュー 6111

審査官 森江 健蔵

- (56)参考文献 特開2006-278710(JP, A)
特開2008-263163(JP, A)
特開2007-294869(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/05
H01L 31/048