

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6196231号  
(P6196231)

(45) 発行日 平成29年9月13日(2017.9.13)

(24) 登録日 平成29年8月25日(2017.8.25)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 31/05 (2014.01)

H O 1 L 31/04 5 7 0

H O 1 L 31/18 (2006.01)

H O 1 L 31/04 4 2 4

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-546094 (P2014-546094)	(73) 特許権者	513245509
(86) (22) 出願日	平成24年12月6日(2012.12.6)		ヌボサン、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2015-503242 (P2015-503242A)		アメリカ合衆国、カリフォルニア 950
(43) 公表日	平成27年1月29日(2015.1.29)		35, ミルピタス, バーバー レーン 1
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/068302		565
(87) 国際公開番号	W02013/086233	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成25年6月13日(2013.6.13)		弁理士 青木 篤
審査請求日	平成27年11月27日(2015.11.27)	(74) 代理人	100077517
(31) 優先権主張番号	61/568,134		弁理士 石田 敬
(32) 優先日	平成23年12月7日(2011.12.7)	(74) 代理人	100087413
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100102990
			弁理士 小林 良博
		(74) 代理人	100128495
			弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動化された柔軟な太陽電池製造および拡張金属メッシュのロールを利用する相互接続

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光起電モジュールを形成するための方法であって、

(a) 第1の光起電セルおよび第2の光起電セルを提供する工程であって、前記第1および第2の光起電セルの個々の光起電セルが、

i. 柔軟な薄膜光活性デバイスの上に隣接して配置された平坦な拡張金属メッシュであって、長方形断面を有する個々のワイヤ状要素を含む平坦な拡張金属メッシュと、

i i. 前記柔軟な薄膜光活性デバイスの縁部において前記拡張金属メッシュと前記柔軟な薄膜光起電力デバイスとの間に配置された電気絶縁材料とを備える、工程と、

(b) 前記第1の光起電セルの前記平坦な拡張金属メッシュの張り出した領域を前記第2の光起電セルの下側と接触させる工程と、

(c) 前記平坦な拡張金属メッシュの前記張り出した領域と、前記平坦な拡張金属メッシュの前記張り出した領域が前記第1の薄膜光活性デバイスの前記縁部および底部のうちの少なくとも1つと接触するのを防止する前記電気絶縁材料とを折り曲げて前記第1および第2の光起電セルの前記薄膜光活性デバイス間を電氣的に接続して前記光起電モジュールを形成する工程と、

を含む、光起電モジュールを形成するための方法。

【請求項 2】

前記拡張金属メッシュが、

(i) 感圧接着材である光学的に透明なフィルム、または、

10

20

( i i ) 伝導性エポキシ、  
によって前記柔軟な薄膜光活性デバイスに固定された、  
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の光起電セルの前記拡張金属メッシュを前記第 2 の光起電セルの下側と接触させる工程が、前記拡張金属メッシュを前記第 1 の光起電セルの縁部に巻き付ける工程を備える、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記拡張金属メッシュが、前記柔軟な薄膜光起電力デバイスの 1 つの縁に重なり、前記柔軟な薄膜光起電力デバイスの反対側の縁には重ならない、

請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(相互参照)

本出願は、2011年12月7日に出願された米国特許仮出願第61/568,134号に対する優先権を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

アモルファスシリコン、ジセレン化銅インジウムガリウム(CIGS)、およびテルル化カドミウム(CdTe)のみが、今日、商業規模で生産されている薄膜太陽電池である。現在利用可能な柔軟な基材上の薄膜太陽電池には、薄い金属箔(通常ステンレス鋼)上のアモルファスシリコンおよび金属箔またはポリイミド箔上のCIGSが含まれる。現在までのところ、薄膜テルル化カドミウム太陽電池はガラス上においてのみ生産されているが、柔軟な基材も検討されている。柔軟な基材上での使用に適したその他のタイプの太陽電池材料が利用できるようになる可能性がある。例えば、インジウムおよびガリウムの代わりに亜鉛およびスズを利用するCIGSの変種に関する検討が、有機および色素増感太陽電池材料に関する継続的な研究と同様に行われている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本開示では、柔軟な薄膜太陽電池材料のロールから太陽電池を製造するための自動化された方法、およびソーラーモジュールの形成に用いることができる連続体を形成するセルを電氣的に相互接続するための自動化された方法を提供する。

【0004】

本開示では、柔軟な太陽電池材料の大型のロールから薄膜太陽電池を個別に製造するための、高度に自動化された方法を提供する。また本開示では、安価で平坦な拡張金属メッシュを用いることで、集電グリッドパターンおよび相互接続を提供する。

【0005】

本開示のある態様では、第1の光起電セルおよび第2の光起電セルの提供を含む、光起電モジュールを形成するための方法を提供する。第1および第2の光起電セルの個々の光起電セルは、柔軟な薄膜光活性デバイスに隣接して配置された拡張金属メッシュ、および薄膜光活性デバイスの縁部において拡張金属メッシュと柔軟な薄膜光起電力デバイスとの間に配置された電気絶縁材料を備える。次に、第1の光起電セルの拡張金属メッシュを第2の光起電セルの下側と接触させ、それによって電氣的に、光起電セルの薄膜光活性デバイスを接続して光起電モジュールを形成する。

【0006】

本開示の別の態様では、光起電材料の第1のロールおよび拡張金属メッシュの第2のロールの提供を含む、光起電セルを形成するための方法を提供する。光起電材料は、柔軟な

10

20

30

40

50

基材に隣接した光活性材料を備え、ここで、拡張金属メッシュは、複数の開口部を備える。次に電気絶縁材料が、光起電材料の縁部に隣接して提供される。第1のロールからの光起電材料が、第2のロールからの拡張金属メッシュの近傍に置かれ、初期光起電セルを形成する。電気絶縁材料が、拡張金属メッシュと光起電材料との間に配置される。次に、初期光起電セルは、個々の区画に切られて複数の光起電セルを形成する。

【0007】

本開示の別の態様では、光活性材料に隣接した柔軟な基材を備えた光起電力デバイス、および光起電力デバイスに隣接した拡張金属メッシュを備えた光起電セルを提供する。拡張金属メッシュは、電磁放射が光活性材料に接触できるようにするための複数の穴を備える。さらに光起電セルは、光起電力デバイスの縁部において拡張金属メッシュと光起電力デバイスとの間に配置された電気絶縁材料を備える。

10

【0008】

本開示の別の態様および利点は、本開示の例示的实施形態のみが図示および説明されている以下の発明を実施するための形態から、当業者には容易に明らかになるであろう。認識されるように、本開示から逸脱することなくすべて、本開示は他の異なる実施形態が可能であり、そのいくつかの詳細は、様々な明らかな点において変更が可能である。したがって図面および説明は、例示的な性格のものであり、制限的なものではないとみなされるべきである。

【0009】

(参照による引用)

20

本明細書に記載されるすべての刊行物、特許、および特許出願は、個々の刊行物、特許、または特許出願それぞれが、参照することによって組み込まれるように具体的かつ個別に示される場合と同様に、参照することによって本明細書に組み込まれる。

【0010】

記載された本発明の新規の特徴は、添付の特許請求の範囲において、特殊性と共に記載される。本発明の特徴および利点のよりよい理解は、本発明の原理が利用される例示的实施形態を記載する以下の発明を実施するための形態、および添付図面または図を参照することによって得られるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

30

【図1】柔軟な薄膜太陽電池のための集電グリッドおよび相互接続手段の製作に適した平坦な拡張金属メッシュの特性を例示する概略図である。

【図2a】図1に記載された平坦な拡張金属メッシュの一区画を用いた完成した薄膜太陽電池の幾何形状の平面図を示す概略図である。

【図2b】図1に記載された平坦な拡張金属メッシュの一区画を用いた完成した薄膜太陽電池の幾何形状を示す、誇張された厚さ縮尺の断面概略図である。

【図3】完成した太陽電池原料のはるかに大きなロールからリールを自動的にスリットすることにより、柔軟な太陽電池材料のリールを作製する初期のステップの斜視図を描写する概略図である。

【図4】平坦な拡張金属メッシュ導体を用いて、柔軟な太陽電池材料のリールを、完成したセルに自動的に変えるためのプロセスまたは方法における基本的なステップを例示する概略斜視図である。

40

【図5】細片を個々の太陽電池に切断するために作製されたブランクの部分を備えるセルに、拡張金属メッシュを適用する方法を示す、図4に記載された積層ステップ後の太陽電池の細片のセグメントの概略図である。

【図6】おおよそ原寸に比例して描かれた、柔軟な太陽電池材料のリールおよび拡張金属メッシュのロールから単一の太陽電池を形成するための、図4に記載された基本的な方法を利用する機械の断面図を示す概略図である。

【図7a】本発明に記載の自動化された方法により製作された柔軟な太陽電池の直列相互接続を示す概略平面図である。

50

【図 7 b】本発明に記載の自動化された方法により製作された柔軟な太陽電池の直列相互接続の断面図を示す。

【図 8 a】セルを互いに直列に接続する典型的な Z - タブ法、および末端セルが、セルの連続体を相互接続するために用いられる伝導性リボンに接続される方法を例示する、連続体の末端の 2 つのシリコンセルの概略断面図である。

【図 8 b】1 つの連続体の末端を第 2 の連続体の末端に直列に接続する改良された方法を例示する、連続体の末端の柔軟なセルの概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の好ましい実施形態が、本明細書に図示および記述されたが、このような実施形態は、一例として提供されているに過ぎないことが、当業者には明らかになるであろう。当業者なら、本発明から逸脱することなく、多数の変形形態、変更、および代用を思いつくであろう。本発明を実施する際、本明細書に記述される本発明の実施形態の様々な代替を用いることができるものと理解されるべきである。

【0013】

本明細書において用いられる「光起電セル」（また、本明細書では「太陽電池」）という用語は概して、デバイスが電磁放射（またはエネルギー）、または所与の波長もしくは電磁放射の波長の分布にさらされると、電子および正孔（または電気）を発生するよう構成された光活性材料（または吸収材）を備えた光起電力デバイスを備えたデバイスを指す。光起電力デバイスには、光活性材料に隣接した基材を備えることができる。

【0014】

本明細書において用いられる「光起電モジュール」という用語は概して、光起電セルを 1 つまたは複数備えたデバイスを指す。

【0015】

太陽光発電システムにおいて有用であるために、様々なタイプの太陽電池（また、本明細書では「セル」）のいずれかを、他の同様の太陽電池と電気的に直列に相互接続して、電圧レベルを上げ、高電流のため生じるであろう抵抗損失を最小限に抑えることができる。大型の硬質シート（large rigid sheets of）上に堆積させたセルでは、異なるプロセスステップの間および特定の場所において適用されるスクライプのシステムを用いて、シート全体にわたりセルの直列相互接続を作り出すことができる。この手順は「モノリシック集積化」と呼ばれることがあり、上部伝導性酸化物（TCO）が、シリコンセルに一般的な金属グリッドの代わりに電流担体として利用される。たとえ、これにより金属グリッドが排除されても、本明細書においていくつかの不利な点がこの方法では認識されており、またどのような場合でも、スクライプの配置および深さの両方に対して必要とされる精度が理由で、柔軟な基材に対して実施するのが困難で費用がかかる。さらに、スクライピング作業を実施するためにプロセスが断続されなければならなかった場合には、たとえこれらの作業が十分かつ経済的に達成されるとしても、経済的に望ましいものではなくなる可能性のあるロール・ツー・ロール処理が、柔軟な基材では可能になる。

【0016】

従来の結晶または多結晶シリコン太陽電池は、個々のウエハ上に形成され、次いでこのウエハは相互接続されることがある。集電グリッドおよびバスバーは通常、後に高温（700 程度）で硬化させる銀を含むインクを用いて、パターンをスクリーン印刷することにより形成される。シリコンセルは、透明だが非伝導性の窒化ケイ素から形成された反射防止膜を有する。硬化段階の間、銀は窒化ケイ素膜を通り抜け、シリコンセルにオーム接触を形成する。通常のグリッドパターンには、間隔を 2 から 3 ミリメートルあけた一連の微細で平行な直線と共に、微細な線のパターンに対して垂直に走る 2 本または 3 本のさらに広い線（バスバー）が含まれる。結果として生じる構造により、従来のはんだ付けの方法によって相互接続「Z」タブを取り付けることができるバスバーの上に表面が設けられる。セルが光にさらされると、セル電流が狭いグリッドによって局部的に集められ、次い

10

20

30

40

50

で、次のセルとの接続点となる比較的広いバスバーへ流される。「Z」タブ構造により、使用している間の熱膨張および収縮による損傷を減らすのに役立つ、セル間の柔軟な相互接続が提供される。モノリシック集積化より優れるこの方法の利点は、モジュール組立に先立って、セルを性能に関して試験および選別することができることである。このようにして、全体的なモジュール性能は、連続体内で性能が最も低いセルによって制限されないが、このような制限はモノリシック集積化にとって問題となり得る。

#### 【0017】

しかし、シリコンセルに用いられるスクリーン印刷プロセスは、柔軟な薄膜太陽電池に適用される場合、不十分な成果しか上がっていない。本明細書で認識されるように、セルの性能を制限する2つの問題が一般に発生する。第1の問題は温度に関係がある。薄膜セルは、シリコンセル上で用いられる銀インクの硬化に必要とされる同じ高温に耐えることができない。硬化温度がさらに低い結果、インク担体および溶媒の一部がグリッドライン構造内に残り、金属粒子をよく融合させることができなくなる。たとえ、さらに低い温度でもより完全に硬化される新しいインクが開発されているとしても、この機構では依然としてグリッドラインおよびバスバーの伝導性が低下し、リボンを用いて印刷されたバスバーに接続するはんだの能力が制限される。あるいはセル間が、銀ドーブされた伝導性エポキシを用いて相互接続されることがあるが、これははんだ付けよりも一般に劣り、通常、硬化時間が余分に発生する。さらに、最近の銀の価格の上昇によって、このプロセスは経済的に望ましいものではなくなった。

#### 【0018】

第2に、柔軟な金属基材の表面仕上げは通常、ガラスまたはシリコンウエハのものよりもはるかに粗いため、さらに数多くの欠陥が存在し、伝導性インクがその中に流れ込むことができる場合に分路部位となり得る。この問題は、炭素ベースのインクのように、伝導性ははるかに低い材料をまず印刷して、どのような欠陥も初めに充填し、次いで、銀インクを用いて重ね刷りすることにより、幾分緩和され得る。一貫して良好な結果を実現するのは難しく、その理由は、印刷位置合わせが完全でないと、余分な日陰損失ならびに潜在的な分路の増大の原因になるためである。加えて、材料および設備のコストが比較的高く、また、印刷および硬化のプロセスが大規模で、機械的な許容範囲に関する要求が高いため自動化は困難である。

#### 【0019】

##### 光起電モジュール

本開示では、次いで相互接続されてモジュールを形成する個々のセルを作製するための、実質的に自動化されたプロセスにおいて使用可能な柔軟な薄膜太陽電池（または光起電セル）のロールを提供する。銀ベースのインクを用いた印刷、潜在的な分路、高精度の印刷パターン位置合わせ、および高温で長い硬化時間が、銀印刷インクパターンへの優れた伝導性を有し、適用がより速く、かつ実施がはるかに経済的な平坦な拡張金属メッシュの使用によって回避できる。

#### 【0020】

いくつかの実施形態において、光起電セルには、光活性材料に隣接した柔軟な基材、および光起電力デバイスに隣接した拡張金属メッシュを備えた光起電力デバイスが含まれる。光起電力デバイスは、柔軟な薄膜光起電力デバイスでもよい。拡張金属メッシュには、電磁放射が光活性材料に接触できるようにするための複数の穴（または開口部）が含まれる。さらに光起電セルには、光起電力デバイスの縁部において拡張金属メッシュと光起電力デバイスとの間に配置された電気絶縁材料を備えることができる。電気絶縁材料は光学的に透明であってもよい。

#### 【0021】

拡張金属メッシュの開口部は、どのような形状、サイズ、または構成を有することもできる。開口部は、円形、三角形、正方形、長方形、五角形、六角形、七角形、八角形、もしくは九角形、または任意の部分形状（例えば、半円形）またはこれらの組み合わせを有することができる。

## 【 0 0 2 2 】

光活性材料は、電磁放射（または光）にさらされると、電子および正孔を発生するよう構成された吸収材（*an absorber*）でもよい。金属メッシュは、電子を光起電力デバイスから集めて、例えば、エネルギー蓄積システム（例えば、バッテリー）、配電網、または電子デバイスもしくは電子システムのような負荷に伝導するように適合させることができる。

## 【 0 0 2 3 】

光活性材料は、様々な材料から形成することができる。光活性材料の非限定的な例には、アモルファスシリコン、ジセレン化銅インジウムガリウム（*CIGS*）、テルル化カドミウム（*CdTe*）および *CdZnTe* / *CdTe* が含まれる。

10

## 【 0 0 2 4 】

場合によっては、光起電セルにはさらに、金属メッシュを光起電力デバイスに固定する光学的に透明なフィルムが含まれる。光学的に透明なフィルムは、感圧接着材であってもよい。代替として、拡張金属メッシュは、伝導性エポキシにより光起電力デバイスに固定することができる。別の代替として、拡張金属メッシュは、低融点はんだにより光起電力デバイスに取り付けることができる。

## 【 0 0 2 5 】

拡張金属メッシュは、様々な形状、サイズおよび構成を有することができる。拡張金属メッシュの幅は、約 1 インチから 10 インチ、または 1.5 インチから 6.0 インチにすることができる。拡張金属メッシュの厚さは、約 0.001 インチから 0.05 インチ、または 0.002 インチから 0.01 インチにすることができる。場合によって、拡張金属メッシュには、個々のワイヤ状要素を含み、それぞれが、約 0.001 インチから 0.01 インチ、または 0.002 インチから 0.006 インチの幅を有する。

20

## 【 0 0 2 6 】

拡張金属メッシュは、銅、鉄、スズ、ニッケル、金、銀、白金、パラジウム、クロム、タングステン、チタン、タンタル、またはこれらの任意の組み合わせなどの金属材料から形成することができる。場合によって、拡張金属メッシュは、金属材料で被覆されたポリマー材料から形成することができる。例えば、拡張金属メッシュには、ポリマーコアおよび金属シェルを含むことができる。場合によって、拡張金属メッシュには、被覆を 1 つまたは複数含むことができる。1 つまたは複数の被覆には、ニッケルおよび / またはスズを含むことができる。

30

## 【 0 0 2 7 】

柔軟な基材には、ステンレス鋼、アルミニウム、またはポリマー材料を含むことができる。光起電力デバイスは、約 1 インチから 10 インチ、または 1.5 インチから 6.0 インチの厚さを有することができる。

## 【 0 0 2 8 】

場合によって、光起電モジュールには、光起電セルが複数含まれる。複数の光起電セルは、互いに直列に電氣的に接触させることができる（すなわち、直列構成）。いくつかの例では、1 つの光起電セルの金属メッシュは、隣接する光起電セルの下側と電氣的に接触させている。光起電セルは、光起電セルの「連続体」内に互いに隣接させて配置することができる。

40

## 【 0 0 2 9 】

全体を通して同様の参照番号が同様の部品を指している図面は参照しない。その中の図および構造は、必ずしも原寸に比例して描かれていないことを理解されたい。

## 【 0 0 3 0 】

図 1 は、平坦な拡張金属メッシュ 1 の一区画の幾何形状を例示している。金属メッシュ 1 は、光起電力デバイスの上に取り付けて、太陽電池を形成することができる。メッシュ 1 は、幅  $W_m$  を有し、矢印 2 の方向に実質的に長い長さを有する。メッシュは、完成したメッシュの幅よりもわずかに広い金属箔のロールから形成することができる。箔は、スリット、拡張、および平坦化されて、箔の投入ロールからメッシュのロールが生産される。

50

拡大図3には、メッシュの幾何形状の詳細を例示している。概してメッシュ内の開口部は、幅 $W_o$ 、長さ $L_o$ 、および辺高さ $H_o$ を有する。 $H_o$ は、 $L_o$ の $1/3$ から $1/2$ 程度にすることができて、よって開口部は長く伸ばされた六角形のようなになるが、 $H_o$ はゼロにすることができ、その場合、メッシュ開口部は、辺の長さが $d$ のひし形（破線）の形態を取る。金属の拡張が、 $W_o$ が $L_o$ に等しくなるまで続けられる場合には、開口部はさらに対称にすることができて、また、 $H_o$ もゼロに近づく場合は、ひし形は正方形にすることができ、メッシュ開口部の実際的な寸法は、1センチメートルの分数である。例えば、 $L_o$ がおおよそ9ミリメートルであるときに、 $W_o$ は4ミリメートルから5ミリメートルでもよい。

#### 【0031】

メッシュの開口部は、任意の形状、サイズ、または構成を有することができる。開口部は、円形、三角形、正方形、長方形、五角形、六角形、七角形、八角形、もしくは九角形、または任意の部分形状（例えば、半円形）またはこれらの組み合わせを有することができる。

#### 【0032】

メッシュ1は、銅、鉄、スズ、ニッケル、金、銀、白金、パラジウム、クロム、タンゲステン、チタン、タンタル、またはこれらの任意の組み合わせなどの金属材料から形成することができる。いくつかの例では、メッシュ1は、金属材料で被覆されたポリマー材料から形成することができる。

#### 【0033】

メッシュ開口部に可能な形状のいずれかが、太陽電池（または光起電セル）上に集電グリッドを形成するために有用でありうる一方、実施できる最適化がいくらかある。メッシュを構成する長方形断面の「ワイヤ」の幅は、スリット間の距離および適用可能な拡張量によって、制御することができる。図1の拡大図3において、幅 $W_1$ は、スリット間の距離によって決定することができて、幅 $W_2$ は、拡張量によって決定することができる。拡張前にスリット間の距離がすべて同じである場合、 $W_2$ は、 $W_1$ 未満にすることができる。 $W_1$ の典型的な寸法は、千分の数インチ程度である。図1に示した非対称のパターンについては、メッシュの幅にわたる抵抗は、メッシュの長さ方向で等しい距離の抵抗よりも低くなり得る。したがって、メッシュによる所与の太陽光の妨害（例えば4%または5%）については、メッシュの幾何形状は、セルを横切る抵抗が低くなるよう最適化することができて、材料のロールからの自動化された組立が可能になる。メッシュは、拡張前または後のいずれかに、他の材料で被覆することができる。例えば、メッシュは、環境性能の改良のために、銅から形成してスズでめっきすることができて、また、その後の接合作業のために、低融点はんだの薄層を片面または両面に施すことができる。多くの実施形態が可能である。

#### 【0034】

図2aおよび2bは、完成した光起電セルを示す。材料のロールから個々のセルを生産する方法は、記載された機能を果たす機械の例として説明することができる。セルの連続体への直列相互接続および連続体のモジュールへの直列相互接続が本明細書において提供されている。

#### 【0035】

個々の光起電セルの平面図を、図2aに示す。活性光起電（またはソーラー）デバイス4（また、本明細書では「デバイス」）は、幅 $W_c$ および長さ $L_c$ を有する。これは、幅 $W_c$ および幾分長めの任意の長さを有する柔軟な光起電材料のロールから切り出された一区画である。図1に示した幅 $W_m$ のメッシュ1の一区画を、デバイス4の上に適用することができる。メッシュ1は、デバイス4の、両方でなく、1つの縁を越えて延びている。デバイス4の左側は、メッシュ1が、例えば、寸法約1から3ミリメートル（すなわち、メッシュ開口部の一部）を有する量「 $e$ 」だけ短い（デバイス4の縁から）。メッシュは、デバイス4の1つの長辺を、例えば、 $L_o$ の少なくとも1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、2、3、4、5、6、7、8、9、または10倍など、 $L_o$ の数倍にするこ

10

20

30

40

50

とができる量「 $s$ 」だけ重なっている。メッシュは、デバイス4の縁に重なった領域に沿って、短絡または分路を引き起こす可能性がある。これは、幅約 $2e$ の透明な絶縁感圧接着材(PSA)の薄い細片5を先に適用することにより防ぐことができ、この約半分を、示す通りデバイス4の縁に接着することができる。メッシュ1は、メッシュから張り出した領域 $s$ を差し引いたサイズとおおよそ同じサイズの、PSAなどの固定部材または感温透明テープによって、デバイス4に取り付けることができる。メッシュ1には、個々のワイヤ状要素を備えることができ、それぞれ、約 $0.001$ インチから $0.01$ インチ、または $0.002$ インチから $0.006$ インチの幅を有する。

#### 【0036】

図2bは、図2aの光起電セルの断面の概略図である。光起電力デバイス4には、少なくとも3つの部品が含まれる：光活性セル(または材料)4a、導電性の柔軟な基材4b、および、場合によって、裏側の被覆4cである。光活性セル4aがCIGSセルの場合、これは、Probstらの米国特許第5,626,688号、Kushiyaraらの米国特許第6,040,521号、およびNathらの米国特許第8,021,905号に記載されているようにすることができ、それぞれその全体が参照により本明細書に組み込まれる。光活性セル4aの全体の厚さは、数ナノメートルからマイクロメートル程度にすることができる。基材4bは、ステンレス鋼または他の金属箔から形成することができる。基材4bは、導電性でもよく、また光活性セル4aの背後電極の拡張部分としての役目を果たして、本明細書に記述される自動化されたプロセスにおいて適切に機能することができる。いくつかの例では、柔軟な基材4bの厚さは、約千分の1インチ(約25マイクロメートル)から千分の数インチの範囲にすることができる。裏側の被覆4cは、隣接するセル間のメッシュの相互接続に、ガルバニック適合性を持たせるために用いられる薄い金属被覆(約1マイクロメートル以下)である。一例として、メッシュは、銅から製作することができ、スズの薄い被覆でめっきすることができる。このような場合、被覆4cもスズにすることができるが、この構造は、最適な実装環境条件下、例えば、真空下または不活性(例えば、Ar、He)環境内でセルが実装される場合などは、長期間にわたり被覆4cなしで機能することができる。柔軟な光起電力デバイス4は、セル4a(call 4a)、基材4bおよび被覆のそれぞれの厚さに依存する厚さ $t_c$ を有する。いくつかの例では、基材4bは、約 $0.001$ インチから $0.01$ インチ、または $0.002$ インチから $0.005$ インチの厚さを有することができる。

#### 【0037】

デバイス4の1つの長辺の縁に沿って適用された透明な絶縁性の細片5によって、メッシュ1の張り出した区域 $s$ が、デバイス4の縁に沿って分路を引き起こさないようにすることができる。メッシュ1の厚さ $t_m$ は、日陰損失を最小限に抑える一方で、十分に低い電気抵抗を得るために変えることができるが、しかし、場合によって $t_m$ は、ほぼ $t_c$ から $t_c$ の約2倍までである。メッシュ1は、幅が $W_c$ におおよそ等しく、厚さ $t_a$ を千分の数インチ程度にすることができる透明テープ6(例えば、PSA)により、デバイス4に対して把持することができる。図2bでは、メッシュ1がデバイス4から張り出していない縁において、テープ6が、メッシュ1の縁から距離 $e$ だけ張り出しているのが示されているが、しかし、これは重要な寸法ではない。こちら側で、テープは、メッシュ1を覆うことができるが、いずれの側においてもデバイス4の縁を過ぎて延びることはできず、よって比較的広い許容範囲となっている。

#### 【0038】

光起電セルおよびモジュールを形成するためのシステムおよび方法

本開示では、光起電セルおよびモジュールを形成するための方法を提供する。この方法は、少なくとも部分的または完全に自動化することができる。場合によって、光起電セルは、ローラを用いたプロセスにおいて、材料をまとめることにより形成される。

#### 【0039】

いくつかの実施形態において、光起電セルを形成するための方法には、光起電材料の第1のロールおよび拡張金属メッシュの第2のロールの提供が含まれる。光起電材料には、

10

20

30

40

50



柔軟な基材に隣接した光活性材料が含まれ、拡張金属メッシュには、複数の開口部が含まれる。次に電気絶縁材料が、光起電材料の縁部に隣接して提供される。第1のロールからの光起電材料が、次いで第2のロールから拡張金属メッシュの近傍に置かれ、初期光起電セルを形成する。電気絶縁材料は、拡張金属メッシュと光起電材料との間に配置することができる。次に、初期光起電セルは、個々の区画に切られて複数の光起電セルを形成する。

#### 【0040】

光起電セルを形成するための方法は、完全に自動化することができて、場合によっては、この方法を実施するためにプログラムされたコンピュータ・プロセッサを1つまたは複数有するコンピュータ・システムによって調整される。個々の光起電セルを製作する方法において用いられる自動化された作業は、柔軟な光起電セル材料のはるかに大きなロールからの、光起電（セル）材料のリールの形成で始めることができる。光起電材料には、光活性材料（例えば、CIGS、CdTe）、および、場合によっては柔軟な基材などの基材が含まれる。このプロセスは、光起電セル材料7の大型のロールが小さなリール8にスリットされていることを示す図3に略図で示されている。大型のロールには、CIGSなどの任意の太陽電池材料を備えることができる。光起電セル材料7は、本明細書の他の場所に説明されている光起電セル4にすることができる。スリットは、様々な幅Wcのリール8を生産するよう調整可能な1組のロータリーカット部材9（例えば、ナイフ、刃）によって達成される。場合によって、リール8のそれぞれの重量は、平均的な労働者が差し支えなく手で扱える、例えば、40ポンドから50ポンド程度などに制限することができる。いくつかのリール8を、それぞれの位置ではるかに大きなロール7から生産することができる。スリット作業は、初めの大型のロールを生産するプロセスと比べて実質的に速くすることができるので、1台のスリッタで、セル材料を製作しているいくつかの製造ラインの能力に対処することができる。多数のリールを比較的長期間保管する可能性があり、これらを個々の光起電セルおよびその後のモジュールにするために代替の仕上げ場所へ出荷することができる。

#### 【0041】

図4は、柔軟な太陽電池材料のリールを個々の光起電セルにするために用いられる自動化されたステップのためのシステムの概略の斜視側面図である。これらのステップは、ロール・ツー・セルまたはRTC加工と呼ばれることがある。図は原寸に比例しておらず、また、機能的なRTC装置におけるこれらの概念の実際の実施形態を説明するためではなく、基本的な概念を例示するだけのものである。

#### 【0042】

図3のスリット作業（または、リール8を調製するための任意の他の作業）から得られる光起電力デバイス4のリール（またはロール）8は、太陽電池を形成するための他の材料と接触させる。透明な縁の絶縁細片5のロール10は、ローラ11の小さな組（例えば、ニップローラ）に連続的に送られ、デバイス4の1つの縁に細片を適用する。ローラによって、PSA材料に圧力をかけることができ、かつ/または、このローラを、熱硬化性の材料用に加熱することもできる。圧力および/または加熱は、絶縁細片5がリール8からのデバイス4材料と接触する（場合によっては接着する）助けになる。拡張金属メッシュ1は、ロール12から送ることができて、透明テープ6はロール13からローラ14に送ることができる。この作業により、メッシュ1をテープ6に、場合によっては、結合材料15のユニットとして取り扱えるのに十分なだけしっかりと貼り付けることができる。結合したテープおよびメッシュ15は、（リール8に沿って）デバイス4と同期した縁の速度で、矢印17の方向に回転することができる真空ドラム16へと進む。ローラ14は、テープ/メッシュ結合材料15をわずかに低速で送ることができて、したがって、初めに結合材料15はわずかに真空ドラム16上にある。

#### 【0043】

次に、結合材料15を、ロータリーカット部材（例えば、ロータリーナイフ、ロータリー刃）にすることができるカット部材18と隣り合わせにする。カット部材18は、結合

材料 15 を選択した長さに沿って切ることができる。長さは、カット部材 18 のサイズに応じることができる。カット部材 18 がロータリーカット部材である場合、カット部材により結合材料 15 を  $2 * \pi r$  の間隔で切る（式中、「 $r$ 」はロータリーカット部材の半径）。結合材料 15 の切断片は順次、ドラム 16 の回転速度と同調した速度でドラム 16 の周りに進む。速度は、切断した結合材料 15 のデバイス 4 材料および絶縁細片 5 への初期の貼り付けに適したものであってよい。ドラム 16 下流の圧力ローラ 19 は、切断した結合材料 15 をデバイス 4 材料および絶縁細片 5 に接触させる助けになる。切断した結合材料 15 の、デバイス 4 材料および絶縁細片 5 への最終的な積層は、ローラ 20 の助けにより行うことができる。ローラ 14 と真空ドラム 16 との間の小さな速度の違いにより、デバイス 4 および絶縁細片 5 に取り付けられるときに、切断した結合材料 15 の各片の間に小さな（調節可能な）隙間を作り出すことができる。隙間部分は破線 21 により示しており、光起電セルの長さ  $L_c$  は、1 つの隙間の中央から次の隙間の中央までの距離である。ローラ 20 の下流にあるカット部材 22 は、初期光起電セルの完成した細片を、各隙間の中央で個々の光起電セルに切ることができる。カット部材 22 には、視覚システムまたは、例えば、ロボット視覚システムなど、ギロチンナイフを運転することができる他の割り出しシステムを含むことができる。次いで、光起電セルは、カセットまたは箱 23 内に貯めることができる。図 5 は、図 4 における、 $L_c$  の領域内のセル細片の一区画の拡大図を例示している。（例えば、約  $2e$  の幅を有する）隙間の中央で材料を切ると、図 2 a および 2 b の文脈において説明される光起電セルなど、本明細書の他の場所に説明されているような光起電セルを生産することができる。

#### 【0044】

メッシュ 1 は他の材料で被覆することができる。例えば、光起電力デバイス 4 の上部に結合される側には、低温で溶けるはんだの薄層を有することができて、これはメッシュ 1 に事前に適用することができる。このような候補の 1 つとして、約  $118^\circ\text{C}$  で溶けるインジウム / スズ共晶の可能性がある。この場合、図 4 のローラ 20 は、テープ / メッシュが光起電力デバイス 4 に積層されるにつれて、はんだを溶かすために高温で運転することができる。適切な耐熱性を持つテープが、この方法においては使用されなければならないことになる。あるいは、積層後にメッシュと光起電力デバイス 4 との間をさらに強固に接合するために、図 4 のニップローラ 14 と真空ドラム 16 との間に、伝導性エポキシの薄層をローラ転写によりメッシュに適用することができる。当業者なら、可能性のある他の代替を思いつくであろう。

#### 【0045】

図 6 は、セル材料のロールから個々の太陽電池を形成するためのシステムの概略の断面側面図である。場合によって材料のロールは、くっついたり、物質が移動したりしないように、異なる材料のインターリーフを必要とする可能性のある性質を有することがある。図 6 では、可能性のあるインターリーフ材料を重ねるためのローラが、ロール 8、12、および 13 用に設けられている。これらはすべて 24 と表示してある。インターリーフ材料は、1 つの材料が他の材料にくっつかないようにする助けとなる。細片の張力を制御するために、いわゆる「ダンサー」を取り扱いシステム内で用いることができる。ダンサーはいくつかの場所で使用することができる。このような場所の 1 つは、3 個からなる小型のローラ 25 として表示されており、ダンサーの動作が両矢印によって示されている。細片を取り扱い、方向付けし、および誘導するために、他のローラをシステムを通して用いることができる。示した実施例において、投入ロール 8 とテープロール 10 との間に空間を設けてあるが、これは、分路がスリット作業によって引き起こされた問題である可能性がある場合、太陽電池細片のスリットの縁をバフがけして分路を排除するように装置を追加するためである。インターリーフ材料 26 のロールは、必要ならば、カセット 23 内においてセル間で分離するように用いることができる。

#### 【0046】

図 6 のシステムには、複数の処理モジュールが含まれ、これらは互いに隣接するように取り付け、ローラが設置されたシステムを形成してもよい。処理モジュールは、ローラ

が設置されたシステムを有するハウジングを形成するように取り付けることができる。ハウジングは、（例えば、ポンプシステムの助けにより）排気したり、ArまたはHe雰囲気下など、不活性雰囲気下で保持したりすることができる。示した実施例において、処理モジュールはそれぞれ、約1メートルの幅を有する。

#### 【0047】

個々の光起電セルを連続体に組み込み、太陽電池モジュールを形成するよう取り付け前に、性能を試験し、格付けして同様の電流（または電力）出力の箱に入れることができる。このような作業においてセルを扱うために、標準的な市販のロボットを用いることができる。

#### 【0048】

いくつかの実施形態において、光起電モジュールを形成するための方法には、第1の光起電セルおよび第2の光起電セルの提供が含まれる。第1および第2の光起電セルの個々の光起電セルには、（i）柔軟な薄膜光起電力デバイスに隣接して配置された拡張金属メッシュ、および（ii）柔軟な薄膜光起電力デバイスの縁部において拡張金属メッシュと薄膜光起電力デバイスとの間に配置された電気絶縁材料が含まれる。次に、第1の光起電セルの拡張金属メッシュを第2の光起電セルの下側と接触させ、それによって電氣的に、光起電力デバイスの薄膜光起電力デバイスを接続して光起電モジュールを形成する。

#### 【0049】

本明細書の他の場所に説明されている方法にしたがって形成された個々の光起電セルは、並列構成で取り付け、光起電セル（太陽電池）モジュールを形成するために相互接続することができる。図7aは、柔軟な光起電セル50の相互接続された長い連続体の一部の、光（例えば、太陽）に向いている側からの概略平面図である。光起電セルにはそれぞれ、メッシュ1、光起電力デバイス4、および絶縁細片5を備えることができる。光起電セル50は、本明細書の他の場所に説明されているシステムおよび方法を用いて作製することができる。個々の光起電セル50は、隙間（g）により分けられている。隙間は、セル50をキャリアカセットから取り上げ、順に並べて置くロボットシステムを用いて達成される精度に応じて、1ミリメートル程度、またはそれ未満になり得る。柔軟なセル50のこれらの連続体によって、セル50間でシリコンのこれらの同等物よりも有利に面積を損失しにくくなり、その理由は、その技術においてZ-タブ相互接続は、使用している間に直面する熱膨張応力のための、さらなる距離が必要になることがあるためである。本開示のセルによるモジュール面積の損失の低減は、標準的なシリコンセル技術と比べて、少なくとも約1%、2%、3%、4%、5%、10%、20%、30%、または40%になり得る。一例として、本開示のセルによるモジュール面積の損失の低減は、約10%にもなり得る。これは、著しい経済上の利点である。

#### 【0050】

図7bは、図7aの相互接続されたセル50の部分の、概略の断面側面図である。わずかに異なるセル相互接続の2つの実施例を、図7bに示す。

#### 【0051】

一例として、第2のセルは、セル間の隙間gで第1のセルのメッシュ1の張り出した領域sの上に置かれる。カップリング部材（例えば、PSA）27の比較的広い細片によって、2つのセルが一緒に、第1のセルのメッシュと第2のセルの裏面部分（例えば、光の反対の方向を向いた部分）との間の電氣的接続と位置合わせされて、保持される。絶縁細片5によって、第1のセルの縁が、屈曲したメッシュと接触すること（および、例えば、この屈曲したメッシュによって分路されること）を防止する。場合によっては、隣接するセル4を互いに向かって横に動かして光起電モジュールを形成するときなど、絶縁細片5は、メッシュ1によるセル4の上（受光）部とセルの底部との短絡を防ぐ。所与の長さのセルの連続体は、このような方式で製作することができて、これらの接続のために、ユニットとして取り扱うことができる。次に、連続体は一緒に置かれ、伝導性リボンリードと相互接続され、適切な薄膜ダイオードに取り付けられて、完成したモジュールに積層される。

## 【 0 0 5 2 】

別の実施例において、縁絶縁細片 5 は、図に示した、さらに広い細片 5 a で置き換えることができる。このような構成において、細片 5 を除外することもできる。この広いテープ 5 a は、図 4 および 6 において説明したリール・ツー・セルのロール 1 0 に収容することができて、これはインターリーフ材料を必要とすることもある。このテープは、メッシュ 1 に面した側を実質的に覆う接着剤を有することができるが、反対の側の領域（約 e の幅）内のみ接着剤が必要になることがあり、この領域は、セル 5 0 に取り付けることができる。したがって、カップリング部材 2 7 を排除することができて、材料およびコストが節約される。しかし、セル形成プロセスにおいては、セル 5 0 は、カセット 2 3 内に積み重ねられているため、互にくっつかないように、図 6 中のロール 2 6 からのインターリーフ材料が必要とされることがある。セルの連続体は、先に述べた通りモジュールに組み立てられる。

10

## 【 0 0 5 3 】

光起電モジュールには、個々の光起電セルの連続体をいくつか、少なくとも直列構成で接続されているものの一部を備えることができる。シリコンなどの比較的大型のセルの場合、光起電モジュール全体の電圧を上げるために、連続体は直列に接続される。すなわち、光起電モジュールの電圧は、直列構成になった光起電モジュールの個々のセルの電圧を合計したものにおおよそ等しい。光起電セルの連続体が、直列に接続された光起電セルを複数備えた単一の連続体と共に用いられる場合、1つの太陽電池連続体の末端にある第 1 のセルの上部導体は、第 2 の光起電連続体の末端にある第 2 のセルの裏面導体に接続することができる。拡張されたメッシュを使用すると、この連続体で連続体接続する特に有利な方法が可能になる。

20

## 【 0 0 5 4 】

場合によっては、セルの連続体を 2 つ直列に接続するために、1つの連続体の末端にある 1 つのセルの裏面を、他の連続体の末端にあるセルの上部メッシュ導体に接続することができる。シリコンセルを用いるモジュールにおいては、これは、セルの裏面から、またはセル上のバスバーから、幅が 1 / 4 インチ程度の外部の伝導性リボンへ延びる Z - タブ材料を用いて達成することができる。図 8 a は、典型的なシリコン接続の誇張された縮尺での断面概略図である。シリコンベースの光起電セル 2 9 のバスバー 2 8 は、Z - タブ 3 0 によって、隣接するシリコンベースの光起電セルの裏面に接続される。最後のセルでは、材料 3 1 のような Z - タブによってバスバー 2 8 を伝導性リボン 3 2 に接続し、または破線の底部コネクタ 3 1 a として示す通りセルの裏面をリボンに接続するが、これは、いずれが連続体の直列接続に必要な左右される。この構造によって占められているモジュールの領域は、示した通り、約半インチ以上の幅を有することがある。この領域は、場合によっては、光にさらされることがある有効な光起電面積を減らしながら、したがって大幅にモジュールの開口効率を低下させながら、モジュールの上部および底部の両方の縁を越えて延びることがある。

30

## 【 0 0 5 5 】

一方で、本開示のメッシュ相互接続では、大幅に開口効率を犠牲にすることのない光起電連続体の相互接続を形成する比較的簡単かつ効率的な方法が可能になる。図 8 b は、相互接続された柔軟な光起電セルの断面側面の拡大図を示す。セルの連続体の末端にない光起電セルは、図 7 に記載されたように相互接続することができる。1つのセル 4 の張り出したメッシュ 1 からセルの裏面へ、次の連続体の末端で接続するために、十分に広いカップリング部材（例えば、絶縁 P S A 細片）3 3 をセル 4 の縁に沿って適用することができる。次に、メッシュ 1 の張り出した領域および絶縁細片 5 の一部を、セル 4 の縁の周りおよび裏面側の上に巻き付けることができる。メッシュ 1 は、カップリング部材 3 3 により、セル 1 ( c e l l 1 ) の金属箔基材と短絡しないようにすることができる。次いで、伝導性リボン 3 2 を連続体の末端にあるメッシュ 1 のみ接続することができて、それによってどのような短絡も回避する。リボンは、張り出したメッシュを有しないセルの縁に沿って、次の連続体の末端に直列に接続することができる。いくつかの例では、メッシュ 1

40

50

および絶縁細片 5 は、わずか千分の数インチの厚さである。このような場合、連続体が相互接続されているモジュールの縁に沿った開口損失は事実上なくなり得るが、その理由は、この縁がセルの背後に隠されるからである。この手法は、シリコンベースのセルモジュールと比較して、薄膜太陽電池モジュールの開口効率における大幅な利得をもたらす可能性がある（例えば、図 8 a を参照）。

【 0 0 5 6 】

本開示の光起電モジュールは、互いに直列、並列、または両方で電氣的に結合することができる。いくつかの例では、光起電モジュールは直列に接続される。例えば、1つの光起電モジュールの正端子は、別の光起電モジュールの負端子に接続することができる。他の例では、光起電モジュールは並列に接続される。例えば、1つの光起電モジュールの正端子は、別の光起電モジュールの正端子に接続することができて、または1つの光起電モジュールの負端子は、別の光起電モジュールの負端子に接続することができる。

10

【 0 0 5 7 】

本明細書で提供されるシステムおよび方法は、例えば、米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 3 0 0 6 6 1 号明細書（「平坦な金属メッシュを用いる太陽電池の相互接続方法」）（全体が参照により本明細書に組み込まれる。）の中で提供されているシステムおよび方法など、他のシステムおよび方法と組み合わせたり、または他のシステムおよび方法によって変更したりすることがある。

【 0 0 5 8 】

特定の実施が例示され、説明されてきたが、これらは、様々な変更を加えることができ、本明細書において検討されるものと以上の内容から理解されるべきである。また本発明は、仕様内において提供された特定の実施例によって制限されるものではないことを意図する。本発明は、本明細書において好ましい実施形態の上述の仕様、説明および例示を参照して説明されてきたが、限定的な意味で解釈されることを意図しない。さらに、本発明のすべての態様は、様々な条件および変数に左右される、本明細書に記載の特定の描写、構成または相対比率に限定されないと理解されることが理解されよう。本発明の実施形態の形状および詳細における様々な変更は、当業者には明らかになるであろう。したがって本発明は、このような任意の変更、変形形態および均等物も対象として含むものとする。以下の請求項により本発明の範囲が定義されること、かつそれによって、これらの請求項の範囲内の方法および構造ならびにこれらの均等物が対象として含まれることが目的とされる。

20

30

本発明に関連する発明の実施態様の一部を以下に示す。

〔 態 様 1 〕

（ a ） 第 1 の 光 起 電 セ ル お よ び 第 2 の 光 起 電 セ ル を 提 供 す る 工 程 で あ っ て 、 前 記 第 1 お よ び 第 2 の 光 起 電 セ ル の 個 々 の 光 起 電 セ ル が 、

i . 柔 軟 な 薄 膜 光 活 性 デ バ イ ス に 隣 接 し て 配 置 さ れ た 拡 張 金 属 メ ッ シ ュ と 、

i i . 前 記 柔 軟 な 薄 膜 光 活 性 デ バ イ ス の 縁 部 に お い て 前 記 拡 張 金 属 メ ッ シ ュ と 前 記 柔 軟 な 薄 膜 光 起 電 力 デ バ イ ス と の 間 に 配 置 さ れ た 電 気 絶 縁 材 料 と 、  
を 備 え る 工 程 と 、

（ b ） 前 記 第 1 の 光 起 電 セ ル の 拡 張 金 属 メ ッ シ ュ を 前 記 第 2 の 光 起 電 セ ル の 下 側 と 接 触 さ せ 、 そ れ に よ っ て 前 記 光 起 電 セ ル の 前 記 薄 膜 光 活 性 デ バ イ ス を 電 氣的 に 接 続 し て 前 記 光 起 電 モ ジ ュ ール を 形 成 す る 工 程 と を 備 え る 、

40

光 起 電 モ ジ ュ ール を 形 成 す る た め の 方 法 。

〔 態 様 2 〕

前 記 個 々 の 光 起 電 セ ル が 、 前 記 金 属 メ ッ シ ュ を 前 記 柔 軟 な 薄 膜 光 活 性 デ バ イ ス に 固 定 す る 光 学 的 に 透 明 な フ ィ ル ム を 備 え る 、 上 記 態 様 1 に 記 載 の 方 法 。

〔 態 様 3 〕

前 記 光 学 的 に 透 明 な フ ィ ル ム が 、 感 圧 接 着 材 で あ る 、 上 記 態 様 2 に 記 載 の 方 法 。

〔 態 様 4 〕

前 記 拡 張 金 属 メ ッ シ ュ が 、 伝 導 性 エ ポ キ シ に よ っ て 前 記 柔 軟 な 薄 膜 光 起 電 力 デ バ イ ス に

50

固定された、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 5 ]

前記拡張金属メッシュが、低融点はんだで前記柔軟な薄膜光起電力デバイスに取り付けられた、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 6 ]

前記拡張金属メッシュが、穴を備えている、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 7 ]

前記拡張金属メッシュおよび前記柔軟な薄膜光起電力デバイスの幅が、約 1 . 5 インチから 6 . 0 インチの間である、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 8 ]

前記拡張金属メッシュの厚さが、約 0 . 0 0 2 インチから 0 . 0 1 インチの間である、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 9 ]

前記拡張金属メッシュが、約 0 . 0 0 2 インチから 0 . 0 0 6 インチの間の幅をそれぞれ有する個々のワイヤ状要素を備える、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 1 0 ]

前記拡張金属メッシュが、銅から形成される、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 1 1 ]

前記拡張金属メッシュが、1 つまたは複数の被覆を備える、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 1 2 ]

前記 1 つまたは複数の被覆が、ニッケルを含む、上記態様 1 1 に記載の方法。

[ 態様 1 3 ]

前記 1 つまたは複数の被覆がスズを含む、上記態様 1 1 に記載の方法。

[ 態様 1 4 ]

前記柔軟な薄膜光起電力デバイスが、柔軟な基材に隣接した光活性材料を備える、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 1 5 ]

前記柔軟な基材が、ステンレス鋼を含む、上記態様 1 4 に記載の方法。

[ 態様 1 6 ]

前記第 1 の光起電セルの前記拡張金属メッシュを前記第 2 の光起電セルの下側と接触させる工程が、前記拡張金属メッシュを前記第 1 の光起電セルの縁部に巻き付ける工程を備える、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 1 7 ]

前記拡張金属メッシュが、前記柔軟な薄膜光起電力デバイスの 1 つの縁に重なり、前記柔軟な薄膜光起電力デバイスの反対側の縁には重ならない、上記態様 1 に記載の方法。

[ 態様 1 8 ]

( a ) 光起電材料の第 1 のロールおよび拡張金属メッシュの第 2 のロールを提供する工程であって、

前記光起電材料が、柔軟な基材に隣接した光活性材料を含み、

前記拡張金属メッシュが、複数の開口部を備える工程と、

( b ) 前記光起電材料の縁部に隣接した電気絶縁材料を提供する工程と、

( c ) 前記第 1 のロールからの前記光起電材料を前記第 2 のロールからの前記拡張金属メッシュの近傍に置き、初期光起電セルを形成する工程であって、

前記電気絶縁材料が、前記拡張金属メッシュと前記光起電材料との間に配置された工程と、

( d ) 前記初期光起電セルを個々の区画に切断して、複数の光起電セルを形成する工程とを備える、

光起電セルを形成するための方法。

[ 態様 1 9 ]

工程 ( b ) において前記電気絶縁材料を提供する工程が、第 3 のロールからの前記電気

10

20

30

40

50

絶縁材料を前記第 1 のロールからの前記光起電材料の近傍に置く工程を備える、上記態様 18 に記載の方法。

[ 態様 20 ]

工程 ( c ) が、第 4 のロールからの固定部材を前記拡張金属メッシュの近傍に置く工程をさらに備える、

前記固定部材が、前記光起電材料に対して前記拡張金属メッシュを固定する、  
上記態様 18 に記載の方法。

[ 態様 21 ]

前記複数の光起電セルを光起電モジュールに統合する工程をさらに備える、上記態様 18 に記載の方法。

[ 態様 22 ]

工程 ( c ) が、前記光起電材料および前記拡張金属メッシュを真空ドラムに向けて、前記拡張金属メッシュに対して前記光起電材料をプレスする工程をさらに備える、上記態様 18 に記載の方法。

[ 態様 23 ]

工程 ( c ) が、前記光起電材料を前記拡張金属メッシュの近傍に置く工程の前に、前記拡張金属メッシュを個々の区画に切断する工程をさらに備える、上記態様 18 に記載の方法。

[ 態様 24 ]

( a ) 光活性材料に隣接した柔軟な基材を備える光起電力デバイスと、  
( b ) 前記光起電力デバイスに隣接した拡張金属メッシュであって、  
電磁放射の前記光活性材料との接触を可能にするための複数の穴を備える前記拡張金属メッシュと、

( c ) 前記光起電力デバイスの縁部において前記拡張金属メッシュと前記光起電力デバイスとの間に配置された電気絶縁材料とを備える、  
光起電セル。

[ 態様 25 ]

前記拡張金属メッシュを前記光起電力デバイスに固定する光学的に透明なフィルムをさらに備える、上記態様 24 に記載の光起電セル。

[ 態様 26 ]

前記光学的に透明なフィルムが、感圧接着材である、上記態様 25 に記載の光起電セル。

[ 態様 27 ]

前記拡張金属メッシュが、伝導性エポキシによって前記光起電力デバイスに固定された、上記態様 24 に記載の光起電セル。

[ 態様 28 ]

前記拡張金属メッシュが、低融点はんだによって前記光起電力デバイスに取り付けられた、上記態様 24 に記載の光起電セル。

[ 態様 29 ]

前記拡張金属メッシュの幅が、約 1 . 5 インチから 6 . 0 インチの間である、上記態様 24 に記載の光起電セル。

[ 態様 30 ]

前記拡張金属メッシュの厚さが、約 0 . 002 インチから 0 . 01 インチの間である、上記態様 24 に記載の光起電セル。

[ 態様 31 ]

前記拡張金属メッシュが、約 0 . 002 インチから 0 . 006 インチの間の幅をそれぞれ有する個々のワイヤ状要素を備える、上記態様 24 に記載の光起電セル。

[ 態様 32 ]

前記拡張金属メッシュが、銅を含む、上記態様 24 に記載の光起電セル。

[ 態様 33 ]

10

20

30

40

50

前記拡張金属メッシュが、1つまたは複数の被覆を備える、上記態様24に記載の光起電セル。

[ 態様34 ]

前記1つまたは複数の被覆が、ニッケルを含む、上記態様33に記載の光起電セル。

[ 態様35 ]

前記1つまたは複数の被覆がスズを含む、上記態様33に記載の光起電セル。

[ 態様36 ]

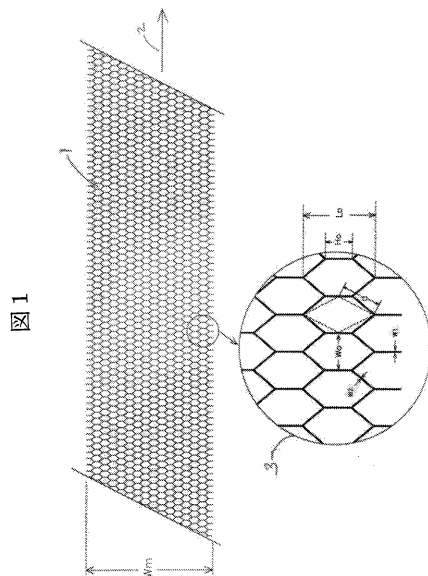
前記柔軟な基材が、ステンレス鋼を含む、上記態様24に記載の光起電セル。

[ 態様37 ]

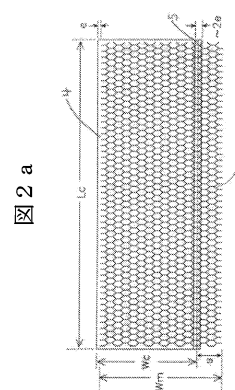
前記拡張金属メッシュが、前記光起電力デバイスの1つの縁に重なり、前記光起電力デバイスの反対側の縁には重ならない、上記態様24に記載の光起電セル。

10

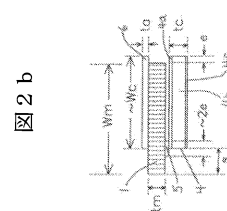
【図1】



【図2a】



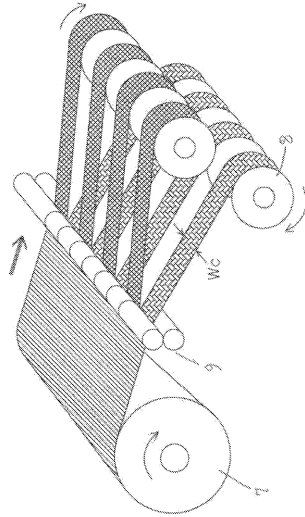
【図2b】





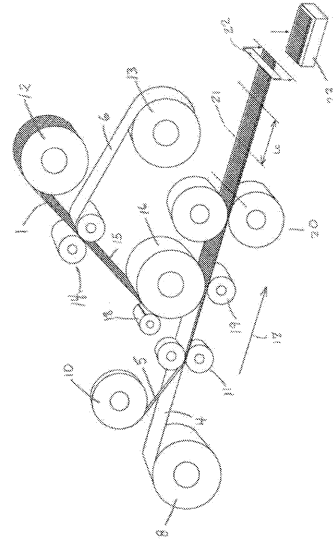
【図 3】

図 3



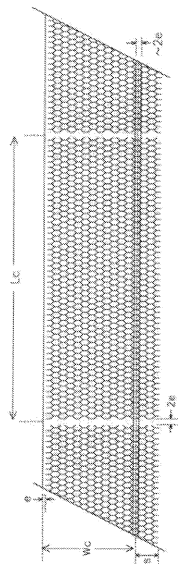
【図 4】

図 4



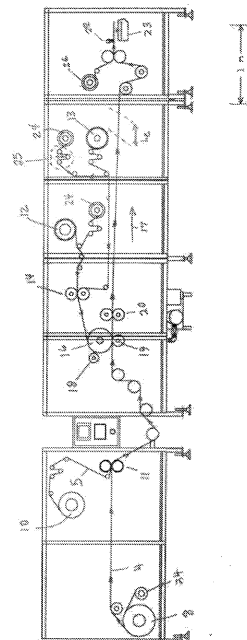
【図 5】

図 5

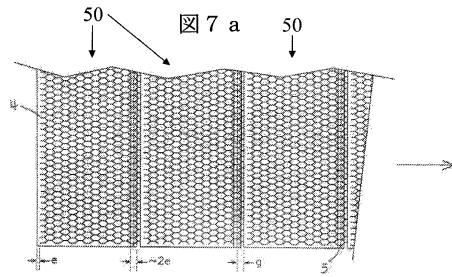


【図 6】

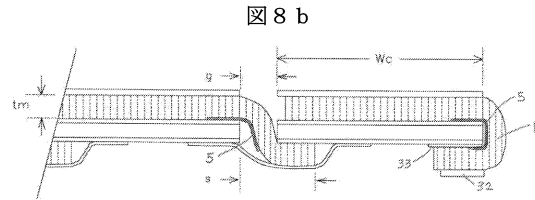
図 6



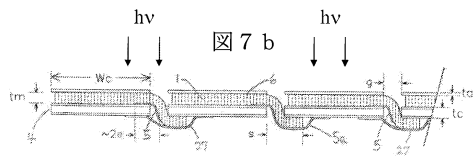
【図 7 a】



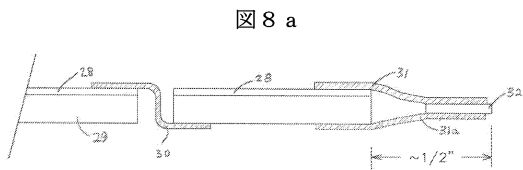
【図 8 b】



【図 7 b】



【図 8 a】



## フロントページの続き

(74)代理人 100173107

弁理士 胡田 尚則

(72)発明者 ブルース・ディー・ハットマン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 4 6 サン・マーティン シカモア・アベニュー 1  
5 2 1 8

(72)発明者 クリスティン・ツァイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 1 サンノゼ クラッセン・ウェイ 2 1 5 2

(72)発明者 トーマス・エム・ヴァレリ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 2 0 ギルロイ セント・アンドリュース・サークル  
1 9 4 3

(72)発明者 ハーブ・デラロサ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 6 フリーモント スナイダー・ウェイ 4 7

審査官 井上 徹

(56)参考文献 特開2010-251611(JP, A)

米国特許出願公開第2009/0178702(US, A1)

特開昭59-115576(JP, A)

特開2000-058895(JP, A)

特開平11-150286(JP, A)

特開昭62-007877(JP, A)

特開平04-253327(JP, A)

独国特許出願公開第04018013(DE, A1)

特開昭61-085876(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/02 - 31/078、31/18 - 31/20、  
51/42 - 51/48

H02S 10/00 - 50/15