

(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2015-528645  
(P2015-528645A)

(43) 公表日 平成27年9月28日(2015.9.28)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
HO 1 L 31/0224 (2006.01) HO 1 L 31/04 2 6 2 5 F 1 5 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2015-531510 (P2015-531510)  
(86) (22) 出願日 平成25年8月22日 (2013. 8. 22)  
(85) 翻訳文提出日 平成27年3月18日 (2015. 3. 18)  
(86) 国際出願番号 PCT/EP2013/067450  
(87) 国際公開番号 WO2014/040834  
(87) 国際公開日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)  
(31) 優先権主張番号 61/701, 843  
(32) 優先日 平成24年9月17日 (2012. 9. 17)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 514156563  
アイメック・ヴェーゼットウェー  
I MEC VZW  
ベルギー、ペー-3001ルーヴァン、カ  
ペルドリーフ75番  
(71) 出願人 599098493  
カトリーケ・ユニフェルシテイト・ルーヴ  
アン  
Katholieke Universi  
teit Leuven  
ベルギー、ペー-3000ルーヴァン、ワ  
ーイストラート6番、ボックス5105、  
カーユ-ルーヴァン・アール・アンド・  
ディ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 めっき金属層のシリコンへの接着の改良方法

(57) 【要約】

太陽電池を作製するための方法が記載され、この方法は、複数のフィンガーと、複数のフィンガーのそれぞれの自由端部における少なくとも1つの第1の固定要素と、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを形成する工程を含む。更には関連する太陽電池である。

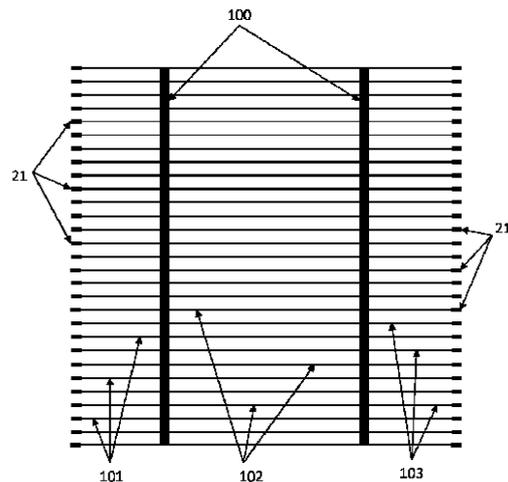


Figure 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のフィンガーと、複数のフィンガーのそれぞれの自由端部における少なくとも 1 つの第 1 の固定要素と、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを形成する工程を含む、太陽電池の製造方法。

**【請求項 2】**

少なくとも 1 つのバスバー、少なくとも 1 つのバスバーに接続された複数のフィンガー、および少なくとも 1 つのバスバーに物理的に接続されたフィンガー端部における、少なくとも 1 つの第 2 の固定要素と、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを形成する工程を含む、請求項 1 にかかる方法。

10

**【請求項 3】**

少なくとも 1 つのバスバーに物理的に接続されたそれぞれのフィンガー端部に、第 2 の固定要素を形成する工程を含む、請求項 2 にかかる方法。

**【請求項 4】**

更に、少なくとも 1 つのコンタクトパターンにリボンを半田付けする工程を含む、請求項 1 ~ 3 のいずれかにかかる方法。

**【請求項 5】**

更に、シリコン基板の全体の表面の上に誘電体層を形成する工程と、誘電体層を部分的に除去して、これにより、請求項 1 ~ 4 のいずれかにかかるコンタクトパターンに従って金属コンタクトが形成される必要のある部分において、下層のシリコン表面を露出させる工程と、

20

金属めっきにより露出したシリコン領域に金属コンタクトを形成して、表側の金属コンタクトを形成する工程と、を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれかにかかる方法。

**【請求項 6】**

複数のフィンガーと、複数のフィンガーのそれぞれの自由端部における、少なくとも 1 つの第 1 の固定要素または固着要素と、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを含む、太陽電池。

**【請求項 7】**

少なくとも 1 つのバスバー、少なくとも 1 つのバスバーに接続された複数のフィンガー、および少なくとも 1 つのバスバーに物理的に接続されたフィンガー端部における、少なくとも 1 つの第 2 の固定要素または固着要素と、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを含む、請求項 6 にかかる太陽電池。

30

**【請求項 8】**

少なくとも 1 つのバスバーと物理的に接続されたそれぞれのフィンガー端部に、第 2 の固定要素を含む、請求項 7 にかかる太陽電池。

**【請求項 9】**

更に、フィンガーの下の基板を含み、第 1 の固定要素は、それぞれのフィンガーと、フィンガーの自由端部の下の基板との間のコンタクト面積を部分的に増加させる形状である、請求項 6 ~ 8 のいずれかにかかる太陽電池。

**【請求項 10】**

第 1 の固定要素は、自由フィンガー端部で、フィンガーの幅の部分的な増加により具体化され、またはフィンガーの幅の部分的な増加を含む、請求項 9 にかかる太陽電池。

40

**【請求項 11】**

更に、フィンガーの下の基板を含み、第 2 の固定要素は、バスバーに接続されたフィンガーの端部で、それぞれのフィンガーと基板との間のコンタクト面積を部分的に増加させる形状である、請求項 6 ~ 10 のいずれかにかかる太陽電池。

**【請求項 12】**

第 2 の固定要素は、バスバーに接続されたフィンガーの端部で、フィンガーの幅の部分的な増加により具体化され、またはフィンガーの幅の部分的な増加を含む、請求項 6 ~ 11 のいずれかにかかる太陽電池。

50

## 【請求項 1 3】

自由フィンガー端部またはバスバーに接続されたフィンガーの端部で、フィンガーの幅が、フィンガー長さの 5 % から 5 0 % の範囲の長さに渡って増加する、請求項 6 ~ 1 2 のいずれかに記載の太陽電池。

## 【請求項 1 4】

第 1 および / または第 2 の固定要素は、線形、正方形、矩形、多角形、円形、または楕円形である、請求項 6 ~ 1 3 のいずれかにかかる太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本開示は、技術的に、めっき Cu コンタクトのようなめっき金属層のシリコンへの接着を改良する方法に関する。この方法は、シリコン太陽電池のめっき金属コンタクトの接着を改良するために有利に使用できる。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

新しいコンセプトと製造プロセスが、製造環境でのそれらのコンセプトとプロセスの改良を考慮して、シリコン太陽電池のために開発される。工業製品についてのそのような開発の例は、スクリーン印刷プロセスの代替えとして、金属コンタクトの形成のためにめっきプロセスを用いることである。

## 【0 0 0 3】

例えばシリコン太陽電池の表側のメタライゼーションのようなめっきを用いる典型的なプロセスフローは、表面全体の上に、例えば反射防止コーティングのような誘電体層を形成する工程と、続いて、反射防止コーティングを部分的に除去し、これにより金属コンタクトを形成する必要がある位置に下層のシリコン表面を露出させる工程を含む。反射防止コーティングを部分的に除去する工程は、例えばレーザー除去 (laser ablation) により行っても良い。反射防止コーティングの部分的除去の後、表側の金属コンタクトは、表側の金属コンタクトを形成するための金属めっきにより、露出したシリコン領域中に形成される。

## 【0 0 0 4】

それらの優秀なコンタクト特性により、Ni 層またはニッケルシリサイド層が、例えば良好なコンタクトを形成するために使用される。

## 【0 0 0 5】

ニッケルシリサイド層は、反射防止コーティング中に形成された開口部中のシリコン表面上に、(例えば無電解めっきにより) 薄いニッケル層を形成することにより形成され、続いて、シリサイド化を誘起するためのアニール工程またはシンタリング工程が行われ、この結果、ニッケル - シリコン合金 (ニッケルシリサイド) が形成される。シリコン太陽電池を作製するためのプロセスでは、ニッケルシリサイド層の上に、少なくとも 1 つの追加の金属層 (例えば Cu 層) が、シード層としてニッケルシリサイド層を用いて電解めっきされ、低抵抗の表側金属パターンを形成する。

## 【0 0 0 6】

シリコン太陽電池を製造するための代替りのプロセスでは、反射防止コーティング中に形成された開口部中に、例えば光誘起めっきにより、Ni 層が最初に形成され、次に、例えば電解めっきにより Ni 層の上に Cu 層が形成される。その後、シンタリング工程が行われて、Ni 層が少なくとも部分的にニッケルシリサイド層に変えられる。

## 【0 0 0 7】

めっきされた金属コンタクトを用いたそのようなプロセスでは、異なる金属層の間、および金属層と下層のシリコン基板との間で、良好な結合を達成することが課題である。金属層の間、または金属層とシリコン基板との間の弱い接着は、金属層の剥離となり、太陽電池効率 (cell efficiency) の容認できない低下を招く。金属層の剥離のリスクは、一般には狭い金属形状でより高くなる。例えば、少なくとも 1 つのより広いライン (バスバ

10

20

30

40

50

ー)に接続された複数の狭いライン(フィンガー)を含む典型的な太陽電池の表側金属グリッドでは、金属剥離の問題は、より広いバスバーに対してより、狭いフィンガーに対してより高くなる。

【0008】

個々の太陽電池は、一般には、セルのバスバーに半田付けされたCuリボンの手段により、モジュール中に電氣的に接続される。(バスバーと半田付けされたりボンを含む)金属スタックと、シリコン基板との間の接着が弱い場合、金属コンタクトは劣化し、モジュール効率も故障レベルまで落ちる。

【発明の概要】

【0009】

10

所定の発明の形態は、現状の方法に比較して、めっき金属コンタクトの剥離のリスクを本質的に低減し、および/またはバスバーに半田付けされた金属リボンの接着を改良した、めっき金属コンタクトを有する太陽電池の製造方法に関する。

【0010】

1つの発明の形態では、この方法は、複数のフィンガーと、複数のフィンガーのそれぞれの自由端部に、少なくとも1つの第1の固定要素(pinning element)または固着要素(anchoring element)を含む、コンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを提供する工程を含む。フィンガー剥離のリスクを実質的に低減することが、フィンガーの自由端部に第1の固定要素を提供する工程の優位点である。

【0011】

20

1つの発明の形態では、この方法は、少なくとも1つのバスバーと、少なくとも1つのバスバーに接続された複数のフィンガー、および少なくとも1つのバスバーに物理的に接続するフィンガーの端部の、好適には少なくとも1つのバスバーに物理的に接続するそれぞれのフィンガーの端部の、少なくとも1つの第2の固定要素または固着要素と、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを提供する工程を含む。それが、少なくとも1つのバスバーに対して半田付けされたりボンの接着を改良することが、そのような第2の固定要素を形成する工程の優位点である。

【0012】

1つの発明の形態では、この方法は、少なくとも1つのバスバー、少なくとも1つのバスバーに接続された複数のフィンガー、複数のフィンガーのそれぞれの自由端部の少なくとも1つの第1の固定要素、および少なくとも1つのバスバーに物理的に接続されたフィンガーの端部の少なくとも1つの第2の固定要素、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを提供する工程を含む。

30

【0013】

本発明の形態にかかる方法は、太陽電池の表側のメタライゼーションパターンを形成するために、有利に使用することができる。製造方法は、シリコン基板の全表面の上に、例えば反射防止コーティングのような誘電体層を形成する工程と、反射防止コーティングを部分的に除去し、これにより本開示のコンタクトパターンに従って金属コンタクトが形成される必要がある位置で、下層のシリコン表面を露出させる工程と、表側の金属コンタクトを形成するための金属めっきにより、露出したシリコン領域に表側の金属コンタクトを形成する工程と、を含んでも良い。

40

【0014】

所定の発明の形態は、現状の方法に比較して、めっき金属コンタクトの剥離のリスクを本質的に低減し、および/またはバスバーに半田付けされた金属リボンの接着を改良した、めっき金属コンタクトを有する太陽電池の製造方法に関する。

【0015】

1つの発明の形態では、太陽電池は、複数のフィンガーと、複数のフィンガーのそれぞれの端部の、少なくとも1つの第1の固定要素または固着要素と、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを有する。

【0016】

50

1つの発明の形態では、太陽電池は、少なくとも1つのバスバー、少なくとも1つのバスバーに接続された複数のフィンガー、および少なくとも1つのバスバーと物理的に接続したフィンガーの端部の、少なくとも1つの第2の固定要素または固着要素、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを有する。

【0017】

1つの発明の形態では、太陽電池は、少なくとも1つのバスバー、少なくとも1つのバスバーと接続された複数のフィンガー、複数のフィンガーのそれぞれの自由端部の少なくとも1つの第1の固定要素、および少なくとも1つのバスバーに物理的に接続されたフィンガーの端部の少なくとも1つの第2の固定要素、を含むコンタクトパターンを有するめっき金属コンタクトを有する。

【0018】

第1の固定要素は、フィンガーの自由端部で、フィンガーと下層のシリコンとの間のコンタクト面積の部分的な増加に繋がる要素または形状である。第1の固定要素は、フィンガーの自由端部でフィンガーの幅を部分的に増加させることにより提供され、またはそれは、線形、正方形、矩形、多角形、円形、または楕円形、または他の好適な形状を有し、フィンガーの自由端部に形成された要素でも良い。

【0019】

第2の固定要素は、バスバーと接続するフィンガーの端部で、フィンガーと下層のシリコンとの間のコンタクト面積の部分的な増加に繋がるいずれかの要素または形状でも良い。第2の固定要素は、バスバーと接続したフィンガーの自由端部でフィンガーの幅を部分的に増加させることにより提供され、またはそれは、線形、正方形、矩形、多角形、円形、または楕円形、または他の好適な形状を有し、バスバーと接続したフィンガーの自由端部に形成された要素でも良い。

【0020】

様々な発明の形態の所定の目的と長所が、上に記載された。もちろん、本開示のいずれかの特定の具体例に関して、そのような目的または長所の全てが達成される必要が無いことが理解されるであろう。このように、例えば、ここで教示された1つの長所または長所のグループを達成または最適化する方法で、ここで教示または示唆された他の目的や長所を達成する必要無しに、本開示が具体化または実施されることを、当業者は理解する。更に、この概要は、単に例示であり、本開示の範囲を限定することを意図しないことが理解される。本開示は、組織および操作の方法の双方について、その特徴および長所と共に、添付の図面と共に読んだ場合に、以下の詳細な説明を参照することにより、最も理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】太陽電池の典型的な表側のメタライゼーションパターンの例を示す。

【図2】1つの発明の形態にかかる表側のメタライゼーションの例を示す。

【図3】本開示の発明の形態にかかる第1の固定要素の例を示す。

【図4】1つの発明の形態にかかる表側のメタライゼーションの例を示す。

【図5】本開示の発明の形態にかかる第2の固定要素の例を示す。

【図6】特定のフィンガーラインを拡大した、図2の詳細を示す。

【0022】

異なる図面において、同一の参照符号は、同一または類似の要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下の詳細な説明において、多くの特定の細部が、本開示の全体の理解、およびそれらが特定の具体例でどのように実施されるかを提供するために説明される。しかしながら、本開示は、それらの特定の細部無しに実施できることが理解されるであろう。他の例では、公知の方法、手順、および技術は、本開示の理解を不明確にしないために、詳細には示されていない。一方、本発明は、特定の具体例に関して、特定の図面を参照しながら記載

10

20

30

40

50

されるが、本開示はこれに限定されない。ここに含まれ、記載された図面は、模式的であり、本開示の範囲を限定するものではない。また、図面において、いくつかの要素の大きさは誇張され、それゆえに記載目的で縮尺通りではない。

【0024】

更に、開示中の、第1、第2、第3等の用語は、類似の要素の間で区別するために使用され、一時的、空間的に、順序または他の方法により順番を記載する必要はない。そのように使用される用語は、適当な状況下で入替え可能であり、ここに記載された本開示の具体例は、ここに記載や図示された順序とは異なる順序によっても操作できることを理解すべきである。

【0025】

また、開示中の、上、下、上に、下に等の用語は、開示目的のために使用され、相対的な位置を示すものではない。そのように使用される用語は、適当な状況下で入替え可能であり、ここに記載された本開示の具体例は、ここに開示や図示されたものと異なる位置でも操作できることを理解すべきである。

【0026】

なお、「含む (comprising)」の用語は、それ以降に列記される手段に限定して解釈すべきではなく、他の要素や工程を排除しない。このように、言及された特徴、数字、工程、または成分は、その通りに解釈され、1またはそれ以上の他の特徴、数字、工程、または成分、またはこれらの組み合わせの存在または追加を排除してはならない。このように、「手段AおよびBを含むデバイス」の表現の範囲は、構成要素AとBのみを含むデバイスに限定されるべきではない。

【0027】

本開示の文脈では、太陽電池の表面または表側は、光に向かって配置し、これにより照明を受けるように適用される面または側である。両面の太陽電池の場合、双方の面が作用する光を受けるように適用される。そのような場合、表面または表側は、光または照明の最も大きな割合を受けるために適用される面または側である。太陽電池の背面、背側、裏面または裏側は、表面に対向する面または側である。基板の表側は、太陽電池の表側に対応する基板の側であり、基板の裏側または背側は、太陽電池の背側に対応する。

【0028】

本開示の文脈では、フィンガーは、例えば、約10マイクロメートルから150マイクロメートルの幅を有するような、比較的狭い導電性ラインであり、それらは一般にはセル領域の上に分配され、下層の半導体から（光生成された）電流を集める。フィンガーは、光生成電流を、少なくとも1つのバスバーに運搬できる。好適な具体例では、フィンガーラインは、平行な、側壁の長手方向のサイドウォールにより規定される。特定の具体例では、側壁の長手方向のサイドウォールは、テーパー（傾斜）構造を形成しても良い。テーパー構造は、比較的狭く、比較的広い端部を有しても良い。比較的狭い端部は、バスバーから遠くに向かい、即ち、フィンガー線の自由端部に対応しても良い。

【0029】

バスバーは、本質的にフィンガーより広い（例えば、約1mmから3mmの範囲の幅を有する）メタライズ領域であり、フィンガーからの（光生成）電流を集め、セルをセル相互接続材料（例えば相互接続リボン）に半田付けするために使用される。本開示の文脈では、フィンガーの自由端は、バスバーと直接物理的に接続しないフィンガー（ライン）の端をいう。他の見地では、自由端は、バスバーから遠くを指す端として、またはそれぞれのバスバーから離れた端として見られる。

【0030】

本開示の文脈では、フィンガーラインとバスバーとは、一般には、例えば1つのメタライゼーション（めっき）プロセスの手段で、同時に形成される。それらは、このように、一般には1つのメタライズ層中に形成され、そのようなメタライズ層の、異なった、重ならない部分として言及される。

【0031】

10

20

30

40

50

バスバーの上に相互接続リボンを形成するプロセスは、当業者に知られている。リボンは、一般には、その両側を覆う錫鉛半田を含む銅ストリップを含む。このプロセスは、例えば、

フラックスをバスバーに適用して、その表面を洗浄する工程と、  
バスバーの上にリボンを配置する工程と、

例えば半田ごてを用いて、例えば325の温度で、下層の金属パターンにリボンを半田する工程と、を含む。例えば、半田する工程は、バスバーに沿って、好ましくはスポット間が等しい距離を有するように、それぞれが例えば約1cmの長さの半田された(例えば5つの)スポットのセットを提供することにより行うことができる。

#### 【0032】

本開示は、更に、シリコン太陽電池の表側のコンタクトが、金属めっきの手段により形成された例を示す。しかしながら、本開示はこれに限定されるものではない。本開示の発明の形態にかかる方法は、例えば、両面電池のようなシリコン太陽電池の裏側のコンタクトを形成するために、または、例えば、インターディジテイトッドバックコンタクト電池のようなバックコンタクト電池の裏側のコンタクトを形成するために、使用できる。

#### 【0033】

例えばCuめっきのような金属めっきによりフロントコンタクトが形成されるシリコン太陽電池作製プロセスにおいて、パターンングされためっき金属層とシリコン基板との間で良好な接着を達成することが課題である。金属パターンとシリコン基板との間の貧弱な接着は、金属パターンの剥離になり、太陽電池効率の許容できない低下となる。太陽電池の一般的なフロントコンタクトパターンは、複数の比較的狭い金属ライン(フィンガー)を含み、それぞれのフィンガーは、例えば図1に示すように、少なくとも1つのより広い金属ラインに電氣的に接続される。代わりに、フロントコンタクトパターンは、バスバー無し(busbar-free)でも良く、狭い金属フィンガーは、導電性接着剤を介して相互接続リボンに電氣的に接続されても良い。金属パターンの剥離のリスクは、一般に、狭い金属フィンガーほど、より高くなる。これは、狭い金属フィンガーほど、金属とシリコンのコンタクト面積が相対的に小さくなるに関連する。より狭いライン、例えば(化学的性質および/または堆積速度に関連して)Cuのような金属中で増加する応力を有する、より厚いめっき層、およびより長い金属ラインで、剥離のリスクが増加する。それゆえに、例えば太陽電池で、金属剥離の問題は、より広いバスバーより、狭いフィンガーにおいて高くなるだろう。

#### 【0034】

1つの発明の形態では、本開示は、現存の方法に比べてパターンングした金属コンタクトの剥離のリスクを低減した、および/または現存の方法に比べてバスバーに半田付けされた金属リボンの接着が改良された、めっき金属コンタクトを有する太陽電池の作製方法を提供する。

#### 【0035】

本開示は、更に、めっき金属層が、シリコン太陽電池の表側のメタライゼーションパターンの一部である具体例について記載される。しかしながら、本開示はこれに限定されるものではなく、この方法は、例えば両面太陽電池またはバックコンタクト太陽電池の裏側メタライゼーションの一部であるめっき金属層のような、他の応用にも使用できる。

#### 【0036】

図1は、太陽電池の表側のメタライゼーションパターンの例を示す。示された例では、メタライゼーションパターンは、2つのバスバー100と、複数のフィンガー101、102、103を含む。しかしながら、本開示は、これに限定されるものではなく、当業者に知られた他の適したメタライゼーションパターンを用いることもできる。図1に示された例では、それぞれのフィンガー101、102、103は、フィンガー端部12において、少なくとも1つのバスバー100に接続される。フィンガー101、103は、自由端部11と、バスバー100に接続された反対端部12を有する。フィンガー102は、バスバー100に接続された双方の端部12を有する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 7 】

1つの具体例にかかる方法は、太陽電池のメタライゼーションパターンのフィンガーの自由端部11で、第1の固定要素または固着要素を提供する工程を含んでも良い。そのような第1の固定要素をフィンガーの自由端部に提供することで、実質的に剥離のリスクが低減することが、驚くべきことに見出された。この方法は、バスバー100に物理的に接続した第2の固定要素または固着要素を、フィンガー端部12に形成する工程を含んでも良い。そのような第2の固定要素を形成することで、バスバーに半田付けされたりボンの接着を改良できることが、驚くべきことに見出された。

## 【 0 0 3 8 】

1つの発明の形態では、本開示は、複数の金属フィンガーを含むめっき金属コンタクトを有するパターンを有し、金属パターンは、更に、複数の金属フィンガーの自由端部において、例えば固定ラインまたは固着ラインのような第1の固定要素または固着要素を含む太陽電池を提供する。

10

## 【 0 0 3 9 】

1つの発明の形態では、本開示は、複数のフィンガーと少なくとも1つのバスバーを含むめっき金属コンタクトパターンを有し、金属コンタクトパターンは、更に、フィンガー端部でバスバーに物理的に接続された第2の固定要素または固着要素を含む太陽電池を提供する。

## 【 0 0 4 0 】

めっきされたフロントコンタクトを有するシリコン太陽電池を作製する方法では、一般に、反射防止コーティングが最初に表面上に形成され、次に、金属コンタクトを形成する必要のある場所で、レーザー切断の手段により部分的に除去される。レーザー開口部の幅は一般に約5マイクロメートルから50マイクロメートルの範囲であり、例えばコンタクトフィンガーが形成される位置では約10マイクロメートルのオーダーである。次に、金属めっきの手段により、一般に約5マイクロメートルから35マイクロメートルの範囲、例えば約10マイクロメートルのオーダーのめっき金属層の膜厚を有する金属コンタクトが、開口部中に形成される。例えば、10マイクロメートルのレーザー開口と、10マイクロメートルの金属膜厚を用いた場合、約10マイクロメートルのみがシリコンと接続する、(横方向のオーバーラップにより)約30マイクロメートルの幅の一般的なめっきライン(フィンガー)となる。残った部分は、反射防止コーティング上にめっきされるが、ここでは接着は非常に貧弱であり、即ち、可能のシリコン基板へのフィンガーラインの接着よりもずっと貧弱である。

20

30

## 【 0 0 4 1 】

フィンガー接着を改良するために使用される1つのアプローチは、より広いレーザーラインを形成することであるが、これは影の損失(shading loss)の増加に繋がる。代わりにめっき膜厚を減らせるが、フィンガー伝導性の低下の欠点を有する。

## 【 0 0 4 2 】

本開示にかかる方法では、影の損失のみを増加を制限し、フィンガー伝導性を減らすことなく、フィンガー接着が改良される。

## 【 0 0 4 3 】

本開示の方法では、第1の固定要素または固着要素は、複数のフィンガーのそれぞれの自由端部に形成される。これは実質的にフィンガー接着を改良し、実質的に剥離を減らすために十分であることが驚くべきことに見出された。

40

## 【 0 0 4 4 】

1つの形態では、第1の固定要素は、フィンガー端部11において、フィンガー101、103の幅を部分的に増やすことができる。例えば、フィンガーの幅FWを部分的に増やす工程は、約2倍から5倍、例えば約3倍に、フィンガーの幅を増加する工程を含み、増加した幅はPWと呼ばれる。しかしながら、本開示はこれに限定されるものではない。フィンガーの幅は、フィンガー端部の縁から測定した場合に、フィンガー長FLの約5%から50%の範囲、例えばフィンガー長の約10%から30%にある長さPLを超えて増

50

加することができるが、本開示はこれに限定されるものではない。自由端部 1 1 においてフィンガー幅を部分的に増やすことにより形成された第 1 の固定要素 2 1 を有する表側のメタライゼーションパターンの例を、図 2 および図 6 に模式的に示す。図 6 は、図 2 の細部を示す。

【 0 0 4 5 】

本開示の形態にかかる第 1 の固定要素を有するフィンガーを用いた場合に、一定の幅で固定要素の無い、一般的な先端技術のフィンガーと比較して、改良された結果を示すためにスコッチテープ剥離テストが行われた。それらのスコッチテープ剥離試験は、中央バスバーの両側に 1 8 のフィンガーラインを含むセルの上で行われた。スコッチテープは、バスバーの各セルの端から端まで延びるように（バスバー自身のいずれの部分も覆わないように）、フィンガーに平行に提供され、これによりそれぞれの 1 8 のフィンガーを覆う。続いて、スコッチテープが除去された（剥がされた）。次に、プロセスにより基板から剥がされたフィンガーラインの数が数えられた。プロセスは、バスバーの左側と右側で繰り返された。これは、先端技術のフィンガーラインを含む 2 つの太陽電池と、フィンガーラインの自由端部においてのみ固定要素が形成された本発明の具体例にかかるフィンガーラインを含む 2 つの太陽電池とに対して繰り返された。更に 4 つの太陽電池で同様に行った。表 1 に結果を示す。下層のシリコン基板へのめっきされた金属フィンガーラインの接着が明らかに改良されたことは、当業者にとって明らかである。これは、先端技術と、本発明の具体例との間で、剥離されたフィンガーラインの平均数が大きく異なることによっても、定量的に支持される。

10

20

【 0 0 4 6 】

タイプ	テープフィンガー接着			
	試験1	試験2	試験3	試験4
標準フィンガー #1 左	1	0	3	4
右	0	0	4	4
標準フィンガー #2 左	0	2	3	2
右	1	4	2	0
拡張端部固定ライン #1 左	0	0	0	9
右	0	0	0	2
拡張端部固定ライン #2 左	0	0	0	1
右	1	0	0	0

平均  
1.875

平均  
0.8125

30

表 1 : 比較結果

【 0 0 4 7 】

図 6 は更に、フィンガーラインが平行な長手方向のサイドウォールにより好適には規定されることを示す。部分 I と呼ばれるフィンガー 1 0 1 の第 1 部分では、フィンガー幅 P W はより大きく、平行なサイドウォール 2 1 1 のセットにより規定される。バスバーまたはリボンに直接隣接し、物理的に接続し、部分 I I と呼ばれる第 2 部分では、F W を備えたフィンガーは、比較的小さく、平行なサイドウォール 1 0 1 1 のセットにより囲まれている。遷移部分は、図示するようにステップタイプである。代わりに、遷移部分はより漸次的でも良い。遷移部分は、次に、例えば、フィンガーの幅が幅 F W から幅 P L まで漸次的に変化する、遷移領域に対応する遷移構造を含んでも良い。

40

【 0 0 4 8 】

更に、フィンガーラインの第 1 部分 I と第 2 部分 I I の一方または双方は、テーパー構造を有することもできる。例えば、第 2 部分 I I はテーパーで、それぞれのテーパー構造のより狭い側は、バスバーから遠い方を指しても、またはバスバーから遠いところにあっても良い。

【 0 0 4 9 】

50

他の形態では、第1の固定要素は、線形、正方形、矩形、多角形、円形、または楕円形、または他の好適な形状を有する要素を含んでも良く、この要素は自由フィンガー端部11に形成される。例が図3に模式的に示され、異なる第1の固定要素21を有するフィンガー端部を示す。第1の固定要素21は固定ラインであり、固定ラインの長手方向は(図2に示したようなフィンガー幅の部分的な増加に対応する)フィンガーの長手方向に平行であっても良く、または固定ラインの長手方向がフィンガーの長手方向に実質的に垂直またはフィンガーの長手方向に対して好適な角度であっても良い。本開示にかかる第1の固定要素を形成することは、影の損失を大きくは増やさず、またはフィンガー伝導性を減らしつつ、フィンガーの接着を実質的に改良することが優位点である。

【0050】

更に一般的には、フィンガーの自由端部11のフィンガーと下層のシリコンとの間のコンタクト面積の部分的な増加に繋がるいずれかの要素または形状が、第1の固定要素21として使用されても良い。

【0051】

本開示にかかる方法では、第2の固定要素または固着要素は、フィンガー端部において、少なくとも1つのバスバーと物理的に接続するように形成されても良い。バスバー側のそのような第2の固定要素は、バスバーに半田付けされたリボンの接着を改良する。この改良は、固定要素への半田の流れが、増加した半田コンタクト面積となり、これにより良い接着になる、リボン半田プロセスに関連しても良い。

【0052】

1つの形態では、第2の固定要素は、バスバーと物理的に接続して、フィンガー端部12において、フィンガー101、102、103の幅を部分的に増やすことにより形成しても良い。例えば、フィンガーの幅を部分的に増やす工程は、約2倍から5倍に、例えば約3倍に、フィンガー幅を増やす工程を含む。しかしながら、本開示はこれに限定されない。フィンガーの幅は、約5%から50%までの範囲の長さ、例えば約10%と30%の間の長さを超えて増加しても良いが、本発明はこれに限定されない。フィンガー端部12においてフィンガー幅を部分的に増やすことにより形成された第2の固定要素22を有する表側のメタライゼーションパターンの例が、図4に模式的に示される。

【0053】

他の具体例では、第2の固定要素は、線形、正方形、矩形、多角形、円形、または楕円形、または他の好適な形状を有する要素を含み、この要素はバスバー100の隣のフィンガー端部12に形成されても良い。例が図5に模式的に示され、異なる第2の固定要素22を有する、バスバー100に接続されたフィンガー端部12を示す。第2の固定要素22は、固定ラインであり、固定ラインの長手方向は、(図4に示すように、フィンガー幅の部分的な増加に対応する)フィンガーの長手方向に平行でも良く、または固定ラインの長手方向は、フィンガーの長手方向に実質的に垂直またはフィンガーの長手方向に対して好適な角度であっても良い。本開示にかかる第2の固定要素を形成することは、影の損失を大きくは増やさず、またはフィンガー伝導性を減らしつつ、フィンガーの接着を実質的に改良することが優位点である。

【0054】

更に一般的には、バスバー100に物理的に接続したフィンガーの端部12において、フィンガーと下層のシリコンとの間のコンタクト面積の部分的な増加に繋がるいずれの要素または形状が、第2の固定要素22として使用されても良い。

【0055】

バスバーの近傍のみのより広い固定ラインの変形は、バスバーから全フィンガーラインの長さの約2分の1まで、より広いラインが広がる。これは、(例えば、コンタクトにおいて、シリコンのより低い表面ドーピングレベルのためのような)より高い特定のコンタクト抵抗を有し、一方で同じ太陽電池効率を維持するために使用されるメタライゼーションスキームを可能にし、およびシリコンへの全体の接続面積を増加し、最小抵抗電力損失を、より低い値にするように最適な銅の膜厚を調整し、これにより必要なめっき時間を少

10

20

30

40

50

なくする優位点を有する。

【0056】

本開示の具体例にかかる方法は、自由端部に第1の固定要素を含み、バスバーと接続するフィンガーの端部に第2の固定要素を含むメタライゼーションパターンを形成する工程を含んでも良い。

【0057】

先の記載は、本開示の所定の具体例を詳述する。しかしながら、当然のことながら、先の記載が如何に詳しくテキスト中に述べられても、本開示は多くの方法で実施できる。なお、本開示の所定の特徴または形態に記載する場合の、特定の用語の使用は、その用語が関連する開示の特徴または形態のいずれかの特別な特徴を含むように、その用語がここで再定義されることを暗示するものとするべきでは無い。

10

【0058】

上記詳細な記載は、様々な形態に適用された本発明の新規な特徴を示し、記載し、そして指摘するが、記載されたデバイスまたはプロセスの形態および細部における多くの省略、代替え、および変化が、本発明の精神から逸脱することなく、当業者により行われることが理解されるであろう。

【図1】

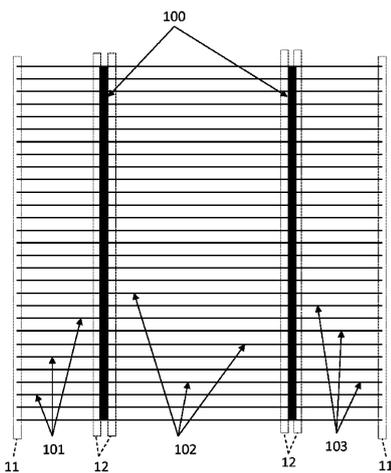


Figure 1 (prior art)

【図2】

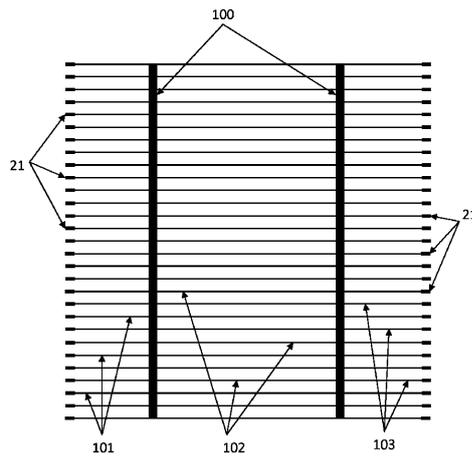


Figure 2

【 図 3 】

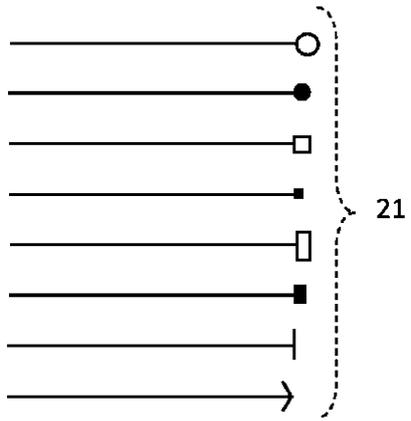


Figure 3

【 図 4 】

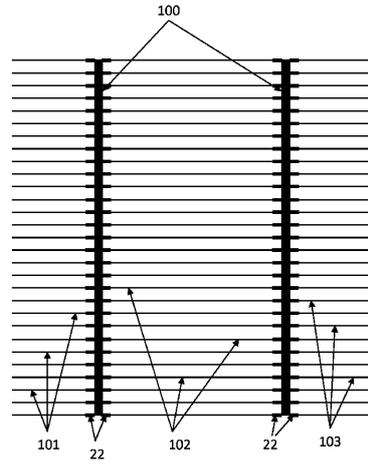


Figure 4

【 図 5 】

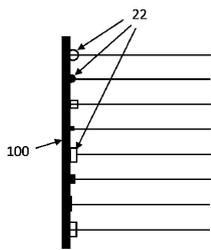


Figure 5

【 図 6 】

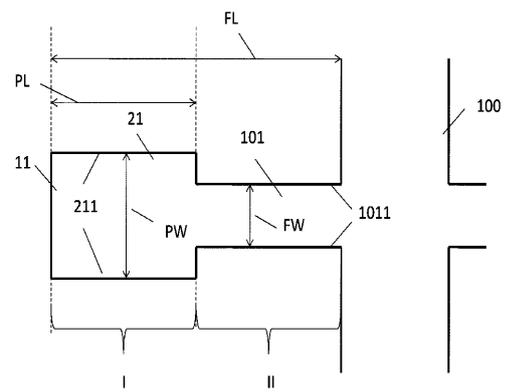


Figure 6

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2013/067450
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H01L31/0224 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 751 191 A (GONSIORAWSKI RONALD C [US] ET AL) 14 June 1988 (1988-06-14) column 6, lines 5-19; figure 1 column 5, lines 13-45 column 3, lines 25-34 -----	1-3,5-8
A	US 3 686 036 A (GERETH REINHARD ET AL) 22 August 1972 (1972-08-22) figure 2 -----	1-14
X Y	JP 2005 136148 A (KYOCERA CORP) 26 May 2005 (2005-05-26) Abstract paragraphs [0030], [0041], [0047], [0051] figures 1(a), 1(b) ----- -/--	1-10,13, 14 11,12
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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  5 May 2014		Date of mailing of the international search report  12/05/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Czogalla, Thomas

3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/067450

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012 054442 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 15 March 2012 (2012-03-15) paragraphs [0001], [0003]; figure 6 -----	11,12
Y	JP H06 283736 A (SHARP KK) 7 October 1994 (1994-10-07) abstract -----	11,12
Y	US 2011/168255 A1 (WU MENG-HSIU [TW] ET AL) 14 July 2011 (2011-07-14) paragraph [0012]; figure 3b -----	11,12
X	WO 2011/162406 A1 (KYOCERA CORP) 29 December 2011 (2011-12-29) paragraphs [0036], [0060]; figures 5(a), 5(b), 7(a) -----	1,4,6,9, 10,13,14 11,12
Y		
A	JP H06 21501 A (CANON KK) 28 January 1994 (1994-01-28) abstract; figure 1 -----	1-14
A	JP 2009 272405 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 19 November 2009 (2009-11-19) abstract -----	1-14
A	JP 2004 266023 A (SHARP KK) 24 September 2004 (2004-09-24) abstract paragraph [0030] -----	1-14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/067450

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4751191	A	14-06-1988	AU 1968588 A 30-01-1989
			CN 1030498 A 18-01-1989
			DE 3890569 T1 06-07-1989
			EP 0324826 A1 26-07-1989
			GB 2215130 A 13-09-1989
			JP H01503743 A 14-12-1989
			US 4751191 A 14-06-1988
			WO 8900342 A1 12-01-1989
			ZA 8804091 A 29-03-1989
US 3686036	A	22-08-1972	DE 1806835 A1 24-09-1970
			GB 1274500 A 17-05-1972
			US 3492167 A 27-01-1970
			US 3686036 A 22-08-1972
JP 2005136148	A	26-05-2005	NONE
JP 2012054442	A	15-03-2012	NONE
JP H06283736	A	07-10-1994	NONE
US 2011168255	A1	14-07-2011	EP 2372775 A2 05-10-2011
			US 2011168255 A1 14-07-2011
WO 2011162406	A1	29-12-2011	CN 102893411 A 23-01-2013
			EP 2595196 A1 22-05-2013
			JP 5241961 B2 17-07-2013
			US 2013074924 A1 28-03-2013
			WO 2011162406 A1 29-12-2011
JP H0621501	A	28-01-1994	JP 3323573 B2 09-09-2002
			JP H0621501 A 28-01-1994
JP 2009272405	A	19-11-2009	NONE
JP 2004266023	A	24-09-2004	NONE

## フロントページの続き

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

(74)代理人 100101454

弁理士 山田 卓二

(74)代理人 100081422

弁理士 田中 光雄

(74)代理人 100100479

弁理士 竹内 三喜夫

(74)代理人 100112911

弁理士 中野 晴夫

(72)発明者 リチャード・ラッセル

ベルギー 3 0 0 1 ルーヴァン、カペルドリーフ 7 5 番 アイメック内

(72)発明者 ロイク・トゥース

ベルギー 3 0 0 1 ルーヴァン、カペルドリーフ 7 5 番 アイメック内

Fターム(参考) 5F151 BA11 CB27 FA14 FA15 FA17