

(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2012-509588  
(P2012-509588A)

(43) 公表日 平成24年4月19日(2012.4.19)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
H 0 1 L 31/04 (2006.01) H 5 F 1 5 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-537357 (P2011-537357)  
(86) (22) 出願日 平成21年11月18日 (2009.11.18)  
(85) 翻訳文提出日 平成23年5月18日 (2011.5.18)  
(86) 国際出願番号 PCT/KR2009/006783  
(87) 国際公開番号 W02010/058950  
(87) 国際公開日 平成22年5月27日 (2010.5.27)  
(31) 優先権主張番号 10-2008-0114344  
(32) 優先日 平成20年11月18日 (2008.11.18)  
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 504432301  
エスエスシーピー・カンパニー・リミテッド  
大韓民国、キュンキード 425-833  
、アンサンシ、ダンウォング、ソッコ  
グードン、ナンバー629-3  
(74) 代理人 110000981  
アイ・ピー・ディー国際特許業務法人  
(72) 発明者 リ スジン  
大韓民国 インチョンクァンヨクシー 4  
06-050, ヨンスーグ, オクリョーン  
ドン, 348-141, ピョクサンピリジ  
2-302

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池用電極の製造方法、これを用いて製造された太陽電池用基板及び太陽電池

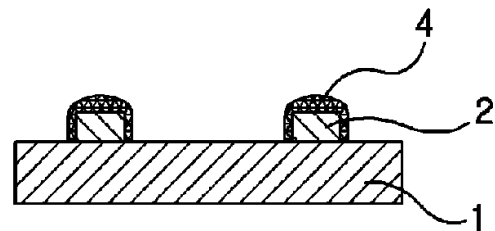
(57) 【要約】

【課題】本発明は、生産性に優れたオフセット印刷工程を用いて微細線幅に電極を形成することができるだけでなく、オフセット印刷法の短所を画期的に補完し、電気的特性に優れた電極を製造できる太陽電池用電極の製造方法、これを用いて製造された太陽電池用基板及び太陽電池を提供する。

【解決手段】基板前面に形成された多数のバスバー電極及びフィンガー電極を含んでなる太陽電池用基板であって、上記バスバー電極及びフィンガー電極は、導電性ペーストを用いてオフセット印刷が行われた後、メッキされて形成されることを特徴とする。

【選択図】 図3

[Fig. 3]



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板前面に形成された多数のバスバー電極及びフィンガー電極を含んでなる太陽電池用基板であって、

上記バスバー電極及びフィンガー電極は、導電性ペーストを用いてオフセット印刷が行われた後、メッキされて形成されたことを特徴とする、太陽電池用基板。

## 【請求項 2】

上記バスバー電極は、微細孔隙が存在するメッシュ形状にオフセット印刷が行われることを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池用基板。

## 【請求項 3】

上記オフセット印刷は、1 回のみ行われ、バスバー電極とフィンガー電極を同時に印刷することを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池用基板。

## 【請求項 4】

上記オフセット印刷後に、焼成してから上記メッキを施すことを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池用基板。

## 【請求項 5】

上記メッキ後に、メッキ金属を熱処理することを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池用基板。

## 【請求項 6】

上記フィンガー電極の縦横比（高さ／線幅）は、0.2～0.6 の範囲であることを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 5 のうちのいずれか一項に記載の太陽電池用基板。

## 【請求項 7】

上記フィンガー電極の線幅は、30 μm～100 μm の範囲であり、高さは、5 μm～20 μm の範囲であることを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 5 のうちのいずれか一項に記載の太陽電池用基板。

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 5 のうちのいずれか一項に記載の太陽電池用基板を用いて製造された太陽電池であって、上記オフセット印刷後に、メッキを施さずに電極を形成して製造された太陽電池用基板を用いた太陽電池と比較して、効率が 2 倍以上であることを特徴とする、太陽電池。

## 【請求項 9】

基板上にバスバー電極及びフィンガー電極を製造する太陽電池用電極の製造方法であって、

基板上に、導電性ペーストを用いてオフセット方法によりバスバー電極及びフィンガー電極を印刷するペースト電極印刷段階と、

上記電極印刷段階後に、湿式メッキ液に浸漬し、ペースト電極の微細孔隙内に付加的な金属を埋め込む電極メッキ段階と、

上記電極メッキ段階後に、熱処理してオーミックコンタクトを形成する熱処理段階とを含んでなる太陽電池用電極の製造方法。

## 【請求項 10】

上記ペースト電極の印刷段階後に、電極を焼成する段階を追加することを特徴とする、請求項 9 に記載の太陽電池用電極の製造方法。

## 【請求項 11】

上記バスバー電極は、微細孔隙が存在するメッシュ形状にオフセット印刷が行われることを特徴とする、請求項 9 に記載の太陽電池用電極の製造方法。

## 【請求項 12】

請求項 9 乃至請求項 11 のうちのいずれか一項に記載の太陽電池用電極の製造方法を用いて製造された太陽電池電極を備えた太陽電池であって、

セル効率（ $E_{ff}$ ）が 10% 以上であり、フィルファクター（ $FF$ ）が 50% 以上、直列抵抗（ $R_{ser}$ ）が 0.02 以下であることを特徴とする、太陽電池。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、太陽電池用電極の製造方法、これを用いて製造された太陽電池用基板及び太陽電池に関する。

**【背景技術】****【0002】**

太陽電池 (Solar Cell) は、太陽エネルギーを電気エネルギーに変換させる半導体素子であって、pn接合の形態を有し、その基本構造はダイオードと同一である。太陽電池に光が入射すると、入射した光が太陽電池に吸収され、太陽電池の半導体を構成している物質との相互作用が起こる。その結果、少数キャリア (Minority Carrier) である電子と正孔が形成され、これらは、連結されている電極の両方に移動し、起電力を得る。

10

**【0003】**

一般に、結晶質シリコン太陽電池 (Crystalline Silicon Solar Cell) は、単結晶 (Single Crystal) と多結晶 (Polycrystalline) の形態に大別される。単結晶形態の材料は、純度が高く、結晶欠陥密度が低いため、高い効率を有するものの、比較的高価である。それに対し、多結晶形態の材料は、単結晶に比べて効率はやや落ちるが、相対的に安価であるので、普遍的に使われる。

20

**【0004】**

多結晶シリコン太陽電池を製造する方法については、一定の大きさ (例えば、5 または 6 ) と厚さ (例えば、150 ~ 250  $\mu\text{m}$ ) の p 型多結晶シリコン基板に、適切なエッチング法により、基板表面の欠陥をなくしながら表面に凹凸を与えた後、リン (P) または  $\text{POCl}_3$  を含む物質を気相または液相として供給し、熱拡散方法により一定の厚さ (0.1 ~ 0.5  $\mu\text{m}$ ) で p 型基板の表面にドーピングすることにより、40 ~ 100 / の n 型エミッタを作る。その後、この過程で生成されたリン含有ガラス質のような副産物を除去するために、酸または塩基を用いた湿式エッチング工程が含まれ、さらに光が照射される前部を除いた残りの部分にドーピングされたリンを除去するために、プラズマを用いた乾式エッチング工程が含まれる。または、場合によっては、レーザを用いてエッジ面をカットする工程が含まれることもある。その後、結晶質または非結晶質シリコン窒化物、シリコン酸化物、チタン酸化物またはその組み合わせを、物理的な真空蒸着法により、蒸着される物質の屈折率を考慮して適切な厚さ (シリコン窒化物の場合は、約 70 ~ 90 ) で蒸着する。その後、P 型半導体層の電極と N 型半導体層の電極とを形成する。

30

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上述した電極の形成と関連して本発明者は、半導体ウエハの表面にフォトレジストで電極パターンを形成し、蒸着工程を通じて金属蒸着層を形成することを考慮した。しかし、フォトレジストを用いた方法は、蒸着工程後に下地電極となる部分以外に金属蒸着層が形成された部分を除去しなければならず、さらにフォトレジスト層を除去しなければならない問題があり、また、下地金属電極層が蒸着方式を用いて形成されたため、半導体ウエハとの密着が弱いという問題があった。

40

**【0006】**

一方、単結晶シリコンウエハに、P 型シリコン層には n 型ドーパントであるリン (P) を含有する無電解ニッケル - リンメッキを、N 型シリコン層には p 型ドーパントであるボロン (B) を含有する無電解ニッケル - ボロンメッキを成膜し、熱処理によるニッケルメッキ層とシリコンウエハ層との間の合金層を形成することにより、単結晶シリコンウエハにおいて問題となる接着性を改善することを考慮した。

**【0007】**

50

しかし、実際にドーパントを含むメッキ液を用いてメッキ膜を成膜する場合、接触する部分だけでなく、全体としてドーパントを含む電極になり、実際に線形抵抗自体が、既存の印刷法の電極用に用いられる銀を使用した線形抵抗よりも劣化し、むしろセル全体の直列抵抗が大きくなる問題がある。また、メッキのための電極パターンを形成するために、メッキする前にフォトリソグラフィ工程をさらに施さなければならないという問題がある。

#### 【0008】

通常電極印刷法としては、スクリーン印刷法、オフセット印刷法、インクジェット印刷法などがあるが、これまでは、太陽電池用の電極としては、主にスクリーン印刷法を用いて比較的広い線幅(100 $\mu$ m以上)の電極を印刷している方法を提示している。しかし、スクリーン印刷法では、微細線幅が得られないという短所がある。

10

#### 【0009】

現在、インクジェット印刷法は、太陽電池電極の製造方法に適用できないものであり、産業上の利用可能性がないものと知られている。インクジェット印刷法を用いるためには、太陽電池の電極としての特性を満たすとともに、インクジェット印刷法に好適な粘度などの物性を満たす導電性インクの開発が先行しなければならないが、現在のところ、このような太陽電池電極用の導電性インクは開発されていない。

#### 【0010】

本発明は、上述した問題を解決するためのものであって、生産性に優れたオフセット印刷工程を用いて微細線幅に電極を形成することができるだけでなく、オフセット印刷法の短所を画期的に補完し、電気的特性に優れた電極を製造できる太陽電池用電極の製造方法、これを用いて製造された太陽電池用基板及び太陽電池を提供することを目的とする。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

上記目的を達成するための本発明は、基板前面に形成された多数のバスバー電極及びフィンガー電極を含んでなる太陽電池用基板において、上記バスバー電極及びフィンガー電極は、導電性ペーストを用いてオフセット印刷が行われた後、メッキされて形成されたことを特徴とする太陽電池用基板を提供する。上記構成において、太陽電池用基板の従来構成は、実現可能なものであれば如何なるものでも採用されて追加でき、制限されることなく本発明に含まれる。例えば、上記バスバー電極とフィンガー電極は、互いに垂直に交差し、接して形成され得る。基板の背面には、背面電極が備えられ得る。また、基板の種類は制限されず、太陽電池用基板として用いられ得るものであれば全て含まれる。

30

#### 【0012】

また、上記バスバー電極は、微細孔隙が存在するメッシュ形状にオフセット印刷が行われることを特徴としており、必要に応じて、フィンガー電極もバスバー電極のようにメッシュ形状に製造されることができる。

#### 【0013】

上記太陽電池用基板の形成時に、上記オフセット印刷は、1回のみ行われることが望ましく、また、バスバー電極とフィンガー電極を同時に印刷することが望ましい。上記オフセット印刷後に、焼成してから上記メッキを施すことがより望ましい。また、上記メッキ後に、メッキ金属を熱処理することが望ましい。

40

#### 【0014】

本発明の太陽電池用基板は、フィンガー電極の縦横比(高さ/線幅)が0.2~0.6の範囲に製造可能であり、また、上記フィンガー電極の線幅は30 $\mu$ m~100 $\mu$ mの範囲、高さは5 $\mu$ m~20 $\mu$ mの範囲であることが特徴である。

#### 【0015】

また、本発明は、上記太陽電池用基板を用いて製造された太陽電池であって、上記オフセット印刷後に、メッキを施さずに電極を形成して製造された太陽電池用基板を用いた太陽電池と比較して、効率が2倍以上であることを特徴とする太陽電池を提供する。

#### 【0016】

50

また、本発明は、上記太陽電池用基板を用いて製造された太陽電池を提供する。

【0017】

また、本発明は、基板上にバスバー電極及びフィンガー電極を製造する太陽電池用電極の製造方法において、基板上に導電性ペーストをオフセット方法で印刷するペースト電極印刷段階と、上記電極印刷段階後に、湿式メッキ液に浸漬し、ペースト電極の微細孔隙内に付加的な金属を埋め込む電極メッキ段階と、上記電極メッキ段階後に、熱処理してオーミックコンタクトを形成する熱処理段階とを含んでなる太陽電池用電極の製造方法を提供する。

【0018】

また、上記ペースト電極の印刷段階後に、電極を焼成する段階を追加することを特徴とする太陽電池用電極の製造方法を提供する。

10

【0019】

また、上記バスバー電極は、微細孔隙が存在するメッシュ形状に1回オフセット印刷が行われることを特徴とする太陽電池用電極の製造方法を提供する。

【0020】

また、本発明は、上記太陽電池用電極の製造方法を用いて製造された太陽電池電極を備えた太陽電池であって、セル効率(Eff)が10%以上であり、フィルファクター(FF)が50%以上、直列抵抗(Rser)が0.02以下であることを特徴とする太陽電池を提供する。

【発明の効果】

20

【0021】

本発明による太陽電池用電極の形成方法は、簡単で、生産性が高く、微細線幅を提供できるオフセット印刷工程により電極を印刷し、望ましくは、バスバー電極をメッシュ形状に印刷し、付加的な金属層を湿式金属メッキ方式でメッキし、金属が埋められない領域をメッキ金属で埋め込むことにより、特にバスバー電極の表面抵抗を減少させ、また、オフセット印刷工程と湿式金属メッキ工程との組み合わせにより、フィンガー電極の線幅を100マイクロン以内に具現することができ、また、電極の縦横比を0.2~0.6に具現して光の遮蔽率を低減し、メッキ後に熱処理を通じてメッキ金属とシリコンウエハ層との付加的なオーミックコンタクトの形成により、太陽電池セルの効率を向上させることができる。

30

【0022】

また、上述した付加的な湿式金属メッキ工程を適用することにより、太陽電池セルの効率を増加させるために導電性ペーストを2回以上多層にしてオフセット印刷を行わなくてもよいため、印刷回数だけ増加する高価な導電性ペーストの使用量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の一実施例による、基板前面に形成された多数のバスバー電極及びこれに接続するフィンガー電極を含んでなる太陽電池用基板の概略斜視図及び断面図を製造手順により示す図である。

40

【図2】本発明の一実施例による、基板前面に形成された多数のバスバー電極及びこれに接続するフィンガー電極を含んでなる太陽電池用基板の概略斜視図及び断面図を製造手順により示す図である。

【図3】本発明の一実施例による、基板前面に形成された多数のバスバー電極及びこれに接続するフィンガー電極を含んでなる太陽電池用基板の概略斜視図及び断面図を製造手順により示す図である。

【図4】オフセット印刷において微細孔隙が存在するメッシュ形状のバスバー電極形状及びオフセット印刷の概略図である。

【図5】オフセット印刷において微細孔隙が存在するメッシュ形状のバスバー電極形状及びオフセット印刷の概略図である。

50

【図6】オフセット印刷後のバスバー電極(a)と湿式金属メッキを施した後のバスバー電極(b)のエッチング後のSEM写真である。

【図7】第1実施例、第2実施例及び第1比較例の方式により得られたフィンガー電極線幅の光学写真( $\times 100$ )である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下では、図面及び実施例を通じて本発明をより詳細に説明する。下記の説明は、本発明の具体的な一例に関するものであるので、たとえ断定的、限定的な表現があっても、特許請求の範囲により定められる権利範囲を制限するものではない。

【0025】

本発明者は、太陽光の遮蔽を最小化し、効率を高めるために、バスバーと接続されたフィンガー電極の線幅を低減し、フィンガー電極の縦横比を高めることが要求されるが、これを実現するための方法として、オフセット印刷方式により太陽電池電極のパターンを形成する方法を研究した。しかし、既存の一般の方法でオフセット印刷を行う場合、 $100\mu\text{m}$ 以内の微細線幅が求められるフィンガー電極の場合には、所望の微細線幅を得ることができるが、バスバー電極のように広い線幅を印刷する場合は、セット工程が円滑に行われなかった。従って、セット工程が十分に行われるための一つの方法として、バスバー電極を、図2aに示すように、微細孔隙が存在するメッシュ形状にバスバー電極を形成すれば、セット工程が円滑に行われるとともに、所望のフィンガー電極の微細線幅も具現できることを見出した。

【0026】

一般の方法でオフセット印刷を行うとき、広い線幅でのセット工程が十分に行われない理由の一つは、図5に示すように、ドクターブレード(Doctor Blade)がドクターリングを水平方向にすると、バスバー2でブレードが弾む現象が発生する問題があるからである。

【0027】

上記ブレードの弾み問題を改善するためにメッシュ形状に適用した場合、印刷適性は向上した。しかし、印刷時に導電性ペースト層がメッシュ形状に積層され、電極の厚さが不均一で、表面抵抗と線形抵抗の値が増加し、焼成後、シリコンウエハ層と導電性ペースト層とのオーミックコンタクトの面積範囲が減少することにより、太陽電池セルの効率が低減する問題が発生した。

【0028】

従って、上記オフセット印刷方式を適用して太陽電池電極を形成する場合には、電極の縦横比を高め、太陽電池セルの効率を増加させるために、オフセット印刷を少なくとも2回以上の多層に具現しなければならないが、それにより生産コストが急増する問題がある。また、2回以上印刷しても前面電極用金属層内の金属粒子間の孔隙のため、電極の線形抵抗がそれほど改善しない問題が残る。

【0029】

これを総合的に解決するために、本発明は、オフセット印刷工程により、基板上に線幅の狭い導電性前面電極を形成し、該基板を湿式メッキ液に浸漬してメッキすることにより電極をなす金属電極内の金属粒子間の孔隙を、メッキ金属で埋め込む。その結果、フィンガー電極の線形抵抗を減少させるだけでなく、特にメッシュ形状のバスバー電極において導電性ペーストが積層されていない領域をメッキ金属で埋め込むことにより、バスバー電極のオーミックコンタクト部を広め、追加の熱処理工程により緻密化させ、太陽電池セルの効率を増加できるようになる。

【0030】

図1~図3は、本発明の一実施例による、基板前面に形成された多数のバスバー電極及びフィンガー電極を含んでなる太陽電池用基板の概略斜視図及び断面図を製造手順により示す図である。図示するように、導電性ペーストを用いて基板1にオフセット印刷を行い、ペースト電極としてのバスバー電極2とフィンガー電極3とを形成した後(図2)、メ

10

20

30

40

50

ッキによりメッキ層4を形成したことを特徴とする(図3)。上記ペースト電極としてのバスバー電極2とフィンガー電極3とは、メッキ前に焼成過程を経てもよく、上記メッキ層4は、メッキ後に熱処理され得る。

【0031】

上記基板に形成された電極は、次のような一例の方法により製造され得る。即ち、基板上にバスバー電極及びフィンガー電極を製造する太陽電池用電極の製造方法において、基板上に導電性ペーストを用いてオフセット方法によりバスバー電極及びフィンガー電極を印刷するペースト電極印刷段階、上記電極印刷段階後に、湿式メッキ液に浸漬し、ペースト電極の微細孔隙内に付加的な金属を埋め込む電極メッキ段階、及び上記電極メッキ段階後に、熱処理してオーミックコンタクトを形成する熱処理段階を含んでなることを特徴とする製造方法により製造され得る。上記ペースト電極印刷段階とメッキ段階との間に、ペースト電極焼成段階をさらに経ることができる。

10

【0032】

上記電極印刷に使われる導電性ペーストは、本技術分野における周知の材料を用いることができ、制限されるものではない。主成分が銀、銅、ニッケル、アルミニウムなどからなるペーストが広く用いられているが、銀粉末が含まれている銀ペーストが主に使われる。具体的には、銀粉末が60~85重量%、ガラス粉末が3~20重量%、高分子バインダーが2~10重量%、希釈溶剤が3~20重量%及び添加剤0.1~5重量%で構成される銀ペーストがオフセット印刷に好適で望ましい。

20

【0033】

上記導電性ペーストを印刷する方式としては、スクリーン印刷法、オフセット印刷法、インクジェット印刷法などがあるが、インクジェット印刷法の場合には、印刷厚さが5ミクロン未満であって、厚さの調節に制限があり、また、印刷に用いられる材料の粘性は50cPs以下の低粘度タイプの材料が適切であるため、金属粉末が60%以上に含まれている高粘度タイプの導電性ペーストを印刷するには適切でない。スクリーン印刷法の場合には、主に用いられる方法であるが、形成された電極の線幅が100ミクロン以上に比較的広く、太陽電池用の前面電極として照射時に前面電極に遮られる比率(遮蔽率またはShading Loss)が増加し、結果として太陽電池セルの効率が減少する問題が生じる。

30

【0034】

従って、本発明は、上記太陽電池用前面電極の製造方法として、上記スクリーン印刷及びインクジェット印刷とは異なるオフセット印刷方式を適用したことに特徴がある。

【0035】

また、より望ましくは、オフセット印刷方式において、図4に示すように、オフセット印刷の適性に最適化されたメッシュ形状のバスバー電極パターンを適用し、印刷時にバスバーでブレードが弾む現象を防止できるようにするのがよい。本発明で定義するメッシュ形状とは、微細孔隙が存在するパターンであれば如何なるパターンでも該当するものであって、そのメッシュの形状は四角形、三角形、六角形、円形、ランダム形状やドット形状などのように多様であってもよく、全て含まれる。

40

【0036】

また、望ましくは、太陽電池用電極パターンを、導電性ペーストを用いてオフセット方法により1回のみ印刷することも可能であり(本発明は1回印刷に制限されるものではない)、バスバー電極とフィンガー電極を同時に印刷することも可能である。1回印刷する場合、印刷回数が少ないため、工程が簡単であり、使われる高価な導電性ペーストの量が少ないという長所がある。ただし、図6に示すように、メッシュ形状のバスバーパターンにおいて導電性ペーストが埋め込まれない領域により、バスバーパターンの表面抵抗及び線形抵抗が増加し、焼成後にシリコンウエハ層とのオーミックコンタクトが完全になされず、太陽電池セルの効率が減少するという問題が生じ得るが、本発明では、これを解決し、優れた性能の電極が得られる特別な手段が設けられており、これは後述する。

さらに望ましくは、上記ペースト電極の印刷段階後に、電極を焼成する段階を追加するの

50

がよい。ペーストの組成から、焼成を施して高分子バインダー及び溶剤などの絶縁性材料を除去することにより、電気的特性を向上できるようになる。焼成条件は制限されないが、600～900の温度で数秒～数時間焼成するのがよい。

#### 【0037】

次に、メッキ工程により導電性ペースト電極に付加的な金属メッキ層を形成する。メッキ工程により導電性ペースト電極に付加的な金属メッキ層を形成するが、図7に示すように、メッシュ形状のバスバーパターンの導電性ペーストが積層されない領域をメッキ金属で埋め込み、また、金属粉末の粒径が1マイクロン以上である導電性ペースト電極の場合、金属粒子間に空隙が多数存在するため、このような空隙を緻密なメッキ金属で埋め込むようになり、電極の表面抵抗と線形抵抗を顕著に減少させる効果がある。また、上記付加的な湿式金属メッキ工程を適用することにより、太陽電池セルの効率を増加させるために導電性ペーストを2回以上多層にしてオフセット印刷を行わなくてもすむため、印刷回数だけ増加する高価な導電性ペーストの使用量を低減できるようになる。

10

#### 【0038】

上記メッキ工程の種類は制限されず、湿式金属メッキが望ましい。湿式金属メッキ工程としては、無電解方式と電解方式とに大別できる。無電解方式は、主に不導体の表面に伝導性を与えるために用いられる方法であって、金属塩と可溶性還元剤が共存する溶液の中で、還元剤の酸化反応により放出する電子によって金属イオンを還元させ、金属をメッキする方法であり、一般に触媒の表面上で金属イオンの選択的還元反応またはメッキ層金属自体の触媒作用によりメッキが行われるメッキ方式である。電解メッキは普段よく用いられる方法であって、被メッキ物は必ず導体表面でなければならず、この導体表面に、外部電源を用いてカソードの表面上に金属をメッキする方法である。

20

#### 【0039】

本発明の望ましい実施例によれば、メッキしたい被メッキ物は導電性ペーストからなる電極であるので、無電解メッキ方式または電解メッキ方式のいずれも適用可能であるため、導電性ペースト上に付加的な金属をメッキする方法としては、無電解メッキ方式や電解メッキ方式、または両方とも用いることができる。

#### 【0040】

また、本発明の実施例によれば、上記湿式金属メッキ工程でのメッキ金属は、比抵抗値の低い金属が使用可能であり、制限されないが、銀、金、銅、ニッケル、錫などからなる群から少なくとも1種以上選択され得る。

30

#### 【0041】

また、本発明は、望ましい一実施例として、上記電極メッキ段階後に熱処理し、オーミックコンタクトを形成するのがよい。熱処理条件は制限されないが、400～700の温度範囲でメッキ金属を数秒～数時間熱処理することが望ましい。

#### 【0042】

上記熱処理は、メッキ金属の緻密化に関連がある。熱処理温度が400未満の場合、空隙内の金属粒子の緻密化が十分でなく、依然として空隙が残り、700を超えると、導電性ペーストのpn接合部分の穿孔により多量のリーク電流が発生し、セル効率が低下することがある。

40

#### 【0043】

上記のように電極を製造する場合、フィンガー電極の縦横比(高さ/線幅)は0.2～0.6の範囲内に製造が可能であり、一方、上記フィンガー電極の線幅は30 $\mu\text{m}$ ～100 $\mu\text{m}$ の範囲内に微細線幅を作ることができ、また、高さは5 $\mu\text{m}$ ～20 $\mu\text{m}$ の範囲内に製造可能である。

#### 【0044】

また、オフセット印刷後にメッキを施していない太陽電池用電極と比較すれば、メッキを施した太陽電池用電極を用いた太陽電池が、効率面で2倍以上急増したことが確認でき、本発明の製造方法により製造された太陽電池用電極を用いた太陽電池は、オフセット印刷法を適用したにもかかわらず、セル効率(Eff)が10%以上であり、フィルファク

50

ター (FF) が 50% 以上、直列抵抗 (Rser) が 0.02 以下であって、非常に優れた電気的特性を提供する構成的特徴がある。

【0045】

<実施例>

以下、本発明を実施例により詳細に説明する。ただし、下記の実施例は、本発明を例示するものであるだけで、本発明の内容は下記の実施例に限定されるものではない。

【0046】

第1実施例

まず、オフセット用ペースト組成物 (銀粉末 68%、ガラスフリット 17%、バインダー 10%、希釈溶剤 3%、分散剤及びその他 2%) を用い、グラビアオフセット印刷を行った。初期のグラビアロールのブレード圧力、角度をもってドクターリング状態をチェックし、ブランケットロールのオフニップ (Off nip) とセットニップ (Set nip) の調節により、オフ圧とセット圧を最適状態に調節した。上記グラビアロールとブレードとの間にペースト 20g を入れた後、約 7rpm でドクターリングをした。3回以上ドクターリングをした後、ブランケットロールにあるラバーにペーストを 7rpm でオフさせた後、ブランケットロールを 1回転させた。ブランケットロールが 1回転する間にラバーで十分に吸収されたペーストは、7rpm の速度でセットをした。このような方式により、印刷版に真空で固定された 5 ウエハに導電性ペーストを 1回印刷した。印刷した基板を乾燥した後、赤外線炉で 190rpm の速度で約 800 で 20秒間焼成させた。その後、背面電極であるアルミニウム電極層に、電解メッキするための電流通電部分を連結し、通電部分を除いた背面電極全体を、メッキ液の浸透を防止するためにマスキングし、湿式金属メッキを施した。湿式金属メッキ工程として電解銀メッキを施したが、銀金属塩としてシアン化銀カリウム 25g/l、金属錯塩のためのシアン化カリウム 75g/l、電解メッキ時の電気伝導度及び均一電着性のための炭酸カリウム 30g/l、メッキ膜の緻密度及び光沢のための添加剤 Argalux 64 (Atotec Korea 社製) 4g/l からなる電解銀メッキ浴に浸漬し、アノードとしては、銀プレートを用いて電流を印加し、浴温度 25、電流密度 1.0A/dm<sup>2</sup>、メッキ時間 10分の条件で、銀メッキ層を成膜した。そして、上記メッキしたウエハを 550 で 10分間熱処理し、太陽電池用電極を形成した。その後、I-Vテスト機 (PASAN社製、CT801) に入れ、セル効率、フィルファクター、Voc、Isc、直列抵抗及びシャント抵抗を測定し、その結果を表 1 に示した。

【0047】

太陽電池セルを評価するために I-Vテスト機で測定したが、主要測定因子は、開放電圧 (Voc)、短絡電流 (Isc)、フィルファクター (FF)、セル効率 (%)、直列抵抗 (Rser)、並列抵抗 (Rsh) である。ここで Voc とは、一定の温度と日射強度で、負荷が連結されていない開放状態でセルの両端にかかる電圧をいい、Isc とは、一定温度と日射強度で、短絡状態でセルから出力される電流をいう。FF とは、セル効率と関連があるが、セル効率は、太陽から入射した太陽エネルギー [Watt] を基準に、セルがどれだけのエネルギー [Watt] を作るかのである。フィルファクターが 100% である場合は、I-Vカーブで完全な四角形を示し、Isc と Voc との値のみを乗算して理想的な電力 (Pmax) を得るようになるが、実際には、上記セル内部の直列抵抗と並列抵抗とによりフィルファクターが落ちるようになり、十分な Pmax を出すのが難しくなる。フィルファクターを減少させる要素のうち、特に上記直列抵抗が重要であるが、普段、直列抵抗は Isc に大きな影響を及ぼす。直列抵抗は、基板抵抗、シリコンと前面電極のコンタクト抵抗、エミッタ抵抗、電極金属自体の抵抗の和で構成される。一般にセル効率は、直列抵抗値が低く、フィルファクターが高い場合に高い値を示す。

【0048】

第2実施例

上記第1実施例で、湿式金属メッキ工程として電解銅メッキと無電解銀メッキを実施し

たことを除いて、第1実施例と同様に進行した。このとき、電解銅メッキは、金属塩として硫酸銅220g/l、硫酸60ml/lからなる電解銅メッキ浴に浸漬し、アノードとして、銅プレートを用いて電流を印加し、浴温度25℃、電流密度0.5A/dm<sup>2</sup>、メッキ時間10分の条件で電解銅メッキ層を成膜した。そして、上記第1実施例で用いた銀メッキ浴に浸漬し、電流を印加せずに銅メッキ層と銀メッキ浴との金属イオン化傾向の違いによる置換メッキ方式の原理を用い、5分間浸漬し、最終的に無電解銀メッキ層を成膜させた。

【0049】

第1比較例

上記第1実施例のように、同様の方式により導電性ペーストを1回オフセット印刷を行って焼成した後、湿式金属メッキ工程を行うことなく、I-Vテスト機(PASAN社製、CT801)に入れ、セル効率、フィルファクター、V<sub>oc</sub>、I<sub>sc</sub>、直列抵抗及びシヤント抵抗を測定した。

【0050】

【表1】

	第1実施例	第2実施例	第1比較例
メッキ金属の種類	Ag	Cu-Ag	無
メッキ金属の厚さ [μm]	5.51	7.25	無
総フィンガー電極の線幅 [μm]	52.17	56.91	31.84
総フィンガー電極の高さ [μm]	10.35	11.83	4.50
フィンガー電極の縦横比 (高さ/線幅)	0.20	0.21	0.14
セル効率 [%]	14.7	15.42	6.21
フィルファクター [%]	67.22	70.45	35.87
I <sub>sc</sub> [A]	5.456	5.463	4.357
V <sub>oc</sub> [V]	0.621	0.621	0.615
R <sub>ser</sub> [Ω]	0.0150	0.0115	0.0594
R <sub>sh</sub> [Ω]	7.3	10.6	0.3

【0051】

上記表1に示すように、半導体ウエハ上に導電性ペーストをオフセット方法で1回印刷して焼成し、導電性ペースト電極を形成した後、湿式金属メッキを施していない第1比較例と、湿式金属メッキを施した第1実施例及び第2実施例で作られたセルとを比較した結果、湿式金属メッキを施したセルのフィンガー電極の縦横比が大きく、セルの電気的特性である効率もより良好な結果を示している。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明による太陽電池用電極形成方法は、簡単で、生産性が高く、バスバー電極の表面抵抗を減少させ、フィンガー電極の線幅を100マイクロン以内に具現することができ、また、電極の縦横比を0.2~0.6に具現することで、光の遮蔽率を低減し、メッキ後の熱処理によるメッキ金属とシリコンウエハ層との付加的なオーミックコンタクトの形成により、太陽電池セルの効率を向上させることができるので、産業上有用である。

【符号の説明】

10

20

30

40

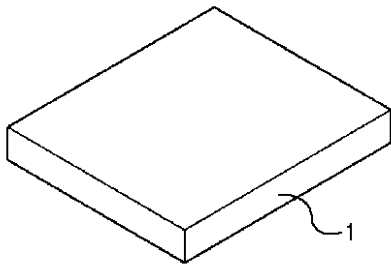
50

【 0 0 5 3 】

- 1 基板
- 2 バスバー電極
- 3 フィンガー電極
- 4 メッキ層

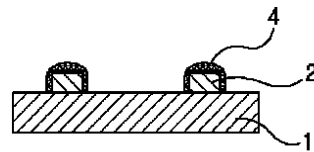
【 図 1 】

[Fig. 1]



【 図 3 】

[Fig. 3]



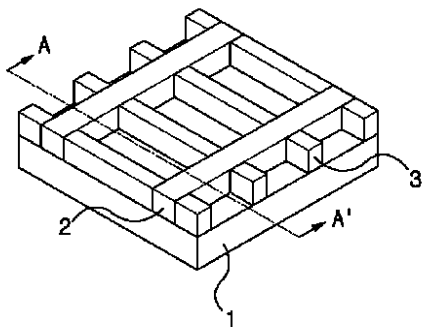
【 図 4 】

【 図 4 】

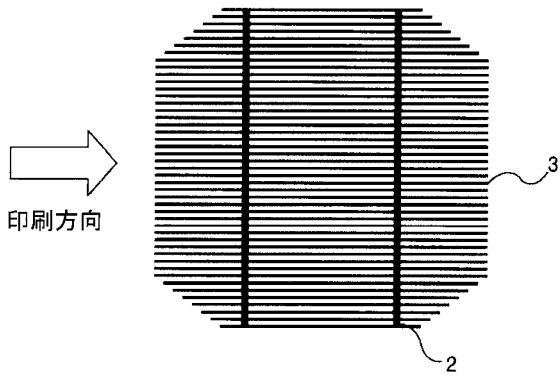


【 図 2 】

[Fig. 2]



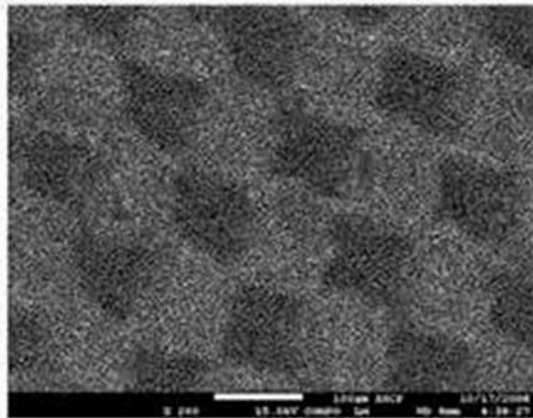
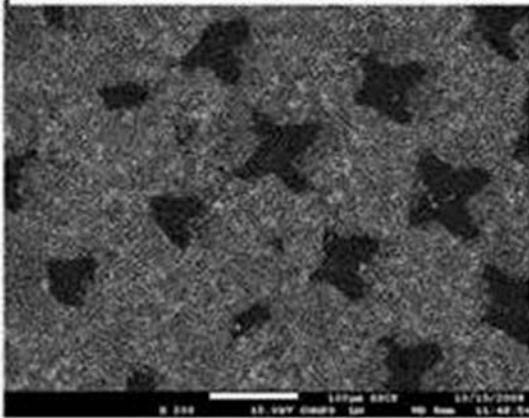
【 図 5 】



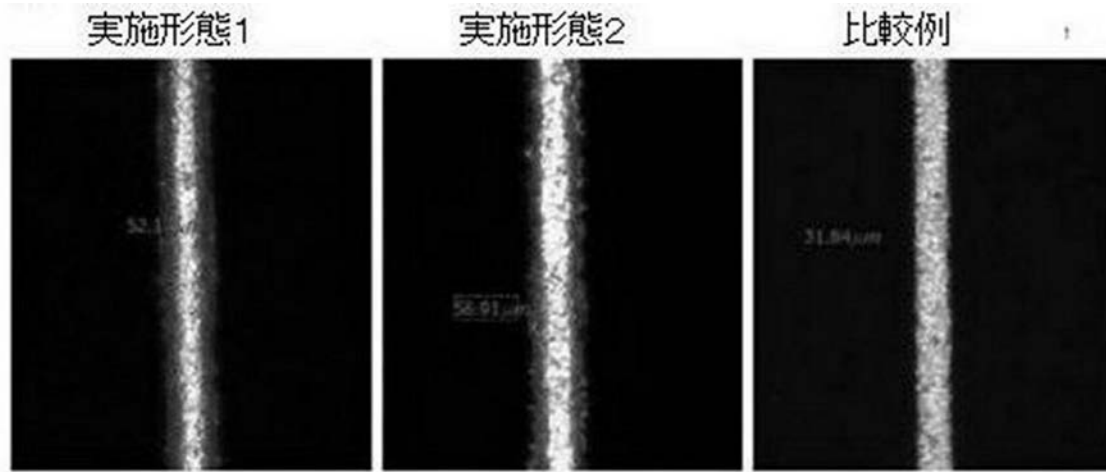
【 図 6 】

(a)湿式金属メッキ前のエッチング写真

(b)湿式金属メッキ後のエッチング写真



【 図 7 】




## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2009/006783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <b>H01L 31/042(2006.01)i</b> 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) IPC H01L 31/042  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal), IBEExplore	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  Relevant to claim No.
X	JP 11-224978 A (SUMITOMO RUBBER IND LTD) 17 August 1999 See abstract and paragraphs [0012]-[0028], claims 1 and 2  1-12
A	JP 2005-175321 A (HITACHI VIA MECHANICS LTD) 30 June 2005 See abstract and paragraphs [0069]-[0081], figure 2  1-12
A	JP 11-307910 A (MITSUMURA PRINTING CO LTD) 05 November 1999 See abstract and paragraphs [0006]-[0017]  1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.	
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>	
Date of the actual completion of the international search <b>09 JUNE 2010 (09.06.2010)</b>	Date of mailing of the international search report <b>10 JUNE 2010 (10.06.2010)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2009/006783**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 11-224978 A	17.08.1999	JP 3904317 B2	11.04.2007
JP 2005-175321 A	30.06.2005	KR 20050058958 A KR 10-0635394 B1 TW 287959 B US 2005-0147917 A1	17.06.2005 18.10.2006 01.10.2007 07.07.2005
JP 11-307910 A	05.11.1999	None	

국제 조사 보고서

국제출원번호  
PCT/KR2009/006783

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b>		
<b>H01L 31/042(2006.01)i</b>		
<b>B. 조사된 분야</b>		
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) IPC H01L 31/042		
조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC		
국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS (특허청 내부 검색시스템), IEEEExplore		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 11-224978 A (스미토모고무 공업 주식회사) 1999.08.17 요약 및 단락 [0012]-[0028], 청구항 제1항 및 제2항 참조	1-12
A	JP 2005-175321 A (히다치제작소 주식회사) 2005.06.30 요약 및 단락 [0069]-[0081], 도 2 참조	1-12
A	JP 11-307910 A (미츠무라 인쇄 주식회사) 1999.11.05 요약 및 단락 [0006]-[0017] 참조	1-12
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2010년 06월 09일 (09.06.2010)	국제조사보고서 발송일 <b>2010년 06월 10일 (10.06.2010)</b>	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 선사로 139, 정부대전청사 팩스 번호 82-42-472-7140	심사관 오제욱 전화번호 82-42-481-8222	



국제조사보고서  
대응특허에 관한 정보

국제출원번호  
**PCT/KR2009/006783**

국제조사보고서에서 인용된 특허분류	공개일	대응특허분류	공개일
JP 11-224978 A	1999.08.17	JP 3904317 B2	2007.04.11
JP 2005-175321 A	2005.06.30	KR 20050058958 A KR 10-0635394 B1 TW 287959 B US 2005-0147917 A1	2005.06.17 2006.10.18 2007.10.01 2005.07.07
JP 11-307910 A	1999.11.05	None	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, 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, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 カン ギユン

大韓民国 ソウル 136-770, ソンブク-グ, キルム1-ドン, サムソンレミアン1チャ  
アパート105-902

(72)発明者 ジョン ヒョンミン

大韓民国 キョンギ-ド 463-703, ソンナム-シ, ブンダン-グ, クミ-ドン, ムジゲマ  
ウルデリムアパート103-302

(72)発明者 リ デソン

大韓民国 キョンギ-ド 435-705, グンポ-シ, クァンジョン-ドン, セジョンアパート  
649-1004

Fターム(参考) 5F151 AA02 AA03 CB27 FA13 FA15