

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年9月15日(15.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/111192 A1

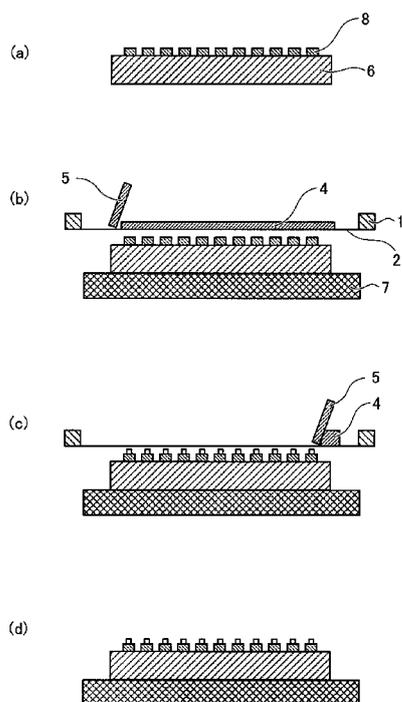
- (51) 国際特許分類:  
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054033
- (22) 国際出願日: 2010年3月10日(10.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社(Mitsubishi Electric Corporation) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 土井 誠(DOI, Makoto) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が
- 関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR FORMING ELECTRODE OF SOLAR CELL, AND SOLAR CELL

(54) 発明の名称: 太陽電池セルの電極形成方法及び太陽電池セル

[図5]



(57) Abstract: Disclosed are: a method for forming an electrode of a solar cell, by which an electrode having a narrow line width and a large thickness can be easily formed at a rate that is comparable to the rates of conventional screen printing methods; and a solar cell. Specifically disclosed is a method for forming an electrode of a solar cell, which comprises: a printing step wherein a conductor-containing resin pattern having the shape of an electrode is formed on a light receiving surface side of a solar plate that is provided with a mask having an opening that has the shape of an electrode; a drying step wherein the conductor-containing resin pattern is dried; and a firing step wherein the dried conductor-containing resin pattern is fired. The printing step and the drying step are carried out a plurality of times, while reducing the opening width of the mask, so that a plurality of conductor-containing resin patterns are laminated, and then the conductor-containing resin patterns are fired, thereby forming an electrode.

(57) 要約: 線幅が細くかつ厚さの厚い電極を、従来のスクリーン印刷法と遜色の無い速度で容易に形成できる太陽電池セルの電極形成方法及び太陽電池セルを得ること。電極形状に開口したマスクを備えるスクリーン版を使用し、導体を含んだ樹脂をスクリーン印刷することによって、太陽電池セルの受光面側に電極形状の導体含有樹脂パターンを形成する印刷工程と、導体含有樹脂パターンを乾燥させる乾燥工程と、乾燥させた導体含有樹脂パターンを焼成する工程とを有し、マスクの開口幅を減少させながら、印刷工程と乾燥工程とを複数回行って導体含有樹脂パターンを積層させてから、該導体含有樹脂パターンを焼成し電極を形成する。

WO 2011/111192 A1

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:  
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： 太陽電池セルの電極形成方法及び太陽電池セル

**技術分野**

[0001] 本発明は、太陽電池セルの電極形成方法及び太陽電池セルに関し、特に、受光面側電極形成において、従来よりもグリッド電極の線幅が細く、厚さの厚い電極を形成する太陽電池セルの電極形成方法及び太陽電池セルに関する。

**背景技術**

[0002] 現在、太陽電池の受光面側電極の形成に広く用いられているプロセスは、スクリーン印刷法である。スクリーン印刷法では、印刷版枠にスクリーンメッシュと呼ばれる網状に編んだステンレス線を張り、四方を引っ張って緊張させた状態で固定する。そのスクリーンメッシュ上に版膜を作って必要な画線以外の部分の目を塞ぐ。そのようにして製作したスクリーン版をスクリーン印刷機にセットする。その後、版枠内にインクペーストを入れて押し広げ、さらに、スキージと呼ばれるゴム状の板でスクリーン版の内面を加圧しながら、スキージを移動させる。これにより、インクペーストは版膜の無い部分のスクリーンメッシュを通過し、版の下に置かれた基板上に押し出され、基板上には版膜の無い部分と同じ形状の電極パターンが形成される。基板上に印刷された電極パターンは、乾燥を経て焼成され、電極となる。

[0003] 電極パターンは、印刷版を用いることによって容易に所望の形状で形成できる。電極形成時の寸法としては、線幅100~200 $\mu\text{m}$ 、厚さ10~20 $\mu\text{m}$ が代表的な値である。

[0004] 一方、今後太陽電池の急激な普及が見込まれており、シリコン原料の不足が懸念されている。その対策として、太陽電池の発電効率を向上させることにより、従来と同じ量の原料でより大きな電力を発電させることが求められている。太陽電池の発電効率を向上させることにより、太陽電池の発電量当たりの単価を下げ、生産数を増加させることも可能となる。

- [0005] シリコン太陽電池用に使用する基板の面積には標準的な規格があり、現在は156mm×156mmが主流となっている。したがって、この基板1枚当たりの発電量を向上させることが、太陽電池セルの発電効率の向上にとっては重要である。一般的に、太陽電池は受光面積が大きければ大きいほど発電量は増加する。
- [0006] 太陽電池から電力を取り出すには、光电変換によって発生した電荷を集めて流すための電極が必要である。この電極は、特別な方法を用いない限りは受光面側に設置することが一般的であり、受光面を遮る障害物ともなる。したがって、この電極は最小限の面積で形成されなければならない、受光面の発電に寄与する部分の面積を最大限に確保して、得られる電流を大きくする必要がある。
- [0007] スクリーン印刷法にて集電電極であるグリッド電極の電極パターンを形成する場合、線幅が細くかつ厚い電極パターンを形成しようとする、スクリーンメッシュがインクペーストによって目詰まりを起こしやすくなる。目詰まりを防止するには、電極パターンを薄くせざるを得ないが、その結果、グリッド電極の断面積の減少を招き、グリッド電極自体の抵抗が増加してしまうため、得られた電荷を発電効率の増加につなげることができず、太陽電池セルの特性の向上させることができない。
- [0008] また、グリッド電極自体の抵抗を小さく抑えるのに十分な厚さで線幅の細かいグリッド電極を形成するためには、スクリーン印刷機の特性及びその印刷条件、スクリーン版及びその仕様、並びにスクリーン印刷用インクペーストの成分等の複雑に絡み合った特性を十分に熟知し、それらに適合した条件でプロセスを実施する必要がある。しかしながら、現在、太陽電池製造用として装置メーカーや材料メーカーが供給している装置や材料を購入し、それらを用いて太陽電池基板にグリッド電極を形成すると、適合する条件でプロセスを実施することができず、所望の形状や性能を有する電極の形成は極めて難しい。
- [0009] そこで、スクリーン印刷法の高利便性を生かしつつ、原理的な弱点を補う

種々の手法を付加することにより、基板上に電極を形成する方法が提案されている。スクリーン印刷法に他の手法を付加する技術としては、スクリーン印刷法で電極パターンを形成した後、耐湿性向上の目的もあってはんだディップする（溶融したはんだ浴中に基板を浸漬し、電極上をはんだ層でコーティングする）方法がある。また、特許文献1には、導電性ペースト上にクリームはんだを塗布して、電極パターンを被覆する方法が開示されている。

[0010] また、スクリーン印刷法を補うのではなく、別の手法に置き換える方法として、特許文献2には、基板上に細い高アスペクト比を有する電極を直接描画する方法が開示されている。

[0011] さらに、特許文献3には、スクリーン印刷による電極パターン形成を2回に分け、1回目には所望の線幅の両端に当たる部位を細く薄く印刷（縁取り）して線幅を固定し、2回目にはその間を埋めて厚くする方法が開示されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0012] 特許文献1：特許第2716630号公報

特許文献2：特開2005-347628号公報

特許文献3：特開2007-134387号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0013] しかしながら、現在の太陽電池の基板は、かつて用いられていたものと比較して半分以下の厚さにまで薄型化が進んでおり、これをはんだディップするとなると、はんだ浴に浸漬する際の熱衝撃によるクラックや割れの発生確率が高くなり、歩留まりの低下は避けられない。特許文献1に記載の発明も、基板の電極形成面をはんだ流と接触させる手法が用いているため、この手法をシリコン基板に適用しようとした場合には上記同様の熱衝撃の問題が発生する。

- [0014] 特許文献2に記載の発明は、現行では各工程とも1～2秒に1枚と言われる基板加工における量産性には程遠く、太陽電池を量産するために多数の描画装置が必要となるため現実的ではない。
- [0015] 特許文献3に記載の発明は、電極パターン形成の工程がいずれもスクリーン印刷であるため、同一の印刷ラインで形成可能であるという利点があるものの、縁取り印刷からはみ出さないように2回目の印刷を行う必要があり、想定される線幅の細い電極パターンに仕上げるには高度な位置合わせ技術が必要となる。
- [0016] 太陽電池の受光面に電極パターンを形成する際、スクリーン印刷法を用いてグリッド電極線幅の細線化とその厚さの増加とを同時に達成するには、スクリーン印刷の原理上、1回の印刷では限界があった。一方、複数回の重ね印刷を行う場合、位置合わせなどの観点から同一又は同種のスクリーン版を用いる方法が簡便であるが、現状のインクペーストで実施した場合、回を重ねるごとに線幅が広がるため、その流動性を抑制しつつスクリーン版からの版抜け性を改善したインクペーストが必要である。このような特殊なインクペーストの開発には、多大な時間と労力とが必要であり、また、印刷プロセスでは使用材料の増大と価格上昇とを招き、製造コストが大幅に増加することは避けられない。
- [0017] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、線幅が細くかつ厚さの厚い電極を、従来のスクリーン印刷法と遜色の無い速度で容易に形成できる太陽電池セルの電極形成方法及び太陽電池セルを得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0018] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、電極形状に開口したマスクを備えるスクリーン版を使用して、導体を含んだ樹脂をスクリーン印刷することによって、太陽電池セルの受光面側に前記電極形状の導体含有樹脂パターンを形成する印刷工程と、導体含有樹脂パターンを乾燥させる乾燥工程と、乾燥させた導体含有樹脂パターンを焼成する工程とを有し、マスクの開口幅を減少させながら、印刷工程と乾燥工程とを複数回行って導

体含有樹脂パターンを積層させてから、該導体含有樹脂パターンを焼成し電極を形成することを特徴とする。

### 発明の効果

[0019] 本発明にかかる太陽電池セルの電極形成方法は、線幅が細くかつ厚さの厚い電極を、従来のスクリーン印刷法と遜色の無い速度で容易に形成できるという効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

[0020] [図1] 図1は、実施の形態1に係る太陽電池セルの電極形成方法によって形成される電極を示す図である。

[図2] 図2は、実施の形態1に係る太陽電池セルの電極の線幅と厚さの相関を示す図である。

[図3] 図3は、スクリーン印刷法の一般的な作業工程の一例を示す図である。

[図4] 図4は、スクリーン版の構成例を示す図である。

[図5] 図5は、実施の形態1に係る太陽電池セルの電極形成方法の流れを示す図である。

[図6] 図6は、実施の形態2に係る太陽電池セルの電極形成方法を示す図である。

[図7] 図7は、実施の形態3に係る太陽電池セルの電極形成方法を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0021] 以下に、本発明にかかる太陽電池セルの電極形成方法及び太陽電池セルの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0022] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る太陽電池セルの電極形成方法によって形成される電極を示す図である。太陽電池の基板6の受光面には、グリッド電極24とバス電極25とが互いに直交するように配置されている。

[0023] 本実施の形態に係るグリッド電極24の線幅は、望ましくは10～90μ

m、さらに望ましくは40～80 $\mu$ mである。グリッド電極24の線幅として、10～90 $\mu$ mが望ましいのは、現在の一般的なスクリーン印刷機では加工精度の点から線幅10 $\mu$ m未満の電極を形成することは断線が発生するなどの問題から困難であり、その一方で、線幅を大きくすると受光面積を確保できなくなるためである。従来のスクリーン印刷法もその進歩によって細分化が徐々に可能となっており、幅40 $\mu$ m以上であれば、実用可能な電極パターンを形成可能となっていることを鑑みて、断線が発生することなく受光面積を確保できる線幅として、40～80 $\mu$ mを特に望ましい線幅としている。

[0024] グリッド電極24の厚さは、線幅によって適正值が異なるが、アスペクト比（厚さ／幅）で言えば0.3～1.0程度の範囲である。設計される線幅によって必要とされるアスペクト比は異なるが、最終的にはアスペクト比が0.3～1.0程度の範囲であれば、断線が発生することなく、電極自身の抵抗値もその材料が本来有する値で安定し、形成した電極パターンが倒壊したり、付着強度が低下したりすることはない。これにより、太陽電池セルの歩留まりを向上させることができる。10～90 $\mu$ mの線幅の電極においては、アスペクト比が0.3以下では、電極の厚さの低下による断線確率の上昇や電極断面積の減少による電極抵抗の増加などが発生し、電極としての役割を果たすことができなくなる可能性がある。また、1以上のアスペクト比は、理論上は形成可能であるが、電極構造としては過剰スペックであり、特に50 $\mu$ m以下の極細線幅の場合、形成された電極パターンの倒壊やグリッド電極の付着強度低下の発生確率が上昇し、電極としての役割を果たすことができなくなる可能性がある。

[0025] 電極パターン形成のための導体を含んだ樹脂として現時点で実用可能なものは、銀を含んだ樹脂であり、銀電極の断面積がある一定の値を下回ると、太陽電池の特性に影響を及ぼすほどに電極の抵抗値が増加する。したがって線幅10～90 $\mu$ m、アスペクト比（厚さ／幅）0.3～1.0の範囲を満足する形状の電極であっても、断面積が小さい場合には実際の電極として採

用することが難しい場合がある。このため、グリッド電極 24 は、ある一定の値以上の断面積を持つことが好ましい。

[0026] 図 2 に、本実施の形態に係る太陽電池セルの電極の線幅と厚さの相関を示す。上記のように、グリッド電極 24 は、線幅  $10 \sim 90 \mu\text{m}$ 、アスペクト比（厚さ／幅） $0.3 \sim 1$ 、且つ一定値以上の断面積を有することが望ましく、より望ましくは電極幅  $40 \sim 80 \mu\text{m}$  である。したがって、図 2 中において、アスペクト比 1 を示す線 21 とアスペクト比  $0.3$  を示す線 22 との間で、且つある電極面積がある一定値であることを示す線 23 よりも上、なおかつ電極幅  $40 \sim 80 \mu\text{m}$  の領域内に入るような幅及び厚さでグリッド電極 24 を形成することが、最も望ましい。具体的には、厚さ  $40 \mu\text{m}$ ／線幅  $40 \mu\text{m}$ （アスペクト比 1）や厚さ  $30 \mu\text{m}$ ／線幅  $80 \mu\text{m}$ （アスペクト比  $0.375$ ）などが挙げられる。

[0027] ところで、スクリーン印刷法では、インクペーストがスクリーンメッシュを通過する必要があるため、スクリーンメッシュで目詰まりを起こさない程度の流動性を確保したインクペーストで、1 回の印刷で、電極のアスペクト比を  $0.3$  以上にすることは極めて困難であった。例えば、電極幅  $80 \mu\text{m}$  の電極をスクリーン印刷法によって形成すること自体は可能であるが、アスペクト比は  $0.3$  よりも小さな値、具体的には  $0.25$  程度にならざるを得ず、細線化と高アスペクト比との両立は困難であった。

[0028] そこで、まずは従来通りのスクリーン印刷法を用いてグリッド電極の電極パターンを印刷・乾燥させ、次に、最初に用いたスクリーン版よりも細かい線幅を有するスクリーン版を使用して、乾燥させた電極パターン上に重ねて印刷・乾燥し、さらに焼成することにより、所望の線幅、厚さの電極を形成する。1 回目の印刷では線幅の細かい電極パターンは形成できるものの、所望の厚さにまで厚く印刷することはできないため、不足する厚さを 2 回目の印刷によって補うことにより、最終的に所望の電極パターンを形成する。2 回目の印刷では、1 回目の印刷よりも細かい線幅のスクリーン版を用いるため、同一版を用いた時のように電極幅が広がることはなく、1 回目で規定した線幅

のままで厚さのみを厚く形成できる。また、この手法は2回重ねに限らず、前回よりも細い線幅を有するスクリーン版を使用する限りは、回数をさらに重ねて行っても良い。

[0029] 従来のスクリーン印刷法の高利便性を生かしつつ、細い電極幅の印刷の場合には厚く印刷できないという原理的な弱点を補うことによって、コスト増を最小限に抑制しながら、従来よりもグリッド線幅が細く、厚さの厚い電極パターンを形成できる。

[0030] 図3に、スクリーン印刷法の一般的な作業工程の一例を示す。スクリーン印刷は、スクリーンメッシュ2が張り渡された印刷版枠1（スクリーン版）と及びスキージ5を用いて行われる。

[0031] 図4に、スクリーン版の構成を示す。スクリーンメッシュ2は四方に引っ張られて弛みがない状態で印刷版枠1に固定されている。スクリーンメッシュ2上には版膜3が形成されており、必要な画線（ここではグリッド電極24及びバス電極25に対応する形状）以外の部分のメッシュの目が塞がれている。

[0032] スクリーン印刷機にセットされたスクリーン版には、印刷版枠1内にインクペースト4が投入され、スクリーンメッシュ2上に押し広げられる。さらに、スキージ5でスクリーン版の内面を加圧しながら、スキージ5を移動させる。これにより、インクペースト4は版膜3の無い部分のスクリーンメッシュ2を通過し、ステージ7に載置されて版の下に置かれた基板6上に押し出され、版膜3が無い部分の形状で電極パターン印刷される。基板6上に印刷された電極パターンは、乾燥を経て焼成されて電極となる。

[0033] 図5は、本実施の形態に係る太陽電池セルの電極形成方法の流れを示す図である。従来と同様のスクリーン印刷法によって乾燥工程までの処理を行い、導体を含む樹脂で電極パターン8を形成する（図5（a））。この基板に対して、1回目の印刷に用いたものよりも線幅の細いスクリーン版1をセットする。そして、版枠内にインクペースト4を入れてスクリーンメッシュ上に押し広げる。なお、2回目の印刷に用いるインクペーストは、1回目の印

刷に用いたものと同じのものでも良いし、2回目の印刷専用のもので良い（図5（b））。その後、ゴム状の板であるスキージ5でスクリーン版1の内面を加圧しながらスキージ5を移動させる（図5（c））。インクペースト4は、版膜3が存在しない部分のスクリーンメッシュ2を透過し、ステージ7に載置されてスクリーン版1の下に置かれた基板6の電極パターン8上へ押し出される（図5（d））。重ねて印刷された電極パターンは、乾燥を経て焼成され、電極が形成される。

[0034] この手法では、2回目の印刷用のスクリーン版と1回目の印刷・乾燥済み基板との位置合わせが重要となるが、市販されている一般的なスクリーン印刷機の位置合わせ精度は $\pm 20 \sim 30 \mu\text{m}$ である。

[0035] 例として、1回目のスクリーン版の線幅が $60 \mu\text{m}$ 、2回目のスクリーン版の線幅が $20 \mu\text{m}$ の場合を考える。線幅以外の版仕様は、各々に最適化されたものである。

[0036] これらのスクリーン版を用いた場合、1回目の仕上がり電極線幅が $80 \mu\text{m}$ であり、2回目の印刷用のスクリーン版単独で印刷した場合の仕上がり電極線幅が $30 \mu\text{m}$ 未満であった。よって、1回目の印刷・乾燥済みの基板と2回目の印刷用のスクリーン版とに $25 \mu\text{m}$ の位置ずれが生じた場合でも線幅増は生じないこととなる。実際、これらのスクリーン版を用いて電極パターンを重ねて印刷した基板の面内では線幅増は見られなかった。

[0037] 一方、厚さに関しては、1回目の電極厚さが $22 \mu\text{m}$ 、2回目のスクリーン版単独で印刷した場合の電極厚さが $8 \mu\text{m}$ であった。従来のスクリーン印刷法で得られるアスペクト比は0.3未満であるため、これらの数値は妥当なものである。これらのスクリーン版を用いて電極パターンを重ねて印刷した場合に実際に得られた電極厚さは $28 \mu\text{m}$ であり、アスペクト比0.3以上で所望の電極を得ることができた。

[0038] この結果、電極を1回の印刷のみで形成した従来の太陽電池セルと、本実施の形態の手法を用いて製造した太陽電池セルとの比較では、単位面積当たりの電流値が0.4 mA向上し、基板1枚当たりの光電変換効率が約0.3

%向上した。すなわち、グリッド電極自体の抵抗によって消費されるエネルギーを低減できた。

[0039] この手法によると、印刷・乾燥工程を複数回行えば、従来と同一の製造ラインを使用して太陽電池セルを製造できる。また、印刷・乾燥工程に係わる装置のみを追加すれば、製造能力を落とすことなく太陽電池セルを生産できる。いずれの場合でも、既に得られているスクリーン印刷法のノウハウを活用できるため、太陽電池セルの生産には有利である。

[0040] なお、実施の形態 1 において、2 枚刷りのスクリーン版を利用して同一版に 1 回目と 2 回目の電極パターンを作成し、同一のインクペーストを使用して乾燥のタイミングを合わせながら印刷することにより、従来と同じ生産能力を維持できる。

[0041] このように、本実施の形態にかかる太陽電池セルの電極形成方法によれば、高度な製造技術を必要とせずに、線幅が細くかつ厚さの大きい電極を形成でき、さらに従来の手法と遜色の無い生産性を実現できる。また、電極パターン寸法は数十  $\mu\text{m}$  オーダであり、その精度もデバイス特性上、ミクロンオーダの精度が確保されていれば良いが、スクリーン印刷法を用いることで、このような条件を満たす加工を容易に実現できる。

[0042] 実施の形態 2.

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る太陽電池セルの電極形成方法を示す図である。従来と同様のスクリーン印刷法によって焼成工程までの処理を行う（図 6 (a)）。この基板の電極パターン 8 上に金属を液相成長させるため、スクリーン印刷法で焼成まで行った電極パターンを電源の陰極側に接続し、金属が溶解している溶液 10 の中に基板 6 を浸漬する。電源の陽極側には、金属板 9 を接続し、同様に溶液 10 中に浸漬して、所定の条件で電流を流す（図 6 (b)）。所定の時間電流を流すことにより、溶液 10 中に含まれる金属イオンが還元され、電極パターン上に金属被膜 11 が堆積する（図 6 (c)）。なお、図では電極パターンが金属板 9 と反対側を向くように基板 6 を設置しているが、電極パターン上に均一に金属被膜 11 を堆積させる

ことができるのであれば、向きは任意である。

[0043] このように、本実施の形態においては、従来通りスクリーン印刷法を用いてグリッド電極を印刷・焼成して一旦形成し、次に、電極材料と同一又は異種の金属を電極上に液相成長させることにより、所望の線幅、厚さの電極を形成する。スクリーン印刷では線幅の細い電極パターンは形成できるものの、所望の厚さにまで厚くすることはできないため、不足する厚さを金属の液相成長によって補うことで、最終的に所望の線幅、厚さの電極を形成できる。

[0044] 従来のスクリーン印刷法の高利便性を生かしつつ、細い電極幅の印刷の場合、厚く印刷できないという原理的な弱点を補うことによって、コスト増を最小限に抑制しながら、従来よりもグリッド線幅が細く、厚さの厚い電極を製造できる。

[0045] 本実施の形態の手法は、スクリーン印刷によって細く、薄く仕上がったグリッド電極の電極パターンに、液相中で金属被膜を被覆・成長させるもので、電極パターン部分のみで選択的に金属被膜が成長するため、スクリーン印刷を2回行う実施の形態1のような位置合わせは不要である。

[0046] 例として、印刷仕上がりでの電極線幅が $80\mu\text{m}$ 、金属被膜が $5\mu\text{m}$ の場合について説明する。印刷仕上がり時の形状は、実施の形態1での1回目の印刷仕上がり時と同様に、電極線幅 $80\mu\text{m}$ 、電極厚さが $22\mu\text{m}$ である。一方、金属被膜は電極パターン全体を一様に被覆するものであるため、被覆後の電極線幅は $85\mu\text{m}$ 、電極厚さは $27\mu\text{m}$ となり、アスペクト比が0.3以上で所望の電極パターンを得ることができた。

[0047] この結果、電極パターンを1回の印刷のみで形成した従来の太陽電池セルと、本実施の形態の手法を用いて製造した太陽電池セルとの比較では、単位面積当たりの電流値が0.7mA向上し、基板1枚当たりの光電変換効率が約0.5%向上した。すなわち、グリッド電極自体の抵抗によって消費されるエネルギーを低減できた。

[0048] この手法によると、従来の製造方法に対して液相での金属膜被覆の工程の

みを追加することにより、光電変換効率を高めた太陽電池セルを製造できる。また、この手法では、印刷・焼成する方法と比較して、金属膜の膜厚分だけ線幅が増加するが、緻密な金属膜で被覆することによって電極の抵抗値自体を低く抑えることができ、性能の向上に対する効果大きい。

[0049] また、実施の形態2においては、電極に被覆させる金属は、液相で成長させることが可能な金属（Au、Ag、Pt、Cu、Ni、Zn、Pdなど）であれば特定の種類に限定されることはなく、スクリーン印刷に用いた金属と同種であっても異種であっても良い。

[0050] このように、本実施の形態にかかる太陽電池セルの電極形成方法によれば、高度な製造技術を必要とせずに、線幅が細くかつ厚さの大きい電極を形成でき、さらに従来の手法と遜色の無い生産性を実現できる。

[0051] 実施の形態3.

図7は、本発明の実施の形態3に係る太陽電池セルの電極形成方法を示す図である。従来と同様のスクリーン印刷法によって乾燥工程までの処理を行う（図7（a））。この基板を、速乾性の金属含有インクを用いて高速に直接描画できる装置にセットする。この金属含有インクは、インクタンク15からポンプ16を通り、加圧されてインクヘッド12へ至り、微小なインク滴17となってインクヘッド12から押し出される（図7（b））。インクヘッド12から押し出されたインク滴17は、偏向電極13で荷電を加えられると同時に必要に応じて軌道を曲げられ、基板6の所望の位置（電極パターン上）に着弾する（図7（c））。電極パターンが重ねて描画されたのち、基板6は焼成される。なお、インクの詰まりを防止するためには、インク滴17は常時インクヘッド12から噴射し、通常時はインク回収口14からインク滴17を回収して再度インクタンク15へ送るようにし、印刷時のみ偏向電極13でインク滴17の軌道を変えるようにする方式を採用することが好ましい。インク滴17を回収することで、金属含有インクを再利用して環境負荷を低減できる。

[0052] このように、本実施の形態においては、従来通りスクリーン印刷法を用い

てグリッド電極の電極パターンを印刷・乾燥させ、次に乾燥させた電極パターン上に高粘度速乾性の金属含有インクを高速に直接描画し、後に焼成することによって所望の電極パターンを形成する。スクリーン印刷では線幅の細かい電極は形成できるものの、所望の厚さにまで厚く印刷することはできないため、不足する厚さを高粘度速乾性金属含有インクの直描手法によって補うことにより、最終的に所望の線幅、厚さの電極を形成できる。

[0053] 従来のスクリーン印刷法の高利便性を生かしつつ、細かい電極幅の印刷の場合には厚く印刷できないという原理的な弱点を補うことによって、コスト増を最小限に抑制しながら、従来よりもグリッド線幅が細く、厚さの厚い電極を形成できる。

[0054] 本実施の形態の手法では、スクリーン印刷後の乾燥済み電極と線描との位置合わせは、偏向電極に加える電圧で制御することができ、位置合わせの精度はおおよそ±10 $\mu$ mである。

[0055] 例として、印刷仕上がりでの電極線幅が80 $\mu$ m、インク滴の液量が50pI（ピコリットル）の場合について説明する。印刷仕上がり時の形状は、実施の形態1での1回目の印刷仕上がり時と同様に、電極線幅80 $\mu$ m、電極厚さが22 $\mu$ mである。一方、微小インク滴17で線描した後の形状は、電極線幅は80 $\mu$ mで変わらず、電極厚さは27 $\mu$ mとなり、アスペクト比0.3以上で所望の電極パターンを得ることができた。

[0056] この結果、電極パターンを1回の印刷のみで形成した従来の太陽電池セルと、本実施の形態の手法を用いて製造した太陽電池セルとの比較では、単位面積当たりの電流値が0.5mA向上し、基板1枚当たりの光電変換効率が約0.4%向上した。すなわち、グリッド電極自体の抵抗によって消費されるエネルギーを低減できた。

[0057] 本実施の形態の手法によると、ポンプ16を用いて高圧でインクを押し出すため、高粘度のインクを使用でき、また、連続的にインクを押し出すことで速乾性のインクも使用できるため、インクの種類が広い。さらに、インクヘッド12で作られるインク滴17は、毎秒100滴以上の生成が可能で

あるため、高速で描画が可能であり、スクリーン印刷と同様に生産性が非常に高い。

[0058] また、実施の形態3においては、インクに含有させる金属としては、速乾性インクに均一に分散させることができ、かつ電気伝導性に優れた金属（Au、Ag、Pt、Cu、Ni、Zn、Pdなど）であれば特定の種類に限定されることはない。なお、高い生産性（製造速度）が不要であるならば、ディスプレイ方式で線描することも可能である。

[0059] このように、本実施の形態にかかる太陽電池セルの電極形成方法によれば、高度な製造技術を必要とせずに、線幅が細くかつ厚さの大きい電極を形成でき、さらに従来手法と遜色の無い生産性を実現できる。

### 産業上の利用可能性

[0060] 以上のように、本発明にかかる太陽電池セルの電極形成方法は、線幅が細くかつ厚さの厚い電極を、従来のスクリーン印刷法と遜色の無い速度で容易に形成できる点で有用である。

### 符号の説明

- [0061]
- 1 印刷版枠
  - 2 スクリーンメッシュ
  - 3 版膜
  - 4 インクペースト
  - 5 スキージ
  - 6 基板
  - 7 ステージ
  - 8 電極パターン
  - 9 金属板
  - 10 溶液
  - 11 金属被膜
  - 12 インクヘッド
  - 13 偏向電極

- 14 インク回収口
- 15 インクタンク
- 16 ポンプ
- 17 インク滴
- 24 グリッド電極
- 25 バス電極

## 請求の範囲

- [請求項1] 電極形状に開口したマスクを備えるスクリーン版を使用して、導体を含んだ樹脂をスクリーン印刷することによって、太陽電池セルの受光面側に前記電極形状の導体含有樹脂パターンを形成する印刷工程と、
- 、
- 前記導体含有樹脂パターンを乾燥させる乾燥工程と、
- 乾燥させた前記導体含有樹脂パターンを焼成する焼成工程とを有し、
- 、
- 前記マスクの開口幅を減少させながら、前記印刷工程と前記乾燥工程とを複数回行って前記導体含有樹脂パターンを積層させてから、前記焼成工程を行って電極を形成することを特徴とする太陽電池セルの電極形成方法。
- [請求項2] 電極形状に開口したマスクを備えるスクリーン版を使用して、導体を含んだ樹脂をスクリーン印刷することによって、太陽電池セルの受光面側に前記電極形状の導体含有樹脂パターンを形成する工程と、
- 前記導体含有樹脂パターンを乾燥させる工程と、
- 乾燥させた前記導体含有樹脂パターンを焼成する工程と、
- 焼成した前記導体含有樹脂パターン上に、液相成長法で導体膜を被覆して電極を形成する工程とを有することを特徴とする太陽電池セルの電極形成方法。
- [請求項3] 電極形状に開口したマスクを備えるスクリーン版を使用して、導体を含んだ樹脂をスクリーン印刷することによって、太陽電池セルの受光面側に前記電極形状の導体含有樹脂パターンを形成する工程と、
- 前記導体含有樹脂パターンを乾燥させる工程と、
- 乾燥させた前記導体含有樹脂パターン上を高粘度速乾性の導体含有インクで描画し、前記導体含有樹脂パターン上に印刷層を形成する工程と、
- 前記導体含有樹脂パターン及び前記印刷層を焼成して電極を形成す

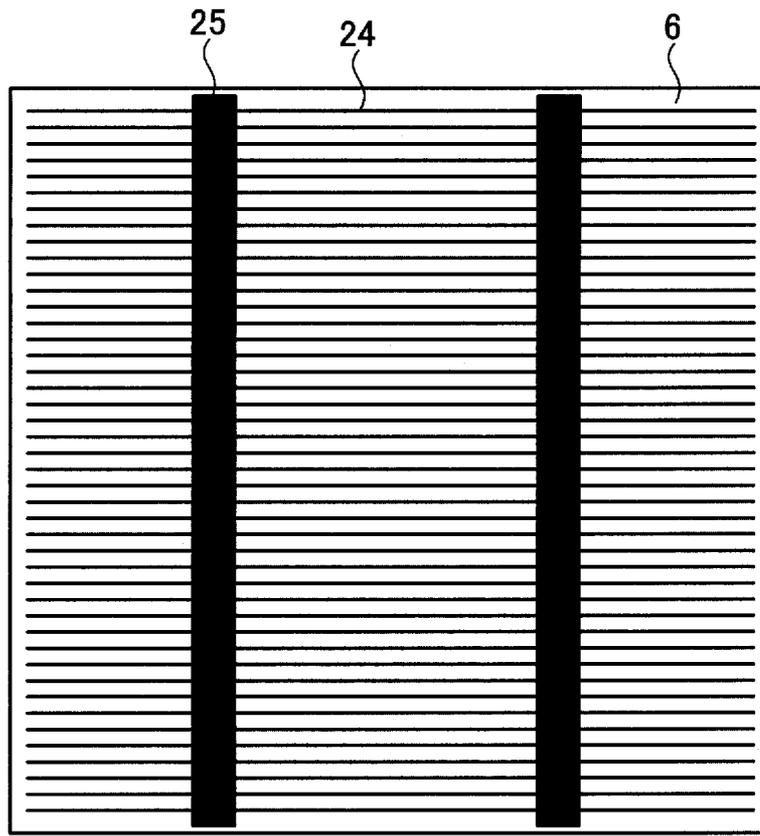
る工程とを有することを特徴とする太陽電池セルの電極形成方法。

[請求項4] 前記導体含有樹脂パターンの幅を、 $10\sim 90\mu\text{m}$ とすることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の太陽電池セルの電極形成方法。

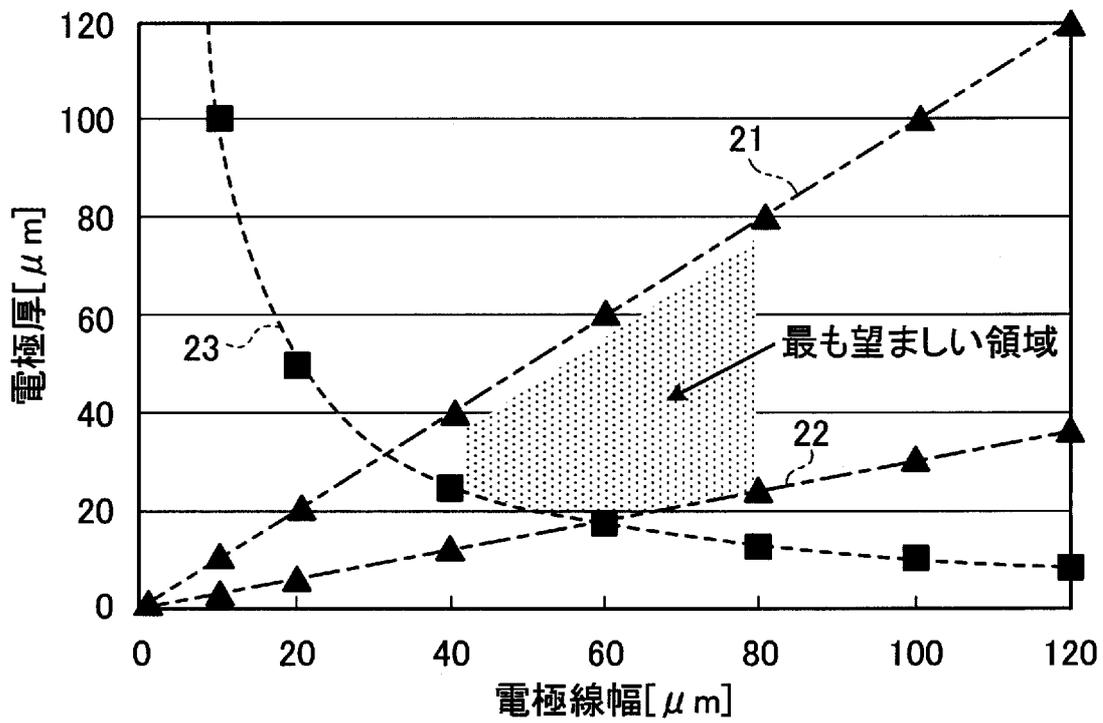
[請求項5] 請求項1から4のいずれか1項記載の太陽電池の電極形成方法を用いて形成された電極を受光面に備えることを特徴とする太陽電池セル。

[請求項6] 前記電極は、幅が $10\sim 90\mu\text{m}$ であり、アスペクト比（厚さ／幅） $0.3\sim 1$ であることを特徴とする請求項5記載の太陽電池セル。

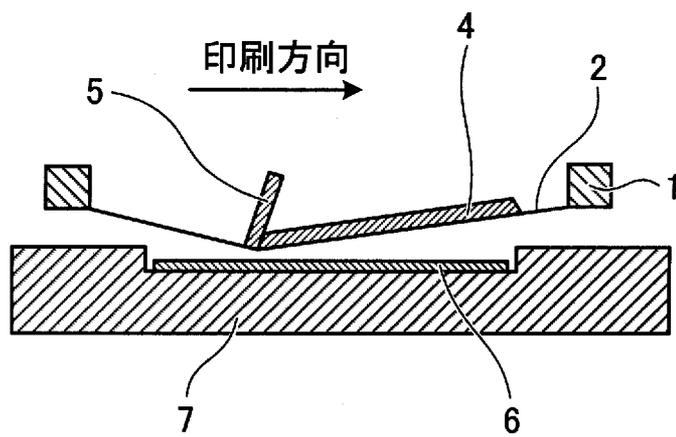
[図1]



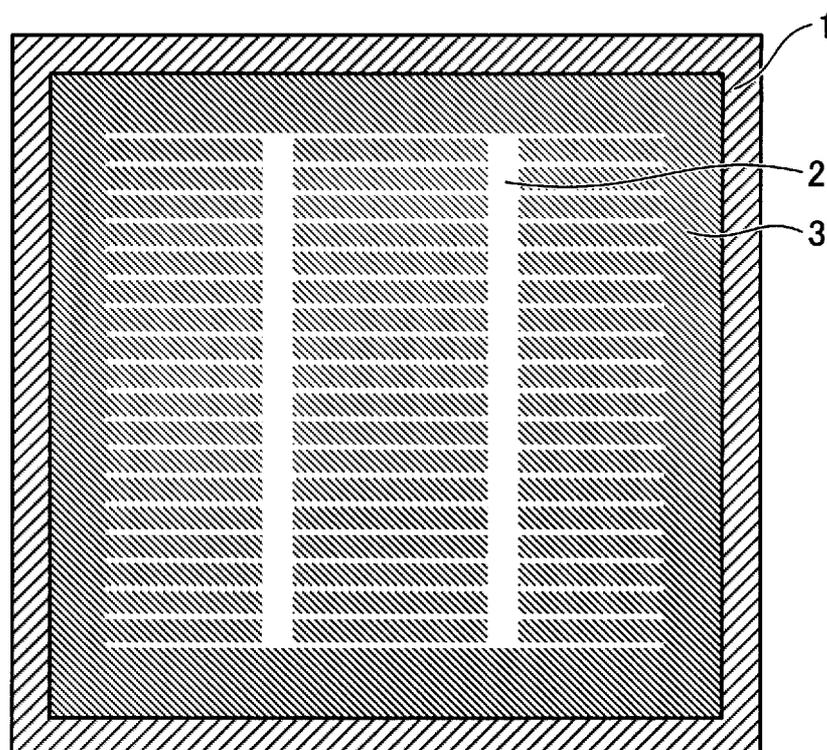
[図2]



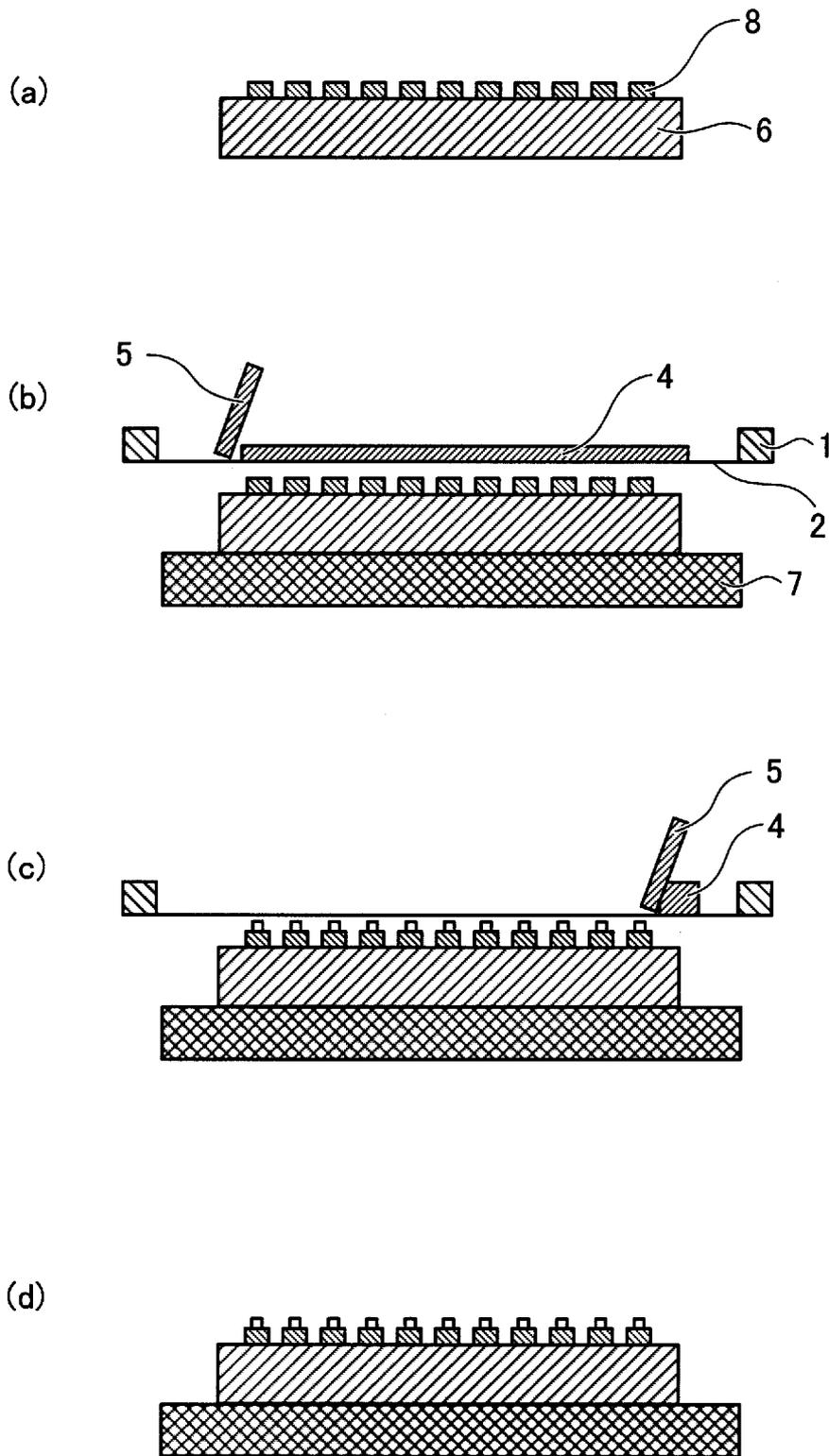
[图3]



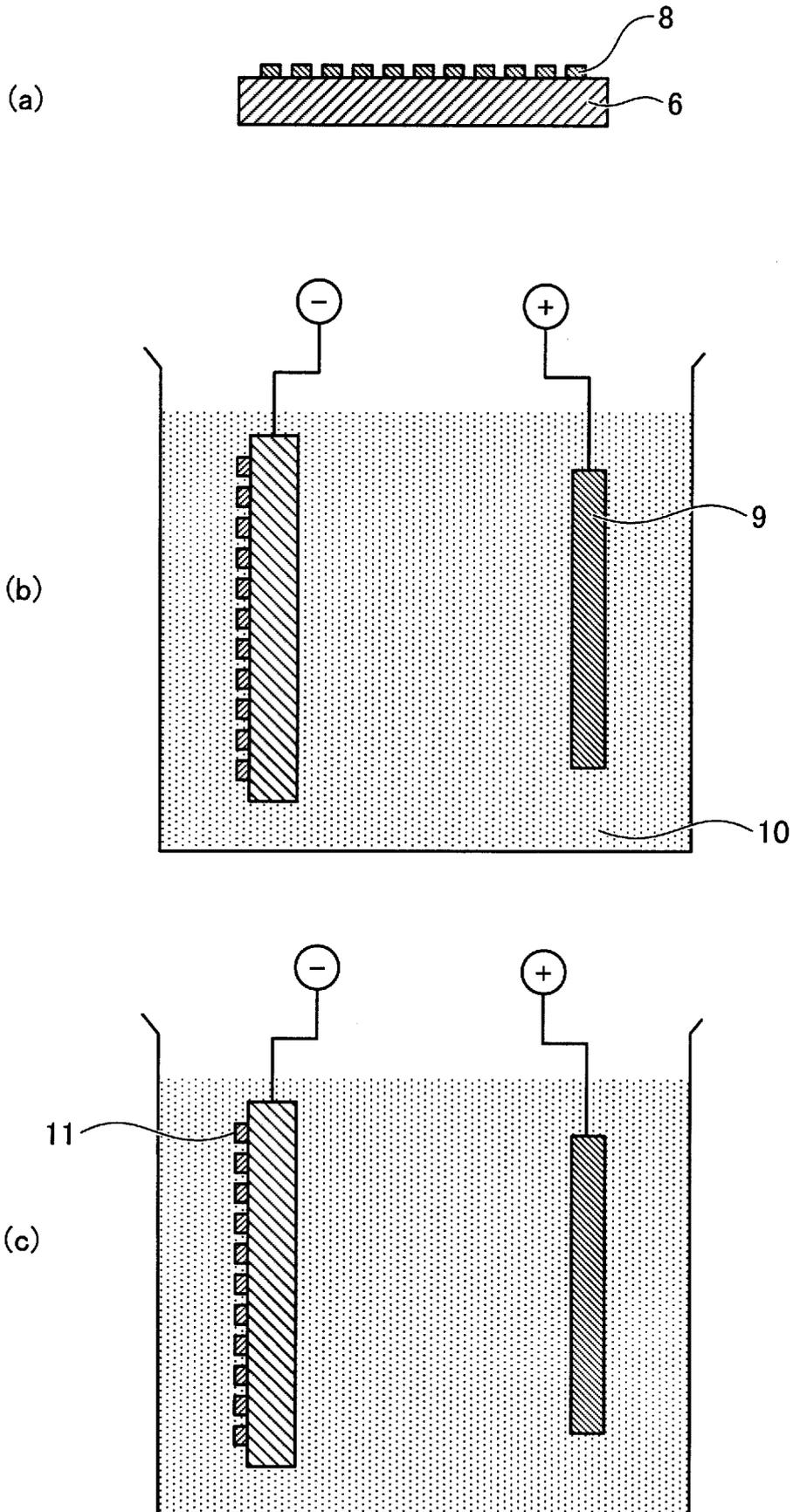
[图4]



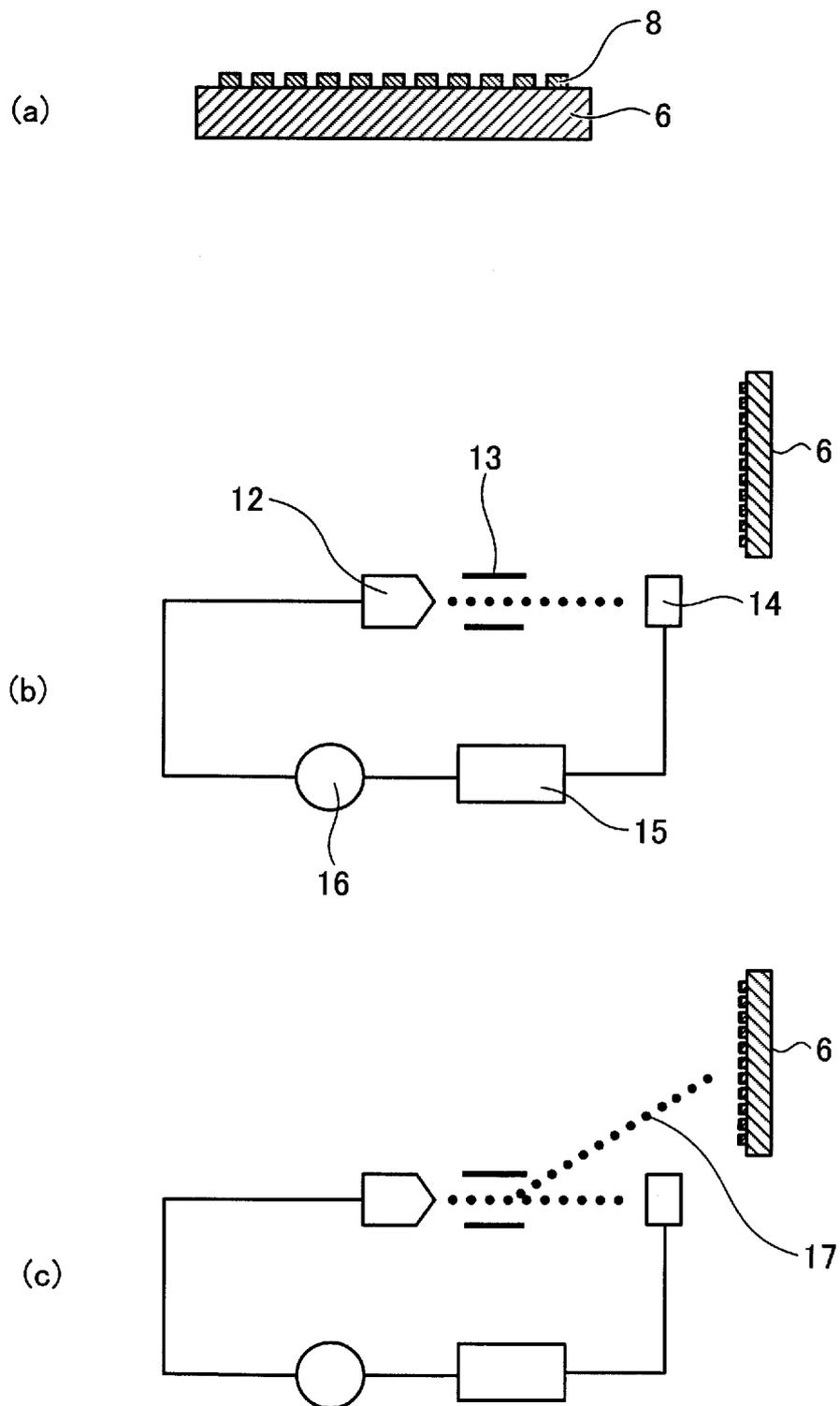
[図5]



[図6]



[図7]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054033

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/04 (2006.01) i

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)

H01L31/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-103084 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 13 April 1999 (13.04.1999), entire text; all drawings & US 6091019 A	1, 4-6
Y	WO 2009/041182 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), claim 4 (Family: none)	1, 4-6
Y A	JP 2005-353691 A (Sharp Corp.), 22 December 2005 (22.12.2005), paragraph [0018] (Family: none)	1, 4-6 3

 Further documents are listed in the continuation of Box C. 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 May, 2010 (19.05.10)Date of mailing of the international search report  
01 June, 2010 (01.06.10)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054033

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 06-318724 A (Canon Inc.), 15 November 1994 (15.11.1994), paragraphs [0018] to [0019], [0023], [0029] (Family: none)	1, 4-6
X	JP 05-063218 A (Canon Inc.), 12 March 1993 (12.03.1993), paragraphs [0034] to [0040]; fig. 1A to 1B, 3A to 3B & US 5380371 A & EP 0531827 A1 & DE 69215176 C & AU 651486 B & AU 2138092 A	2, 4-6
X	JP 2009-283558 A (Sharp Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	2, 4-6
X	JP 2007-134387 A (Sharp Corp.), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraphs [0028] to [0036]; fig. 1 to 4 (Family: none)	3-6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/054033

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The technical feature common to the invention of claims 1-6 is "a method for forming an electrode of a solar battery cell, which comprises a printing step wherein a conductor-containing resin pattern having a shape of the electrode is formed on a light-receiving surface side of the solar battery cell by screenprinting a resin that contains a conductor, using a screen plate that is provided with a mask having an opening that has a shape of the electrode, a drying step wherein the conductor-containing resin pattern is dried, and a firing step wherein the dried conductor-containing resin pattern is fired". It is, however, obvious that the common technical feature is not novel without mentioning a document. Consequently, the common technical feature is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, since it makes no contribution over the prior art.

There is therefore no technical feature common to all the inventions of claims 1-6.

Since there is no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 can be seen among those different inventions.

It is therefore obvious that the inventions of claims 1-6 do not satisfy the requirement of unity of invention.

(Invention 1) The invention of claim 1, and a part of the invention of claims 4-6 which has such a special technical feature that "an electrode is formed by performing a firing step after laminating conductor-containing resin patterns by repeating a printing step and a drying step a plurality of times, while reducing the opening width of a mask".

(Invention 2) The invention of claim 2, and a part of the invention of claims 4-6 which has such a special technical feature that "an electrode is formed by coating a fired conductor-containing resin pattern with a conductor film by a liquid phase deposition method".

(Invention 3) The invention of claim 3, and a part of the invention of claims 4-6 which has such a special technical feature that "an electrode is formed by forming a print layer on a conductor-containing resin pattern by drawing with a quick-drying conductor-containing ink having high viscosity on the dried conductor-containing resin pattern, and then firing the conductor-containing resin pattern and the print layer".

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-103084 A (三洋電機株式会社) 1999.04.13, 全文、全図 & US 6091019 A	1, 4-6
Y	WO 2009/041182 A1 (株式会社村田製作所) 2009.04.02, 請求の範囲 [4] (ファミリーなし)	1, 4-6
Y A	JP 2005-353691 A (シャープ株式会社) 2005.12.22, 段落【0018】 (ファミリーなし)	1, 4-6 3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.05.2010

国際調査報告の発送日

01.06.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

和田 将彦

2K

3313

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 06-318724 A (キヤノン株式会社) 1994. 11. 15, 段落【0018】－【0019】、【0023】、【0029】 (ファミリーなし)	1, 4－6
X	JP 05-063218 A (キヤノン株式会社) 1993. 03. 12, 段落【0034】－【0040】、【図1A】－【図1B】、 【図3A】－【図3B】 & US 5380371 A & EP 0531827 A1 & DE 69215176 C & AU 651486 B & AU 2138092 A	2, 4－6
X	JP 2009-283558 A (シャープ株式会社) 2009. 12. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 4－6
X	JP 2007-134387 A (シャープ株式会社) 2007. 05. 31, 段落【0028】－【0036】、【図1】－【図4】 (ファミリーなし)	3－6

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。  
特別ページ参照。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項1-6に係る発明の共通の事項は、「電極形状に開口したマスクを備えるスクリーン版を使用して、導体を含んだ樹脂をスクリーン印刷することによって、太陽電池セルの受光面側に前記電極形状の導体含有樹脂パターンを形成する印刷工程と、前記導体含有樹脂パターンを乾燥させる乾燥工程と、乾燥させた前記導体含有樹脂パターンを焼成する焼成工程とを有する太陽電池セルの電極形成方法。」であるが、当該事項は、文献を提示するまでもなく新規でないことは明らかであり、してみると、当該事項は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

それ故、請求項1-6に係る発明全てに共通の事項はない。

そして、PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

よって、請求項1-6に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

(発明1) 請求項1に係る発明、及び、「マスクの開口幅を減少させながら、印刷工程と乾燥工程とを複数回行って導体含有樹脂パターンを積層させてから、焼成工程を行って電極を形成する」という特別な技術的特徴を有する請求項4-6に係る発明。

(発明2) 請求項2に係る発明、及び、「焼成した導体含有樹脂パターン上に、液相成長法で導体膜を被覆して電極を形成する」という特別な技術的特徴を有する請求項4-6に係る発明。

(発明3) 請求項3に係る発明、及び、「乾燥させた導体含有樹脂パターン上を高粘度速乾性の導体含有インクで描画し、導体含有樹脂パターン上に印刷層を形成し、前記導体含有樹脂パターン及び前記印刷層を焼成して電極を形成する」という特別な技術的特徴を有する請求項4-6に係る発明。