(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
2013 年 6 月 27 日 (27.06.2013)

W 画P O | P C T

(10) 国際公開番号
W O 2013/094033 A 1

(51) 国際特許分類：
H01L 31/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP201 1/079649

(22) 国際出願日： 201 1 年 12 月 21 日 (21 .12.201 1)

(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): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).

( ) 発明者 ;および

( ) 発明者/出願人 (米国につ丄、てのみ): 平 茂治 (TAIRA, Shigeharu) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 寺中 志敦 (TERANAKA, Shinobu) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人 : 特許業務法人Ｙ Ｋ Ｉ国際特許事務所 (YKI Patent Attorneys); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目3 4 番 1 2 号 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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 (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

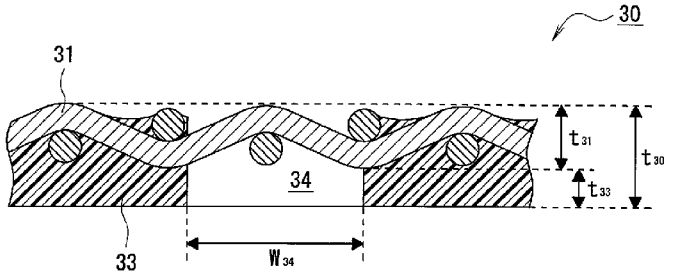
添付公開書類：

_ 国際調査報告 (条約第 21条(3))

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING SOLAR CELL

(54) 発明の名称 :太陽電池の製造方法

[図5]



(57) Abstract: This method for producing a solar cell (10) is provided with a step wherein, using a squeegee (40) and a screen printing plate (30) having an opening section (34) corresponding to the shape of a light-receiving surface electrode (20), a light-receiving surface electrode (20) constituent material is printed, the printing being split among a plurality of executions, onto the light-receiving surface of a photoelectric conversion unit (11). Also, in a first printing step that is at least the first execution in the step, the constituent material is printed using screen printing plate (30) having a print tmckness of 20-40 μm.

(57) 要約： 太陽電池１０の製造方法は、受光面電極２０の形状に対応した開口部３４を有するスクリーン版３０、及びスキージ４０を用いて、受光面電極２０の構成材を複数回に分けて光電変換部１１の受光面上に印刷する工程を備える。そして、当該工程のうち少なくとも１回目の第１印刷工程では、版厚が２０μｍ~ ４０μｍであるスクリーン版３０を用いて構成材を印刷する。

W 2013 094033 A1

明　細　書

発明の名称　:太陽電池の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 太陽電池は、受光により発生したキャリアを収集するために、光電変換部の主面上に電極を備える。かかる電極には、電極自体の抵抗や電極と光電変換部との接触抵抗、電極と配線材との接触抵抗等を低く抑えることが求められている。例えば、特許文献１，２には、導電性ペーストのスクリーン印刷を複数回繰り返して電極を形成する太陽電池の製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1 :特開平１１—１０３０８４号公報

特許文献2 :特開２０１１- ６１１０９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術によれば、電極表面の凹凸を低減して、特に電極自体の抵抗を低くすることができる。しかしながら、太陽電池の普及が急速に進んでいる現状において、さらなる光電変換効率の向上が要求されている。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様に係る太陽電池の製造方法は、光電変換部の主面上に電極を備えた太陽電池の製造方法であって、電極の形状に対応した開口部を有する製版、及びスキージを用いて、電極の構成材を複数回に分けて主面上に印刷する工程を備え、当該工程のうち少なくとも1回目の第1印刷工程では、版厚が２０ れｍ~ ４０ μｍである製版を用いて電極の構成材を印刷する。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、良好な光電変換特性を有する太陽電池を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の実施形態の一例である太陽電池を受光面側から見た平面図である。

[図2]図１のＡ－Ａ線断面を示す図である。

[図3]本発明の実施形態の一例におけるスクリーン印刷法の原理を示す図である。

[図4]本発明の実施形態の一例におけるスクリーン印刷法の原理を示す図である。

[図5]図３のＢ部拡大図である。

発明を実施するための形態

[0008] 図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

本発明は、以下の実施形態に限定されない。また、実施形態において参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された構成要素の寸法比率などは、現物と異なる場合がある。具体的な寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

[0009] 図１は、本発明の実施形態の一例である製造方法により製造される太陽電池１０を受光面側から見た平面図である。図２は、図１のＡ－Ａ線断面図であって、フィンガー２１が延びる方向に直交して太陽電池１０を厚み方向に切断した断面を示す図である。

[0010] 太陽電池１０は、光を受光することでキャリアを生成する光電変換部１１と、光電変換部１１の受光面上に形成された受光面電極２０と、光電変換部１１の裏面上に形成された図示しない裏面電極とを備える。尚、裏面電極は、受光面電極２０と同様に、後述のフィンガー、バスバーを含む構成とすることができる。或いは、裏面上の略全域に形成された銀（Ａｇ）等の金属薄膜を有する構成としてもよい。

[0011] ここで、「受光面」とは、太陽電池１０の外部から太陽光が主に入射する

主面を意味する。例えば、太陽電池１０に入射する太陽光のうち５０％超過～１００％が受光面側から入射する。また、　裏面」とは、受光面と反対側の主面を意味する。裏面では、受光面と比べて光電変換特性に対する遮光ロスの影響が少ないため、受光面電極２０よりも大面積に裏面電極を形成できる。換言すると、主面のうち電極面積が大きな面が裏面である。

[001 2]　光電変換部１１は、例えば、結晶系シリコン（c－Ｓｉ）、ガリウム砒素（ＧａＡｓ）、又はインジウム燐（ＩｎＰ）等の半導体材料からなる基板を有する。光電変換部１１は、例えば、ｎ型単結晶シリコン基板の受光面上に、ｉ型非晶質シリコン層と、Ｐ型非晶質シリコン層と、錫ドープ酸化インジウム（ＩＴＯ）等の透光性導電酸化物からなる透明導電層とを順に有する。また、ｎ型単結晶シリコン基板の裏面上に、ｉ型非晶質シリコン層と、η型非晶質シリコン層と、透明導電層とを順に有する。尚、光電変換部１１はこの構成に限定されるものではなく、種々の構成を採ることができる。

[001 3]　光電変換部１１の受光面は、図示しないテクスチャ構造を有することが好適である。テクスチャ構造とは、表面反射を抑制し、光電変換部１１の光吸収量を増大させる表面凹凸構造である。テクスチャ構造の凹凸高さ、即ち凹部の深さは、１μｍ～１５μｍが好適であり、５μｍ～１０μｍが特に好適である。テクスチャ構造の具体例としては、（１００）面を有する単結晶シリコンからなる基板の受光面に異方性エツチングを施すことによって得られるピラミッド状（四角錐状や四角錐台状）の凹凸構造が例示できる。或いは、結晶性シリコンからなる基板の受光面に等方性エツチングを施すことによつて得られる凹凸構造でも良い。テクスチャ構造は、光電変換部１１の裏面にも設けられることが好ましい。

[0014]　受光面電極２０（以下、電極２０とする）は、例えば、複数（例えば、５０本）のフィンガー２１と、複数（例えば、２本）のバスバー２２とを含んで構成される。フィンガー２１は、光電変換部１１で生成されたキャリアを収集するために、受光面上の広範囲に形成される細線状の電極である。バスバー２２は、フィンガー２１からキャリアを集電する電極であって、全ての

フィンガー２１が電気的に接続されている。また、バスバー２２には、太陽電池１０をモジュール化する際に配線材が接続される。

[001 5] 太陽電池１０では、２本のバスバー２２が所定の間隔を空けて互いに平行に配置され、これに交差して複数のフィンガー２１が配置されている。フィンガー２１には、バスバー２２の各々から受光面の端縁側に延びる第１のフィンガー２１ａと、２本のバスバー２２を繋ぐ第２のフィンガー２１ｂとがある。フィンガー２１、バスバー２２は、いずれも、後述する導電性ペーストを用いて形成され、バインダ樹脂と導電性フイラーとを含んで構成されることが好適である。

[001 6] 太陽電池１０では、フィンガー２１が積層構造を有する。フィンガー２１は、例えば、受光面上に直接形成される第１導電層２３と、第１導電層２３上に形成される第２導電層２４とを有する。バスバー２２も同様に、第１導電層２３と、第２導電層２４とを有することが好適である。尚、フィンガー２１及びバスバー２２は、３層以上を有する積層構造であってもよい。

[001 7] フィンガー２１の厚みは、２０μｍ～１００μｍが好適である。第１導電層２３の厚みt_{23}は、５μｍ～３５μｍであり、１０μｍ～３０μｍがより好ましく、１５μｍ～２５μｍが特に好ましい。第２導電層２４の厚みt_{24}は、生産性等の観点から厚みt_{23}と同等であることが特に好ましい。ここで、厚みt_{23}，t_{24}は、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いた断面観察により計測される値の平均値である。尚、バスバー２２の厚みは、フィンガー２１と同等であることが好適である。

[001 8] フィンガー２１の幅W_{21}は、遮光ロス低減等の観点から、３０μｍ～１５０μｍが好適である。バスバー２２からの距離が遠くなるほど幅W_{21}を細くしてもよく、この場合、最細部の幅W_{21}は３０μｍ～８０μｍが好適である。バスバー２２の幅は、例えば、０．０５ｍｍ～１．５ｍｍが好適である。

[001 9] 以下、上記構成を備えた太陽電池１０の製造方法について詳説する。

図３，４は、スクリーン印刷法の原理を説明するための図である。図５は、図３のＢ部拡大図であって、スクリーン版３０の寸法等を示す図である。

[0020] 太陽電池１０の製造工程では、光電変換部１１が公知の方法により製造される。光電変換部１１が準備されると、その受光面上に電極２０（フィンガー２１及びバスバー２２）を形成する。裏面電極については、電極２０と同様にスクリーン印刷法で形成できるし、他の方法でも形成できる。裏面電極をスクリーン印刷法で形成する場合、１回の印刷工程によって電極２０よりも大面積に形成することが好適である。

[0021] 電極２０は、製版及びスキージ４０を用いて、複数回に分けて形成される。製版及びスキージ４０を用いる方法は、孔版印刷法の一種であり、スクリーン印刷法に属する。製版としては、図３～図５に例示するスクリーン版３０や図示しないメタルマスク版を用いることができる。以下、製版としてスクリーン版３０を用いた場合について説明する。

[0022] 図３，４に示されるように、電極２０のスクリーン印刷工程では、電極２０の形状に対応した開口部３４を有するスクリーン版３０、及びスキージ４０を用いて、光電変換部１１の受光面上に電極２０の構成材（バインダ樹脂及び導電性フイラー）を含むインク５０を転写する。より詳しくは、転写したい部分のみに開口部３４が形成されたスクリーン版３０上にインク５０を載せ、スキージ４０を摺動させることにより、開口部３４にインク５０を充填する。続いて、スクリーン版３０のスキージ４０が通り過ぎた部分が受光面から離れるときに、開口部３４からインク５０が吐出されて受光面上に転写される。この印刷工程を複数回繰り返した後、積層されたインク５０を加熱等により固化させて電極２０を形成する。尚、本実施形態では、オフコンタクト印刷について説明するが、オンコンタクト印刷を適用してもよい。

[0023] スクリーン版３０は、インク５０を透過する織物等であるメッシュ３１と、メッシュ３１が張られる枠３２とを有する。そして、メッシュ３１には、インク５０を塗布したくない受光面上の領域に対応してマスク材３３が設けられる。つまり、スクリーン版３０は、メッシュ３１においてマスク材３３でマスキングされていない部分である開口部３４のみからインク５０を透過可能とする。スクリーン版３０は、フィンガー２１ａ，２１ｂ、及びバスバ

—２２の形状にそれぞれ対応した開口部３４のパターンを有する。

[0024] メッシュ３１の材質、線径、メッシュ数、オープニング、オープニング率等は、形成される電極２０の幅、厚み等に応じて選定される。メッシュ３１の材料は、例えば、ポリエステル等の樹脂繊維やステンレス等の金属線とされる。メッシュ３１の線径は、形成される電極２０の厚み等に応じて選定される。メッシュ数は、メッシュ３１の強度や形成される電極２０の精細度に応じて選定される。オープニングは、インク５０に含まれる導電性フイラーの粒径に応じて選定され、一般的に粒径の２倍以上とすることが好適である。オープニング率は、形成される電極の厚みやだれ幅などに応じて選定される。また、その他インク５０の組成や印刷条件等によってもメッシュ３１の材質、線径、メッシュ数、オープニング、オープニング率等が選定される。

[0025] マスク材３３には、通常、感光性の乳剤が使用される。乳剤は、解像度や露光感度等に応じて選定され、例えば、ジァゾ系ゃスチルバゾリゥム系の材料が用いられる。また、乳剤以外に金属箔を用いることもできる。乳剤は、例えば、枠３２に張られたメッシュ３１上に塗布され、紫外線の露光過程、未露光部の除去過程を経てマスク材３３となる。

[0026] スキージ４０は、スクリーン版３０上にインク５０を塗り広げるために適した材料で構成される。スキージ４０は、耐溶剤性のある弾性体で構成することが好適である。例えば、ウレタンゴム等が好適である。尚、スキージ４０の形状は、特に限定されないが、平スキージが好適である。

[0027] インク５０は、流動性のあるペース卜状の流体物である。インク５０には、２００℃以下の加熱により固化する加熱硬化タイプ、紫外線照射により固化する紫外線硬化タイプ、４００℃~ １０００℃程度の加熱で固化する焼成タイプ等が挙げられる。インク５０として特に好適なものは、溶剤にバインダ樹脂と導電性フイラーとを混合した加熱硬化タィプの導電性ベース トである。溶剤には、例えば、アルコール系、グリコールエーテル系、炭化水素系等の有機溶剤、又はこれらの混合溶剤などが用いられる。バインダ樹脂には、例えば、セルロース系樹脂、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、ウレタン

系樹脂、シリコーン系樹脂等、又はこれらの混合樹脂などが用いられる。導電性フイラーには、例えば、銀 (Ａｇ)、銅 (Ｃｕ)、ニッケル (Ｎｉ)等の金属粒子やカーボン、又はこれらの混合物などが用いられる。

[0028] 電極２０のスクリーン印刷工程では、印刷条件を決定する主要なパラメータとして、スキージ角度、スキージ速度、スキージ印圧、及びスクリーン版３０と光電変換部１１との距離であるクリアランスが挙げられる。

[0029] スキージ角度は、スキージ４０の進行方向に対して、スクリーン版３０とスキージ４０とがなす角度である。スキージ角度は、インク５０の吐出性に影響し、通常、角度が小さくなるほどインク５０の吐出量が多くなる。但し、スキージ角度を小さくし過ぎると、インク５０の掻き取り性が悪くなるため、５０°～８０°程度が好適であり、６０°～７０°程度が特に好適である。

スキージ速度は、スキージ４０を移動させる速度である。スキージ速度は、印刷解像性等の観点から、２０～２００ｍｍ/ｓｅｃ程度に設定することが好適である。

スキージ印圧は、スキージ４０に加える圧力である。スキージ印圧が低すぎるとインク５０の吐出量にばらつきが発生し易くなる。一方、スキージ印圧が高すぎると、インク５０の掻き取りが深くなりインク５０の転写量が大きく減少する。このため、スキージ印圧は、２～６ｋｇｆ/ｃｍ^{2}程度が好適であり、３～５ｋｇｆ/ｃ$_{m\,2}$程度が特に好適である。

クリアランスは、版離れに関するパラメータであり、良好な版離れ性、スクリーン張力の低下抑制等の観点から、枠３２の内寸の1/１０００～1/３００程度に設定することが好適である。

[0030] 電極２０のスクリーン印刷工程では、上記のように、インク５０を複数回に分けて受光面上に印刷する。そして、積層構造を有する電極２０を形成する。２層構造を有する電極２０の場合、２回の印刷工程が行なわれる。

[0031] １回目の印刷工程である第１印刷工程では、版厚ｔ$_{30}$が２０μｍ～４０μｍであるスクリーン版３０を用いて印刷を行なう。第１印刷工程は、インク５

0を光電変換部１１の受光面上に直接印刷する工程であり、この工程により第１導電層２３が印刷される。２回目の印刷工程である第２印刷工程では、例えば、第１印刷工程と同じスクリーン版３０を用いて印刷を行なう。第２印刷工程は、第１印刷工程で印刷された第１導電層２３上にインク５０を印刷する工程であり、この工程により第２導電層２４が印刷される。

[0032] 図５に示されるように、版厚t_{30}とは、メッシュ３１の厚みである紗厚t_{31}と、マスク材３３の厚みt_{33}（以下、乳剤厚t_{33}という）を足し合わせたスクリーン版３０の総厚である。版厚t_{30}を変更することにより、電極２０の厚みを調整することができ、他の条件が同じであれば版厚t_{30}が厚いほど電極２０の厚みは増加する。開口部３４の開口幅W_{34}は、電極２０の幅に応じて選定される。フィンガー２１の場合には、例えば、３０μｍ～１５０μｍの開口幅W_{34}とされ、バスバー２２の場合には、例えば、０．５ｍｍ～１．５ｍｍの開口幅W_{34}とされる。尚、t_{30}，t_{31}，t_{33}，W_{34}等の寸法は、特に断らない限り平均値を意味する。

[0033] 第１印刷工程では、版厚t_{30}が２０バm～４０バmであるスクリーン版３０を用いて、厚みt_{23}が５μｍ～３５μｍ、特に好ましくは１５μｍ～２５μｍの第１導電層２３を形成する。転写されるインク５０は、印刷条件によって変化する。そのため、第１導電層２３の厚みt_{23}は版厚t_{30}よりも薄くなる。

[0034] 第１印刷工程で使用するスクリーン版３０は、さらに、版厚t_{30}が２５バm～４０μｍであることが好ましく、２５μｍ～３８μｍであることが特に好ましい。第１印刷工程における版厚t_{30}がこの範囲内であれば、電極２０を薄肉化して導電性ペーストの使用量を十分に低減しながら、光電変換部１１と電極２０との接触抵抗を低く抑えることができる。

[0035] また、第１印刷工程で使用するスクリーン版３０は、乳剤厚t_{33}が１０バm以下であることが好ましい。紗厚t_{31}は、スクリーン版３０の耐久性等の観点から薄膜化に限界がある。このため、２０μｍ～４０μｍのような薄い版厚t_{30}は、主に乳剤厚t_{33}の薄膜化により実現できる。一方、乳剤厚t_{33}は、２トm以上であることが好ましい。乳剤厚t_{33}が２バm未満になると、厚みの制御

が難しくなり、乳剤厚t_{33}の均一性が損なわれる場合がある。つまり、第１印刷工程において、乳剤厚t_{33}は、２μｍ~ １０μｍが好ましい。特に好ましくは、２μ_ｍ~ ７μ_ｍである。

[0036] 尚、第２印刷工程では、第１印刷工程よりも版厚t_{30}が薄いスクリーン版３０を用いてもよいが、上記のように、生産性等の観点から第１印刷工程と同じスクリーン版３０を用いることが好適である。

[0037] 上記製造方法によれば、電極２０の厚みが薄いにも関わらず、抵抗損失が低く良好な曲線因子 (ＦＦ) を有する太陽電池１０が得られる。

通常は、電極２０の厚みを厚くするほど電極２０自体の抵抗を低減できると考えられる。このため従来では、スクリーン版３０の版厚t_{30}を４０μｍより大きくして、１回のスクリーン印刷で転写するインク５０の厚みを大きくすることが検討されてきた。しかしながら、このようにスクリーン版３０の版厚t_{30}を４０μｍより大きくしても、期待されるほど抵抗損失を改善することは困難であった。

そこで、上記製造方法では、スクリーン版３０の版厚t_{30}を４０μｍ以下と小さくした。通常、電極の厚みを薄くすると抵抗損失が高くなるが、スクリーン版３０の版厚t_{30}を２０μｍ~ ４０μｍと大幅に薄くしたことにより、光電変換部１１と電極２０との界面に印圧が伝わり易くなり、当該界面における接触抵抗が大きく低減する。つまり、転写されるインク５０の厚みが薄くなると、スキージ４０から加わる力がインク５０により吸収されず光電変換部１１まで伝達されて光電変換部１１と電極２０との密着性が向上する。また、第２印刷工程における印圧も光電変換部１１と電極２０との界面に伝わり易くなる。また、インク５０がテクスチャ構造の凹部に入り込み易くなる。

このため、上記製造方法により得られる太陽電池１０は、光電変換部１１と電極２０との接触抵抗が低く、電極２０の厚みを薄くして良好な光電変換効率を実現する。また、電極２０の厚みを薄くできることから、電極２０の熱膨張収縮に伴い光電変換部１１に加わるストレスを小さくでき、光電変換

部１１の薄型化を図ることもできる。

[0038] また、上記製造方法によれば、低抵抗損失を維持しながら、導電性ペーストの使用量を削減して製造コストを下げることができる。また、低抵抗損失を維持しながら、フィンガー２１をさらに細線化して遮光ロスを低減できる。尚、スクリーン印刷工程を複数回繰り返すことにより、電極２０の表面凹凸が低減されて、例えば、バスバー２２と配線材との接触抵抗を低減することができる。

実施例

[0039] 以下、実施例により本発明をさらに説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0040] < 実施例 1 >

評価用の光電変換部を以下の手順で作製する。尚、光電変換部は、全ての実施例・比較例で同じものを用いる。

まず、水酸化カリウム (ＫＯＨ) 水溶液を用いて (１００) 面を異方性エッチングし、受光面及び裏面にテクスチヤ構造を形成した清浄なｎ型単結晶シリコン基板 (以下、基板という) を準備する。続いて、当該基板を真空チャンバ内に設置し、ＣＶＤ (Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ) 法により、当該基板の裏面上にｉ型非晶質シリコン膜、η型非晶質シリコン膜を順に形成する。ｉ型非晶質シリコン膜の形成工程では、シランガス (SiH_4) を原料ガスとする。また、ｎ型非晶質シリコン膜の形成工程では、シラン (SiH_4) 、水素 (H_2) 、及びホスフィン (PH_3) を原料ガスとする。基板の受光面にも、ＣＶＤにより、ｉ型非晶質シリコン膜、ρ型非晶質シリコン膜を順に形成する。ρ型非晶質シリコン膜の形成工程では、PH_3の代わりに、ジボラン (B_2H_6) を原料ガスとする。

続いて、スパッタリング法により、η型非晶質シリコン膜上、及びρ型非晶質シリコン膜上に、酸化インジウムを主成分とするＴＣＯ (Ｔｒａｎｓρａｒｅｎｔ Ｃｏｎｄｕｃｔｉｖｅ Ｏｘｉｄｅ) 層を形成する。

こうして、ＴＣ０層/ ｉ型非晶質シリコン膜/ ｐ型非晶質シリコン膜/ 基

板/ ｉ型非晶質シリコン膜/ ｎ型非晶質シリコン膜/ ＴＣＯ層の層構造を有する光電変換部を作製した。

[0041] 次に、作製した光電変換部の受光面上に受光面電極を、光電変換部の裏面上に裏面電極をそれぞれ形成する。

受光面電極は、２本のバスバー、及びこれに直交する５０本のフィンガーとする。まず、以下に示すスクリーン版、スキージ、及び導電性ペーストを準備する。スクリーン印刷工程は、２回繰り返して行なう。第１・第２印刷工程では、同じスクリーン版、スキージ、及び導電性ペーストを使用し、以下に示す印刷条件も同じとする。続いて、仮乾燥工程 (１５０℃Ｘ１５分）により転写された導電性ペーストの溶剤の一部を除去する。

裏面電極は、２本のバスバー、及びこれに直交する２５０本のフィンガーとし、１回の印刷工程により形成する。スクリーン版の開口部のパターンが異なる以外は、受光面電極の第１印刷工程と同様にして裏面電極を印刷する。

その後、本乾燥工程 (２００℃Ｘ６０分）により転写された導電性ペーストの溶剤を除去し、バインダ樹脂を熱硬化させて、受光面電極及び裏面電極を形成する。

[スクリーン版・スキージ・導電性ペースト]

メッシュ ;４００メッシュ (ソフトカレンダー加工品）

マスク材 ;感光性乳剤

スキージ ;ポリウレタン製平スキージ (硬度７０度）

導電性ペースト ;銀粒子分散エポキシ樹脂

[印刷条件]

スキージ角度 ;７０°

スキージ速度 ;１ＯＯｍｍ／ｓｅｃ

スキージ印圧 ;４ｋｇｆ/ ｃｍ^2

クリアランス ;１．５ｍｍ

[0042] 作製した太陽電池について、第１導電層 (電極）の厚み、及び曲線因子 (

ＦＦ）の評価を行なった。評価結果は、受光面電極の印刷に使用したスクリーン版の寸法と共に表１に示した。尚、第１導電層の厚みの約２倍が電極の厚みである。

[0043] ＜実施例２～７、比較例１～３＞

受光面電極の印刷に使用したスクリーン版の寸法を表１に示すものに変更した以外は、実施例１と同様にして太陽電池の作製及び評価を行なった。尚、メッシュは、４００メッシュ（ハードカレンダー加工品）を用いた。

[0044] 表１〕

	版厚 (μm)	紗厚 (μm)	乳剤厚 (μm)	第１導電層の厚み (μm)	ＦＦ (改善率%)
実施例１	３８	３６	2	１６	０．１
実施例２	３０	２６	4	１９	０．２
実施例３	２８	２６	2	１５	０．２
実施例４	２８	２３	5	２０	０．３
実施例５	２８	１９	9	２１	０．４
実施例６	２５	１９	6	１６	０．１
実施例７	２５	１６	9	１９	０．３
比較例１	４８	２８	２０	２５	0
比較例２	４２	２８	１４	２０	－０．２
比較例３	１７	１６	1	—	—

[0045] 表１に示すように、各実施例の太陽電池は、比較例１～３の太陽電池と比べて、電極の厚みが薄いにも関わらず、高いＦＦを示した。この結果は、版厚２０μｍ～４０μｍ、乳剤厚を２μｍ～１０从ｍに設定したスクリーン版を用いた積層印刷によって、光電変換部と電極との密着性を向上させ接触抵抗を大幅に低減したことに起因する。

[0046] 版厚を１７μｍ、乳剤厚を１μｍに設定したスクリーン版を用いた場合（比較例３）では、電極の厚みのばらつきが大きく、安定した特性が得られなかった。

符号の説明

[0047] １０　太陽電池、１１　光電変換部、２０　受光面電極、２１，２１ａ，２１ｂ　フィンガー、２２　バスバー、２３　第１導電層、２４　第２導電層、３０　スクリーン版、３１　メッシュ、３２　枠、３３　マスク材、３

４　開口部、４０　スキージ、５０　インク。

請求の範囲

[請求項1] 光電変換部の主面上に電極を備えた太陽電池の製造方法であって、

前記電極の形状に対応した開口部を有する製版、及びスキージを用いて、前記電極の構成材を複数回に分けて前記主面上に印刷する工程を備え、

前記工程のうち少なくとも1回目の第1印刷工程では、版厚が20μm~40μmである前記製版を用いて前記構成材を印刷する太陽電池の製造方法。

[請求項2] 請求項1に記載の太陽電池の製造方法であって、

前記製版は、メッシュと、前記開口部を選択的に形成するマスク材とを含み、

前記第1印刷工程では、前記マスク材の厚みが10μm以下である前記製版を用いて前記構成材を印刷する。

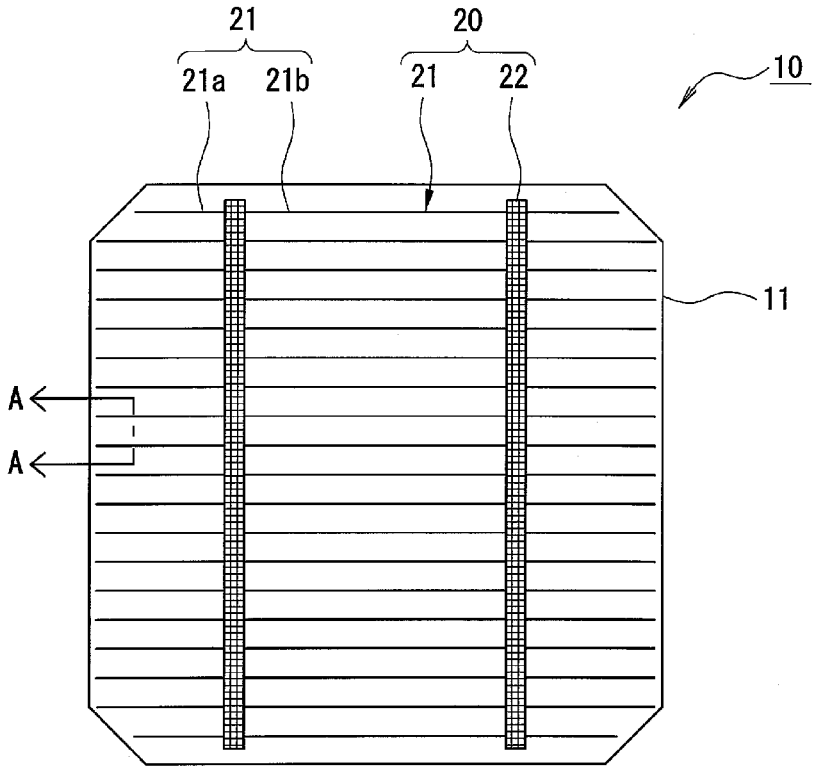
[請求項3] 請求項2に記載の太陽電池の製造方法であつて、

前記第1印刷工程では、前記マスク材の厚みが2μm以上である前記製版を用いて前記構成材を印刷する。

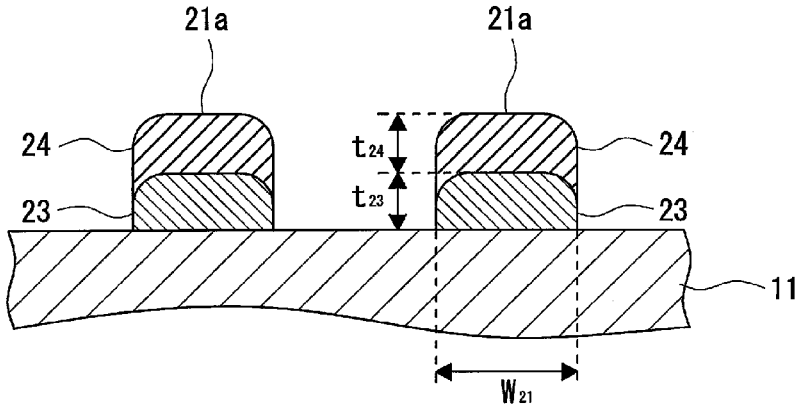
[請求項4] 請求項1~3のいずれか1項に記載の太陽電池の製造方法であって、

前記工程のうち2回目の第2印刷工程で用いる前記製版の前記版厚は、前記第1印刷工程で用いる前記製版の前記版厚以下である。

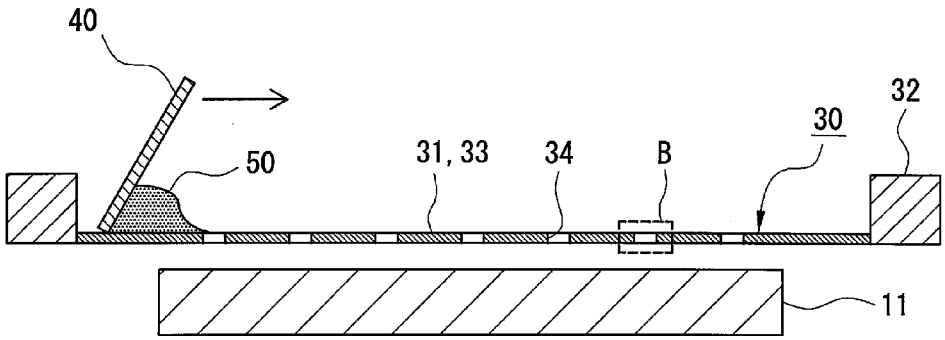
[図1]



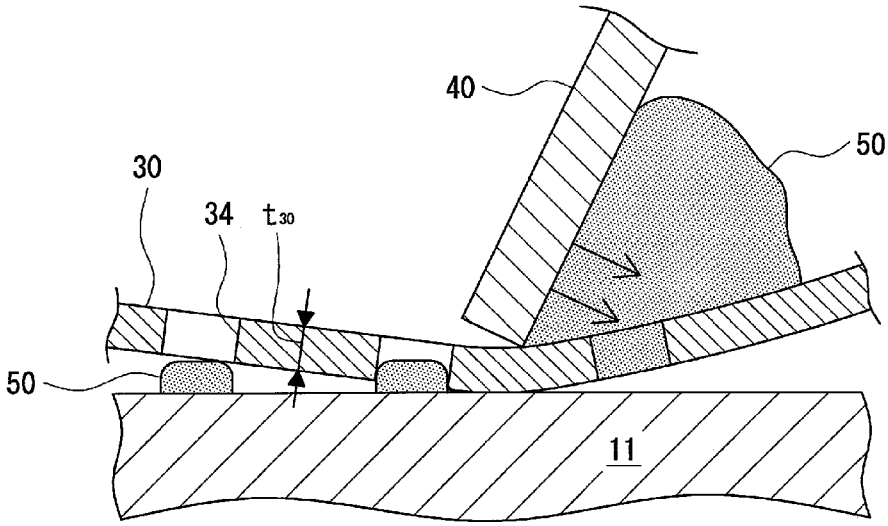
[図2]



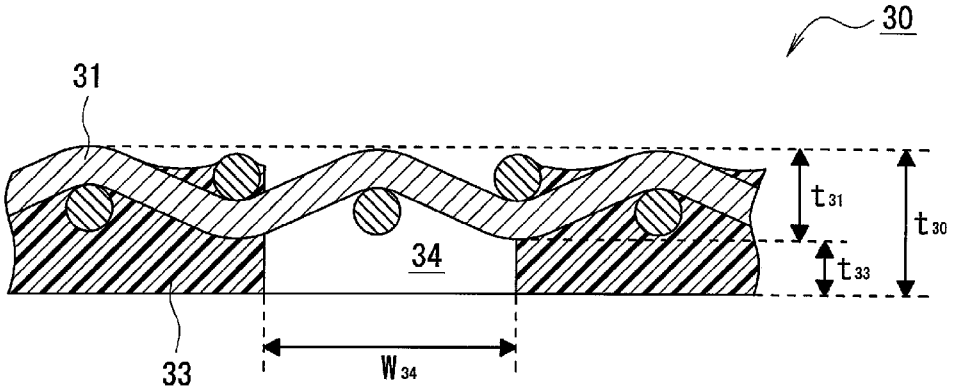
[図3]


40
50
31, 33
34
B
30
32
11

[図4]


40
50
30
34
t_{30}
50
11

[図5]


30
31
t_{31}
t_{30}
34
t_{33}
33
W_{34}

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/079649

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)
H01L31/04-31/078, B41N1/24, B41C1/14, H05K3/12

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 1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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
Y	JP 2011-194885 A (Kobelco Research Institute, Inc.), 06 October 2011 (06.10.2011), paragraphs [0072] to [0082] (Family: none)	1-4
Y	JP 04-189545 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 08 July 1992 (08.07.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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, exhibnion 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 tiie 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	Date of mailing of the international search report
26 January, 2012 (26.01.12)	07 February, 2012 (07.02.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/079649

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/060742 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 31 May 2007 (31.05.2007), entire text; all drawings & US 2008/0230118 A1 & EP 1955863 A1 & CN 101076452 A	1-4
A	JP 2007-214455 A (Sharp Corp.), 23 August 2007 (23.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2006-327122 A (Fuchigami Micro Co., Ltd.), 07 December 2006 (07.12.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2006-335045 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 14 December 2006 (14.12.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７９６４９

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 －31/078 , B41N1/24,　B41C1/14,　H05K3/12

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	１９２２－１９
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０

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
Ｙ	JP 2011-194885　A（株式会社コベルコ科研） 2011.10.06,　【００７２】－【００８２】 （ファミリーなし）	1-4

☑ 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	国際調査報告の発送日
２６．０１．２０１２	０７．０２．２０１２

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）　２Ｋ　４６４０
岡田　吉美
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
Y	JP 04-189545 A (大日本スクリーン製造株式会社) 1992. 07. 08, 全文全図 (ファミリーなし)	1-4
A	Wo 2007/060742 A1 (三菱電機株式会社) 2007. 05. 31, 全文全図 & US 2008/0230118 A1 & EP 1955863 A1 & CN 101076452 A	1-4
A	JP 2007-214455 A (シャープ株式会社) 2007. 08. 23, 全文全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-327122 A (株式会社渕上ミクロ) 2006. 12. 07, 全文全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-335045 A (株式会社村田製作所) 2006. 12. 14, 全文全図 (ファミリーなし)	1-4