

(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  
2012年6月14日(14.06.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/077568 A1

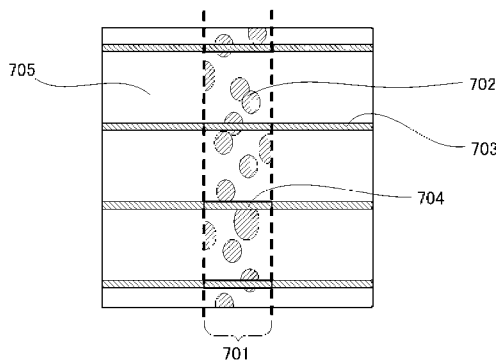
- (51) 国際特許分類:  
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/077787
- (22) 国際出願日: 2011年12月1日(01.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-271659 2010年12月6日(06.12.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 信越化学工業株式会社(Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目6番1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): 橋上 洋 (HASHIGAMI Hiroshi) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 石川直揮 (ISHIKAWA Naoki) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 渡部武紀 (WATABE Takenori) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 大塚寛之 (OTSUKA Hiroyuki) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 小島 隆司 (KOJIMA Takashi); 〒1040061 東京都中央区銀座二丁目16番12号 銀座大塚ビル2階 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),

[続葉有]

(54) Title: SOLAR CELL AND SOLAR-CELL MODULE

(54) 発明の名称: 太陽電池及び太陽電池モジュール

[図7]



(57) Abstract: A solar cell wherein a passivation film is formed on a crystalline silicon substrate that has at least a p-n junction, and an electrode is formed by printing and heat-treating a conductive paste. Said solar cell has: a first electrode comprising an extraction electrode, which extracts photogenerated carriers from the silicon substrate, formed so as to contact the silicon substrate; and a second electrode comprising a collector electrode, which collects the carriers collected at the extraction electrode, formed so as to contact the first electrode. Other than the point of contact between the first electrode and the second electrode, at least, the second electrode contacts the silicon substrate only partially or not at all. By leaving the passivation film between the collector electrode and the silicon, either completely or partially, the present invention reduces charge losses at electrode/silicon interfaces, improves the short-circuit current and open voltage, and yields a solar cell with improved characteristics. Furthermore, the process can be implemented using existing screen-printing technology or the like, which is extremely effective in reducing costs.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/077568 A1



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))

---

少なくとも p n 接合をもつ結晶シリコン基板上にパッシベーション膜が形成され、導電性ペーストの印刷と熱処理の工程を経て電極が形成される太陽電池において、光生成されたキャリアをシリコン基板から取出す取出し電極がシリコン基板に接触するように形成される第 1 電極と、前記第 1 電極で集められたキャリアを集める集電極が前記第 1 電極に接触するように形成される第 2 電極とを有し、前記第 2 電極とシリコン基板が、少なくとも第 1 電極と第 2 電極の接触点以外において部分的にしか又は全く接していない太陽電池に関するものであり、本発明によれば、集電極とシリコンの間にパッシベーション膜を完全又は部分的に残すことにより、電極／シリコン界面での電荷損失を低減させ、短絡電流、開放電圧が改善されて、太陽電池特性を向上させることができる。また、工程は従来のスクリーン印刷技術などで実現可能であり、コスト削減に極めて有効である。

## 明 細 書

発明の名称：太陽電池及び太陽電池モジュール

### 技術分野

[0001] 本発明は、安価で高効率な太陽電池及び太陽電池モジュールに関する。

### 背景技術

[0002] 単結晶や多結晶シリコン基板を用いた一般的な量産型太陽電池の概観を図1に示す。この太陽電池は、シリコン基板101に不純物を高濃度拡散して拡散層102を形成すると同時にpn接合が形成され、受光面の電極として、取出し電極104とよばれる数百～数十 $\mu\text{m}$ 幅の電極を多数有し、また、取出し電極を集約し太陽電池セルを連結するための電極として集電極105を数本有する。この電極の形成方法としては、コストの面からAg等の金属微粒子を有機バインダーに混ぜた金属ペーストをスクリーン版などを用いて印刷し、数百度で熱処理を行って基板と接着する方法が広く用いられている。また受光面の反対面には、受光面と逆極性となる裏面電極106が、Al等の金属微粒子を有機バインダーに混ぜた金属ペーストのスクリーン印刷と700～850 $^{\circ}\text{C}$ 程度での焼成により形成される。光が太陽電池に入射する領域にはより効率よく光を取り込むための反射防止膜103が形成されている。反射防止膜は化学気相堆積などで形成されるシリコン窒化膜などが広く用いられる。

[0003] 反射防止膜に用いる材料の更に重要な機能として、シリコン表面の終端化がある。結晶内部のシリコン原子は隣接する原子同士で共有結合し、安定な状態にある。しかしながら、原子配列の末端である表面では結合すべき隣接原子が不在となることで、未結合手又はダングリングボンドといわれる不安定なエネルギー準位が出現する。ダングリングボンドは電氣的に活性であるため、シリコン内部で光生成された電荷を捕らえて消滅させてしまい、太陽電池の特性が損なわれる。この損失を抑制するため、太陽電池では何らかの表面終端化処理を施してダングリングボンドを低減している。

[0004] 一方、金属とシリコンが接触する界面では、ダングリングボンドが終端化されず、キャリアの再結合速度が非常に大きいことが知られている。即ち、シリコン表面には光生成したキャリアを取り出すための電極を接触させる必要があるが、このシリコン／電極界面は太陽電池特性の大きな損失要素になっている。そのため、高効率太陽電池ではシリコンと電極の接触面積を最小限にする工夫が試みられている。具体的には、ナロー接触型やポイント接触型などの構造である。これらの構造を作る場合、フォトリソグラフィ（例えば、J. Knobloch, A. Noel, E. Schaffer, U. Schubert, F. J. Kamerewerd, S. Klusmann, W. Wetzling, Proc. the 23rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference, p. 271, 1993.）やエッチングペースト印刷によりパッシベーション膜を部分的に除去してシリコンを露出させ、その上から金属の蒸着又は印刷などを行う。また別の方法では、パッシベーション膜上に金属膜を形成し、その上からレーザー光を点状に照射することによって金属を加熱し、パッシベーション膜を貫通させることでシリコン／電極接触を形成する（例えば、S. W. Glunz, R. Preu, S. Schaefer, E. Schneiderlochner, W. Pfleging, R. Ludemann, G. Willeke, Proc. the 28th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, p. 168, 2000.）。

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、ナロー接触型やポイント接触型の形成は工程数のみならず、パターニングのためにレジスト材料やエッチングペーストなどが新たに必要になることからコスト高であり、パッシベーションの効果による利得を十分に得ることができない。またレーザーを使用する方法は装置が高価であり、また金属膜の形成に蒸着などの煩雑な工程が必要になるので、やはりコス

ト的メリットが低減されてしまう。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みなされたもので、電極／シリコン界面での電荷損失が少なく、短絡電流、開放電圧が改善されて、太陽電池特性の向上した、コスト的に安価に製造することができる太陽電池及び太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、上記目的を達成するため、下記太陽電池及び太陽電池モジュールを提供する。

[1] :

少なくとも p n 接合をもつ結晶シリコン基板上にパッシベーション膜が形成され、導電性ペーストの印刷と熱処理の工程を経て電極が形成される太陽電池において、光生成されたキャリアをシリコン基板から取出す取出し電極がシリコン基板に接触するように形成される第 1 電極と、前記第 1 電極で集められたキャリアを集める集電極が前記第 1 電極に接触するように形成される第 2 電極とを有し、前記第 2 電極とシリコン基板が、少なくとも第 1 電極と第 2 電極の接触点以外において部分的にしか又は全く接していないことを特徴とする太陽電池。

[2] :

前記第 1 電極と前記第 2 電極が接触する部分の面積を除いた第 2 電極とシリコン基板の非接触部の面積割合が、第 2 電極の幅と総延長で決まる面積から第 1 電極と該第 2 電極が接触する部分の面積を除いた面積に対して 20% 以上である [1] 記載の太陽電池。

[3] :

前記第 1 電極は、第 2 電極と部分的に接触しているか、又は全体が重なり合っている [1] 又は [2] 記載の太陽電池。

[4] :

前記第 1 電極は、B、Al、Ga、P、As、In、Sb の単体又は化合物を含有する導電性ペーストで形成され、前記シリコン基板の該電極下部分

に該元素が高濃度に拡散された領域を有する [1] ~ [3] のいずれかに記載の太陽電池。

[5] :

前記パッシベーション膜は、酸化シリコン、窒化シリコン、炭化シリコン、酸化アルミニウム、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、酸化チタンのいずれか又はその組み合わせからなる [1] ~ [4] のいずれかに記載の太陽電池。

[6] :

前記第1電極と前記第2電極の組み合わせでなる集電極が、太陽電池の受光面又は非受光面あるいはその両方に形成されている [1] ~ [5] のいずれかに記載の太陽電池。

[7] :

[1] ~ [6] のいずれかに記載の太陽電池を電氣的に接続してなることを特徴とする太陽電池モジュール。

### 発明の効果

[0008] 集電極とシリコンの間にパッシベーション膜を完全又は部分的に残すことにより、電極／シリコン界面での電荷損失を低減させ、短絡電流、開放電圧が改善されて、太陽電池特性を向上させることができる。また、工程は従来のスクリーン印刷技術などで実現可能であり、コスト削減に極めて有効である。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]従来技術による、一般的な太陽電池の構造を示した概略斜視図である。  
[図2]本発明に係る、一般的な太陽電池の構造の一例を示した概略斜視図である。  
[図3]本発明に係る、一般的な太陽電池の構造の他の例を示した概略斜視図である。  
[図4] (a) ~ (c) はそれぞれ本発明の電極形成に用いる印刷製版の例を示した平面図で、(a) は取出し電極のみのパターン、(b) は集電極のみの

パターン、(c)は取出し電極と集電極の両方がパターンニングされた例を示す。

[図5]本発明に係る、太陽電池特性への影響を示したグラフである。

[図6]本発明に係る、ガラスフリット添加量の影響を示したグラフである。

[図7]本発明に係る、電極下におけるパッシベーション面積を説明した図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 図2は、本発明の一実施例を示す太陽電池であり、この太陽電池は、シリコン基板201に不純物を高濃度拡散して拡散層202を形成すると同時にpn接合が形成され、これによって少なくともpn接合をもつシリコン基板201上にパッシベーション膜203が形成され、導電性ペーストの印刷と熱処理の工程を経て電極が形成される太陽電池であって、光生成されたキャリアをシリコン基板から取出す取出し電極がシリコン基板に接触するように形成される第1電極204と、第1電極204で集められたキャリアを集める集電極が第1電極204に接触するように形成される第2電極205とを有し、少なくとも第2電極205と高濃度拡散層202が、第1電極204と第2電極205の接触点以外において部分的にしか又は全く接していないことで、第2電極205下におけるシリコン表面パッシベーションが可能となる。なお、206は裏面電極である。

[0011] この場合、前記第1電極と前記第2電極が接触する部分の面積を除いた第2電極とシリコン基板の非接触部の面積割合が、第2電極の幅と総延長で決まる面積から第1電極と該第2電極が接触する部分の面積を除いた面積に対して20%以上、特に40~100%であることが好ましい。

[0012] また、前記第2電極は、前記第1電極に用いる導電性ペーストのガラスフリット含有割合よりも少ないガラスフリット含有量の導電性ペーストで形成されることが好ましく、前記第2電極は、ガラスフリット含有量が少なくとも2質量%以下、好ましくは1質量%以下である導電性ペーストで形成されることが好ましく、0質量%でもよい。

この場合、第1電極に用いる導電性ペーストのガラスフリット含有量は、8～20質量%、特に8～10質量%とすることが好ましい。8質量%より少ないと高濃度拡散層との接触が不十分になり、電気抵抗が増加して太陽電池の特性が低下することがある。また20質量%より多いと電氣的に絶縁物であるガラス成分が過剰になり、電極自体の導電率が低下したり、電極と高濃度拡散層の間にガラス成分が過剰に入り込んだりして電気抵抗が増加して太陽電池の特性が低下することがある。

[0013] 図2の太陽電池は、第1電極204が第2電極205と部分的に接触されているものであるが、図3に示すように、第1電極304全体を第2電極305と重なり合うように形成することができる。なお、図3において、301はシリコン基板、302は高濃度拡散層、303はパッシベーション膜であり、306は裏面電極である。

[0014] 前記第1電極は、B、Al、Ga、P、As、In、Sbの単体又は化合物を含有する導電性ペーストで形成され、前記シリコン基板の該電極下部分に該元素が高濃度に拡散された領域を有することが好ましい。

[0015] 前記第2電極の導電率は前記第1電極の導電率よりも高いことが好ましい。

[0016] なお、前記パッシベーション膜は、酸化シリコン、窒化シリコン、炭化シリコン、酸化アルミニウム、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、酸化チタンのいずれか又はその組み合わせからなることが好ましい。

[0017] 前記第1電極と前記第2電極の組み合わせでなる集電極が、太陽電池の受光面又は非受光面あるいはその両方に形成されていることが好ましい。

[0018] 本発明の太陽電池の作製方法の一例を以下に述べる。但し、本発明はこの方法で作製された太陽電池に限られるものではない。

[0019] 高純度シリコンにBあるいはGaのようなIII族元素をドーピングし、抵抗率 $0.1 \sim 5 \Omega \cdot \text{cm}$ としたアズカット単結晶{100} p型シリコン基板表面のスライスダメージを、濃度5～60質量%の水酸化ナトリウムや水酸化カリウムのような高濃度のアルカリ、もしくは、フッ酸と硝酸の混酸など

を用いてエッチングする。単結晶シリコン基板は、CZ法、FZ法いずれの方法によって作製されてもよい。また、高純度シリコンにPあるいはSbのようなV族元素をドーピングし、抵抗率 $0.1 \sim 5 \Omega \cdot \text{cm}$ とした単結晶{100} n型シリコン基板を用いても良い。さらに単結晶シリコンに限らず、キャスト法やリボン成長法などで得られる多結晶シリコン基板を用いることもできる。

[0020] 引き続き、基板表面にテクスチャとよばれる微小な凹凸形成を行う。テクスチャは太陽電池の反射率を低下させるための有効な方法である。テクスチャは、加熱した水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、炭酸カリウム、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド等のアルカリ溶液（濃度 $1 \sim 10$ 質量%、温度 $60 \sim 100^\circ\text{C}$ ）中に $10 \sim 30$ 分程度浸漬することで容易に作製される。上記溶液中に、所定量の2-プロパノールを溶解させ、反応を制御することが多い。

[0021] テクスチャ形成後、塩酸、硫酸、硝酸、フッ酸など、もしくはこれらの混合液の酸性水溶液中で洗浄する。コスト的及び特性的観点から、塩酸中での洗浄が好ましい。清浄度を向上するため、塩酸溶液中に、 $0.5 \sim 5$ 質量%の過酸化水素を混合させ、 $60 \sim 90^\circ\text{C}$ に加熱して洗浄してもよい。

[0022] この基板の上に、オキシ塩化リンを用いた気相拡散法により高濃度拡散層を形成する。一方、n型基板を使用する場合の高濃度拡散層は、臭化ホウ素の気相拡散などにより形成する。一般的なシリコン太陽電池は、pn接合を受光面にのみ形成する必要があり、これを達成するために基板同士を2枚重ね合わせた状態で拡散したり、片面の拡散層をアルカリ水溶液などでエッチングしたりして、裏面にpn接合ができないような工夫を施す必要がある。拡散後、表面にできたガラスをフッ酸などで除去する。

[0023] 次に、受光面の反射防止・パッシベーション膜を形成する。成膜には化学気相堆積装置を用い窒化シリコン膜などを約 $100 \text{ nm}$ 程度成膜する。反応ガスとして、モノシラン ( $\text{SiH}_4$ ) 及びアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) を混合して用いることが多いが、 $\text{NH}_3$ の代わりに窒素を用いることも可能であり、また、 $\text{H}_2$

ガスによる成膜種の希釈やプロセス圧力の調整、反応ガスの希釈を行い、所望の屈折率を実現する。窒化シリコンに限らず、熱処理や原子層堆積などの方法による酸化シリコン、炭化シリコン、酸化アルミニウム、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、酸化チタンなどを替わりに用いてもよい。

[0024] パッシベーション膜は、窒化シリコン膜に限られず、上述したように、酸化シリコン、炭化シリコン、酸化アルミニウム、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、酸化チタン等やこれらの組み合わせでもよく、これらは常法によって成膜し得る。

[0025] 次に、上記基板の受光面に、第1電極に該当する取出し電極のみを図4(a)に示すようなパターンニングの製版でスクリーン印刷する。Ag粉末とガラスフリットを有機バインダーと混合したAgペーストを印刷し、その後、熱処理によりシリコン窒化膜等のパッシベーション膜にAg粉末を貫通させ、電極とシリコンを導通させる。なお、図4中、401は第1電極印刷パターンであり、402は第2電極印刷パターンである。

[0026] 第1電極とシリコン基板のオーミック接触をより低抵抗にして太陽電池の曲線因子を高めるためには、第1電極下のシリコン基板に高濃度の不純物拡散層を形成するとよい。第1電極用導電性ペーストにB、Al、Ga、P、As、In、Sbの単体又は化合物を予め添加しておくことで、電極印刷後の焼成と同時にシリコン基板に高濃度拡散層を形成することが可能である。導電性ペーストへの不純物添加量は、導電性ペーストの組成により異なるが、金属とシリコンの仕事関数の関係から、一般的にはシリコン基板に形成される高濃度不純物拡散層における最大不純物濃度が $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、好ましくは $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上になるように調整するのがよい。なお、その上限は $2 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$ である。

[0027] 第1電極を形成した上に、第2電極に該当する集電極をスクリーン印刷する。第2電極の製版は、図4(b)に示すような集電極のみのパターンでもよいし、図4(c)のように取出し電極と集電極両方のパターンニングがされているものを使い、第1電極を重ね塗りしてもよい。後者の場合において、

第2電極の導電率を第1電極の導電率より高くすることにより、電極の抵抗損を低減させ、太陽電池の特性を更に改善することが可能である。

[0028] 第2電極用Agペーストには、第1電極形成領域以外のパッシベーション膜を残すため、第1電極用Agペーストに比べてパッシベーション膜の貫通性能が低くなるように添加物を調整したものを使う。

[0029] 導電性ペーストのパッシベーション膜貫通性能は、導電性ペースト中のガラスフリット含有量により制御が可能である。ガラスフリットには、B-Pb-O系、B-Si-Pb-O系、B-Si-Pb-Al-O系、B-Si-Bi-Pb-O系、B-Si-Zn-O系等のガラス材料を用いるのが好ましい。

[0030] 裏面電極は、Al粉末を有機物バインダーで混合したペーストをスクリーン印刷して形成する。印刷後、5～30分間、700～850℃の温度で焼成して、裏面電極と第2電極が形成される。裏面電極及び受光面電極の焼成は一度に行うことも可能である。また各面の電極を形成する順番は入れ替えてもよい。

また、電極の形成方法は、スクリーン印刷に限らず、ディスペンサーやエアゾル堆積などの方法でも可能である。

## 実施例

[0031] 以下、実験例と実施例及び比較例を示し、本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に制限されるものではない。

[0032] [実験例]

<第2電極下パッシベーション膜面積及び導電性ペーストのガラスフリット含有量の検討>

第2電極下に残るパッシベーション膜の面積（即ち、該電極とシリコンの非接触面積）と太陽電池特性の関係を調べた。

Ag粉末と有機バインダーとB-Pb-O系ガラスフリットとを混合して作製したペーストを、高濃度拡散層とその上にシリコン窒化膜（パッシベーション膜）を100nm形成したシリコン基板上へ印刷し、焼成を行った。

このようにしてできた太陽電池セルから全ての電極を王水で溶解し、電極形成領域をダイシングで切り出し、評価試料とした。該試料両面にプローブを当て、受光面にエアマス 1.5 の擬似太陽光を照射し、開放電圧を測定した。

[0033] 図 5 は、電極下に残るパッシベーション膜の面積割合と開放電圧との関係を示す。該パッシベーション膜面積割合は導電性ペースト条件毎に 6 サンプルの平均値とし、開放電圧は平均値及び最大値と最小値をプロットした。

図 5 に示すように、電極下パッシベーション面積が 20% の付近から開放電圧の上昇率は鈍化し、40% 以上ではほぼ飽和した。この結果から、第 2 電極下パッシベーション面積は、該電極面積に対して 20% 以上、好ましくは 40% 以上であることが好ましいといえる。

[0034] 図 6 は、上記検討に用いた Ag ペーストのガラスフリット含有量を横軸にとり、第 2 電極下に残るパッシベーション膜の面積割合を縦軸に示す。第 2 電極下パッシベーション面積が 20% 及び 40% となる Ag ペーストのガラスフリット含有量はそれぞれ約 2 質量% 及び 1 質量% であった。

[0035] なお、上記第 2 電極下におけるパッシベーション面積は、図 7 で説明される。

図 7 は、上記電極溶解後の太陽電池セルにおける第 2 電極形成領域の試料表面を模式的に示す。該パッシベーション面積は、第 2 電極形成領域 701 の内側において、第 1 電極と第 2 電極が重なる部分 704 を除いた面積（正味第 2 電極面積）から第 2 電極がパッシベーション膜 705 を貫通した部分 702 の総面積を引いた面積で定義される。

パッシベーション面積割合はパッシベーション面積と正味第 2 電極面積の比である。パッシベーション面積の測定は、デジタル撮像機による表面画像取得と、その画像処理などで可能である。

[0036] [実施例、比較例]

本発明の有効性を確認するため、比較例として一般的な電極構造の太陽電池と、本発明の電極構造の太陽電池の発電性能比較を行った。

拡散厚さ250 $\mu$ m、比抵抗1 $\Omega$ ·cmの、ポロンドープ{100}p型アズカットシリコン基板100枚に対し、熱濃水酸化カリウム水溶液によりダメージ層を除去後、水酸化カリウム/2-プロパノール水溶液中に浸漬し、テクスチャ形成を行い、引き続き塩酸/過酸化水素混合溶液中で洗浄を行った。次に、オキシ塩化リン雰囲気下、870 $^{\circ}$ Cで裏面同士を重ねた状態で熱処理し、pn接合を形成した。拡散後、フッ酸にてリンガラスを除去し、純水洗浄の後、乾燥させた。

以上の処理の後、プラズマCVD装置を用いてシリコン窒化膜を受光面反射防止・パッシベーション膜として試料全面に形成した。

ここで、上記基板を50枚ずつAとBに分けて受光面の電極印刷を行った。Aには、第1電極と第2電極が同一スクリーンにパターニングされた製版(図4(c))を使用し、第1電極と第2電極を同時に1回印刷し、乾燥した。Bには、第1電極のみがスクリーンにパターニングされた製版(図4(a))を使用し、第1電極のみを印刷し、乾燥した。AとBで使用したAgペーストは同一のもので、B-Si-Bi-Pb-O系ガラスフリットを3質量%添加し、更に高濃度拡散層形成のためリン化合物を3質量%添加したものをを用いた。

[0037] 次に、全基板の裏側全面にAペーストをスクリーン印刷し、乾燥した。

この後、780 $^{\circ}$ Cの焼成を空気雰囲気下に行い、Ag電極にシリコン窒化膜を貫通させてシリコンと導通させると同時に、基板裏面のA電極をシリコンと導通させた。Aは電極全面がシリコンと導通し、電極とシリコンの非接触面積が0%であった。一方、Bには第2電極を形成するため、図4(c)の製版を使用し、第1電極と重なり合うように形成した。第2電極とシリコンの非接触面積が80%になるようにガラスフリット添加量を調整し、かつ第1電極より高い導電率を持つように調合されたAgペーストをスクリーン印刷で塗付後、750 $^{\circ}$ Cの熱処理を空気雰囲気下で行い硬化させた。

AはBと熱履歴を同じくするため、Bと同じ焼成炉において空気雰囲気下で750 $^{\circ}$ Cの熱処理を行った。

A、B両者の太陽電池セルを、エアマス1.5の擬似太陽光を用いた電流電圧測定機で特性測定を行ったところ、表1に示すように、本発明を実施したBの特性がAの特性を優越する結果が得られた。

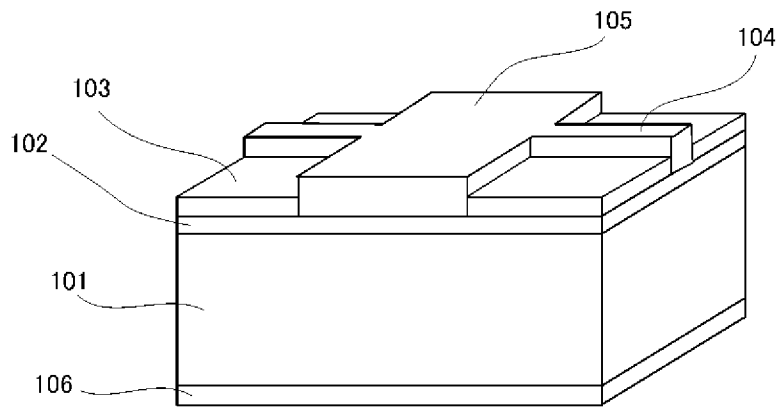
[0038] [表1]

	短絡電流 [mA/cm <sup>2</sup> ]	開放電圧 [V]
A(従来)	36.0	0.622
B(本発明)	36.2	0.629

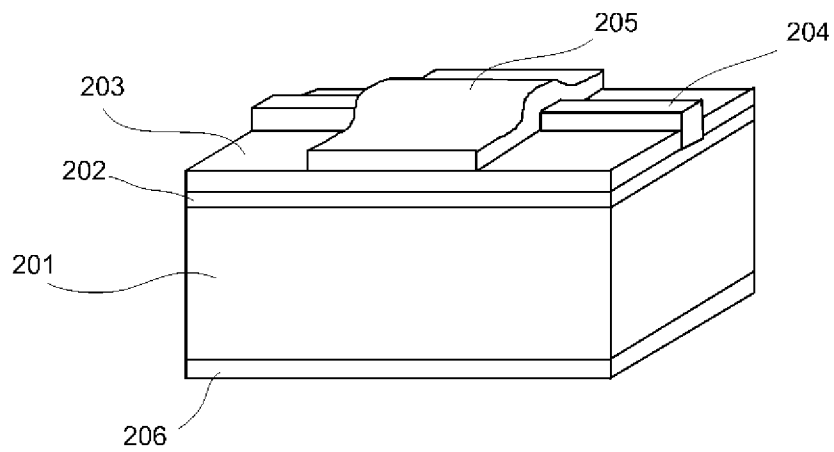
## 請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも p n 接合をもつ結晶シリコン基板上にパッシベーション膜が形成され、導電性ペーストの印刷と熱処理の工程を経て電極が形成される太陽電池において、光生成されたキャリアをシリコン基板から取出す取出し電極がシリコン基板に接触するように形成される第 1 電極と、前記第 1 電極で集められたキャリアを集める集電極が前記第 1 電極に接触するように形成される第 2 電極とを有し、前記第 2 電極とシリコン基板が、少なくとも第 1 電極と第 2 電極の接触点以外において部分的にしか又は全く接していないことを特徴とする太陽電池。
- [請求項2] 前記第 1 電極と前記第 2 電極が接触する部分の面積を除いた第 2 電極とシリコン基板の非接触部の面積割合が、第 2 電極の幅と総延長で決まる面積から第 1 電極と該第 2 電極が接触する部分の面積を除いた面積に対して 20%以上である請求項 1 記載の太陽電池。
- [請求項3] 前記第 1 電極は、第 2 電極と部分的に接触しているか、又は全体が重なり合っている請求項 1 又は 2 記載の太陽電池。
- [請求項4] 前記第 1 電極は、B、Al、Ga、P、As、In、Sbの単体又は化合物を含有する導電性ペーストで形成され、前記シリコン基板の該電極下部分に該元素が高濃度に拡散された領域を有する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の太陽電池。
- [請求項5] 前記パッシベーション膜は、酸化シリコン、窒化シリコン、炭化シリコン、酸化アルミニウム、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、酸化チタンのいずれか又はその組み合わせからなる請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の太陽電池。
- [請求項6] 前記第 1 電極と前記第 2 電極の組み合わせでなる集電極が、太陽電池の受光面又は非受光面あるいはその両方に形成されている請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の太陽電池。
- [請求項7] 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の太陽電池を電氣的に接続してなることを特徴とする太陽電池モジュール。

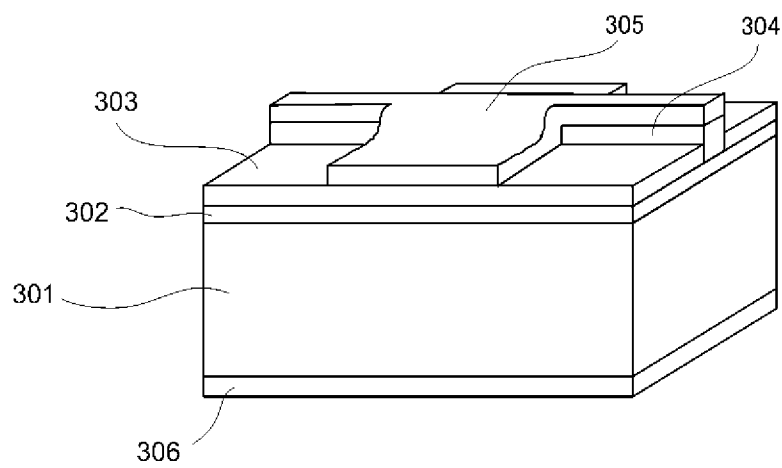
[図1]



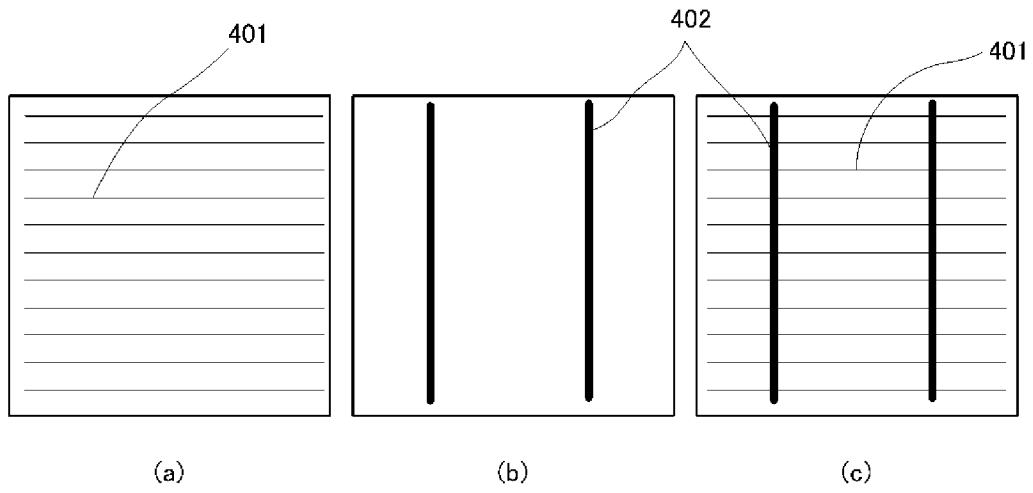
[図2]



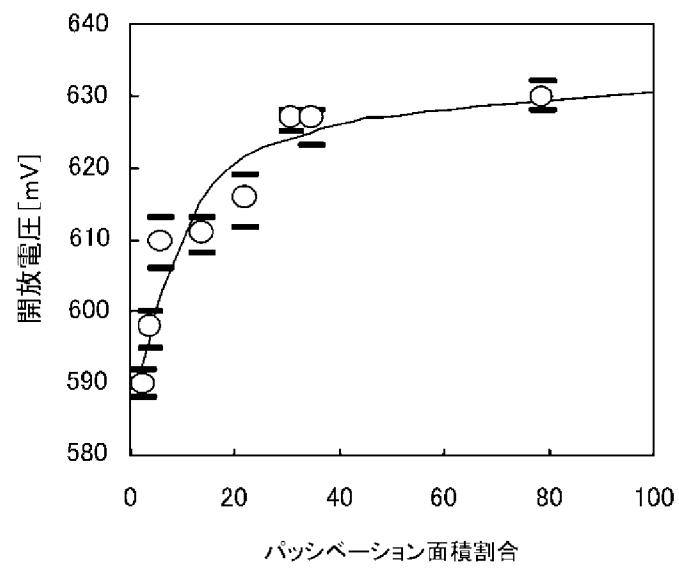
[図3]



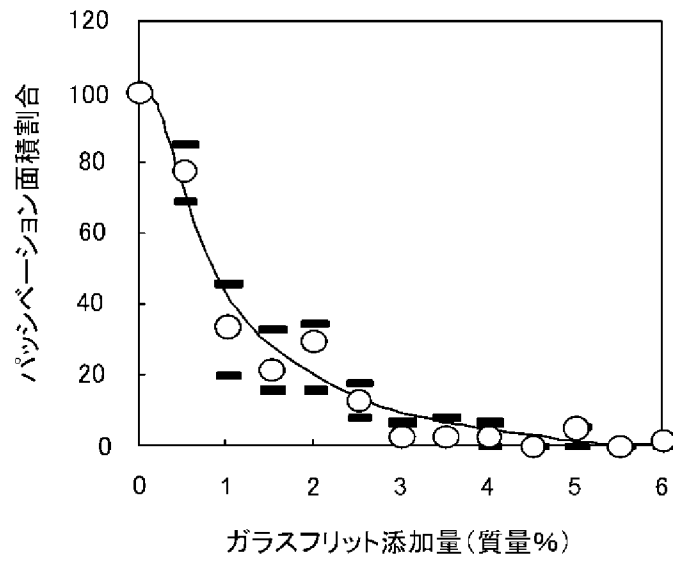
[図4]



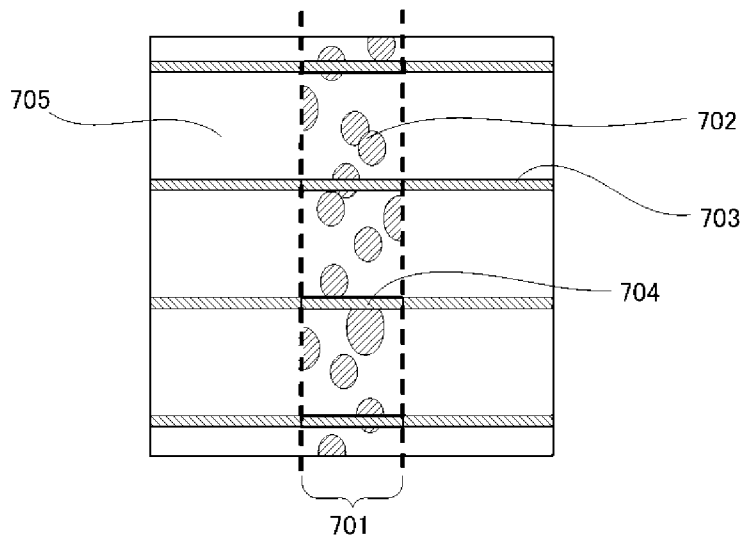
[図5]



[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/077787

**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

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X Y	JP 2009-295715 A (Sharp Corp.), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-3, 5-7 4
Y	WO 2009/128679 A2 (LG ELECTRONICS INC.), 17 April 2009 (17.04.2009), paragraphs [45] to [60] & JP 2011-512041 A & US 2009/0260684 A1 & EP 2266143 A2 & KR 10-2009-0110022 A & CN 101884115 A	4
Y	JP 2006-156693 A (Kyocera Corp.), 15 June 2006 (15.06.2006), paragraphs [0075] to [0077], [0088] to [0092]; fig. 1 (Family: none)	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, 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  
26 December, 2011 (26.12.11)

Date of mailing of the international search report  
10 January, 2012 (10.01.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077787

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 2007-96040 A (Sharp Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraphs [0002] to [0059]; fig. 1 to 3 (Family: none)	4
Y	JP 2004-273826 A (Sharp Corp.), 30 September 2004 (30.09.2004), paragraphs [0017] to [0025]; fig. 1 to 5 (Family: none)	4
Y	JP 11-512886 A (Ebara Solar, Inc.), 02 November 1999 (02.11.1999), page 10, line 7 to page 14, line 9; fig. 1 to 6 & US 5928438 A & WO 1997/013280 A1 & CN 1198841 A	4

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

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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
X	JP 2009-295715 A (シャープ株式会社) 2009.12.17, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3, 5-7
Y		4
Y	WO 2009/128679 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 2009.04.17, 段落[45] - [60] & JP 2011-512041 A & US 2009/0260684 A1 & EP 2266143 A2 & KR 10-2009-0110022 A & CN 101884115 A	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

26.12.2011

国際調査報告の発送日

10.01.2012

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)

佐藤 俊彦

2K

4753

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 2006-156693 A (京セラ株式会社) 2006.06.15, 段落【0075】－【0077】, 【0088】－【0092】, 図1 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2007-96040 A (シャープ株式会社) 2007.04.12, 段落【0002】－【0059】, 図1-3 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2004-273826 A (シャープ株式会社) 2004.09.30, 段落【0017】－【0025】, 図1-5 (ファミリーなし)]	4
Y	JP 11-512886 A (エバラ・ソーラー・インコーポレーテッド) 1999.11.02, 第10頁第7行－第14頁第9行, 第1-6図 & US 5928438 A & WO 1997/013280 A1 & CN 1198841 A	4