

(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
2020年9月17日(17.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/184705 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/068 (2012.01)
H01L 31/0224 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011062

(22) 国際出願日: 2020年3月13日(13.03.2020)

(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 2019-045735 2019年3月13日(13.03.2019) JP

(71) 出願人: 東洋アルミニウム株式会社(TOYO ALUMINIUM KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5410056 大阪府大阪市中央区久太郎町三丁目6番8号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 鈴木 紹太(SUZUKI, Shota); 〒5410056
大阪府大阪市中央区久太郎町三丁目6番8号 東洋アルミニウム株式会社内 Osaka (JP). ダムリン マルワン(DHAMRIN, Marwan); 〒5410056
大阪府大阪市中央区久太郎町三丁目6番8号 東

洋アルミニウム株式会社内 Osaka (JP). 山口 昇(YAMAGUCHI, Noboru); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 鈴木 英夫(SUZUKI, Hideo); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

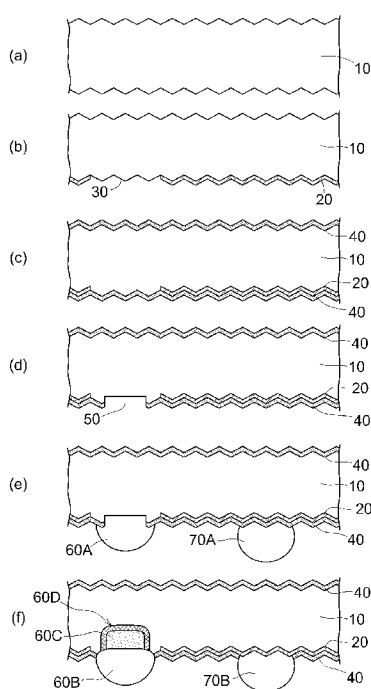
(74) 代理人: 特許業務法人三枝国際特許事務所(SAEGUSA & PARTNERS); 〒5410045 大阪府大阪市中央区道修町1-7-1 北浜コニシビル Osaka (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING BACK CONTACT-TYPE SOLAR CELL

(54) 発明の名称: バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法

[図1]



(57) Abstract: The present invention provides a method for manufacturing a back contact-type solar cell that can be carried out with a smaller number of processes than in conventional manufacturing methods. The present invention is a method for manufacturing a back contact-type solar cell, wherein the method has, in sequence: a step (A) for partially forming a n^+ layer (20) by ion injection and activation annealing using a mechanical hard mask on the reverse surface of a crystalline silicon substrate (10); a step (B) for forming a passivation film (40) on both surfaces of the crystalline silicon substrate (10) having the n^+ layer (20) obtained in step (A); and a step (C) for removing a part or all of the region, of the passivation film (40) formed on the reverse surface side of the crystalline silicon substrate (10), that directly covers the crystalline silicon substrate (10), and forming one or more aluminum electrodes (60B) on the exposed crystalline silicon substrate (50).

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 従来の製造方法よりも少ない工程数で実施可能な、バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法を提供する。本発明は、バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法であって、結晶シリコン基板(10)の裏面にメカニカルハードマスクを用いたイオン注入法及び活性化アニールにより n^+ 層(20)を部分的に形成する工程(A)、前記工程(A)で得られた、前記 n^+ 層(20)を有する前記結晶シリコン基板(10)の両面にパッシベーション膜(40)を形成する工程(B)、及び前記結晶シリコン基板(10)の裏面側に形成された前記パッシベーション膜(40)のうち前記結晶シリコン基板(10)を直接被覆している領域の一部又は全部を除去し、露出した前記結晶シリコン基板(50)に1つ又は複数のアルミニウム電極(60B)を形成する工程(C)、を順に有する。

明 細 書

発明の名称：バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、高変換効率の結晶系太陽電池として、バックコンタクト型太陽電池（IBC：Interdigitated Back Contact）と呼ばれる、結晶シリコン基板の裏面に n^+ 拡散層と p^+ 拡散層とを設け、その表面上に裏面電極を形成した構造のセルの開発が盛んに行われている。

[0003] 通常のシリコン太陽電池構造では、太陽電池受光面（主面）側の電極と裏面側の電極とが設けられる。このように、受光面（主面）側に電極を形成する場合、電極における太陽光の反射及び吸収があることから、電極の面積分だけ入射する太陽光の量が減少してしまう。一方、バックコンタクト型太陽電池においては、裏面側に配線を集約することにより配線抵抗が低減され、電力ロスを減らすことができるばかりではなく、受光面に電極を設ける必要がないことから、受光面を広くし、多くの光を取り込むことが可能である。

[0004] こうしたバックコンタクト型太陽電池において、結晶シリコン基板の受光面の表面にテクスチャエッチングや剥離樹脂により凹凸形状を形成し、結晶シリコン基板の全面に接するように誘電体層を形成し、更に絶縁層を形成し、併せて結晶シリコン基板の裏面に n^+ 層と p^+ 層とを形成するためにパターンニングとエッチングとを繰り返すことにより、 p 電極と n 電極間の短絡が低減された太陽電池が開示されている（例えば特許文献1）。

[0005] しかしながら、特許文献1の技術では、 n^+ 層と p^+ 層とを形成するためにパターンニングとエッチングとを繰り返す必要があり、製造工程が多くなってしまう。また、剥離樹脂の印刷、硬化及び剥離に起因する粘着剤が残留するリスクが高く、残留物の洗浄処理に時間を要する。更に、 n^+ 層及び p^+ 層の形成には蒸着法又はスパッタ法が用いられるが、かかる方法も長い処理時間

を要する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2016-171095号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記のような事情に鑑み、本発明は、従来の製造方法よりも少ない工程数で実施可能な、バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法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

[0008] 本発明者らは上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、メカニカルハードマスクを用いたイオン注入法を利用する特定の工程を有する製造方法によれば、従来の製造方法よりも少ない工程数でバックコンタクト型太陽電池セルを製造できることを見出した。本発明者らは、かかる知見に基づき更に研究を重ね、本発明を完成するに至った。

[0009] すなわち、本発明は以下のバックコンタクト型太陽電池セルの製造方法に関する。

1. バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法であって、

結晶シリコン基板の裏面にメカニカルハードマスクを用いたイオン注入法及び活性化アニールにより n^+ 層を部分的に形成する工程（A）、

前記工程（A）で得られた、前記 n^+ 層を有する前記結晶シリコン基板の両面にパッシベーション膜を形成する工程（B）、及び

前記結晶シリコン基板の裏面側に形成された前記パッシベーション膜のうち前記結晶シリコン基板を直接被覆している領域の一部又は全部を除去し、露出した前記結晶シリコン基板に1つ又は複数のアルミニウム電極を形成する工程（C）、

を順に有することを特徴とする、バックコンタクト型太陽電池セルの製造方

法。

2. 前記工程（B）の後に、前記結晶シリコン基板の裏面側に形成された前記パッシベーション膜のうち前記結晶シリコン基板を前記 n^+ 層を介して被覆している領域の一部を除去し、露出した前記 n^+ 層に1つ又は複数の銀電極を形成する工程（C'）を有し、

前記工程（C）及び前記工程（C'）は順不同である、上記項1に記載の製造方法。

3. 前記工程（C'）において、前記銀電極に代えて銅電極又はアルミニウム合金電極を形成する、上記項2に記載の製造方法。

4. 前記アルミニウム電極は、アルミニウム粉末100質量部に対して有機ビヒクル2～20質量部及びガラスフリット0.15～1.5質量部を含有するアルミニウムペーストの塗膜を650～900℃で焼成することにより形成する、上記項1～3のいずれかに記載の製造方法。

5. 前記結晶シリコン基板の裏面側において、前記アルミニウム電極と前記銀電極とが交互に配置されるように形成する、上記項2に記載の製造方法。

発明の効果

[0010] 本発明のバックコンタクト型太陽電池セルの製造方法によれば、 n^+ 層と p^+ 層とを形成するためにパターニングとエッチングとを繰り返す必要がなく、従来の製造方法よりも少ない工程数でバックコンタクト型太陽電池セルを製造できる。よって、バックコンタクト型太陽電池セルの製造コストの点で多大な優位性がある。また、メカニカルハードマスクを用いたイオン注入法及び活性化アニールによりにより n^+ 層を結晶シリコン基板の裏面に設けることにより、従来の製造方法に比べてリーク電流（電力の損失）を抑制できるという効果も得られる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明のバックコンタクト型太陽電池セルの製造方法の説明図である。

[図2]実施例のバックコンタクト型太陽電池セルの概略図である。

[図3]実施例のバックコンタクト型太陽電池セルの概略図の拡大図である。

[図4]比較例のバックコンタクト型太陽電池セルにおける層構成の説明図である。

[図5]本発明のバックコンタクト型太陽電池セルの製造方法に適用されるイオン注入装置の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 本発明のバックコンタクト型太陽電池セルの製造方法は、
結晶シリコン基板の裏面にメカニカルハードマスクを用いたイオン注入法及び活性化アニールにより n^+ 層を部分的に形成する工程（A）、
前記工程（A）で得られた、前記 n^+ 層を有する前記結晶シリコン基板の両面にパッシベーション膜を形成する工程（B）、及び
前記結晶シリコン基板の裏面側に形成された前記パッシベーション膜のうち前記結晶シリコン基板を直接被覆している領域の一部又は全部を除去し、露出した前記結晶シリコン基板に1つ又は複数のアルミニウム電極を形成する工程（C）、
を順に有することを特徴とする。

- [0013] 上記特徴を有する本発明のバックコンタクト型太陽電池セルの製造方法によれば、 n^+ 層と p^+ 層とを形成するためにパターニングとエッチングとを繰り返す必要がなく、従来の製造方法よりも少ない工程数でバックコンタクト型太陽電池セルを製造できる。よって、バックコンタクト型太陽電池セルの製造コストの点で多大な優位性がある。また、メカニカルハードマスクを用いたイオン注入法及び活性化アニールにより n^+ 層を結晶シリコン基板の裏面に設けることにより、従来の製造方法に比べてリーク電流（電力の損失）を抑制できるという効果も得られる。

- [0014] 以下、本発明のバックコンタクト型太陽電池セルの製造方法（本発明の製造方法）について図面を例示的に参照しながら工程毎に説明する。

- [0015] 工程（A）

工程（A）は、結晶シリコン基板10（図1（a））の裏面にメカニカルハードマスクを用いたイオン注入法及び活性化アニールにより n^+ 層20を部

分的に形成する（図1（b））。図1（b）中、30は n^+ 層を形成していない部分である。

[0016] 使用する結晶シリコン基板としては、バックコンタクト型太陽電池セルに使用される公知の結晶シリコン基板を広く採用することが可能であり、特に限定はない。また、 n 型のシリコン半導体基板及び p 型のシリコン半導体基板のいずれでもよく、所望とする太陽電池の用途や仕様に応じ、適宜選択することができる。本明細書において、結晶シリコン基板はその片面を主面（セルとして使用する際の受光面）と称し、他面は裏面と称する。

[0017] また、結晶シリコン基板は、予め切断面のダメージ層の除去とテクスチャを形成する目的で、アルカリ液等によりウエットエッチングを行ってもよい。

[0018] 結晶シリコン基板の厚さとしては、特に限定はされないが、例えば100～250 μm とすることができ、150～200 μm とすることが好ましい。

[0019] n^+ 層を形成するイオン注入法は、公知の技術を使用することができる。本発明の製造方法では、特にメカニカルハードマスクを用いたイオン注入法を使用する。メカニカルハードマスクは n^+ 層を結晶シリコン基板の裏面に部分的に設けるために用いる。メカニカルハードマスクとしては、例えば700 μm 幅の開口部と300 μm の閉口部とが交互に並んだメカニカルハードマスクが挙げられ、この場合には図1（b）に示されるように、例えば、700 μm 幅の n^+ 層20が300 μm の間隔30を空けてパターン状に形成される。メカニカルハードマスクは公知のものをを用いることができ、材質としては、例えば、炭素系、珪素系、銅系、石英系等が挙げられる。

[0020] イオン注入法では、例えば、 PH_3 （ホスフィン）を原料として、プラズマを発生させイオン化した後、イオンビームとして結晶シリコン基板上へ照射する技術を使用することができる。このとき、イオンビームを照射する部位と照射しない部位を分けるためにメカニカルハードマスクを用いる。イオン注入法を実施するイオン注入装置としては、公知の質量分離型イオン注入装

置又は非質量分離型イオン注入装置を用いることができる。

[0021] 図5に非質量分離型のイオン注入装置の概略図を示す。概略は以下の通りである。

[0022] 図5に示すイオン注入装置1000は、真空槽1001（下側真空槽）と、真空槽1002（上側真空槽）と、絶縁部材1003と、ステージ1004と、ガス供給源1005とを具備する。イオン注入装置1000は、さらに、RF導入コイル1100と、永久磁石1101と、RF導入窓（石英窓）1102と、電極1200と、電極1201と、直流電源1300と、交流電源1301とを具備する。

[0023] 真空槽1002は、真空槽1001よりも小径で、絶縁部材1003を介して真空槽1001上に設けられている。真空槽1001及び真空槽1002は、ターボ分子ポンプ等の真空排気手段により減圧状態を維持することができる。ステージ1004は、真空槽1001内に設けられている。ステージ1004は、基板S1を支持することができる。ステージ1004内には、基板S1を加熱する加熱機構が設けられてもよい。基板S1は、本発明の製造方法で用いる結晶シリコン基板である。また、真空槽1002内にはガス供給源1005によってイオン注入用のガスが導入される。

[0024] RF導入コイル1100は、RF導入窓1102上に永久磁石1101を囲むように配置される。永久磁石1101の形状は、リング状である。RF導入コイル1100の形状は、コイル状である。RF導入コイル1100の直径は、基板S1のサイズに応じて適宜設定できる。真空槽1002内にイオン注入用のガスが導入されて、RF導入コイル1100に交流電源1301から所定の電力が供給されると、ICP（Inductively Coupled Plasma）放電により真空槽1002内にプラズマ1010が発生する。

[0025] 電極1200は、複数の開口を有する電極（例えば、メッシュ電極）であり、絶縁部材1003に支持されている。電極1200の電位は、浮遊電位である。これにより、真空槽1002と電極1200とによって囲まれた空間に、安定したプラズマ1010が発生する。

[0026] 電極 1200 の下には、複数の開口を有する別の電極（例えば、メッシュ電極）1201 が配置されている。電極 1201 は、基板 S1 に対向している。電極 1201 と RF 導入コイル 1100 との間には直流電源 1300 が接続され、電極 1201 には負の電位（加速電圧）が印加される。これにより、プラズマ 1010 中の正イオンが電極 1201 によってプラズマ 1010 から引き出される。

[0027] 引き出された正イオンは、メッシュ状の電極 1200、1201 を通過して基板 S1 にまで到達することができる。イオン注入装置 1000 において、正イオンの加速電圧は、例えば、1 kV 以上 30 kV 以下の範囲で設定することができる。また、ステージ 1004 には、加速電圧を調整できるバイアス電源を接続してもよい。

[0028] 真空槽 1002 には、基板 S1 に注入する不純物元素（n 型不純物元素）を含むガスが導入される。このガスによって真空槽 1002 内にプラズマ 1010 が形成されて、プラズマ 1010 中の n 型不純物イオンが基板 S1 に注入される。n 型不純物イオンは、例えば、P、 PX^+ 、 PX^{2+} 、 PX^{3+} 等の少なくとも 1 つである。ここで、「X」は、水素、ハロゲン（F、Cl）のいずれかである。

[0029] 本実施形態では、プラズマ 1010 を形成する手段として、ICP 方式に限らず、電子サイクロトン共鳴プラズマ（Electron Cyclotron resonance Plasma）方式、ヘリコン波励起プラズマ（Helicon Wave Plasma）方式等でもよい。また、n 型不純物イオンを基板 S1 に注入する際に、基板 S1 の格子欠陥を修復させる観点でイオン注入用のガスに水素を含むガス（例えば、 PH_3 、 BH_3 等）を添加してもよい。

[0030] 活性化アニールの条件は限定的ではないが、温度は 600～1000℃が好ましく、700～900℃がより好ましい。アニール中の雰囲気は酸素濃度を 1～100% とするステップがあることが好ましく、5～50% にすることがより好ましい。

[0031] n^+ 層の厚さは特に限定されないが、0.1～2 μm とすることが好ましく

、0.3～1 μm とすることがより好ましい。

[0032] 工程（B）

工程（B）は、工程（A）で得られた、前記 n^+ 層を有する前記結晶シリコン基板の両面（主面及び裏面）にパッシベーション膜40を形成する（図1（c））。すなわち、工程（A）で n^+ 層を形成した部分20については n^+ 層上にパッシベーション膜を形成し、 n^+ 層の存在しない部分30については、結晶シリコン基板上にパッシベーション膜を形成する。

[0033] パッシベーション膜は、本発明の太陽電池セルにおいて固定電荷によるパッシベーション効果を有するような膜であれば特に限定はない。具体的には、窒化ケイ素膜、酸化ケイ素膜及び酸化アルミニウム膜、アモルファスシリコン膜、微結晶シリコン膜からなる群より選択される一種以上を例示することができる。これらの膜は一層のみの単層でもよいし、複数の多様な層を積層させてもよい。

[0034] パッシベーション膜を形成する方法としては特に限定はなく、例えば、プラズマCVD法、半導体用常圧CVD法、ALD法（原子層堆積法）等の各種の化学気相法又はスパッタリング法を例示することができる。より具体的には、トリメチルアルミニウムを原料としてALD法によって酸化アルミニウムからなるパッシベーション膜を形成する方法が挙げられる。

[0035] パッシベーション膜の厚さは特に限定されないが、パッシベーション効果と後述のパッシベーション膜除去工程の作業性の観点から、10～200 nmとすることが好ましく、15～50 nmとすることがより好ましい。なお、パッシベーション膜の表面には、更に反射防止膜を備えることが好ましく、反射防止膜は、例えばプラズマCVD法によってシランガス及びアンモニアガス雰囲気下で、パッシベーション膜表面に窒化ケイ素膜を形成することで得られる。

[0036] 工程（C）

工程（C）は、前記結晶シリコン基板の裏面側に形成された前記パッシベーション膜のうち前記結晶シリコン基板を直接被覆している領域の一部又は

全部を除去し（図 1（d））、露出した前記結晶シリコン基板 50 に 1 つ又は複数のアルミニウム電極 60B を形成する（図 1（f））。ここで、パッシベーション膜を複数箇所で除去した場合には、結晶シリコン基板の露出部分 1 箇所に対して 1 つずつアルミニウム電極を設けることが好ましい。

[0037] パッシベーション膜を除去する部分は、結晶シリコン基板の裏面側に形成されたパッシベーション膜のうち結晶シリコン基板を直接被覆している領域の一部でもよく全部でもよい。パッシベーション膜を除去するための方法としては特に限定はなく、例えば、エッチングペースト、及びレーザービームを照射する方法を例示することができる。

[0038] パッシベーション膜が除去され、露出した結晶シリコン基板 50（図 1（d））にアルミニウム電極 60B を形成する方法としては、公知の方法を広く採用することが可能であり、特に限定はない。具体的には、露出した結晶シリコン基板 50 にアルミニウムペースト 60A を塗布等の適宜の方法で設け、焼成する方法を例示することができる（図 1（e）は焼成前の状態を示し、図 1（f）は焼成後の状態を示す。）。かかる手法により、結晶シリコン基板 10 にアルミニウム－シリコン合金層 60C 及び B S F 層 60D が形成される（図 1（f））。図 1（f）では、アルミニウムペーストが焼成されて結晶シリコン基板にアルミニウム－シリコン合金層、B S F 層が形成され、アルミニウム電極 60B となる。

[0039] アルミニウムペーストの焼成温度は特に限定されないが、例えば 650～900℃であることが好ましい。アルミニウムペーストの組成は特に限定されないが、例えばアルミニウム粉末 100 質量部に対して、樹脂や有機溶剤を含んだ有機ビヒクル 2～20 質量部、ガラスフリット 0.15～15 質量部を含有したペーストであることが好ましい。

[0040] 更に、アルミニウム粉末は高純度のアルミニウムであってもよいが、アルミニウム合金であってもよく、アルミニウムシリコン合金、アルミニウムシリコンマグネシウム合金、が好適に用いられる。

[0041] アルミニウム電極の形状やサイズは、露出した結晶シリコン基板を覆う必

要性から、幅 $40\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ が好ましく、電極の抵抗値を低くするために、電極高さは高いほどよい。印刷した A 1 ラインのアスペクト（幅／高さ）が大きいほどよい。

[0042] 工程（C'）

工程（C'）は、前記工程（B）の後に、前記結晶シリコン基板の裏面側に形成された前記パッシベーション膜のうち前記結晶シリコン基板を前記 n^+ 層を介して被覆している領域の一部を除去し、露出した前記 n^+ 層に 1 つ又は複数の銀電極 70B を形成する工程であり（図 1（f））、前記工程（C）及び当該工程（C'）は順不同である。ここで、パッシベーション膜を複数箇所て除去した場合には、 n^+ 層の露出部分 1 箇所に対して 1 つずつ銀電極を設けることが好ましい。なお、上記の通り、工程（B）を実施した後、工程（C）及び工程（C'）はいずれを先に実施してもよい。

[0043] パッシベーション膜を除去する方法としては特に限定はなく、例えば、銀ペースト 70A にパッシベーション膜を除去する成分を添加したペースト（いわゆるファイヤースルー型の銀ペースト）を塗布し $550 \sim 900^\circ\text{C}$ の範囲で焼成することでペースト直下のパッシベーション膜を除去しながら銀電極を形成する方法（図 1（e）→図 1（f）の方法）、エッチングペーストを塗布する方法、レーザービームを照射する方法等を挙げることができる。

[0044] 上記ファイヤースルー型の銀ペーストを用いた場合には、例えば図 1（e）に示すように銀ペースト 70A をパッシベーション膜の表面に塗布し、その後、 $550 \sim 900^\circ\text{C}$ の範囲で焼成することにより、図 1（f）に示すように塗布直下のパッシベーション膜を除去しながら露出した n^+ 層に銀電極 70B を形成することができる。

[0045] 銀ペーストの組成は特に限定されないが、例えば銀粉末を 100 質量部に対して、ガラスフリットを 0.1～10 質量部、並びに、樹脂及び／又は有機溶剤を含んだ有機ビヒクルを 3～15 質量部を含有したペーストであることが好ましい。銀粉末はフレーク状であってもよいが、球状粉であってもよく、球状粉が好適に用いられる。なお、この工程では銀電極を形成している

が、銀電極に代えて銅電極又はアルミニウム合金電極（工程（C）で形成するアルミニウム電極とは異なり、本明細書では「アルミニウム電極」と「アルミニウム合金電極」の用語は区別している。）を形成してもよい。このように、本発明においては太陽電池セルの技術分野で公知の技術を幅広く適用することができる。

[0046] 銀電極の形状やサイズは、アルミニウム電極と櫛歯の配置になるように50～130 μ mの直線状のラインを印刷することが好ましい。

[0047] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこうした例に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

実施例

[0048] 以下、実施例に基づき、本発明の実施形態をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

（実施例1）

p型の単結晶シリコンからなる結晶シリコン基板を準備した（図1（a））（基板：6inch、厚み200 μ m）。なお、結晶シリコン基板の切断面ダメージ層の除去とテクスチャを形成する目的で結晶シリコン基板の表面を水酸化カリウムを用いてウエットエッチングを行った。

[0049] 工程（A）

続いてPH₃（ホスフィン）を原料として用い、プラズマを発生させた後にイオン化した原料を結晶シリコン基板表面に向けて照射するイオン注入法により結晶シリコン基板表面にP元素を注入し、その後に活性化アニールを行うことによって0.1～1 μ m程度の厚みを有するように部分的にn⁺層を形成した（図1（b））。

[0050] ここで、結晶シリコン基板表面に700 μ m幅の開口部と300 μ mの閉口部が交互に並んだメカニカルハードマスクを用いることで、P元素を注入しn⁺層を形成する領域とn⁺層が形成されない領域とが交互になるようにした。

[0051] 工程 (B)

次にプラズマCVD法によって酸化アルミニウムからなるパッシベーション膜を約15～50nm形成した後、反射防止膜としてプラズマCVD法によってシランガス及びアンモニアガスを用いて、窒化ケイ素膜を結晶シリコン基板全体（主面及び裏面）に形成した（図1（c））。但し、反射防止膜は図示していない。）。

[0052] 工程 (C)

続いてアルミニウム電極を用いたp⁺層形成用の開口部を形成する工程として、n⁺層が形成されていない領域のパッシベーション膜について、n⁺層の形成されていない領域の中央に深さ0.1～1.0μm、幅30μmのライン状となるように調整してレーザー照射を行い、アルミニウム電極を用いたp⁺層形成用開口部を設けた（図1（d））。

[0053] 次にp⁺層形成用開口部に対して、開口部を満たすようにスクリーン印刷機を用いてアルミニウムペーストを厚さ20μm、70μm幅の線状に塗布し、アルミニウムペーストが塗布された結晶シリコン基板を100℃で10分乾燥させた（図1（e））。

[0054] 工程 (C')

また、図2及び3に示すように、アルミニウム電極と櫛歯で対応するように、銀電極の幅方向の中心から中心までの距離が1000μmとなるように、公知の銀ペーストを印刷幅50μmで印刷し、100℃で10分乾燥させた（図1（e））。次に、ベルト炉にてピーク温度を900℃に設定して焼成した（図1（f））。この焼成により、アルミニウム電極（p⁺層を含む）が形成されるとともに、銀電極がn⁺層の表面に形成される。

[0055] 以上のようにして、バックコンタクト型太陽電池セルを得た。

[0056] 実施例1は工程が簡素であるため、比較例1で必要な工程数が大幅に削減され、大幅に製造コストの削減を達成することができる。また、p⁺層とn⁺層とが接触していないためp⁺層とn⁺層との間のリーク電流が大幅に削減された。バックコンタクト型太陽電池セル製造に要した時間は230分間であ

った。

(比較例 1)

従来技術と同様に、結晶シリコン基板の受光面表面をテクスチャエッチングすることにより凹凸形状を形成し、結晶シリコン基板の全面に接するように誘電体層を形成し、更に絶縁層を形成した。併せて結晶シリコン基板の裏面に n^+ 層と p^+ 層とを形成するためにパターニングとエッチングとを繰り返すことでバックコンタクト型太陽電池セルを得た。具体的な手順を以下に詳述する。

[0057] 先ず n 型の単結晶シリコンからなる結晶シリコン基板を準備した (基板: 6 i n c h、厚み $200\text{ }\mu\text{m}$)。準備した結晶シリコン基板の切断面ダメージ層を除去する目的で結晶シリコン基板の表裏をフッ酸と硝酸との混合溶液でウエットエッチングした。

[0058] 続いて前記結晶シリコン基板の裏面側に、エミッタ層及び B S F 層を形成した。図 4 に示すように、所望の拡散領域を、 n 型拡散領域と p 型拡散領域とが交互に帯状に形成されるようにパターンを形成した。具体的には、 n 型拡散領域の幅 (A) は $2500\text{ }\mu\text{m}$ 、 p 型拡散領域の幅 (B) は $1000\text{ }\mu\text{m}$ 、 n 型拡散領域と p 型拡散領域とのスペース (C) は $250\text{ }\mu\text{m}$ 、基板端に最も近い拡散層端と基板端とのスペース (D) は $1000\text{ }\mu\text{m}$ とした。

[0059] 先ずは p 型拡散層を形成するため、 BBr_3 を用いた気相拡散にて $900\sim 1000^\circ\text{C}$ で熱処理を行い、 p 型拡散領域を形成した。熱処理後、結晶シリコン基板に付いたガラス成分はガラスエッチング等により洗浄・除去した。

[0060] 続いてプラズマ C V D 法によって酸化ケイ素からなるパッシベーション膜を約 $15\sim 50\text{ nm}$ 形成した後、反射防止膜としてプラズマ C V D 法によってシランガス及びアンモニアガスを用いて窒化ケイ素膜を結晶シリコン基板裏面に形成した。その後、結晶シリコン基板の表側に形成された p 型拡散領域をフッ酸と硝酸の混合溶液に浸漬させ、除去した。

[0061] 続いて n 型拡散層のパターンを形成するためのマスクとして、同様の処理により、裏面に所望の n 型拡散領域以外に酸化膜を製膜した。 POCl_3 を用

いた気相拡散によって900～1000℃で熱処理を行うことでn型拡散領域を裏面に形成した。また、結晶シリコン基板表面の酸化膜除去とテクスチャを形成する目的で、シリコン基板の表面をアルカリ溶液（水酸化カリウム）でウエットエッチングを行った。

[0062] その後表面にP拡散したn⁺層を形成するため、POCl₃を用いた気相拡散によって900～1000℃で熱処理を行い、n型拡散領域を表面に形成した。

[0063] 続いて熱処理後、結晶シリコン基板に付いたガラス成分は同様にしてガラスエッチングにより洗浄した。その後、反射防止膜としてプラズマCVD法によってシランガス及びアンモニアガスを用いて、窒化ケイ素膜を結晶シリコン基板表裏全体に形成した。

[0064] 続いて電極を形成するため、結晶シリコン基板裏面のSiNxコンタクト部分にパターニングを施し、アルミニウム蒸着によりアルミニウム電極を形成した。

[0065] その後、アルミニウムとコンタクトをとれるように、Ni、Cu、Agメッキを行い、アニール処理を行った。

[0066] 以上のようにして、バックコンタクト型太陽電池セルを得た。

[0067] 工程が複雑であるため要した時間は480分間であった。

符号の説明

- [0068] 10 結晶シリコン基板
20 n⁺層
30 結晶シリコン基板の露出部分（n⁺層を形成しない部分）
40 パッシベーション膜
50 結晶シリコン基板の露出部分（パッシベーション膜を除去した部分）
60A アルミニウム電極を形成するためのアルミニウムペースト
60B アルミニウム電極
60C アルミニウム－シリコン合金層

60D BSF層

70A 銀電極を形成するための銀ペースト

70B 銀電極

70 アルミニウム電極

72 銀電極

74 アルミニウム接合用銀電極

A n型拡散領域の幅

B p型拡散領域の幅

C n型拡散領域とp型拡散領域とのスペース

D 基板端にもっとも近い拡散層端と基板端とのスペース

1000 イオン注入装置

1001、1002 真空槽

1003 絶縁部材

1004 ステージ

1005 ガス供給源

1010 プラズマ

1100 RF導入コイル

1101 永久磁石

1102 RF導入窓

1200、1201 電極

1300 直流電源

1301 交流電源

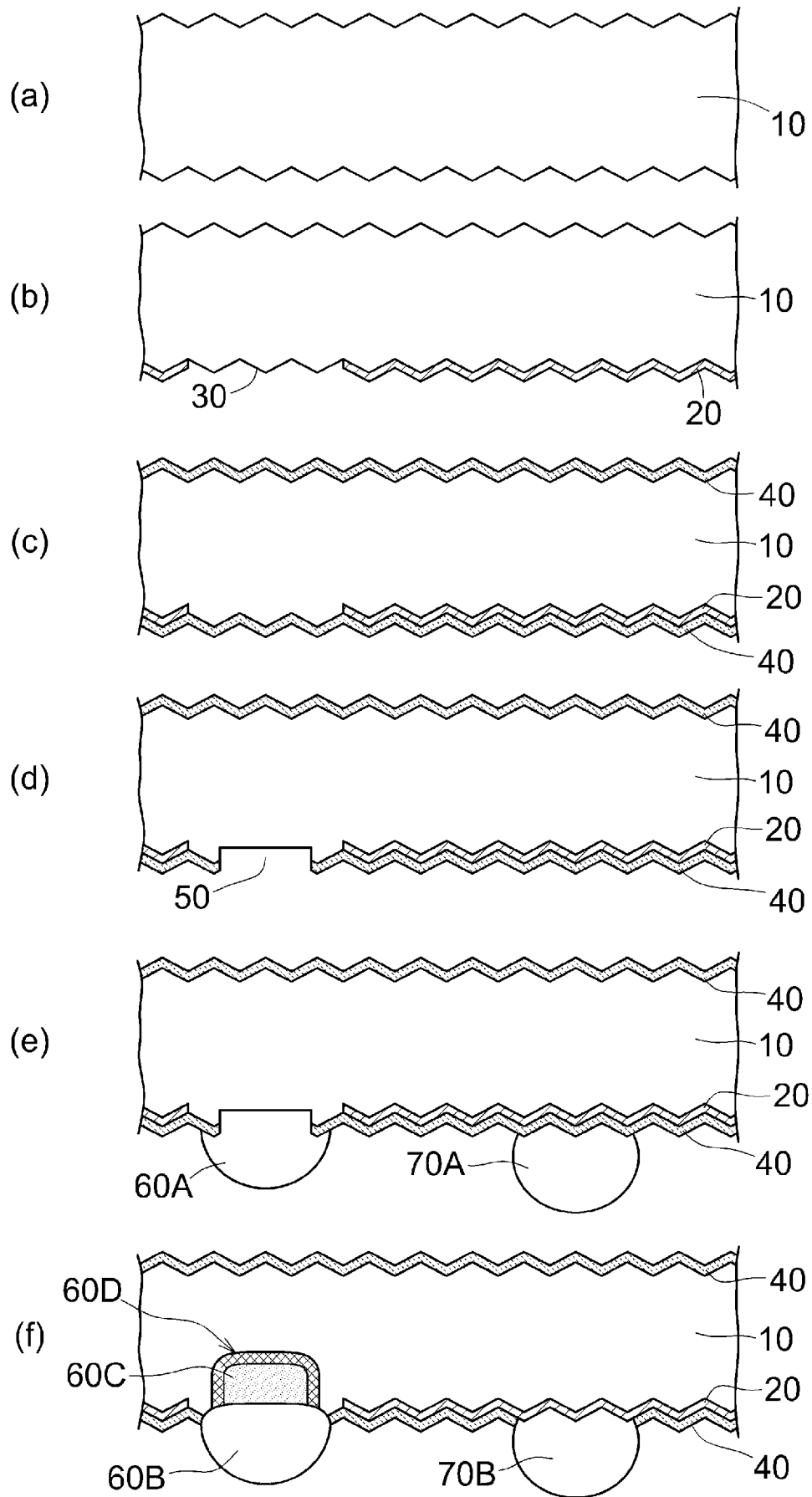
S1 基板

請求の範囲

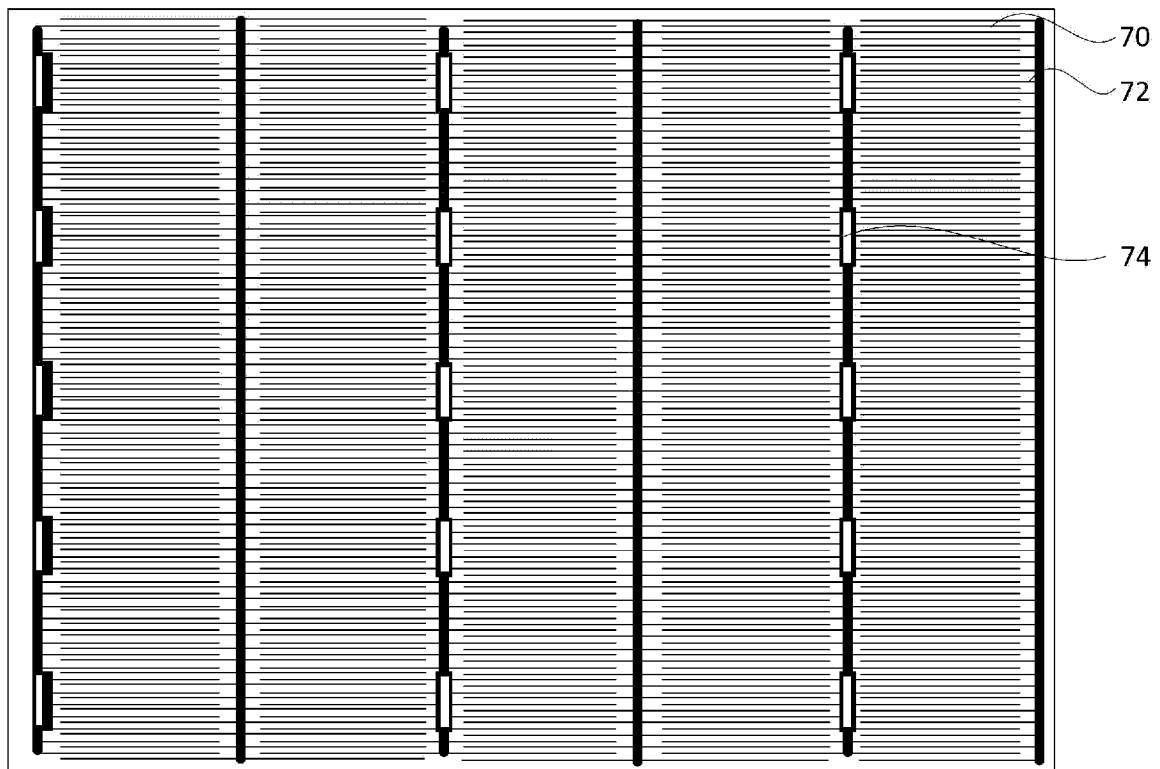
- [請求項1] バックコンタクト型太陽電池セルの製造方法であって、
 結晶シリコン基板の裏面にメカニカルハードマスクを用いたイオン
 注入法及び活性化アニールにより n^+ 層を部分的に形成する工程（A
 ） 、
 前記工程（A）で得られた、前記 n^+ 層を有する前記結晶シリコン
 基板の両面にパッシベーション膜を形成する工程（B）、及び
 前記結晶シリコン基板の裏面側に形成された前記パッシベーション
 膜のうち前記結晶シリコン基板を直接被覆している領域の一部又は全
 部を除去し、露出した前記結晶シリコン基板に1つ又は複数のアルミ
 ニウム電極を形成する工程（C）、
 を順に有することを特徴とする、バックコンタクト型太陽電池セルの
 製造方法。
- [請求項2] 前記工程（B）の後に、前記結晶シリコン基板の裏面側に形成され
 た前記パッシベーション膜のうち前記結晶シリコン基板を前記 n^+ 層
 を介して被覆している領域の一部を除去し、露出した前記 n^+ 層に1
 つ又は複数の銀電極を形成する工程（C'）を有し、
 前記工程（C）及び前記工程（C'）は順不同である、請求項1に
 記載の製造方法。
- [請求項3] 前記工程（C'）において、前記銀電極に代えて銅電極又はアルミ
 ニウム合金電極を形成する、請求項2に記載の製造方法。
- [請求項4] 前記アルミニウム電極は、アルミニウム粉末100質量部に対して
 有機ビヒクル2～20質量部及びガラスフリット0.15～1.5質量
 部を含有するアルミニウムペーストの塗膜を650～900℃で焼成
 することにより形成する、請求項1～3のいずれかに記載の製造方法
 。
- [請求項5] 前記結晶シリコン基板の裏面側において、前記アルミニウム電極と
 前記銀電極とが交互に配置されるように形成する、請求項2に記載の

製造方法。

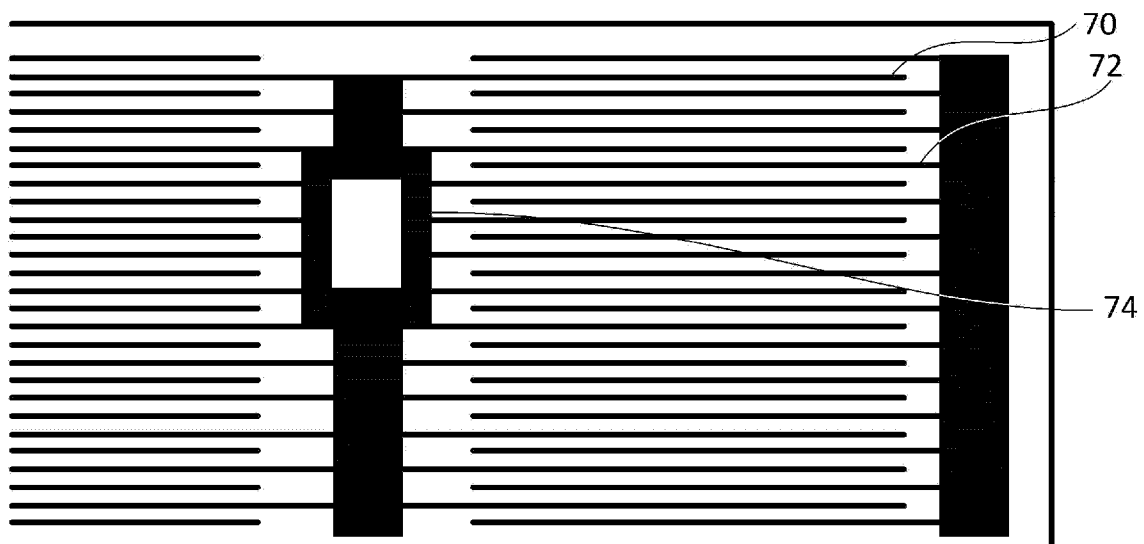
[図1]



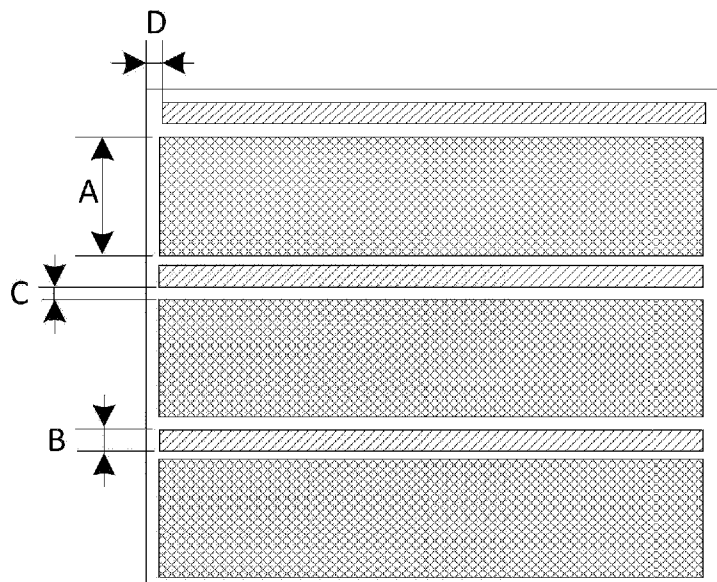
[図2]



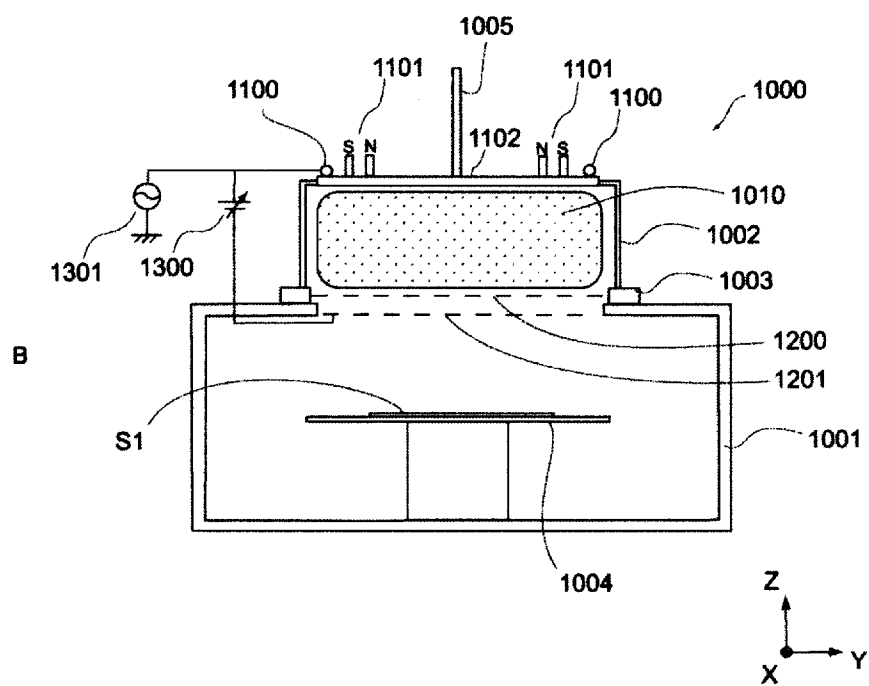
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011062

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/18(2006.01)i; H01L 31/0224(2006.01)i; H01L 31/068(2012.01)i
FI: H01L31/04 440; H01L31/04 260; H01L31/06 300

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)

H01L31/02-31/078; H01L31/18-31/20

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2013-219355 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 24.10.2013 (2013-10-24) paragraphs [0030]-[0087], fig. 1A-3	1-3, 5 4
Y	JP 2013-48146 A (KYOCERA CORP.) 07.03.2013 (2013-03-07) paragraphs [0167]-[0168]	4
X A	CN 106252425 A (TAIZHOU ZHONGLAI OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 21.12.2016 (2016-12-21) paragraphs [0051]-[0066], fig. 1-15	1 2-5
A	JP 2016-506627 A (SUNPOWER CORPORATION) 03.03.2016 (2016-03-03)	1-5
A	CN 106299024 A (TAIZHOU ZHONGLAI PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 04.01.2017 (2017-01-04)	1-5
A	CN 103943693 A (SHANDONG LINUO SOLAR POWER HOLDINGS CO., LTD.) 23.07.2014 (2014-07-23)	1-5



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
02 June 2020 (02.06.2020)

Date of mailing of the international search report
09 June 2020 (09.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011062

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-219355 A	24 Oct. 2013	US 2013/0267059 A1 paragraphs [0037]- [0092], fig. 1A-3 EP 2648235 A2 KR 10-2013-0112658 A (Family: none)	
JP 2013-48146 A	07 Mar. 2013	(Family: none)	
CN 106252425 A	21 Dec. 2016	(Family: none)	
JP 2016-506627 A	03 Mar. 2016	US 2014/0174515 A1 WO 2014/098987 A1 DE 112013006134 T5 TW 201427051 A KR 10-2015-0100741 A CN 105074874 A (Family: none)	
CN 106299024 A	04 Jan. 2017	(Family: none)	
CN 103943693 A	23 Jul. 2014	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 31/18(2006.01)i; H01L 31/0224(2006.01)i; H01L 31/068(2012.01)i FI: H01L31/04 440; H01L31/04 260; H01L31/06 300										
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）） H01L31/02-31/078; H01L31/18-31/20										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020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 2013-219355 A（三星エスディアイ株式会社）24.10.2013（2013-10-24） 段落[0030]-[0087]，図1A-3	1-3, 5								
Y		4								
Y	JP 2013-48146 A（京セラ株式会社）07.03.2013（2013-03-07） 段落[0167]-[0168]	4								
X	CN 106252425 A（TAIZHOU ZHONGLAI OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.） 21.12.2016（2016-12-21） 段落[0051]-[0066]，図1-15	1								
A		2-5								
A	JP 2016-506627 A（サンパワー コーポレーション）03.03.2016（2016-03-03）	1-5								
A	CN 106299024 A（TAIZHOU ZHONGLAI PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.） 04.01.2017（2017-01-04）	1-5								
A	CN 103943693 A（SHANDONG LINUO SOLAR POWER HOLDINGS CO., LTD.）23.07.2014 （2014-07-23）	1-5								
☐ 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抵触するものではなく、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 02.06.2020		国際調査報告の発送日 09.06.2020								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 原 俊文 2K 4078 電話番号 03-3581-1101 内線 3255								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/011062

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-219355	A	24.10.2013	US 2013/0267059 A1 段落[0037]-[0092], 図1 A-3 EP 2648235 A2 KR 10-2013-0112658 A	
JP	2013-48146	A	07.03.2013	(ファミリーなし)	
CN	106252425	A	21.12.2016	(ファミリーなし)	
JP	2016-506627	A	03.03.2016	US 2014/0174515 A1 WO 2014/098987 A1 DE 112013006134 T5 TW 201427051 A KR 10-2015-0100741 A CN 105074874 A	
CN	106299024	A	04.01.2017	(ファミリーなし)	
CN	103943693	A	23.07.2014	(ファミリーなし)	