

(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)



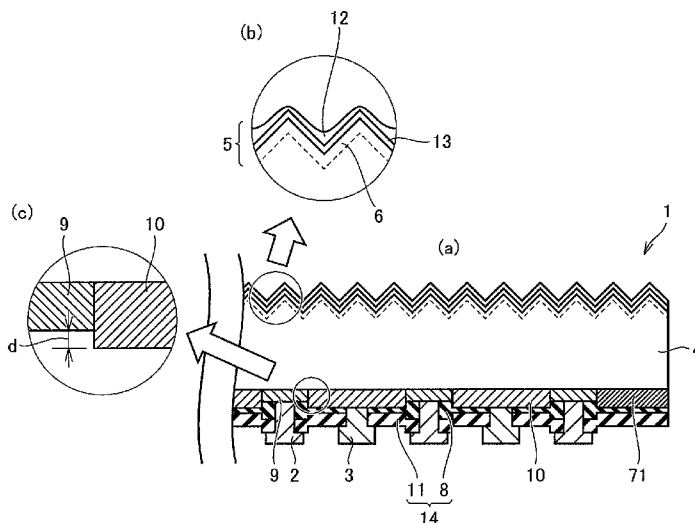
(10) 国際公開番号
WO 2012/077597 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/077912
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 2 日(02.12.2011)
- (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 2010-271134 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):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 横沢 雄二
(YOKOSAWA, Yuhji). 山崎 努 (YAMAZAKI,
Tsutomu). 赤田 博之(AKADA, Hiroyuki). 伊坂 隆
行(ISAKA, Takayuki).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami
Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中
之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー
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, 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,
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), ユー
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 MANUFACTURING BACK CONTACT SOLAR CELL, AND BACK CONTACT SOLAR CELL

(54) 発明の名称: 裏面電極型太陽電池の製造方法および裏面電極型太陽電池

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is a method for manufacturing a back contact solar cell (1), wherein a light receiving surface diffusion layer (6) and an anti-reflection film (12) are formed by coating the surface of a silicon substrate (4) of a first conductivity type with a solution (27) that contains titanium alkoxide, an alcohol and a compound that contains an impurity of the first conductivity type and subjecting the solution (27) to a heat treatment in a nitrogen atmosphere. Also disclosed is a back contact solar cell (1) wherein a light receiving surface diffusion layer (6) has a sheet resistance of 100 $\Omega/\square$ or more but less than 250 $\Omega/\square$.

(57) 要約: 第 1 導電型のシリコン基板 (4) の表面に第 1 導電型不純物を含む化合物とチタンアルコキシドとアルコールとを含む溶液 (27) を塗布し、窒素雰囲気中で溶液 (27) を熱処理することにより受光面拡散層 (6) および反射防止膜 (12) を形成する裏面電極型太陽電池 (1) の製造方法である。また、受光面拡散層 (6) のシート抵抗が 1

00 $\Omega/\square$ 以上 250 $\Omega/\square$ 未満である裏面電極型太陽電池 (1) である。

明 細 書

発明の名称：

裏面電極型太陽電池の製造方法および裏面電極型太陽電池

技術分野

[0001] 本発明は、裏面電極型太陽電池の製造方法および裏面電極型太陽電池に関する。

背景技術

[0002] 太陽光エネルギーを直接電気エネルギーに変換する太陽電池は、近年、特に地球環境問題の観点から、次世代のエネルギー源としての期待が急激に高まっている。太陽電池としては、化合物半導体または有機材料を用いたものなど様々な種類があるが、現在主流となっているのは、シリコン結晶を用いたものである。

[0003] 現在、最も多く製造および販売されている太陽電池は、太陽光が入射する側の面（受光面）と、受光面の反対側の面（裏面）とにそれぞれ電極が形成された構造のものである。

[0004] 太陽電池の受光面に電極を形成した場合には、太陽光が電極によって吸収されることから、電極の形成面積の分だけ太陽電池の受光面に入射する太陽光の量が減少する。そのため、太陽電池の裏面のみに電極を形成した構造の裏面電極型太陽電池が開発されている。

[0005] 図１０に、特許文献１（特表２００８－５３２３１１号公報）に開示されている従来の裏面電極型太陽電池の模式的な断面図を示す。

[0006] 図１０に示す従来の裏面電極型太陽電池１０１の受光面にはｎ型前面側拡散領域１０６が形成されて、ＦＳＦ（Front Surface Field）構造が形成されている。また、裏面電極型太陽電池１０１の受光面は凹凸形状１０５となっており、凹凸形状１０５上には、二酸化ケイ素を含む誘電性パッシベーション層１０８と、窒化シリコンを含む反射防止コーティング１０７と、がｎ型シリコンウエハ１０４側から、この順序で形成されている。

[0007] また、n型シリコンウエハ104の裏面には、n型不純物がドーピングされたn+領域110と、p型不純物がドーピングされたp+領域111と、が交互に形成されており、n型シリコンウエハ104の裏面上には酸化物層109が形成されている。そして、n型シリコンウエハ104の裏面のn+領域110上にはn型用金属コンタクト102が形成されており、p+領域111上にはp型用金属コンタクト103が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特表2008-532311号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 図11に、図10に示す従来の裏面電極型太陽電池101の受光面側の想定される製造方法のフローチャートを示す。

[0010] まず、ステップS101に示すように、n型シリコンウエハ104の受光面に凹凸形状105を形成する。次に、ステップS102に示すように、n型シリコンウエハ104の受光面にn型不純物を拡散することによって、n型前面側拡散領域106を形成する。次に、ステップS103に示すように、n型前面側拡散領域106上に誘電性パッシベーション層108を形成する。次に、ステップS104に示すように、誘電性パッシベーション層108上に反射防止コーティング107を形成する。

[0011] しかしながら、図11のフローチャートに示される方法によって、裏面電極型太陽電池101の受光面側の構造を形成した場合には、工程数が多くなるために裏面電極型太陽電池101を効率的に製造することができず、また受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量が大きくなるために裏面電極型太陽電池101の特性が低下するという問題があった。

[0012] 上記の事情に鑑みて、本発明の目的は、工程数を少なくして効率的に製造することができるとともに、受光面側のパッシベーション性に起因した再結

合電流量を低減することができる裏面電極型太陽電池の製造方法および裏面電極型太陽電池を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明は、第1導電型のシリコン基板の一方の表面に、第1導電型不純物を含む化合物とチタンアルコキシドとアルコールとを含む溶液を塗布する工程と、窒素雰囲気中で溶液に第1の熱処理を行なうことによって、シリコン基板の表面に受光面拡散層を形成するとともにシリコン基板の表面上に反射防止膜を形成する工程と、シリコン基板の表面に第2の熱処理を行なうことによって、シリコン基板の表面上に受光面パッシベーション膜を形成する工程と、を含む、裏面電極型太陽電池の製造方法である。
- [0014] ここで、本発明の裏面電極型太陽電池の製造方法においては、受光面パッシベーション膜を形成する工程において、シリコン基板の表面の熱処理温度が850℃よりも高いことが好ましい。
- [0015] また、本発明の裏面電極型太陽電池の製造方法において、受光面パッシベーション膜は酸化シリコン膜であることが好ましい。
- [0016] また、本発明の裏面電極型太陽電池の製造方法は、シリコン基板の表面の反対側の第2の表面に裏面パッシベーション膜を形成する工程をさらに含むことが好ましい。
- [0017] また、本発明の裏面電極型太陽電池の製造方法において、受光面拡散層のシート抵抗は100Ω/□以上250Ω/□未満であることが好ましい。
- [0018] また、本発明の裏面電極型太陽電池の製造方法においては、第1の熱処理に引き続いて第2の熱処理を行なうことが好ましい。
- [0019] さらに、本発明は、第1導電型のシリコン基板と、シリコン基板の受光面とは反対側の面である裏面に設けられた第1導電型用電極と第2導電型用電極と、シリコン基板の受光面に設けられた受光面拡散層と、受光面拡散層上に設けられた受光面パッシベーション膜と、受光面パッシベーション膜上に設けられた反射防止膜と、を備え、受光面拡散層における第1導電型不純物の濃度は、シリコン基板における第1導電型不純物の濃度よりも高く、受光

面拡散層のシート抵抗が、 $100\Omega/\square$ 以上 $250\Omega/\square$ 未満であり、反射防止膜は、第1導電型不純物を含む酸化チタンからなる裏面電極型太陽電池である。

[0020] ここで、本発明の裏面電極型太陽電池において、反射防止膜に含まれる第1導電型不純物はn型不純物であり、n型不純物はリン酸化物として反射防止膜の15質量%以上35質量%以下含まれることが好ましい。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、工程数を少なくして効率的に製造することができるとともに、受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量を低減することができる裏面電極型太陽電池の製造方法および裏面電極型太陽電池を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]実施の形態の裏面電極型太陽電池の裏面の模式的な平面図である。

[図2] (a)は図1のI-I'に沿った模式的な断面図であり、(b)は(a)に示すn型シリコン基板の受光面の一部の模式的な拡大断面図であり、(c)は(a)に示すn++層とp+層との厚さの差を図解する模式的な拡大断面図である。

[図3]実施の形態の裏面電極型太陽電池から、n型用電極、p型用電極および裏面パッシベーション膜を除去したときのn型シリコン基板の裏面の模式的な平面図である。

[図4] (a)～(j)は、実施の形態の裏面電極型太陽電池の製造方法の一例について図解する模式的な断面図である。

[図5]実施例で作製したサンプルの断面構造である。

[図6]図5に示すサンプルの製造方法のフローチャートである。

[図7]実施例における再結合電流量と酸化シリコン膜の形成温度Tとの関係を示す図である。

[図8]実施例におけるシート抵抗と酸化シリコン膜の形成温度Tとの関係を示す図である。

[図9] (a) は実施例のサンプルの酸化チタン膜のX線回折パターンであり、
(b) は比較例のサンプルの酸化チタン膜のX線回折パターンである。

[図10] 特許文献 1 に開示されている従来の裏面電極型太陽電池の模式的な断面図である。

[図11] 図 10 に示す裏面電極型太陽電池の受光面側の想定される製造方法のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、本発明の実施の形態の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

[0024] 図 1 に、本発明の裏面電極型太陽電池の一例である実施の形態の裏面電極型太陽電池の裏面の模式的な平面図を示す。図 1 に示す裏面電極型太陽電池 1 は、n 型シリコン基板 4 の受光面とは反対側の裏面に、帯状の n 型用電極 2 と、帯状の p 型用電極 3 と、を備えており、n 型用電極 2 と p 型用電極 3 とは n 型シリコン基板 4 の裏面において交互に配列されている。

[0025] 図 2 (a) に図 1 の I-I' に沿った模式的な断面図を示し、図 2 (b) に図 2 (a) に示す n 型シリコン基板 4 の受光面の一部の模式的な拡大断面図を示し、図 2 (c) に図 2 (a) に示す n++領域 9 と p+領域 10 との厚さの差を図解する模式的な拡大断面図を示す。図 2 (a) および図 2 (b) に示すように、n 型シリコン基板 4 の受光面には凹凸形状 5 (テクスチャ構造) が形成されている。凹凸形状 5 の凹凸は、たとえば数 μm ~ 数十 μm オーダーとされる。

[0026] 図 2 (b) に示すように、n 型シリコン基板 4 の受光面の全面には n 型不純物が拡散して形成された受光面拡散層 6 である n+領域が F S F 層として形成されている。受光面拡散層 6 は、n 型シリコン基板 4 と同一の n 型の導電性を有する層であって、受光面拡散層 6 の n 型不純物濃度は n 型シリコン基板 4 の n 型不純物濃度よりも高くなっている。

[0027] また、図 2 (b) に示すように、受光面拡散層 6 上には受光面パッシベー

ション膜 13 が形成されている。ここで、受光面パッシベーション膜 13 は、酸化シリコン膜からなる。また、受光面パッシベーション膜 13 の厚さは、たとえば 5 nm 以上 200 nm 以下とすることができ、好ましくは 5 nm 以上 60 nm 以下とすることができる。

[0028] また、図 2 (b) に示すように、受光面パッシベーション膜 13 上には反射防止膜 12 が形成されている。ここで、反射防止膜 12 は、n 型シリコン基板 4 と同一の n 型の導電型となる n 型不純物を含み、たとえば n 型不純物としてリンを含む酸化チタン膜からなる。また、反射防止膜 12 の厚さは、たとえば 10 nm 以上 400 nm 以下とすることができる。

[0029] 反射防止膜 12 中のリンは、リン酸化物として反射防止膜 12 の 15 質量%以上 35 質量%以下含まれている。なお、リン酸化物として反射防止膜 12 の 15 質量%以上 35 質量%以下含まれるとは、反射防止膜 12 中のリン酸化物の含有量が反射防止膜 12 全体の 15 質量%以上 35 質量%以下であることを意味する。

[0030] また、n 型シリコン基板 4 の裏面には、図 2 (a) に示すように、n 型半導体領域である n++領域 9 と p 型半導体領域である p+領域 10 とが交互に隣接して形成されている。このように、n++領域 9 と p+領域 10 とが交互に隣接して形成されていることより、裏面電極型太陽電池 1 に逆方向のバイアス（逆バイアス電圧）が印加されたとき、通常のダイオードと同じように降伏電圧までは、ほとんど電流が流れず、降伏電圧よりも大きな電圧が印加されたときに、大きな電流（降伏電流）が流れ、それ以上の電圧は裏面電極型太陽電池 1 に印加されないという現象が起きる。この降伏電流は、n++領域 9 と p+領域 10 とが隣接している領域で流れるため、n++領域 9 と p+領域 10 とが交互に隣接されている裏面電極型太陽電池 1 においては裏面電極型太陽電池 1 の裏面全面に電流が流れることになる。そのため、裏面電極型太陽電池 1 には部分的に電圧が印加されず、局所的なリーク電流による発熱を避けることができる。

[0031] また、図 2 (a) に示すように、n 型シリコン基板 4 の裏面の最も外側に

は、電極に接触していない p 型半導体領域である p+領域 7 1 が形成されている。また、n 型シリコン基板 4 の裏面の n++領域 9 の表面は、n 型シリコン基板 4 の裏面の n++領域 9 以外の領域の表面よりも窪んでおり、n++領域 9 と p+領域 1 0 とは凹状を形成するように配置されている。

[0032] ここで、図 2 (c) に示すように、n++領域 9 の表面は、p+領域 1 0 の表面よりも深さ d だけ浅く位置しており、深さ d は、たとえば数十 nm オーダーとされる。さらに、n++領域 9 上には n 型用電極 2 が形成されており、p+領域 1 0 上には p 型用電極 3 が形成されている。

[0033] また、n 型シリコン基板 4 の裏面の一部には、酸化シリコン膜からなる第 2 裏面パッシベーション膜 8 が形成されており、第 2 裏面パッシベーション膜 8 上にはたとえば酸化シリコン膜などからなる第 1 裏面パッシベーション膜 1 1 が形成されている。この第 2 裏面パッシベーション膜 8 と第 1 裏面パッシベーション膜 1 1 との積層体から裏面パッシベーション膜 1 4 が形成されている。

[0034] 図 3 に、裏面電極型太陽電池 1 から n 型用電極 2、p 型用電極 3 および裏面パッシベーション膜 1 4 を除去したときの n 型シリコン基板 4 の裏面の模式的な平面図を示す。ここで、n 型シリコン基板 4 の裏面の外周縁には電極が配置されておらず、電極に接触していない p 型半導体領域である p+領域 7 1 が形成されている（以下、n 型シリコン基板 4 の裏面の外周縁に形成された、電極に接していない半導体領域を「外周縁半導体領域」ということもある。）。

[0035] このように、n 型シリコン基板 4 の裏面の n++領域 9 の周囲を取り囲むようにして、n++領域 9 とは導電型の異なる外周縁半導体領域である p+領域 7 1 を形成することによって、n++領域 9 と p+領域 1 0 との形成領域の外側に第 1 導電型または第 2 導電型の半導体領域が形成されたとしても、その半導体領域と、n++領域 9 および p+領域 1 0 とは電氣的に分離できている。そして、裏面電極型太陽電池 1 に逆方向のバイアス（逆バイアス電圧）が印加されたとしても、外周縁半導体領域としての p+領域 7 1 は電極に接触していな

いことから、裏面電極型太陽電池 1 の外周縁を通して電極に流れ込むリーク電流の発生を抑えることができる。

[0036] なお、図 3 に示す例においては、 n^{++} 領域 9 はすべて繋がって 1 つの半導体領域を形成しているが、必ずしも全部の n^{++} 領域 9 が繋がっていなくてもよい。さらに、図 3 に示す例においては、 p^{+} 領域 10 は複数に分離して形成されているが、繋がっている箇所があってもよい。

[0037] また、実施の形態の裏面電極型太陽電池 1 においては、 n 型シリコン基板 4 の裏面において、最も外側に配置されている両端の電極がそれぞれ n 型用電極 2 であるため、裏面電極型太陽電池 1 の裏面を回転対称構造とすることが可能となる。そのため、裏面電極型太陽電池 1 を複数並べて太陽電池モジュールを作製する際に、図 1 に示す裏面電極型太陽電池 1 の裏面の上下が反対になってもよい。

[0038] 以下、図 4 (a) ~ 図 4 (j) の模式的断面図を参照して、実施の形態の裏面電極型太陽電池 1 の製造方法の一例について説明する。

[0039] まず、図 4 (a) に示すように、 n 型シリコン基板 4 の受光面となる面 (n 型シリコン基板 4 の受光面) の反対側の面である裏面 (n 型シリコン基板 4 の裏面) にテクスチャマスク 21 を形成する。ここで、 n 型シリコン基板 4 としては、たとえば厚さ $100\ \mu\text{m}$ の n 型単結晶シリコンからなる基板を用いることができる。また、テクスチャマスク 21 としては、たとえば窒化シリコン膜などを用いることができる。また、テクスチャマスク 21 は、たとえば CVD (Chemical Vapor Deposition) 法またはスパッタ法などによって形成することができる。

[0040] 次に、図 4 (b) に示すように、 n 型シリコン基板 4 の受光面に凹凸形状 5 を形成する。凹凸形状 5 は、たとえば、テクスチャ構造とすることができる。凹凸形状 5 は、たとえば、水酸化ナトリウム水溶液または水酸化カリウム水溶液などのアルカリ水溶液にイソプロピルアルコールを添加して 70°C 以上 80°C 以下に加熱した溶液により n 型シリコン基板 4 の受光面をエッチングすることによって形成することができる。

[0041] 次に、図4（c）に示すように、n型シリコン基板4の裏面の一部にn++領域9を形成する。ここで、n++領域9は、たとえば以下のようにして形成することができる。

[0042] まず、n型シリコン基板4の裏面のテクスチャマスク21を除去する。次に、n型シリコン基板4の受光面にたとえば酸化シリコン膜などの拡散マスク22を形成する。次に、n型シリコン基板4の裏面のn++領域9の形成領域以外の領域にマスキングペーストを塗布した後にマスキングペーストを熱処理することによって拡散マスク23を形成する。その後、 POCl_3 を用いた気相拡散によって拡散マスク23からn型シリコン基板4の裏面が露出した箇所にリンを拡散させることによってn++領域9を形成する。

[0043] なお、マスキングペーストとしては、たとえば、溶剤、増粘剤および酸化シリコン前駆体を含むものなどを用いることができる。また、マスキングペーストの塗布方法としては、たとえば、インクジェット印刷法またはスクリーン印刷法などを用いることができる。

[0044] 次に、図4（d）に示すように、n型シリコン基板4の裏面および受光面に酸化シリコン膜24を形成する。ここで、酸化シリコン膜24は、たとえば、n型シリコン基板4に形成された拡散マスク22、拡散マスク23および拡散マスク22、23にリンが拡散することによって形成されたガラス層をフッ化水素酸処理により除去した後、酸素または水蒸気で熱酸化することによって形成することができる。なお、n型シリコン基板4の酸素または水蒸気による熱酸化は、酸素雰囲気または水蒸気雰囲気中にn型シリコン基板4を設置した状態で熱処理することによって行なうことができる。

[0045] このとき、図4（d）に示すように、n型シリコン基板4の裏面のn++領域9が形成されている領域上の酸化シリコン膜24（n++領域9上の酸化シリコン膜24）の膜厚を、n++領域9が形成されていない領域上の酸化シリコン膜24（n++領域9以外の領域上の酸化シリコン膜24）の膜厚よりも厚くすることができる。このような形状の酸化シリコン膜24を形成することができる場合の一例としては、900℃で水蒸気による熱酸化を行なって

酸化シリコン膜 24 を形成した場合に、 n^{++} 領域 9 上の酸化シリコン膜 24 の膜厚を $250\text{ nm} \sim 350\text{ nm}$ とし、 n^{++} 領域 9 以外の領域上の酸化シリコン膜 24 の膜厚を $70\text{ nm} \sim 90\text{ nm}$ とすることができる。ここで、熱酸化前の n^{++} 領域 9 の表面のリン濃度は $5 \times 10^{19}\text{ 個}/\text{cm}^3$ 以上であり、熱酸化の処理温度の範囲としては、酸素による熱酸化で $800^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ 、水蒸気による熱酸化で $800^\circ\text{C} \sim 950^\circ\text{C}$ である。

[0046] なお、以下の工程における p^{+} 領域 10 形成時の n^{++} 領域 9 の拡散マスクの膜厚としては、 60 nm 以上であることが好ましいことから、 n^{++} 領域 9 上の酸化シリコン膜 24 の膜厚と n^{++} 領域 9 以外の領域上の酸化シリコン膜 24 の膜厚との膜厚差は 60 nm 以上であることが好ましい。

[0047] また、熱酸化による酸化シリコン膜 24 の形成時に、 n 型シリコン基板 4 の裏面に拡散する不純物の種類と濃度とにより、熱酸化による酸化シリコン膜 24 の成長速度を異なるものとすることができ、特に、 n 型シリコン基板 4 の裏面における n 型不純物濃度が高い場合には、酸化シリコン膜 24 の成長速度を速くすることができる。そのため、 n 型シリコン基板 4 よりも n 型不純物濃度が高い n^{++} 領域 9 上の酸化シリコン膜 24 の膜厚を、 n^{++} 領域 9 よりも n 型不純物濃度が低い n^{++} 領域 9 以外の領域上の酸化シリコン膜 24 の膜厚よりも厚くすることができる。

[0048] なお、酸化シリコン膜 24 は、熱酸化時にシリコンと酸素とが結び付くことによって形成される。

[0049] 次に、図 4 (e) に示すように、 n 型シリコン基板 4 の裏面の一部に p^{+} 領域 10 および p^{+} 領域 71 を形成する。ここで、 p^{+} 領域 10 および p^{+} 領域 71 は、たとえば以下のようにして形成することができる。

[0050] まず、 n 型シリコン基板 4 の受光面の酸化シリコン膜 24 および裏面の n^{++} 領域 9 以外の領域上の酸化シリコン膜 24 をエッチングにより除去する。ここで、 n 型シリコン基板 4 の裏面の n^{++} 領域 9 上の酸化シリコン膜 24 の膜厚は、 n^{++} 領域 9 以外の領域上の酸化シリコン膜 24 の膜厚よりも厚く形成されているため、 n 型シリコン基板 4 の裏面の n^{++} 領域 9 上のみに酸化シリ

コン膜 24 を残すことができる。n++領域 9 上の酸化シリコン膜 24 と、n++領域 9 以外の領域上の酸化シリコン膜 24 とのエッチングレートの差により、n++領域 9 上の酸化シリコン膜 24 の膜厚を 120 nm 程度とすることができる。

[0051] 例えば、900℃の水蒸気による30分の熱酸化で酸化シリコン膜 24 を形成し、n++領域 9 以外の領域上の酸化シリコン膜 24 を除去するためにフッ化水素酸処理をした場合、n++領域 9 上の酸化シリコン膜 24 の膜厚を 120 nm 程度とすることができる。なお、上述したように、n++領域 9 上の酸化シリコン膜 24 の膜厚が 60 nm 以上である場合には、酸化シリコン膜 24 は p+領域 10 および p+領域 71 の形成時の拡散マスクとして好適に機能することができる。

[0052] さらに、n型シリコン基板 4 の受光面に酸化シリコン膜等の拡散マスク 25 を形成し、その後、n型シリコン基板 4 の裏面に、有機性高分子にホウ素化合物を反応させたポリマーをアルコール系溶媒に溶解させた溶液を塗布し、乾燥後、熱処理により n 型シリコン基板 4 の裏面の露出した箇所に p 型不純物であるボロンが拡散して、p+領域 10 と p+領域 71 とが形成される。

[0053] 次に、図 4 (f) に示すように、n 型シリコン基板 4 の裏面に第 1 裏面パッシベーション膜 11 を形成する。ここで、第 1 裏面パッシベーション膜 11 は、たとえば以下のようにして形成することができる。

[0054] まず、n 型シリコン基板 4 に形成された酸化シリコン膜 24、拡散マスク 25、ならびに酸化シリコン膜 24 および拡散マスク 25 にボロンが拡散して形成されたガラス層をフッ化水素酸処理により除去する。

[0055] 次に、n 型シリコン基板 4 の裏面に酸化シリコン膜等の拡散マスクを兼ねた第 1 裏面パッシベーション膜 11 を、たとえば CVD 法または SOG (スピニングガラス) の塗布および焼成などの方法により形成する。

[0056] 次に、n 型シリコン基板 4 の受光面にリン化合物、チタンアルコキシド、およびアルコールを少なくとも含む混合液 27 をスピン塗布等により塗布し、乾燥させる。ここで、混合液 27 は、n 型シリコン基板 4 の受光面に受光

面拡散層 6 である n+領域を形成するとともに、反射防止膜 12 となるリンを含む酸化チタン膜を形成するために塗布される。また、混合液 27 のリン化合物としてはたとえば五酸化リンを用いることができ、チタンアルコキシドとしてはたとえばテトライソプロピルチタネートを用いることができ、およびアルコールとしてはたとえばイソプロピルアルコールを用いることができる。

[0057] 次に、図 4 (g) および図 4 (j) に示すように、n 型シリコン基板 4 の受光面に n+領域である受光面拡散層 6 を形成するとともに、n 型シリコン基板 4 の受光面上におよび反射防止膜 12 を形成する。

[0058] 受光面拡散層 6 および反射防止膜 12 の形成は、n 型シリコン基板 4 の受光面に塗布されて乾燥された混合液 27 を窒素雰囲気中で熱処理（第 1 の熱処理）することにより行なわれる。この熱処理により、n 型不純物であるリンが n 型シリコン基板 4 の受光面に拡散することによって、n 型シリコン基板 4 の受光面全面に受光面拡散層 6 が形成されるとともに、n 型シリコン基板 4 の受光面上に反射防止膜 12 となるリンを含有した酸化チタン膜が形成される。

[0059] ここで、受光面拡散層 6 のシート抵抗は、 $100\ \Omega/\square$ 以上 $250\ \Omega/\square$ 未満であることが好ましい。この場合には、裏面電極型太陽電池 1 の受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量を低減して、裏面電極型太陽電池 1 の特性を向上することができる。

[0060] 次に、図 4 (g) および図 4 (j) に示すように、n 型シリコン基板 4 の裏面に第 2 裏面パッシベーション膜 8 を形成するとともに、n 型シリコン基板 4 の受光面の受光面拡散層 6 上に受光面パッシベーション膜 13 を形成する。

[0061] ここで、第 2 裏面パッシベーション膜 8 および受光面パッシベーション膜 13 は、たとえば酸素雰囲気または水蒸気雰囲気中で、n 型シリコン基板 4 の熱処理（第 2 の熱処理）により、n 型シリコン基板 4 を熱酸化することによって形成することができる。これによって、n 型シリコン基板 4 の裏面と第

1 裏面パッシベーション膜 1 1 との間に酸化シリコン膜からなる第 2 裏面パッシベーション膜 8 を形成することができるとともに、n 型シリコン基板 4 の受光面の受光面拡散層 6 と反射防止膜 1 2 との間に酸化シリコン膜からなる受光面パッシベーション膜 1 3 を形成することができる。

[0062] 受光面拡散層 6 と反射防止膜 1 2 との間に受光面パッシベーション膜 1 3 が形成される理由としては、受光面の凹凸形状 5 の凹部における反射防止膜 1 2 の膜厚が厚くなって反射防止膜 1 2 にクラックが生じ、そのクラックが生じている箇所から酸素または水蒸気が入り込んで受光面パッシベーション膜 1 3 である酸化シリコン膜が成長すると考えられる。また、受光面の凹凸形状 5 の凸部では反射防止膜 1 2 の膜厚が薄いため、酸素または水蒸気が透過し、受光面パッシベーション膜 1 3 である酸化シリコン膜が成長すると考えられる。

[0063] さらに、n 型シリコン基板 4 の裏面と第 1 裏面パッシベーション膜 1 1 との間に第 2 裏面パッシベーション膜 8 が形成される理由としては、n 型シリコン基板 4 の裏面の第 1 裏面パッシベーション膜 1 1 は CVD 法等で形成した膜であるため、第 1 裏面パッシベーション膜 1 1 の内部に酸素または水蒸気が透過し、これにより、第 2 裏面パッシベーション膜 8 である酸化シリコン膜が成長すると考えられる。

[0064] なお、受光面拡散層 6 および反射防止膜 1 2 を形成するための窒素雰囲気における第 1 の熱処理に引き続いて、ガスを切り替えて、受光面パッシベーション膜 1 3 および第 2 裏面パッシベーション膜 8 を形成するための酸素雰囲気または水蒸気雰囲気における第 2 の熱処理を行なうことが好ましい。この場合には、第 1 の熱処理と第 2 の熱処理との間に余分な工程を行なう必要がないため、工程数を減らすことができ、裏面電極型太陽電池 1 を効率的に製造することができる傾向にある。

[0065] また、受光面パッシベーション膜 1 3 の形成時における n 型シリコン基板 4 の表面の熱処理温度は、850℃よりも高いことが好ましい。この場合には、裏面電極型太陽電池 1 の受光面側のパッシベーション性に起因した再結

合電流量を低減して、裏面電極型太陽電池 1 の特性を向上することができる。

[0066] 次に、図 4 (h) に示すように、裏面パッシベーション膜 14 の一部を除去して、裏面パッシベーション膜 14 から n++領域 9 の一部および p+領域 10 の一部をそれぞれ露出させる。

[0067] ここで、裏面パッシベーション膜 14 の一部の除去は、たとえば、裏面パッシベーション膜 14 の一部にエッチングペーストをスクリーン印刷法等によって塗布した後にエッチングペーストを加熱することなどによって行なうことができる。その後、エッチングペーストは、たとえば、超音波洗浄した後に酸処理することによって除去することができる。エッチングペーストとしては、たとえば、エッチング成分として、リン酸、フッ化水素、フッ化アンモニウムおよびフッ化水素アンモニウムからなる群から選択された少なくとも 1 種を含むとともに、水、有機溶媒および増粘剤を含むものなどを用いることができる。

[0068] 次に、図 4 (i) に示すように、n++領域 9 上に n 型用電極 2 を形成するとともに、p+領域 10 上に p 型用電極 3 を形成する。

[0069] ここで、n 型用電極 2 および p 型用電極 3 は、たとえば、裏面パッシベーション膜 14 の所定の位置に銀ペーストをスクリーン印刷により塗布した後に乾燥させ、その後、銀ペーストを焼成することにより形成することができる。以上により、実施の形態の裏面電極型太陽電池 1 を製造することができる。

[0070] 上記のように、本実施の形態においては、裏面電極型太陽電池 1 に用いられる n 型シリコン基板 4 の一方の表面に、n 型シリコン基板 4 と同一の導電型である n 型不純物であるリンを含むリン化合物と、チタンアルコキシドと、アルコールとを含む溶液 27 を塗布し、熱処理することによって、反射防止膜 12 と F S F 層である受光面拡散層 6 とを形成している。そのため、本実施の形態においては、受光面拡散層 6 と反射防止膜 12 とを別々に形成する必要がないため、工程数を少なくして、裏面電極型太陽電池 1 を効率的に

製造することができる。

[0071] また、本実施の形態においては、受光面拡散層 6 と反射防止膜 12 とを形成するための熱処理を窒素雰囲気で行なっているため、裏面電極型太陽電池 1 の受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量を低減することができ、裏面電極型太陽電池 1 の特性を向上することができる。

[0072] また、上記のようにして製造された裏面電極型太陽電池 1 においては、 n 型シリコン基板 4 の受光面に設けられた受光面拡散層 6 のシート抵抗が $100\ \Omega/\square$ 以上 $250\ \Omega/\square$ 未満であり、反射防止膜 12 がリンを含む酸化チタンから構成されている。そのため、裏面電極型太陽電池 1 の受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量を低減することができることから、裏面電極型太陽電池 1 の特性を向上することができる。

[0073] 特に、反射防止膜 12 中に、リンなどの n 型不純物がリン酸化物として反射防止膜 12 の 15 質量%以上 35 質量%以下含まれる場合には、裏面電極型太陽電池 1 の受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量をさらに低減することができ、裏面電極型太陽電池 1 の特性をさらに向上することができる。

実施例

[0074] <サンプルの作製>

図 5 に、本実施例で作製したサンプル 81 の断面構造を示す。サンプル 81 は、 n 型シリコン基板 82 と、 n 型シリコン基板 82 の両面にそれぞれ受光面拡散層に相当する n^+ 領域 83 と、 n^+ 領域 83 上に受光面パッシベーション膜および裏面パッシベーション膜に相当する酸化シリコン膜 84 と、酸化シリコン膜 84 上に反射防止膜に相当するリンを含有する酸化チタン膜 85 と、を備えている。

[0075] ここで、図 5 に示すサンプル 81 は、以下のようにして作製した。図 6 に、図 5 に示すサンプル 81 の製造方法のフローチャートを示す。

[0076] まず、ステップ S1 に示すように、 n 型シリコン基板 82 の両面にそれぞれ凹凸形状（図 5 においては図示せず）を形成した。

[0077] 次に、ステップS 2に示すように、n型シリコン基板8 2の両面の凹凸形状上に、リン化合物、チタンアルコキシドおよびアルコールを含む混合液を塗布して乾燥させた。ここで、リン化合物としては五酸化ニリンを用い、チタンアルコキシドとしてはテトライソプロピルチタネートを用い、アルコールとしてはイソプロピルアルコールを用いた。

[0078] 次に、ステップS 3に示すように、n型シリコン基板8 2の両面の凹凸形状上の混合液を熱処理することによって、n型シリコン基板8 2の表面にリンを拡散させてn+領域8 3を形成するとともに、n型シリコン基板8 2の表面上にリンを含有する酸化チタン膜8 5を形成した。

[0079] 次に、ステップS 4に示すように、n型シリコン基板8 2の両面を酸素を用いて熱酸化することによって、n+領域8 3と酸化チタン膜8 5との間に酸化シリコン膜8 4を形成した。これにより、図5に示すサンプル8 1を作製した。

[0080] <再結合電流量の測定>

上記のようにして作製したサンプル8 1の再結合電流量を測定した。サンプル8 1の再結合電流量は、測定器としてシントンコンサルティング社製のWTC-120を用いたQSSPC (Quasi Steady State Photo Conductance) 法により測定した。

[0081] 図7に、ステップS 4の酸化シリコン膜8 4の形成温度Tを850℃、900℃、950℃および1000℃にそれぞれ変えたときのサンプル8 1の再結合電流量の測定結果を示す。なお、図7の縦軸は再結合電流量を示し、図7の横軸は酸化シリコン膜8 4の形成温度Tを示している。また、図7においては、ステップS 3の熱処理を窒素雰囲気で行なって作製した実施例のサンプル8 1の再結合電流量を丸印で表わし、ステップS 3の熱処理を酸素を含む雰囲気で行なって作製した比較例のサンプル8 1の再結合電流量を四角印で表わしている。また、図7の再結合電流量は、ステップS 3の熱処理を酸素を含む雰囲気で行ない、かつステップS 4の酸化シリコン膜8 4の形成温度Tを850℃として作製した比較例のサンプル8 1の再結合電流量を

1としたときの相対値で表わされている。

[0082] 図7に示すように、ステップS3の熱処理を窒素雰囲気で行なって作製した実施例のサンプル81においては、ステップS4の酸化シリコン膜84の形成温度Tが高くなるほど再結合電流量を低減できた。また、図7に示すように、ステップS3の熱処理を酸素を含む雰囲気で行なって作製した比較例のサンプル81においては、ステップS4の酸化シリコン膜84の形成温度Tを変化させても、再結合電流量を低減することはできなかった。

[0083] また、図7に示すように、実施例のサンプル81と、比較例のサンプル81との再結合電流量の差異は、ステップS4の酸化シリコン膜84の形成温度Tが高くなるほど大きくなっていった。

[0084] さらに、図7に示すように、実施例のサンプル81の再結合電流量は、ステップS4の酸化シリコン膜84の形成温度Tが850℃よりも高い温度で低減しており、再結合電流量を低減する観点からは、酸化シリコン膜84の形成温度Tは900℃以上であることが好ましく、950℃以上であることがより好ましいことがわかった。

[0085] 以上の結果により、ステップS3の熱処理の雰囲気およびステップS4の酸化シリコン膜84の形成温度Tが、サンプル81の再結合電流量に大きく影響することがわかった。

[0086] <シート抵抗の測定>

上記のようにして作製したサンプル81の再結合電流量の測定後に、サンプル81の両面の酸化シリコン膜84および酸化チタン膜85をそれぞれ除去し、さらに片面のn+領域83を除去して、除去していないn+領域83のシート抵抗($\Omega/\square$)を測定した。

[0087] 図8に、ステップS4の酸化シリコン膜84の形成温度Tを850℃、900℃、950℃および1000℃にそれぞれ変えたときのサンプル81のシート抵抗の測定結果を示す。なお、図8の縦軸はシート抵抗を示し、図8の横軸は酸化シリコン膜84の形成温度Tを示している。また、図8においては、ステップS3の熱処理を窒素雰囲気で行なって作製した実施例のサン

プル 8 1 のシート抵抗を丸印で表わし、ステップ S 3 の熱処理を酸素を含む雰囲気で行なって作製した比較例のサンプル 8 1 のシート抵抗を四角印で表わしている。

[0088] 図 8 に示すように、ステップ S 3 の熱処理を窒素雰囲気で行なって作製した実施例のサンプル 8 1 においては、ステップ S 3 の熱処理を酸素を含む雰囲気で行なって作製した比較例のサンプル 8 1 と比べて、シート抵抗を低減できることがわかった。これは、酸素を含む雰囲気における熱処理では、n 型不純物であるリンが n 型シリコン基板 8 2 の表面に偏析して、偏析したリンによる欠陥により再結合電流量を低減できなかったものと考えられる。

[0089] また、上記の再結合電流量の測定において、実施例のサンプル 8 1 の再結合電流量を好適に低減できることが確認できた 850℃よりも高く 1000℃以下のステップ S 4 の酸化シリコン膜 8 4 の形成温度 T の範囲に対応する n+領域 8 3 のシート抵抗は、100Ω/□以上 250Ω/□未満であった。

[0090] <酸化チタン膜の結晶構造解析>

ステップ S 3 の熱処理を窒素雰囲気で行なって作製した実施例のサンプル 8 1 の酸化チタン膜 8 5 と、ステップ S 3 の熱処理を酸素を含む雰囲気で行なって作製した比較例のサンプル 8 1 の酸化チタン膜 8 5 との結晶構造を X 線回折法により解析した。ここで、実施例および比較例のサンプル 8 1 は、それぞれ、ステップ S 3 の熱処理温度を 920℃とし、ステップ S 4 の酸化シリコン膜 8 4 の形成温度 T を 950℃として作製したものを用了。

[0091] 図 9 (a) に、実施例のサンプル 8 1 の酸化チタン膜 8 5 の X 線回折パターンを示す。また、図 9 (b) に、比較例のサンプル 8 1 の酸化チタン膜 8 5 の X 線回折パターンを示す。

[0092] 図 9 (a) に示すように、実施例のサンプル 8 1 の酸化チタン膜 8 5 はアナタース型の結晶構造を有しており、図 9 (b) に示すように、比較例のサンプル 8 1 の酸化チタン膜 8 5 は、ルチル型の結晶構造を有していた。

[0093] <結果>

以上の結果から、受光面拡散層である n+領域および反射防止膜であるリン

を含有した酸化チタン膜の形成時の熱処理を窒素雰囲気で行なった場合には、工程数を低減して裏面電極型太陽電池を効率的に製造できるとともに、酸素を含む雰囲気で行なった場合と比べて裏面電極型太陽電池の受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量を低減することができることから、裏面電極型太陽電池の特性を向上することができる。

[0094] また、受光面パッシベーション膜である酸化シリコン膜の形成温度を850℃よりも高く、好ましくは900℃以上、より好ましくは950℃以上とすることによって、裏面電極型太陽電池の受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量をさらに低減することができ、裏面電極型太陽電池の特性をさらに向上することができる。

[0095] また、受光面パッシベーション膜である酸化シリコン膜の形成後の受光面拡散層であるn+領域のシート抵抗が100Ω/□以上250Ω/□未満である場合にも、裏面電極型太陽電池の受光面側のパッシベーション性に起因した再結合電流量をさらに低減することができ、裏面電極型太陽電池の特性をさらに向上することができる。

[0096] なお、上記においては、n型シリコン基板を用いた場合について説明したが、p型シリコン基板を用いることもできる。n型シリコン基板に代えてp型シリコン基板を用いた場合には、受光面拡散層はp型シリコン基板よりもp型不純物濃度が高いp+領域となり、反射防止膜はp型不純物を含む膜となる。その他の構造は、n型シリコン基板について記載した上記構造と同様である。

[0097] また、p型シリコン基板を用いる場合には、より大きな短絡電流量を得るために、裏面電極型太陽電池の裏面において、n型用電極が形成されたn+領域およびp型用電極が形成されたp++領域のうち、p型シリコン基板とは異なる導電型の半導体領域であるn+領域の合計面積を、p++領域の合計面積よりも大きくすることが好ましい。また、この場合には、裏面電極型太陽電池の裏面のp++領域がその長さ方向に対して垂直方向に分離されていてもよく、このとき、分離されたp++領域間にはn+領域を形成することができる。ま

た、この場合に、 n^+ 領域がその長さ方向に対して垂直方向に分離されていてもよく、このとき、分離された n^+ 領域間には p^{++} 領域を形成することができる。

[0098] さらに、本発明の裏面電極型太陽電池の概念には、半導体基板の一方の表面（裏面）のみに p 型用電極および n 型用電極の双方が形成された構成の裏面電極型太陽電池だけでなく、MWT（Metal Wrap Through）型（半導体基板に設けられた貫通孔に電極の一部を配置した構成の太陽電池）などの構成の太陽電池も含まれる。

[0099] 以上のように本発明の実施の形態および実施例について説明を行なったが、上述の各実施の形態および各実施例の構成を適宜組み合わせることも当初から予定している。

[0100] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0101] 本発明に係る裏面電極型太陽電池の製造方法および裏面電極型太陽電池は、裏面電極型太陽電池の製造方法および裏面電極型太陽電池の全般に広く適用することができる。

符号の説明

[0102] 1, 14 裏面電極型太陽電池、2 n 型用電極、3 p 型用電極、4 n 型シリコン基板、5 凹凸形状、6 受光面拡散層、8 第2裏面パッシベーション膜、9 n^{++} 領域、10 p^+ 領域、11 第1裏面パッシベーション膜、12 反射防止膜、13 受光面パッシベーション膜、14 裏面パッシベーション膜、21 テクスチャマスク、22, 23, 25 拡散マスク、24 酸化シリコン膜、27 溶液、71 p^+ 領域、81 サンプル、82 n 型シリコン基板、83 n^+ 領域、84 酸化シリコン膜、85 酸化チタン膜、101 裏面電極型太陽電池、102 n 型用金属コンタクト

ト、１０３　ｐ型用金属コンタクト、１０４　ｎ型シリコンウエハ、１０５
凹凸形状、１０６　ｎ型前面側拡散領域、１０７　反射防止コーティング
、１０８　誘電性パッシベーション層、１０９　酸化物層、１１０　ｎ+領域
、１１１　ｐ+領域。

請求の範囲

- [請求項1] 第1導電型のシリコン基板(4)の一方の表面に、第1導電型不純物を含む化合物とチタンアルコキシドとアルコールとを含む溶液(27)を塗布する工程と、
- 窒素雰囲気中で前記溶液(27)に第1の熱処理を行なうことによって、前記シリコン基板(4)の前記表面に受光面拡散層(6)を形成するとともに前記シリコン基板(4)の前記表面上に反射防止膜(12)を形成する工程と、
- 前記シリコン基板(4)の前記表面に第2の熱処理を行なうことによって、前記シリコン基板(4)の前記表面上に受光面パッシベーション膜(13)を形成する工程と、を含む、裏面電極型太陽電池(1)の製造方法。
- [請求項2] 前記受光面パッシベーション膜(13)を形成する工程において、前記シリコン基板(4)の前記表面の熱処理温度は、850℃よりも高い、請求項1に記載の裏面電極型太陽電池(1)の製造方法。
- [請求項3] 前記受光面パッシベーション膜(13)は、酸化シリコン膜である、請求項1または2に記載の裏面電極型太陽電池(1)の製造方法。
- [請求項4] 前記シリコン基板(4)の前記表面の反対側の第2の表面に裏面パッシベーション膜(8)を形成する工程をさらに含む、請求項1から3のいずれかに記載の裏面電極型太陽電池(1)の製造方法。
- [請求項5] 前記受光面拡散層(6)のシート抵抗が、100Ω/□以上250Ω/□未満である、請求項1から4のいずれかに記載の裏面電極型太陽電池(1)の製造方法。
- [請求項6] 前記第1の熱処理に引き続いて前記第2の熱処理を行なう、請求項1から5のいずれかに記載の裏面電極型太陽電池(1)の製造方法。
- [請求項7] 第1導電型のシリコン基板(4)と、
- 前記シリコン基板(4)の受光面とは反対側の面である裏面に設けられた、第1導電型用電極(2)と、第2導電型用電極(3)と、

前記シリコン基板（４）の前記受光面に設けられた受光面拡散層（６）と、

前記受光面拡散層（６）上に設けられた受光面パッシベーション膜（１３）と、

前記受光面パッシベーション膜（１３）上に設けられた反射防止膜（１２）と、を備え、

前記受光面拡散層（６）における第１導電型不純物の濃度は、前記シリコン基板（４）における第１導電型不純物の濃度よりも高く、

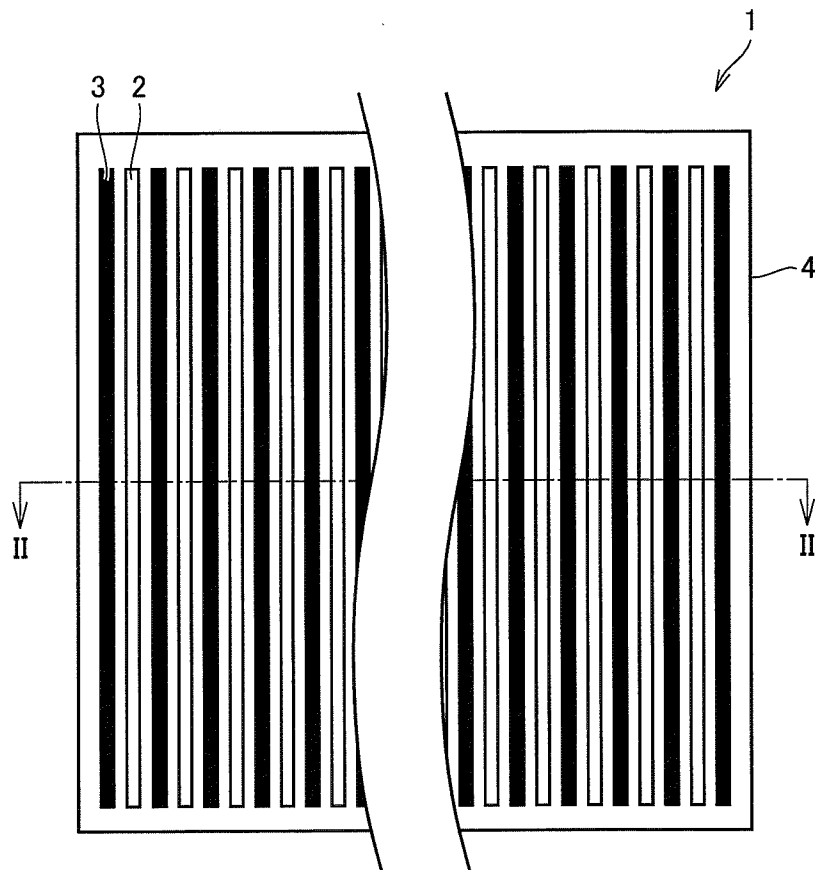
前記受光面拡散層（６）のシート抵抗が、 $100\Omega/\square$ 以上 $250\Omega/\square$ 未満であり、

前記反射防止膜（１２）は、第１導電型不純物を含む酸化チタンからなる、裏面電極型太陽電池（１）。

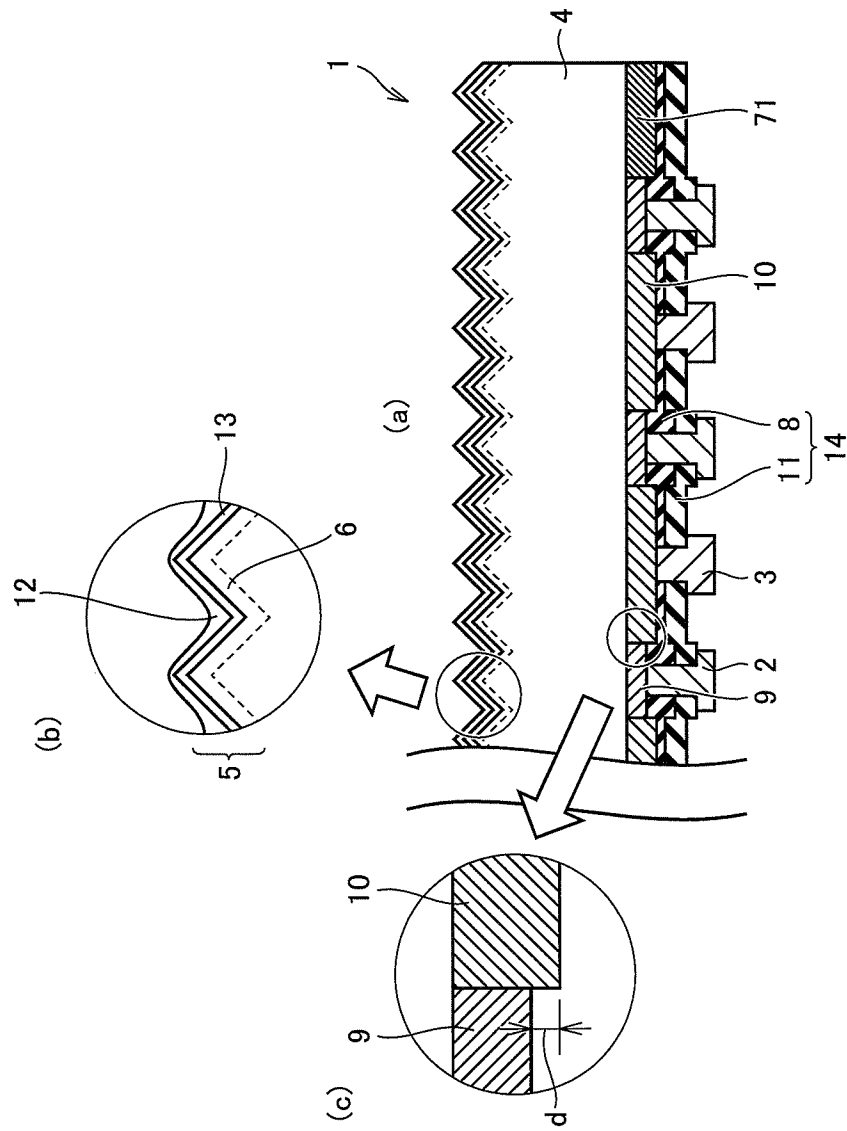
[請求項８] 前記反射防止膜（１２）に含まれる前記第１導電型不純物はｎ型不純物であり、

前記ｎ型不純物はリン酸化物として前記反射防止膜（１２）の１５質量％以上３５質量％以下含まれる、請求項７に記載の裏面電極型太陽電池（１）。

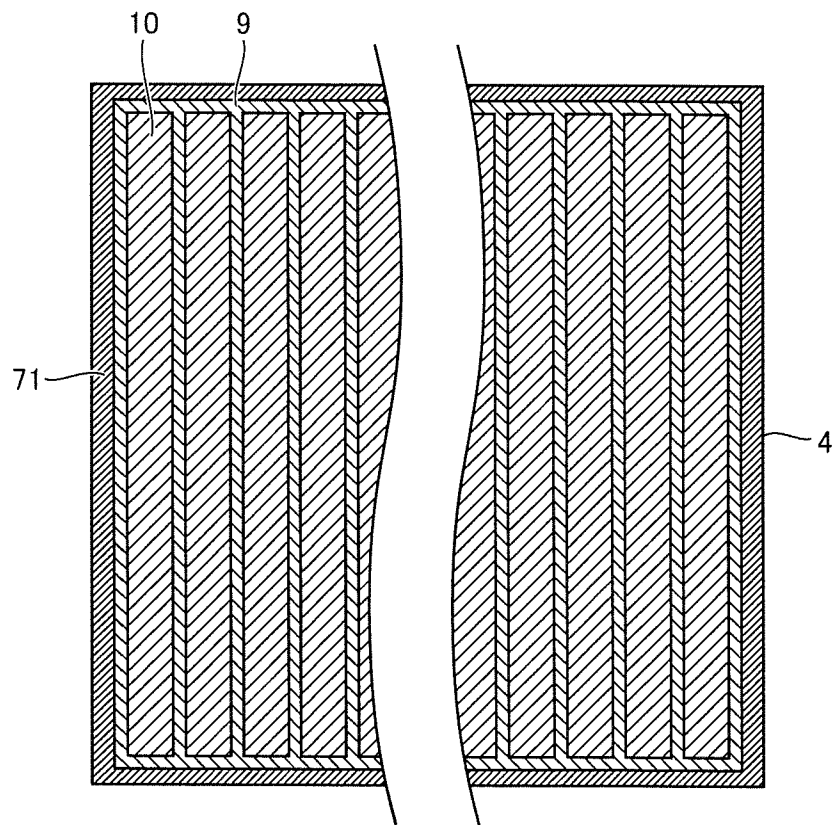
[図1]



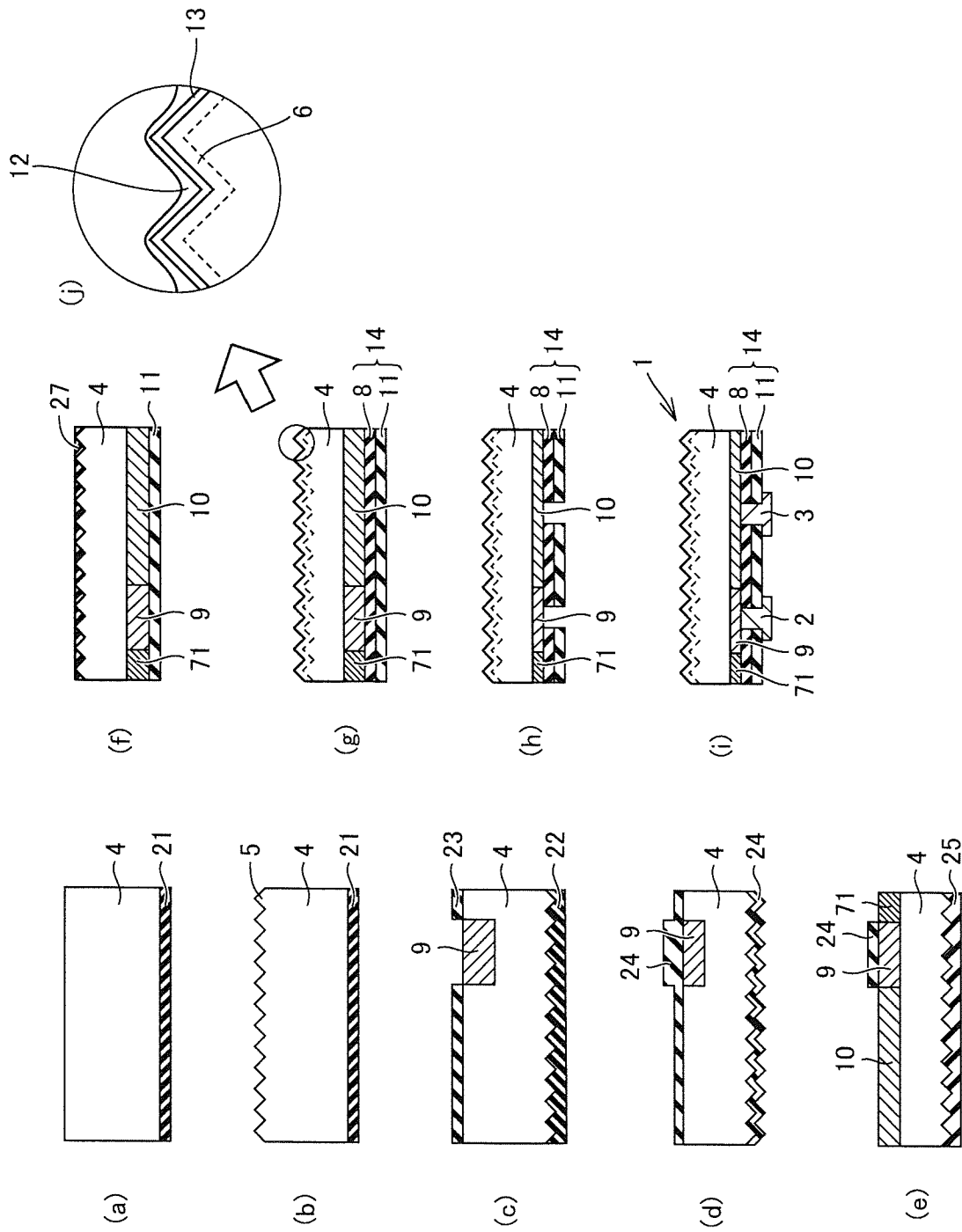
[図2]



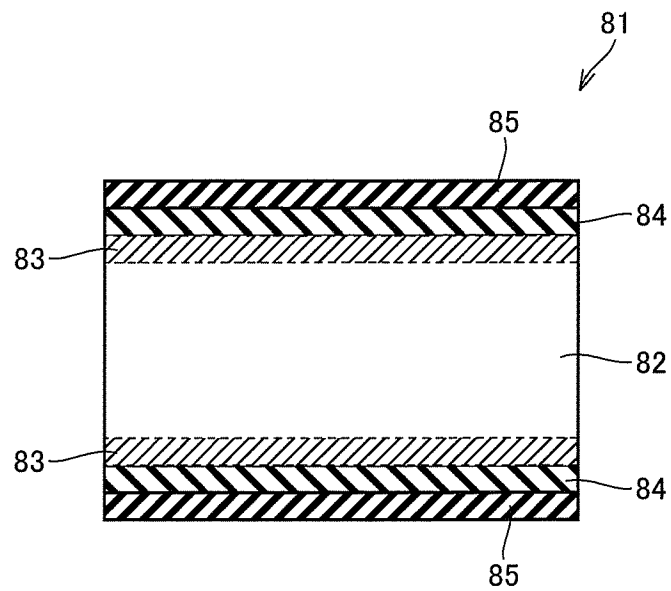
[図3]



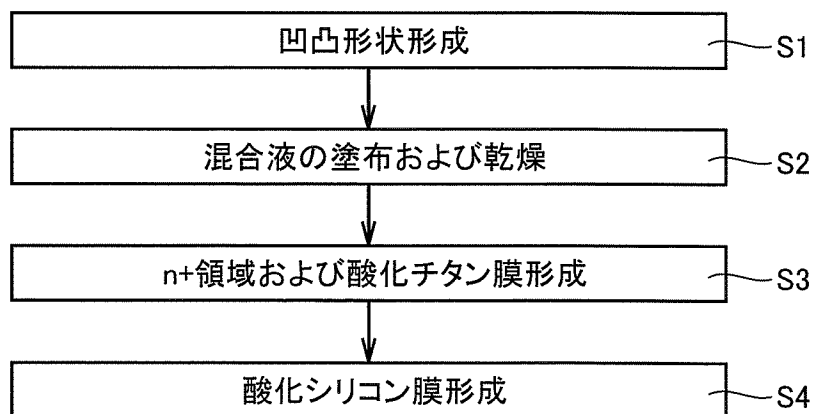
[図4]



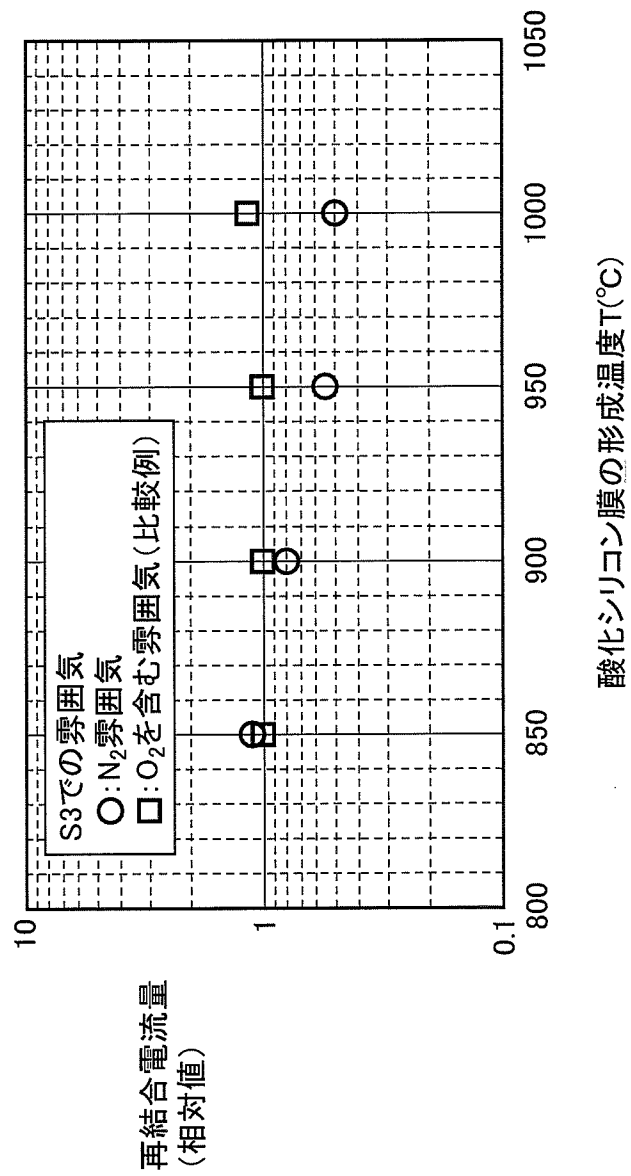
[図5]



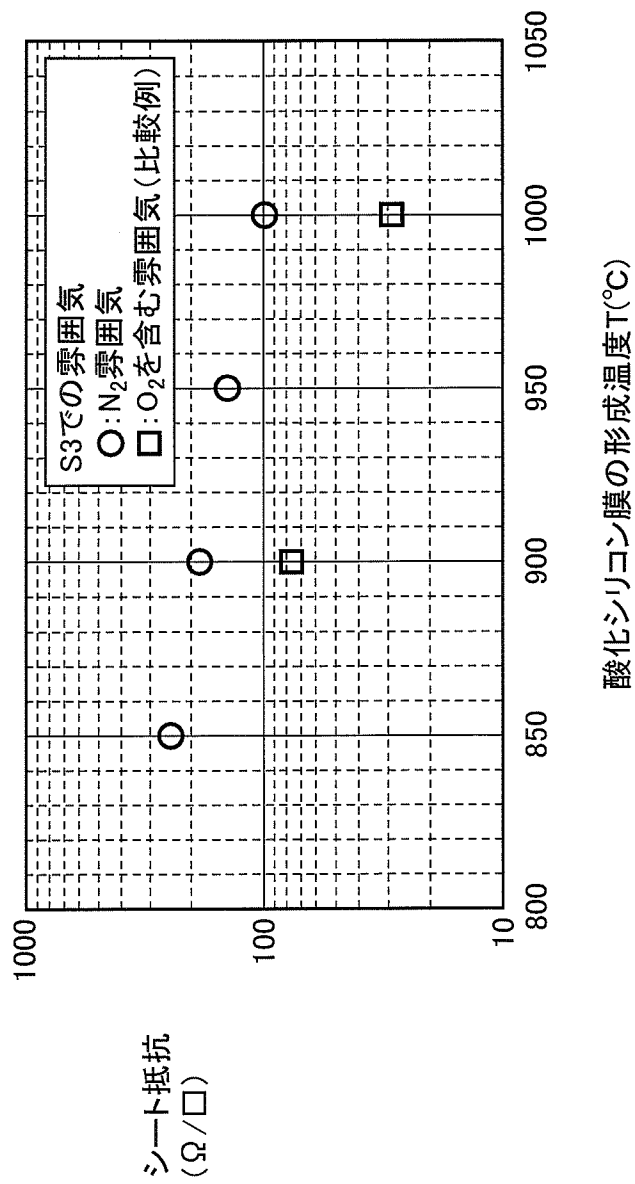
[図6]



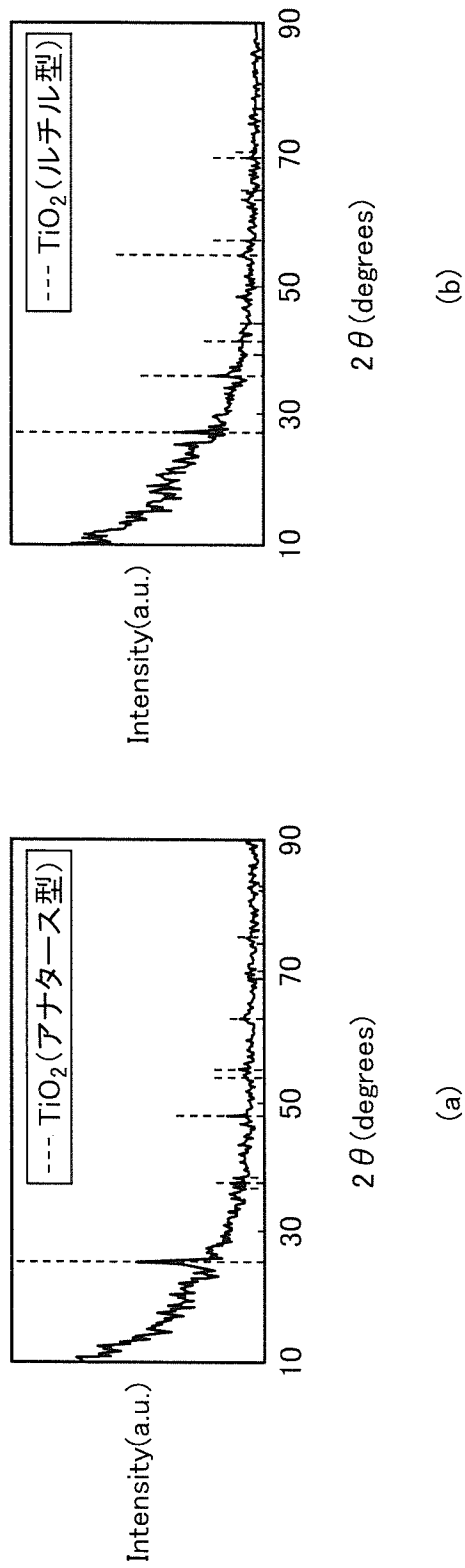
[図7]



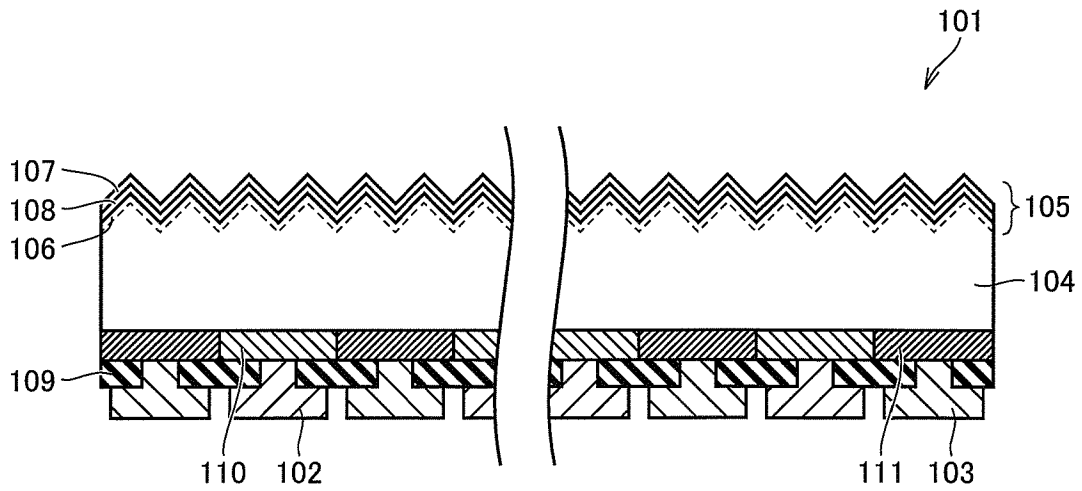
[図8]



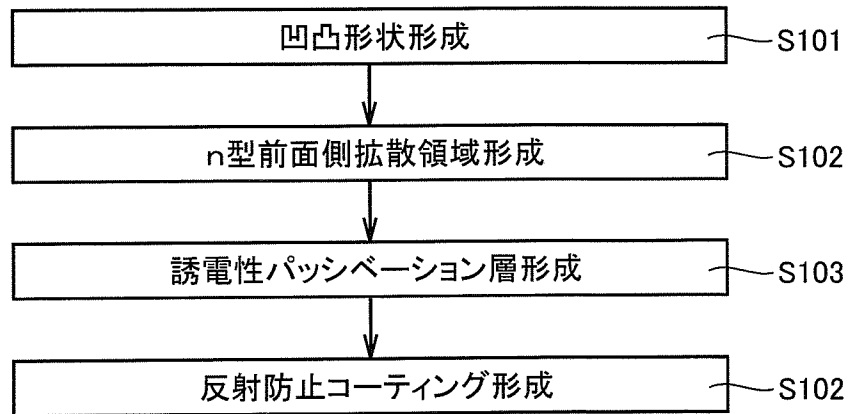
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077912

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	1996-2012
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.
A	JP 58-191478 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 November 1983 (08.11.1983), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2009/052227 A1 (FERRO CORP.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings & JP 2011-501442 A & EP 2201607 A1 & CN 101828265 A & KR 10-2010-0069687 A	1-8
A	JP 63-283172 A (Sharp Corp.), 21 November 1988 (21.11.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-8



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

27 January, 2012 (27.01.12)

Date of mailing of the international search report

07 February, 2012 (07.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077912

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-70296 A (Sharp Corp.), 10 March 1998 (10.03.1998), paragraph [0036] (Family: none)	1-8
A	JP 7-221333 A (Sharp Corp.), 18 August 1995 (18.08.1995), paragraph [0019] (Family: none)	1-8
A	JP 2002-134178 A (Catalysts & Chemicals Industries Co., Ltd.), 10 May 2002 (10.05.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2008-532311 A (Sunpower Corp.), 14 August 2008 (14.08.2008), entire text; all drawings & JP 2011-97078 A & US 2006/0196535 A1 & US 2009/0260673 A1 & US 2010/0307562 A1 & EP 1854147 A2 & WO 2006/096247 A2 & KR 10-2007-0105341 A & CN 101133500 A & KR 10-2009-0043613 A	1-8
A	JP 10-12907 A (Sharp Corp.), 16 January 1998 (16.01.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2002-83983 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 22 March 2002 (22.03.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 9-191118 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 22 July 1997 (22.07.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 56-60075 A (Westinghouse Electric Corp.), 23 May 1981 (23.05.1981), entire text; all drawings & US 4251285 A & EP 24057 A1	1-8
E, X	JP 2011-258767 A (Sharp Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), entire text; all drawings & WO 2011/155372 A1	1-8
P, X	JP 2011-159783 A (Sharp Corp.), 18 August 2011 (18.08.2011), entire text; all drawings & WO 2011/093360 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） 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（I P C）） 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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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	
A	JP 58-191478 A（松下電器産業株式会社）1983.11.08, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8	
A	WO 2009/052227 A1（FERRO CORPORATION）2009.04.23, 全文、全図 & JP 2011-501442 A & EP 2201607 A1 & CN 101828265 A & KR 10-2010-0069687 A	1-8	
A	JP 63-283172 A（シャープ株式会社）1988.11.21, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8	
☒ 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 27.01.2012		国際調査報告の発送日 07.02.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 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） 岡田 吉美 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	2K 9315

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
A	JP 10-70296 A (シャープ株式会社) 1998. 03. 10, 【0036】 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 7-221333 A (シャープ株式会社) 1995. 08. 18, 【0019】 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2002-134178 A (触媒化成工業株式会社) 2002. 05. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2008-532311 A (サンパワー コーポレーション) 2008. 08. 14, 全文、全図 & JP 2011-97078 A & US 2006/0196535 A1 & US 2009/0260673 A1 & US 2010/0307562 A1 & EP 1854147 A2 & WO 2006/096247 A2 & KR 10-2007-0105341 A & CN 101133500 A & KR 10-2009-0043613 A	1-8
A	JP 10-12907 A (シャープ株式会社) 1998. 01. 16, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2002-83983 A (信越半導体株式会社) 2002. 03. 22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 9-191118 A (信越化学工業株式会社) 1997. 07. 22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 56-60075 A (ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション) 1981. 05. 23, 全文、全図 & US 4251285 A & EP 24057 A1	1-8
E, X	JP 2011-258767 A (シャープ株式会社) 2011. 12. 22, 全文、全図 & WO 2011/155372 A1	1-8
P, X	JP 2011-159783 A (シャープ株式会社) 2011. 08. 18, 全文、全図 & WO 2011/093360 A1	1-8