

(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
2019年5月9日(09.05.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/087590 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/05 (2014.01)
H01L 31/043 (2014.01) H01L 31/0747 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/034222

(22) 国際出願日: 2018年9月14日(14.09.2018)

(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 2017-209637 2017年10月30日(30.10.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社カネカ (KANEKA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5308288 大阪府大阪市北区中之島二丁目3番18号 Osaka (JP).

(72) 発明者: ▲高▼橋 祐司 (TAKAHASHI Yuji);

〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 吉河 訓太 (YOSHIKAWA Kunta); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 大本 慎也 (OMOTO Shinya); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP).

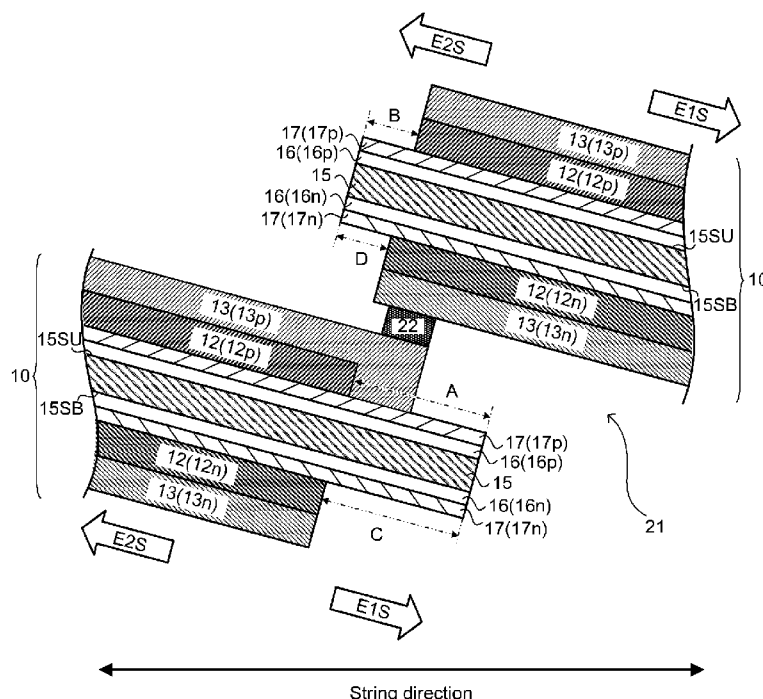
(74) 代理人: 新山 雄一 (NIYAMA Yuichi);

〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: DOUBLE-SIDED ELECTRODE TYPE SOLAR CELL AND SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称: 両面電極型太陽電池および太陽電池モジュール



(57) Abstract: The present invention provides: a solar cell module which exhibits high output while ensuring connection strength between solar cells; and a solar cell suitable for the solar cell module. In a semiconductor substrate 15 of a solar cell 10, when a region, not covered with a p-type transparent oxide electrode layer 12p, on a light receiving surface 15SU side at one end side ELS is defined as a "region A", and when a region, not covered with the p-type transparent oxide electrode layer 12p, on the light receiving surface 15SB side at the other end side E2S is defined as a "region B", the area

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, JP, 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,
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, 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))

of the region A is larger than the area of the region B.

(57) 要約: 太陽電池同士の接続強度を担保しつつ、高出力を発揮する太陽電池モジュール、および、それに好適な太陽電池を提供する。太陽電池10にあって、半導体基板15において、一方端側E1Sの受光面15SU側にて、p型用透明酸化物電極層12pに覆われない領域を「領域A」とし、他方端側E2Sの受光面15SU側にて、p型用透明酸化物電極層12pに覆われない領域を「領域B」とすると、領域Aの面積は領域Bの面積よりも広い。

明 細 書

発明の名称：両面電極型太陽電池および太陽電池モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、両面電極型太陽電池および太陽電池モジュールに関する。

背景技術

[0002] 昨今、両面電極型の太陽電池をモジュール化する場合、導電性の接続線を用いることなく、太陽電池の一部同士を重ね合わせることで、直接、電気的かつ物理的に接続を行う方式が存在する（例えば特許文献1）。

[0003] このような接続方式はシングリング方式と称される。この方式によると、太陽電池モジュールにおける限られた太陽電池実装面積に、より多くの太陽電池が実装可能になり、光電変換のための受光面積が増えることから、太陽電池モジュールの出力が向上すると考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平11-186577号公報

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、単純に受光面積を増加させただけの太陽電池モジュールであると、実際は、出力の向上は難しい。出力の向上には、受光面積だけでなく、その他の様々な要因が存在するためである。要因の1つとしては、太陽電池のp n接合間に生じる暗電流が考えられる。暗電流が生じると、太陽電池の動作点電圧が低下し、それに起因して出力が低下するためである。そして、シングリング方式の場合、1つの太陽電池の一部は別の太陽電池の一部によって遮光されるため、暗電流が生じやすい。

[0006] この暗電流を抑えるためには、太陽電池の一部同士の重なり合う面積を狭くすればよいが、そうしてしまうと、物理的な接続面積が狭小化してしまい、太陽電池同士の接続強度不足が生じる。また、太陽電池同士の電気的かつ

物理的な接続のために、重なり合う太陽電池の一部同士の間に、例えば導電性接着剤が介在するが、その導電性接着剤は、熱圧着の際に広がって、太陽電池の受光面にまで進出し、シャドウロスの原因にもなり得る。

[0007] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものである。そして、その目的は、太陽電池同士の接続強度を担保しつつ、高出力を発揮する太陽電池モジュール、および、それに好適な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

[0008] 本発明に係る両面電極型太陽電池は、半導体基板と、前記半導体基板の主面の一方面側に p 型半導体層およびそれに対応する p 型用透明酸化物電極層と、前記半導体基板の主面他方面側に n 型半導体層およびそれに対応する n 型用透明酸化物電極層と、を含む。この両面電極型太陽電池では、前記半導体基板にて対向する両辺のうち一方を一方端側、他方を他方端側とし、前記一方端側の前記一方面側にて、前記 p 型用透明酸化物電極層に覆われない前記 p 型半導体層の領域を「領域 A」とし、前記他方端側の前記一方面側にて、前記 p 型用透明酸化物電極層に覆われない前記 p 型半導体層の領域を「領域 B」とする。すると、前記領域 A の面積は前記領域 B の面積よりも広い。

発明の効果

[0009] 本発明の太陽電池を搭載した太陽電池モジュールは、太陽電池同士の接続強度を担保しつつ、高出力を発揮する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]後述の図 6 に示す太陽電池モジュールの断面図での部分拡大図である。

[図2]図 1 の別例を示す部分拡大図である。

[図3]太陽電池の斜視図である。

[図4]太陽電池の平面図である。

[図5]太陽電池モジュールの平面図である。

[図6]太陽電池モジュールの断面図である。

[図7]太陽電池の斜視図である。

[図8]太陽電池の平面図である。

[図9]太陽電池の斜視図である。

[図10]太陽電池の平面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の一実施形態について説明すると以下の通りであるが、本発明はこれに限定されるものではない。なお、便宜上、ハッチングや部材符号等を省略する場合もあるが、かかる場合、他の図面を参照するものとする。また、図面における種々部材の寸法は、便宜上、見やすいように調整されている。

[0012] 図3の斜視図はシリコン製の半導体基板15を用いた太陽電池10を示し、図4は図3の平面図である。図3に示すように半導体基板15は、2つの主面15S(15SU・15SB)を有する。そこで、本明細書では、2つの主面15Sのうち一方向側の主面15Sを表面15SU、他方向側の主面15Sを裏面15SBとする。また、表面15SUおよび裏面15SBのうち、一方向を他方向よりも積極的に受光させようとする受光側〔受光面側〕とし、積極的に受光させない他方向を非受光となる裏側〔裏面側〕として説明する。

[0013] 太陽電池10は、いわゆるヘテロ接合結晶シリコン太陽電池を挙げて説明する。この太陽電池10は、半導体基板15、真性半導体層16、導電型半導体層17(p型半導体層17p、n型半導体層17n)、および、電極層11(透明酸化物電極層12、金属電極層13)を含む。なお、以降では、便宜上、p型半導体層17pまたはn型半導体層17nに個別に対応付けされる部材には、部材番号の末尾に「p」／「n」を付すことがある。

[0014] 半導体基板15は、単結晶シリコン(シリコンウェハ)で形成された基板であっても多結晶シリコンで形成された基板であっても構わない。以下では、単結晶シリコン基板を例に挙げて説明する。

[0015] また、半導体基板15の導電型は、シリコン原子に対して電子を導入する不純物(例えば、リン原子)を含有するn型単結晶シリコン基板であっても、シリコン原子に対して正孔を導入する不純物(例えば、ホウ素原子)を有

する p 型単結晶シリコン基板であっても構わない。以下では、キャリア寿命の長いといわれる n 型の半導体基板 15 を例に挙げて説明する。

[0016] また、半導体基板 15 は、受けた光を閉じこめておく観点から、2つの主面 15SU・15SBのうち、少なくとも受光面 15SUは、山（凸）と谷（凹）とで形成されるテクスチャ構造が有ると好ましい。なお、テクスチャ構造（凹凸面）は、例えば、半導体基板 15における（100）面のエッチングレートと（111）面のエッチングレートとの差異を応用した異方性エッチングによって形成される。

[0017] また、半導体基板 15の厚みは、シリコンの使用量の抑制の観点から200 μ m以下であると好ましい。なお、厚みを測定する場合の測定方向は、半導体基板 15の平均面（平均面とは、テクスチャ構造に依存しない基板全体としての面を意味する）に対する垂直方向である。そこで、以降、この垂直方向、すなわち厚みを測定する方向を、種々の層の膜厚を測定する厚み方向とする。

[0018] 一方で、半導体基板 15の厚みが過度に小さいと、機械的強度の低下が生じたり、外光（太陽光等）が十分に吸収されず、短絡電流密度が減少しかねない。そのため、半導体基板 15の厚みは、50 μ m以上が好ましく、70 μ m以上がより好ましい。なお、半導体基板 15の主面 15Sにテクスチャ構造が形成されている場合、半導体基板 15の厚みは、受光側および裏側のそれぞれの凹凸構造における凸の頂点を結んだ直線間の最大距離で表される。

[0019] なお、シリコンウェハが5インチ角、6インチ角の場合、それを切断して、半導体基板 15としても構わない。このようにすると、シリコンウェハより小さなサイズの太陽電池 10となるため、薄くて撓みやすい半導体基板 15であっても破損し難い。

[0020] また、図4に示すように、半導体基板 15の平面形状は、4辺E1～E4を有する略矩形であることが好ましく、長辺E1，E2および短辺E3，E4を有する略長方形であることがより好ましい。本明細書において、「略矩

形」には、完全な矩形（正方形を含む長方形）だけでなく、少なくとも一方の角に丸みを有する等、少なくとも一方の角が欠けている形状等も含まれる。同様に、「略長方形」には、完全な長方形だけでなく、少なくとも一方の角に丸みを有する等、少なくとも一方の角が欠けている形状等も含まれる。

[0021] 真性半導体層 16 (16 p, 16 n) は、半導体基板 15 の略矩形状の両主面 15 S (15 S U, 15 S B) を個別に直接覆うことで、半導体基板 15 への不純物拡散を抑えつつ表面パッシベーションを行う。なお、「真性 (i 型)」との用語は、導電型不純物を含まない完全に真性であるものに限られず、シリコン系層が真性層として機能し得る範囲で微量の n 型不純物または p 型不純物を含む「弱 n 型」または「弱 p 型」の実質的に真性な層も包含する。

[0022] また、図 3 では、真性半導体層 16 p の形状および面積は、半導体基板 15 の主面 15 S U と略同じであり、真性半導体層 16 n の形状および面積は、半導体基板 15 の主面 15 S B と略同じである。ただし、これに限定されるものではない。

[0023] 真性半導体層 16 の材料は、特に限定されるものではないが、非晶質シリコン系薄膜であると好ましく、シリコンと水素とを含む水素化非晶質シリコン系薄膜層であるとより好ましい。また、真性半導体層 16 の形成方法は、特に限定されるものではないが、プラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 法であると好ましい。

[0024] これらの薄膜が、単結晶シリコンで形成された半導体基板 15 上に CVD 製膜されると、単結晶シリコンへの不純物の拡散を抑制しつつ、基板表面のパッシベーションを有効に行えるためである。また、プラズマ CVD 法であれば、真性半導体層 16 の膜中水素濃度を膜厚方向で変化させることで、キャリア回収を行う上で有効なエネルギーギャッププロファイルの形成も行える。

[0025] なお、プラズマ CVD 法による薄膜の形成条件としては、例えば、基板温度 100℃ 以上 300℃ 以下、圧力 20 Pa 以上 2600 Pa 以下、高周波

パワー密度 0.003 W/cm^2 以上 0.5 W/cm^2 以下が好適である。

[0026] また、薄膜の形成に使用される原料ガスとしては、水素化非晶質シリコン系薄膜の場合、 SiH_4 、 Si_2H_6 等のシリコン含有ガス、または、それらのガスと H_2 を混合したものが好適である。

[0027] 導電型半導体層 17 としては、p 型半導体層 17 p と n 型半導体層 17 n とが挙げられる。図 3 に示す太陽電池 10 では、p 型半導体層 17 p は、半導体基板 15 の受光側の主面（受光面）15 SU に形成された略矩形状の真性半導体層 16 p 上に形成され、n 型半導体層 17 n は、半導体基板 15 の裏側の主面（裏面）15 SB に形成された略矩形状の真性半導体層 16 n 上に形成される。

[0028] このように、半導体基板 15 の主面 15 SU・15 SB における一方面側と他方面側とに、導電型半導体層 17 が個別に形成されていると、電極層 11 も、半導体基板 15 の一方面側と他方面側とに個別に形成される。このことから、このような太陽電池 10 は両面電極型太陽電池 10 と称される。

[0029] また、図 3 では、p 型半導体層 17 p の形状および面積は、真性半導体層 16 p ひいては半導体基板 15 の主面 15 SU と略同じであり、n 型半導体層 17 n の形状および面積は、真性半導体層 16 n、ひいては半導体基板 15 の主面 15 SB と略同じである。ただし、これに限定されるものではない。また、導電型半導体層 13 の製法は、特に限定されるものではないが、真性半導体層 16 同様に、プラズマ CVD 法であると好ましい。

[0030] p 型半導体層 17 p は、p 型のドーパント（ボロン等）が添加されたシリコン層で形成される。例えば、p 型水素化非晶質シリコン層、p 型非晶質シリコンカーバイド層、または p 型非晶質シリコンオキサイド層が挙げられる。なお、p 型半導体層 17 p は、不純物拡散の抑制または直列抵抗低下の観点から、非晶質シリコンで形成されると好ましい。また、p 型非晶質シリコンカーバイド層および p 型非晶質シリコンオキサイド層は、ワイドギャップの低屈折率層であるため、光学的なロスを低減できる点において好ましい。

[0031] n 型半導体層 17 n は、n 型のドーパント（リン等）が添加されたシリコ

ン層で形成される。なお、 n 型半導体層 17 n も、 p 型半導体層 17 p 同様に、非晶質シリコン層で形成されると好ましい。

[0032] 電極層 11 は、 p 型半導体層 17 p と n 型半導体層 17 n とを個別に覆うことで、それら半導体層 17 p, 17 n に電氣的に接続される。これにより、電極層 11 は、 p 型半導体層 17 p または n 型半導体層 17 n に生じるキャリアを導く輸送層として機能する。

[0033] 電極層 11 は、多層で形成され、 p 型半導体層 17 p と n 型半導体層 17 n とを個別に直接接触する層として、透明導電性酸化物を主成分とする透明酸化物電極層 12 (12 p, 12 n) が形成される。なお、「主成分とする」とは、当該物質の含有量が、51重量%以上、好ましくは70重量%以上、より好ましくは90重量%であることを意味する。また、透明酸化物電極層 12 の機能を失わない限り、主成分以外の物質が含まれていても構わない。また、透明酸化物電極層 12 は、単層でも多層でも構わない。

[0034] 透明導電性酸化物は、材料としては特に限定されるものではないが、例えば、酸化亜鉛若しくは酸化インジウム、または、酸化インジウムに、種々の金属酸化物、例えば酸化チタン、酸化スズ、酸化タングステン、若しくは酸化モリブデン等を1重量%以上10重量%以下で添加した材料が挙げられる。また、このような材料に、Sn、W、As、Zn、Ge、Ca、Si、C等のドーピング剤を添加しても構わない。

[0035] また、透明酸化物電極層 12 の厚みは、10nm以上140nm以下が望ましく、このような膜厚に好適な透明酸化物電極層 12 の形成方法としては、例えば、スパッタ法等の物理気相堆積法(PVD)、または、有機金属化合物と酸素または水との反応を利用した化学気相堆積法(MOCVD)法等が挙げられる。

[0036] なお、透明酸化物電極層 12 p の形状は、 p 型半導体層 17 p の形状と同じ略矩形状ではあるが、 p 型半導体層 17 p の面積よりも小さく形成される。その上、半導体基板 15 にて対向する両辺 E1, E2 のうち一方である一方端側 E1 S と、他方である他方端側 E2 S とに、透明酸化物電極層 12 p

に覆われない領域〔領域〕が生じるように、その透明酸化物電極層 1 2 p を形成する。

[0037] また、透明酸化物電極層 1 2 n の形状は、n 型半導体層 1 7 n の形状と同じ略矩形状であるが、n 型半導体層 1 7 n の面積よりも小さく形成される。その上、半導体基板 1 5 における一方端側 E 1 S と他方端側 E 2 S とに、透明酸化物電極層 1 2 n に覆われない領域〔領域〕が生じるように、その透明酸化物電極層 1 2 n を形成する。

[0038] このような透明酸化物電極層 1 2 の製膜は、例えば、フィルムマスクによる部分被膜法であるリフトオフ法を使用する。すなわち、パターン化された開口を有するフィルムマスクを用いて、開口に重なる部分に透明酸化物電極層 1 2 が製膜され、非開口部分直下には、透明酸化物電極層 1 2 が製膜されないことを利用すれば、透明酸化物電極層 1 2 の製膜されている導電領域と、製膜されていない領域（非導電領域）とが形成される。

[0039] なお、透明酸化物電極層 1 2 の製膜は、リフトオフ法に限定されるものではなく、例えば、ステンシル・マスクという穴の開いた金属を通して製膜して直接的にパターンを作る方法、透明酸化物電極層 1 2 を半導体層 1 7 全面に製膜後、透明酸化物電極層 1 2 を部分的にエッチングによって除去する方法（サブトラクティブ法）、または、透明電極材料を導電領域のみに直接塗布し、導電層を形成する方法（アディティブ法）であっても構わない。

[0040] 電極層 1 1 では、p 型半導体層 1 7 p 用の透明酸化物電極層〔p 型用透明酸化物電極層〕 1 2 p と、n 型半導体層 1 7 n 用の透明酸化物電極層〔n 型用透明酸化物電極層〕 1 2 n とに加えて、これら層 1 2 p, 1 2 n 毎に、金属電極層 1 3〔p 型用金属電極層 1 3 p, n 型用金属電極層 1 3 n〕が形成される。

[0041] 金属電極層 1 3 は、少なくとも一部を透明酸化物電極層 1 2 の表面側に、直接的に積み上げて形成され、透明酸化物電極層 1 2 に電氣的に接続する。ただし、これに限定されず、金属電極層 1 3 が透明酸化物電極層 1 2 と電氣的に接続されるのであれば、別の層が両層 1 2・1 3 の間に介在しても構わ

ない。

[0042] 金属電極層 1 3 は、材料としては特に限定されるものではないが、例えば、銀、銅、アルミニウム、または、ニッケル等が挙げられる。また、このような金属材料とバインダー樹脂とを含む導電性ペーストが、金属電極層 1 3 の材料であっても構わない。

[0043] このような材料は遮光材のため、太陽電池 1 0 の受光側に配置される金属電極層 1 3 は、細線化されたパターン状に形成される。例えば図 3 に示すように、櫛歯型の金属電極層 1 3 p が挙げられる。

[0044] このような櫛歯型の金属電極層 1 3 p では、櫛背となる部分をバスバー部 B B、櫛背に対して交差（直交等）しつつ、その櫛背の長手に沿って並ぶ櫛歯となる部分をフィンガー部 F G と称する。

[0045] なお、図 3 および図 4 では、バスバー部 B B が、半導体基板 1 5 における一方端側 E 1 の辺（長辺方向）に沿うように形成され、フィンガー部 F G は、長辺方向に対して交差する短辺方向（短辺 E 3, E 4）に沿って延び、長辺方向に沿って並ぶが、これに限定されるものではない。また、バスバー部 B B は、透明酸化物電極層 1 2 p の表面の複数のフィンガー部 F G の末端から延び出て p 型半導体層 1 7 p にまで到達しているが、これに限定されるものではない。

[0046] 一方で、光が直接入射してこない太陽電池 1 0 の裏側では、金属電極層 1 3 n が配置されても、半導体基板 1 5 への遮光の原因とならない。そのため、金属電極層 1 3 n は、例えば図 3 に示すように、透明酸化物電極層 1 2 n とほぼ同サイズの面状になって、透明酸化物電極層 1 2 n の面積以内に収まるように形成される。ただし、このような矩形状の面状電極に限定されるものではなく、裏側であっても、受光側と同様に、櫛歯型の金属電極層であっても構わない。

[0047] また、金属電極層 1 3 p, 1 3 n の厚みは、 $20\ \mu\text{m}$ 以上 $80\ \mu\text{m}$ 以下が望ましく、このような膜厚に好適な金属電極層 1 3 の形成方法としては、導電性ペーストをインクジェット若しくはスクリーン印刷する印刷法、または

、めっき法が挙げられる。ただし、これに限定されるものではなく、真空プロセスを採用する場合には、蒸着またはスパッタリング法が採用されても構わない。

[0048] なお、半導体基板 1 5 に対して、真性半導体層 1 6、導電型半導体層 1 7、および、電極層 1 1 を積層させた段階で、各接合界面のパッシベーション、半導体層およびその界面における欠陥準位の発生抑制を目的として、アニール処理を施す。

[0049] アニール処理としては、例えば、各層を配置した半導体基板 1 5 を 1 5 0℃以上 2 0 0℃以下に加熱したオーブンに投入して加熱処理が挙げられる。この場合、オーブン内の雰囲気は、大気でも構わないが、水素または窒素を用いることで、より効果的なアニール処理が行える。また、アニール処理は、各層を配置した半導体基板 1 5 に対して赤外線ヒーターを用いて赤外線を照射させる R T A (Rapid Thermal Annealing) 処理であっても構わない。

[0050] 以上のような両面電極型の太陽電池 1 0 は、図 5 の平面図および図 5 の i - i ' 線矢視断面図である図 6 に示すように、複数個で搭載されることで、太陽電池モジュール 2 0 となる。太陽電池モジュール 2 0 は、少なくとも、太陽電池 1 0、導電性接着剤 2 2、封止材 2 3 (受光側封止材 2 3 U、裏側封止材 2 3 B)、受光側保護部材 2 4、および、裏側保護部材 2 5 を含む。

[0051] 太陽電池 1 0 は、太陽電池モジュール 2 0 において少なくとも 2 個含まれていればよく、各々の太陽電池 1 0 は、導電性接着剤 2 2 を介して、少なくとも電氣的に接続される。このように、ひも状につながった複数個の太陽電池 1 0 を、太陽電池ストリング 2 1 と称する。

[0052] そして、導電性接着剤 2 2 が、太陽電池ストリング 2 1 において、第 1 の太陽電池 1 0 における一方端側 E 1 S の一方向側 (例えば受光面 1 5 S U 側) の一部に、第 2 の太陽電池 1 0 における他方端側 E 2 S の他方向側 (例えば裏面 1 5 S B 側) の一部を重ねた場合のこれらの一部間に介在する。例えば、導電性接着剤 2 2 は、第 1 の太陽電池 1 0 の金属電極層 1 3 p の一部であるバスバー部 B B と第 2 の太陽電池 1 0 の金属電極層 1 3 n の一部との間

に介在することで、太陽電池 10 を電氣的に接続する。そして、太陽電池モジュール 20 は、この太陽電池ストリング 21 を 1 個以上含む。

[0053] なお、本明細書の「第 1 の太陽電池」および「第 2 の太陽電池」とは、複数の太陽電池 10 によって形成される太陽電池ストリング 21 において、隣り合った 2 個の太陽電池 10・10 の一方と他方とを意味する。

[0054] したがって、例えば、3 個の太陽電池 10 で形成される太陽電池ストリング 21 では、組となる「第 1 の太陽電池」および「第 2 の太陽電池」は 2 組生じることになり、3 個並ぶ太陽電池 10 の中心に位置する太陽電池 10 は、他方端側 E 2 S（または一方端側 E 1 S）にて隣の太陽電池が「第 1 の太陽電池 10」となる場合は、「第 2 の太陽電池 10」となり、一方端側 E 1 S（または他方端側 E 2 S）にて隣の太陽電池が「第 2 の太陽電池 10」となる場合は、「第 1 の太陽電池 10」となる。つまり、1 個の太陽電池 10 は、「第 1 の太陽電池」になる場合も、「第 2 の太陽電池」になる場合もある。

[0055] また、第 1 の太陽電池 10 における一方端側 E 1 S の一方向側（例えば受光面 15 S U 側）の一部に、第 2 の太陽電池 10 における他方端側 E 2 S の他方向側（例えば裏面 15 S B 側）の一部を重ねると、瓦を屋根に葺いたように、複数の太陽電池 10 が一様にある方向に揃って傾く堆積構造となる。この概観から、このようにして太陽電池 10 を電氣的に接続する方式を、シングリング方式と称する。

[0056] なお、導電性接着剤 22 は、例えば、導電性接着ペーストが挙げられる。このような導電性接着剤ペーストは、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、またはウレタン樹脂等の熱硬化型の接着性樹脂材料に、導電性粒子を分散させたペースト状の接着剤である。ただし、これに限定されるものではなく、例えば、熱硬化型の接着性樹脂材料に導電性粒子を分散させてフィルム状に形成した、導電性接着フィルムまたは異方性導電フィルムを用いても構わない。

[0057] 封止材 23 は、太陽電池 10 を封止して保護するもので、太陽電池 10 の

受光側の面と受光側保護部材 24 との間、および、太陽電池 10 の裏側の面と裏側保護部材 25 との間に介在する。以降では、太陽電池 10 の受光側を被覆する封止材 23 を受光側封止材 23 U、太陽電池 10 の裏側を被覆する封止材 23 を裏側封止材 23 B と称することもある。

[0058] 受光側封止材 23 U および裏側封止材 23 B の形状は、特に限定されるものではなく、例えばシート状が挙げられる。シート状であれば、面状の太陽電池 10 の表面および裏面を被覆しやすいためである。

[0059] 封止材 23 の材料としては、特に限定されるものではないが、光を透過する特性（透光性）を有すると好ましい。また、封止材 23 の材料は、太陽電池 10 と受光側保護部材 24 と裏側保護部材 25 とを接着させる接着性を有すると好ましい。

[0060] このような材料としては、例えば、エチレン／酢酸ビニル共重合体（EVA）、エチレン／ α -オレフィン共重合体、エチレン／酢酸ビニル／トリアリルイソシアヌレート（EVAT）、ポリビニルブチラート（PVB）、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、または、シリコーン樹脂等の透光性樹脂が挙げられる。なお、受光側封止材 23 U の材料と裏側封止材 23 B の材料とは、同一であっても構わないし異なっても構わない。

[0061] 受光側保護部材 24 は、受光側封止材 23 U を介して、太陽電池 10 の表面（受光面）を覆って、その太陽電池 10 を保護する。受光側保護部材 24 の形状は、特に限定されるものではないが、面状の受光面を間接的に覆う点から、板状またはシート状が好ましい。

[0062] 受光側保護部材 24 の材料としては、特に限定されるものではないが、封止材 23 同様に、透光性を有しつつも紫外光に耐性の有る材料が好ましく、例えば、ガラス、または、アクリル樹脂若しくはポリカーボネート樹脂等の透明樹脂が挙げられる。また、受光側保護部材 24 の表面は、凹凸状に加工されていても構わないし、反射防止コーティング層で被覆されていても構わない。これらのようになっていると、受光側保護部材 24 は、受けた光を反射させ難くして、より多くの光を太陽電池 10 に導けるためである。

- [0063] 裏側保護部材 25 は、裏側封止材 23 B を介して、太陽電池 10 の裏面を覆って、その太陽電池 10 を保護する。裏側保護部材 25 の形状は、特に限定されるものではないが、受光側保護部材 24 同様に、面状の裏面を間接的に覆う点から、板状またはシート状が好ましい。
- [0064] 裏側保護部材 25 の材料としては、特に限定されるものではないが、水等の浸入を防止する（遮水性の高い）材料が好ましい。例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレン（PE）、オレフィン系樹脂、含フッ素樹脂、若しくは含シリコン樹脂等の樹脂フィルムと、アルミニウム箔等の金属箔との積層体が挙げられる。
- [0065] なお、太陽電池モジュール 20 の製造方法は、特に限定されるものではない。例えば、裏側保護部材 25、裏側封止材 23 B、太陽電池 10（太陽電池ストリング 21）、受光側封止材 23 U、および、受光側保護部材 24 を、この順で重ね、真空排気を行うラミネータ等を用いて、所定の温度、圧力にて加熱、加圧することによって封止すればよい。
- [0066] 以上のような太陽電池モジュール 20 に用いられる太陽電池ストリング 21 について、図 6 の破線丸部分の拡大図である図 1 のほか、図 3 および図 4 を用いて詳説する。
- [0067] 太陽電池ストリング 21 における太陽電池 10 では、図 3 および図 4 に示すように、半導体基板 15 と、この半導体基板 15 の主面 15 S の一方面側である例えば受光面 15 S U の側〔受光面側〕には、p 型半導体層 17 p およびそれに対応する p 型用透明酸化物電極層 12 p が含まれる。加えて、この太陽電池 10 では、半導体基板 15 の主面 15 S の他方面側である例えば裏面 15 S B 側〔裏面側〕には、n 型半導体層 17 n およびそれに対応する n 型用透明酸化物電極層 12 n が含まれる。
- [0068] そして、このような太陽電池 10 にあって、半導体基板 15 にて対向する両辺 E1、E2 のうち一方を一方端側 E1 S、他方を他方端側 E2 S とした場合、一方端側 E1 S の受光面 15 S U 側にて、p 型用透明酸化物電極層 12 p に覆われない領域を「領域 A」とし、他方端側 E2 S の受光面 15 S U

側にて、p型用透明酸化物電極層12pに覆われない領域を「領域B」とする。そして、領域Aの面積は領域Bの面積よりも広い。

[0069] なお、この太陽電池モジュール20では、導電性接着剤22が、第1の太陽電池10における一方端側E1Sの一方面側である受光面15SU側の一部に、第2の太陽電池10における他方端側E2Sの他方面側である裏面15SB側の一部を重ねた場合のこれらの一部間に介在して、両方の太陽電池10を電氣的に接続する。そして、領域Aが、第2の太陽電池10によって遮蔽される。

[0070] 太陽電池10において、光起電力効果を発揮するpn接合は、n型半導体基板15の場合、p型半導体層17pの製膜された半導体基板15の主面15SUに生じる。したがって、この主面15SUとp型用透明酸化物電極層17pとの間におけるパッシベーションが重要となる。

[0071] ところが、シングリング方式を採用した太陽電池モジュール20では、図1に示すように、1個の太陽電池10にて対向する両辺の一方端側E1Sは、別の太陽電池10にて対向する両辺の他方端側E2Sにより遮蔽される。このような遮蔽された部分では、暗電流が生じることがある。その上、半導体基板15の端部は、p型半導体層17p若しくはn型半導体層17nの製膜面反対側への回りこんだ製膜、または、機械的ダメージ等により、半導体基板15の中心部に比べて、キャリアの再結合も起こりやすく、暗電流も発生しやすい。

[0072] しかしながら、シングリング方式を採用した太陽電池モジュール20において、太陽電池10の重なりにより遮光領域となる半導体基板15の端部に領域Aが配置されると、その領域Aは広く設計されている。そのため、領域Aにおけるpn接合にて暗電流が発生したとしても、そこにはp型用透明酸化物電極層が無いことから、暗電流が回収されない。その結果、暗電流に起因する、太陽電池モジュール20における動作点電圧の低下は起き難くなり、その太陽電池モジュール20の出力は低下しない。

[0073] また、半導体基板15において生じたキャリアの回収の大部分を、p型用

透明酸化物電極層 1 2 p が担うことから、この p 型用透明酸化物電極層 1 2 p の面積は、領域 A を除いて大きいほど好ましい。そのため、太陽電池 1 0 において、一方端側 E 1 S から他方端側 E 2 S までを結ぶ方向に沿った領域 B の長さは、半導体基板 1 5 の厚みの 2 倍未満であると好ましい（なお、この方向は、図 4 の場合、半導体基板 1 5 の辺 E 3, E 4 に平行な方向であり、この方向は、太陽電池 1 0 が太陽電池ストリング 2 1 を形成する方向からストリング方向と称する）。

[0074] このようになっていると、その太陽電池 1 0 を搭載する太陽電池モジュール 2 0 は、暗電流の影響を抑えつつ、出力を向上させる。

[0075] また、太陽電池 1 0 において、他方端側 E 2 S の他方面側である例えば裏面 1 5 S B 側にて、n 型用透明酸化物電極層 1 2 n に覆われない n 型半導体層 1 7 n の領域で、半導体基板 1 5 を境に領域 B に対向する領域を「領域 D」とする。すると、この領域 D の面積は、領域 B の面積以下であると好ましい。

[0076] 太陽電池 1 0 では、n 型用透明酸化物電極層 1 7 n と半導体基板 1 5 との間の電位差は、p 型用透明酸化物電極層 1 7 p と半導体基板 1 5 との間の電位差よりも小さい。そのため、暗電流が発生したとしても、その電流は n 型用透明酸化物電極層 1 2 n を通じて流れ難い。したがって、領域 D は狭くても構わない（すなわち、n 型用透明酸化物電極層 1 2 n は広くても構わない）。なお、領域 D は、領域 B の面積以下であればよいので、領域 D が存在しない場合も含まれる。

[0077] また、太陽電池 1 0 において、一方端側 E 1 S の他方面側である例えば裏面 1 5 S B 側にて、n 型用透明酸化物電極層 1 2 n に覆われない n 型半導体層 1 7 n の領域で、半導体基板 1 5 を境に領域 A に対向する領域を「領域 C」とする。すると、領域 C の面積は、領域 B の面積よりも広いと好ましい。

[0078] シングリング方式を採用した太陽電池モジュール 2 0 にあって、太陽電池 1 0 の重なりにより遮光領域となる半導体基板 1 5 の端部に領域 A が配置されると、その領域 A またはその付近には導電性接着剤 2 2 が塗布等により配

置される。そのため、太陽電池 10 同士の接続において、導電性接着剤 22 が領域 A に広がるだけでなく、その領域 A の反対側に位置する領域 C にまで、半導体基板 15 の端部を越えて回り込みかねない。

[0079] しかしながら、領域 C が広く設計されているため、その領域 C にまで導電性接着剤 22 が進出したとしても、n 型用透明酸化物電極層 12 n に接触し難い。したがって、p 型用透明酸化物電極層 12 p の一方端側 E 1 S と n 型用透明酸化物電極層 12 n の一方端側 E 1 S との間を導電性接着剤 22 が架け渡ることに起因するリークが起き難い。

[0080] なお、以上の領域 A～領域 D に関することは、図 1 のような、受光側に p 型半導体層 17 p、裏側に n 型半導体層 17 n を配置した太陽電池モジュール 20 に限定されない。すなわち、図 2 に示すような、受光側に n 型半導体層 17 n、裏側に p 型半導体層 17 p を配置した太陽電池 10 を用いた太陽電池モジュール 20 であっても同様のことがいえる。

[0081] このような図 2 に示すような太陽電池モジュール 20 でも、導電性接着剤 22 が、第 1 の太陽電池 10 における一方端側 E 1 S の一方向側である受光面 15 S U 側の一部に、第 2 の太陽電池 10 における他方端側 E 2 S の他方向側である裏面 15 S B 側の一部を重ねた場合のこれらの一部間に介在して、両方の太陽電池 10 を電氣的に接続する。そして、領域 C が第 2 の太陽電池 10 によって遮蔽される。

[0082] この太陽電池モジュール 20 における太陽電池 10 でも、半導体基板 15 と、この半導体基板 15 の主面 15 S の一方向側である例えば裏面 15 S B 側には、p 型半導体層 17 p およびそれに対応する p 型用透明酸化物電極層 12 p が含まれる。加えて、この太陽電池 10 では、半導体基板 15 の主面 15 S の他方向側である例えば受光面 15 S U 側には、n 型半導体層 17 n およびそれに対応する n 型用透明酸化物電極層 12 n が含まれる。

[0083] そして、このような太陽電池 10 では、半導体基板 15 にて対向する両辺 E 1, E 2 のうち一方を一方端側 E 1 S、他方を他方端側 E 2 S とした場合、一方端側 E 1 S の裏面 15 S B 側にて、p 型用透明酸化物電極層 12 p に

覆われないp型半導体層17pの領域を「領域A」とし、他方端側E2Sの裏面15SB側にて、p型用透明酸化物電極層12pに覆われないp型半導体層17pの領域を「領域B」とする。そして、領域Aの面積は領域Bの面積よりも広い。

[0084] このような太陽電池10を搭載した太陽電池モジュール20であっても、裏面15SB側における領域Aのpn接合にて暗電流が発生したとしても、そこにはp型用透明酸化物電極層が無いことから、暗電流が回収されない。その結果、暗電流に起因する、太陽電池モジュール20における動作点電圧の低下は起き難くなり、その太陽電池モジュール20の出力は低下しない。

[0085] また、図2に示すような太陽電池モジュール20における太陽電池10でも、一方端側E1Sから他方端側E2Sまでを結ぶ方向（ストリング方向）に沿った領域Bの長さは、半導体基板15の厚みの2倍未満であると好ましい。

[0086] このような太陽電池10、すなわち、裏面15SB側にp型半導体層17pが配置されることで、pn接合面が受光側に向いていなかったとしても、半導体基板15において生じたキャリアの回収の大部分を、p型用透明酸化物電極層12pが担うことから、この面積は、領域Aを除いて大きいほど好ましいためである。

[0087] また、図2に示すような太陽電池モジュール20における太陽電池10でも、他方端側E2Sの他方面側である例えば受光面15SU側にて、n型用透明酸化物電極層12nに覆われないn型半導体層17nの領域で、半導体基板15を境に領域Bに対向する領域を「領域D」とする。すると、この領域Dの面積は、領域Bの面積以下であると好ましい。

[0088] このような太陽電池10であっても、n型用透明酸化物電極層12nと半導体基板15との間の電位差は、p型用透明酸化物電極層12pと半導体基板15との間の電位差よりも小さいため、暗電流はn型用透明酸化物電極層12nを通じて流れ難く、領域Dが狭くても構わない。

[0089] なお、領域Dは、領域Bの面積以下であればよいので、領域Dが存在しな

い場合も含まれる。すなわち、受光面 15 S U 側の他方端側 E 2 S の全てが、n 型用透明酸化物電極層 12 n で覆われていてもよい。このようになっていると、n 型用透明酸化物電極層 12 n が、例えば反射防止層の機能を発揮でき、太陽電池モジュール 20 の美観が向上する。

[0090] また、図 2 に示すような太陽電池モジュール 20 における太陽電池 10 でも、一方端側 E 1 S の他方面側である例えば受光面 15 S U 側にて、n 型用透明酸化物電極層 12 n に覆われない n 型半導体層 17 n の領域で、半導体基板 15 を境に領域 A に対向する領域を「領域 C」とする。すると、領域 C の面積は、領域 B の面積よりも広いと好ましい。

[0091] シングリング方式を採用した太陽電池モジュール 20 にあって、太陽電池 10 の重なりにより遮光領域となる半導体基板 15 の端部にて、領域 C を配置すると、その領域 C、またはその付近には導電性接着剤 22 が配置される。そのため、太陽電池 10 同士の接続において、導電性接着剤 22 が領域 C に広がるだけでなく、その領域 C の反対側に位置する領域 A にまで、半導体基板 15 の端部を越えて回り込みかねない。

[0092] しかしながら、領域 C が広く設計されているため、その領域 C から領域 A にまで導電性接着剤 22 が回り込んで p 型半導体層 17 p にまで進み難い。したがって、p 型用透明酸化物電極層 12 p の一方端側 E 1 S と n 型用透明酸化物電極層 12 n 一方端側 E 1 S との間を導電性接着剤 22 が架け渡ることと起因するリークが起き難い。

[0093] なお、p 型半導体層 17 p と n 型半導体層 17 n との間でのリーク予防の観点から、図 1 に示すような、一方面である受光面 15 S U 側に p 型半導体層 17 p、他方面側である裏面 15 S B 側に n 型半導体層 17 n を配置した太陽電池 10 で太陽電池モジュール 20 が形成される場合、太陽電池 10 では、領域 A の少なくとも一部を、p 型用透明酸化物電極層 12 p と電氣的に接続した p 型用金属電極層 13 p の一部が覆うと好ましい。

[0094] このようになっていると、領域 A、すなわち半導体基板 15 の一方端側 E 1 S の端に、p 型金属電極層 13 p の一部が延び出ることになり、その箇所

に、導電性接着剤 22 が配置できる。すると、この領域 A に、太陽電池 10 が覆い被さった場合、その太陽電池 10 により、導電性接着剤 22 が隠れる。その結果、太陽電池モジュール 20 において、遮蔽領域を超えて受光面 15 S U 側に、導電性接着剤 22 がはみ出さなくなり、導電性接着剤 22 に起因するシャドウロスが抑えられる。

[0095] なお、領域 A が、第 2 の太陽電池 10 によって遮蔽されることから、領域 A に進出した p 型用金属電極層 13 p の一部も太陽電池 10 によって覆われる。

[0096] また、このような太陽電池モジュール 20 における太陽電池 10 では、n 型用透明酸化物電極層 12 n を覆って電氣的に接続した n 型用金属電極層 13 n の面積は、n 型用透明酸化物電極層 13 n の面積以下で、領域 C に重ならないと好ましい。

[0097] このようになっていると、領域 A の逆側の領域 C の一部に n 型用金属電極層 13 p の一部が覆わない。すると、例えば、導電性接着剤 22 が領域 A に広がり、さらに、半導体基板 15 の端部を越えて領域 C にまで回り込んだとしても、n 型金属電極層 13 n にまで到達し難くなる。そのため、p 型金属電極層 13 p の一方端側 E 1 S と n 型金属電極層 13 n の一方端側 E 1 S との間を導電性接着剤 22 が架け渡ることに起因するリークが起き難い。

[0098] また、以上のようなリーク予防の観点では、図 2 に示すような、他方面である受光面 15 S U 側に n 型半導体層 17 n、一方面側である裏面 15 S B 側に p 型半導体層 17 p を配置した太陽電池 10 を含む太陽電池モジュール 20 でも、前記と同趣旨の構成をとれば好ましい。すなわち、このような太陽電池 10 では、領域 C の一部には、n 型用透明酸化物電極層 12 n と電氣的に接続した n 型用金属電極層 13 n の一部が覆うと好ましい。

[0099] このようになっていると、領域 C、すなわち半導体基板 15 の一方端側 E 1 S の端に、n 型金属電極層 13 n の一部が延び出ることになり、その箇所に、導電性接着剤 22 が配置できる。すると、この領域 C に、太陽電池 10 が覆い被さった場合、その太陽電池 10 により、導電性接着剤 22 が隠れ、

前記同様、導電性接着剤 22 に起因するシャドウロスが抑えられる。

[0100] なお、領域 C が、第 2 の太陽電池 10 によって遮蔽されることから、領域 C に進出した n 型用金属電極層 13 n の一部も太陽電池 10 によって覆われる。

[0101] また、このような太陽電池モジュール 20 における太陽電池 10 では、p 型用透明酸化物電極層 12 p を覆って電氣的に接続した p 型用金属電極層 13 p の面積は、p 型用透明酸化物電極層 12 p の面積以下で、領域 A には重ならないと好ましい。

[0102] このようになっていると、領域 C の逆側の領域 A の一部に p 型用金属電極層 13 p の一部が覆わない。そのため、例えば、導電性接着剤 22 が領域 C に広がり、さらに、半導体基板 15 の端部を越えて領域 A にまで回り込んだとしても、p 型金属電極層 13 p にまで到達し難くなる。そのため、n 型金属電極層 13 n の一方端側 E1S と p 型金属電極層 13 p の一方端側 E1S との間を導電性接着剤 22 が架け渡ることによって起因するリークが起き難い。

[0103] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0104] 例えば、以上では、受光面 15 S U 側の金属電極層 13 (13 p, 13 n) では、バスバー部 B B とフィンガー部 F G とを有する例を挙げたが、これに限定されるものではない。例えば、図 7 の斜視図および図 8 の平面図に示すように、フィンガー部 F G だけしか存在しない金属電極層 13 p であっても構わない。この場合、図 3 で示されるバスバー部 B B の位置に、そのバスバー部 B B に代えて、導電性接着剤 22 を配置させればよい。

[0105] また、以上では、フィンガー部 F G の一部が、透明酸化物電極層 12 を超えて、導電型半導体層 17 の表面にまで進出していた例を挙げたが、これに限定されるものではない。例えば、図 9 の斜視図および図 10 の平面図に示すように、フィンガー部 F G が、透明酸化物電極層 12 の表面以内に収まっ

ていてもよい。この場合、各フィンガー部F Gつなぐように導電性接着剤22を配置させて、図3で示されるバスバー部B Bの代わりをさせてもよい。また、そのバスバー部B Bの代わりとなる導電性接着剤22を透明酸化物電極層12上に配置させて、導電型半導体層17上に配置させないようにしてもよい。

[0106] また、以上では、バスバー部B B、または、その代わりとなる導電性接着剤22は、一本線状であったが、これに限定されず、複数本であっても構わないし、線状でなくとも構わない。

実施例

[0107] 以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

[0108] まず、入射面の面方位（100）で、厚み200 μ mの6インチn型単結晶シリコン基板をアセトン中で洗浄した後、2重量%のHF水溶液に5分間浸漬して、表面の酸化シリコン層を除去し、超純水によるリンスを2回行った。その後、この半導体基板を、75℃に保持した5／15重量%のKOH／イソプロピルアルコール水溶液に15分間浸漬した。次に、この半導体基板を2重量%のHF水溶液に5分間浸漬し、さらに、超純水によるリンスを2回行い、常温で乾燥させた。

[0109] なお、乾燥させた半導体基板は、原子間力顕微鏡（AFM）により表面観察を行ったところ、両面に四角錐状のテクスチャ構造が形成されており、その算術平均粗さは2100nmであった。

[0110] テクスチャ形成後の単結晶シリコン基板の表面を70℃の5%HCl水溶液に5分間浸漬し、表面に残存するアルカリ成分を中和した。その後、15ppmのオゾン水を用いて10分間表面洗浄を行い、5%HF水溶液に2分間浸漬してオゾン酸化膜を除去した。

[0111] 以下の実施例1、2および比較例1では、以上の半導体基板を使用した。具体的には、半導体基板上にp型半導体層およびn型半導体層を形成し、その上に、透明酸化物電極層および金属電極層を形成し、さらに、この半導体

基板を所望の位置にて、レーザーを用いて分割した。そのため、大判の半導体基板から形成される複数の分割片に合わせて、電極層を形成した。また、その分割片（太陽電池）を、導電性接着剤を用いてシングリング方式で接続して太陽電池ストリングとした。そして、この太陽電池ストリングを用いて太陽電池モジュールを作成した。以下、詳細について述べる。

[0112] [実施例 1]

まず、大判の半導体基板を CVD 装置へ導入し、一方面に、真性半導体層として、i 層非晶質シリコン層を 4 nm 製膜し、その上に、p 型半導体層として、p 型非晶質シリコン層を 5 nm 製膜した。

[0113] 真性半導体層の製膜条件は、基板温度が 180℃、圧力が 130 Pa、SiH₄/H₂ 流量比が 2/10、投入パワー密度が 0.03 W/cm² とした。

[0114] p 型半導体層の製膜条件は、基板温度が 190℃、圧力が 130 Pa、SiH₄/H₂/B₂H₆ 流量比が 1/10/3、投入パワー密度が 0.04 W/cm² であった。なお、前記の B₂H₆ ガスとしては、H₂ により B₂H₆ 濃度を 5000 ppm に希釈したガスを用いた。

[0115] 次に、半導体基板の他方の面に、真性半導体層として、i 層非晶質シリコン層を 5 nm 製膜し、その上に、n 型半導体層として、n 型非晶質シリコン層を 10 nm 製膜した。真性半導体層の製膜条件は、前記同様である。n 型半導体層の製膜条件は、基板温度が 180℃、圧力が 60 Pa、SiH₄/PH₃ 流量比が 1/2、投入パワー密度が 0.02 W/cm² であった。なお、前記の PH₃ ガスとしては、H₂ により PH₃ 濃度を 5000 ppm に希釈したガスを用いた。

[0116] 続いて、導電型半導体層を有する半導体基板をスパッタ室へ移送し、p 型半導体層および n 型半導体層の上に、透明電極層として、ITO 層を 120 nm 製膜した。なお、フィルムマスクを用いたリフトオフ法により、領域 A～領域 D を形成した。

[0117] 具体的には、1 個の太陽電池において、別の太陽電池に覆われる側である例えば一方端では、太陽電池の一方端側の端から、その一方端側から他方端

側までを結ぶストリング方向に沿った領域A・Cの長さを1100 μm とした。一方、1個の太陽電池において、別の太陽電池を覆う側である例えば他方端では、太陽電池の他方端側の端から、その他方端側から一方端側までを結ぶストリング方向に沿った領域B・Dの長さを150 μm とした。

[0118] なお、フィルムマスクは、ポリプロピレンの可撓性樹脂フィルムを使用した。また、強度、耐熱性、または寸法安定性等の観点から、フィルムマスクは、二軸延伸フィルムを使用した。

[0119] 続いて、透明酸化物電極層を有する半導体基板を印刷室へ移送し、スクリーン印刷にて銀ペーストを塗布することにより、金属電極層を製膜した。具体的には、受光側および裏側の透明電極層上に、櫛歯型の金属電極層を製膜した。なお、受光側の金属電極層は、フィンガー部とバスバー電極とを略直交とした。なお、受光側のフィンガー部の幅は約50 μm 、それらの間隔（ピッチ）は約1800 μm とし、裏側のフィンガー部の幅は約50 μm 、それらの間隔は約500 μm とした。

[0120] 次に、以上の電極層を有する半導体基板をレーザー室へ移送し、レーザー装置を用いて切断し、略長方形の太陽電池を作製した。なお、レーザーは、n型半導体層の形成面側より入射させた。また、レーザーの位置は、透明酸化物電極層の形成時に設定した分割位置に合わせた。

[0121] 続いて、太陽電池をディスペンサー室へ移送し、ディスペンサーを用いて、導電性接着剤を、第1の太陽電池の重畳予定領域内のバスバー部に塗布し、第2の太陽電池を重ね合わせ、熱圧着にて接合した。このような重ね合わせた接合を、合計34個の太陽電池を用いて繰り返した。その結果、34個の太陽電池を電氣的に直列に接続させた太陽電池ストリングを作成した。なお、熱圧着条件は、温度150℃、時間20分、圧力5MPaにて実施した。

[0122] 続いて、太陽電池ストリングを封止室へ移送し、受光側保護材上に、受光側封止材、太陽電池ストリング、裏側封止材、および裏側保護部材を順次積層し、太陽電池ストリングを封止して、太陽電池モジュールを作製した。な

お、10本の太陽電池ストリングスを、5並列×2直列（合計340個の太陽電池）にして、太陽電池ストリングの集合体とした。また、受光側に、各太陽電池のp型半導体層を向くようにして、モジュール化した。

[0123] [実施例2]

実施例2では、実施例1の太陽電池モジュールにおいて、受光面側にp型半導体層、裏面側にn型半導体層が配置されていたところを逆向き、すなわち受光面側にn型半導体層、裏面側にp型半導体層が配置されるようにした。また、領域Aの長さを1100 μ m、領域Bの長さを150 μ mとする一方、領域Cおよび領域Dは生じないように、すなわち、受光面側のn型半導体層の全面に、透明酸化物電極層を製膜した。

[0124] [比較例1]

比較例1では、実施例1の太陽電池モジュールにおいて、透明酸化物電極層のみを変えた。具体的には、フィルムマスクを用いずに、太陽電池の導電型半導体層の全面に、透明酸化物電極層を製膜した。

[0125] [評価]

ソーラーシミュレータにより、AM（エアマス）1.5の基準太陽光を、100mW/cm²の光量で照射して、実施例1、2および比較例1の太陽電池モジュールの太陽電池特性（開放電圧（V_{oc}）、短絡電流密度（I_{sc}）、曲線因子（FF）、出力（W）を測定した（表1参照）。

[0126] [表1]

	開放電圧(V _{oc}) [V]	短絡電流密度(I _{sc}) [A]	曲線因子(FF) [%]	出力(Power) [W]
実施例1	50.116	9.205	77.02	355.300
実施例2	50.022	9.022	76.87	346.913
比較例1	49.640	9.225	73.71	337.535

[0127] 表1より、実施例1および実施例2が比較例1よりも出力が高くなることが判った。これは、両実施例では、シングリング方式に起因する太陽電池の遮蔽部分の暗電流が改善されたことにより、太陽電池内部のダイオード損失

が低減し、曲性因子（F F）が改善したことに因ると考えられる。

[0128] また、比較例 1 では、導電型半導体層の全面に、透明酸化物電極層を製膜していることから、レーザー照射による分割の際、残留物の再付着、透明酸化物電極層の熔融だれによりリークが発生していると考えられる。一方で、両実施例では、レーザー照射による分割箇所は、透明酸化物電極層を製膜しない領域である。そのため、比較例 1 のようなリークが発生しないことから、出力特性が改善すると考えられる。

符号の説明

[0129]	1 0	太陽電池 [両面電極型太陽電池]
	1 1	電極層
	1 2	透明酸化物電極層
	1 2 p	p 型用透明酸化物電極層
	1 2 n	n 型用透明酸化物電極層
	1 3	金属電極層
	1 3 p	p 型用金属電極層
	1 3 n	n 型用金属電極層
	1 5	半導体基板
	1 5 S	半導体基板の主面
	1 5 S U	半導体基板の受光側の主面 [受光面、一方面側／他方面側]
	1 5 S B	半導体基板の裏側の主面 [裏面、他方面側／一方面側]
	1 6	真性半導体層
	1 7	半導体層
	1 7 p	p 型半導体層
	1 7 n	n 型半導体層
	2 0	太陽電池モジュール [両面電極型太陽電池モジュール]
	2 1	太陽電池ストリング
	2 2	導電性接着剤

2 3	封止材
2 3 U	受光側封止材
2 3 B	裏側封止材
2 4	受光側保護部材
2 5	裏側保護部材
E 1 S	一方端側／他方端側
E 2 S	他方端側／一方端側
A	領域 A
B	領域 B
C	領域 C
D	領域 D

請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板と、前記半導体基板の主面の一方面側に p 型半導体層およびそれに対応する p 型用透明酸化物電極層と、前記半導体基板の主面の他方面側に n 型半導体層およびそれに対応する n 型用透明酸化物電極層と、を含む両面電極型太陽電池にあって、
- 前記半導体基板にて対向する両辺のうち一方を一方端側、他方を他方端側とし、
- 前記一方端側の前記一方面側にて、前記 p 型用透明酸化物電極層に覆われない前記 p 型半導体層の領域を「領域 A」とし、
- 前記他方端側の前記一方面側にて、前記 p 型用透明酸化物電極層に覆われない前記 p 型半導体層の領域を「領域 B」とすると、
- 前記領域 A の面積は前記領域 B の面積よりも広い両面電極型太陽電池。
- [請求項2] 前記一方端側から前記他方端側までを結ぶ方向に沿った前記領域 B の長さは、前記半導体基板の厚みの 2 倍未満である請求項 1 に記載の両面電極型太陽電池。
- [請求項3] 前記他方端側の前記他方面側にて、前記 n 型用透明酸化物電極層に覆われない前記 n 型半導体層の領域で、前記半導体基板を境に前記領域 B に対向する領域を「領域 D」とすると、
- 前記領域 D の面積は、前記領域 B の面積以下である請求項 1 または 2 に記載の両面電極型太陽電池。
- [請求項4] 前記一方端側の前記他方面側にて、前記 n 型用透明酸化物電極層に覆われない前記 n 型半導体層の領域で、前記半導体基板を境に前記領域 A に対向する領域を「領域 C」とすると、
- 前記領域 C の面積は、前記領域 B の面積よりも広い請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の両面電極型太陽電池。
- [請求項5] 前記一方面側が受光側、前記他方面側が裏側の場合、
- 前記領域 A の少なくとも一部を、前記 p 型用透明酸化物電極層と電

氣的に接続した p 型用金属電極層の一部が覆う請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の両面電極型太陽電池。

[請求項6] 前記一方端側の前記他方面側にて、前記 n 型用透明酸化物電極層に覆われない領域で、前記半導体基板を境に前記領域 A に対向する領域を「領域 C」とすると、

前記 n 型用透明酸化物電極層を覆って電氣的に接続した n 型用金属電極層の面積は、前記 n 型用透明酸化物電極層の面積以下で、前記領域 C に重ならない請求項 5 に記載の両面電極型太陽電池。

[請求項7] 前記他方面側が受光側、前記一方面側が裏側の場合、

前記一方端側の前記他方面側にて、前記 n 型用透明酸化物電極層に覆われない領域で、前記半導体基板を境に前記領域 A に対向する領域を「領域 C」とすると、

前記領域 C の少なくとも一部を、前記 n 型用透明酸化物電極層と電氣的に接続した n 型用金属電極層の一部が覆う請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の両面電極型太陽電池。

[請求項8] 前記 p 型用透明酸化物電極層を覆って電氣的に接続した p 型用金属電極層の面積は、前記 p 型用透明酸化物電極層の面積以下で、前記領域 A に重ならない請求項 7 に記載の両面電極型太陽電池。

[請求項9] 請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の両面電極型太陽電池を少なくとも 2 個含んで電氣的に接続した太陽電池ストリングを、少なくとも 1 個以上含む太陽電池モジュールにあって、

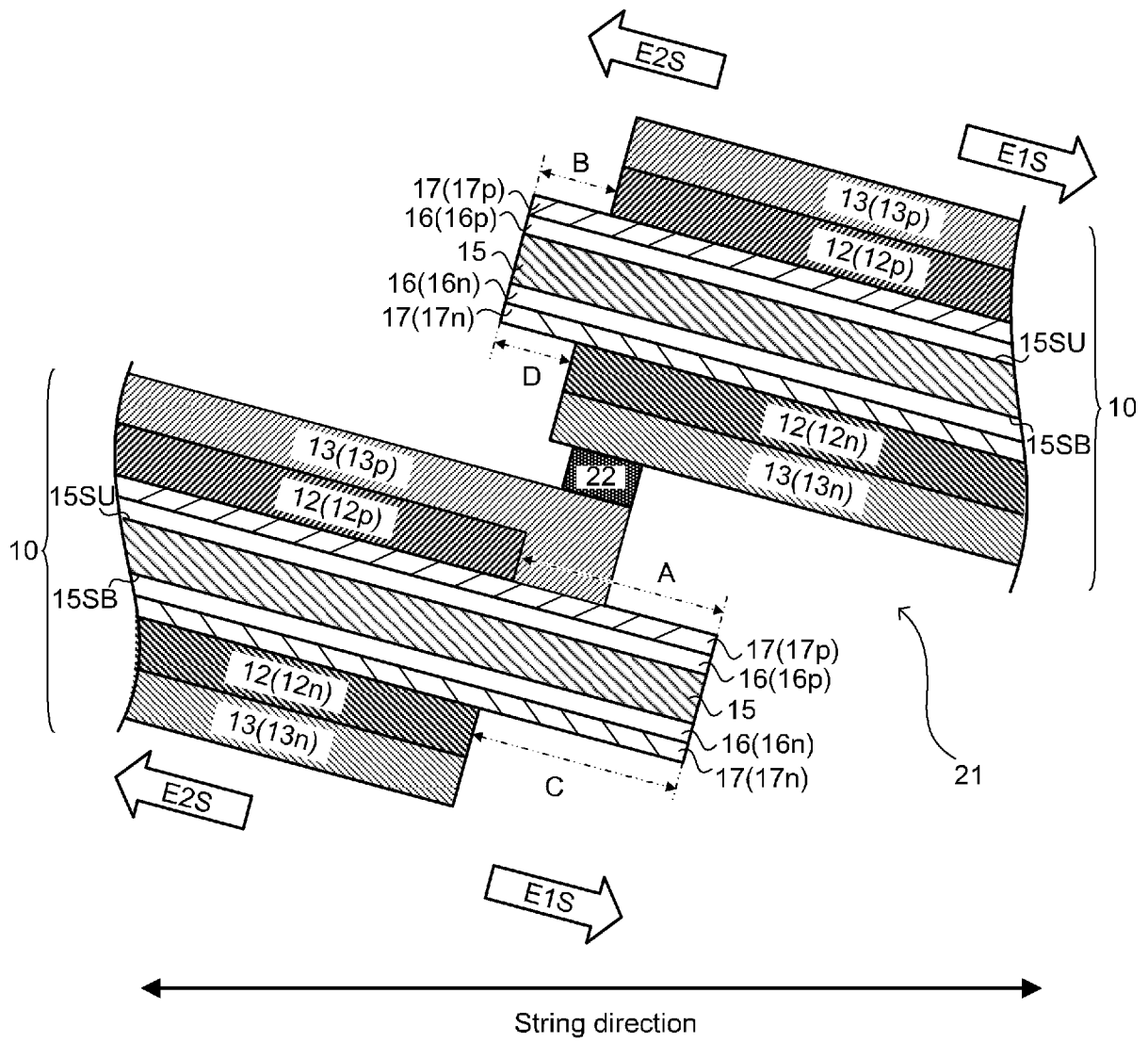
導電性接着剤が、第 1 の前記両面電極型太陽電池における前記一方端側の前記一方面側の一部に、第 2 の前記両面電極型太陽電池における前記他方端側の前記他方面側の一部を重ねた場合のこれらの前記一部間に介在して、両方の前記両面電極型太陽電池を電氣的に接続した太陽電池モジュール。

[請求項10] 前記領域 A が、前記第 2 の両面電極型太陽電池によって遮蔽される、

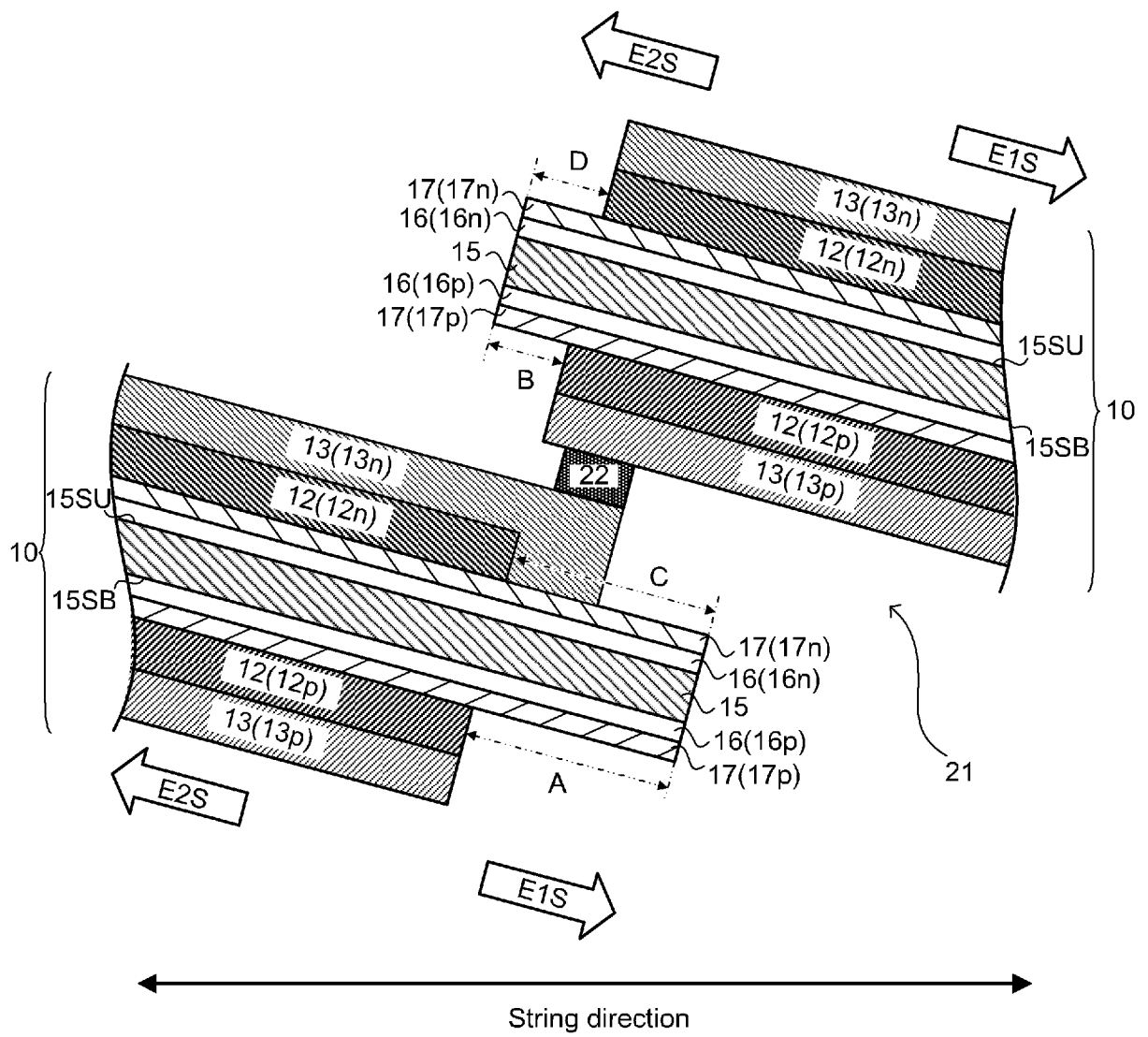
または、

前記一方端側の前記他方面側にて、前記 n 型用透明酸化物電極層に覆われない領域で、前記半導体基板を境に前記領域 A に対向する領域を「領域 C」とすると、前記領域 C が、前記第 2 の両面電極型太陽電池によって遮蔽される、
請求項 9 に記載の太陽電池モジュール。

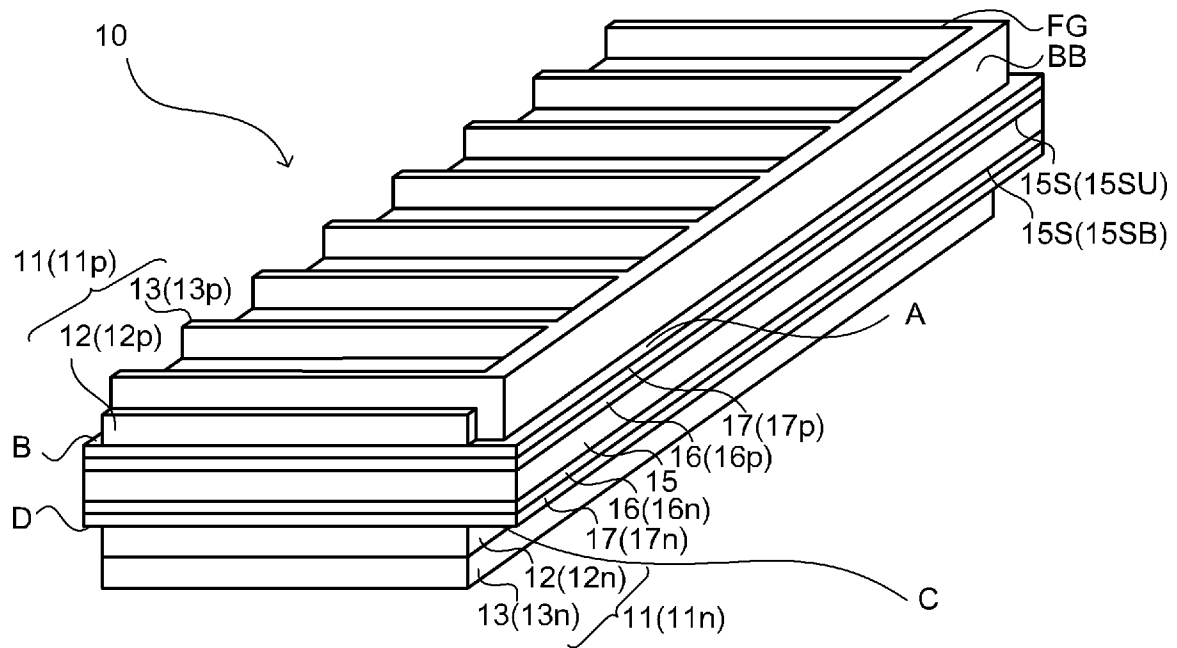
[図1]



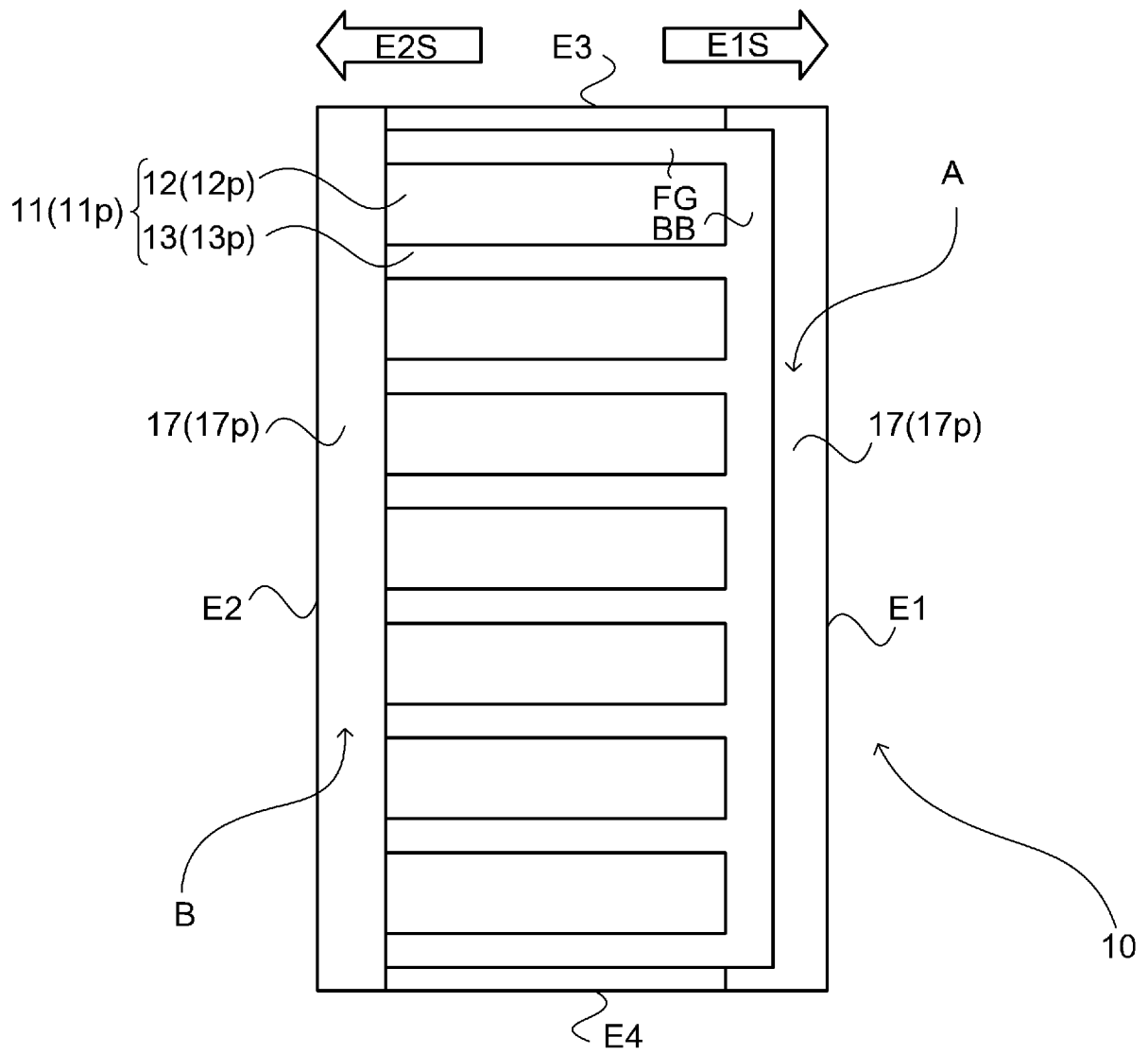
[図2]



[図3]

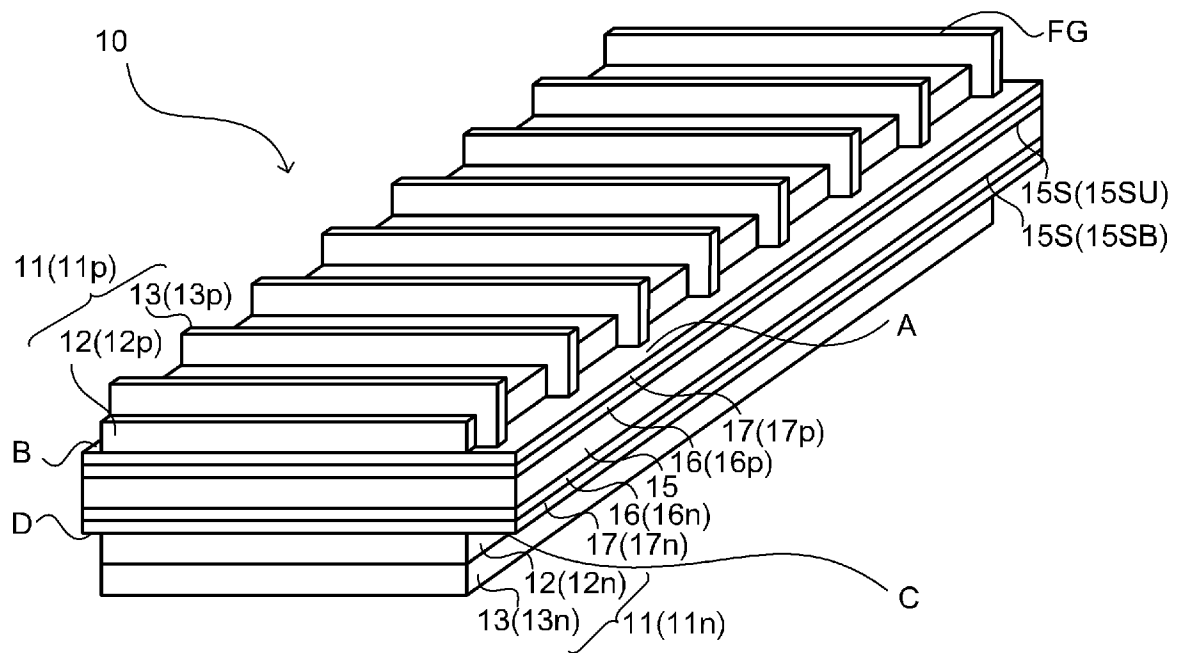


[図4]

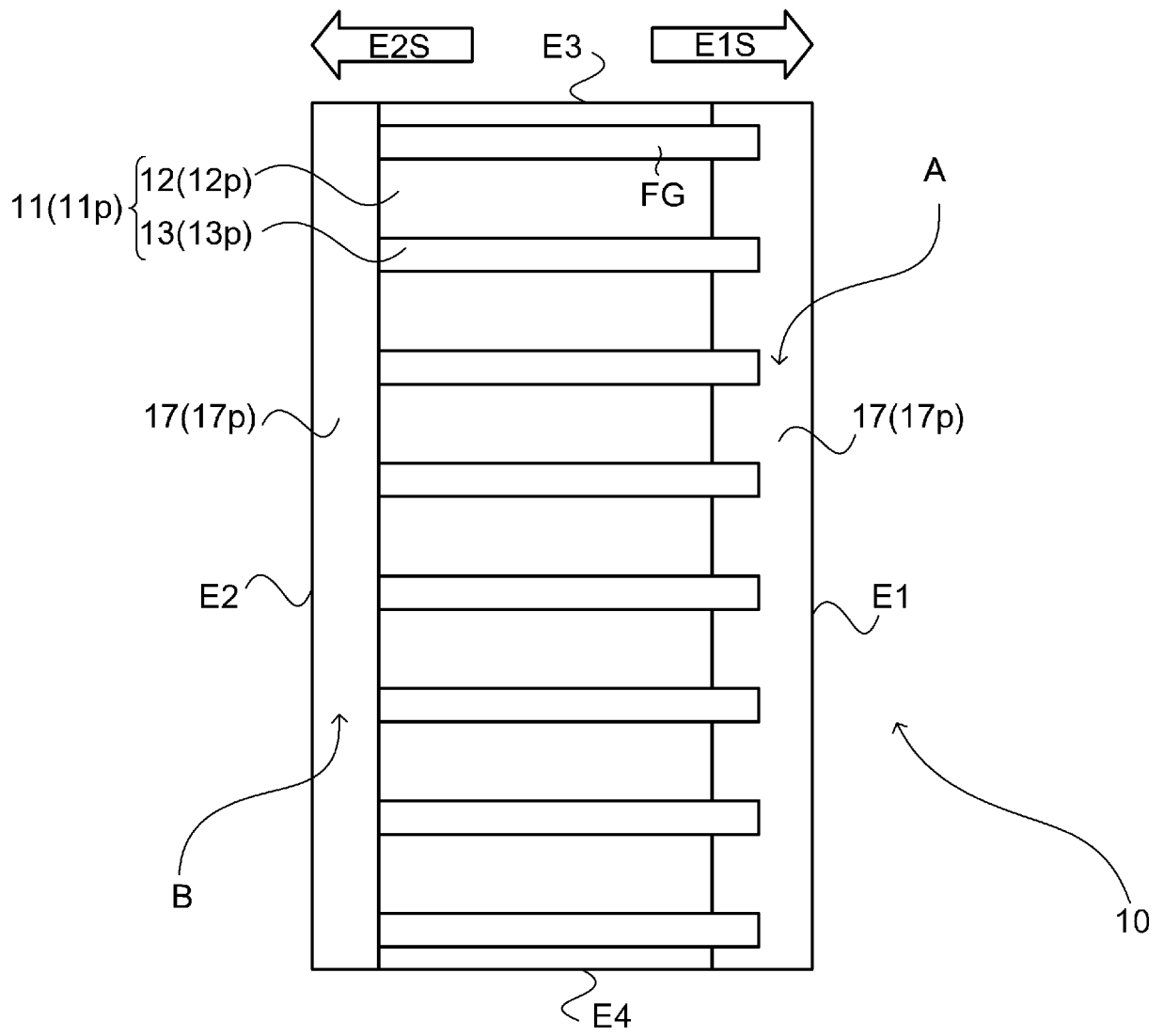


[illegible]

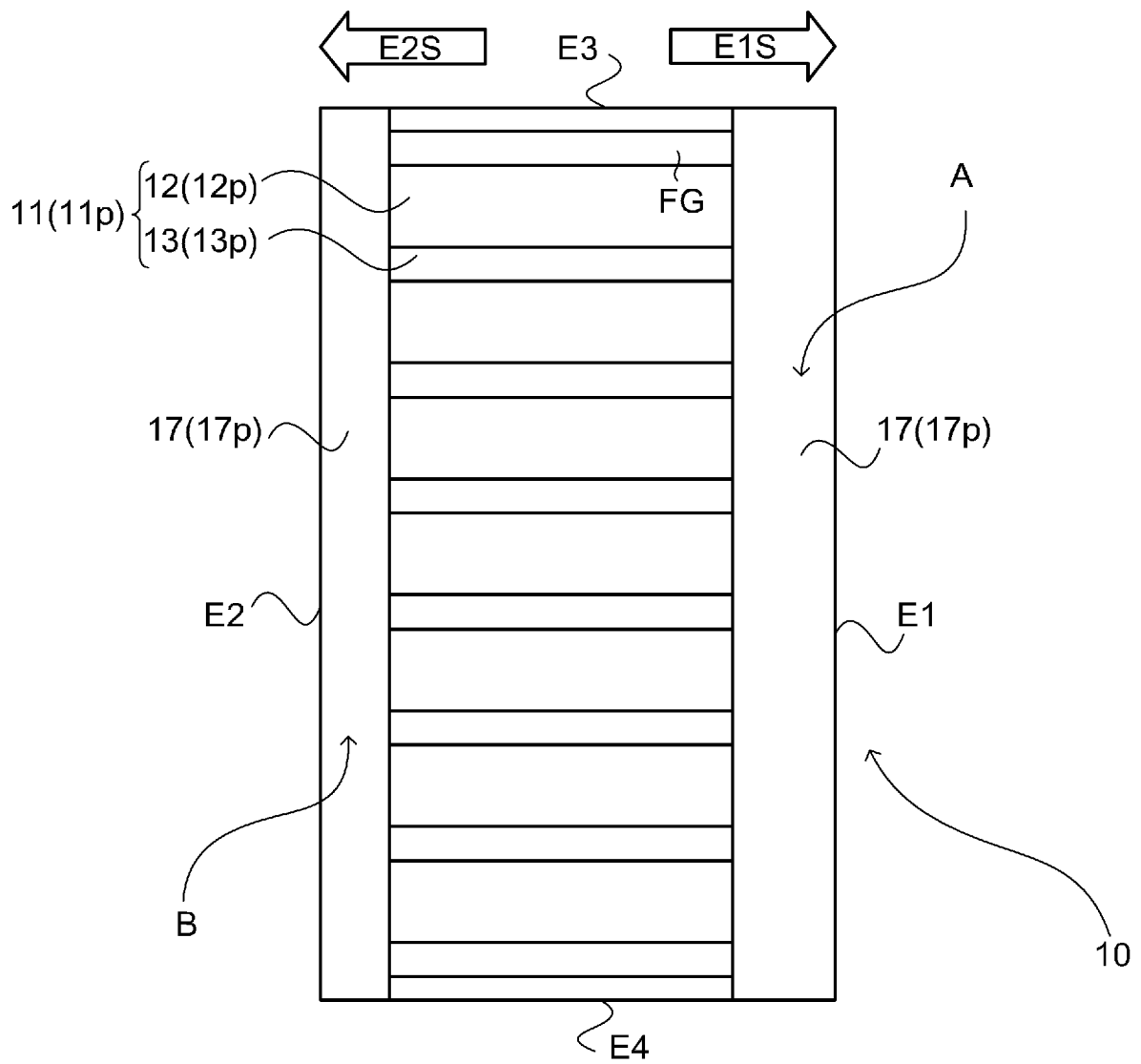
[図7]



[図8]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/034222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L31/0224(2006.01) i, H01L31/043(2014.01) i, H01L31/05(2014.01) i, H01L31/0747(2012.01) 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)

Int. Cl. H01L31/00-31/078

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2015-198142 A (KANEKA CORP.) 09 November 2015, paragraphs [0029]-[0134], fig. 1-13 (Family: none)	1, 3, 9-10 2, 4-8
X Y	WO 2015/152020 A1 (KANEKA CORP.) 08 October 2015, paragraphs [0035]-[0057], [0119]-[0121], fig. 1, 2, 14 & US 2017/0125619 A1, paragraphs [0054]-[0079], [0142]-[0144], fig. 1, 2, 14	1, 3, 9-10 2, 4-8
Y	JP 2014-199875 A (KANEKA CORP.) 23 October 2014, paragraphs [0053]-[0055] (Family: none)	2
Y	JP 2004-228281 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 12 August 2004, paragraphs [0020]-[0026], [0036], fig. 1, 2 (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
20.11.2018

Date of mailing of the international search report
04.12.2018

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

International application No.

PCT/JP2018/034222

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 2005-229089 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 25 August 2005, paragraphs [0023]-[0031], fig. 1-4 & US 2005/0150543 A1, paragraphs [0055]-[0063], fig. 1-4 & EP 1555695 A1 & CN 1641888 A	5-8
A	WO 2014/132312 A1 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 04 September 2014, fig. 16 & US 2015/0364616 A1, fig. 16 & DE 112013006731 T5	1-10
A	US 2017/0256661 A1 (SOLARCITY CORPORATION) 07 September 2017 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/0224(2006.01)i, H01L31/043(2014.01)i, H01L31/05(2014.01)i, H01L31/0747(2012.01)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. H01L31/00-31/078

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 Y	JP 2015-198142 A (株式会社カネカ) 2015.11.09, [0029] - [0134]、図1-13 (ファミリーなし)	1, 3, 9-10 2, 4-8
X Y	WO 2015/152020 A1 (株式会社カネカ) 2015.10.08, [0035] - [0057]、[0119] - [0121]、図1-2、図14 & US 2017/0125619 A1, [0054]-[0079], [0142]-[0144], Figs.1-2, Fig.14	1, 3, 9-10 2, 4-8

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

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

20.11.2018

国際調査報告の発送日

04.12.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

佐竹 政彦

2 K

2911

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 2014-199875 A (株式会社カネカ) 2014. 10. 23, [0053] – [0055] (ファミリーなし)	2
Y	JP 2004-228281 A (三洋電機株式会社) 2004. 08. 12, [0020] – [0026]、[0036]、図1–2 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2005-229089 A (三洋電機株式会社) 2005. 08. 25, [0023] – [0031]、図1–4 & US 2005/0150543 A1, [0055]–[0063], Figs.1–4 & EP 1555695 A1 & CN 1641888 A	5–8
A	WO 2014/132312 A1 (三洋電機株式会社) 2014. 09. 04, 図1 6 & US 2015/0364616 A1, Fig.16 & DE 112013006731 T5	1–10
A	US 2017/0256661 A1 (SOLARCITY CORPORATION) 2017. 09. 07, (ファミリーなし)	1–10