





HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, 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: 光電変換効率が高い本発明の一態様に係る太陽電池は、半導体基板 1 1 と、前記半導体基板 1 1 に積層される、第 1 の導電性を有する第 1 半導体層 1 4 及び第 2 の導電性を有する第 2 半導体層 1 5 と、を備え、前記半導体基板 1 1 の少なくとも第 1 主面の負荷面積率 1 0 % における実体体積  $V_{mp}$  が  $0.003 \mu\text{m}^3 / \mu\text{m}^2$  以上  $0.010 \mu\text{m}^3 / \mu\text{m}^2$  以下である。

## 明 細 書

発明の名称：太陽電池

### 技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池に関する。

### 背景技術

[0002] 環境負荷が小さいエネルギー源として、太陽電池の利用が拡大している。様々な機器、車両、建築物等に太陽電池を配設する場合、設置可能面積が限定されるため、太陽電池の光電変換効率が重要となり得る。太陽電池の光電変換効率を向上する方法として、半導体基板の主面にピラミッド型の多数の凹凸を有するテクスチャ構造を形成する技術が知られている（例えば特許文献1参照）。

[0003] 半導体基板の表面ひいては受光面にテクスチャ構造を形成することにより、光の反射率を低減し、より多くの光を内部に導入することができるので、光電変換効率を向上することができる。半導体基板の受光面側には、例えば透明電極等が積層されるが、例えば真空蒸着、スパッタリング等の成膜技術を用いることで、半導体基板に均一に材料を積層し、テクスチャ構造を保持することができる。

[0004] 太陽電池の光電変換効率を向上する別の方法として、半導体基板を用いて形成した結晶シリコン太陽電池の受光面にペロブスカイト化合物を含む有機光電変換層等のペロブスカイト太陽電池を積層したものも知られている（例えば特許文献2参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2021-57435号公報

特許文献2：特開2018-163959号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 一般的に、ペロブスカイト太陽電池の有機光電変換層は、有機光電変換層を形成する材料を塗工することにより形成される。特許文献1に記載されるように、テクスチャ構造を有する太陽電池の表面に塗工によりペロブスカイト化合物を含む有機光電変換層を形成しようとする、均一な塗膜を形成することができず、特にテクスチャ構造の頂点に塗膜のピンホールが形成されることにより、ペロブスカイト太陽電池の光電変換効率が低下する場合がある。また、ペロブスカイト太陽電池を積層する場合以外にも、テクスチャ構造を有する太陽電池に絶縁のためのレジストを塗工する場合等にも、同様に塗工不良により太陽電池の性能を低下させるおそれがある。

[0007] このため、本発明は、光電変換効率が高い太陽電池を提供することを課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様に係る太陽電池は、半導体基板と、前記半導体基板に積層される、第1の導電性を有する第1半導体層及び第2の導電性を有する第2半導体層と、を備え、前記半導体基板の少なくとも第1主面の負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ が $0.003\mu m^3/\mu m^2$ 以上 $0.010\mu m^3/\mu m^2$ 以下である。

[0009] 上述の太陽電池において、前記第1半導体層と前記第2半導体層とは、互いに異なる主面に積層されてもよい。

[0010] 上述の太陽電池は、前記第1主面側に積層され、ペロブスカイト化合物を含む有機光電変換層をさらに備えてもよい。

[0011] 上述の太陽電池において、前記半導体基板の第2主面に複数のピラミッド状の突起を有するテクスチャ構造を有してもよい。

[0012] 上述の太陽電池は、前記第1主面側から受光してもよい。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、光電変換効率が高い太陽電池を提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態に係る太陽電池を示す模式断面図である。

[図2]半導体基板の加工例の反射率低下率及び非塗工部数を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る太陽電池1を示す模式断面図である。

[0016] 太陽電池1は、結晶シリコン太陽電池部10と、結晶シリコン太陽電池部10の受光面側（表面側：図1における上側）に積層されるペロブスカイト太陽電池部20とを備える。太陽電池1は、結晶シリコン太陽電池部10とペロブスカイト太陽電池部20とが直列に接続されたものとなっている。太陽電池1は、先ず、入射する光をペロブスカイト太陽電池部20において光電変換し、ペロブスカイト太陽電池部20で電力に変換できずにペロブスカイト太陽電池部20を透過した光を結晶シリコン太陽電池部10において電力に変換することで、全体として比較的高い光電変換効率を実現する。

[0017] 結晶シリコン太陽電池部10は、半導体基板11と、半導体基板11の受光面側の第1主面に積層される第1パッシベーション層12と、半導体基板11の第1主面と反対側（裏面側：図1における下側）の第2主面に積層される第2パッシベーション層13と、第1パッシベーション層12に積層され、第1の導電性を有する第1半導体層14と、第2パッシベーション層13に積層され、第2の導電性を有する第2半導体層15と、第1半導体層14に積層される中間電極層16と、第2半導体層15に積層される裏面電極層17と、を有する構成とされ得る。

[0018] ペロブスカイト太陽電池部20は、結晶シリコン太陽電池部10側から、第1電荷輸送層21と、第1電荷輸送層21に積層される有機光電変換層22と、第2電荷輸送層23と、表面電極層24と、をこの順番に備える構成とされ得る。

[0019] 半導体基板11は、単結晶シリコン又は多結晶シリコン等の結晶シリコン材料で形成することができる。また、半導体基板11は、ガリウムヒ素（GaAs）等の他の半導体材料から形成されてもよい。半導体基板11は、例

例えば結晶シリコン材料にn型ドーパントがドーピングされたn型の半導体基板とされ得る。n型ドーパントとしては、例えばリン(P)が挙げられる。半導体基板11は、受光面側からの入射光を吸収して光キャリア(電子及び正孔)を生成する光電変換基板として機能する。半導体基板11の材料として結晶シリコンが用いられることにより、暗電流が比較的に小さく、入射光の強度が低い場合であっても比較的高出力(照度によらず安定した出力)が得られる。半導体基板11の厚みとしては、例えば50 $\mu\text{m}$ 以上300 $\mu\text{m}$ 以下とされ得る。

[0020] 半導体基板11は、第1主面に頂部が丸められた複数の突起を有する凹凸構造を有する。また、本実施形態の半導体基板11は、第2主面に複数のピラミッド状の突起を有するテクスチャ構造を有する。

[0021] 半導体基板11の第1主面の凹凸構造は、光の反射率を低減し、半導体基板11の内部に入射する光量を増大させることにより、結晶シリコン太陽電池部10ひいては太陽電池1の光電変換効率を向上する。また、凹凸構造を形成する突起の頂部が丸められていることにより、第1主面又は第1主面に均等な厚みに積層され、半導体基板11の第1主面に倣う表面形状を有する層、本実施形態においては中間電極層16の表面に塗膜を形成する際に、塗膜にピンホールが形成されにくい。これにより、塗工によりペロブスカイト太陽電池部20を形成しても、ペロブスカイト太陽電池部20に欠陥が発生しにくいため、太陽電池1の光電変換効率低下を抑制できる。なお、半導体基板11の第1主面の凹凸構造の谷部は、図1に示すように明確なボトムラインを形成するV字状断面を有してもよく、頂部と同様に丸められていてもよい。

[0022] 第1主面の負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ の下限としては、0.003 $\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$ が好ましく、0.005 $\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$ がより好ましい。一方、第1主面の負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ の上限としては、0.010 $\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$ が好ましく、0.008 $\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$ がより好ましい。なお、「実体体積 $V_{mp}$ 」は、ISO25178に準拠して測定さ

れる山部の体積であり、「負荷面積率」は、ある高さ $c$ における負荷面積（高さが $c$ 以上の領域の面積）の割合である。第1主面の負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ を前記下限以上とすることによって、第1主面が平滑である場合よりも光の反射率を低減して、結晶シリコン太陽電池部10の光電変換効率を向上することができる。また、第1主面の負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ を前記上限以下とすることによって、塗膜を形成した場合にピンホールが形成されることを効果的に抑制できる。

[0023] 第1主面の凹凸構造の二乗平均平方根高さ $S_q$ （ISO 25178）としては、例えば $0.02\mu m$ 以上 $0.25\mu m$ 以下とされる。また、 $10\mu m$ 四方あたりの突起の数としては、例えば5以上40以下とされる。これらの条件を満たすことによって、第1主面の負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ を上述の範囲とすることが容易となる。

[0024] 半導体基板11の凹凸構造は、第1主面及び第2主面が平滑な結晶シリコン基板を異方性エッチングすることにより少なくとも第1主面にピラミッド状のテクスチャ構造を形成してから、第1主面をポリッシングすることにより、ピラミッド状のテクスチャの頂部を丸めることで形成できる。半導体基板11のポリッシングは、半導体基板11を侵食する薬液を用いる化学的機械研磨により行うことが好ましい。これにより、テクスチャを滑らかに丸めることができ、比較的容易に第1主面の負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ を上述の範囲とすることができる。結晶シリコン基板からなる半導体基板11の化学的機械研磨に用いる薬液としては、硝酸及び弗酸の混合液が好適に用いられる。

[0025] 半導体基板11の第2主面のテクスチャ構造は、結晶シリコン基板を異方性エッチングすることにより形成することができる。つまり、半導体基板11の第2主面は、第1主面と異なり、ポリッシングされていない面とされ得る。太陽電池1の製造工程において半導体基板11の第2主面側に塗工を行わない場合、第2主面がテクスチャ構造を有することで、第2主面よりもさらに光の反射率を低くできる。太陽電池1の裏面側に反射層を設けることに

より裏面側に透過した光を太陽電池 1 に入射させる場合、半導体基板 11 の第 2 主面にテクスチャ構造を設けることによって、光の利用率を向上して太陽電池 1 の光電変換効率をさらに向上できる。また、半導体基板 11 の第 1 主面に上述の凹凸構造を形成するために結晶シリコン基板の片面だけを異方性エッチングすることは両面を異方性エッチングするよりもコスト高となるため、半導体基板 11 の第 2 主面にテクスチャ構造を設けることにより、生産性を向上して太陽電池 1 を安価に提供することができる。

[0026] 第 1 パッシベーション層 12 及び第 2 パッシベーション層 13 は、半導体基板 11 と第 1 半導体層 14 又は第 2 半導体層 15 との界面におけるキャリアの再結合を抑制する。第 1 パッシベーション層 12 及び第 2 パッシベーション層 13 は、アモルファスシリコンから形成される真性半導体薄層とされ得る。第 1 パッシベーション層 12 及び第 2 パッシベーション層 13 は、例えばスパッタリング等の方法により積層することができる。第 1 パッシベーション層 12 及び第 2 パッシベーション層 13 の厚みとしては、例えば 2 nm 以上 20 nm 以下とされ得る。

[0027] 第 1 半導体層 14 及び第 2 半導体層 15 は、半導体基板 11 の内部から、互いに極性が異なるキャリアを誘引することにより、互いに異なる極性の電荷を収集する。具体的には、第 1 半導体層 14 は n 型半導体から形成され、第 2 半導体層 15 は p 型半導体から形成され得る。第 1 半導体層 14 及び第 2 半導体層 15 は、例えば所望の導電性を付与するドーパントを含有するアモルファスシリコン材料で形成することができる。p 型ドーパントとしては、例えばホウ素 (B) が挙げられ、n 型ドーパントとしては、例えば上述したリン (P) が挙げられる。

[0028] 中間電極層 16 は、結晶シリコン太陽電池部 10 の電極であると共に、ペロブスカイト太陽電池部 20 の電極を兼ねる。中間電極層 16 は、ペロブスカイト太陽電池部 20 を透過した光を半導体基板 11 に入射させるために、導電性及び光透過性を有する透明導電性酸化物 (TCO: Transparent Conductive Oxide) により形成され得る。中間電極層 16 を形成する透明導電性酸

化物としては、例えば、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化チタン及びそれらの複合酸化物等を用いることができる。これらの中でも、酸化インジウムを主成分とするインジウム系複合酸化物が好ましい。高い導電率と透明性の観点からは、インジウム酸化物が特に好ましい。さらに、信頼性又はより高い導電率を確保するために、インジウム酸化物にドーパントを添加することが好ましい。ドーパントとしては、例えば、S n、W、Z n、T i、C e、Z r、M o、A l、G a、G e、A s、S i、S等が挙げられる。例えば、インジウム酸化物にスズが添加されたITO (Indium Tin Oxide) が広く知られている。中間電極層16は、例えばスパッタリング法、真空蒸着法などの方法で形成され得る。陽極層の厚みとしては、例えば5 nm以上100 nm以下とされ得る。

[0029] 裏面電極層17は、結晶シリコン太陽電池部10ひいては太陽電池1から電力を出力するための一方の電極である。裏面電極層17は、導電性を有する材料、例えばITO等の透明導電性酸化物、銀ペースト等の導電性ペーストの硬化物、Cu、Ni等の金属などから形成することができる。裏面電極層17は、多層構造を有してもよく、例えば第2半導体層15との密着性に優れるITOから形成される層と、容易且つ安価に厚みを大きくして電気抵抗を小さくできる銀ペーストから形成される層と、を有する構成とされ得る。裏面電極層17の形成方法は、その材料に応じて選択され、例えばスパッタリング、塗工、めっき等の方法を用いることができる。裏面電極層17の厚みとしては、例えば100 nm以上300 nm以下とされ得る。

[0030] 第1電荷輸送層21は、有機光電変換層22で発生するキャリアの一方、本実施形態では正孔を選択的に中間電極層16に伝達する正孔輸送層(HTL)である。第1電荷輸送層である第1電荷輸送層21の主材料としては、例えば酸化ニッケル(NiO)、酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)等の金属酸化物、例えばPTAA (Poly(bis(4-phenyl)(2,4,6-trimethylphenyl)amine))、Spiro-MeOTAD等の有機物が挙げられる。また、第1電荷輸送層21は、例えば2PACz ([2-(9H-Carbazol-9-yl)ethyl]phosphonic Acid)、MeO

— 2 P A C z ([2-(3,6-Dimethoxy-9H-carbazol-9-yl)ethyl]phosphonic Acid)、Me—4 P A C z ([4-(3,6-Dimethyl-9H-carbazol-9-yl)butyl]phosphonic Acid) 等により形成される自己組織化単分子膜 (S A M : Self-Assembled Monolayers) であってもよい。

[0031] 金属酸化物からなる第1電荷輸送層21は、例えばスパッタリング法、真空蒸着法などの方法により形成され得る。また、有機物を含む第1電荷輸送層21は、例えば有機物の溶液の塗工及び乾燥等の方法により形成され得る。特に、第1電荷輸送層21を溶液の塗工及び乾燥により行う場合、半導体基板11の実体体積 $V_{mp}$ を上述ように小さくしたことにより、ピンホールのない塗膜を形成できるので、ペロブスカイト太陽電池部20に欠陥が形成されることが防止され、ペロブスカイト太陽電池部20ひいては太陽電池1の光電変換効率を向上できる。第1電荷輸送層21の厚みは、その材料、隣接する層の構成等により大きく異なり得るが、例えば1nm以上200nm以下とすることができ、特に自己組織化単分子膜である場合には材料分子の厚みとされ得る。

[0032] 有機光電変換層22は、ペロブスカイト化合物を含み、光を吸収してキャリアを生成する。有機光電変換層22に含まれるペロブスカイト化合物としては、1価の有機アンモニウムイオン及びアミジニウム系イオンのうちの少なくとも1種を含む有機原子A、2価の金属イオンを生成する金属原子B、及びヨウ化物イオンI、臭化物イオンBr、塩化物イオンCl、及びフッ化物イオンFのうちの少なくとも1種を含むハロゲン原子Xを含み、 $ABX_3$ で表される化合物を用いることができる。

[0033] 有機光電変換層22は、例えば蒸着法等によっても形成され得るが、溶液の塗布を行うゾルゲル法（塗膜内でペロブスカイト化合物を合成する方法）、塗布法（予め合成されたペロブスカイト化合物を含む溶液を塗布する方法）等の方法によって形成されることが想定される。溶液の塗布によって有機光電変換層22を形成する場合、半導体基板11の実体体積 $V_{mp}$ を上述のように小さくしたことにより、ピンホール及びペロブスカイト化合物の偏在の

ない有機光電変換層 22 を形成できるので、ペロブスカイト太陽電池部 20 ひいては太陽電池 1 の光電変換効率を向上できる。有機光電変換層 22 の厚みとしては、形成材料等にもよるが、光の吸収率を大きくしつつ、生成する電荷の移動距離を小さくするために、100nm 以上 1000nm 以下とすることが好ましい。

[0034] 第 2 電荷輸送層 23 は、有機光電変換層 22 で発生するキャリア、本実施形態では電子を選択的に表面電極層 24 に伝達する電子輸送層 (ETL) である。電子輸送層である第 2 電荷輸送層 23 の主材料としては、例えば、PTAA (Poly (bis (4-phenyl) (2, 4, 6-trimethylphenyl) amine))、Spiro-MeOTAD、フラーレン等が挙げられる。フラーレンとしては、例えば C60、C70、これらの水素化物、酸化物、金属錯体、アルキル基等を付加した誘導体などが挙げられる。第 2 電荷輸送層 23 をリチウム Li を内包させたフラーレンを含む材料から形成することにより、電子の輸送効率を向上することができる。第 2 電荷輸送層 23 は、例えばゾルゲル法、塗布法等の方法により形成され得る。第 2 電荷輸送層 23 の厚みとしては、例えば 3nm 以上 30nm 以下とされ得る。

[0035] 表面電極層 24 は、ペロブスカイト太陽電池部 20 において中間電極層 16 と対をなす電極である。表面電極層 24 は反射防止層 33 を通して入射する光を透過する透明電極であり、中間電極層 16 と同様の材料を用いて、中間電極層 16 と同様の方法により形成され得る。表面電極層 24 の厚みとしては、例えば 500nm 以上 1000nm 以下とされ得る。

[0036] 以上の構成を有する太陽電池 1 は、半導体基板 11 の第 1 主面の実体体積  $V_{mp}$  を上述の範囲内としたことによって、第 1 電荷輸送層 21 及び有機光電変換層 22 を形成する際の塗工性が良好であるため、欠陥が少なく、光電変換効率に優れる。

[0037] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることなく、種々の変更及び変形が可能である。例として、本発

明に係る太陽電池において、半導体基板の第2主面の表面形状は特に限定されず、第1主面と同様の実体体積 $V_{mp}$ を有する凹凸構造を有してもよく、平滑な鏡面状であってもよい。本発明に係る太陽電池は、ペロブスカイト太陽電池部等の一部の層を有しないものであってもよく、例えば受光面に積層される反射防止層等のさらなる層を有してもよい。また、本発明に係る太陽電池は、第1半導体層及び第2半導体層が半導体基板の裏面側に相補的な形状で設けられるいわゆる裏面電極型太陽電池であってもよい。また、本発明に係る太陽電池において上述の実体体積 $V_{mp}$ を有する第1主面は、受光面と反対側の面であってもよい。例えば、裏面電極型太陽電池において、裏面側に反射層を設け、裏面側に透過した光を再度半導体基板に入射させる場合、本発明により、第1半導体層及び第2半導体層をパターンニングする際のレジスト等の形成を容易にしつつ、裏面側からの光の吸収率を向上することができる。

## 実施例

[0038] 以下、実施例に基づいて本発明を具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0039] 鏡面仕上げされた結晶シリコン基板（基板番号1）、同結晶シリコン基板に異方性エッチングによりテクスチャ構造を形成した基板（基板番号2～4）、テクスチャ構造を形成した面を化学的機械研磨によりポリッシングした半導体基板（基板番号5～8）を試作した。各半導体基板について、負荷面積率10%における実体体積 $V_{mp}$ と、波長800nmにおける光の反射率の鏡面基板からの低下率と、を測定した。さらに、各半導体基板にペロブスカイト化合物を含む溶液を塗布した後、顕微鏡で表面を観察して50 $\mu$ m四方の領域内の非塗工部（ピンホール）の数を計数した。次の表に、これらの測定結果を示す。

[0040]

[表1]

| 基板番号 | 実体体積<br>[ $\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$ ] | 反射率低下率<br>[%] | 非塗工部数<br>[箇所] |
|------|-------------------------------------------|---------------|---------------|
| 1    | 0.002                                     | 0             | 0             |
| 2    | 0.012                                     | 8.8           | 2             |
| 3    | 0.018                                     | 46.5          | 6             |
| 4    | 0.036                                     | 70.8          | 5             |
| 5    | 0.003                                     | 4.2           | 0             |
| 6    | 0.006                                     | 4.1           | 0             |
| 7    | 0.007                                     | 5.4           | 0             |
| 8    | 0.010                                     | 6.1           | 0             |

[0041] さらに、実体体積 $V_{mp}$ が小さい範囲における実体体積 $V_{mp}$ 及び反射率低下率を図2のグラフに示す。図示するように、実体体積 $V_{mp}$ を0.003以上とすることによって、反射率を低減して、鏡面仕上げされた結晶シリコン基板と比べて太陽電池の光電変換効率を向上できると考えられる。また、実体体積 $V_{mp}$ を0.010以下とすることによって、塗膜に欠陥が生じないので、太陽電池の製造不良による光電変換効率の低下を防止できると考えられる。

## 符号の説明

- [0042] 1 太陽電池
- 10 結晶シリコン太陽電池部
- 11 半導体基板
- 12 第1パッシベーション層
- 13 第2パッシベーション層
- 14 第1半導体層
- 15 第2半導体層
- 16 中間電極層
- 17 裏面電極層

2 0 ペロブスカイト太陽電池部

2 1 第 1 電荷輸送層

2 2 有機光電変換層

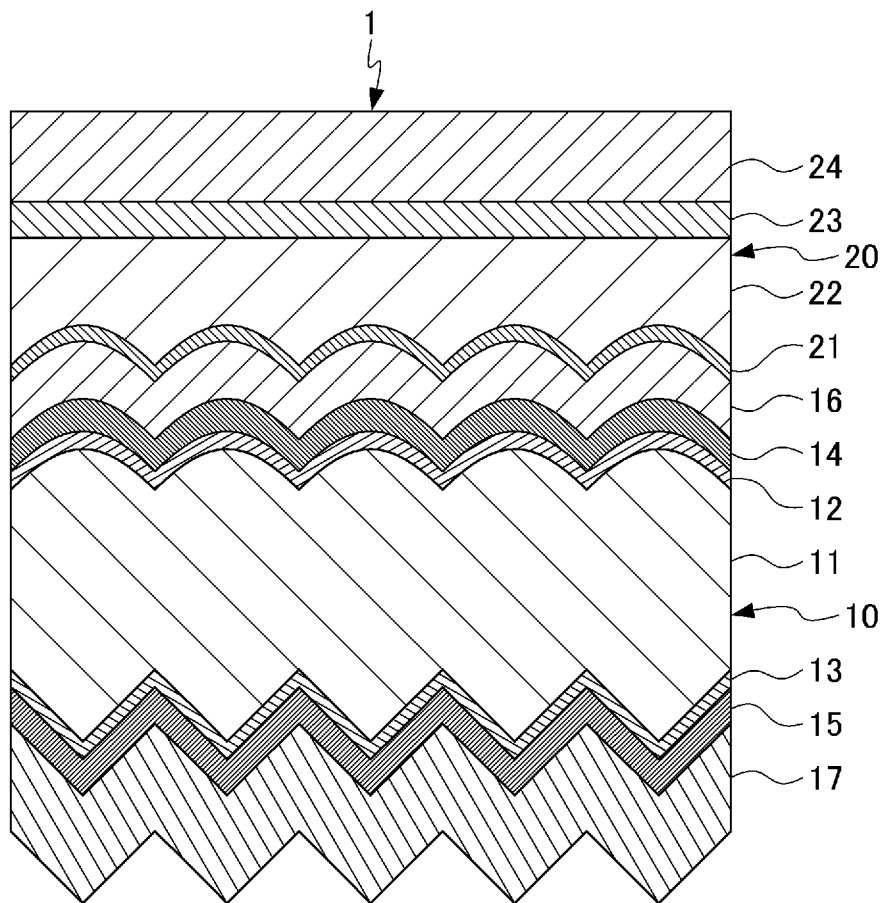
2 3 第 2 電荷輸送層

2 4 表面電極層

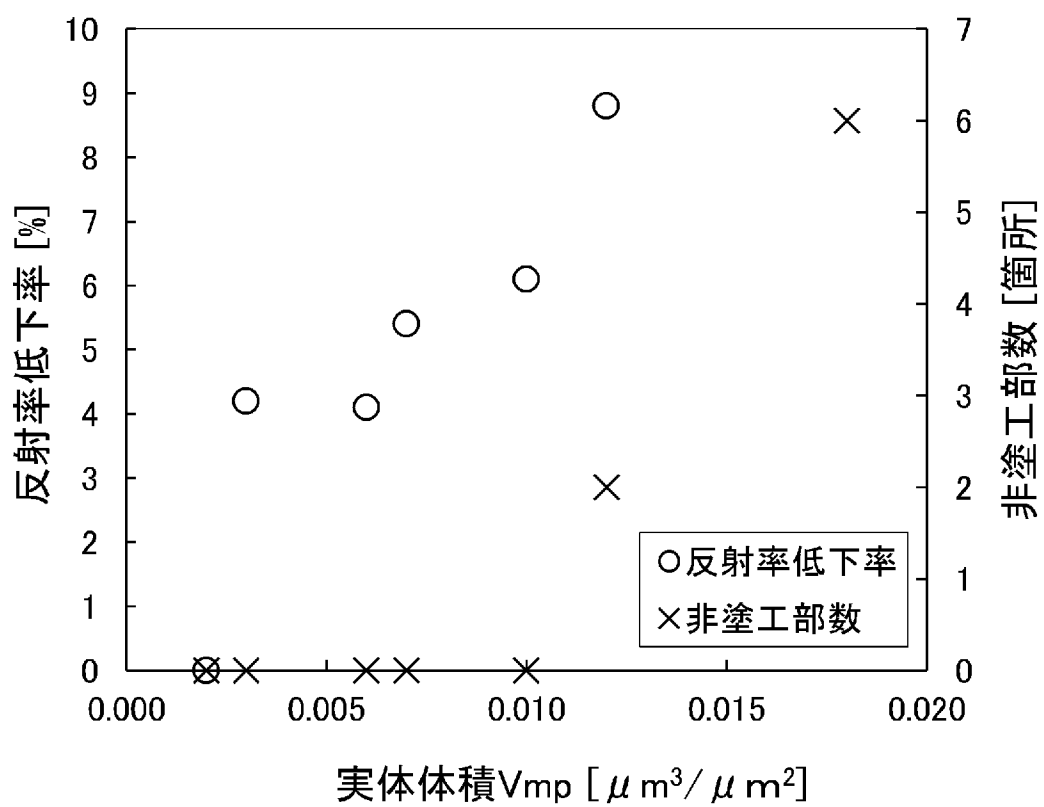
## 請求の範囲

- [請求項1]           半導体基板と、  
                  前記半導体基板に積層される、第1の導電性を有する第1半導体層  
                  及び第2の導電性を有する第2半導体層と、  
                  を備え、  
                  前記半導体基板の少なくとも第1主面の負荷面積率10％における  
                  実体体積 $V_{mp}$ が $0.003\mu m^3/\mu m^2$ 以上 $0.010\mu m^3/\mu m^2$ 以下である、太陽電池。
- [請求項2]           前記第1半導体層と前記第2半導体層とは、互いに異なる主面に積  
                  層される、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項3]           前記第1主面側に積層され、ペロブスカイト化合物を含む有機光電  
                  変換層をさらに備える、請求項2に記載の太陽電池。
- [請求項4]           前記第1主面側から受光する、請求項1から3のいずれかに記載の  
                  太陽電池。
- [請求項5]           前記半導体基板の第2主面に複数のピラミッド状の突起を有するテ  
                  クスチャ構造を有する、請求項1から4のいずれかに記載の太陽電池  
                  。

[図1]



[図2]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/031723

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 31/0236**(2006.01)i; **H01L 31/0747**(2012.01)i; **H01L 51/44**(2006.01)i

FI: H01L31/04 280; H01L31/04 112Z; H01L31/04 122; H01L31/06 455

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)

H01L31/0236; H01L31/0747; H01L51/44

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2014-229876 A (KANEKA CORP.) 08 December 2014 (2014-12-08)<br>entire text, all drawings                      | 1-5                   |
| A         | JP 2020-82453 A (NIPPON MEKTRON, LTD.) 04 June 2020 (2020-06-04)<br>entire text, all drawings                   | 1-5                   |
| A         | WO 2017/195722 A1 (KANEKA CORP.) 16 November 2017 (2017-11-16)<br>entire text, all drawings                     | 1-5                   |
| A         | WO 2020/105289 A1 (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.) 28 May 2020<br>(2020-05-28)<br>entire text, all drawings | 1-5                   |
| A         | WO 2017/200000 A1 (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 23 November 2017 (2017-11-23)<br>entire text, all drawings       | 1-5                   |
| A         | US 2020/0212243 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 02 July 2020 (2020-07-02)<br>entire text, all drawings                 | 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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 2022

Date of mailing of the international search report

25 October 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

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/JP2022/031723**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                         | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2014-229876  | A  | 08 December 2014                     | (Family: none)                                  |                                      |
| JP                                        | 2020-82453   | A  | 04 June 2020                         | (Family: none)                                  |                                      |
| WO                                        | 2017/195722  | A1 | 16 November 2017                     | US 2019/0081189 A1<br>entire text, all drawings |                                      |
|                                           |              |    |                                      | CN 109196678 A                                  |                                      |
| WO                                        | 2020/105289  | A1 | 28 May 2020                          | CN 112969824 A                                  |                                      |
|                                           |              |    |                                      | KR 10-2021-0090608 A                            |                                      |
| WO                                        | 2017/200000  | A1 | 23 November 2017                     | TW 201810697 A                                  |                                      |
| US                                        | 2020/0212243 | A1 | 02 July 2020                         | KR 10-2018-0130397 A                            |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01L 31/0236(2006.01)i; H01L 31/0747(2012.01)i; H01L 51/44(2006.01)i<br>FI: H01L31/04 280; H01L31/04 112Z; H01L31/04 122; H01L31/06 455                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 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））<br>H01L31/0236; H01L31/0747; H01L51/44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022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 - 2022年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996 - 2022年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994 - 2022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 - 2022年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1996 - 2022年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1994 - 2022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<br>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<br>請求項の番号 |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | JP 2014-229876 A（株式会社カネカ）08.12.2014（2014 - 12 - 08）<br>全文、全図                                                                                                                                                   | 1-5            |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | JP 2020-82453 A（日本メクトロン株式会社）04.06.2020（2020 - 06 - 04）<br>全文、全図                                                                                                                                                | 1-5            |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | WO 2017/195722 A1（株式会社カネカ）16.11.2017（2017 - 11 - 16）<br>全文、全図                                                                                                                                                  | 1-5            |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | WO 2020/105289 A1（三井金属鉱業株式会社）28.05.2020（2020 - 05 - 28）<br>全文、全図                                                                                                                                               | 1-5            |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | WO 2017/200000 A1（積水化学工業株式会社）23.11.2017（2017 - 11 - 23）<br>全文、全図                                                                                                                                               | 1-5            |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | US 2020/0212243 A1（LG ELECTRONICS INC.）02.07.2020（2020 - 07 - 02）<br>全文、全図                                                                                                                                     | 1-5            |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <table border="0"> <tr> <td>           * 引用文献のカテゴリー<br/>           “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br/>           “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<br/>           “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）<br/>           “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br/>           “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         </td> <td>           “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<br/>           “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<br/>           “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<br/>           “&amp;” 同一パテントファミリー文献         </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                |                | * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |             |              |             |              |             |              |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 国際調査を完了した日<br><br>27.09.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 国際調査報告の発送日<br><br>25.10.2022                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br><br>桂城 厚 2K 1764<br><br>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/JP2022/031723

| 引用文献 |              |    | 公表日        | パテントファミリー文献        | 公表日 |
|------|--------------|----|------------|--------------------|-----|
| JP   | 2014-229876  | A  | 08.12.2014 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2020-82453   | A  | 04.06.2020 | (ファミリーなし)          |     |
| WO   | 2017/195722  | A1 | 16.11.2017 | US 2019/0081189    | A1  |
|      |              |    |            | 全文、全図              |     |
|      |              |    |            | CN 109196678       | A   |
| WO   | 2020/105289  | A1 | 28.05.2020 | CN 112969824       | A   |
|      |              |    |            | KR 10-2021-0090608 | A   |
| WO   | 2017/200000  | A1 | 23.11.2017 | TW 201810697       | A   |
| US   | 2020/0212243 | A1 | 02.07.2020 | KR 10-2018-0130397 | A   |