(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 4 月 5 日(05.04.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/043670 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/072263

(22) 国際出願日: 2011 年 9 月 28 日(28.09.2011)

(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 2010-222905 2010 年 9 月 30 日(30.09.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社(SANYO Electric Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５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): 西田 豊三 (NISHIDA Toyozou) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: ▲角▼谷 浩 (KADOYA Hiroshi); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号三洋電機株式会社内 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, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

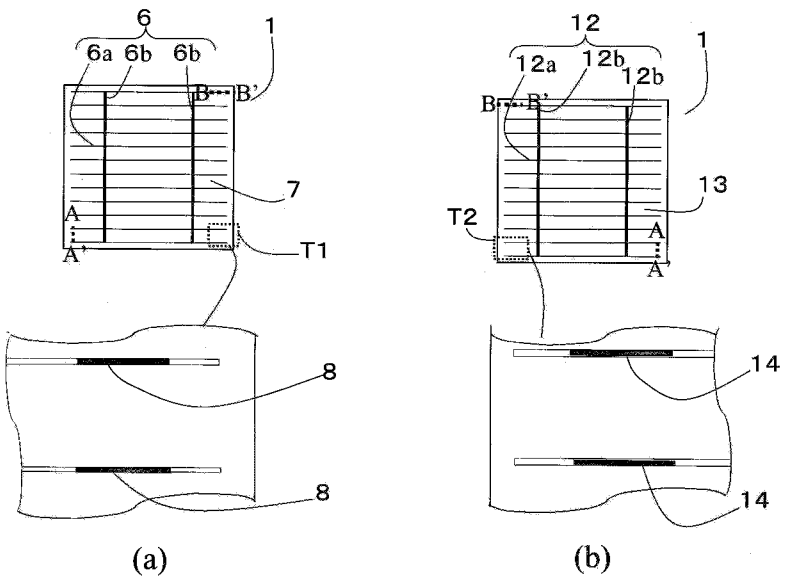
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), 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**: SOLAR CELL AND SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称 : 太陽電池および太陽電池モジュール

[図1]



(57) **Abstract**: [Solution] A solar cell (1) having an electrode (6) on one main surface of a semiconductor substrate (2) comprises a foundation layer (9) provided on at least a part of the main surface below the electrode (6), the electrode (6) being formed on the foundation layer (9) and a portion that does not have the foundation layer (9).

(57) 要約: 【課題】 【解決手段】 半導体基板２の一主面上に電極６を有する太陽電池１であって、電極６下の前記一主面の少なくとも一部上に設けられた下地層９を有し、電極６は、下地層９上及び下地層９を有していない部分上に形成されている。

WO 2012/043670 A1

明　細　書

発明の名称 ： 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、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] 太陽電池の電極として、従来、メッキ法により製造された電極が知られている。

[0003] 図１５を参照して、従来のメッキ法による電極を供えた太陽電池について説明する。図１５は従来の太陽電池の断面図である。

[0004] 図中、太陽電池は、電気絶縁性の基板１０１と、基板１０１上には、ＩＴＯ（酸化インジウム）等からなる下部電極１０２、ｎ型半導体層１０３、ｉ型半導体層１０４、ｐ型半導体層１０５、ＩＴＯ等からなる透明電極１０６、光透過性の高分子樹脂からなるパッシベーション層１０７、導電性ペーストからなる上部電極１０８及び電解メッキ法により形成された集電電極１０９をこの順で備える。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平５－６３２１８

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、斯かる従来の太陽電池では、導電性ペーストからなる上部電極１０８が集電電極１０９下の全域に存在するため、この上部電極１０８に起因して熱収縮に関わる応力が大きくなり、集電電極１０９が剥離する恐れがある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の太陽電池は、半導体基板の一主面上に設けられた電極と、前記電極下の少なくとも一部上に設けられた下地層と、を備え、前記電極は、前記

下地層上及び前記下地層を有していない部分上に形成されている。

発明の効果

[0008] 本発明では、電極の剥れを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１（ａ）は本発明に係る第１実施形態である太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図であり、図１（ｂ）は本発明に係る実施形態である太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するための図である。

[図2]図１（ａ）、（ｂ）の点線Ａ－Ａ’に沿った断面図である。

[図3]図１（ａ）、（ｂ）の点線Ｂ－Ｂ’に沿った断面図である。

[図4]図４（ａ）は本発明に係る第２実施形態である太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図であり、図４（ｂ）は本発明に係る第２実施形態である太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するための図である。

[図5]図５（ａ）は本発明に係る第３実施形態である太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図であり、図５（ｂ）は本発明に係る第３実施形態である太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するための図である。

[図6]図６（ａ）は本発明に係る第４実施形態である太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図であり、図６（ｂ）は本発明に係る第４実施形態である太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するための図である。

[図7]図７（ａ）は本発明に係る第５実施形態である太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図であり、図７（ｂ）は本発明に係る第５実施形態である太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するための図である。

[図8]本発明に係る第６実施形態である太陽電池の断面図である。

[図9]図９（ａ）は本発明に係る第７実施形態である太陽電池の裏面側平面図

であり、図９（ｂ）は本発明に係る第７実施形態である太陽電池の表面側平面図である。

[図10]図９（ａ）、（ｂ）のＡ－Ａ’に沿った太陽電池の断面図である。

[図11]図１０（ａ）は第８実施形態に係る太陽電池の裏面側平面図であり、図１０（ｂ）は太陽電池の表面側平面図である。

[図12]図１１（ａ）、（ｂ）のＡ－Ａ’に沿った太陽電池の断面図である。

[図13]本発明に係る各実施形態である太陽電池モジュールの上面図である。

[図14]図１３のＡ－Ａ’に沿った一部断面図である。

[図15]従来の太陽電池を示した断面図である。

発明を実施するための形態

[0010]（第１実施形態）

本発明に係る第１の実施形態である太陽電池について図面を用いて詳細に説明する。図１（ａ）は太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図であり、図１（ｂ）は太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するための図である。また、図２は図１（ａ）、（ｂ）の点線Ａ－Ａ’に沿った断面図であり、図３は図１（ａ）、（ｂ）の点線Ｂ－Ｂ’に沿った断面図である。

[0011] 図中、１は太陽電池であり、ｎ型単結晶シリコン基板２のテクスチャー構造を有する第１の主面上に、厚み５ｎｍ～２０ｎｍのi型アモルファスシリコン層３、厚み５ｎｍ～２０ｎｍのｐ型アモルファスシリコン層４、及び厚み７０μｍ～１００ｎｍの例えばＳｎ（錫）を含有するＩＴＯ（酸化インジウム）からなる透明導電膜層５がこの順序に形成されている。透明導電膜層５上には、互いに平行に配置されてなる複数のフィンガー電極６ａとこれらと直交してなる2本のバスバー電極６ｂとからなる表面側電極６が形成されている。表面側電極６の周囲には、例えば、厚み２０μｍの透明な樹脂、例えばアクリル樹脂を含有してなる絶縁層７が形成されている。

[0012] この絶縁層７は、反射防止層や保護層として機能する。また、表面側電極６を電解メッキ法で形成する場合は、絶縁層７はマスク層として機能する。

[0013] ここで、透明導電膜層５と複数のフィンガー電極６ａの太陽電池1の周囲側である端部側部分Ｔ１の間には、厚み２０μｍ、長さ２ｍｍの熱硬化型導電性ペーストとしての銀粉末と熱硬化型樹脂を含有してなる銀ペーストが硬化してなる導電性の下地層８がそれぞれ介在している。即ち、複数のフィンガー電極６ａの直下のうち、その端部側部分Ｔ１の直下のみに透明導電膜層５とフィンガー電極６ａとの付着性が良好な下地層８が存在する。なお、本実施形態では、各下地層８は、各フィンガー電極６ａの端下には存在せず、該端から０．５～２ｍｍ程度離間して形成されている。

[0014] フィンガー電極６ａは、それぞれ厚み２０μｍ、幅５０μｍの直線状であって、互いに２ｍｍ間隔で配置されており、バスバー電極６ｂは、それぞれ厚み２０μｍ、幅１ｍｍの直線形状である。

[0015] また、基板２のテクスチャー構造を有する第２の主面上には、厚み５ｎｍ～２０ｎｍのi型アモルファスシリコン層９、厚み１０ｎｍ～５０ｎｍのｎ型アモルファスシリコン層１０、及び厚み７０μｍ～１００ｎｍの例えばＳｎ（錫）を含有するＩＴＯ（酸化インジウム）からなる透明導電膜層１１がこの順序に形成されている。透明導電膜層１１上には、互いに平行に配置されてなる複数のフィンガー電極１２ａとこれらと直交してなる2本のバスバー電極１２ｂからなる裏面側電極１２が形成されていると共に、裏面側電極１２の周囲には、例えば、厚み２０μｍの透明な樹脂、例えばアクリル樹脂を含有してなる絶縁層１３が形成されている。この絶縁層１３も、絶縁層７と同じ機能を有する。

[0016] フィンガー電極１２ａは、それぞれ厚み２０μｍ、幅５０μｍの直線状であって、互いに２ｍｍ間隔で配置されており、バスバー電極１２ｂは、それぞれ厚み２０μｍ、幅１ｍｍの直線形状である。

[0017] ここで、太陽電池１の周囲側である端部側部分Ｔ２において、透明導電膜層１１と複数のフィンガー電極１２ａとの間には厚み２０μｍ、長さ２ｍｍ、フィンガー電極１２ａの幅と同じ幅の熱硬化型導電性ペーストとしての銀粉末と熱硬化型樹脂を含有してなる銀ペーストが硬化して形成される導電性

の下地層１４がそれぞれ介在している。即ち、複数のフィンガー電極１２ａの直下のうち、その端部側部分１５の直下のみに、透明導電膜層１１とフィンガー電極１２ａとの付着力が良好な下地層１４が存在する。なお、本実施形態では、各下地層１４は、各フィンガー電極１２ａの端下には存在せず、端から０．５～２ｍｍ程度離間して形成されている。

[0018] 本実施形態では、表面側電極６は、一層目として厚み５μｍのＮｉ層、二層目として１０μｍのＣｕ層、三層目として厚み５μｍのＮｉ層からなるＮｉ/Ｃｕ/Ｎｉの三層構造からなり、透明導電膜層５上及び下地層８上に絶縁層７の開口部の周囲を覆うように表面が丸みを有している。

[0019] また、裏面側電極１２も、一層目として厚み５μｍのＮｉ層、二層目として１０μｍのＣｕ層、三層目として厚み５μｍのＮｉ層からなるＮｉ/Ｃｕ/Ｎｉの三層構造からなり、透明導電膜層１１上及び下地層１４上に絶縁層１３の開口部の周囲を覆うように表面が丸みを有している。

[0020] 本実施形態では、前記テクスチャー構造はランダムテクスチャー構造であって、多数のピラミッド形状が不規則に配置しており、ピラミッド形状は、その高さ（大きさ）が不揃いであり、隣り合うピラミッドが一部重なりあってもよい。なお、各ピラミッド形状の凸部の頂上部および各ピラミッド間の凹部の谷底部は、丸みを帯びていてもよい。

[0021] 上記テクスチャー構造を構成する凹凸の最大高低差（表面の凸部の最上点と凹部の最下点の高低差）ｔ１は、下地層８、１４の最大高低差（最上点と最下点の高低差）ｔ２以下である。ここで、最大高低差（表面の凸部の最上点と凹部の最下点の高低差）ｔ１は、例えば１５μｍを有し、最大高低差（最上点と最下点の高低差）ｔ２は、例えば２０μｍを有している。

[0022] 基板２は、例えば、約１２５ｍｍ角の略正方形、厚み１００μｍ～３００μｍである。

[0023] 本実施形態の太陽電池セルでは、各下地層８は各フィンガー電極６ａと透明導電膜層５との付着力が大きく、且つ各下地層８に起因する応力を低減するためにその体積を小さくなるように各フィンガー電極６ａ下に部分的に設

けられる。また、その設けられている部分が各フィンガー電極６ａの剥離の起点となる恐れのある端部側であるので、各フィンガー電極６ａの剥離を抑制できる。しかも、下地層９は樹脂を含むため応力緩和がなされる。

[0024] また、同様に、各下地層１４により各フィンガー電極１２ａの剥離を抑制できる。

[0025] 本実施形態では、表面側電極６及び裏面側電極１２がそれぞれ絶縁層７，１３の開口部の周囲を覆うように形成されているので、水分や不純物が絶縁層７，１３の開口部から太陽電池１中に入るのを防止できる。

[0026] 次に、本実施形態の太陽電池の製造方法を説明する。

[0027] 最初に、図示しないが、ｎ型シリコン単結晶基板２を用意し、ｎ型シリコン単結晶基板２の表面全域にアルカリ水溶液からなるエッチング液を用いたウェットエッチングによりランダムテクスチャー構造を形成し、互いに対向するランダムテクスチャー構造を有する第１、第２の主面を有するｎ型シリコン単結晶基板２を準備する。

[0028] 次に、ＣＶＤ法（化学気相成長法）等により、ｎ型シリコン単結晶基板２の第１の主面上に、i型アモルファスシリコン層３及びｐ型アモルファスシリコン層４をこの順序で形成すると共に、ｎ型シリコン単結晶基板２の第２の主面上に、i型アモルファスシリコン層９及びｎ型アモルファスシリコン層１０をこの順序で形成する。

[0029] その後、スパッタ法又はイオンプレーティング法によりｐ型アモルファスシリコン層４の上面の全域上に透明導電膜層５を形成すると共に、ｎ型アモルファスシリコン層１０の上面の全域上に、透明導電膜層１１を形成する。

[0030] 次に、透明導電膜層５の上面の全域上に所定の粘度を有し、紫外線で硬化する光硬化性の透明な樹脂を用いてスピンコート法等により絶縁層７を形成すると共に、透明導電膜層１１の上面の全域上に所定の粘度を有し、紫外線で硬化する光硬化性の透明な樹脂を用いてスピンコート法等により絶縁層１３を形成する。

[0031] その後、所定部分にフォトマスクを用いて紫外線を絶縁層７に照射し、有

機溶剤により絶縁層７を現像して電極パターンに対応する開口部Ｘを形成すると共に、所定部分にフォトマスクを用いて紫外線光を絶縁層１３に照射し、所定の溶剤により絶縁層１３を現像して電極パターンに対応する開口部を形成する。

[0032] 次に、太陽電池１の周囲側である端部側部分の領域において、開口部Ｘにより露出した透明導電膜層５上に、スクリーン印刷法等により銀ペーストを印刷し、硬化させて下地層８を形成すると共に、前記開口部Ｘの太陽電池セル１の周囲側である端部側部分の透明導電膜層１１上に、スクリーン印刷法等により銀ペーストを印刷し、硬化させて下地層１４を形成する。

[0033] そして、開口部を備えた絶縁層７、１３をマスク層として、該開口部に露出した透明導電膜層５、１１上及び下地層８、１４上にそれぞれ表面側電極６及び裏面側電極１２を電解メッキ法により形成して太陽電池セル１を完成する。

（第２実施形態）

本発明にかかる第２の実施形態である太陽電池について図４を参照しながら詳細に説明する。図４（ａ）は太陽電池の表面側平面図および下地層の配置を説明するための図、図４（ｂ）は太陽電池の裏面側平面図および下地層の配置を説明するための図である。なお、第１実施形態との相違点について主に説明し、第１実施形態と同一部分は説明を割愛し、第１実施形態と同一または類似部分には同一符号を付している。

[0034] 図４を参照して、第２実施形態において、第１実施形態との相違点は、下地層の配置位置であり、透明導電膜層と複数のフィンガー電極６ａ，１２ａの間に厚み２０μｍ、長さ２ｍｍの熱硬化型導電性ペーストが硬化してなる導電性の下地層が介在している点は同じである。

[0035] 本実施形態では、下地層８は複数のフィンガー電極６ａの直下のうち、太陽電池１の周囲側である端部の直下のみに存在し、また下地層１４は、複数のフィンガー電極１２ａの直下のうち、太陽電池１の周囲側である端部の直下のみに存在する。

[0036] 本実施形態では、各フィンガー電極６ａ，１２aの剥離の起点となる太陽電池１の周囲側の端部下に各下地層８，１４が存在するので、各フィンガー電極６ａ，１２aの剥離をより抑制できる。

（第３実施形態）

本発明にかかる第３実施形態である太陽電池について、図５を参照して説明する。図５（ａ）は太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図、図５（ｂ）は太陽電池の裏面側平面図及びおよび下地層の配置を説明するための図である。なお、第１実施形態との相違点について主に説明し、第１実施形態と同一部分は説明を割愛し、第１実施形態と同一または類似部分には同一符号を付している。

[0037] 第１実施形態との相違点は、第１実施形態では、下地層８，１４が表面側電極６及び裏面側電極１２のフィンガー電極６ａ，１２ａの端部側の直下のみに存在するが、本実施形態では、下地層８，１４が表面側電極６及び裏面側電極１２の直下に規則正しく離散的に配置されている点であり、透明導電膜層５と表面側電極６の間、透明導電膜層１１と裏面側電極１２間に熱硬化型導電性ペーストが硬化してなる導電性の下地層が介在している点は同じである。なお、導電性ペーストは第１実施形態と同じものである。

[0038] 本実施形態では、各フィンガー電極６ａ直下において、幅５０μｍ、厚み２０μｍ、長さＳが２ｍｍの熱硬化型導電性ペーストが硬化してなる導電性の下地層８が、間隔Ｌが２ｍｍでの等間隔のピッチで設けられており、各フィンガー電極６ａの端部の直下にも配置されている。

[0039] また、フィンガー電極６ａの下地層８と隣り合うフィンガー電極６ａの各下地層８は互いに対向し、下地層８の間隔Ｌと隣り合う下地層８の間隔Ｌとは互いに対向するように配置されている。

[0040] バスバー電極６ｂ直下において、幅１ｍｍ、厚み２０μｍ、長さＳが２ｍｍの熱硬化型導電性ペーストが硬化してなる導電性の下地層８が、間隔Ｌが２ｍｍでの等間隔のピッチで設けられており、各バスバー電極６ｂの端部の直下にも配置されている。

[0041] また、一方のバスバー電極６ｂの下地層８と対向する他方のバスバー電極６ｂの各下地層８は互いに対向し、一方の下地層８の間隔Ｌと他方の下地層８の間隔Ｌは互いに対向するように配置されている。

[0042] 本実施形態の太陽電池１では、下地層８が剥離の基点となる恐れのあるフィンガー電極６ａの端部の直下を含めフィンガー電極６ａの下に規則正しく離散的に配置されているため、フィンガー電極６ａの剥離をより抑制できる。

[0043] また、下地層８がバスバー電極６ｂはその端部の直下を含めバスバー電極６ｂの直下にも規則正しく離散的に配置されているので、バスバー電極６ｂの剥離が抑制できる。

[0044] 従って、このように表面側電極６の直下全域に規則正しく離散的に配置されている下地層１４により表面電極６の剥離を抑制できる。

[0045] また、同様に、裏面側電極１２の直下全域に規則正しく離散的に配置されている下地層１４により、フィンガー電極１２ａ、バスバー電極１２ｂ、即ち裏面側電極１２の剥離を第１実施形態よりも抑制できる。

[0046] 上述では、下地層８の長さＳと間隔Ｌを同じにしているが、下地層８の長さＳを間隔Ｌより大きくしてもよい。この場合、下地層８の長さＳが大きいことにより、電極の剥離をより抑制できる。

[0047] 上述では、表面側電極６のバスバー電極６ｂの直下にも下地層８を配置させているが、下地層８を設けないようにもでき、特にバスバー電極６ｂが幅広の場合は、細線状の場合に比べて剥離の恐れが低いので、下地層８を設けないようにしてもよい。

[0048] また、裏面側電極１２のバスバー電極１２ｂの下地層１４についても同様に設けないようにもしてもよい。

（第４実施形態）

本発明にかかる第４実施形態である太陽電池について、図６を参照して説明する。図６（ａ）は太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図、図６（ｂ）は太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するた

めの図である。なお、第３実施形態との相違点について主に説明する。

[0049] 第３実施形態との相違点は、第３実施形態では、フィンガー電極６ａ，１２aの下地層８，１４と隣り合うフィンガー電極６ａ，１２aの下地層８，１４とは互いに対向し、フィンガー電極６ａ，１２aの間隔Ｌと隣り合うフィンガー電極６ａ，１２aの間隔Ｌは互いに対向するように配置されているが、本実施形態では、フィンガー電極６ａ，１２aの下地層８と隣り合うフィンガー電極６ａ，１２ａの間隔Lが対向するように規則正しく配置されている点である。

[0050] また、本実施形態では、各フィンガー電極６ａ，１２aの下地層８，１４の長さＳは、間隔Ｌより大きく設定されており、例えば、長さＳは２ｍｍ、間隔Ｌは１ｍｍである。

[0051] フィンガー電極６ａ，１２aの端部の直下にも配置されている。

[0052] 本実施形態では、下地層８，１４上に比べて下地層８，１４が存在しない間隔Ｌ上の付着強度が弱いため、フィンガー電極６ａ，１２aのうち、間隔Ｌ上の部分の電気的な接触状態が悪くなり、間隔Ｌ上の部分でのキャリア収集が低下しても、Ｌ上の部分と下地層８，１４とが第３実施例に比べて近く存在するので、フィンガー電極６ａ，１２aの下地層８，１４上の部分でキャリア収集ができる。

（第５実施形態）

本発明にかかる第５実施形態である太陽電池について、図７を参照して説明する。図７（ａ）は太陽電池の表面側平面図及び下地層の配置を説明するための図、図７（ｂ）は太陽電池の裏面側平面図及び下地層の配置を説明するための図である。なお、第４実施形態との相違点について主に説明する。

[0053] 第４実施形態との相違点は、本実施形態では、間隔Ｌの中央部に導電性の第２の下地層を更に設ける点であり、この下地層も透明導電膜層５と表面側電極６の間、透明導電膜層１１と裏面側電極１２間に熱硬化型導電性ペーストが硬化してなる導電性の下地層が介在している点は同じである。なお、熱硬化型導電性ペーストは第４実施形態と同じものである。

[0054] 本実施形態では、フィンガー電極６ａ，１２aの下地層８，１４の長さＳと間隔Ｌは同じであり、例えば、２ｍｍである。

[0055] 第２の下地層８１、１４１は、長さＳ２が０．２ｍｍである他は、下地層８，１４と同じである。

[0056] この場合は、下地層の材料を低減しつつ、第４実施形態と類似の効果が得られる。

（第６実施形態）

本発明にかかる第６実施形態である太陽電池について、図８を参照して説明する。図８は太陽電池の断面図である。なお、第３実施形態との相違点について主に説明する。

[0057] 第３実施形態と異なる点は、本実施形態では、ｎ型単結晶シリコン基板２の第１，２の主面のテクスチャー構造を反映した透明導電膜５，１４の凹凸により、下地層を分断し、下地層が表面側電極６の直下及び裏面側電極１２の直下に離散的、分散的に配置するように構成している点であり、透明導電膜層５と表面側電極６の間、透明導電膜層１１と裏面側電極１２間に熱硬化型ペーストが硬化してなる導電性の下地層が介在している点は同じである。なお、熱硬化型ペーストは第３実施形態と同じものである。

[0058] 本実施形態では、テクスチャー構造の凹部に存在し、凸部により分断された硬化した導電性ペーストが非規則的で離散的に配置されてなる下地層８，１４を有する。

[0059] 下地層８，１４は、例えば、テクスチャー構造を反映した透明導電膜５，１４上に熱硬化型導電性ペーストをテクスチャー構造の凸部の先端部分が少なくとも露出するように薄く形成した後、熱硬化型導電性ペーストを硬化させることにより、テクスチャー構造に対応して分断された当該硬化した熱硬化型導電性ペーストが非規則的で離散的に配置されてなる下地層８，１４を形成する。

[0060] 前記凹凸の最大高低差（表面の凸部の最上点と凹部の最下点の高低差）ｔ１は下地層８，１４の最大高低差（最上点と最下点の高低差）ｔ２以上であ

る。例えば、最大高低差（表面の凸部の最上点と凹部の最下点の高低差）ｔ１は、１５μｍの高低差を有し、最大高低差（最上点と最下点の高低差）ｔ２は、１０μｍの高低差を有している。

[0061] 本実施形態では、下地層８，１４を構成する硬化した導電性ペーストがテクスチャー構造の各凹部に存在するように構成しているので、硬化した導電性ペーストの体積を小さくでき、下地層８，１４に起因する応力を低減できると共に、表面側電極６及び裏面側電極１２の直下全域に離散的に配置されている下地層により表面電極６及び裏面側電極１２の剥離を抑制できる。

[0062] また、本実施形態の太陽電池セルは、上述した様に、上記各実施形態に比べ、容易に製造が可能である。

（第７実施形態）

図９及び図１０を用いて本発明にかかる第７実施形態である裏面接合型太陽電池について説明する。図９（ａ）は太陽電池の裏面側平面図、図９（ｂ）は太陽電池の表面側平面図、図１０は図９（ａ）、（ｂ）のＡ－Ａ’に沿った太陽電池の断面図である。

[0063] 図中、１０は太陽電池であり、ｎ型単結晶シリコン基板２０のテクスチャー構造（図示せず）を有する光入射面側である第１の主面上に、厚み数Å～２５０Å程のi型アモルファスシリコン層２１、及び厚み２０Å～５００Å程度のｎ型アモルファスシリコン２２、厚み８０ｎｍ～１μｍ程度の酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素等からなる反射止層及び保護層として機能する絶縁層２３がこの順序で形成されている。

[0064] また、太陽電池１０の光入射面とは反対側の裏面となる第２の主面上に、ｐ型電極形成領域２４及びｎ型電極形成領域２５がくし歯状に形成されており、ｐ型電極形成領域２４のフィンガー形状部分２６とｎ型電極形成領域２５のフィンガー形状部分２７は図中の方向Ｙに垂直な方向Ｘに沿って交互に配列される。

[0065] ｐ型電極形成領域２４は、厚み数Å～２５０Åのi型アモルファスシリコン層２４ａ及び厚み２０Å～５００Åのｐ型アモルファスシリコン層２４ｂで

構成されている。ｐ型アモルファスシリコン層２４ｂ上には、厚み５０ｎｍ～２００ｎｍの例えばＳｎ（錫）を含有するＩＴＯからなる透明導電膜層２８が形成されている。

[0066] ｎ型電極形成領域２５は、厚み数Å～２５０Åのi型アモルファスシリコン層２５ａ及び厚み２０Å～５００Åのｎ型アモルファスシリコン層２５ｂで構成されている。ｎ型アモルファスシリコン層２５ｂ上には、厚み５０ｎｍ～２００ｎｍの例えばＳｎ（錫）を含有するＩＴＯからなる透明導電膜層２９が形成されている。

[0067] ｐ型電極形成領域２４とｎ型電極形成領域２５は、透明導電膜層２８，２９上に形成された厚み１０～３０μｍからなる絶縁層３０によって分離されている。

[0068] ｐ型電極形成領域２４の透明導電膜層２８上には、厚み５μｍのＮｉ層、厚み１０μｍのＣｕ層、及び厚み５μｍのＮｉ層がこの順序で電解メッキ法により作製された第１の電極３１が形成されている。

[0069] ここで、第１の電極３１のフィンガー形状部分２６の端部Ｘの直下の透明導電膜層２８上には、銀ペースト等からなる金属ペーストが硬化されてなる下地層９２が絶縁層３０を一部覆うように形成されている。

[0070] ｎ型電極形成領域２５の透明導電膜層２９上には、厚み５μｍのＮｉ層、厚み１０μｍのＣｕ層、及び厚み５μｍのＮｉ層がこの順序で電解メッキ法により作製された第２の電極３２が形成されている。

[0071] ここで、第２の電極３２のフィンガー形状部分２７の端部Ｘの直下の透明導電膜層２９上には、銀ペースト等からなる金属ペーストが硬化されてなる下地層９２が絶縁層３０を一部覆うように形成されている。

[0072] 本実施形態でも、第１，第２の電極３１，３２は、フィンガー形状部分２７，２６の端部Ｘの直下に、銀ペースト等からなる導電性ペーストが硬化されてなる下地層９２を有するので、第１，第２の電極３１，３２が透明導電膜層２８，２９から剥れるのを防止できる。

[0073] また、電極３１，３２は、絶縁層３０の開口部に露出した透明導電膜層２

８，２９上に覆うように形成されているので、絶縁層３０の開口部より水分等の不純物が太陽電池１０中に入るのを防止できる。

[0074] 上述では、ｐ型電極形成領域２４及びｎ型電極形成領域２５は、ｉ型アモルファス層を有するが、ｉ型アモルファス層を備えない構成とすることもできる。この構成の場合、拡散法によりｐ型アモルファスシリコン層２４ｂ、ｎ型アモルファスシリコン層２５ｂを形成してもよい。

[0075] 次に、本実施形態に係る太陽電池セルの製造方法について説明する。

[0076] 最初に、ｎ型シリコン単結晶基板２０を用意し、ｎ型シリコン単結晶基板２０の第１の主面上の全域のみにＮａＯＨ水溶液からなるエッチング液によるウェットエッチングによりランダムテクスチャー構造を形成したｎ型シリコン単結晶基板２０を準備する。

[0077] その後、ｎ型単結晶シリコン基板２０の第１の主面上には、ＣＶＤ法等により、ｉ型アモルファスシリコン層２１、ｎ型アモルファスシリコン２２、絶縁層２３を形成する。

[0078] 次に、ｎ型シリコン単結晶基板２０の第２の主面上の所定領域にｐ型電極形成領域２４及びｎ型電極形成領域２５を形成する。

[0079] ｐ型電極形成領域２４は、ＣＶＤ法等により所定の金属マスクを介して前記第２の主面上にｉ型アモルファスシリコン層２４ａ、ｐ型アモルファスシリコン２４ｂをこの順序で形成した後、スパッタ法又はイオンプレーティング法により金属マスクを介してｐ型アモルファスシリコン２４上に透明導電膜層２８を形成して作製される。

[0080] ｎ型電極形成領域２５は、ＣＶＤ法等により所定の金属マスクを介して前記第２の主面上にｉ型アモルファスシリコン層２５ａ、ｎ型アモルファスシリコン２５ｂをこの順序で形成した後、スパッタ法又はイオンプレーティング法により金属マスクを介してｎ型アモルファスシリコン２５ｂ上に透明導電膜層２９を形成して作製される。

[0081] 次に、ｐ型電極形成領域２４及びｎ型電極形成領域２５が形成されたｎ型単結晶シリコン基板２０の全域上にアクリル樹脂等の樹脂からなる絶縁層３

０を形成する。その後、この絶縁層３０上の所定部分にフォトマスク用いて紫外線光を照射した後、有機溶剤により絶縁層３０を現像して絶縁層３０に電極形状に対応した所定の開口部を形成する。

[0082] 次に、絶縁層３０の上記開口部から露出した透明導電膜層２８，２９上の第１の電極３１のフィンガー形状部分の端部および第２の電極３２のフィンガー形状部分の端部に位置する部分に銀ペーストをスクリーン印刷により形成し、これらを硬化して下地層９２を作製する。

[0083] 最後に、上記開口部から露出した透明導電膜２８、２９及び下地層９２上に電解メッキ法により第1、第２の電極３１、３２をそれぞれ形成する。

（第８実施形態）

図１１及び図１２を用いて、本発明にかかる第７実施形態である裏面接合型太陽電池について説明する。図１１（ａ）は太陽電池の裏面側平面図、図１１（ｂ）は太陽電池の表面側平面図、図１２は図１１（ａ），（ｂ）のＡ－Ａ’に沿った断面図である。なお、第７実施形態との相違点について主に説明し、第６実施形態と同一または類似部分には同一符号を付している。

[0084] 図１１～図１２を参照して、第８実施形態において、第７実施形態との相違点は、下地層が第１の電極３１のフィンガー形状部分の端部下および第２の電極３２のフィンガー形状部分の端部下のみでなく、第１の電極３１下のｐ型電極形成領域２４上および第２の電極３２下のｎ型電極形成領域２５上に複数離散的に形成されている点である。なお、図１４（ａ）中の点線は下地層の位置を示している。

[0085] 本実施形態では、第１の電極３１下のｐ型電極形成領域２４上および第２の電極３２下のｎ型電極形成領域２５上に、それらの延存方向（長手方向）に沿って複数列（本実施形態では３列）の点線状の下地層９５０，９６０が形成されており、３列の点線状の下地層９５０，９６０は、中央列の下地層９６０が透明導電膜層２８，２９上にのみ形成されると共に、両端の２列の下地層９５０が絶縁層３０の一部を覆うように透明導電膜層２８，２９上に形成されている。ここで、点線状の下地層９５０，９６０を構成する銀ペー

ストである金属ペーストが硬化されてなる下地層９５０，９６０は、ピッチ間隔Wが５０μｍ～０．１ｍｍである。

[0086] 本実施形態では、図示していない絶縁層３０の開口部に露出した透明導電膜層２８，２９上の第１、２の電極３１，３２を形成している領域に部分的に下地層９５０，９６０を形成している。

[0087] 本実施形態では、第１の電極３１下および第２の電極３２下の略全域を覆うように、硬化してなる金属ペーストからなる複数の下地層９５０，９６０が離散的に配置されているので、第１の電極３１および第２の電極３２の剥離を第７実施形態よりも抑制できる。

（太陽電池モジュール）

図１３及び図１４を用いて、本発明にかかる実施形態である太陽電池モジュールについて説明する。図１３は太陽電池モジュールの上面図、図１４の図１３のＡ－Ａ’に沿った断面図である。

[0088] 図１３～図１４を参照して、１００は、第１～第６実施形態に係る太陽電池１を複数備えた太陽電池モジュールであり、太陽電池モジュール１００は、白板強化ガラス等の透明な表面側カバー１１０、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）等の樹脂フィルムからなる耐候性の裏面側カバー１２０、および表面側カバー１１０と裏面側カバー１２０の間に、複数の太陽電池１がＳｎ-Ａｇ-ＣｕやＳｎ-Ｐｂ等の半田層で表面が被覆されてなる平板銅線等からなるストリップ状の接続部材１３０により電気的に直列接続されてなる直線状の太陽電池群１４０がエチレンビニルアセテート（ＥＶＡ）等の充填材１５０を介して配置されてなる板状の構成体と、構成体を支持するアルミニウム等からなる金属製枠体１６０から構成されている。

[0089] 太陽電池群１４０は互いに並列に配置され、全ての太陽電池群１４０が電気的に直列接続するように、各所定の隣り合う太陽電池群１４０の一方端側の接続部材１３０が半田層で表面が被着された平板銅線等からなるストリップ状の接続部材１７０によって半田接続されると共に、他の所定の隣り合う太陽電池群１４０の他方端側の接続部材１３０が半田層で表面が被覆された

平板銅線等からなるＬ字状の接続部材１８０，１９０と半田接続されている。この構成により、太陽電池モジュール１００の複数の太陽電池１はマトリックス状に配置される。

[0090] 最外側の太陽電池群１４０中の電力取り出し側の両最端の太陽電池１の接続部材１３０には、太陽電池モジュール１００から電気出力を取り出すための半田層で表面が被着された平板銅線等からなるＬ字状の接続部材（出力取り出し用接続部材）２００，２１０がそれぞれ半田接続されている。

[0091] また、図示しないが、Ｌ字状の接続部材１８０、Ｌ字状の接続部材１９０、Ｌ字状の接続部材２００およびＬ字状の接続部材２１０の各先端部分は、裏面側カバー１２０の切り欠きを介して太陽電池モジュール１００の裏面側の上部中央に位置する端子ボックス内に導かれている。

[0092] 第７～第８実施形態に係る裏面接合型太陽電池１０を用いた太陽電池モジュールの場合も、例えば、表面側カバー１１０と裏面側カバー１２０の間に充填材１５０を介して配置されてなる太陽電池１０間が接続部材で電気的に接続してなる板状の構成体と、構成体を支持するアルミニウム等からなる金属製枠体１６０から構成される。

[0093] 上記各実施形態において、下地層としては、金属粉末と熱硬化型樹脂を含有する熱硬化型導電性ペーストを硬化してなる下地層であったが、下地層は銀ペーストに限らず、金、銅、炭素等の金属又はこれらの合金の粉末と樹脂を含有した導電性ペーストを用いて作製してもよい、導電性ペーストは、樹脂、樹脂のバインダー、バインダーの溶剤を混合し、ペースト状としたものが好ましい。

[0094] また、熱硬化型導電性ペーストに限らず、光硬化型導電性ペーストを用いて作製した下地層でもよく、付着性の高いクロムやチタン等からなる金属膜からなる下地層でもよい。

更には、第１，第２実施形態等であれば、導電性を有しない樹脂からなる下地層を代わりに用いることも可能である。

[0095] また、第１～第６実施形態では、表面側電極、裏面側電極ともバスバー電

極を有する電極であったが、バスバー電極を有さないバスバーレスとしてもよい。

[0096] 上記各実施形態では、テクスチャー構造として、ランダムテクスチャー構造を用いたが、規則正しい凹凸を有するテクスチャー構造としてもよい。

[0097] また、本実施形態の電極では、電解メッキ法により電極を形成したが、スパッタ法、蒸着法等により形成してもよい。

[0098] また、第１～第６実施形態では、両面受光型の太陽電池の例を示したが、本発明は、片面受光型の太陽電池にも適用できる。

[0099] 本発明は、上記太陽電池の構造に限定されず、多結晶太陽電池等の種々の太陽電池に適用可能である。

符号の説明

[0100] １、１０ 太陽電池セル

８、１４、９１、９２、９５０、９６０ 下地層

請求の範囲

[請求項1] 半導体基板の一主面上に設けられた電極と、

前記電極下の少なくとも一部上に設けられた下地層と、を備え、

前記電極は、前記下地層上及び前記下地層を有していない部分上に形成されている、太陽電池。

[請求項2] 前記下地層が前記半導体基板の端部側部分に配置されている請求項１記載の太陽電池。

[請求項3] 前記下地層が離散的に配置されている請求項１記載の太陽電池

[請求項4] 前記下地層は規則正しく配置されている請求項１～３のいずれか１項に記載の太陽電池。

[請求項5] 前記下地層は不規則に配置されている請求項１～３のいずれか１項に記載の太陽電池。

[請求項6] 前記電極は複数のフィンガー形状部を有し、前記下地層は前記半導体基板の周囲側の前記フィンガー形状部下の端部側に配置されている請求項１～５のいずれか1項に記載の太陽電池。

[請求項7] 前記下地層は前記電極下の全域上に配置されている請求項１に記載の太陽電池。

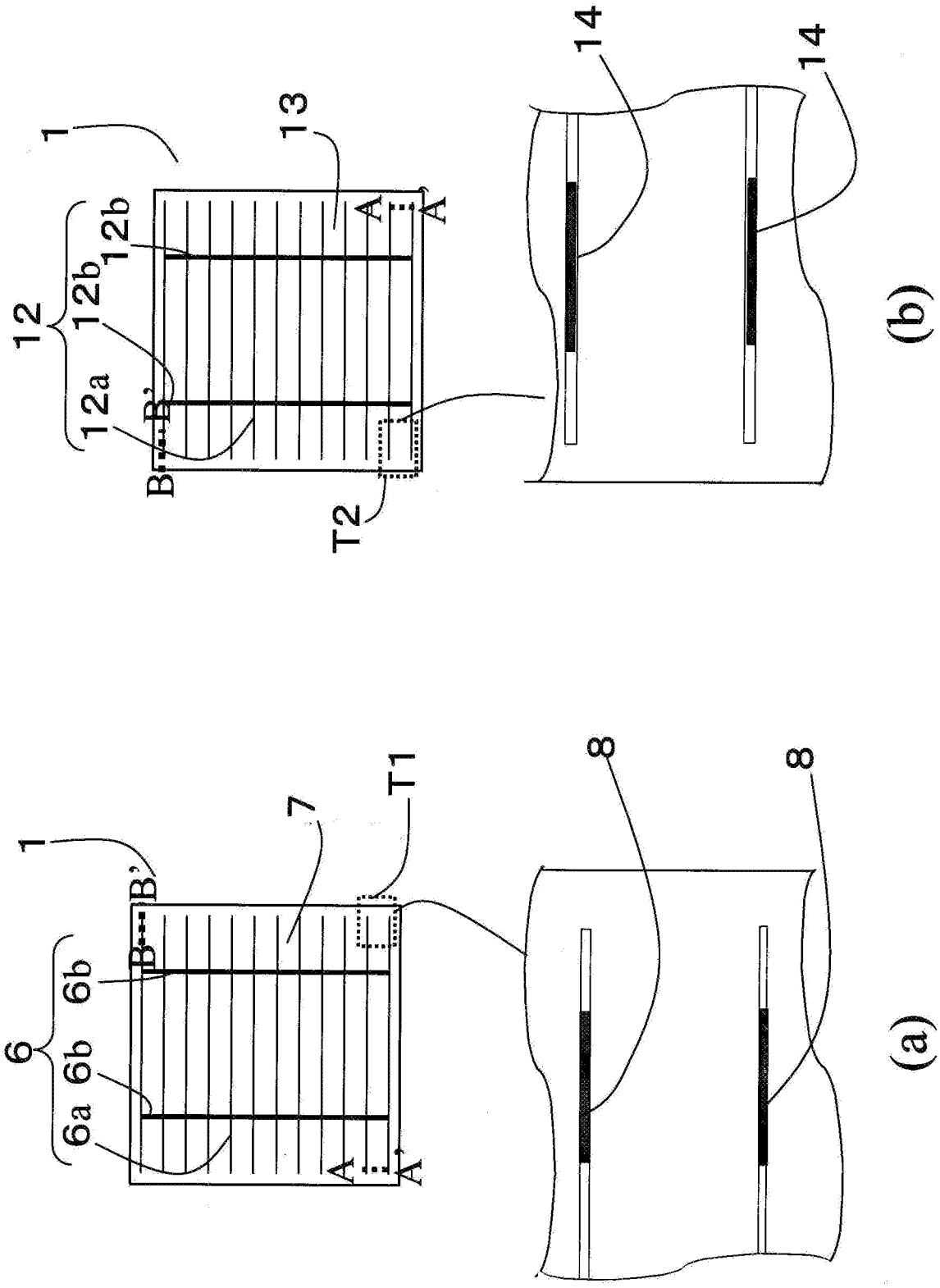
[請求項8] 前記一主面はテクスチャー構造を有する面であり、前記下地層は前記テクスチャー構造の凹凸の前記凹内に設けられている請求項１～請求項７のいずれか1項に記載の太陽電池。

[請求項9] 前記下地層は、硬化してなる導電性ペースト又は金属から形成されている請求項１～請求項８のいずれか1項に記載の太陽電池。

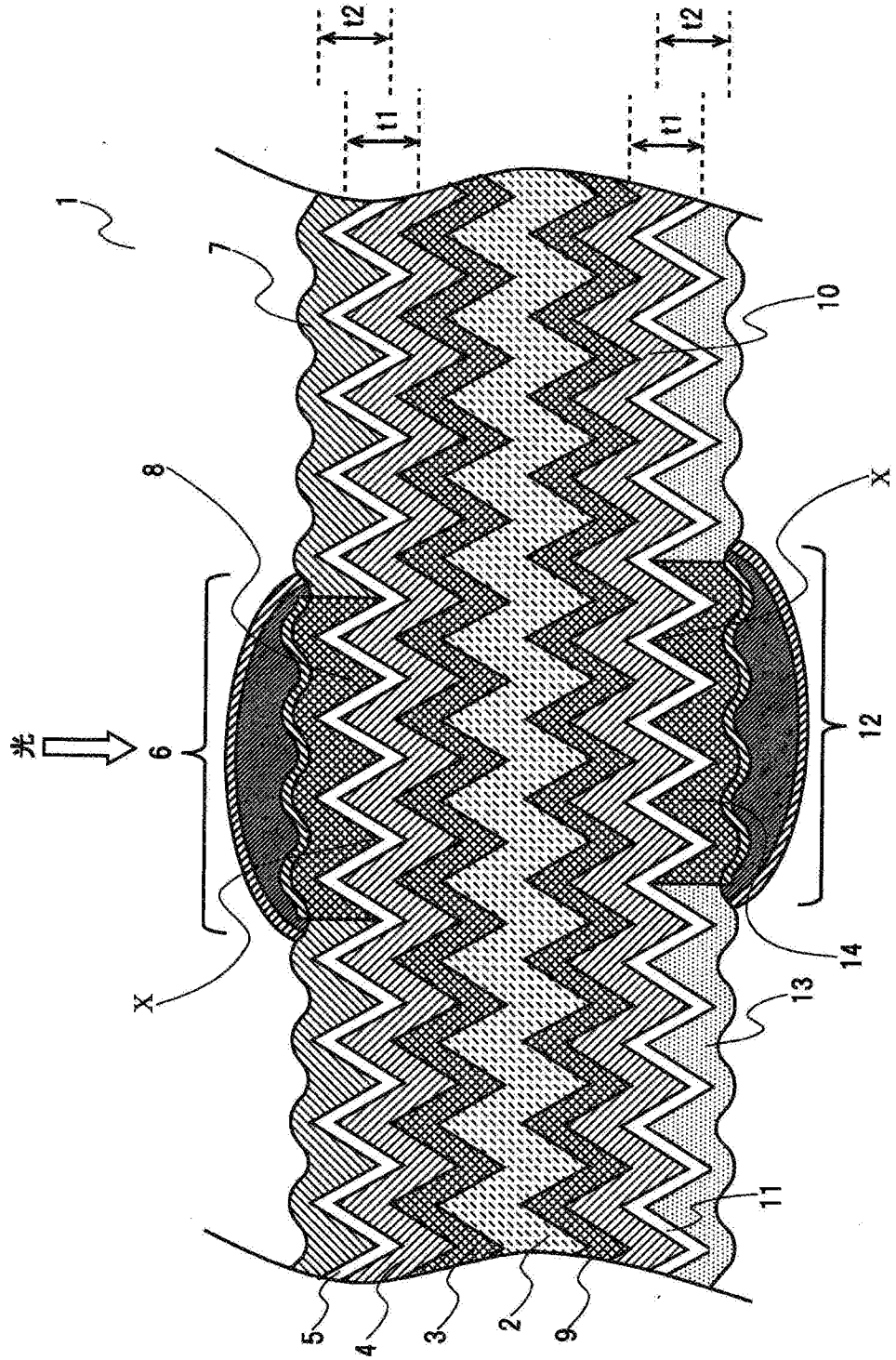
[請求項10] 前記下地層は、その上下の面に対して良付着性を有する請求項１～９のいずれか1項に記載の太陽電池。

[請求項11] 請求項１～１０いずれか１項に記載の太陽電池を備えた太陽電池モジュール。

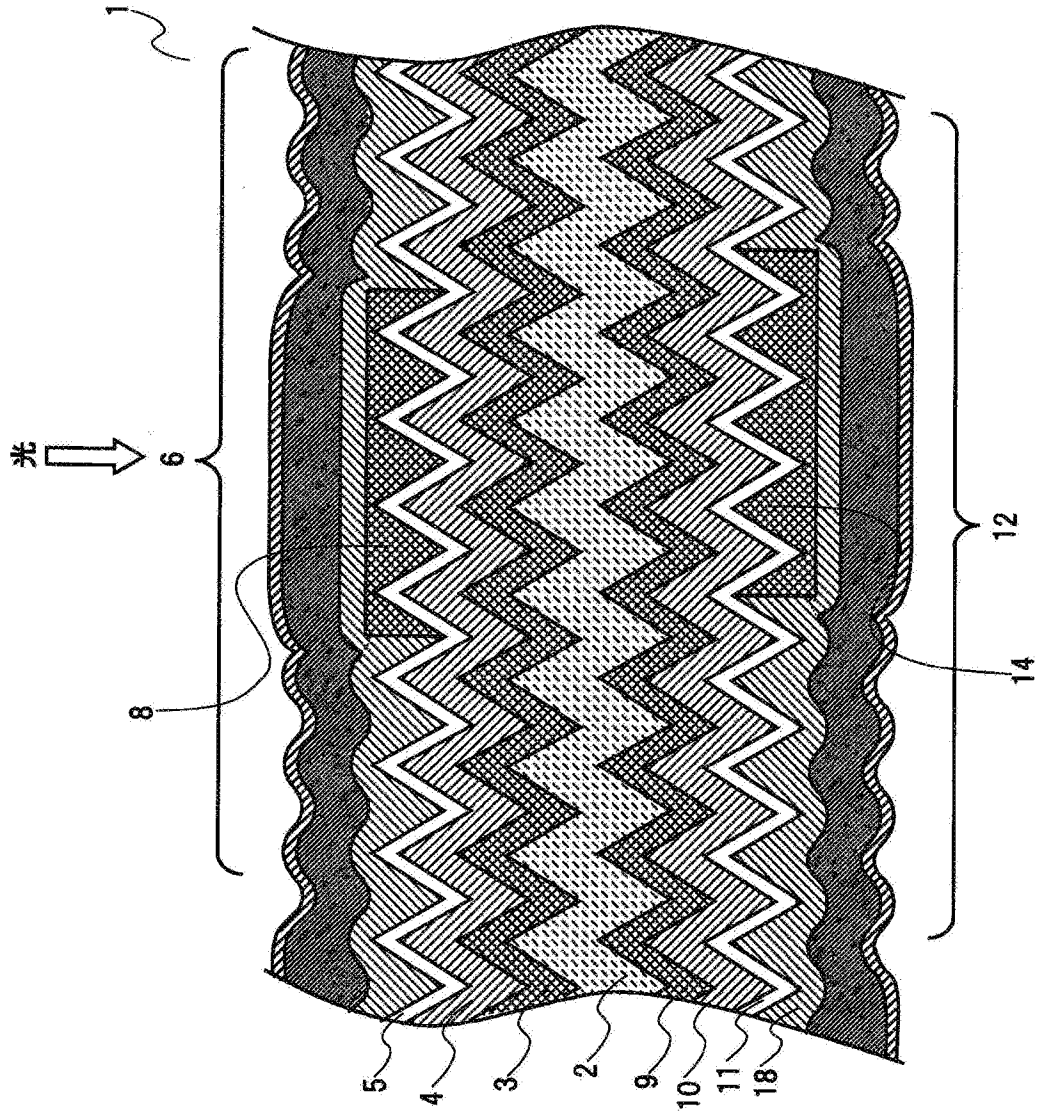
[図1]



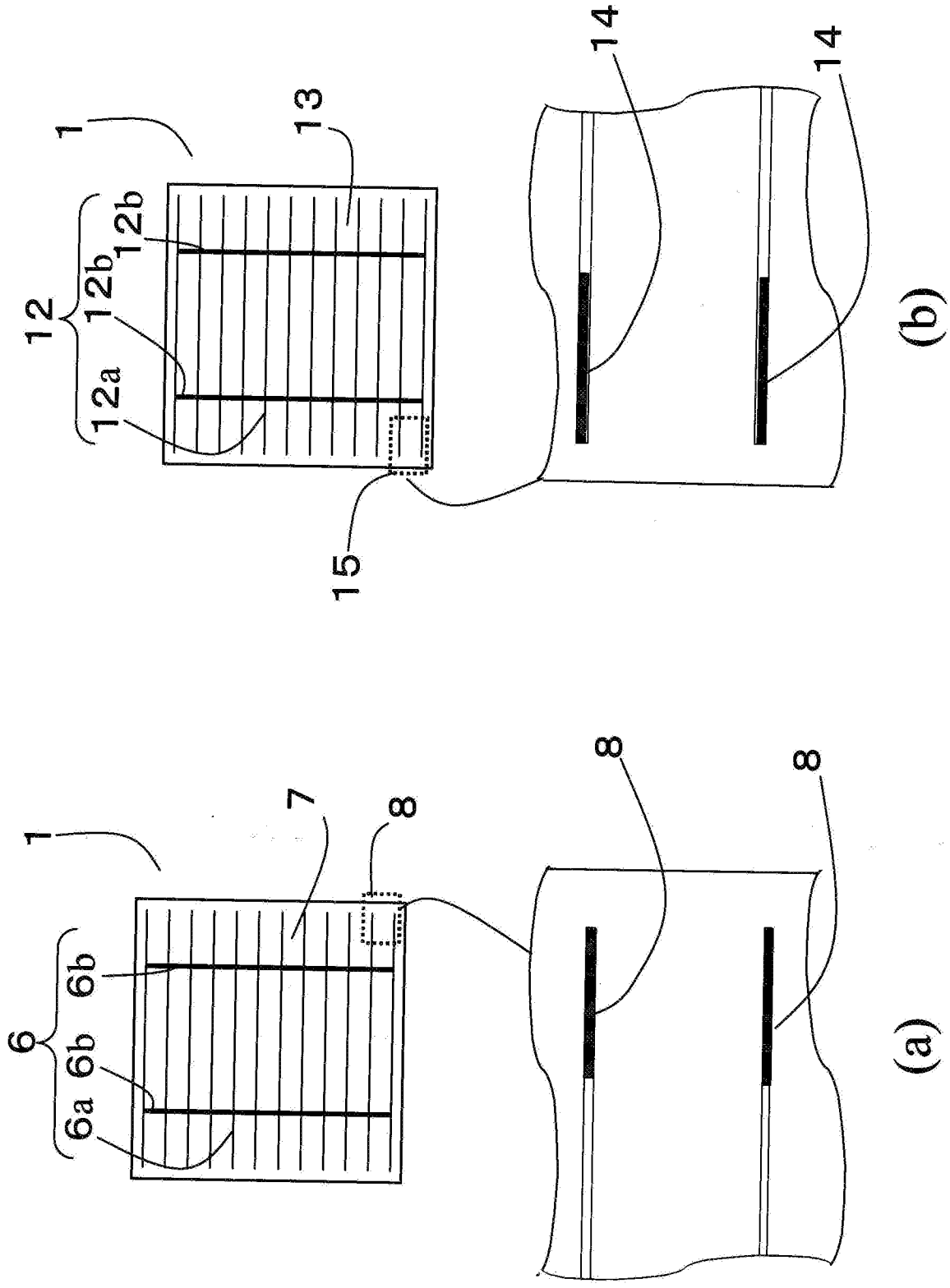
[図2]



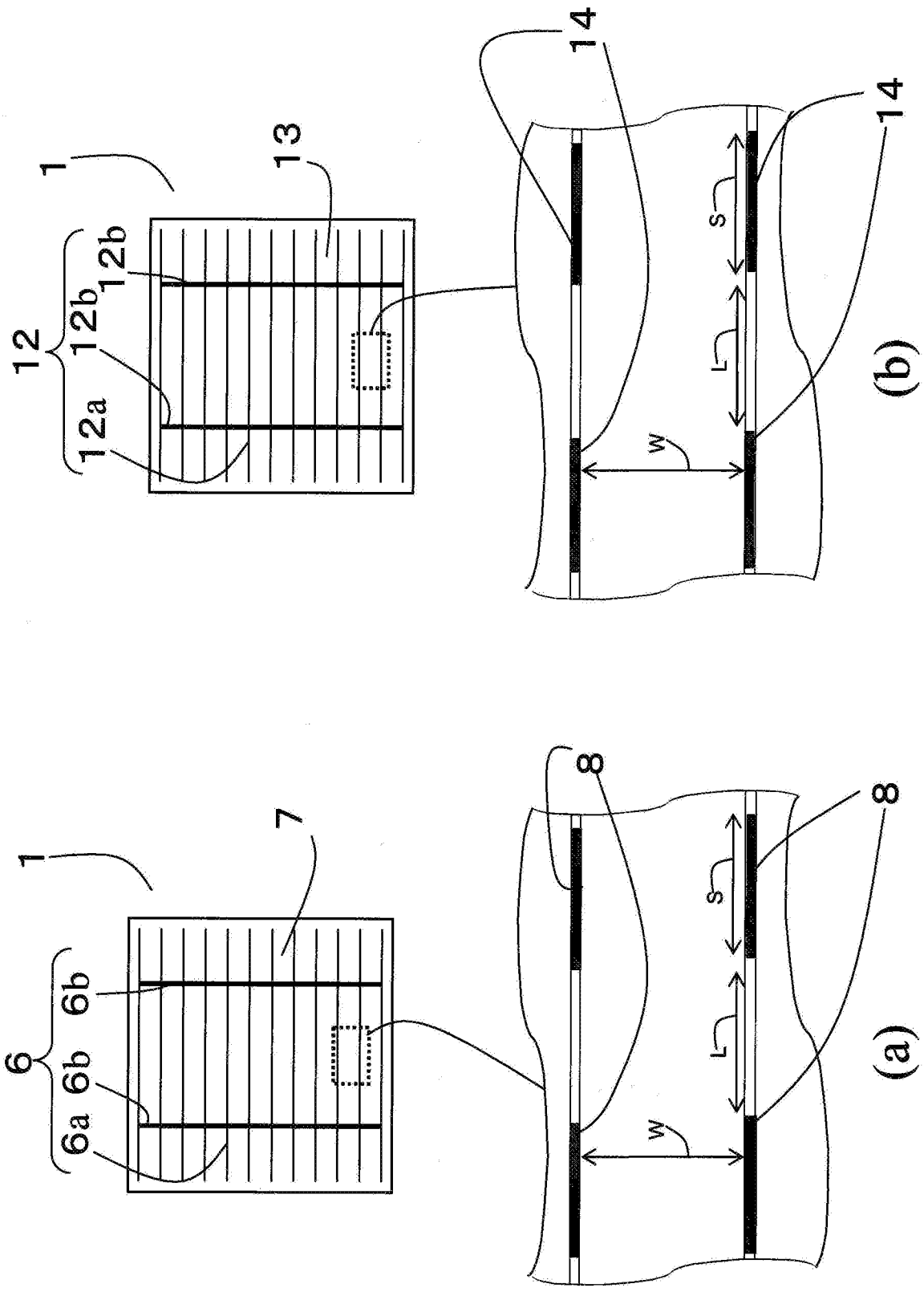
[図3]



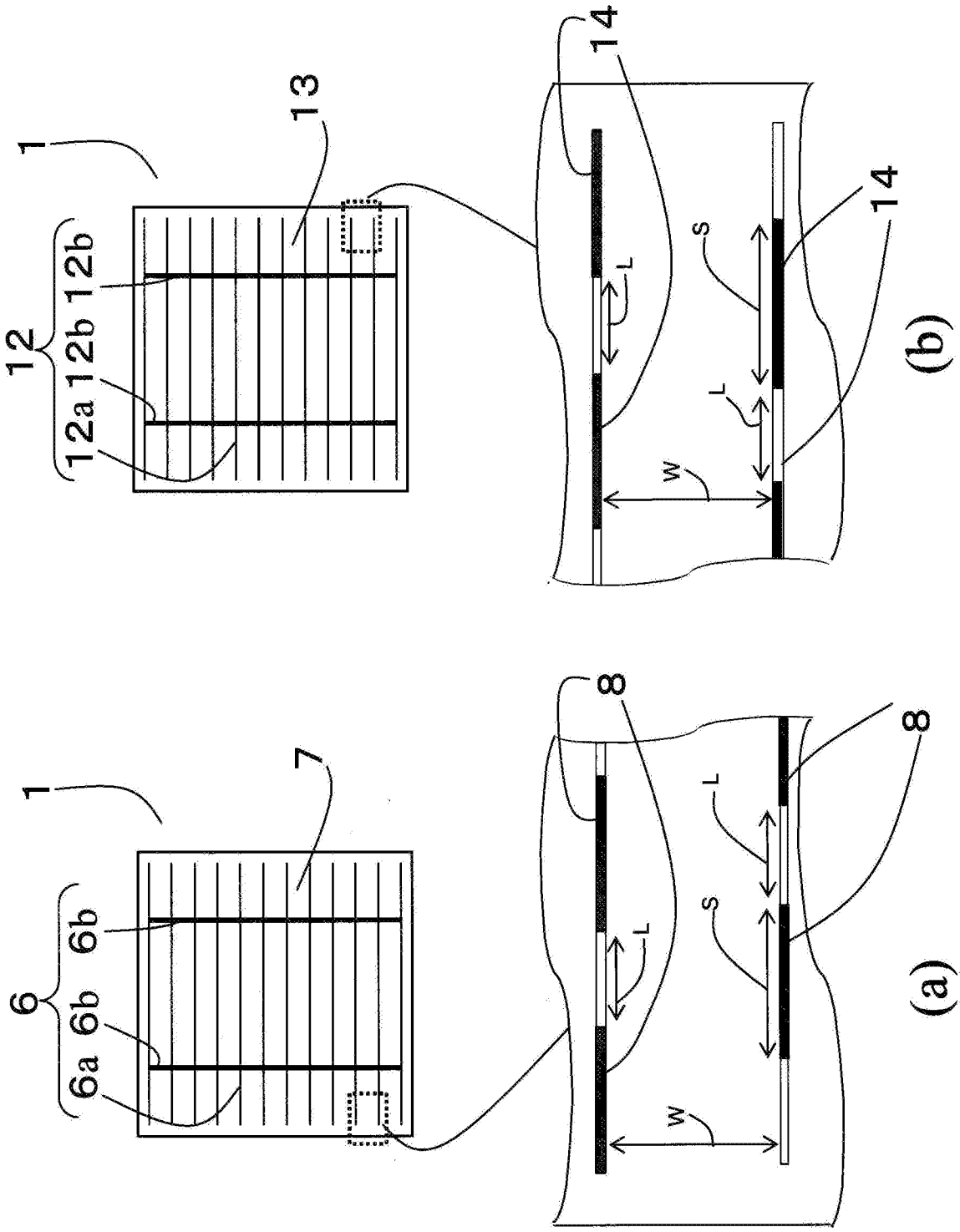
[図4]



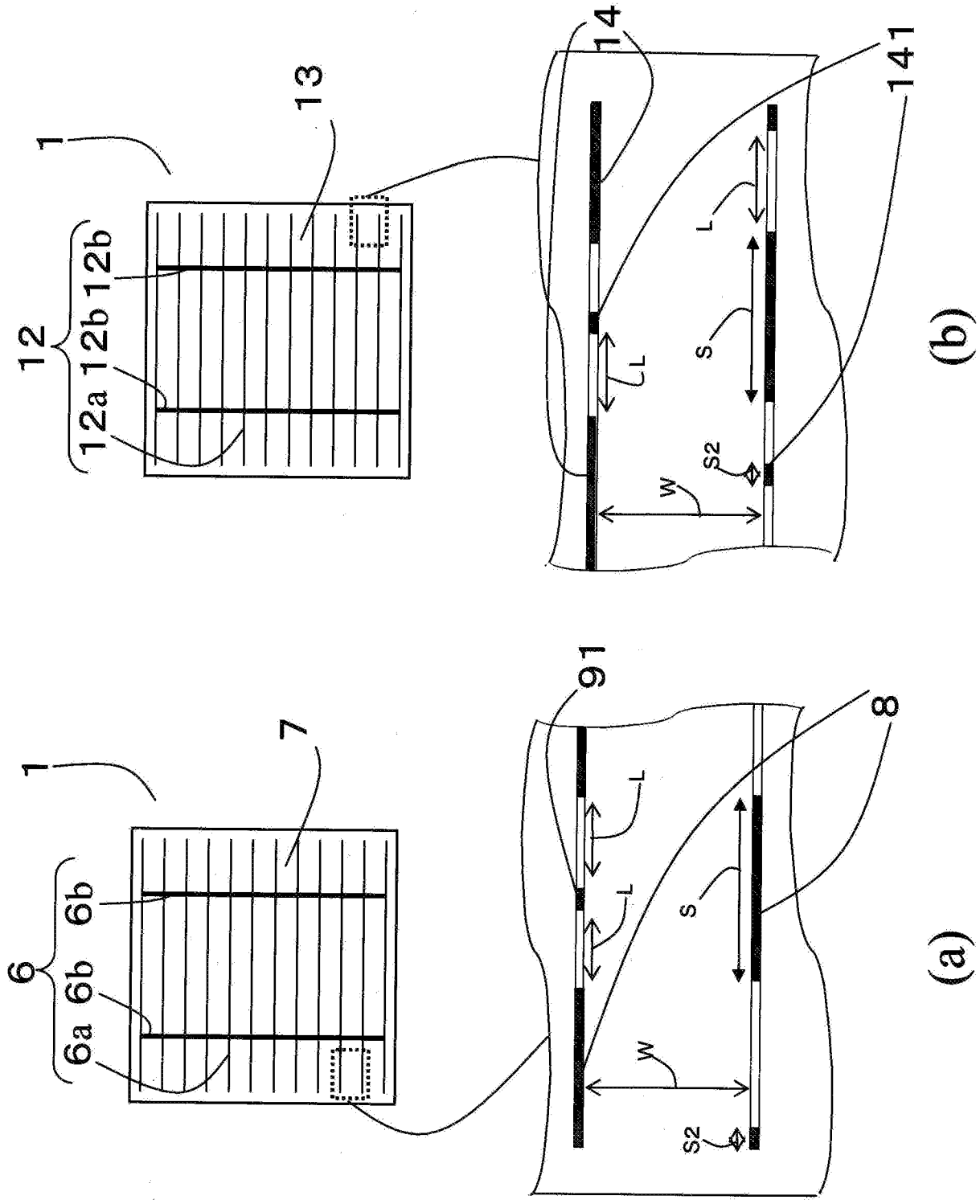
[図5]



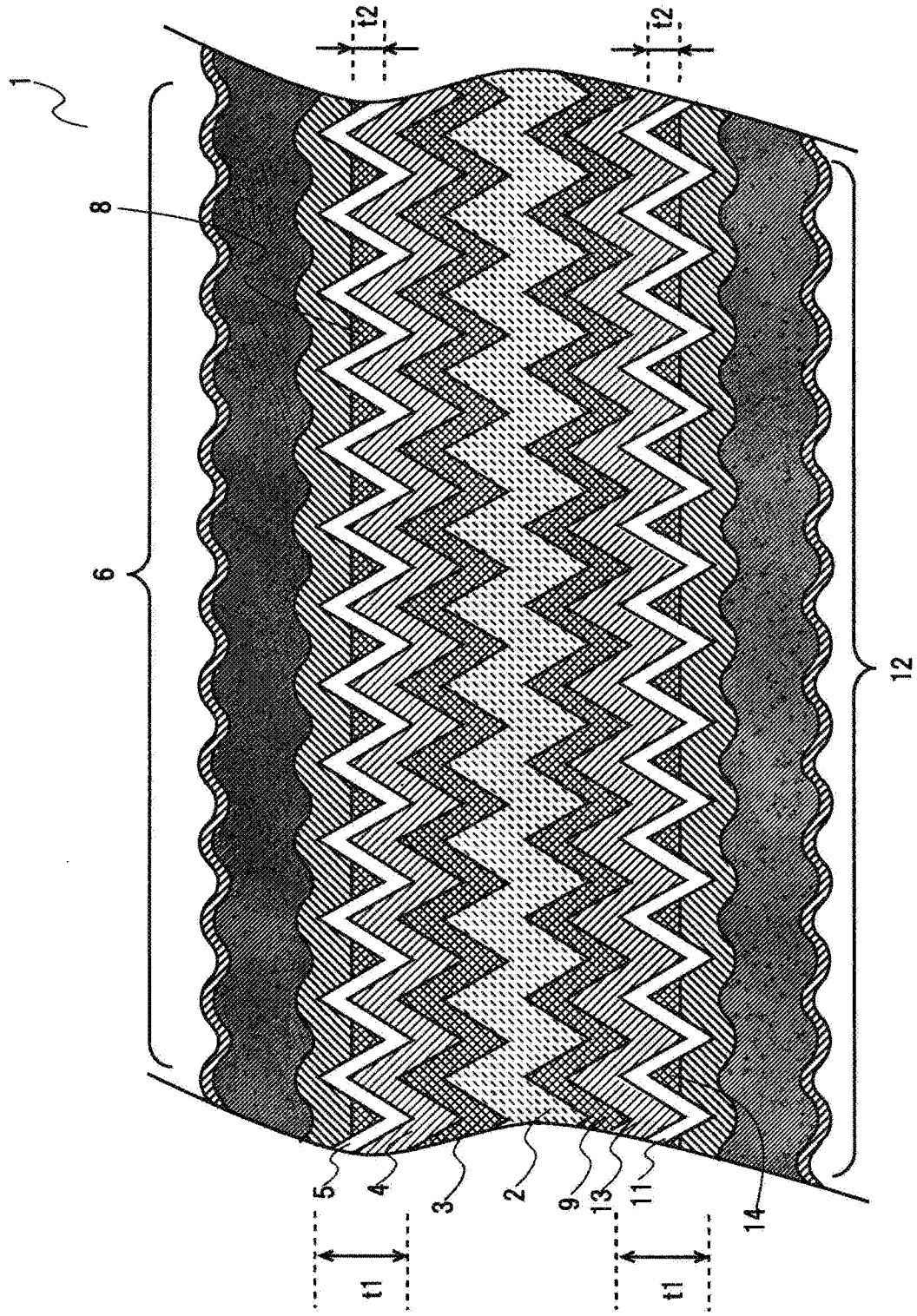
[図6]



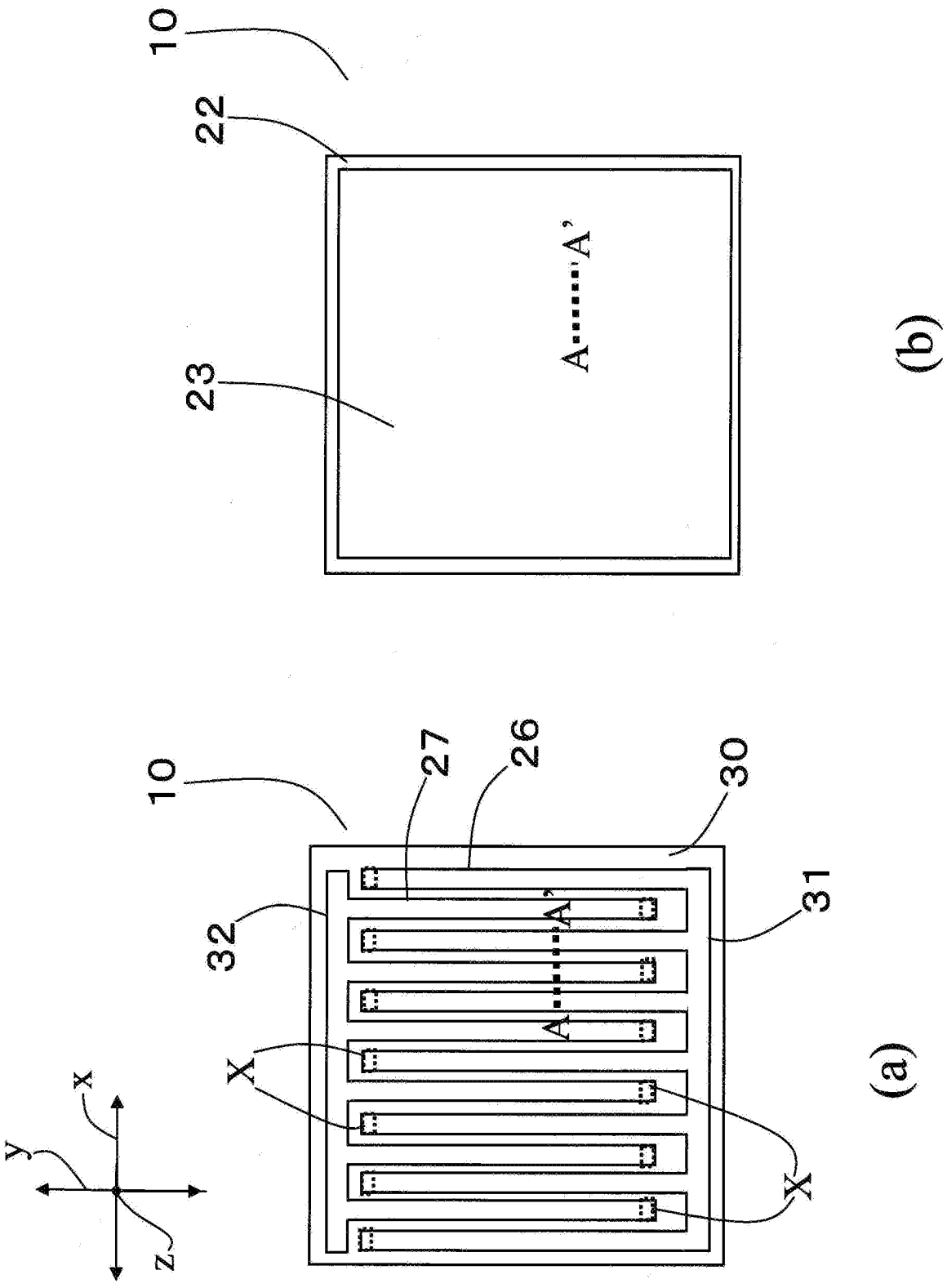
[図7]



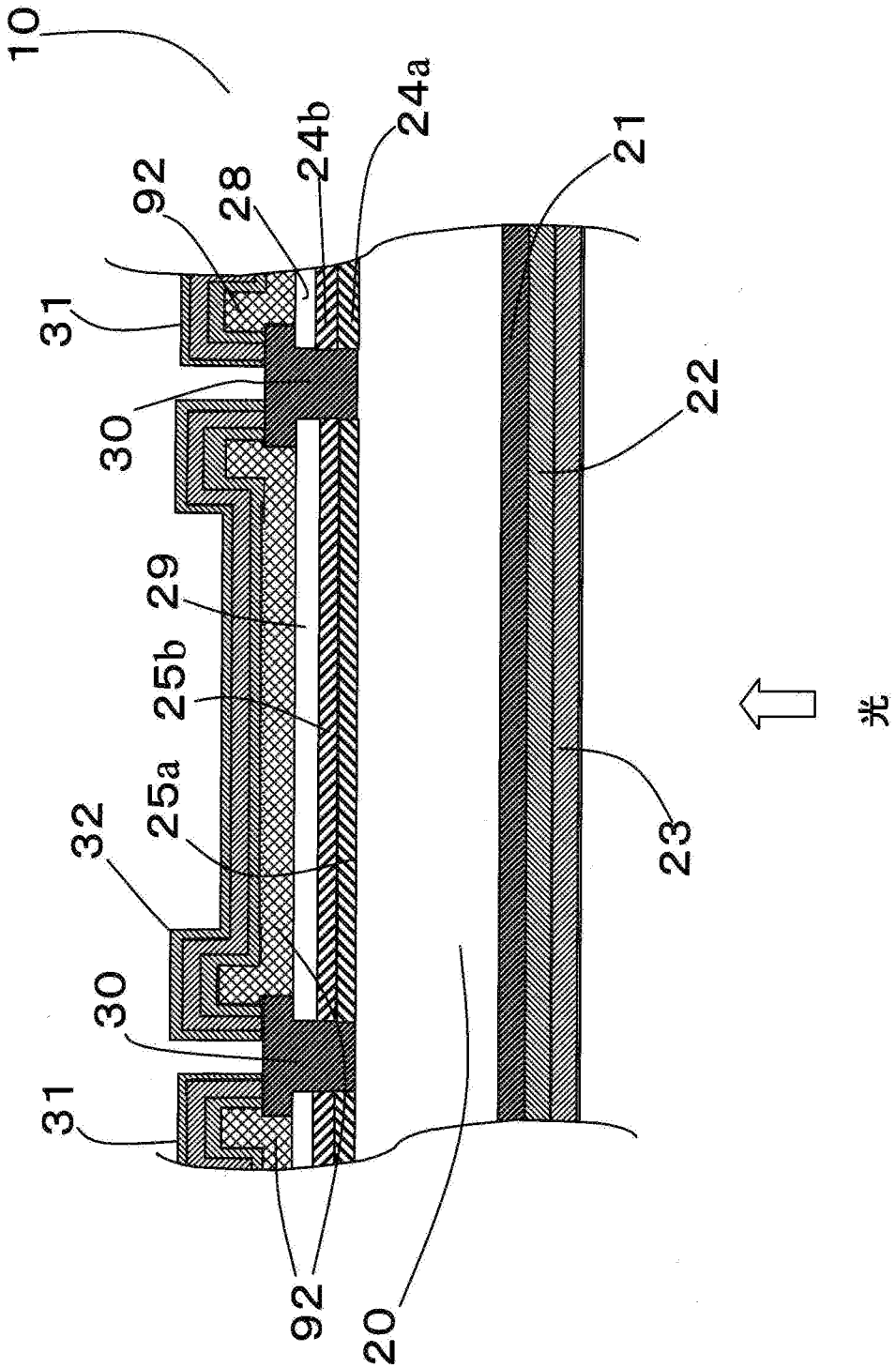
[図8]



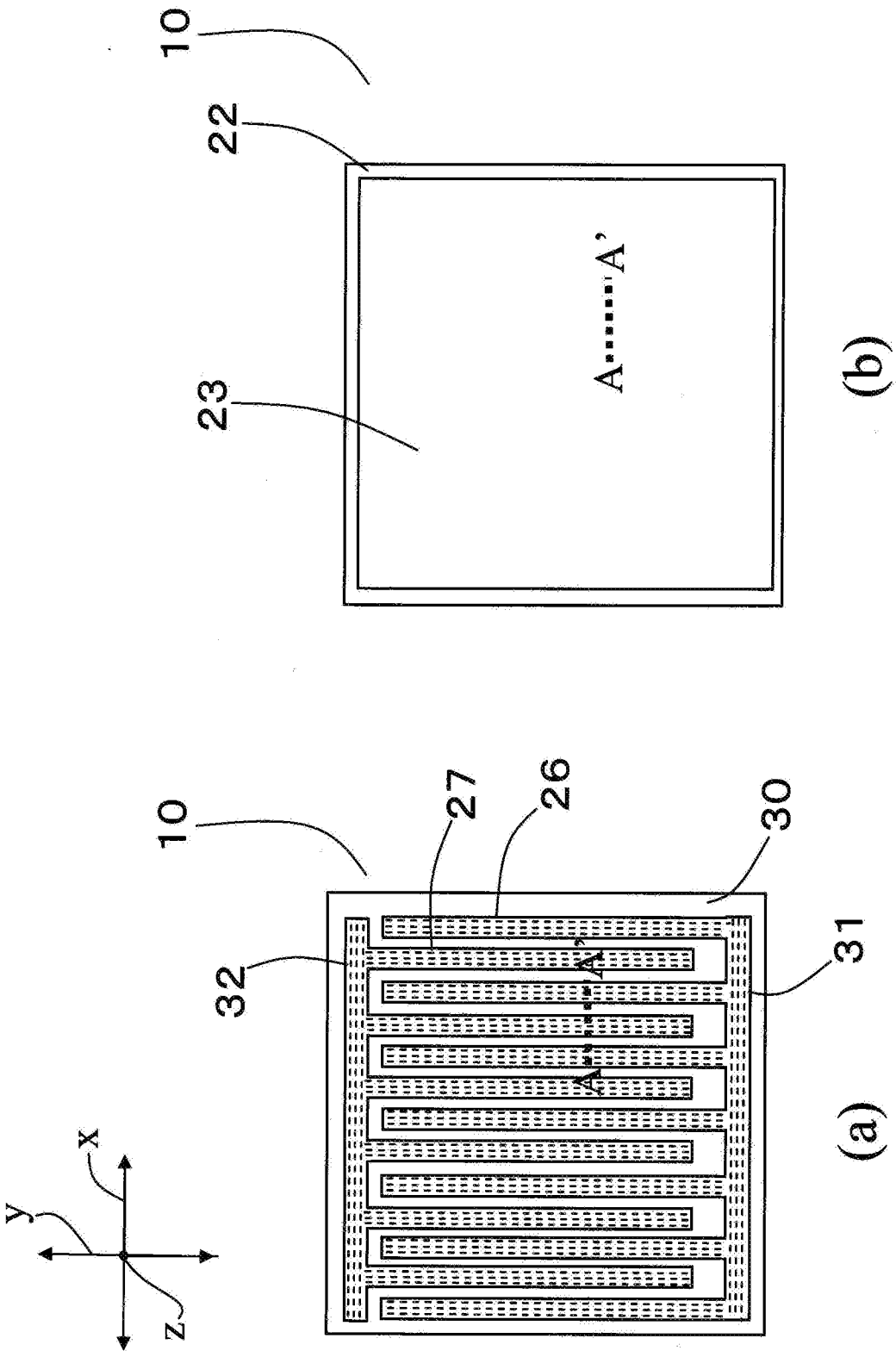
[図9]



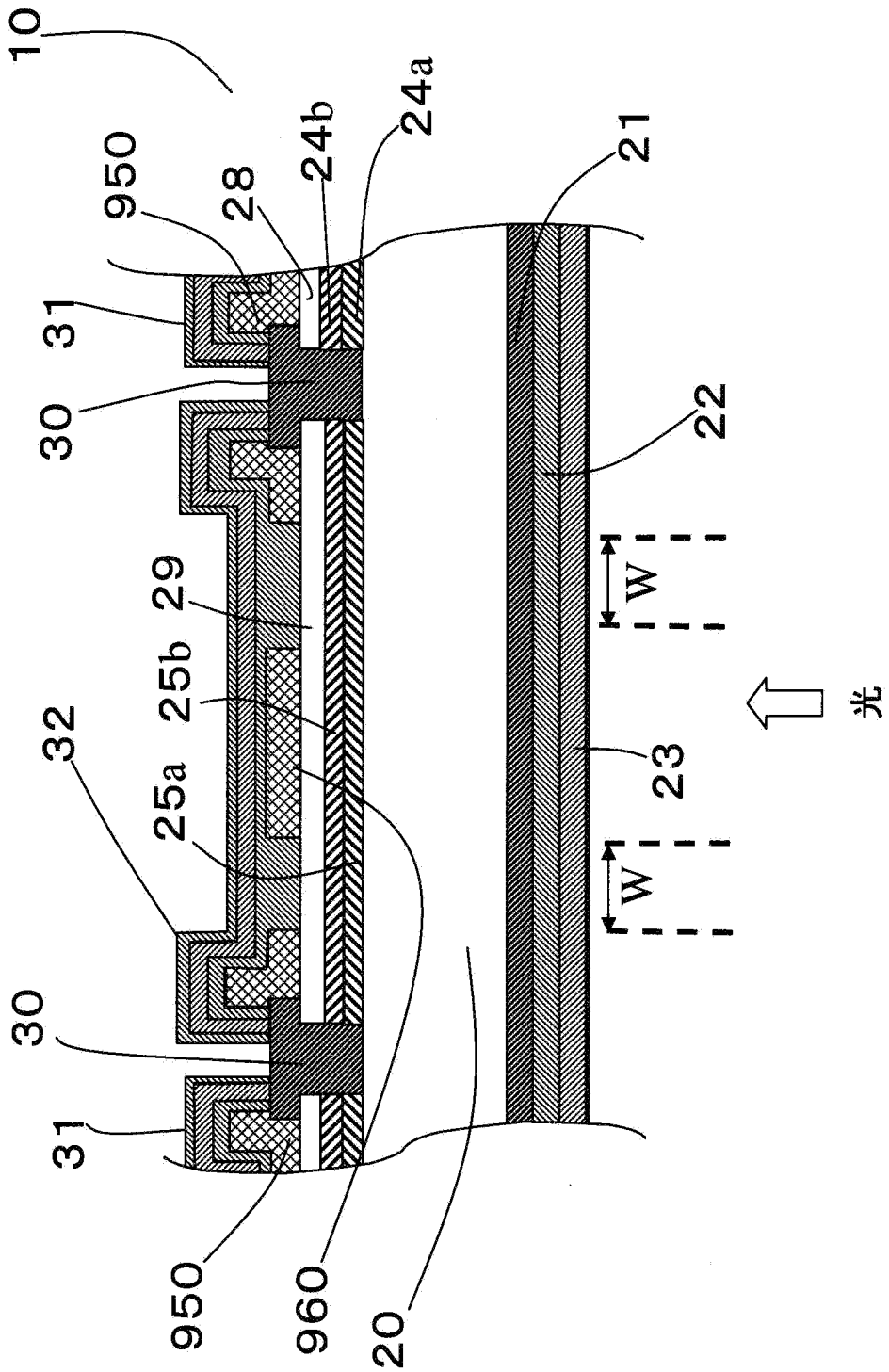
[図10]



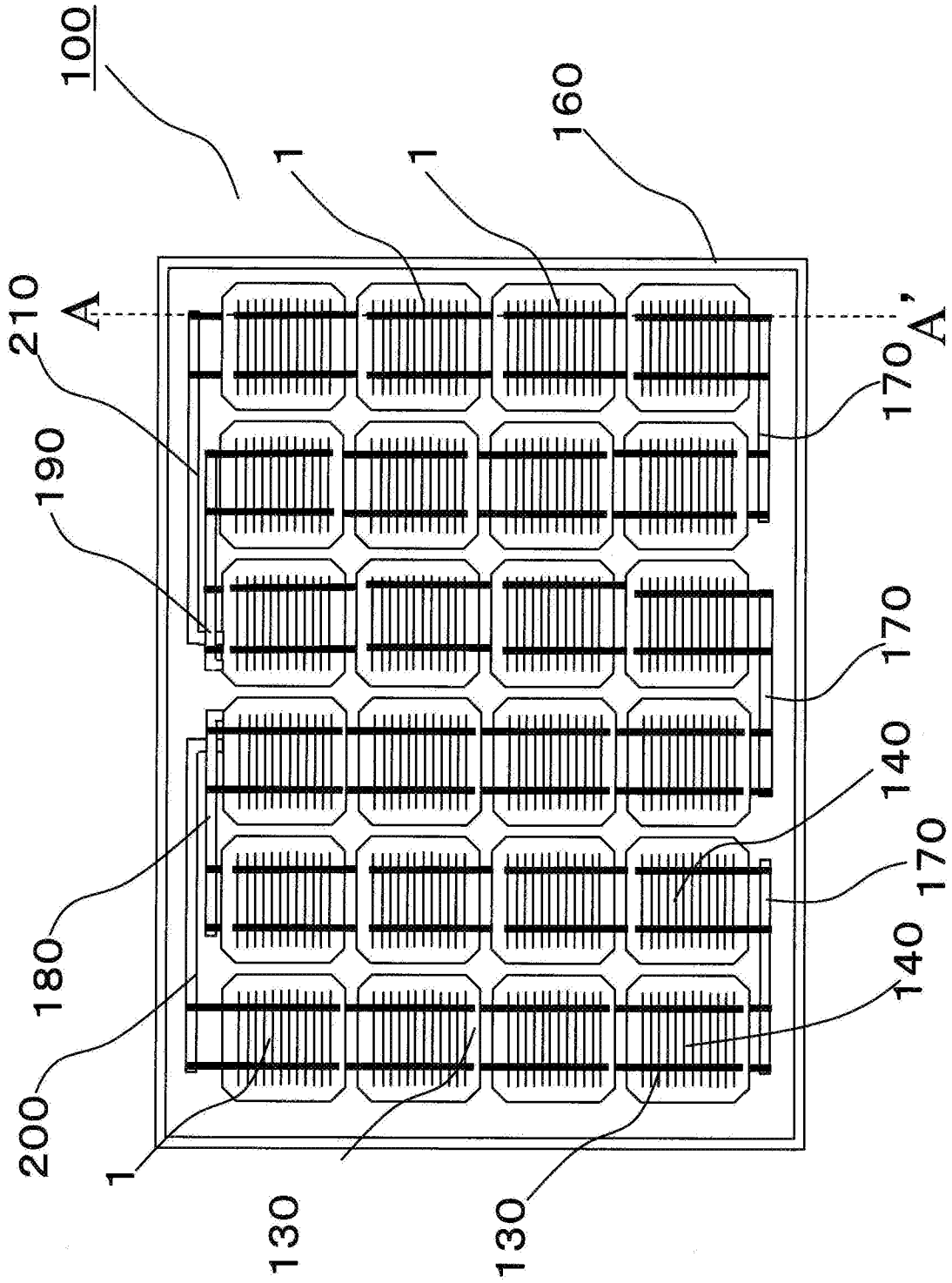
[図11]



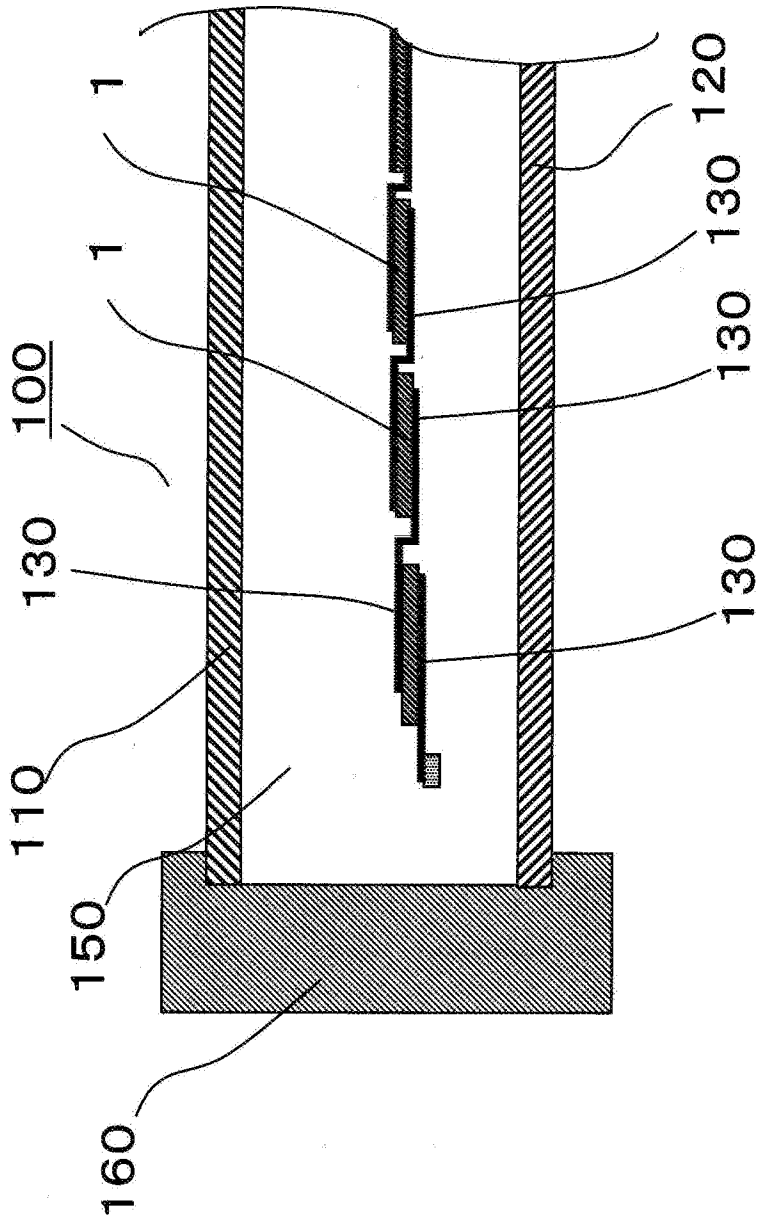
[図12]



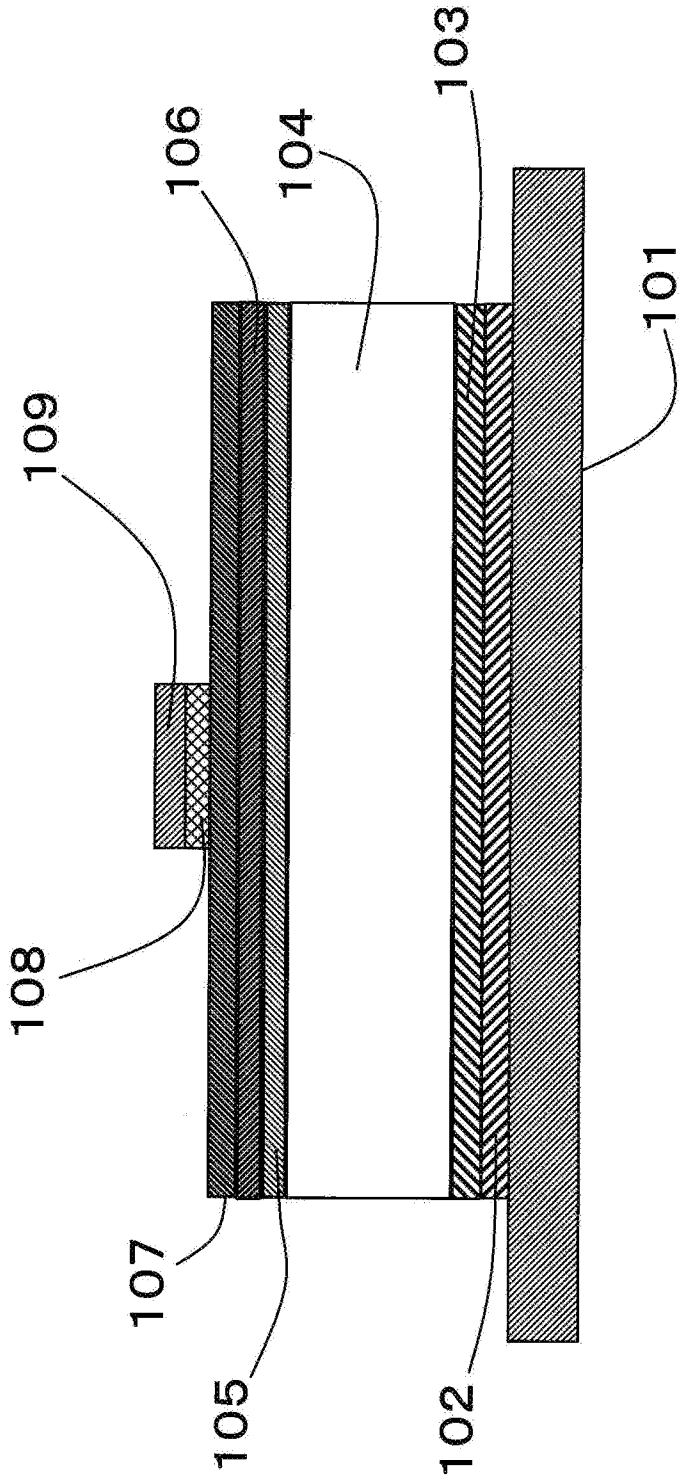
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/072263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L31/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L31/04-31/078

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-85924 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 31 March 2005 (31.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
X	JP 6-61512 A (Sharp Corp.), 04 March 1994 (04.03.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-5,7,8,10, 11
X	JP 2001-203376 A (Sharp Corp.), 27 July 2001 (27.07.2001), paragraph [0023]; fig. 2 (Family: none)	1-7,9-11

☒ 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	Date of mailing of the international search report
09 November, 2011 (09.11.11)	22 November, 2011 (22.11.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/072263

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2010-10245 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 14 January 2010 (14.01.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
X	JP 2005-175399 A (Hitachi, Ltd.), 30 June 2005 (30.06.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2005-268466 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 29 September 2005 (29.09.2005), entire text; all drawings (Family: none)	2,6
A	JP 2010-171370 A (Kyocera Corp.), 05 August 2010 (05.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７２２６３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04 - 31/078

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2005-85924 A（三洋電機株式会社）2005.03.31, 全文，全図（ファミリーなし）	1-11
X	JP 6-61512 A（シャープ株式会社）1994.03.04, 全文，全図（ファミリーなし）	1-5,7,8,10,11
X	JP 2001-203376 A（シャープ株式会社）2001.07.27, [0023],図２（ファミリーなし）	1-7,9-11

☑　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	国際調査報告の発送日
０９．１１．２０１１	２２．１１．２０１１

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｋ　３１０６
加藤　万里子
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
X	JP 2010-10245 A (信越化学工業株式会社) 2010.01.14, 全文，全図（ファミリーなし）	1-11
X	JP 2005-175399 A (株式会社日立製作所) 2005.06.30, 全文，全図（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2005-268466 A (三洋電機株式会社) 2005.09.29, 全文，全図（ファミリーなし）	2,6
A	JP 2010-171370 A (京セラ株式会社) 2010.08.05, 全文，全図（ファミリーなし）	1-11