

(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3月21日(21.03.2019)



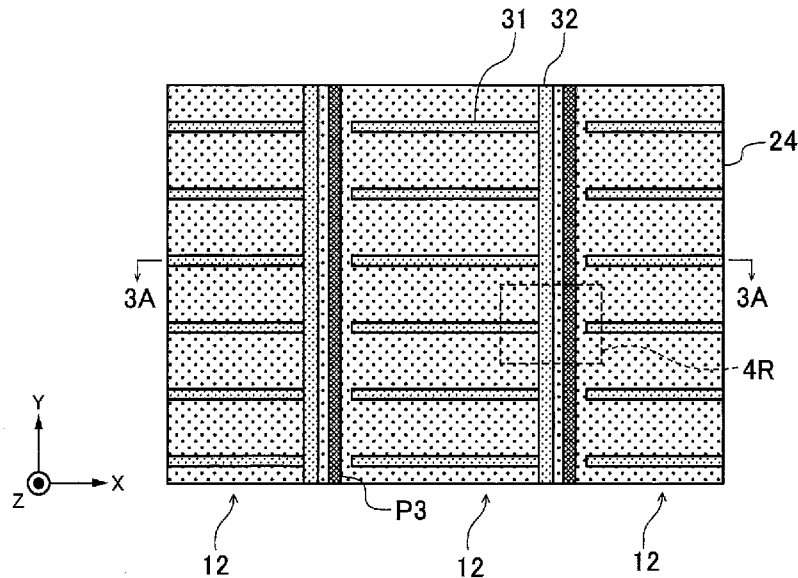
(10) 国際公開番号

WO 2019/054239 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/0224 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/032774
- (22) 国際出願日: 2018年9月4日(04.09.2018)
- (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 2017-178367 2017年9月15日(15.09.2017) JP
- (71) 出願人: ソーラーフロンティア株式会社(SOLAR FRONTIER K.K.) [JP/JP]; 〒1358074 東京都港区台場二丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 米山 延孝 (YONEYAMA, Nobutaka); 〒1358074 東京都港区台場二丁目3番2号 ソーラーフロンティア株式会社内 Tokyo (JP). 濱野 幹雄 (HAMANO, Mikio); 〒1358074 東京都港区台場二丁目3番2号 ソーラーフロンティア株式会社内 Tokyo (JP). 宮川 善秀 (MIYAGAWA, Yoshihide); 〒1358074 東京都港区台場二丁目3番2号 ソーラーフロンティア株式会社内 Tokyo (JP). 山浦 敏明 (YAMAURA, Toshiaki); 〒1358074 東京都港区台場二丁目3番2号 ソーラーフロンティア株式会社内 Tokyo (JP). 田中 学 (TANAKA, Manabu); 〒1358074 東京都港区台場二丁目3番2号 ソーラーフロンティア株式会社内 Tokyo (JP). 浅野 明彦 (ASANO, Akihiko); 〒1358074 東京

(54) Title: PHOTOELECTRIC CONVERSION MODULE AND METHOD FOR MANUFACTURING PHOTOELECTRIC CONVERSION MODULE

(54) 発明の名称: 光電変換モジュール及び光電変換モジュールを製造する方法



(57) Abstract: A photoelectric conversion module (10) comprises: a band-shaped photoelectric conversion cell (12) including a first electrode layer (22), a second electrode layer (24), and a photoelectric conversion layer (26); and a plurality of grid electrodes (31). At least one of the first electrode layer and the second electrode layer is a transparent electrode layer. The transparent electrode layer includes a first region and a second region. The second region has a sheet resistance that is smaller than the sheet resistance in the first region, a film thickness that is larger than the film thickness in the first region, or a transmittance that is smaller than the transmittance in the first region. The clearance between the grid electrodes adjacent to each other in the first direction in the first region is smaller than the clearance between the grid electrodes adjacent to each other in the first direction in the second region.

都港区台場二丁目3番2号 ソーラーフロンティア株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: フェリシテ特許業務法人 (**FELICITE PATENT PROFESSIONAL CORPORATION**); 〒1050002 東京都港区愛宕二丁目5番1号 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, 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))

(57) 要約: 光電変換モジュール (10) は、第1電極層 (22) と、第2電極層 (24) と、光電変換層 (26) と、を含む帯状の光電変換セル (12) と、複数のグリッド電極 (31) と、を有する。第1電極層と第2電極層の少なくとも一方は透明電極層である。透明電極層は、第1領域及び第2領域を含む。第2領域は、第1領域におけるシート抵抗よりも小さいシート抵抗、第1領域における膜厚よりも大きい膜厚、又は第1領域における透過率よりも小さい透過率を有する。第1領域において第1方向に互いに隣り合うグリッド電極どうしの間隔は、第2領域において第1方向に互いに隣り合うグリッド電極どうしの間隔よりも小さい。

明 細 書

発明の名称：

光電変換モジュール及び光電変換モジュールを製造する方法

技術分野

[0001] 本発明は、グリッド電極を有する光電変換モジュールと、光電変換モジュールを製造する方法に関する。

背景技術

[0002] 複数の光電変換セルを含む太陽電池モジュールのような光電変換モジュールが知られている（下記特許文献1）。特許文献1に記載されたような集積型薄膜光電変換モジュールでは、光電変換セルは、受光面に位置する透明電極層と、受光面とは反対側の面に位置する裏面電極層と、透明電極層と裏面電極層との間の光電変換層と、を有する。

[0003] 透明電極層の電気抵抗値は、一般に、金属からなる不透明の電極層の電気抵抗値よりも高い。したがって、光電変換によって生じた電流が透明電極層を流れる場合に、透明電極層の電気抵抗値に起因する電力のロスが発生する。この透明電極層での電力のロスを低減するため、透明電極層の上に細線状の金属からなるグリッド電極（集電電極）が設けられることがある。

[0004] 特許文献1に記載された光電変換モジュールでは、透明電極層に流れる電流がグリッド電極に集電されることで、透明電極層を流れる電流経路が短くなる。そのため、透明電極層の電気抵抗値に起因する電力のロスを低減できる。しかしながら、グリッド電極は、一般に非透明であるため、光電変換層へ入射する光を遮ることになる。したがって、光電変換層に到達する光の減少により、光電変換セルで発生する短絡電流（ I_{sc} ）が小さくなる。

[0005] よって、透明電極層の電気抵抗値に起因する電力のロスという課題と、グリッド電極による光の遮蔽に起因する短絡電流の低減という課題の両方のバランスをとることが望まれる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2011-103425号

発明の概要

[0007] 一態様に係る光電変換モジュールは、第1電極層と、第2電極層と、前記第1電極層と前記第2電極層との間の光電変換層と、を含む帯状の光電変換セルと、前記光電変換セルにおいて第1方向に並んで設けられ、前記第1方向に交差する方向に延びる複数のグリッド電極と、を有し、前記第1電極層と前記第2電極層の少なくとも一方は透明電極層であり、前記透明電極層は、第1領域及び第2領域を含み、前記第2領域は、前記第1領域におけるシート抵抗よりも小さいシート抵抗、前記第1領域における膜厚よりも大きい膜厚、又は前記第1領域における透過率よりも小さい透過率を有し、前記第1領域において前記第1方向に互いに隣り合う前記グリッド電極どうしの間隔は、前記第2領域において前記第1方向に互いに隣り合う前記グリッド電極どうしの間隔よりも小さい。

[0008] 一態様に係る光電変換モジュールを製造する方法は、基板上に、第1電極層と、第2電極層と、前記第1電極層と前記第2電極層との間の光電変換層と、を含む帯状の光電変換セルを形成するセル形成工程であって、前記第1電極層と前記第2電極層の少なくとも一方は透明電極層であるセル形成工程と、前記透明電極層のシート抵抗、膜厚又は透過率を測定する工程と、前記光電変換セルにおいて第1方向に並んで設けられ、前記第1方向に交差する方向に延びる複数のグリッド電極を形成するグリッド形成工程と、を有し、前記グリッド形成工程では、大きいシート抵抗を有する領域、小さい膜厚を有する領域、又は大きい透過率を有する領域ほどグリッド電極のどうしの間隔が小さくなるように、グリッド電極が形成される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1実施形態に係る光電変換モジュールの模式的上面図である。

[図2]図1の領域2Rにおける光電変換モジュールの模式的上面図である。

[図3]図2の3A-3A線に沿った光電変換モジュールの模式的断面図である

。

[図4]図2の領域4Rにおける光電変換モジュールの模式的斜視図である。

[図5]図1の5A-5A線に沿った光電変換モジュールの模式的断面図である

。

[図6]図1の領域6Rにおける光電変換モジュールの模式的上面図である。

[図7]図1の領域7Rにおける光電変換モジュールの模式的上面図である。

[図8]第1変形例に係る第1グリッド電極と第2グリッド電極の連結部分の模式的上面図である。

[図9]第2変形例に係る第1グリッド電極と第2グリッド電極の連結部分の模式的上面図である。

[図10]第3変形例に係る第1グリッド電極と第2グリッド電極の連結部分の模式的上面図である。

[図11]光電変換モジュールの製造方法におけるセル形成工程を示す模式的断面図である。

[図12]第1グリッド電極を形成する第1グリッド形成工程を示す模式図である。

[図13]第2グリッド電極を形成する第2グリッド形成工程を示す模式図である。

[図14]配線を形成する工程の一ステップを示す模式図である。

[図15]図14に続くステップを示す模式図である。

[図16]光電変換モジュールの一部を切除する工程を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して、実施形態について説明する。以下の図面において、同一又は類似の部分には、同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは異なることがあることに留意すべきである。

[0011] (第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る光電変換モジュールの模式的上面図である。

図2は、図1の領域2Rにおける光電変換モジュールの模式的上面図である。図3は、図2の3A-3A線に沿った光電変換モジュールの模式的断面図である。図4は、図2の領域4Rにおける光電変換モジュールの模式的斜視図である。図5は、図1の5A-5A線に沿った光電変換モジュールの模式的断面図である。図6は、図1の領域6Rにおける光電変換モジュールの模式的上面図である。図7は、図1の領域7Rにおける光電変換モジュールの模式的上面図である。

[0012] 本実施形態に係る光電変換モジュール10は、基板20上に集積された複数の光電変換セル12を含む集積型の薄膜光電変換モジュールであってよい。好ましくは、光電変換モジュール10は、光エネルギーを電気的エネルギーに変換する太陽電池モジュールである。基板20は、例えばガラス、セラミックス、樹脂又は金属などによって構成されていてよい。

[0013] 光電変換セル12は、基板20の主面に直交する方向から見て、実質的に帯状の形状を有していてよい。各々の光電変換セル12は第1方向（図のY方向）に長く延びていてよい。また、複数の光電変換セル12は、第1方向に交差する第2方向（図のX方向）に並んでいる。互いに隣接する光電変換セル12は、第1方向に延びる分割部P1、P2、P3によって互いに分断されていてよい。

[0014] 各々の光電変換セル12は、少なくとも、第1電極層22と、第2電極層24と、光電変換層26と、を含んでいてよい。光電変換層26は、第1電極層22と第2電極層24との間に設けられる。第1電極層22は、光電変換層26と基板20との間に設けられている。第2電極層24は、光電変換層26に関して基板20とは反対側に位置する。

[0015] 本実施形態では、第2電極層24は透明電極層によって構成されていてよい。第2電極層24が透明電極層によって構成されている場合、光電変換層26へ入射、又は光電変換層26から出射する光は、第2電極層24を通過する。

[0016] 第2電極層24が透明電極層によって構成される場合、第1電極層22は

、不透明電極層によって構成されていてもよく、透明電極層によって構成されていてもよい。C I S系の光電変換モジュールの一例では、VI族元素に対する耐腐食性の観点から、第1電極層22は、例えば、モリブデン、チタン又はクロムのような金属によって形成されることが好ましい。

[0017] 本実施形態では、好ましい一例として、第2電極層24は、n型半導体、より具体的には、n型の導電性を有し、禁制帯幅が広く、比較的抵抗の材料によって形成される。第2電極層24は、例えば、III族元素を添加した酸化亜鉛 (ZnO) や、酸化インジウムスズ (Indium Tin Oxide: ITO) によって構成されていてよい。この場合、第2電極層24は、n型半導体と透明電極層の機能を兼ねることができる。

[0018] 光電変換層26は、例えば、p型の半導体を含んでいてよい。C I S系の光電変換モジュールの一例では、光電変換層26は、I族元素 (Cu、Ag、Au等)、III族元素 (Al、Ga、In等) 及びVI族元素 (O、S、Se、Te等) を含む化合物半導体で形成される。光電変換層26は、前述したものに限定されず、光電変換を起こす任意の材料によって構成されていてよい。

[0019] 光電変換セル12の構成は、上記態様に限定されず、様々な態様をとり得ることに留意されたい。例えば、光電変換セル12は、n型半導体とp型半導体の両方が第1電極層と第2電極層との間に挟まれた構成を有していてもよい。この場合、第2電極層はn型半導体によって構成されていなくてもよい。また、光電変換セル12は、p-n結合型の構造に限らず、n型半導体とp型半導体との間に真性半導体層 (i型半導体) を含むp-i-n結合型の構造を有していてもよい。

[0020] 光電変換セル12は、光電変換層26と第2電極層24との間に不図示のバッファ層を有していてもよい。この場合、バッファ層は、第2電極層24と同じ導電性を有する半導体材料であってもよく、異なる導電性を有する半導体材料であってもよい。バッファ層は、第2電極層24よりも電気抵抗の高い材料によって構成されていけばよい。C I S系の光電変換モジュールの一例では、バッファ層は、Zn系バッファ層、Cd系バッファ層又はIn系バッフ

ア層であってよい。Zn系バッファ層は、例えばZnS、ZnO、Zn(OH)若しくはZnMgOや、これらの混晶又は積層体であってよい。Cd系バッファ層は、例えばCdS、CdO若しくはCd(OH)や、これらの混晶又は積層体であってよい。In系バッファ層は、例えばInS、InO若しくはIn(OH)や、これらの混晶又は積層体であってよい。

[0021] 互いに隣接する光電変換セル12の第1電極層22は、分割部P1によって互いに電氣的に分断されている。同様に、互いに隣接する光電変換セル12の第2電極層24は、分割部P3によって互いに電氣的に分断されている。互いに隣接する光電変換セル12の光電変換層26は、分割部P2、P3によって互いに分断されている。

[0022] 光電変換モジュール10は、互いに隣接する光電変換セル12どうしの間で電気接続部34を有してよい。電気接続部34は、互いに隣接する光電変換セル12どうしを電氣的に直列に接続する。本実施形態では、電気接続部34は、第2電極層24から連続する部分によって形成されている。この場合、電気接続部34は、第2電極層24と同じ材料から構成されてよい。この代わりに、電気接続部34は、第2電極層24と異なる導電材料から構成されていてもよい。例えば、電気接続部34は、後述する第1グリッド電極31又は第2グリッド電極32を構成する材料と同じ材料から構成されていてもよい。

[0023] 電気接続部34は、第2分割部P2のところで光電変換モジュール10の厚み方向に延びることで、一方の光電変換セル12の第1電極層22と他方の光電変換セル12の第2電極層24とを互いに電氣的に接続する。

[0024] 光電変換モジュール10は、各々の光電変換セル12において第1方向（図のY方向）に並んで設けられた複数の第1グリッド電極31を有する。各々の第1グリッド電極31は、第1方向に交差する第2方向（図のX方向）に延びている。第1グリッド電極31は、各々の光電変換セル12の第2電極層24上に設けられてよい。第1グリッド電極31は、第2電極層24を構成する透明電極層よりも導電性の高い材料によって構成されてよい。

い。第1グリッド電極31は、この透明電極層に直接接してよい。第1方向（図のY方向）における第1グリッド電極31の幅は、例えば5～100 μm であってよい。第1グリッド電極31の厚みは、例えば0.1～20 μm であってよい。

[0025] 必要に応じて、第1方向（図のY方向）に延びる第2グリッド電極32が、第2方向（図のX方向）における第1グリッド電極31の端部に設けられていてもよい。第2グリッド電極32は、第1グリッド電極31の一方の端部にて、第1グリッド電極31と連結されている。第2方向（図のX方向）における第2グリッド電極32の幅は、例えば5～200 μm であってよい。第2グリッド電極32の厚みは、例えば0.1～20 μm であってよい。

[0026] 第1グリッド電極31と第2グリッド電極32（又は電気接続部34）との交点における第1グリッド電極31と第2グリッド電極32（又は電気接続部34）の少なくとも一方、好ましくは両方の厚みは、当該交点から離れた位置における第1グリッド電極31と第2グリッド電極32（又は電気接続部34）の厚みより厚いことが好ましい。例えば、第1グリッド電極31の厚みが、第1グリッド電極31と第2グリッド電極32（又は電気接続部34）との交点に向かうにつれて徐々に厚くなっていてよい。また、第2グリッド電極32（又は電気接続部34）の厚みが、第1グリッド電極31と第2グリッド電極32（又は電気接続部34）との交点に向かうにつれて徐々に厚くなっていてもよい。

[0027] 各々の光電変換セル12の光電変換層26に光が照射されると起電力が生じ、第1電極層22及び第2電極層24がそれぞれ正極及び負極となる。したがって、ある光電変換セル12で生じた自由電子の一部は、第2電極層24から直接電気接続部34を通過して、隣接する光電変換セル12の第1電極層22に移動する。また、ある光電変換セル12で生じた自由電子の別の一部は、第2電極層24から第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32を介して電気接続部34を通り、隣接する光電変換セル12の第1電極層22に移動する。このように、光電変換セル12で生じた自由電子は、第2方

向（図のX方向）に複数の光電変換セル12を流れることになる。

[0028] 光電変換モジュール10は、電力を光電変換モジュール10へ供給又は光電変換モジュール10から取り出すための配線50を有する。配線50は、第2方向（図のX方向）における光電変換モジュール10の端に位置する光電変換セル12に隣接して設けられていてよい。

[0029] 本実施形態において、第2電極層24を構成する透明電極層は、図2に示すような領域2Rと、図6に示すような領域6Rと、を含んでいてよい。領域2Rと領域6Rは、同一の光電変換セル12内に配置されている。領域2Rにおいて第1方向（Y方向）に互いに隣り合う第1グリッド電極31どうしの間隔は、領域6Rにおいて第1方向（Y方向）に互いに隣り合う第1グリッド電極31どうしの間隔よりも小さい。ここで、第2電極層24の領域6Rは、領域2Rにおけるシート抵抗よりも小さいシート抵抗、領域2Rにおける膜厚よりも大きい膜厚、又は領域2Rにおける透過率よりも小さい透過率を有する。なお、上述した第1グリッド電極31の間隔とは、任意の第1グリッド電極31の中心線と隣り合う第1グリッド電極31の中心線との間隔である。

[0030] また、本実施形態において、第2電極層24は、図7に示すような領域7Rをさらに含んでいてもよい。領域6Rと領域7Rとは、互いに異なる光電変換セル12内に配置されている。

[0031] 領域7Rにおいて第1方向（Y方向）に互いに隣り合う第1グリッド電極31どうしの間隔は、領域6Rにおいて第1方向（Y方向）に互いに隣り合う第1グリッド電極31どうしの間隔よりも小さい。ここで、第2電極層24の領域6Rは、領域7Rにおけるシート抵抗よりも小さいシート抵抗、領域7Rにおける膜厚よりも大きい膜厚、又は領域7Rにおける透過率よりも小さい透過率を有する。

[0032] より好ましくは、光電変換モジュール10の第2電極層24は、シート抵抗、膜厚又は透過率に分布を有し、第1方向（Y方向）に互いに隣り合う第1グリッド電極31のどうしの間隔は、シート抵抗が大きいほど小さく、膜

厚が小さいほど小さく、又は透過率が大きいほど小さい。

[0033] 透明電極層のシート抵抗が大きい領域ほど、第1グリッド電極31どうしの間隔を狭くすると、透明電極層と第1グリッド電極31の両方を合わせた電気抵抗値の分布が均一に近づく。このように全体のシート抵抗を均一に近づけるとともに、不必要な領域において第1グリッド電極31の密度（光電変換モジュールを平面視した場合の、単位面積あたりグリッド電極の面積密度）を低くすることによって、透明電極層の電気抵抗値に起因する電力のロスという課題と、第1グリッド電極による光の遮蔽に起因する短絡電流の低減という課題の両方のバランスをとることができる。

[0034] また、一般には、透明電極層の膜厚が小さいほど、透明電極層のシート抵抗は高くなると考えられる。さらに、透明電極層の透過率が大きいほど、透明電極層のシート抵抗は高くなると考えられる。これは、透明電極層の透過率が大きい場合、一般には透明電極層の膜厚が小さい、又は透明電極層のキャリア濃度が低いためと考えられる。

[0035] したがって、透明電極層の膜厚が小さいほど、又は透明電極層の透過率が大きいほど第1グリッド電極31どうしの間隔を狭くすることで、透明電極層と第1グリッド電極31の両方を合わせた電気抵抗値の分布が均一に近づくと考えられる。この場合であっても、全体のシート抵抗を均一に近づけるとともに、不必要な領域において第1グリッド電極31の密度を低くすることによって、透明電極層の電気抵抗値に起因する電力のロスという課題と、第1グリッド電極による光の遮蔽に起因する短絡電流の低減という課題の両方のバランスをとることができる。

[0036] ここで、透明電極層の膜厚又は透過率は、製造ライン中において透明電極層のシート抵抗よりも容易に測定することができる。したがって、透明電極層の膜厚又は透過率に応じて第1グリッド電極31の間隔を設定する場合、光電変換モジュール10の製造上のメリットが高い。

[0037] 図8は、第1変形例に係る第1グリッド電極31と第2グリッド電極32の連結部分の模式的上面図である。第1変形例において、第1方向（Y方向

)における第1グリッド電極31の幅は、第2グリッド電極32に近づくにつれて広がっている。具体的には、第1方向(Y方向)における第1グリッド電極31の幅は、第2グリッド電極32に近づくにつれて徐々に拡大している。

[0038] これとは逆に、第2方向(X方向)における第2グリッド電極32の幅が、第1グリッド電極31に近づくにつれて徐々に拡大していてもよい。

[0039] 図9は、第2変形例に係る第1グリッド電極31と第2グリッド電極32の連結部分の模式的上面図である。第2変形例において、第1方向(Y方向)における第1グリッド電極31の幅は、第2グリッド電極32に近づくにつれて広がっている。具体的には、第1方向(Y方向)における第1グリッド電極31の幅は、第2グリッド電極32に近づくにつれて段階的に拡大している。

[0040] これとは逆に、第2方向(X方向)における第2グリッド電極32の幅が、第1グリッド電極31に近づくにつれて徐々に段階的に拡大していてもよい。

[0041] 第1変形例及び第2変形例では、第1グリッド電極31と第2グリッド電極32の連結部分の領域を大きくすることによって、第1グリッド電極31と第2グリッド電極32との連結部分における電気的な接続不良又は電気抵抗の増大を抑制することができる。

[0042] 図10は、第3変形例に係る第1グリッド電極31と第2グリッド電極32の連結部分の模式的上面図である。第3変形例において、第1グリッド電極31は、第2グリッド電極32に近づくとともに第1方向(Y方向)に曲がっている。このように第1グリッド電極31と第2グリッド電極32との連結箇所が曲がっていることにより、第1グリッド電極31に流れる電流が連結箇所で反射することを低減できる。

[0043] また、他の変形例として、第1グリッド電極31は、第2グリッド電極32に近づくとともに厚みが大きくなってもよい。

[0044] 次に、図11～図16を参照し、一実施形態に係る光電変換モジュールを

製造する方法について説明する。なお、以下の各ステップにおいて、各層は、スパッタ法や蒸着法などの成膜手段によって適宜形成することができる。

[0045] まず、基板20上に、第1電極層22と、第2電極層24と、第1電極層22と第2電極層24との間の光電変換層26と、を含む帯状の光電変換セル12を形成する（セル形成工程）。具体的には、まず、基板20上に第1電極層22を構成する材料を形成する。第1電極層22を構成する材料は、複数の光電変換セル12にわたる領域に形成される。基板20及び第1電極層22の材料は、前述したとおりである。次に、第1電極層22を構成する材料の一部を細線状に除去することによって、第1電極層22を複数の帯状に成形するための第1分割部P1を形成する。第1電極層22を構成する材料の一部の除去は、レーザ又はニードルのような手段によって実施することができる。

[0046] 次に、第1電極層22上に光電変換層26を構成する材料を形成する。光電変換層26の材料は、前述したとおりである。この際、光電変換層26を構成する材料は、第1分割部P1内にも充填されてもよい。この代わりに、第1分割部P1内には、光電変換層26を構成する材料とは異なる、別の絶縁部材で充填されてもよい。次に、光電変換層26を構成する材料の一部を細線状に除去することによって、光電変換層26を複数の帯状に成形するための第2分割部P2を形成する。

[0047] 次に、光電変換層26上に第2電極層24上を構成する材料を形成する。第2電極層24の材料は、前述したとおりである。本実施形態では、第2電極層24は透明電極層であることが好ましい。第2電極層24を構成する材料は、第2分割部P2内にも充填されてもよい。第2分割部P2内にも充填された第2電極層24は、前述した電気接続部34を構成する。この代わりに、第2分割部P2内には、第2電極層24を構成する材料とは異なる、別の導電性材料で充填されてもよい。次に、第2電極層24及び光電変換層26を構成する材料の一部を細線状に除去することによって、第2電極層24及び光電変換層26を複数の帯状に成形するための第3分割部P3を形成す

る。

[0048] 光電変換モジュールを製造する方法は、第2電極層24を構成する透明電極層のシート抵抗、膜厚又は透過率を測定する工程を有してよい。透明電極層のシート抵抗は、例えば4端子法による抵抗測定器、又はホール効果を利用した抵抗測定器によって測定することができる。透明電極層の膜厚は、例えば、分光光度計、光干渉式膜厚計、SEM（走査型電子顕微鏡）、段差計又はレーザ顕微鏡によって測定することができる。透明電極層の透過率は、例えば分光光度計によって測定することができる。

[0049] ここで、透明電極層のシート抵抗、膜厚又は透過率の測定は、完成品として使用される光電変換モジュールに対して行われてもよく、完成品として使用されないダミーの光電変換モジュール、又はダミーのガラス基板に対して行われてもよい。光電変換モジュール10が大量生産される場合、同一の製造ライン（ロット）では、透明電極層のシート抵抗、膜厚又は透過率の分布は、製品間でほぼ同じになる。したがって、完成品として使用されない物、例えば基板20上に光電変換層26まで製膜された半製品、又は透明電極層が製膜されたダミーのガラス基板を取り出し、取り出された半製品、又はダミーのガラス基板に対して透明電極層のシート抵抗、膜厚又は透過率の測定を行ってもよい。これにより、同一の製造ライン（ロット）において製品として使用される光電変換モジュール10の透明電極層のシート抵抗、膜厚又は透過率を推定することができる。

[0050] 光電変換モジュールを製造する方法は、セル形成工程の後に、グリッド電極31、32を形成するグリッド形成工程を有してよい。グリッド形成工程は、第1グリッド形成工程と、第2グリッド形成工程と、を含んでよい。第1グリッド形成工程は、第2グリッド形成工程よりも前又は後のいずれのタイミングで実施されてもよい。また、第3分割部P3が形成される前に、グリッド形成工程を実施してもよい。

[0051] 第1グリッド形成工程では、光電変換セル12において第1方向（図のY方向）に並んで設けられ、第1方向に交差する第2方向（図のX方向）に延

びる複数の第1グリッド電極31を形成する。第2グリッド形成工程では、前述したような第1方向（図のY方向）に延びる第2グリッド電極32を形成する。

[0052] 第1グリッド電極31及び／又は第2グリッド電極32は、例えば、インクジェット印刷、スクリーン印刷、グラビアオフセット印刷又はフレキソ印刷によって形成することができる。以下では、第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32が導電性インクの塗布、例えばインクジェット印刷により形成される場合における一例を図12及び図13を用いて説明する。

[0053] 導電性インク102は、銀や銅のような導電性粒子、有機溶剤、分散剤を含む導電性ペーストによって構成されていてよい。また、導電性インク102は、必要に応じてバインダを含んでいてもよい。導電性インク102は、ノズル100から吐出されることによって第2電極層24上に形成される。導電性インク102は、塗布された後に焼成されることが好ましい。導電性インク102の焼成により、有機溶剤や分散剤が気化し、導電性粒子が所定の塗布パターンで残存する。これにより、第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32が形成される。

[0054] 一例では、導電性インク102の焼成温度は、100℃～200℃の範囲であってよい。前述したCIS系の光電変換モジュールの場合、CIS系の光電変換モジュールを構成する光電変換セルの変質や破壊を抑制するため、導電性インク102の焼成温度は150℃以下であることが好ましい。導電性インク102の焼成は、大気（より好ましくは、ドライエア）又は窒素雰囲気下で行われることがより好ましい。焼成時間は、例えば5～60分の範囲であってよい。

[0055] 好ましくは、第1グリッド形成工程において、1つの光電変換モジュール内で導電性インク102の塗布が開始される開始点S1は、光電変換モジュールの起電力に寄与しない非有効領域NERに位置する（図12参照）。具体的には、図12に示すように、インクジェットヘッドのノズル100を開始点S1から第2方向（X方向）に走査しつつ、ノズル100から導電性イ

ンク102を吐出することによって、第2方向に沿って導電性インク102が形成される。

[0056] また、第2グリッド形成工程において、1つの光電変換モジュール内で導電性インク102の塗布が開始される開始点S2は、光電変換モジュールの起電力に寄与しない非有効領域NERに位置することが好ましい（図13参照）。具体的には、図13に示すように、インクジェットヘッドのノズル100を開始点S2から第1方向（Y方向）に走査しつつ、ノズル100から導電性インク102を吐出することによって、第2方向に沿って導電性インク102が形成される。

[0057] ここで、前述した非有効領域NERは、製造の途中の段階、又は製品の完成後において、光電変換に寄与しない領域によって規定される。非有効領域NERは、例えば、少なくとも第2電極層24が切除された領域、光電変換に寄与する光電変換セル12から第1電極層22、光電変換層26及び第2電極層24の切除によって分離された光電変換に寄与しない領域、又は製造中の光電変換モジュール10から切除された領域であってよい。

[0058] ここで、光電変換モジュールを大量生産する場合、開始点S1、S2にインクの塗布を開始する前に、導電性インク102の塗布をしない期間（リードタイム）が存在し得る。この期間に、導電性インク102が乾燥すると、開始点S1、S2に導電性インク102を正確に塗布できないことがある。本態様では、開始点S1、S2が非有効領域NERに位置するため、開始点S1、S2に導電性インク102が正確に塗布されなくても、光電変換モジュールの性能に影響を与えにくい。

[0059] 具体的一例では、光電変換モジュールを製造する方法は、図14に示すように、少なくとも第2電極層24、好ましくは第2電極層24及び光電変換層26の一部を除去する工程を有してよい。少なくとも第2電極層24が除去された領域は、非有効領域NERを構成する。導電性インク102の塗布が開始される開始点S1は、この非有効領域NERに位置してよい。

- [0060] また、図15に示すように、少なくとも第2電極層24が除去された領域に、前述した配線50を形成してもよい。この場合、少なくとも第2電極層24が除去された領域は、光電変換モジュール10の第2方向（X方向）の端部領域であってよい。
- [0061] 具体的一例では、光電変換モジュールを製造する方法は、図16に示すように、導電性インク102の塗布が開始される開始点S2を含む領域を切除する工程をさらに有してよい。
- [0062] 以上のようにして第1実施形態で説明した光電変換モジュール10が得られる。上記実施形態の図14、15では、非有効領域NERに相当する箇所の少なくとも第2電極層24を除去した。本発明はこれに限らず、第2電極層24を除去せず、第2電極層24上に配線50を形成してもよい。この場合、配線50と、配線50に隣接する光電変換セル12との間に、非有効領域NERと光電変換に寄与する有効領域ERとを分割するための分割溝を形成すればよい。この分割溝は、例えば、第1電極層22、光電変換層26及び第2電極層24を除去することによって形成できる。
- [0063] 上述したように、実施形態を通じて本発明の内容を開示したが、この開示の一部をなす論述及び図面は、本発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替の実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。したがって、本発明の技術的範囲は、上述の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。
- [0064] 例えば、光電変換モジュール10は、不図示の透明の封止材によって封止されている。
- [0065] 図示した態様では、第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32は、第2電極層24上に設けられている。この代わりに、第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32は、光電変換層26と第2電極層24の間に設けられていてもよい。この場合、第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32は、光電変換層26と直接接することなく、光電変換層26から離れて

位置することが好ましい。第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32が第2電極層24に覆われることにより、第2電極層24（透明電極層）とグリッド電極31、32との間の接続不良を抑制することができる。その結果、グリッド電極31、32の接触抵抗の増大を抑制し、光電変換の変換効率の低下を抑止することができる。

[0066] また、前述した実施形態では、第2電極層24が透明電極層によって構成されている。この代わりに、第1電極層22が透明電極層によって構成されていてもよい。この場合、第2電極層24は、透明電極層によって構成されていてもよく、不透明電極層によって構成されていてもよい。さらにこの場合、第1グリッド電極31及び第2グリッド電極32は、第1電極層22に隣接して設けられることが好ましい。この場合、基板20は透明基板によって構成されていてよい。

[0067] また、図示した態様では、すべての第1グリッド電極31が第2方向（X方向）に同じ長さを有している。この代わりに、第2方向（X方向）における第1グリッド電極31の長さは、同一の光電変換セル12内、又は異なる光電変換セル12間で互いに異なっていてもよい。例えば、第2方向（X方向）において長い第1グリッド電極と、第2方向（X方向）において短い第1グリッド電極とが、第1方向（Y方向）に所定のパターンで並んでいてよい。

[0068] また、本実施形態では、集積構造を有する（分割部P1～P3を有する）薄膜光電変換モジュールを例にとって説明したが、本発明はこれに限らず、集積構造を有さない、言い換えれば、分割部P1～P3を有さない光電変換モジュールにも適用可能である。具体的には、集積構造を有さない光電変換モジュールにおいて、当該光電変換モジュールが備える透明電極層のシート抵抗、膜厚、透過率に応じて、グリッド電極を形成する間隔を決定してもよい。

[0069] また、本明細書における「第1」、「第2」、「第3」という用語は、本明細書内で各用語を区別するために使用されるものであり、明細書における

「第1」、「第2」、「第3」という用語は、特許請求の範囲における「第1」、「第2」、「第3」という用語と必ずしも一致するわけではないことに留意されたい。

[0070] 2017年9月15日に出願された日本国特許出願第2017-178367号の全内容が、参照により、本願明細書に組み込まれる。

産業上の利用可能性

[0071] 上記態様によれば、透明電極層の電気抵抗値に起因する電力のロスを抑制しつつ、グリッド電極による光の遮蔽に起因する短絡電流の低減を抑制することができる。

符号の説明

[0072] 10 光電変換モジュール
12 光電変換セル
20 基板
22 第1電極層
24 第2電極層（n型半導体）
26 光電変換層（p型半導体）
31 第1グリッド電極
32 第2グリッド電極
50 配線

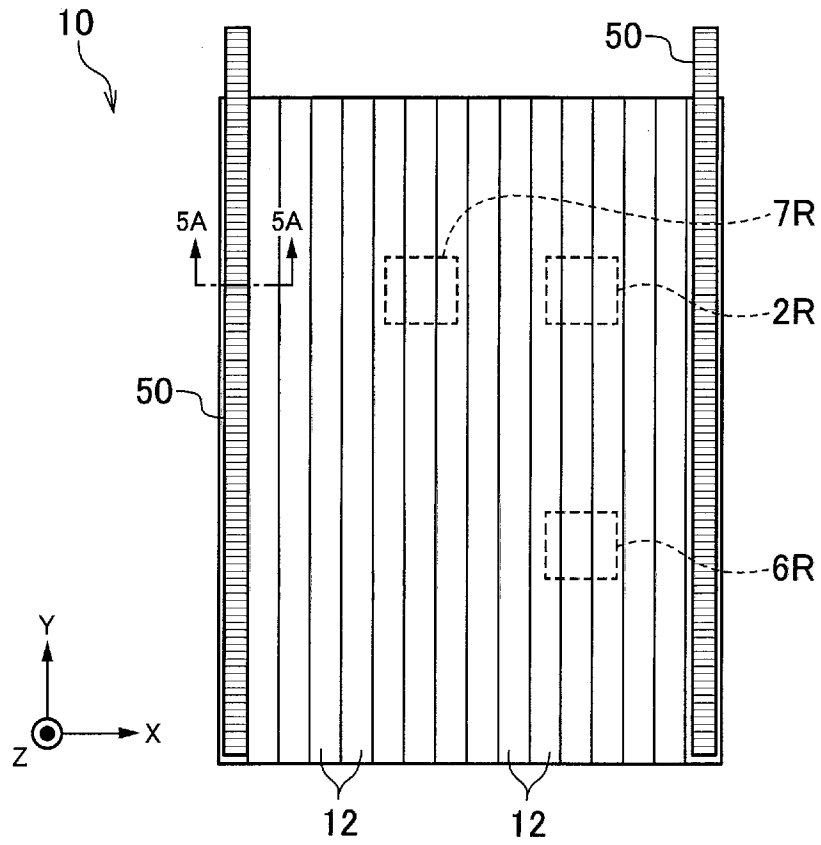
請求の範囲

- [請求項1] 第1電極層と、第2電極層と、前記第1電極層と前記第2電極層との間の光電変換層と、を含む光電変換セルと、
前記光電変換セルにおいて第1方向に並んで設けられ、前記第1方向に交差する方向に延びる複数のグリッド電極と、を有し、
前記第1電極層と前記第2電極層の少なくとも一方は透明電極層であり、
前記透明電極層は、第1領域及び第2領域を含み、
前記第2領域は、前記第1領域におけるシート抵抗よりも小さいシート抵抗、前記第1領域における膜厚よりも大きい膜厚、又は前記第1領域における透過率よりも小さい透過率を有し、
前記第1領域において前記第1方向に互いに隣り合う前記グリッド電極どうしの間隔は、前記第2領域において前記第1方向に互いに隣り合う前記グリッド電極どうしの間隔よりも小さい、光電変換モジュール。
- [請求項2] 前記第1領域と前記第2領域は、同一の前記光電変換セル内に配置される、請求項1に記載の光電変換モジュール。
- [請求項3] 前記第1領域と前記第2領域は、互いに異なる前記光電変換セルに配置される、請求項1に記載の光電変換モジュール。
- [請求項4] 前記透明電極層は、シート抵抗、膜厚又は透過率に分布を有し、
前記第1方向に互いに隣り合う前記グリッド電極のどうしの間隔は、前記シート抵抗が大きいほど小さく、前記膜厚が小さいほど小さく、又は前記透過率が大きいほど小さい、請求項1から3のいずれか1項に記載の光電変換モジュール。
- [請求項5] 基板上に、第1電極層と、第2電極層と、前記第1電極層と前記第2電極層との間の光電変換層と、を含む帯状の光電変換セルを形成するセル形成工程であって、前記第1電極層と前記第2電極層の少なくとも一方は透明電極層であるセル形成工程と、

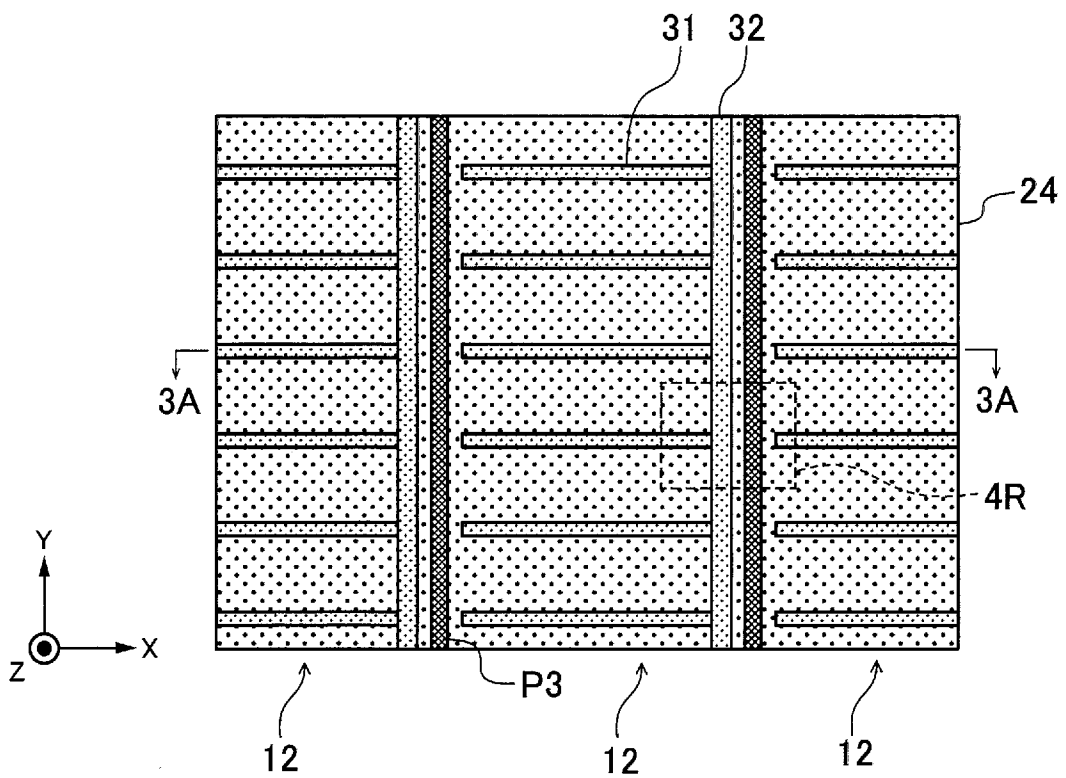
前記透明電極層のシート抵抗、膜厚又は透過率を測定する工程と、
前記光電変換セルにおいて第1方向に並んで設けられ、前記第1方向に交差する方向に延びる複数のグリッド電極を形成するグリッド形成工程と、を有し、

前記グリッド形成工程では、大きいシート抵抗を有する領域、小さい膜厚を有する領域、又は大きい透過率を有する領域ほどグリッド電極のどうしの間隔が小さくなるように、グリッド電極が形成される、光電変換モジュールを製造する方法。

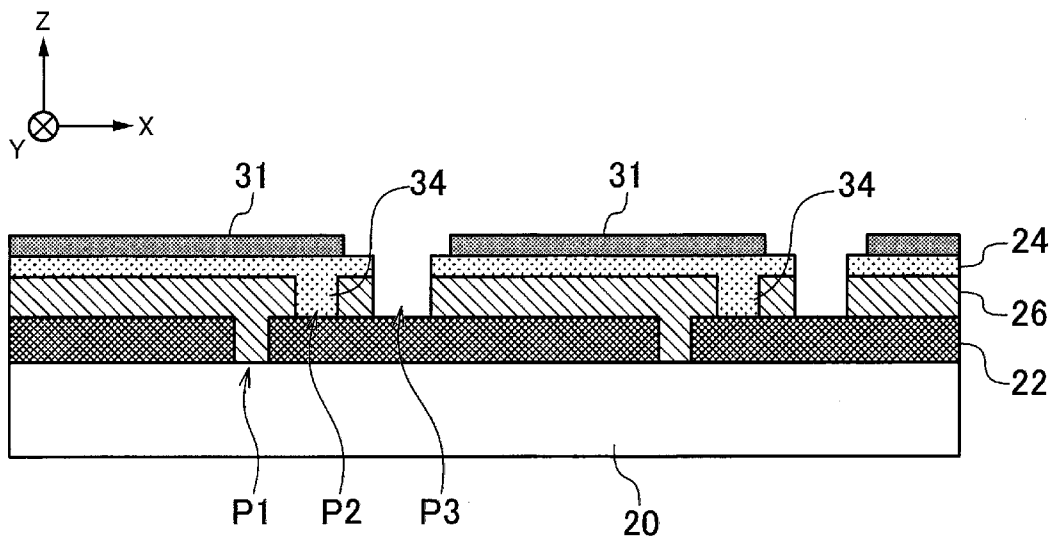
[図1]



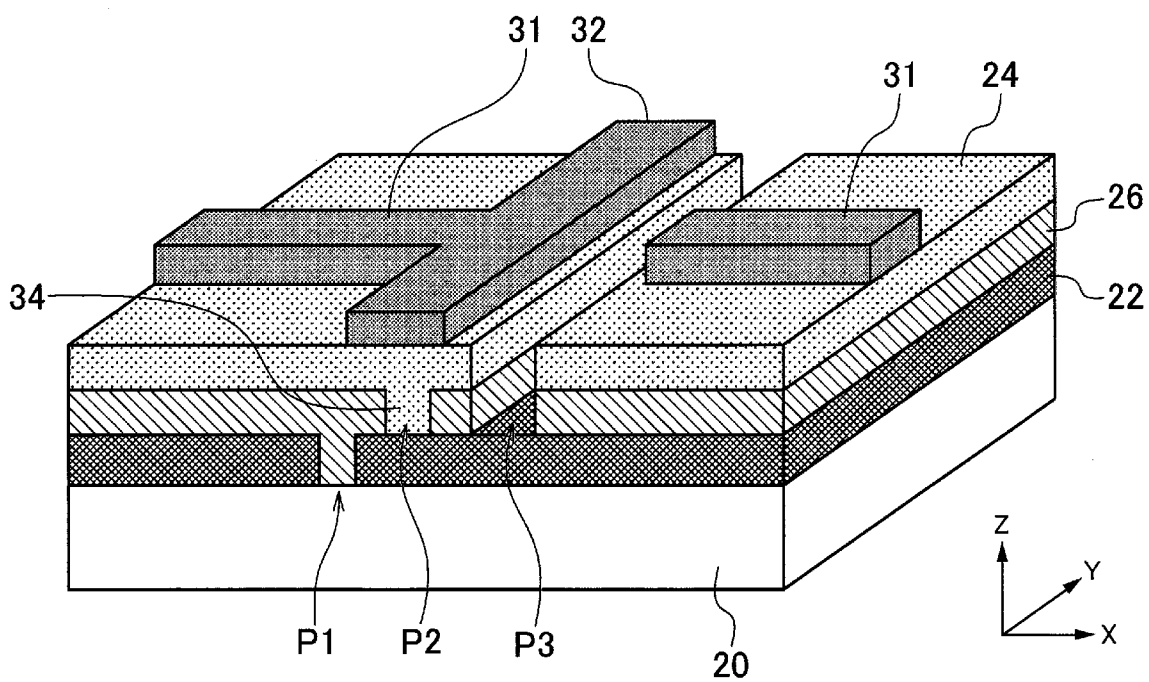
[図2]



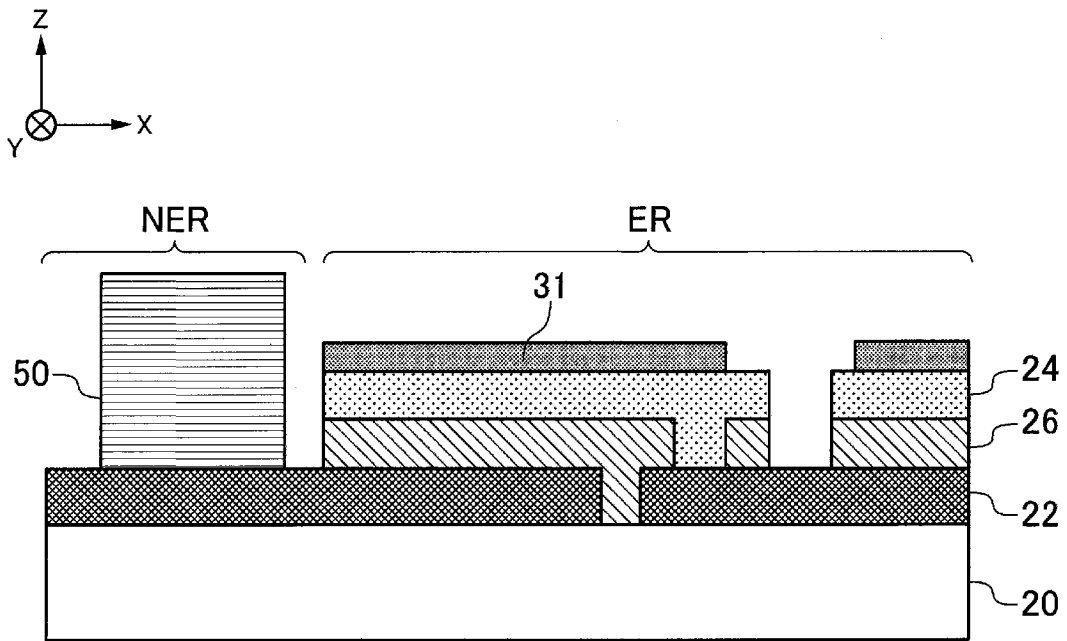
[図3]



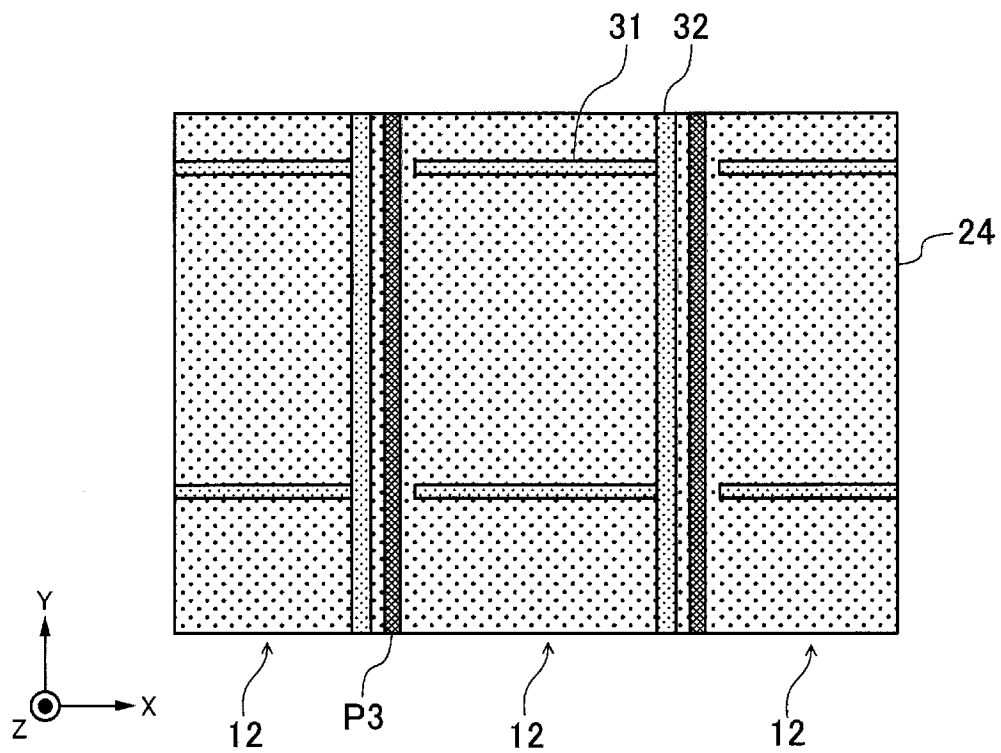
[図4]



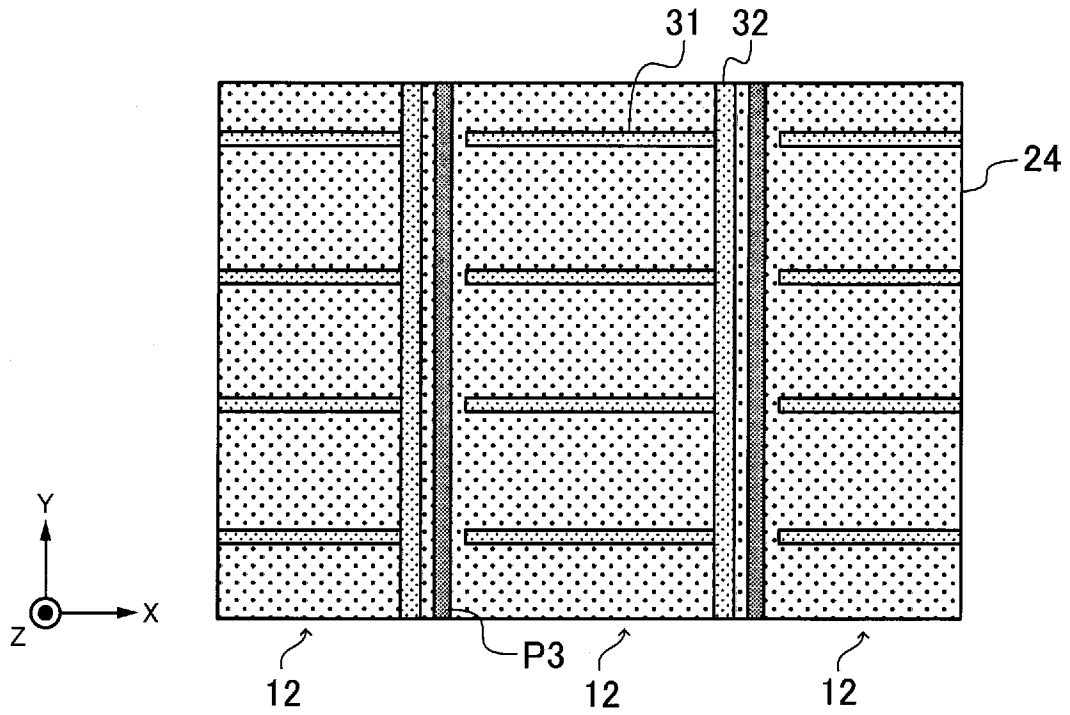
[図5]



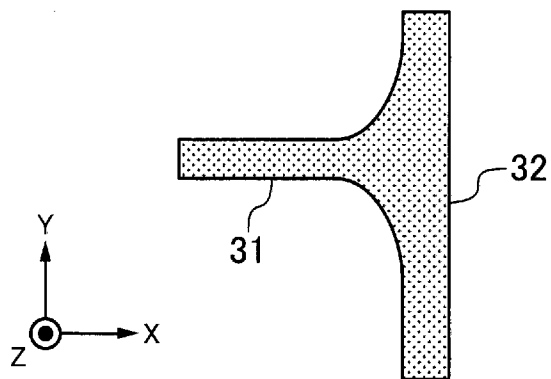
[図6]



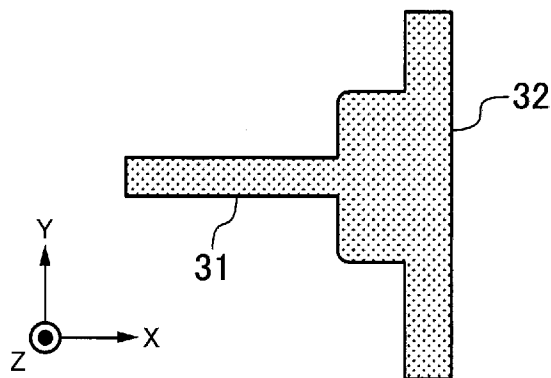
[図7]



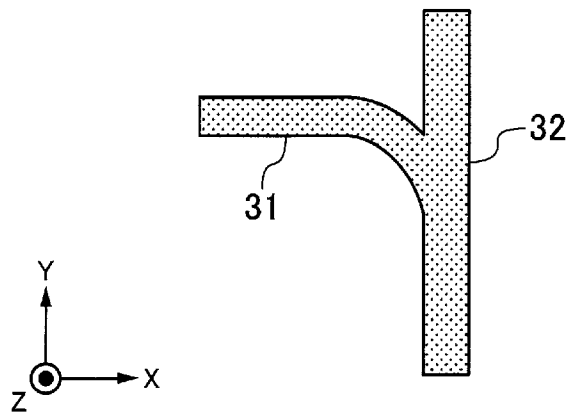
[図8]



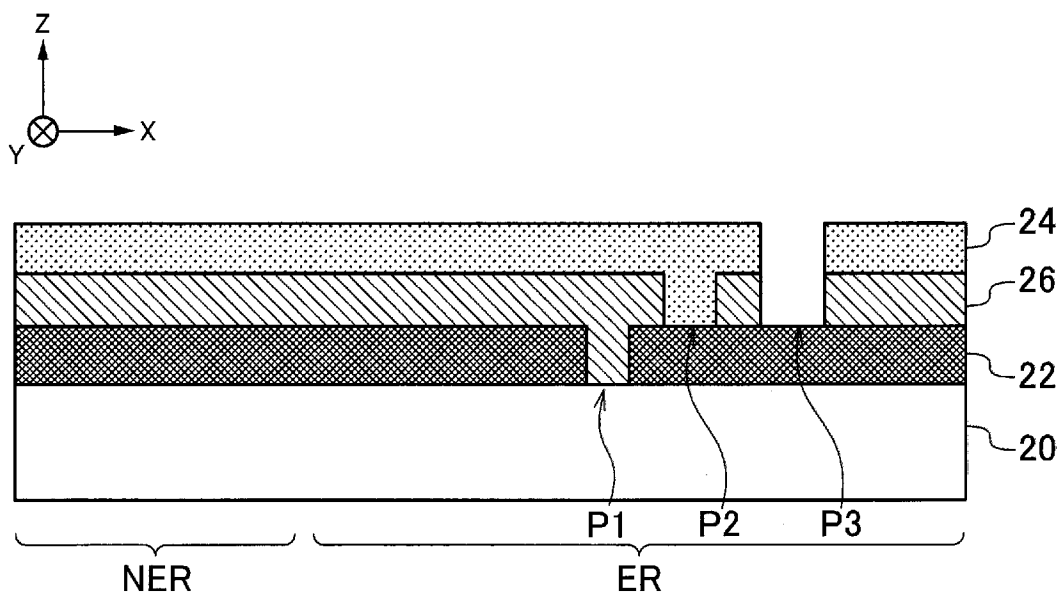
[図9]



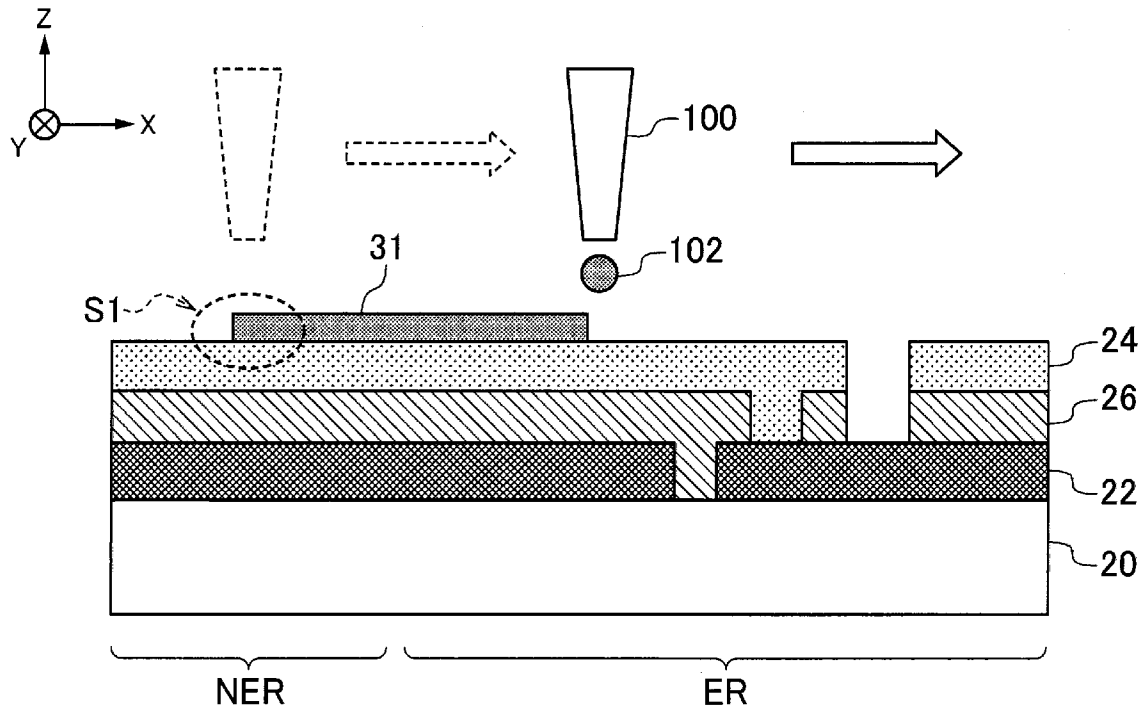
[図10]



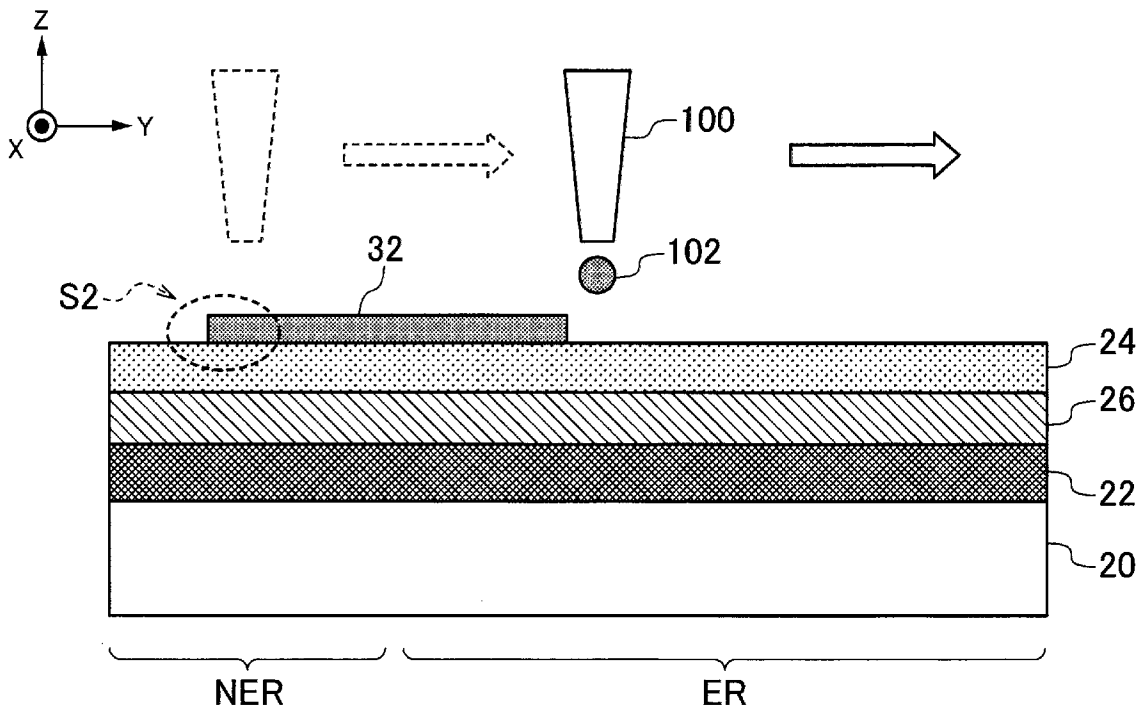
[図11]



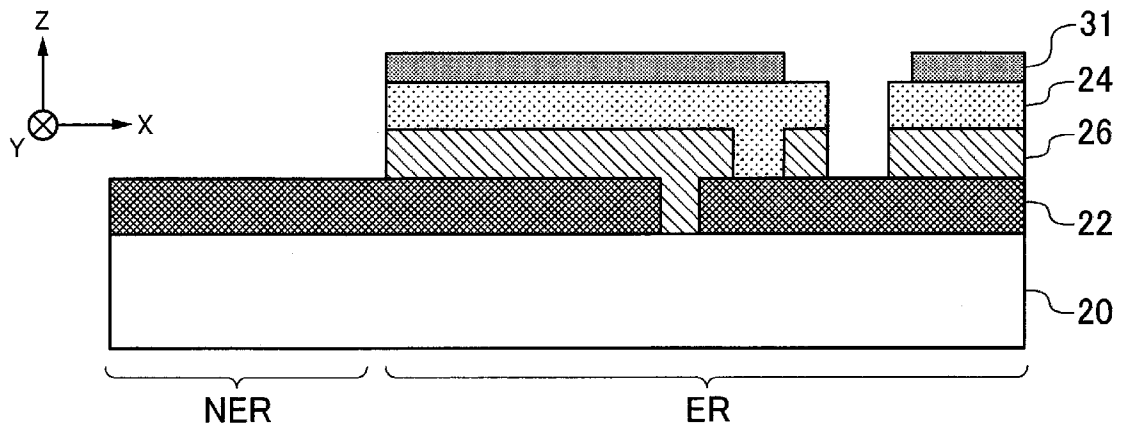
[図12]



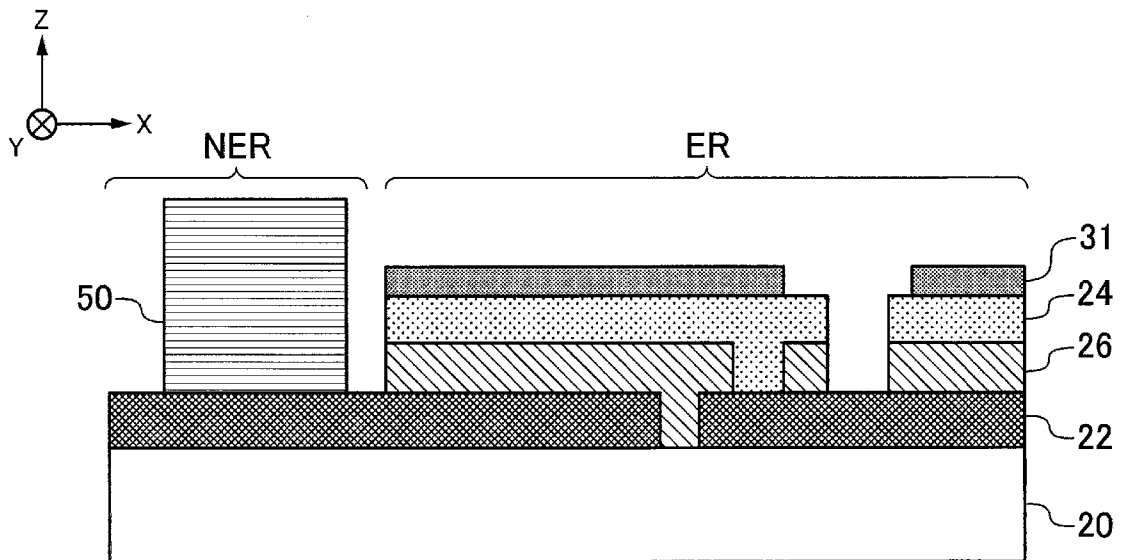
[図13]



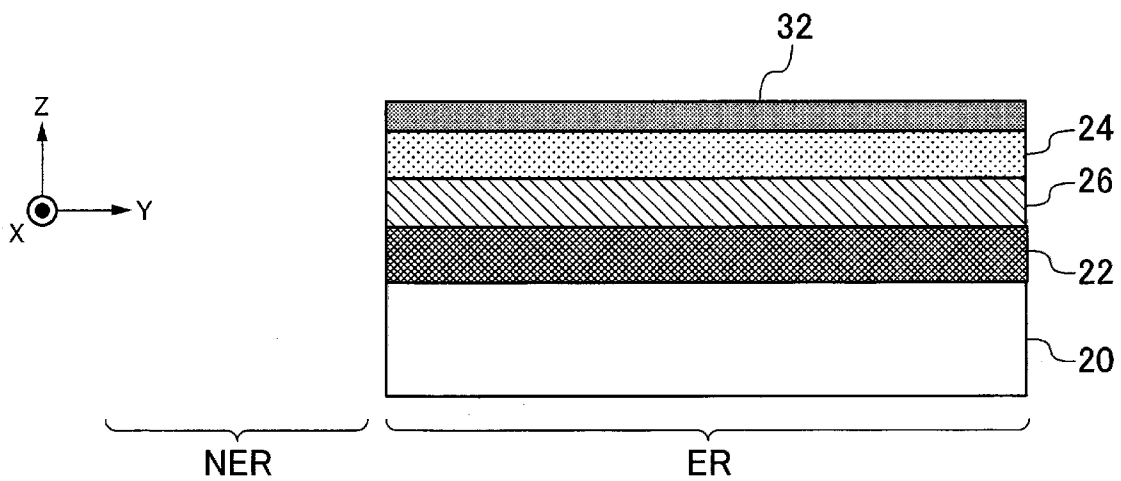
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L31/0224 (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)
Int.Cl. H01L31/0224

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.
A	WO 2013/094233 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 27 June 2013, paragraphs [0015]-[0017], fig. 1 & US 2014/0322861 A1, paragraphs [0025]-[0027], fig. 1	1-5
A	JP 2012-124328 A (ULVAC, INC.) 28 June 2012, paragraphs [0016]-[0048], fig. 1-7 (Family: none)	1-5
A	JP 2000-58888 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 25 February 2000, paragraphs [0024]-[0028], fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 03-234066 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 18 October 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	US 2016/0284882 A1 (LG INNOTEK CO., LTD.) 29 September 2016, entire text, all drawings & WO 2015/041470 A1 & KR 10-2015-0031889 A & CN 105794000 A	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
28 September 2018 (28.09.2018)

Date of mailing of the international search report
04 December 2018 (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.

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

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. H01L31/0224

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
A	WO 2013/094233 A1（三菱電機株式会社）2013.06.27, 段落 [0015]-[0017], 図1 & US 2014/0322861 A1, 段落[0025]-[0027], 図1	1-5
A	JP 2012-124328 A（株式会社アルバック）2012.06.28, 段落 [0016]-[0048], 図1-7（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2000-58888 A（三洋電機株式会社）2000.02.25, 段落 [0024]-[0028], 図1（ファミリーなし）	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的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

28.09.2018

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）

吉岡 一也

2K

4742

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
A	JP 03-234066 A (三洋電機株式会社) 1991.10.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	US 2016/0284882 A1 (LG INNOTEK CO., LTD.) 2016.09.29, 全文, 全図 & WO 2015/041470 A1 & KR 10-2015-0031889 A & CN 105794000 A	1-5