

(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
2022年7月7日(07.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/145283 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/0352 (2006.01) H01L 31/0747 (2012.01)
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/047232

(22) 国際出願日: 2021年12月21日(21.12.2021)

(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 2020-219144 2020年12月28日(28.12.2020) JP
特願 2021-012129 2021年1月28日(28.01.2021) JP

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

(72) 発明者: 岡本 紳平 (OKAMOTO Shimpei);
〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-

1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 口山 崇 (KUCHIYAMA Takashi); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 中村 淳一 (NAKAMURA Junichi); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP).

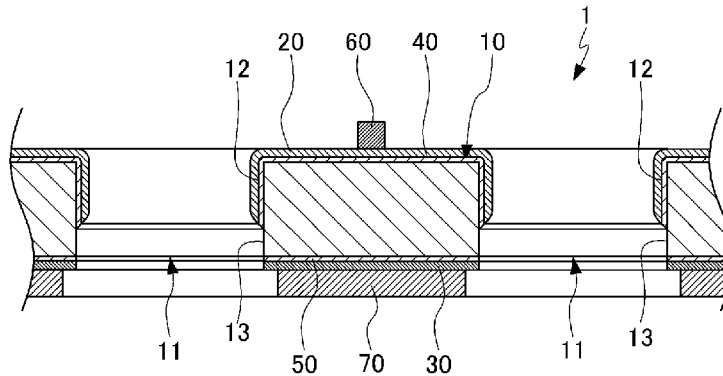
(74) 代理人: 新山 雄一, 外 (NIHAMA Yuichi et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IT, 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,

(54) Title: SOLAR CELL AND SOLAR CELL MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 太陽電池セル及び太陽電池セル製造方法

[図2]



(57) Abstract: Provided is a see-through solar cell having high photoelectric conversion efficiency. A solar cell 1 according to an aspect of the present invention comprises: a semiconductor substrate 10 formed as a flat plate and having a plurality of light-transmitting openings 11 extending therethrough in a thickness direction thereof; a first semiconductor layer 20 stacked on one major surface side of the semiconductor substrate 10; a second semiconductor layer 30 stacked on another major surface side of the semiconductor substrate 10; a first electrode 60 stacked on the first semiconductor layer 20; and a second electrode 70 stacked on the second semiconductor layer 30. The inner circumferential surface of the light-transmitting openings 11 includes a first circumferential surface portion 12 positioned closer to the first semiconductor layer 20, and a second circumferential surface portion 13 positioned closer to the second semiconductor layer 30 and having a surface property different from that of the first circumferential surface portion 12.



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シースルー型の太陽電池セルを提供すること。本発明の一態様に係る太陽電池セル1は、板状に形成され、厚み方向に貫通する複数の透光開口11を有する半導体基板10と、前記半導体基板10の一方の主面側に積層される第1半導体層20と、前記半導体基板10の他方の主面側に積層される第2半導体層30と、前記第1半導体層20に積層される第1電極60と、前記第2半導体層30に積層される第2電極70と、を備え、前記透光開口11の内周面は、前記第1半導体層20の側に位置する第1周面部12と、前記第2半導体層30の側に位置し、前記第1周面部12と表面性状が異なる第2周面部13と、を有する。

明 細 書

発明の名称：太陽電池セル及び太陽電池セル製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池セル及び太陽電池セル製造方法に関する。

背景技術

[0002] クリーンなエネルギー源として、太陽電池の利用が広がっている。一般的な太陽電池は、光を遮断するために、窓等には設置することが控えられる。そこで、光を透過する開口を形成したシースルー型の太陽電池も検討されている。例として、特許文献1には、光の入射によりキャリアを生成するn型半導体の基材にp型半導体の膜を積層することによりキャリアを回収するpn接合を形成した半導体基板に複数の開口を形成し、半導体基板の受光面に開口を避けるようフィンガー電極を配設した太陽電池が開示されている。特許文献1は、比較的安価に半導体基板に開口を形成する方法として、フッ化物を含有する電解液を用いたエッチングを行うことを提案している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-299672号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 太陽電池セルの半導体基板にエッチングによって開口を形成すると、開口の内周面においてキャリアの再結合が生じるため、光電変換効率が低下し得る。特に、開口率を大きくしようすると、開口の内周面におけるキャリアの再結合が顕著となるため、光電変換効率の低下が大きくなる。また、光を透過するための開口を避けてフィンガー電極を配設すると、フィンガー電極の延在方向と平行に並ぶ開口の間に、フィンガー電極までの距離が比較的大きい領域が形成される。フィンガー電極までの距離が大きくなると、光によって励起されたキャリアがフィンガー電極に回収される前に再結合して消滅

してしまうことで、光電変換効率が低くなるという不都合が生じる。そこで、本発明は、光電変換効率が高いシースルー型の太陽電池セル及び太陽電池セル製造方法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

- [0005] 本発明の一態様に係る太陽電池セルは、板状に形成され、厚み方向に貫通する複数の透光開口を有する半導体基板と、前記半導体基板の一方の主面側に積層される第1半導体層と、前記半導体基板の他方の主面側に積層される第2半導体層と、前記第1半導体層に積層される第1電極と、前記第2半導体層に積層される第2電極と、を備え、前記透光開口の内周面は、前記第1半導体層の側に位置する第1周面部と、前記第2半導体層の側に位置し、前記第1周面部と表面性状が異なる第2周面部と、を有する。
- [0006] 上述の太陽電池セルでは、前記第1周面部において、前記半導体基板は前記第1半導体層によって被覆され、前記第2周面部において、前記半導体基板は露出してもよい。
- [0007] 本発明の一態様に係る太陽電池セル製造方法は、半導体基板にレーザ光を照射することによって環状溝を形成する工程と、前記環状溝の底部のエッチング又は切断により前記半導体基板の前記環状溝の内側の領域を分離することによって、前記半導体基板に開口を形成する工程と、備える。
- [0008] 上述の太陽電池セル製造方法は、前記環状溝を形成する工程と前記開口を形成する工程との間に、前記半導体基板に成膜を行う工程をさらに備えてもよい。
- [0009] 本発明の別の態様に係る太陽電池セルは、半導体基板及び前記半導体基板に積層される半導体層を有し、且つ表裏に貫通する複数の透光開口を有する光電変換体と、前記光電変換体の表面に積層される表面電極と、前記光電変換体の裏面に積層される裏面電極と、を備え、前記表面電極は、前記複数の透光開口を個別に取り囲む複数の囲繞部を有する。
- [0010] 上述の太陽電池セルにおいて、前記囲繞部は多角形状であってもよい。
- [0011] 上述の太陽電池セルにおいて、囲繞部の各辺の長さは一定であってもよい。

。

[0012] 上述の太陽電池セルにおいて、前記囲繞部の各辺と前記透光開口との距離の最小値は最大値の50%以上であってもよい。

[0013] 上述の太陽電池セルにおいて、前記囲繞部の各辺と前記透光開口との距離は前記透光開口の直径の20%以上150%以下であってもよい。

[0014] 上述の太陽電池セルにおいて、前記表面電極は、それぞれ平行且つ等間隔に配置される複数の電極線からなり、互いに交差するよう角度が異なる3組の電極線群を有してもよい。

[0015] 上述の太陽電池セルにおいて、前記囲繞部は、頂点で互いに接する六角形状であり、間に前記透光開口を含まない三角形のスペースを画定してもよい。

[0016] 上述の太陽電池セルにおいて、前記複数の囲繞部の内側の面積は前記複数の囲繞部の外側の面積の2倍以上5倍以下であってもよい。

[0017] 上述の太陽電池セルにおいて、前記裏面電極は、前記複数の透光開口を個別に取り囲む複数の囲繞部を有してもよい。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、光電変換効率が高いシースルー型の太陽電池セル及び太陽電池セル製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態に係る太陽電池セルの部分平面図である。

[図2]図1の太陽電池セルのX-X線部分断面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る太陽電池セル製造方法の手順を示すフローチャートである。

[図4]図3の太陽電池セル製造方法の一工程を説明する部分断面図である。

[図5]図3の太陽電池セル製造方法の図4の次の工程を説明する部分断面図である。

[図6]図3の太陽電池セル製造方法の図5の次の工程を説明する部分断面図である。

[図7]図3の太陽電池セル製造方法の図6の次の工程を説明する部分断面図である。

[図8]図3の太陽電池セル製造方法の図7の次の工程を説明する部分断面図である。

[図9]図3の太陽電池セル製造方法の図8の次の工程を説明する部分断面図である。

[図10]図9の工程を説明する部分平面図である。

[図11]本発明の第2実施形態に係る太陽電池セルの模式平面図である。

[図12]図11の太陽電池セルのY-Y線模式断面図である。

[図13]本発明の第3実施形態に係る太陽電池セルの模式平面図である。

[図14]本発明の第4実施形態に係る太陽電池セルの模式平面図である。

[図15]本発明の第5実施形態に係る太陽電池セルの模式平面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、添付の図面を参照して本発明の各実施形態について説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。また、簡略化のために、部材の図示、符号等を省略する場合もあるが、かかる場合、他の図面を参照するものとする。また、図面における種々部材の形状及び寸法は、便宜上、見やすいように調整されている。

[0021] 図1は、本発明の第1実施形態に係る太陽電池セル1の部分平面図である。図2は、太陽電池セルの分断面図である。太陽電池セル1は、板状に形成される半導体基板10と、半導体基板10の一方の主面側（受光面側）に積層される第1半導体層20と、半導体基板10の他方の主面側に積層される第2半導体層30と、半導体基板10と第1半導体層20の間に介在する第1パッシベーション層40と、半導体基板10と第2半導体層30の間に介在する第2パッシベーション層50と、第1半導体層20に積層される第1電極60と、第2半導体層30に積層される第2電極70と、を備える。

[0022] 半導体基板10は、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10は、受光面に光の入射率

を向上するために、テクスチャ構造と呼ばれるピラミッド型の微細な凹凸構造を有してもよい。

[0023] 半導体基板 10 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 10 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 10 は、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 型の半導体基板とすることができる。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 10 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。

[0024] 半導体基板 10 は、厚み方向に貫通する複数の透光開口 11 を有する。透光開口 11 は、太陽電池セル 1 の裏面側 (受光面と反対側) に光を透過して採光することを可能にする。透光開口 11 の平面視での形状としては、典型的には円形とされるが、楕円形状、多角形状等、任意の形状とされてもよい。

[0025] 透光開口 11 は、均等に採光するために、半導体基板 10 の略全体に分散して形成されることが好ましいが、半導体基板 10 の強度を確保するために、例えば半導体基板 10 の周縁部、半導体基板 10 を横断する帯状領域等に設けられないようにしてもよい。透光開口 11 は、より均等に採光するとともに、美観を向上できるよう、規則的に配置されることが好ましい。

[0026] 半導体基板 10 における透光開口 11 の面積率、つまり半導体基板 10 の開口率としては、例えば 3% 以上 50% 以下、好ましくは 5% 以上 30% 以下とすることができる。これにより、十分な光が太陽電池セル 1 を透過することができ、且つ比較的大きな電力を得ることができる。

[0027] 透光開口 11 の平均径 (円相当径) としては、例えば 1 mm 以上 10 mm 以下好ましくは 2 mm 以上 8 mm 以下とすることができる。これにより、太陽電池セル 1 の光電変換効率を大きくしながら、十分な採光が可能となる。

[0028] 透光開口 11 の内周面は、第 1 半導体層 20 の側に位置する第 1 周面部 1

2と、第2半導体層30の側に位置し、第1周面部12と表面性状が異なる第2周面部13と、を有する。なお、「表面性状」とは、微細な凹凸形状、表面の層構造、半導体基板10の材料の酸化等の変成状態等を含む。

[0029] 本実施形態において、透光開口11の第1周面部12は、例えばレーザ加工面であり、半導体基板10の内周面に酸化物等を有し得る。また、第1周面部12では、半導体基板10が第1パッシベーション層40及び第1半導体層20によって被覆されている。一方、第2周面部13では、半導体基板10が露出している。

[0030] 第1周面部12は、第1パッシベーション層40及び第1半導体層20によって半導体基板10が被覆されているため、半導体基板10の内部に生じたキャリアの再結合を抑制することにより太陽電池セル1の光電変換効率を向上する。また、透光開口11は、半導体基板10を露出する第2周面部13を有するため、第1半導体層20と第2半導体層30とを確実に絶縁することができる。つまり、透光開口11の内周面がキャリアの再結合を抑制する第1周面部12と、短絡を防止する第2周面部13とを有することによって、太陽電池セル1は、高い光電変換効率を有する。

[0031] 透光開口11の内周面における第1周面部12の面積率の下限としては、50%が好ましく、60%がより好ましい。一方、透光開口11の内周面における第1周面部12の面積率の上限としては、95%が好ましく、90%がより好ましい。透光開口11の内周面における第1周面部12の面積率を前記下限以上とすることによって、キャリアの再結合抑制効果を大きくできる。また、透光開口11の内周面における第1周面部12の面積率を前記上限以下とすることによって、確実に短絡を防止するために特段の加工精度が要求されない。

[0032] 第1半導体層20及び第2半導体層30は、半導体基板10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、異なる極性の電荷を収集する。具体的には、半導体基板10がn型である場合、第1半導体層20はp型半導体から形成され、第2半導体層30はn型半導体から形成され得

る。

- [0033] 第1半導体層20及び第2半導体層30は、例えば所望の導電型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。
- [0034] 第1半導体層20は、透光開口11の内周面に延在し、第1周面部12において、半導体基板10の内周面を覆う。
- [0035] 第1パッシベーション層40及び第2パッシベーション層50は、半導体基板10の内部で生成したキャリアの半導体基板10の表面での再結合を抑制することにより、太陽電池セル1の光電変換効率を向上する。第1パッシベーション層40及び第2パッシベーション層50は、アモルファスシリコンから形成される真性半導体層とすることができる。
- [0036] 第1パッシベーション層40は、透光開口11の内周面に延在し、第1周面部12において、半導体基板10の内周面を覆う。
- [0037] 第1電極60及び第2電極70は、第1半導体層20及び第2半導体層30が引き寄せたキャリアを電荷として取り出す。第1電極60及び第2電極70は、導電性を有する材料から形成され、電気抵抗が小さい金属を主体とすることが好ましい。具体例として、第1電極60及び第2電極70は、金属、銀ペースト等から形成することができる。
- [0038] 受光面側の第1電極60は、半導体基板10に光が入射できるよう面積を小さくするために、複数の線状に形成されることが好ましい。また、第1電極60は、キャリアの移動距離が大きくなる領域を小さくするために、第1電極60は網状に形成されてもよい。一方、第2電極70は、第1電極60と同じ形状に形成されてもよいが、第2電極70までのキャリアの移動距離及び第2電極70の中での電気抵抗を小さくするために、透光開口11以外の領域の略全面に設けられ得る。
- [0039] 以上のように、太陽電池セル1は、透光開口11の内周面がキャリアの再結合を抑制する第1周面部12と短絡を防止する第2周面部13と、を有す

ることによって、高い光電変換効率を実現できる。

[0040] 太陽電池セル 1 は、本発明に係る太陽電池セル製造方法の一実施形態によって製造することができる。本実施形態の太陽電池セル製造方法は、図 3 に示すように、環状溝形成工程（ステップ S 1）と、パッシベーション層成膜工程（ステップ S 2）と、第 1 半導体層成膜工程（ステップ S 3）と、第 2 半導体層成膜工程（ステップ S 4）と、第 1 電極形成工程（ステップ S 5）と、第 2 電極形成工程（ステップ S 6）と、透光開口形成工程（ステップ S 7）と、を備える。

[0041] ステップ S 1 の環状溝形成工程では、半導体基板 10 の一方の面にレーザー光を照射することにより、図 4 に示すように、透光開口 11 の外径に対応する環状溝 G を形成する。最終的に、環状溝 G の外側の内周面が第 1 周面部 12 となる。このため、環状溝 G の平面形状は、透光開口 11 の外形に対応する無端ループ状であり、円形に限られない。環状溝 G の深さは、第 1 周面部 12 の高さ対応して定められる。環状溝 G の内面には、パッシベーション層成膜工程及び第 1 半導体層成膜工程において成膜が行われる。このため、環状溝 G の幅は、環状溝 G の奥部まで成膜ガスを供給できるような幅とされる。

[0042] ステップ S 2 のパッシベーション層成膜工程では、図 5 に示すように、半導体基板 10 の両面及び環状溝 G の内面に、第 1 パッシベーション層 40 及び第 2 パッシベーション層 50 を形成する材料を積層する。第 1 パッシベーション層 40 及び第 2 パッシベーション層 50 は、例えば CVD、PVD 等の成膜技術によって形成することができる。このパッシベーション層成膜工程は、半導体基板 10 の片面ずつ、2 回に分けて行ってもよい。

[0043] ステップ S 3 の第 1 半導体層成膜工程では、図 6 に示すように、半導体基板 10 の受光側の主面及び環状溝 G の内面の第 1 パッシベーション層 40 の表面に、第 1 半導体層 20 を形成する材料を積層する。第 1 半導体層 20 も、第 1 パッシベーション層 40 及び第 2 パッシベーション層 50 と同様に、例えば CVD、PVD 等の成膜技術によって形成することができる。

- [0044] ステップS 4 の第2半導体層成膜工程では、図7に示すように、半導体基板10の受光面と反対側の主面の第2パッシベーション層50の表面に、第2半導体層30を形成する材料を積層する。第2半導体層30も、例えばCVD、PVD等の成膜技術によって形成することができる。
- [0045] ステップS 5 の第1電極形成工程では、図8に示すように、例えば導電性ペーストの印刷及び焼成、金属層の積層及びレジストパターン用いた金属層のエッチング等の方法により、第1電極60を形成する。
- [0046] ステップS 6 の第2電極形成工程では、図9に示すように、例えば導電性ペーストの印刷及び焼成、金属層の積層及びレジストパターン用いた金属層のエッチング等の方法により、第2電極70を形成する。第2電極形成工程における焼成又はエッチングは、第1電極形成工程における焼成又はエッチングと同時に行ってもよい。
- [0047] このように、環状溝Gを形成した半導体基板10に成膜を行うことによって、図9及び10に示すように、太陽電池セル1の透光開口11となるべき部分（環状溝G及びその内側）にも、半導体基板10、第1半導体層20、第2半導体層30、第1パッシベーション層40及び第2パッシベーション層50が存在する中間製品が得られる。
- [0048] ステップS 7 の透光開口形成工程では、環状溝Gの底部のエッチング又は切断により、半導体基板10の環状溝Gの内側の領域を分離することによって、透光開口11を形成する。これにより、図1に示す太陽電池セル1が得られる。
- [0049] 環状溝Gの底部をエッチングする場合、第1半導体層20の全面を覆うレジストパターンと、第2半導体層30の透光開口11を形成する領域の少なくとも環状溝Gに対応する部分を開口するレジストパターンとを形成することで、環状溝Gの内側の領域を分離できる。
- [0050] 環状溝Gの底部を切断する場合、環状溝Gの内側に対応する部分に突起を有する治具を圧接することで、環状溝Gの内側の領域を分離できる。
- [0051] このように、環状溝形成工程と透光開口形成工程との2段階に分けて透光

開口 1 1 を形成することによって、透光開口 1 1 が表面性状の異なる第 1 周面部 1 2 と第 2 周面部 1 3 とを有するものとなる。特に、環状溝形成工程と透光開口形成工程との間に半導体基板 1 0 に成膜を行う工程を備えることによって、キャリアの再結合を抑制する第 1 周面部 1 2 と短絡を防止する第 2 周面部 1 3 とを確実に形成できるため、高い光電変換効率を有する太陽電池セル 1 が比較的容易に製造される。

[0052] <第 2 実施形態>

図 1 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る太陽電池セル 1 0 1 の模式平面図である。図 1 2 は、太陽電池セル 1 0 1 の模式断面図である。太陽電池セル 1 0 1 は、板状の光電変換体 1 1 0 と、光電変換体 1 1 0 の表面に積層される表面電極 1 2 0 と、光電変換体 1 1 0 の裏面に積層される裏面電極 1 3 0 と、を備える。なお、本明細書において、太陽電池セル 1 0 1 の使用状態において、光が入射する側の面を表面、その反対側を裏面という。

[0053] 光電変換体 1 1 0 は、半導体基板 1 1 1 と、半導体基板 1 1 1 の表面に積層される第 1 半導体層 1 1 2 と、半導体基板 1 1 1 の裏面に積層される第 2 半導体層 1 1 3 とを有する。光電変換体 1 1 0 は、図示しないが、例えばパッシベーション層、反射防止層等のさらなる構成を有してもよい。また、光電変換体 1 1 0 は、表裏に貫通する複数の透光開口 1 1 4 を有する。

[0054] 半導体基板 1 1 1 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 1 1 1 は、表面に光の入射率を向上するために、テクスチャ構造と呼ばれるピラミッド型の微細な凹凸構造を有してもよい。

[0055] 半導体基板 1 1 1 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、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 1 1 1 は、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 型の半導体基板とすることができる。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 1 1 1 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。

[0056] 第1半導体層112及び第2半導体層113は、半導体基板111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、異なる極性の電荷を収集する。具体的には、半導体基板111がn型である場合、第1半導体層112はp型半導体から形成され、第2半導体層113はn型半導体から形成され得る。

[0057] 第1半導体層112及び第2半導体層113は、例えば所望の導電型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。第1半導体層112及び第2半導体層113は、例えばCVD、PVD等の成膜技術によって、半導体基板111にそれぞれ積層され得る。

[0058] 透光開口114は、太陽電池セル101の裏面側に光を透過して採光することを可能にする。透光開口114は、例えばレーザ加工、エッチング加工等、任意の方法で形成することができる。透光開口114の平面視での形状つまり断面形状としては、典型的には円形とされるが、楕円形状、多角形状等、任意の形状とすることができる。

[0059] 透光開口114は、光電変換体110の略全体に分散して形成されることが好ましいが、例えば光電変換体110の周縁部、光電変換体110を横断する帯状領域等に透光開口114を設けないようにすることで、光電変換体110の強度と確保してもよい。透光開口114は、均等に採光するとともに、美観を向上できるよう、規則的に配置されることが好ましい。図示する例では、1つの透光開口114に周方向に等間隔且つ等距離に6つの透光開口114が隣接するよう、複数の透光開口114が六方配置されているが、透光開口114は例えば透光開口114が縦横に並んだ正方配置に形成されてもよい。

[0060] 光電変換体110における透光開口114の面積率、つまり光電変換体1

10の開口率としては、例えば3%以上50%以下、好ましくは5%以上30%以下とすることができる。これにより、十分な光が太陽電池セル101を透過することができ、且つ比較的大きい電力を得ることができる。

[0061] 透光開口114の平均径（円相当径）としては、例えば1mm以上10mm以下好ましくは2mm以上8mm以下とすることができる。これにより、太陽電池セル101の透光開口114以外の領域における光電変換効率を大きくしながら、十分な採光が可能となる。

[0062] 表面電極120は、第1半導体層112が引き寄せたキャリアを電荷として取り出す。表面電極120は、導電性を有する材料から形成され、電気抵抗が小さい金属から形成されることが好ましい。具体的には、表面電極120は、光電変換体110に積層した金属層のエッチング、光電変換体110への銀ペーストのような導電性ペーストの印刷及び焼成等の方法で形成することができる。また、表面電極120は、多層構造を有してもよい。

[0063] 表面電極120は、光電変換体110に光が入射できるよう、面積を小さくすることが好ましいが、光電変換体110の中でのキャリアの移動距離を小さくして光電変換効率を向上するために、光電変換体110の全体に設けることが好ましい。このため、表面電極120は、光電変換体110の表面全域に網状に形成されることが好ましい。

[0064] 表面電極120は、複数の透光開口114を個別に取り囲む複数の囲繞部121（二鎖線で取り囲んだ六角形状の部分）を有する。表面電極120において、複数の囲繞部121は、互いに接続される。このため、表面電極120は、複数の囲繞部121を接続する接続部を有してもよく、囲繞部121同士が図示するように例えば角部で接するよう形成されてもよく、隣接する囲繞部121がその一部を共有してもよい。

[0065] 表面電極120は、透光開口114を個別に取り囲み、互いに接続される複数の囲繞部121を有するため、透光開口114によって分断されないのので、光電変換体110の全体から電荷を収集することができる。

[0066] 囲繞部121は、面積を小さくしつつ電気抵抗を小さくするために略一定

の幅を有する電極線 1 2 2 から形成されることが好ましい。

[0067] 囲繞部 1 2 1 は、表面電極 1 2 0 のパターンを簡素化しつつ効率よく配置できるように多角形状であることが好ましい。また、表面電極 1 2 0 を流れる電流を均等化するために、囲繞部 1 2 1 の各辺の長さが一定であること、つまり囲繞部 1 2 1 が全ての辺の長さが等しい多角形状であることがより好ましい。特に透光開口 1 1 4 が円形である場合、囲繞部 1 2 1 を正多角形状に形成することによって、キャリアの移動距離のバラツキを効果的に抑制すると共に、表面電極 1 2 0 を流れる電流が偏ることを防止できる。

[0068] 囲繞部 1 2 1 の各辺は、透光開口 1 1 4 からの距離（最短距離）が略等しくなるよう配置されることが好ましい。具体的には、囲繞部 1 2 1 の各辺の透光開口 1 1 4 からの距離の最小値が最大値の 5 0 % 以上であることが好ましく、5 5 % 以上であることがより好ましい。これにより、キャリアの移動距離が局所的に大きくなることを防止できる。囲繞部 1 2 1 の重心を透光開口 1 1 4 の重心と略一致させることによって、囲繞部 1 2 1 の各辺の透光開口 1 1 4 からの距離を均等化できる。

[0069] 本実施形態の表面電極 1 2 0 は、それぞれ平行且つ等間隔に配置される複数の電極線 1 2 2 からなり、互いに交差するよう角度が異なる 3 組の電極線群 1 2 3, 1 2 4, 1 2 5 を有する。このように、3 組の電極線群 1 2 3, 1 2 4, 1 2 5 によって表面電極 1 2 0 を構成することで、表面電極 1 2 0 のパターンを簡素化できる。また、直線的に延びる複数の電極線 1 2 2 によって表面電極 1 2 0 を構成することで、実効的な電路の長さを比較的短くすることができる。このような電極線 1 2 2 の幅を小さくすることによって光電変換体 1 1 0 に光が入射する面積を大きくできる。

[0070] 特に、本実施形態では、電極線群 1 2 3, 1 2 4, 1 2 5 の角度を 6 0 ° 毎に異ならせ、3 組の電極線群 1 2 3, 1 2 4, 1 2 5 が一点で交差しないように均等に交差位置をずらすことで、正六角形状の囲繞部 1 2 1 を形成する。つまり、本実施形態の表面電極 1 2 0 において、囲繞部 1 2 1 は、頂点で互いに接する正六角形状であり、複数の囲繞部 1 2 1 の間に透光開口 1 1

4 を含まない三角形形状の残余スペースを画定する。このような構成を有する表面電極 120 は、キャリアの移動距離が大きくなる領域を形成しないので、光電変換体 110 の有効面積（透光開口 114 を除外した面積）当たりの光電変換効率を向上することができる。

[0071] 複数の囲繞部 121 の内側の合計面積としては、複数の囲繞部の外側の残余スペースの合計面積の 2.0 倍以上 5.0 倍以下が好ましく、2.5 倍以上 4.0 倍以下がより好ましい。これにより、キャリアの最大移動距離を容易に小さくできるので、太陽電池セル 101 の光電変換効率を容易に向上することができる。

[0072] 囲繞部 121 の各辺と透光開口 114 の距離としては、透光開口 114 の直径の 20% 以上 150% 以下が好ましく、30% 以上 125% 以下がより好ましい。これにより、太陽電池セル 101 の光電変換効率を向上しつつ、採光性を確保できる。

[0073] 平面視における表面電極 120 の面積としては、半導体基板 111 の透光開口 114 を除く面積の 1% 以上 50% 以下が好ましく、2% 以上 40% 以下がより好ましい。これにより、キャリアを効率よく回収しつつ、半導体基板 111 の光電変換に寄与する面積を十分に確保できる。

[0074] 裏面電極 130 は、第 2 半導体層 113 が引き寄せたキャリアを電荷として取り出す。裏面電極 130 は、表面電極 120 と同様の材料により形成できる。裏面電極 130 は、表面電極 120 と同様に、複数の透光開口 114 を個別に取り囲む複数の囲繞部を有する網状に形成されてもよいが、透光開口 114 を除いて光を透過させる必要がないので、光電変換体 110 の裏面全体に積層されてもよい。

[0075] 以上のように、本実施形態に係る太陽電池セル 101 は、複数の透光開口 114 を有することで裏面に採光できるシースルー型の太陽電池セルである。加えて、太陽電池セル 101 は、表面電極 120 が透光開口 114 を個別に取り囲む複数の囲繞部 121 を有するため、キャリアの移動距離が大きい領域を有しないので、光電変換効率が高い。

[0076] <第3実施形態>

図13は、本発明の第2実施形態に係る太陽電池セル101Aの模式平面図である。なお、以降の実施形態について、先に説明した実施形態と同様の構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略することがある。

[0077] 太陽電池セル101Aは、表裏に貫通する複数の透光開口114を有する板状の光電変換体110と、光電変換体110の表面に積層される表面電極120Aと、光電変換体110の裏面に積層される不図示の裏面電極と、を備える。

[0078] 表面電極120Aは、複数の透光開口114を個別に取り囲む複数の正六角形状の囲繞部121Aを有する。囲繞部121Aは、各辺を隣接する囲繞部121Aと共有する。このような構成とすることによって、特に透光開口114の面積率を大きくする場合にも、表面電極120Aを適切に配置できる。

[0079] 表面電極120Aは、複数の透光開口114を個別に取り囲む複数の正六角形状の囲繞部121Aを有する。囲繞部121Aは、各辺を隣接する囲繞部121Aと共有する。このような構成とすることによって、特に透光開口114の面積率を大きくする場合にも、表面電極120Aを適切に配置できる。

[0080] <第4実施形態>

図14は、本発明の第3実施形態に係る太陽電池セル101Bの模式平面図である。太陽電池セル101Bは、表裏に貫通する平面視で楕円形状の複数の透光開口114Bを有する板状の光電変換体110Bと、光電変換体110Bの表面に積層される表面電極120Bと、光電変換体110Bの裏面に積層される不図示の裏面電極と、を備える。

[0081] 表面電極120Bは、複数の透光開口114Bを個別に取り囲む複数の菱形状の囲繞部121Bを有する。囲繞部121Bは、各辺を隣接する囲繞部121Bと共有する。このように、平面視で楕円形状の透光開口114Bを取り囲む囲繞部121Bを菱形状に形成することによって、キャリアの最大

移動距離を小さくできる。

[0082] <第5実施形態>

図15は、本発明の第4実施形態に係る太陽電池セル101Cの模式平面図である。太陽電池セル101Cは、表裏に貫通する平面視で三角形状の複数の透光開口114Cを有する板状の光電変換体110Cと、光電変換体110Cの表面に積層される表面電極120Cと、光電変換体110Cの裏面に積層される不図示の裏面電極と、を備える。

[0083] 表面電極120Bは、複数の透光開口114Cを個別に取り囲む複数の三角形状の囲繞部121Cを有する。複数の囲繞部121Cは各頂点で互いに接続され、複数の囲繞部121の間に透光開口114Cを含まない三角形状の残余スペースが画定される。

[0084] 以上、本発明の各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。本発明に係る太陽電池セルは、例えば反射防止膜等、さらなる構成要素を備えてもよい。具体例として、第1電極と第1半導体層の間、及び第2電極と第2半導体層の間を接続するさらなる導電層等を設けてもよい。また、本発明に係る太陽電池セルにおいて、パッシベーション層は省略されてもよい。

[0085] 本発明に係る太陽電池セルにおいて、透光開口の第1周面部と第2周面部とは、加工工程の違いに起因する表面性状の違いを有するだけであってもよい。このため、透光開口の内周面において、半導体基板は、全体的に露出してもよい。

[0086] また、本発明に係る太陽電池セルにおいて、少なくとも第1周面部の半導体基板はパッシベーション層のみで被覆されてもよい。この場合、パッシベーション層は、絶縁性を有するシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等から形成されてもよい。

[0087] 上述の実施形態では、第1周面部が受光面側に位置するものとしたが、発明に係る太陽電池セルでは、第2周面部が受光面側に位置してもよい。

[0088] 本発明に係る太陽電池セル製造方法において、第1半導体層及び第2半導

体層を形成した後に環状溝を形成してもよい。この場合、第1半導体層の全面にレジスト材料を積層した状態でレーザ光を照射して環状溝を形成することで、同時にレジスト材料のパターニングを行うことができる。さらに、環状溝の形成後又は透光開口形成後にパッシベーション層を形成し、例えば導電性ペーストの印刷及び焼成によりパッシベーション層を貫通する電極を形成してもよい。

[0089] また、複数の太陽電池セルを一行に並べて接続する場合、他の太陽電池セルに隣接する外縁に沿う電極線の幅を大きくすることにより、この電極線を他の電極線から電荷を集めて外部に出力するためのバスバーとして使用できるようにしてもよい。また、表面電極は、別途設けられるバスバーを有してもよく、1つの電極線群がバスバーに垂直に接続するよう配置され、この電極線群の電極線の太さが他の電極線より大きくてもよい。これにより、表面電極が光電変換体から電荷を収集した点からバスバーまでの電気抵抗を低減して、太陽電池セル全体の光電変換効率を向上できる。

符号の説明

- [0090] 1 太陽電池セル
- 1 0 半導体基板
- 1 1 透光開口
- 1 2 第1周面部
- 1 3 第2周面部
- 2 0 第1半導体層
- 3 0 第2半導体層
- 4 0 第1パッシベーション層
- 5 0 第2パッシベーション層
- 6 0 第1電極
- 7 0 第2電極
- 1 0 1, 1 0 1 A, 1 0 1 B, 1 0 1 C 太陽電池セル
- 1 1 0, 1 1 0 B, 1 1 0 C 光電変換体

- 1 1 1 半導体基板
- 1 1 2 第1半導体層
- 1 1 3 第2半導体層
- 1 1 4, 1 4 B 透光開口
- 1 2 0, 1 2 0 A, 1 2 0 B, 1 2 0 C 表面電極
- 1 2 1, 1 2 1 A, 1 2 1 B, 1 2 0 C 囲繞部
- 1 2 2 電極線
- 1 2 3, 1 2 4, 1 2 5 電極線群
- 1 3 0 裏面電極
- G 環状溝

請求の範囲

- [請求項1] 板状に形成され、厚み方向に貫通する複数の透光開口を有する半導体基板と、
- 前記半導体基板の一方の主面側に積層される第1半導体層と、
- 前記半導体基板の他方の主面側に積層される第2半導体層と、
- 前記第1半導体層に積層される第1電極と、
- 前記第2半導体層に積層される第2電極と、
- を備え、
- 前記透光開口の内周面は、前記第1半導体層の側に位置する第1周面部と、前記第2半導体層の側に位置し、前記第1周面部と表面性状が異なる第2周面部と、を有する、太陽電池セル。
- [請求項2] 前記第1周面部において、前記半導体基板は前記第1半導体層によって被覆され、
- 前記第2周面部において、前記半導体基板は露出する、請求項1に記載の太陽電池セル。
- [請求項3] 半導体基板にレーザ光を照射することによって環状溝を形成する工程と、
- 前記環状溝の底部のエッチング又は切断により前記半導体基板の前記環状溝の内側の領域を分離することによって、前記半導体基板に開口を形成する工程と、
- を備える、太陽電池セル製造方法。
- [請求項4] 前記環状溝を形成する工程と前記開口を形成する工程との間に、前記半導体基板に成膜を行う工程をさらに備える、請求項3に記載の太陽電池セル製造方法。
- [請求項5] 半導体基板及び前記半導体基板に積層される半導体層を有し、且つ表裏に貫通する複数の透光開口を有する光電変換体と、
- 前記光電変換体の表面に積層される表面電極と、
- 前記光電変換体の裏面に積層される裏面電極と、

を備え、

前記表面電極は、前記複数の透光開口を個別に取り囲む複数の囲繞部を有する、太陽電池セル。

[請求項6] 前記囲繞部は多角形状である、請求項5に記載の太陽電池セル。

[請求項7] 前記囲繞部の各辺の長さは一定である、請求項6に記載の太陽電池セル。

[請求項8] 前記囲繞部の各辺と前記透光開口との距離の最小値は最大値の50%以上である、請求項6又は7に記載の太陽電池セル。

[請求項9] 前記囲繞部の各辺と前記透光開口との距離は前記透光開口の直径の20%以上150%以下である、請求項6から8のいずれかに記載の太陽電池セル。

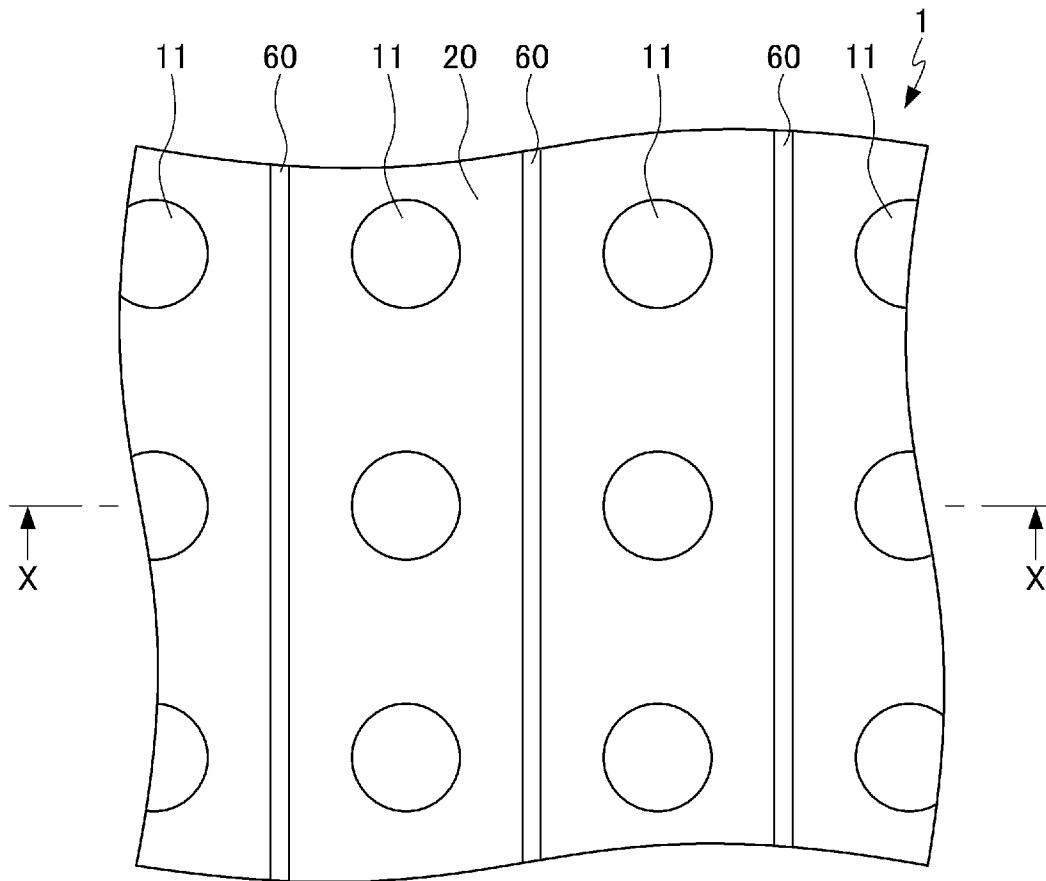
[請求項10] 前記表面電極は、それぞれ平行且つ等間隔に配置される複数の電極線からなり、互いに交差するよう角度が異なる3組の電極線群を有する、請求項5から9のいずれかに記載の太陽電池セル。

[請求項11] 前記囲繞部は、頂点で互いに接する六角形状であり、間に前記透光開口を含まない三角形のスペースを画定する、請求項9に記載の太陽電池セル。

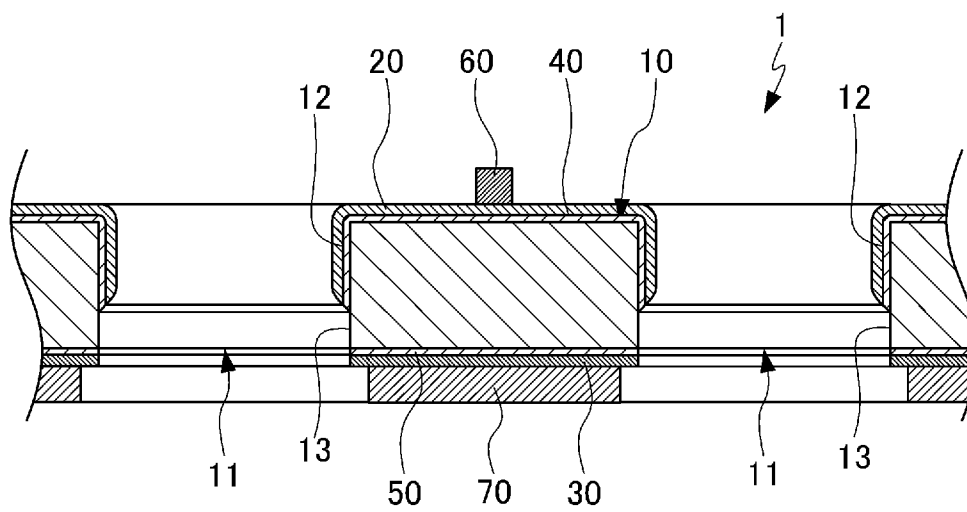
[請求項12] 前記複数の囲繞部の内側の面積は、前記複数の囲繞部の外側の面積の2倍以上5倍以下である、請求項5から11のいずれかに記載の太陽電池セル。

[請求項13] 前記裏面電極は、前記複数の透光開口を個別に取り囲む複数の囲繞部を有する、請求項5から12のいずれかに記載の太陽電池セル。

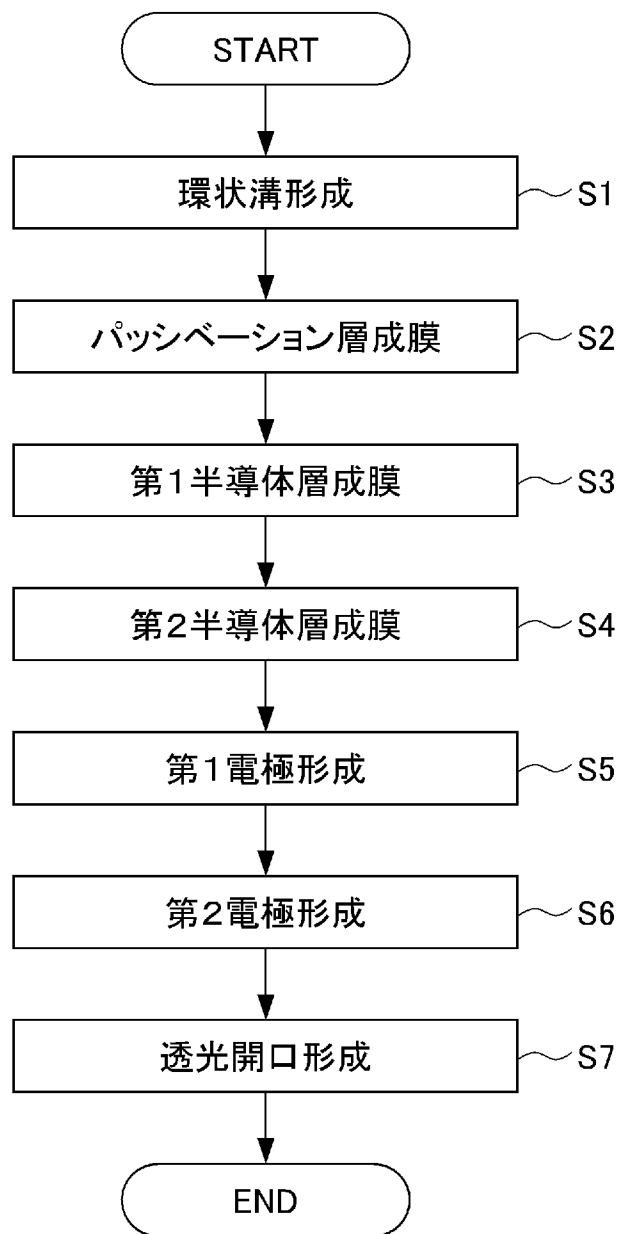
[図1]



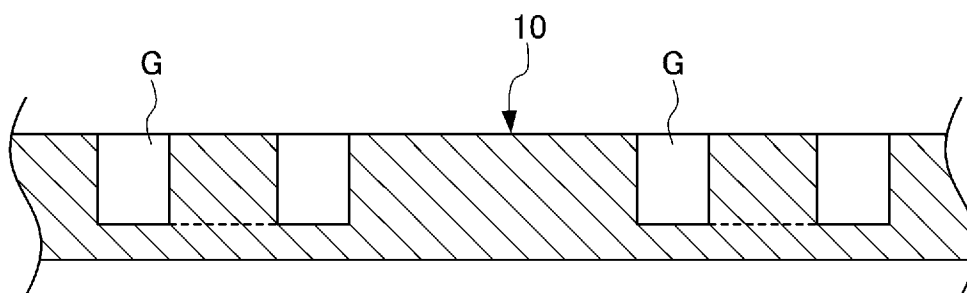
[図2]



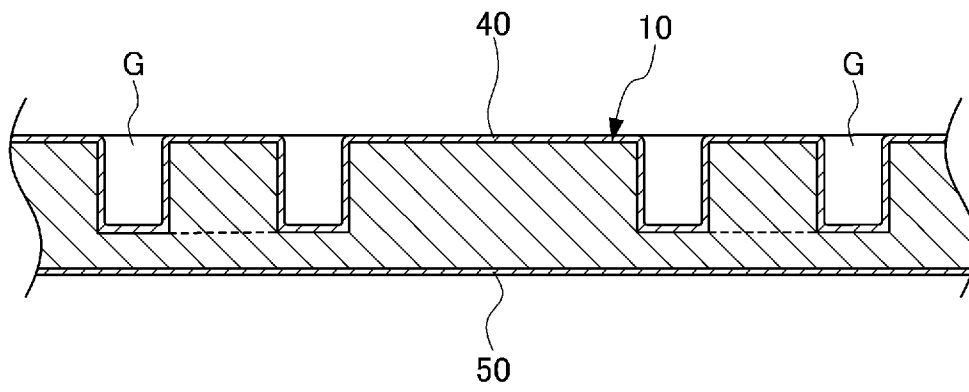
[図3]



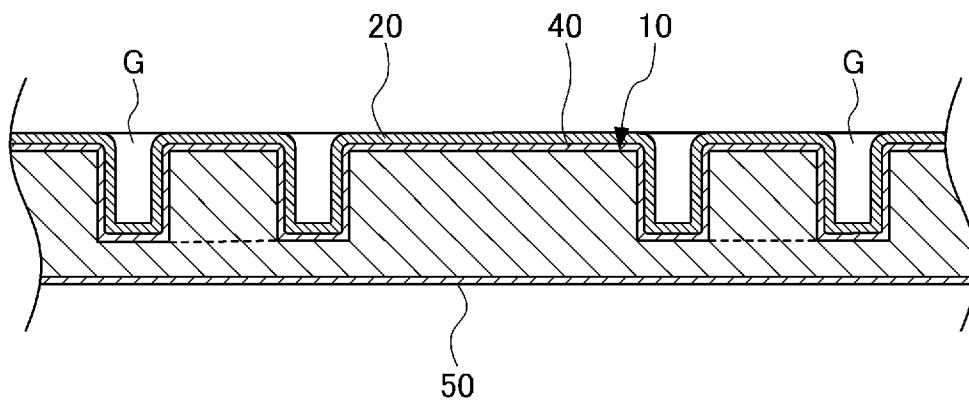
[図4]



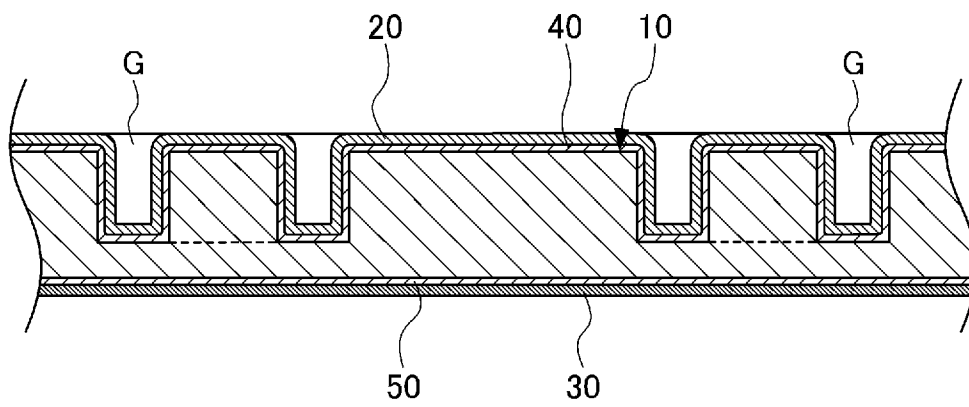
[図5]



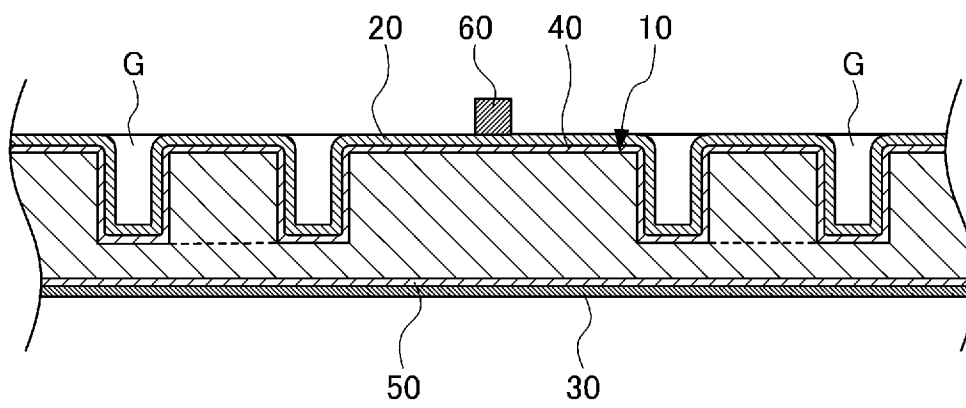
[図6]



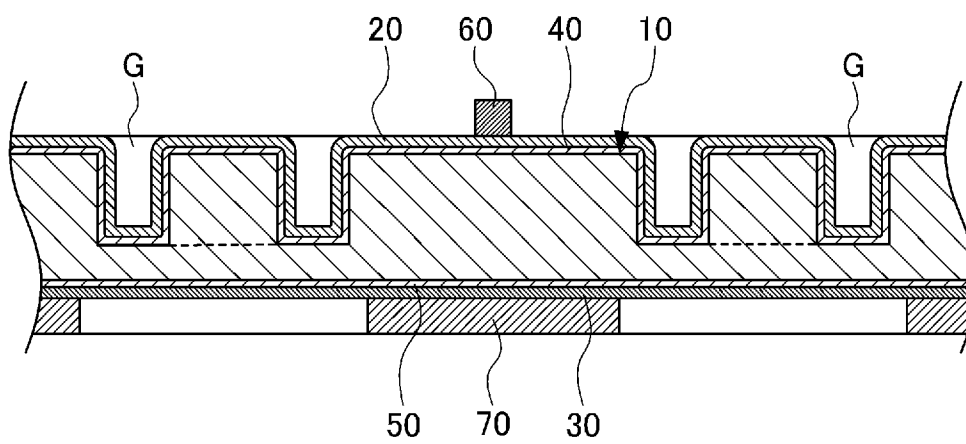
[図7]



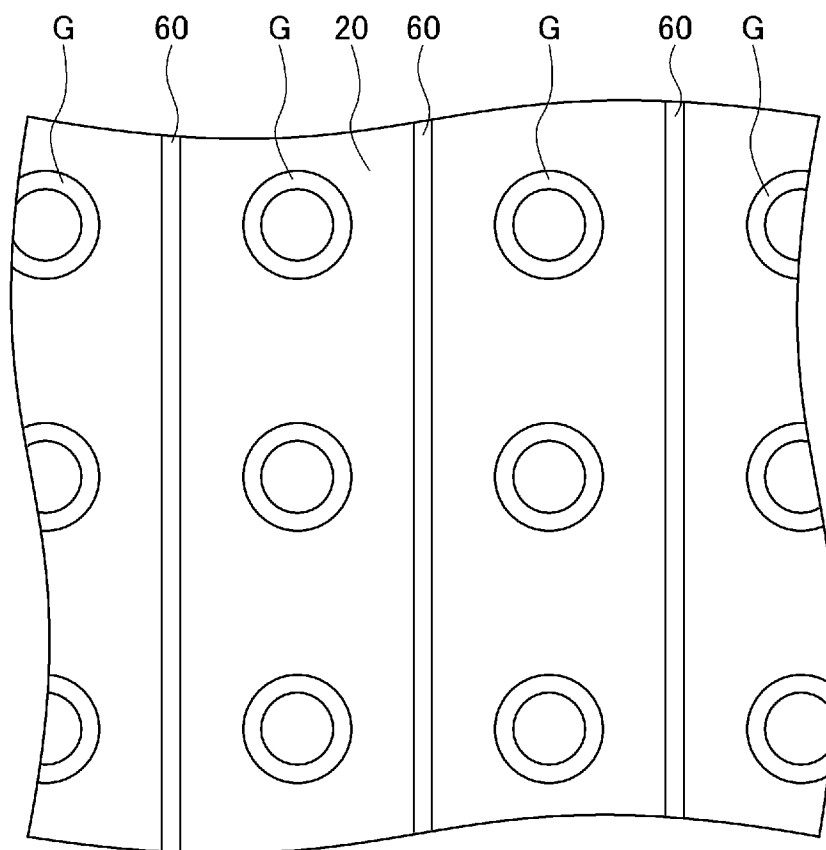
[図8]



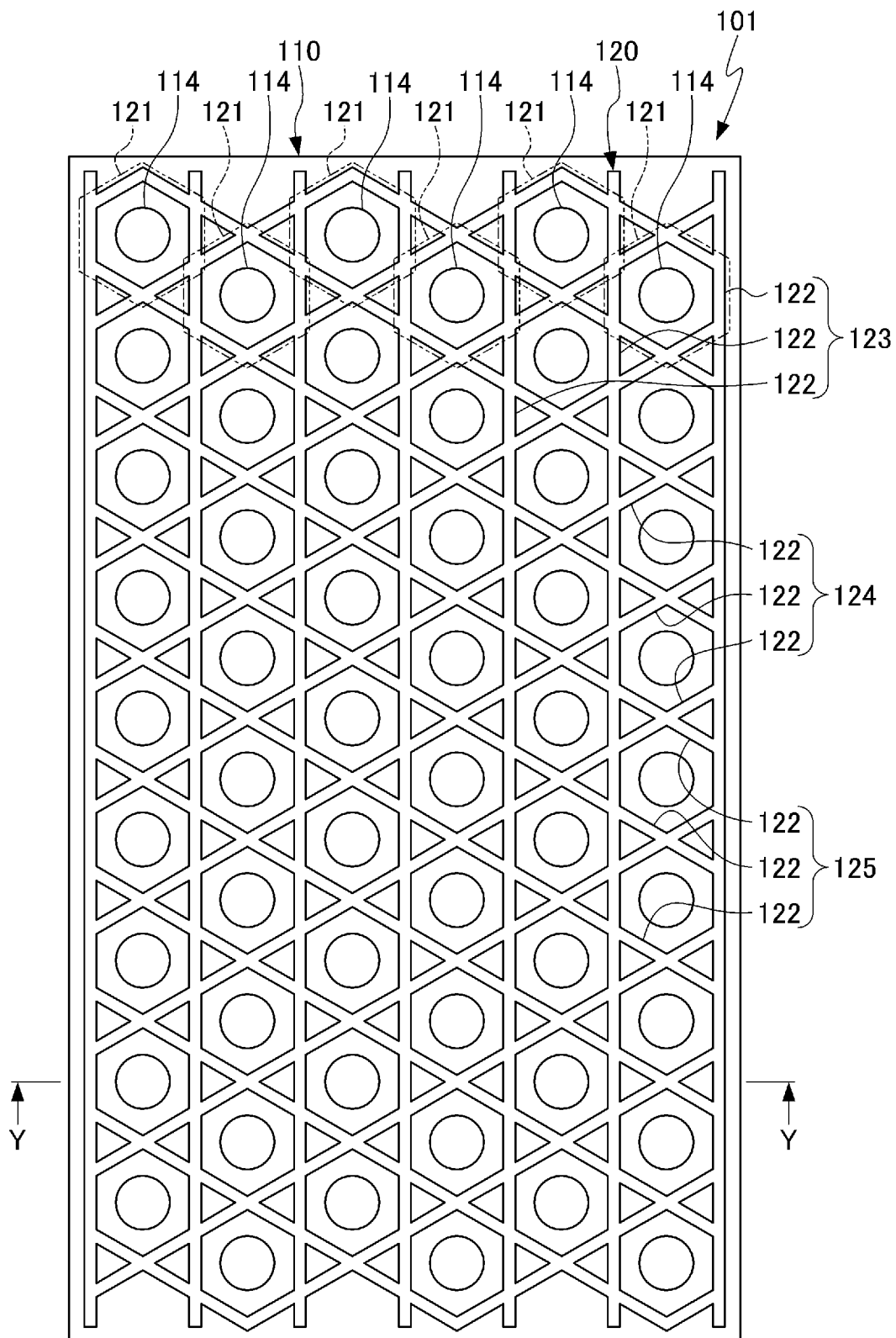
[図9]



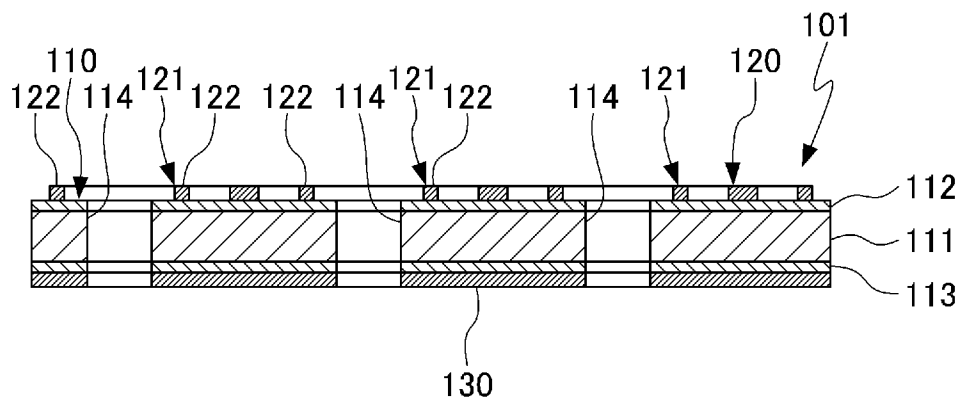
[図10]



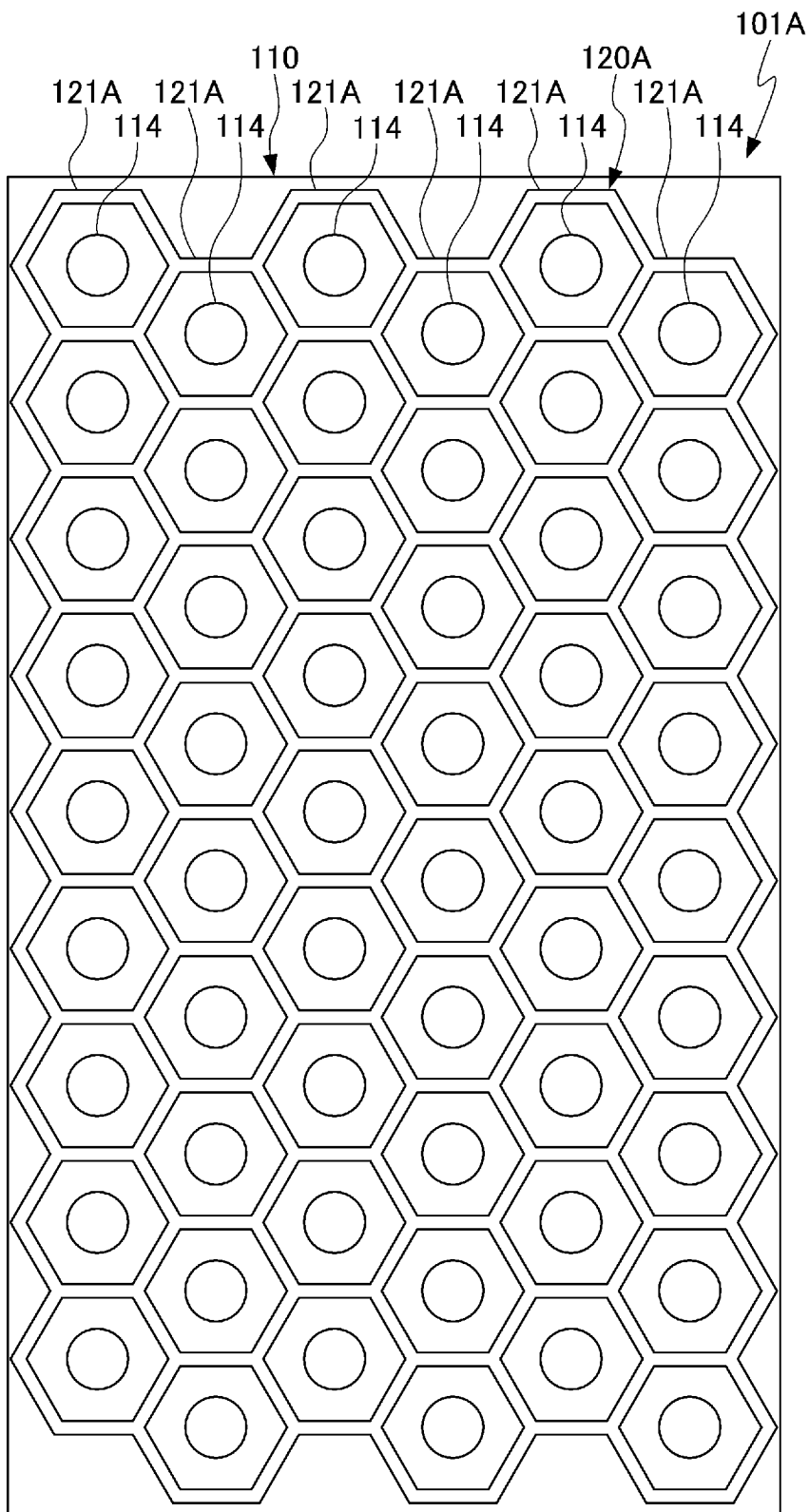
[図11]



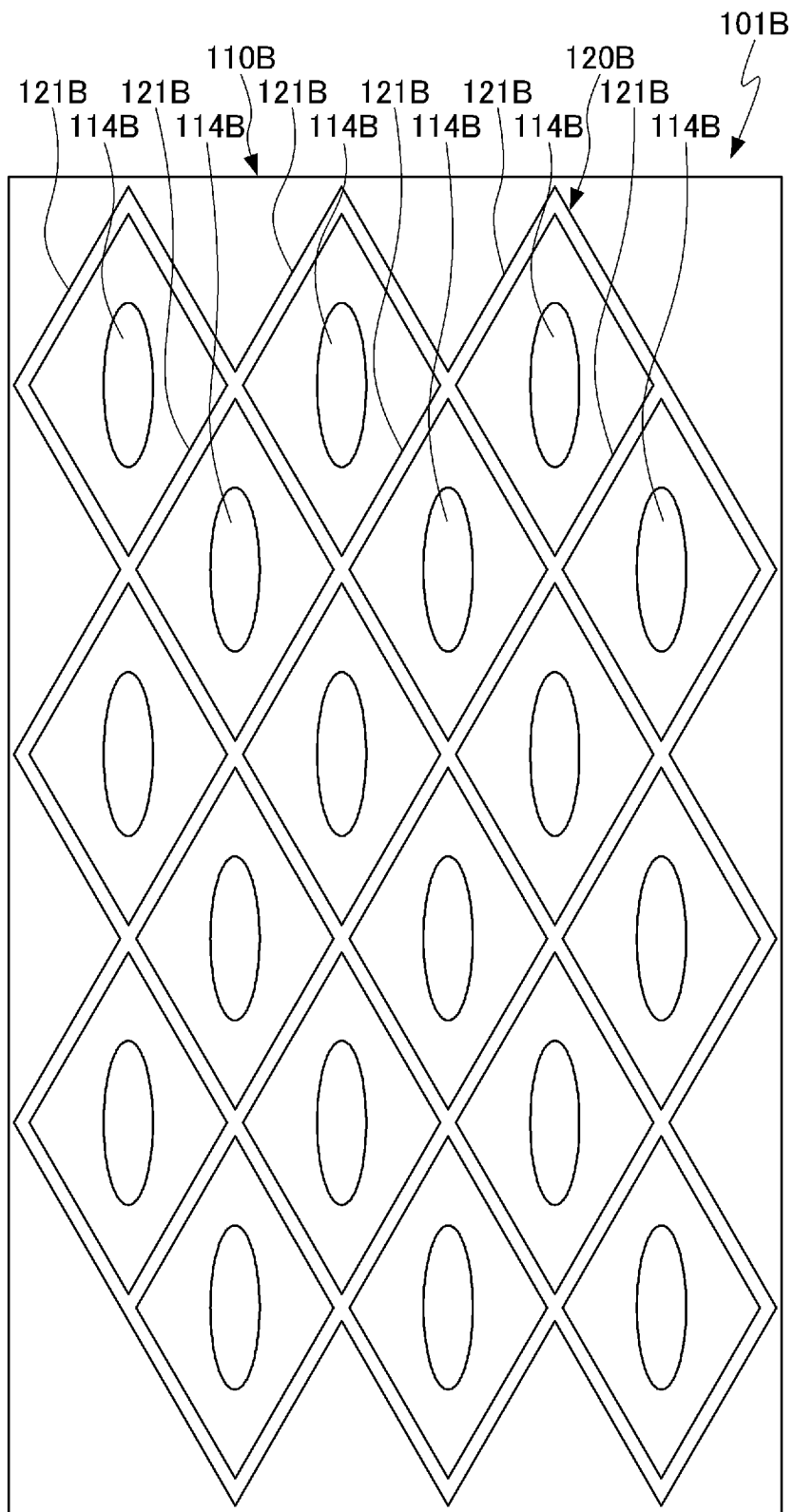
[図12]



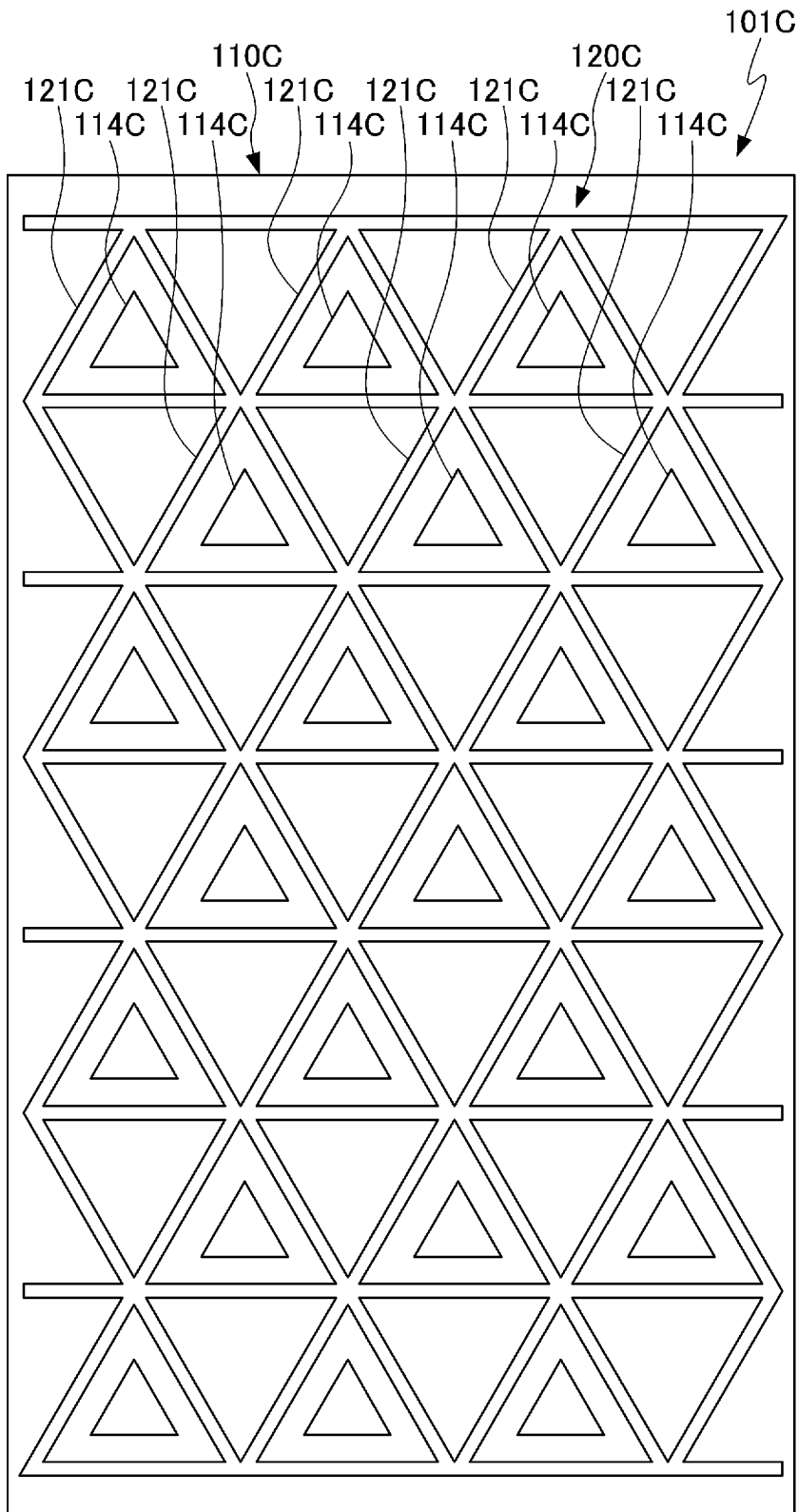
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/047232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 31/0352**(2006.01)i; **H01L 31/0224**(2006.01)i; **H01L 31/0747**(2012.01)i; **H01L 31/18**(2006.01)i

FI: H01L31/04 340; H01L31/04 262; H01L31/04 460; 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)

H01L31/02-31/078; H01L31/18-31/20

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.
X	WO 2010/138976 A1 (SOLEXEL, INC.) 02 December 2010 (2010-12-02) paragraphs [0063]-[0078], fig. 4A-7C	1, 3-9, 12-13
A		2, 10-11
A	WO 2006/120735 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 16 November 2006 (2006-11-16) entire text, all drawings	1-13
A	KR 10-1895842 B1 (KWANGMYUNG ELECTRIC ENGINEERING CO., LTD.) 07 September 2018 (2018-09-07) entire text, all drawings	1-13
A	CN 111091765 A (BEIJING HANERGY PHOTOVOLTAIC INVESTMENT CO., LTD.) 01 May 2020 (2020-05-01) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2002-16274 A (CANON INC) 18 January 2002 (2002-01-18) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2012-164919 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 30 August 2012 (2012-08-30) entire text, all drawings	1-13



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

28 February 2022

Date of mailing of the international search report

22 March 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.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims are classified into the following three inventions.

(Invention 1) Claims 1-2

Claim 1 lacks novelty in light of document 1 (see paragraphs [0063]-[0078], fig. 4A-7C), and thus does not have a special technical feature. However, claim 2 depends on claim 1 has the special technical feature in which “the semiconductor substrate is covered by the first semiconductor layer in the first peripheral surface portion, and the semiconductor substrate is exposed in the second peripheral surface portion.”

Thus, claims 1-2 are classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 3-4

It cannot be said that claims 3-4 have a special technical feature identical or corresponding to that of claim 2 classified as invention 1. Also, claims 3-4 are not dependent on claim 1. In addition, claims 3-4 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Thus, claims 3-4 cannot be classified as invention 1.

Also, claims 3-4 have the special technical feature “comprising: a process of forming an annular groove by irradiating a semiconductor substrate with a laser beam; and a process of separating an inner region of the annular groove of the semiconductor substrate by etching or cleaving a bottom portion of the annular groove, thus forming an opening in the semiconductor substrate,” and are thus classified as invention 2.

(Invention 3) Claims 5-13

It cannot be said that claims 5-13 have a special technical feature identical or corresponding to that of claim 2 classified as invention 1 or claim 3 classified as invention 2. In addition, claims 5-13 are not dependent on any of claims 1 and 3. Furthermore, claims 5-13 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1 or invention 2.

Thus, claims 5-13 cannot be classified as either invention 1 or 2 and are thus classified as invention 3.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/047232

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2010/138976	A1	02 December 2010	US	2010/0300518	A1	
				EP	2436028	A1	
WO	2006/120735	A1	16 November 2006	US	2009/0101197	A1	
				entire text, all drawings			
KR	10-1895842	B1	07 September 2018	(Family: none)			
CN	111091765	A	01 May 2020	(Family: none)			
JP	2002-16274	A	18 January 2002	US	2001/0054436	A1	
				entire text, all drawings			
				EP	1168458	A2	
				CN	1330413	A	
JP	2012-164919	A	30 August 2012	US	2013/0167901	A1	
				entire text, all drawings			
				WO	2012/108231	A1	
				EP	2674985	A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 31/0352(2006.01)i; H01L 31/0224(2006.01)i; H01L 31/0747(2012.01)i; H01L 31/18(2006.01)i FI: H01L31/04 340; H01L31/04 262; H01L31/04 460; 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）） H01L31/02-31/078; H01L31/18-31/20										
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 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	WO 2010/138976 A1 (SOLEXEL, INC.) 02.12.2010 (2010-12-02) 段落[0063]-[0078], 図4A-7C	1, 3-9, 12-13								
A		2, 10-11								
A	WO 2006/120735 A1 (三菱電機株式会社) 16.11.2006 (2006-11-16) 全文, 全図	1-13								
A	KR 10-1895842 B1 (KWANGMYUNG ELECTRIC ENGINEERING CO., LTD.) 07.09.2018 (2018-09-07) 全文, 全図	1-13								
A	CN 111091765 A (BEIJING HANERGY PHOTOVOLTAIC INVESTMENT CO., LTD.) 01.05.2020 (2020-05-01) 全文, 全図	1-13								
A	JP 2002-16274 A (キヤノン株式会社) 18.01.2002 (2002-01-18) 全文, 全図	1-13								
A	JP 2012-164919 A (富士電機株式会社) 30.08.2012 (2012-08-30) 全文, 全図	1-13								
☐ 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 “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 28.02.2022		国際調査報告の発送日 22.03.2022								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 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） 原 俊文 2K 4078 電話番号 03-3581-1101 内線 3255								

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲は、以下の3つの発明に区分される。

（発明1）請求項1－2

請求項1は、文献1（段落[0063]－[0078]及び図4A－7C参照）により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項1の従属請求項である請求項2は、「前記第1周面部において、前記半導体基板は前記第1半導体層によって被覆され、前記第2周面部において、前記半導体基板は露出する」という特別な技術的特徴を有する。

したがって、請求項1－2は発明1に区分される。

（発明2）請求項3－4

請求項3－4は、発明1に区分された請求項2と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。また、請求項3－4は、請求項1の従属請求項でもない。さらに、請求項3－4は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にない。

したがって、請求項3－4は、発明1に区分できないものである。

そして、請求項3－4は、「半導体基板にレーザ光を照射することによって環状溝を形成する工程と、前記環状溝の底部のエッチング又は割断により前記半導体基板の前記環状溝の内側の領域を分離することによって、前記半導体基板に開口を形成する工程と、を備える」という特別な技術的特徴を有するため、発明2に区分される。

（発明3）請求項5－13

請求項5－13は、発明1に区分された請求項2又は発明2に区分された請求項3と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。また、請求項5－13は、請求項1及び3のいずれの従属請求項でもない。さらに、請求項5－13は、発明1又は発明2に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にない。

したがって、請求項5－13に係る発明は、発明1及び2のいずれにも区分できないものであるため、発明3に区分される。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

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/JP2021/047232

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2010/138976	A1	02.12.2010	US	2010/0300518	A1	
				EP	2436028	A1	
WO	2006/120735	A1	16.11.2006	US	2009/0101197	A1	
				全文, 全図			
KR	10-1895842	B1	07.09.2018	(ファミリーなし)			
CN	111091765	A	01.05.2020	(ファミリーなし)			
JP	2002-16274	A	18.01.2002	US	2001/0054436	A1	
				全文, 全図			
				EP	1168458	A2	
				CN	1330413	A	
JP	2012-164919	A	30.08.2012	US	2013/0167901	A1	
				全文, 全図			
				WO	2012/108231	A1	
				EP	2674985	A1	