(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 9 月 7 日(07.09.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/117469 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/006077

(22) 国際出願日: 2011 年 10 月 31 日(31.10.2011)

(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 2011-042402 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) 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): 本間　運也 (HONMA, Kazunari) [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: 森下　賢樹 (MORISHITA, Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西２－１１－１２ 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, 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.

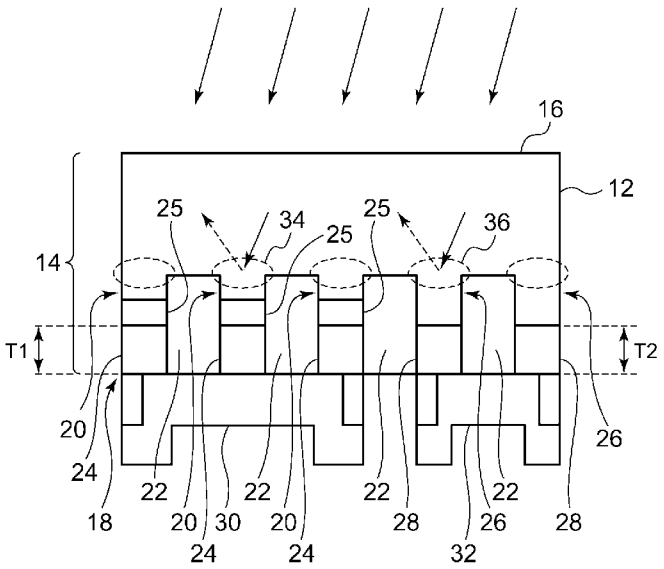
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) 発明の名称 : 光電変換装置

[図1]



10

(57) **Abstract**: A photoelectric conversion device (10) is provided with a photoelectric conversion layer (14) that has a first semiconductor layer (12) with one conductivity type. The photoelectric conversion layer (14) has a plurality of first columnar parts (20) formed on a back surface (18) side, which is on the opposite side from a light receiving surface (16), and an insulating part (22) provided so as to surround the side surfaces of the plurality of first columnar parts (20) and having an index of refraction smaller than the first columnar parts (20). The first columnar parts (20) have a diameter or diagonal line that is shorter than the wavelength of at least part of the light in the light passing through the first semiconductor layer (12), and a second semiconductor layer (24) that has a conductivity type that is the reverse of that of the first semiconductor layer (12) is formed.

(57) 要約: 光電変換装置１０は、一導電型の第１の半導体層１２を有する光電変換層１４を備える。光電変換層１４は、受光面１６とは反対側の裏面１８側に形成されている複数の第１の柱状部２０と、複数の第１の柱状部２０の側面を囲むように設けられ、第１の柱状部２０よりも屈折率が小さい絶縁部２２と、を有する。第１の柱状部２０は、第１の半導体層１２を通過した光の少なくとも一部の光の波長より短い直径または対角線を有するとともに、第１の半導体層１２に対して逆導電型の第２の半導体層２４が形成されている。

WO 2012/117469 A1

明　細　書

発明の名称 ： 光電変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池に好適な光電変換装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換装置として、いわゆる太陽電池の開発が各方面で精力的に行われている。太陽電池は、発生した電気を外部に取り出すための一対の電極が必要であるが、通常は、この電極を太陽光を受光する表面と、その反対側の裏面とに設けている。

[0003] しかしながら、受光面側の電極の下部領域には太陽光が入射しないため、その領域は発電に寄与しない。そのため、表面電極は変換効率の低下の一因となる。そこで、一対の電極を裏面に形成した太陽電池が開発されている（特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表２０１１－５０１４４２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、光を吸収することで電子正孔対を発生する半導体層は、材料費や製造プロセスにおけるコストの低減を考慮すると、より薄いことが望ましい。しかしながら、半導体層が薄すぎる場合、実用的な光の吸収が行われずに光が透過してしまうことになる。

[0006] 例えば、半導体層が主としてシリコンのような間接遷移型の材料からなる場合、光の吸収効率が悪いため、波長の長い光は吸収されずに半導体層を透過してしまう。特に、シリコンのバンドギャップＥｇより小さなエネルギーの光（波長が約１１００ｎｍ以上の光）は発電に寄与しない。

[0007] 本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的とするとこ

ろは、半導体層における光の吸収を更に向上させる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明のある態様の光電変換装置は、一導電型の第１の導電型を示す第１の半導体層を有する光電変換層を備える光電変換装置であって、光電変換層は、受光面とは反対側の裏面側に形成されている複数の第１の柱状部と、第１の柱状部の側面を囲むように設けられ、第１の柱状部よりも屈折率が小さい絶縁部と、を有する。第１の柱状部は、第１の半導体層を通過した光の少なくとも一部の光の波長より短い直径または対角線を有するとともに、第１の半導体層に対して逆導電型の第２の半導体層が形成されている。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、半導体層における光の吸収を更に向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。

[図2]図１に示す光電変換層の第１の柱状部、第２の柱状部および絶縁部を裏面側から見た状態を模式的に示した図である。

[図3]図２の要部拡大図である。

[図4]図４（ａ）、図４（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置の製造工程を説明するための図である。

[図5]図５（ａ）、図５（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置の製造工程を説明するための図である。

[図6]図６（ａ）、図６（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置の製造工程を説明するための図である。

[図7]図７（ａ）、図７（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置の製造工程を説明するための図である。

[図8]光の波長と所定の厚みの基板を透過する光子数との関係を示した図である。

[図9]図９（ａ）～図９（ｃ）は、第１の実施の形態に係る光電変換層における柱状部の変形例を説明するための図である。

[図10]第１の実施の形態に係る光電変換層における絶縁部の変形例を説明するための図である。

[図11]第２の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。

[図12]第３の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。

[図13]金属に直径ｄの孔が形成されている状態を示す模式図である。

[図14]図１４（ａ）、図１４（ｂ）は、第３の実施の形態に係る光電変換装置の製造工程を説明するための図である。

[図15]図１５（ａ）、図１５（ｂ）は、第３の実施の形態に係る光電変換装置の製造工程を説明するための図である。

[図16]第３の実施の形態に係る光電変換装置の製造工程を説明するための図である。

[図17]第４の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。

[0012] （第１の実施の形態）

図１は、第１の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。なお、以下の各図に示す各層、各部の縮尺や形状は、説明を容易にするために便宜的に設定されており、特に言及がない限り限定的に解釈されるものではない。

[0013] 図１に示すように、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０は、第１の導電型を示す第１の半導体層１２を有する光電変換層１４を備える。光電変換層１４は、受光面１６とは反対側の裏面１８側に形成されている複数の第１の柱状部２０と、複数の第１の柱状部２０の側面を囲むように設けられている絶縁部２２と、を有する。

[0014] 第１の半導体層１２は、単結晶のｎ型結晶シリコン層であり、屈折率は約３．５（光の波長が１．１μｍの場合）である。なお、屈折率はキャリア濃度や光の波長によって増減する。また、光電変換層１４の厚みは１００～１５０μｍである。結晶シリコン層の形態は、単結晶、多結晶、微結晶のいずれか、または、混合物であってもよい。

[0015] 第１の柱状部２０は、後述のプロセスによりｎ型結晶シリコンの一部が加工されることで形成される。第１の柱状部２０は、平面的に見て、第１の半導体層１２を通過した光の少なくとも一部の光の波長より短い寸法（直径または対角線）を有する。また、第１の柱状部２０は、第１の半導体層１２と反対の極性である第２の導電型を示す第２の半導体層２４が形成されている。第２の半導体層２４は、ｐ型不純物の濃度が高い領域（p^+層）である。また、第２の半導体層２４は、第１の柱状部２０の、第１の半導体層１２と対向する側と反対側の端部に形成されており、その厚みＴ１は約０．５μｍ～２．５μｍである。

[0016] なお、第１の柱状部２０では、ｎ型基板である第１の半導体層１２とp^+層である第２の半導体層２４との間に空乏層２５が形成されている。空乏層２５は、キャリア濃度が低いため、隣接する他の半導体層と比較して屈折率が大きくなる傾向にある。そのため、第１の柱状部２０内の領域においては、第１の柱状部２０を囲む絶縁部２２との屈折率差がさらに大きくなり、光の閉じ込め効果が高くなる。空乏層２５は、厚みが約０．５μｍである。空乏層２５の厚みはキャリア濃度に依存して増減する。

[0017] 光電変換層１４は、また、裏面１８側に形成されている複数の第２の柱状部２６を有している。第２の柱状部２６は、側面が絶縁部２２により囲まれ

ている。第２の柱状部２６は、平面的に見て、第１の半導体層１２を通過した光の少なくとも一部の光の波長より短い寸法（直径または対角線）を有する。また、第２の柱状部２６は、第１の半導体層１２と同じ極性である第１の導電型を示す第３の半導体層２８が形成されている。第３の半導体層２８は、第１の半導体層１２よりもｎ型不純物の濃度が高い領域（ｎ$^+$層）である。また、第３の半導体層２８は、第２の柱状部２６の、第１の半導体層１２と対向する側と反対側の端部に形成されており、その厚みＴ２は、第２の半導体層２４の厚みＴ１よりも薄く、約０．３μｍ～２．０μｍである。

[0018] 絶縁部２２は、シリコン酸化膜からなり、屈折率は約１．４５である。つまり、絶縁部２２は、第１の柱状部２０および第２の柱状部２６よりも屈折率が小さい。なお、絶縁部２２は、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜などの単層膜、あるいは、これらの積層膜であってもよい。

[0019] なお、光電変換装置１０においては、複数の第１の柱状部２０の先端に設けられた第１の電極３０、および、複数の第２の柱状部２６の先端に設けられた第２の電極３２が光電変換層１４の裏面１８側に設けられている。これにより、入射光が第１の電極３０および第２の電極３２で遮られることなく第１の半導体層１２に到達するため、電極を光電変換層１４の受光面１６側に設けた場合と比較して、光電変換装置１０の発電効率が向上する。

[0020] 次に、第１の柱状部２０、第２の柱状部２６および絶縁部２２の形状や配置について説明する。図２は、図１に示す光電変換層の第１の柱状部、第２の柱状部および絶縁部を裏面側から見た状態を模式的に示した図である。なお、図２では、光電変換層の一部のみを示してある。

[0021] 図２に示すように、複数の第１の柱状部２０は、第１の電極３０の上部領域に縦横方向に間隔を空けて配列している。同様に、複数の第２の柱状部２６は、第２の電極３２の上部領域に縦横方向に間隔を空けて配列している。柱状部同士の間は絶縁部２２が占めており、各柱状部の側面は、柱状部より屈折率の小さい絶縁部で完全に覆われている。つまり、各柱状部は、側面が互いに接していない。

[0022] 第１の柱状部２０は、図２に示すように、その水平断面が四角形である角柱である。この場合、第１の柱状部２０の対角線Ｄ１より長い波長の光は、第１の柱状部２０よりも屈折率の小さい絶縁部２２で囲まれているので、第１の柱状部２０の中には伝播できない。そのため、図１に示すように、第１の半導体層１２を通過した光のうち、第１の柱状部２０の対角線Ｄ１よりも長い波長の光は、第１の柱状部２０の基部３４で反射される。そのため、第１の柱状部２０の対角線Ｄ１より長い波長の光は、実質的に第１の半導体層１２における行路長が長くなり、第１の半導体層１２で吸収されやすくなる。

[0023] また、第１の柱状部２０内にｐ$^+$層である第２の半導体層２４を設けたことで、第１の柱状部２０内に空乏層２５が生じる。空乏層２５は、第１の半導体層１２に比べて相対的に屈折率が大きいので、第１の柱状部２０内の領域においては、第１の柱状部２０を囲む絶縁部２２との屈折率差がさらに大きくなり、上記効果をより顕著に享受することができる。

[0024] また、空乏層２５は、第１の半導体層１２の、第１の柱状部２０以外の領域にまで達していてもよい。この場合、絶縁部２２の底部全体あるいは底部の一部に絶縁部２２と空乏層２５との境界が生じ、その部分における屈折率差が大きくなる。このように、屈折率差が大きい部分が存在することで、絶縁部２２と空乏層２５との境界での光の反射を高めることができる。

[0025] なお、半導体層を通過した光がｐ$^+$層に入射してキャリア（電子正孔対）を発生させても、ｐ$^+$層内ではキャリアはすぐに再結合して消失してしまうため、裏面電極を利用して光を反射させる場合には、その分発電効率が落ちてしまう。第１の実施の形態では、ｐ$^+$層である第２の半導体層２４よりも第１の半導体層１２側で光を反射させているので、裏面電極である第１の電極３０を利用して光を反射させる場合に比べて、光を吸収して発生したキャリアが再結合により消失することが低減される。その結果、光電変換装置の発電効率を高めることができる。

[0026] 同様に、第２の柱状部２６は、図２に示すように、その水平断面が四角形

である角柱である。この場合、第２の柱状部２６の対角線Ｄ２より長い波長の光は、第２の柱状部２６よりも屈折率の小さい絶縁部２２で囲まれているので、第２の柱状部２６の中には伝播できない。そのため、図１に示すように、第１の半導体層１２を通過した光のうち、第２の柱状部２６の対角線Ｄ２よりも長い波長の光は、第２の柱状部２６の基部３６で反射される。そのため、第２の柱状部２６の対角線Ｄ２より長い波長の光は、実質的に第１の半導体層１２における行路長が長くなり、第１の半導体層１２で吸収されやすくなる。

[0027] なお、半導体層を通過した光がｎ$^+$層に入射してキャリア（電子正孔対）を発生させても、ｎ$^+$層内ではキャリアはすぐに再結合して消失してしまうため、裏面電極を利用して光を反射させる場合には、その分発電効率が落ちてしまう。第１の実施の形態では、ｎ$^+$層である第３の半導体層２８よりも第１の半導体層１２側で光を反射させているので、裏面電極である第２の電極３２を利用して光を反射させる場合に比べて、光を吸収して発生したキャリアが再結合により消失することが低減される。その結果、光電変換装置の発電効率を高めることができる。

[0028] また、光電変換層１４においては、相対的に屈折率の大きい第１の柱状部２０（または第２の柱状部２６）の側面が、相対的に屈折率の小さい絶縁部２２により囲まれている。つまり、両者の屈折率差に起因して、第１の柱状部２０（または第２の柱状部２６）の内面では反射が起こりやすくなっている。そのため、仮に対角線Ｄ１（または対角線Ｄ２）よりも短い波長の光が第１の柱状部２０（または第２の柱状部２６）の内部を伝播しても、絶縁部２２に漏れ出ることが抑制される。その結果、第１の柱状部２０（または第２の柱状部２６）の内部を伝播する光の行路長が長くなり、光が吸収されやすくなる。

[0029] 第１の柱状部２０の対角線Ｄ１の長さは、０．３μｍ以上３μｍ以下である。太陽光に含まれる光の波長は、０．３～３μｍの範囲にほぼ含まれている。そのため、第１の柱状部２０の対角線Ｄ１の長さが３μｍを超えている

場合、地上に到達する太陽光に含まれる光を実質的に反射できない。一方、第１の柱状部２０の対角線Ｄ１の長さが０．３μｍ未満の場合、第１の柱状部２０の製造の難易度が上がるが、太陽光に含まれる光のうち反射される波長の光は実質的に変わらない。そのため、対角線の長さが０．３μｍ未満となるように第１の柱状部２０を構成する必要性は乏しい。このような理由により、第１の柱状部２０の対角線Ｄ１の長さが設定されている。

[0030] 同様の理由により、第２の柱状部２６の対角線Ｄ２の長さは、０．３μｍ以上３μｍ以下が好ましい。

[0031] 次に、各柱状部の高さについて説明する。第１の柱状部２０の高さは、３μｍ以下である。第１の柱状部２０の高さより波長の長い光は、仮に第１の柱状部２０の基部３４で反射せずに第１の柱状部２０の内部を伝播しても、吸収されずに透過してしまう可能性がある。そのため、光が透過しないようにするという観点からは第１の柱状部２０の高さを高くすることが望ましいが、反対に抵抗が増大してしまう。そこで、第１の柱状部の高さを光の波長以下である３μｍ以下とすることで、光の透過の抑制と抵抗の増加の抑制とを両立させることが可能となる。

[0032] 同様の理由により、第２の柱状部２６の高さは、３μｍ以下が好ましい。

[0033] 次に、絶縁部の形状について説明する。図３は、図２の要部拡大図である。図２、図３に示すように、絶縁部２２は、第１の柱状部２０および第２の柱状部２６以外の部分である。一つの絶縁部２２ａは、４つの角部で隣接する４つの絶縁部２２ｂとつながっている。図３に示す絶縁部２２ａは、柱状部の対角線の長さまたは直径の値を設定する理由と同様に、その水平断面での寸法が０．３μｍ以上３μｍ以下が好ましい。ここで、隣接して対向する第１の柱状部２０（第２の柱状部２６）同士の間隔をＷと定義すると、絶縁部２２ａの寸法は、近似的にＷ×$\sqrt{2}$で定義される。

[0034] 以上の説明においては、各柱状部を角柱として説明したが、角柱の角部が丸みを帯びていてもよく、また各柱状部が円柱であってもよい。円柱の場合、角柱の対角線として設定されている上述の数値は、円柱の直径として置き

換えてもよい。また、角柱の場合、上面の全ての辺の長さが等しい必要はなく、第１の実施の形態における第１の柱状部２０や第２の柱状部２６のように上面が正方形である必要もない。例えば、上面が長方形である角柱であってもよい。

[0035] 次に、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０の製造方法について説明する。図４（ａ）、図４（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０の製造工程を説明するための図である。図５（ａ）、図５（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０の製造工程を説明するための図である。図６（ａ）、図６（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０の製造工程を説明するための図である。図７（ａ）、図７（ｂ）は、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０の製造工程を説明するための図である。

[0036] はじめに、図４（ａ）に示すように、厚みが１０～１５０μｍ程度のｎ型結晶シリコンの基板４０を用意する。次に、基板４０の一方の面上に所定のパターンのマスクをし、マスク以外の部分にシリコン酸化膜４２およびシリコン窒化膜４４をプラズマＣＶＤ法により形成する（図４（ｂ））。第１の実施の形態では、シリコン酸化膜４２の厚みは２０ｎｍ以下、シリコン窒化膜４４の厚みは２００ｎｍ以下である。その後、シリコン酸化膜４２およびシリコン窒化膜４４をマスクとして基板４０の一部をエッチングすることで、複数の溝４６が形成される。また、溝４６を挟んで複数の柱状部４７が形成される。

[0037] 次に、酸素を用いたドライ酸化を基板４０に施すことによりにより、溝４６の内壁にシリコン酸化膜４８が形成される（図５（ａ）参照）。更に、高密度プラズマＣＶＤ法により、少なくとも溝４６が埋まるまでシリコン酸化膜５０を基板４０上に成膜する（図５（ｂ））。本実施の形態では、シリコン酸化膜５０の厚みは２０００ｎｍ以下である。

[0038] 次に、反応性イオンエッチング法により基板４０の一方の面をエッチバックする（図６（ａ））。次に、基板４０のエッチバックされた面の所定の領域に、ｎ型不純物の拡散源として、リンを含むＰＳＧ(Phospho Silicate Gla

ss)液をスピンコート法により塗布しＰＳＧ膜５２を形成する。更に、基板４０が露出している面、および、ＰＳＧ膜５２の表面に、ｎ型不純物の拡散源として、ボロンを含むＢＳＧ（Boron Silicate Glass）液をスピンコート法により塗布しＢＳＧ膜５４を形成する（図６（ｂ））。ＰＳＧ膜５２およびＢＳＧ膜５４は、約２００ｎｍ以下の厚みである。

[0039] 次に、基板４０を熱処理することで、不純物濃度の高い拡散層５６，５８が各柱状部４７ａ，４７ｂに形成される（図７（ａ））。そして、ＰＳＧ膜５２およびＢＳＧ膜５４の一部を除去し、電極６０，６２を形成することで、光電変換装置１０が製造される（図７（ｂ））。電極の材料としては、アルミニウムや銅が好ましい。電極をアルミニウムで形成する場合、蒸着法が好適である。一方、電極を銅で形成する場合、スパッタリング法やメッキ法が好適である。

[0040] ここで、図７（ｂ）に示す光電変換装置７０における各部と、図１に示す光電変換装置１０における各部との対応関係を説明する。柱状部４７ａは、第１の柱状部２０に相当する。柱状部４７ｂは、第２の柱状部２６に相当する。シリコン酸化膜４８およびシリコン酸化膜５０は、絶縁部２２に相当する。拡散層５６は、ｐ型不純物濃度の高い第２の半導体層２４に相当し、拡散層５８は、ｎ型不純物濃度が高い第３の半導体層２８に相当する。電極６０は、第１の電極３０に相当し、電極６２は、第２の電極３２に相当する。

[0041] 次に、柱状部の径についての最適値の範囲について更に検討する。図８は、光の波長と所定の厚みの基板を透過する光子数との関係を示した図である。図８では、基板の厚みを、０μｍ、０．１μｍ、１μｍ、１０μｍ、５０μｍ、１００μｍ、１５０μｍ、３００μｍ、１００００μｍと変化させて計算した結果を重ねて示してある。図８に示すように、シリコン基板は、透過させる光子の数に波長依存性がある。

[0042] シリコン基板の厚みが０μｍの場合、つまり基板での光の吸収が一切ない場合の波長毎の光子数は、図８に示すグラフＧ１に示すようになる。そして、グラフＧ１に対して他のグラフでは短波長側の光子の透過数の減少率が大

きい。特に、シリコン基板の厚みが厚くなるほどその傾向は顕著になる。一方、シリコン基板の厚みが１００００μｍ（１０ｍｍ）の場合、グラフＧ２に示すように、波長が約１２００ｎｍ以上の光はほとんど透過し、吸収されない。

[0043] このように、波長が長い光ほどシリコン基板で吸収されにくくなる一方、シリコン基板の厚みが厚いほど光の吸収率は向上する。つまり、シリコン基板が厚くなれば、シリコン基板内で無理なく吸収される光の波長域の上限値λｍａｘも大きくなる。そのため、前述の柱状部で反射させる必要のある光は、上限値λｍａｘよりも大きければよい。

[0044] 例えば、シリコン基板の厚みが１０μｍの場合、図８に示すグラフＧ３に示すように、上限値λｍａｘは約６００ｎｍである。したがって、シリコン基板を透過するまでに完全には吸収されない６００ｎｍ以上の波長の光を前述の絶縁部で囲まれた柱状部で構成される領域で反射させれば、吸収されにくい長波長側の光の行路長が実質的に延びることとなり、全体として光の吸収率が向上する。つまり、シリコン基板の厚みが１０μｍの場合、柱状部の対角線の長さ（または直径）は、０．６μｍ以下であればよい。同様の理由により、絶縁部２２ａの寸法は、０．６μｍ以下であればよい。

[0045] 同様に、シリコン基板の厚みが５０μｍの場合、図８に示すグラフＧ４に示すように、上限値λｍａｘは約８００ｎｍである。したがって、柱状部の対角線の長さ（または直径）は、０．８μｍ以下であればよい。同様の理由により、絶縁部２２ａの寸法は、０．８μｍ以下であればよい。

[0046] 同様に、シリコン基板の厚みが１００μｍの場合、図８に示すグラフＧ５に示すように、上限値λｍａｘは約９００ｎｍである。したがって、柱状部の対角線の長さ（または直径）は、０．９μｍ以下であればよい。同様の理由により、絶縁部２２ａの寸法は、０．９μｍ以下であればよい。

[0047] 同様に、シリコン基板の厚みが１５０μｍの場合、図８に示すグラフＧ６に示すように、上限値λｍａｘは約９５０ｎｍである。したがって、柱状部の対角線の長さ（または直径）は、０．９５μｍ以下であればよい。同様の

理由により、絶縁部２２ａの寸法は、０．９５μｍ以下であればよい。

[0048] なお、シリコン基板の厚みが前述の値以外の場合における柱状部の対角線の長さ（または直径）の上限値は、直線近似や曲線近似により適宜求めればよい。同様に、シリコン基板の厚みが前述の値以外の場合における絶縁部の寸法の上限値は、直線近似や曲線近似により適宜求めればよい。

[0049] 次に、各柱状部や絶縁部の形状の変形例について説明する。図９（ａ）～図９（ｃ）は、第１の実施の形態に係る光電変換層における柱状部の変形例を説明するための図である。

[0050] 図９（ａ）に示す光電変換層７２においては、第１の柱状部７４および第２の柱状部７６は、いずれも基板中心部から表面に向かってテーパが形成されている。そのため、長波長の光を柱状部の基部でより確実に反射される。

[0051] また、図９（ｂ）に示す光電変換装置７８は、第１の柱状部８０および第２の柱状部８２の基部８４，８６の一部が基板表面に対して斜めに形成されている。換言すると、絶縁部８８の底部８８ａは、円錐状や半球状のように形成されているとよい。これにより、第１の半導体層１２を通過した光が絶縁部８８の底部８８ａで反射されやすくなる。

[0052] また、図９（ｃ）に示す光電変換層９０においては、第１の柱状部９２，９４および第２の柱状部９６，９８の高さがそれぞれ異なっている。これにより、第１の半導体層１２を透過した光は、様々な方向に反射されやすくなる。なお、柱状部の高さ、対角線の長さ（または直径）、絶縁部の深さ、幅等は、基板４０の面内の一部の領域で異なっていてもよい。これにより、様々な方向に光が反射されやすくなるので、光の行路長が長くできる。

[0053] なお、各柱状部における光の反射によって次の効果も期待できる。例えば、波長の長い入射光が前述の各柱状部の基部で反射されると、近接場光といわれる光が発生する。近接場光は、固体中の素励起（フォノン、プラズモン）と結合してポラリトンを形成する。または、近接場光は、電子と結合してドレストフォトンを形成する。これらの状態は入射光のエネルギーよりも高くなる可能性があり、光電変換層（半導体層）が光電変換できない波長の光

についても、光電変換層で吸収できる。その結果、光電変換装置１０の発電効率が向上する。

[0054] 次に、絶縁部の底部側にナノ粒子を含有させた状態について説明する。図１０は、第１の実施の形態に係る光電変換層１４における絶縁部の変形例を説明するための図である。

[0055] 図１０に示す絶縁部２２は、溝の底部側にナノ粒子１００が堆積している。ナノ粒子１００は、図５（ａ）に示す工程で溝の内壁にシリコン酸化膜４８を形成した後に、堆積する。ナノ粒子１００は、例えば、Ａｕ、Ａｇ、Ｃｕ、Ｐｔ、Ｗ、Ｍｏ、Ｎｉ、ＺｎＳ、ＣｄＳｅ、Ｓｉ、表面にＣｕコートしたＳｉ、などの金属材料または合金材料からなるナノ粒子が好適である。ナノ粒子１００の平均粒径は、絶縁部２２の溝部に堆積できる大きさであれば特に限定されないが、例えば、１０００ｎｍ以下の大きさであってもよい。

[0056] 前述のように、柱状部の基部で入射光が反射すると、近接場光が発生する。近接場光は、反射点のごく近傍にしみ出すため、絶縁部２２の底部にナノ粒子１００が堆積していると、ナノ粒子１００表面に対して表面プラズモンが発生しやすくなる。このため、前述の通り発電効率を向上させることができる。

[0057] （第２の実施の形態）

図１１は、第２の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。なお、前述の各図と同じ構成については同じ符号を付して説明を適宜省略する。図１１に示す光電変換装置１１０は、絶縁部２２の底部２３ａおよび側部２３ｂに、第１の半導体層１２と同じ導電型でキャリア濃度の高いｎ層１１２が形成されている。なお、ｎ層１１２は、この後形成される第３の半導体層２８よりもキャリア濃度が低くなるように形成されている。これにより、光電変換装置１１０の受光面１６側だけでなく裏面１８側における少数キャリアの再結合の低減が図られ、光電変換装置１１０の特性が向上する。

[0058] ｎ層１１２は、例えば、以下の方法で形成される。図５（ａ）で示す工程

の後に、ＰＳＧ液をスピンコート法により塗布し、ＰＳＧ膜を形成する。なお、この際に形成されるＰＳＧ膜は、前述のＰＳＧ膜５２よりも不純物濃度が少なく調整してある。その後、図５（ｂ）で示す工程を行う。そして、図７（ａ）で示す工程における熱処理により、キャリア濃度の高いｎ層１１２は、拡散層５６，５８と同時に形成される。

[0059] （第３の実施の形態）

図１２は、第３の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。なお、前述の各図と同じ構成については同じ符号を付して説明を適宜省略する。

[0060] 図１２に示す光電変換装置２１０は、光電変換層１４の受光面１６側には、保護膜（パッシベーション膜）２７が積層されている。保護膜２７の上には窒化シリコン（ＳｉＮ）からなる反射防止膜２９が積層されている。

[0061] 光電変換装置２１０は、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０と同様に、第１の柱状部２０の対角線よりも長い波長の光が、第１の柱状部２０の基部３４で反射される。そのため、第１の柱状部２０の対角線より長い波長の光は、実質的に第１の半導体層１２における行路長が長くなり、第１の半導体層１２で吸収されやすくなる。また、第１の半導体層１２を通過した光のうち、第２の柱状部２６の対角線よりも長い波長の光は、第２の柱状部２６の基部３６で反射される。そのため、第２の柱状部２６の対角線より長い波長の光は、実質的に第１の半導体層１２における行路長が長くなり、第１の半導体層１２で吸収されやすくなる。したがって、光電変換装置２１０は、第１の実施の形態に係る光電変換装置１０と同様に、半導体層における光の吸収を更に向上させることができる。

[0062] 光電変換装置２１０は、図１２に示すように、第１の柱状部２０および絶縁部２２の表面に形成されている第１の金属配線層として機能する第１の電極３０を有する。第１の電極３０は、その一部が第１の柱状部２０の頂部２０ａよりも第１の半導体層１２側に向かって突出するように形成されている第１の突出部３０ａを有している。また、第１の突出部３０ａは、第１の柱

状部２０と隣接する第１の柱状部２０との間の絶縁部２２を覆うように形成されている。つまり、金属配線の一部を構成している第１の突出部３０ａは、第１の柱状部２０の頂部２０ａ近傍の側面を囲むように設けられている。

[0063] そのため、第１の柱状部２０は、その一部が、導波管として機能すると考えられる。導波管は、その対角線や直径よりも長い波長の光を反射する。その結果、第１の半導体層１２を通過した光のうち、第１の柱状部２０の基部３４で反射されずに第１の柱状部２０を通過して進んでいく光があっても、少なくともその一部を反射することができる。

[0064] このように、第１の柱状部２０の頂部２０ａ近傍が金属材料で囲まれるように構成することで、第１の柱状部２０を通過してきた光の少なくとも一部が反射され、拡散層である第２の半導体層２４に入射する光が減少する。そのため、第２の半導体層２４での小数キャリアの再結合が抑制され、変換効率の向上が期待される。

[0065] また、光電変換装置２１０は、図１２に示すように、第２の柱状部２６および絶縁部２２の表面に形成されている第２の金属配線層として機能する第２の電極３２を有する。第２の電極３２は、その一部が第２の柱状部２６の頂部２６ａよりも第１の半導体層１２側に向かって突出するように形成されている第２の突出部３２ａを有している。また、第２の突出部３２ａは、第２の柱状部２６と隣接する第２の柱状部２６との間の絶縁部２２を覆うように形成されている。つまり、金属配線の一部を構成している第２の突出部３２ａは、第２の柱状部２６の頂部２６ａ近傍の側面を囲むように設けられている。

[0066] そのため、第２の柱状部２６は、その一部が、導波管として機能すると考えられる。導波管は、その対角線や直径よりも長い波長の光を反射する。その結果、第１の半導体層１２を通過した光のうち、第２の柱状部２６の基部３６で反射されずに第２の柱状部２６を通過して進んでいく光があっても、少なくともその一部を反射することができる。

[0067] このように、第２の柱状部２６の頂部２６ａ近傍が金属材料で囲まれるよ

うに構成することで、第２の柱状部２６を通過してきた光の少なくとも一部が反射され、拡散層である第３の半導体層２８に入射する光が減少する。そのため、第３の半導体層２８での小数キャリアの再結合が抑制され、変換効率の向上が期待される。

[0068] 次に、各柱状部を導波管とみなした場合の、各柱状部の好適な大きさについて説明する。図１３は、金属に直径ｄの孔が形成されている状態を示す模式図である。図１３に示す形状は、円筒形導波管と同じ構造である。

[0069] このような直径ｄの円筒形導波管の遮断周波数$ν_c$は以下の式（１）で示される。

$ν_c = 1.841c/(\pi \times d)$ ・・・式（１）

ここで、ｃは光速度である。

[0070] したがって、直径（対角線）ｄ＝０．５μｍの場合、波長λ（＝ｃ／$ν_c$）は０．８５μｍ程度となり、この波長以上の光は孔に侵入できないことになる。そこで、このような知見に基づいて、各柱状部の直径や対角線の長さを適宜決定するとよい。

[0071] 次に、第３の実施の形態に係る光電変換装置２１０の製造方法について説明する。なお、周知の工程や説明については適宜省略する。図１４（ａ）、図１４（ｂ）は、第３の実施の形態に係る光電変換装置２１０の製造工程を説明するための図である。図１５（ａ）、図１５（ｂ）は、第３の実施の形態に係る光電変換装置２１０の製造工程を説明するための図である。図１６は、第３の実施の形態に係る光電変換装置２１０の製造工程を説明するための図である。

[0072] はじめに、図１４（ａ）に示すように、不純物濃度の高い拡散層１７２，１７４が形成されている、厚みが１０～１５０μｍ程度のｎ型結晶シリコンの基板４０を用意する。拡散層１７２は、ｐ型不純物濃度の高い第２の半導体層２４に相当し、拡散層１７４は、ｎ型不純物濃度が高い第３の半導体層２８に相当する。次に、基板４０の一方の面上に所定のパターンのマスクをし、マスク以外の部分にシリコン酸化膜１７６およびレジスト膜１７８をプ

ラズマＣＶＤ法により形成する。その後、シリコン酸化膜１７６およびレジスト膜１７８をマスクとして基板４０の一部をエッチングすることで、複数の孔部１４６が形成される。また、孔部１４６を挟んで複数の柱状部４７が形成される（図１４（ｂ）参照）。

[0073] 次に、酸素を用いたドライ酸化を基板４０に施すことにより、基板４０の受光面１６側にパッシベーション用の保護膜２７が形成されるとともに、裏面１８側もシリコン酸化膜４８で覆われる。これにより、孔部１４６の内壁にシリコン酸化膜４８が形成される（図１５（ａ）参照）。次に、基板４０の裏面１８側にスピン・オン・ガラス（ＳＯＧ）１８０を塗布し、孔部１４６全体をＳＯＧ１８０で充填する（図１５（ｂ）参照）。また、保護膜２７の上に窒化シリコン（ＳｉＮ）からなる反射防止膜２９を形成する。

[0074] 次に、図１６に示すように、周知のフォトリソグラフ技術を用いてコンタクトホール１８２を形成する。コンタクトホール１８２を形成する際、シリコン酸化膜４８とＳＯＧ１８０とのエッチングレートは互いに大きく異なっている。具体的には、ＳＯＧ１８０のエッチングレートは、シリコン酸化膜４８のエッチングレートの３倍程度である。したがって、コンタクトホール１８２を形成しようとすると、シリコン酸化膜４８表面とＳＯＧ１８０表面との間で段差１８４が生じる。

[0075] この状態で、電極３０，３２（図１２参照、図１６では不図示。）を形成することで、光電変換装置２１０が製造される（図１２参照）が、前述の理由により各電極と各半導体層との接続信頼性は十分確保される。なお、電極の材料としては、アルミニウム（Ａｌ）や銅（Ｃｕ）が好ましい。電極をアルミニウム（Ａｌ）で形成する場合、蒸着法が好適である。一方、電極を銅（Ｃｕ）で形成する場合、スパッタリング法やメッキ法が好適である。

[0076] ここで、図１６に示す光電変換装置２２０における各部と、図１３に示す光電変換装置２１０における各部との対応関係を説明する。柱状部４７ａは、第１の柱状部２０に相当する。柱状部４７ｂは、第２の柱状部２６に相当する。シリコン酸化膜４８およびＳＯＧ１８０からなる孔部１４６は、絶縁

部２２に相当する。拡散層１７２は、ｐ型不純物濃度の高い第２の半導体層２４に相当し、拡散層１７４は、ｎ型不純物濃度が高い第３の半導体層２８に相当する。

[0077] （第４の実施の形態）

図１７は、第４の実施の形態に係る光電変換装置の断面を模式的に示した図である。なお、前述の各図と同じ構成については同じ符号を付して説明を適宜省略する。

[0078] 図１７に示す光電変換装置３１０は、第３の実施の形態に係る光電変換装置２１０とほぼ同様の構成であるが、図１２に示す光電変換装置２１０の絶縁部２２の部分が全て電極と同じ材料で充填されている点が大きく異なる。

[0079] つまり、光電変換装置２１０の第１の電極３０と同様に機能する第４の実施の形態に係る第１の電極１３０は、第１の柱状部２０同士の間の領域をシリコン酸化膜４８を介して全て充填する第１の突出部１３０ａを有している。つまり、第１の突出部１３０ａは、第１の柱状部２０に形成されている第２の半導体層２４の側面を囲むように設けられている。また、第１の突出部１３０ａは、その先端が、第１の半導体層１２と第２の半導体層２４との境界領域よりも受光面１６側に位置するように設けられている。

[0080] これにより、第１の柱状部２０の側面のほとんどが金属材料で囲まれているため、第１の柱状部２０の基部３４に到達した光のうち、前述の式（１）で算出される波長λ以上の光は第１の柱状部２０に侵入できずに基部３４で反射されることになる。基部３４は、拡散層である第２の半導体層２４よりも受光面１６側に位置するため、第２の半導体層２４に入射する光が更に減少する。そのため、第２の半導体層２４での小数キャリアの再結合が更に抑制され、変換効率の更なる向上が期待される。

[0081] また、光電変換装置２１０の第１の電極３０と同様に機能する第４の実施の形態に係る第２の電極１３２は、第２の柱状部２６同士の間の領域をシリコン酸化膜４８を介して全て充填する第２の突出部１３２ａを有している。つまり、第２の突出部１３２ａは、第２の柱状部２６に形成されている第３

の半導体層２８の側面を囲むように設けられている。また、第２の突出部１３２ａは、その先端が、第１の半導体層１２と第３の半導体層２８との境界領域よりも受光面１６側に位置するように設けられている。

[0082] これにより、第２の柱状部２６の側面のほとんどが金属材料で囲まれているため、第２の柱状部２６の基部３６に到達した光のうち、前述の式（１）で算出される波長λ以上の光は第２の柱状部２６に侵入できずに基部３６で反射されることになる。基部３６は、拡散層である第３の半導体層２８よりも受光面１６側に位置するため、第３の半導体層２８に入射する光が更に減少する。そのため、第３の半導体層２８での小数キャリアの再結合が更に抑制され、変換効率の更なる向上が期待される。

[0083] 以上、本発明を上述の各実施の形態を参照して説明したが、本発明は上述の各実施の形態に限定されるものではなく、各実施の形態の構成を適宜組み合わせたものや置換したものについても本発明に含まれるものである。また、当業者の知識に基づいて各実施の形態における組合せや処理の順番を適宜組み替えることや各種の設計変更等の変形を各実施の形態に対して加えることも可能であり、そのような変形が加えられた実施の形態も本発明の範囲に含まれうる。

[0084] 具体的には、Ｐ型結晶シリコンに柱状部を設け、この柱状部に逆の導電型のｎ$^{+}$層を設けた光電変換装置としてもよい。

[0085] また、本実施の形態では、各柱状部の側面が互いに接していない例を示したが、これに限られない。例えば、柱状部の側面の一部（例えば、柱状部の角同士）が接してつながっていてもよい。また、柱状部が絶縁部からなり、その側面を囲むように第１の半導体層を設けた構成であってもよい。こうした場合にも、対応する部分の寸法を本実施の形態のように光の波長以下に設定すれば、本実施の形態と同様の効果を享受することができる。

符号の説明

[0086] １０ 光電変換装置、 １２ 第１の半導体層、 １４ 光電変換層、１６ 受光面、 １８ 裏面、 ２０ 第１の柱状部、 ２２ 絶縁部、

２３ａ　底部、　２３ｂ　側部、　２４　第２の半導体層、　２６　第２の柱状部、　２８　第３の半導体層、　３０　第１の電極、　３２　第２の電極、　３４，３６　基部、　４０　基板、　１００　ナノ粒子。

産業上の利用可能性

［0087］　本発明は、太陽電池に好適な光電変換装置に関する。

請求の範囲

[請求項1] 一導電型の第１の半導体層を有する光電変換層を備える光電変換装置であって、

前記光電変換層は、

受光面とは反対側の裏面側に形成されている複数の第１の柱状部と、

前記第１の柱状部の側面を囲むように設けられ、前記第１の柱状部よりも屈折率が小さい絶縁部と、を有し、

前記第１の柱状部は、前記第１の半導体層を通過した光の少なくとも一部の光の波長より短い直径または対角線を有するとともに、前記第１の半導体層に対して逆導電型の第２の半導体層が形成されていることを特徴とする光電変換装置。

[請求項2] 前記第１の柱状部の直径または対角線は、０．３μｍ以上３μｍ以下であることを特徴とする請求項１に記載の光電変換装置。

[請求項3] 前記絶縁部は、隣接して対向する前記第１の柱状部同士の間隔をＷとした場合に、寸法Ｗ×√２の値が前記第１の半導体層を通過した光の少なくとも一部の光の波長より短くなるように、構成されていることを特徴とする請求項１または２に記載の光電変換装置。

[請求項4] 前記第１の柱状部および前記絶縁部の表面に形成されている第１の金属配線層を更に有し、

前記第１の金属配線層は、その一部が前記第１の柱状部の頂部よりも前記第１の半導体層側に向かって突出するように形成されている第１の突出部を有していることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の光電変換装置。

[請求項5] 前記第１の突出部は、前記第１の柱状部に形成されている前記第２の半導体層の側面を囲むように設けられていることを特徴とする請求項４に記載の光電変換装置。

[請求項6] 前記第１の突出部は、その先端が、前記第１の半導体層と前記第２

の半導体層との境界領域よりも受光面側に位置するように設けられていることを特徴とする請求項４または５に記載の光電変換装置。

[請求項7] 前記光電変換層は、

受光面とは反対側の裏面側に形成されている複数の第２の柱状部と、

前記第２の柱状部の側面を囲むように設けられ、前記第２の柱状部よりも屈折率が小さい絶縁部と、を有し、

前記第２の柱状部は、前記第１の半導体層を通過した光の少なくとも一部の光の波長より短い直径または対角線を有するとともに、前記第１の半導体層と同じ一導電型の第３の半導体層が形成されていることを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の光電変換装置。

[請求項8] 前記第２の柱状部の対角線の長さまたは直径は、０．３μｍ以上３μｍ以下であることを特徴とする請求項７に記載の光電変換装置。

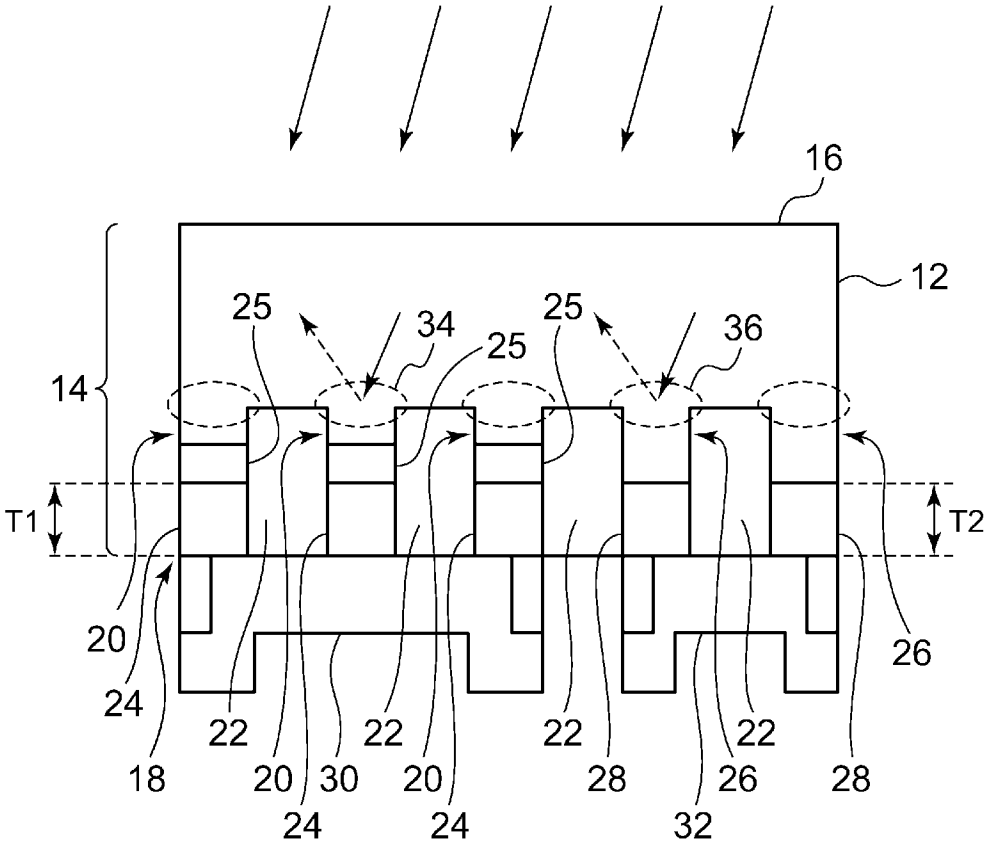
[請求項9] 前記第２の柱状部および前記絶縁部の表面に形成されている第２の金属配線層を更に有し、

前記第２の金属配線層は、その一部が前記第２の柱状部の頂部よりも前記第１の半導体層側に向かって突出するように形成されている第２の突出部を有していることを特徴とする請求項７または８に記載の光電変換装置。

[請求項10] 前記第２の突出部は、前記第２の柱状部に形成されている前記第３の半導体層の側面を囲むように設けられていることを特徴とする請求項９に記載の光電変換装置。

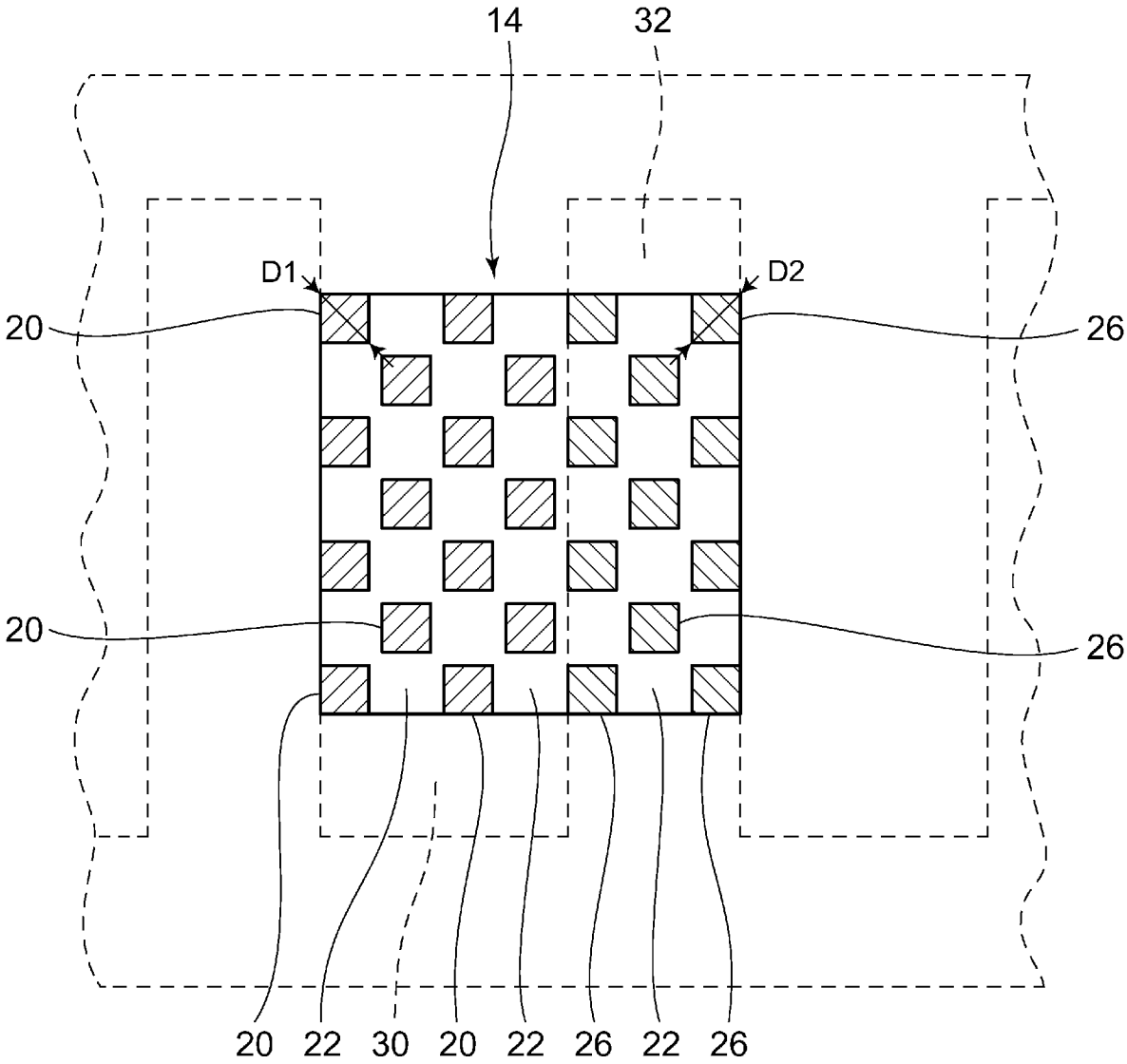
[請求項11] 前記第２の突出部は、その先端が、前記第１の半導体層と前記第３の半導体層との境界領域よりも受光面側に位置するように設けられていることを特徴とする請求項９または１０に記載の光電変換装置。

[図1]

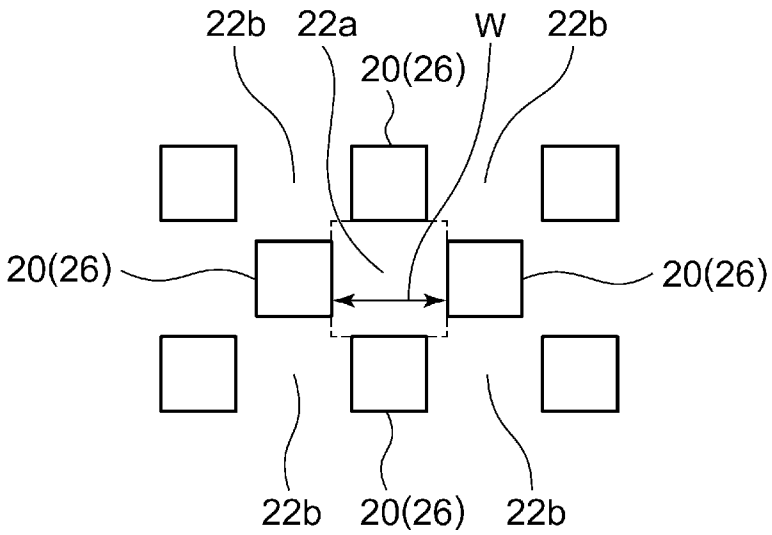

16
12
14
25
34
25
25
36
T1
T2
20
24
18
22
20
24
30
22
20
24
22
28
22
26
32
22
26
28

10

[図2]

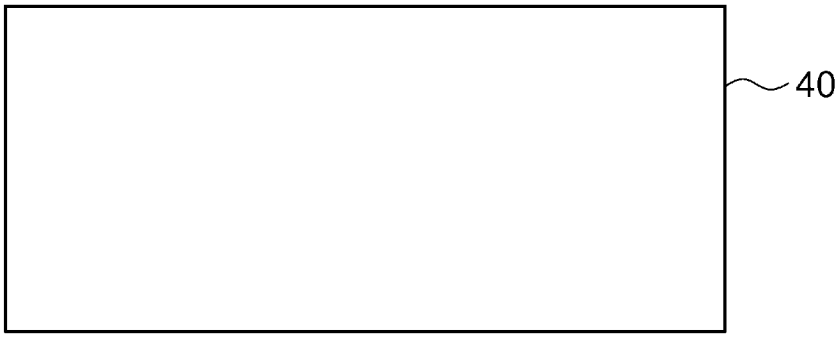

14
32
D1
D2
20
26
20
26
20
22
30
20
22
26
22
26

[図3]

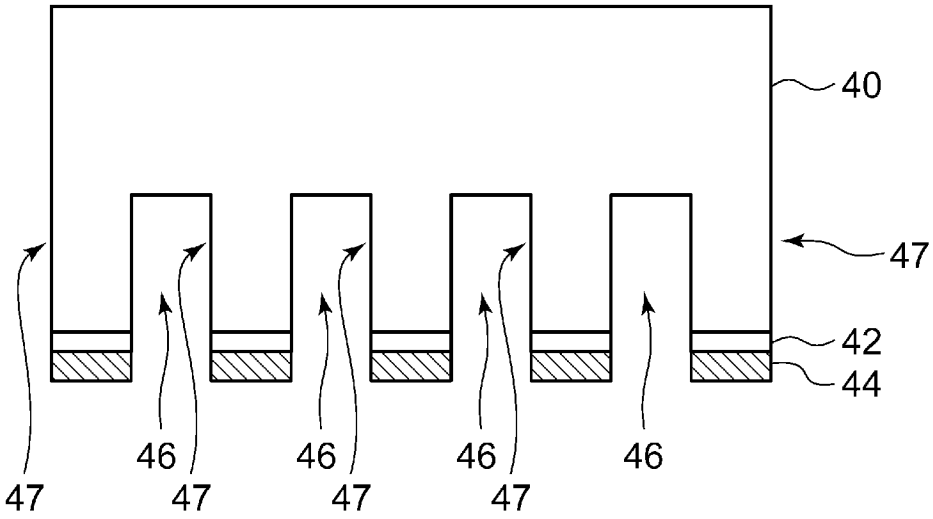

22b
22a
W
22b
20(26)
20(26)
20(26)
22b
20(26)
22b

[図4]

(a)

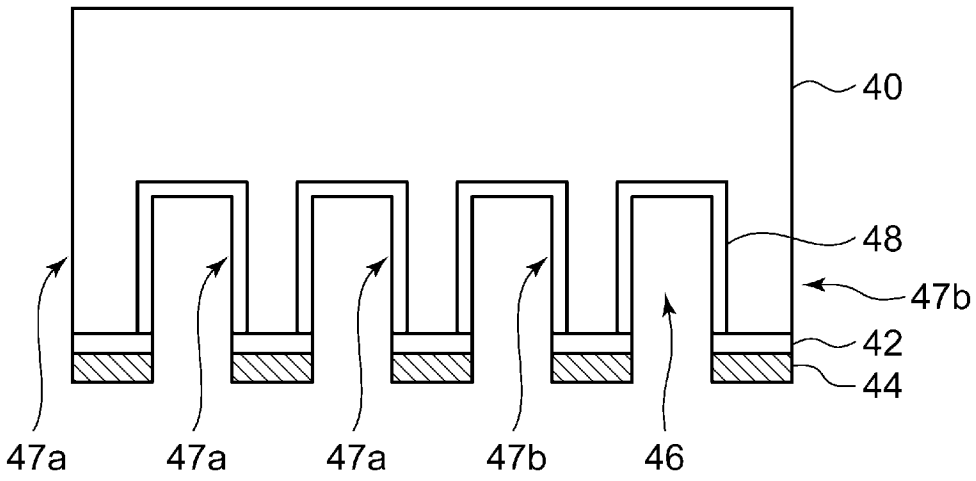


(b)

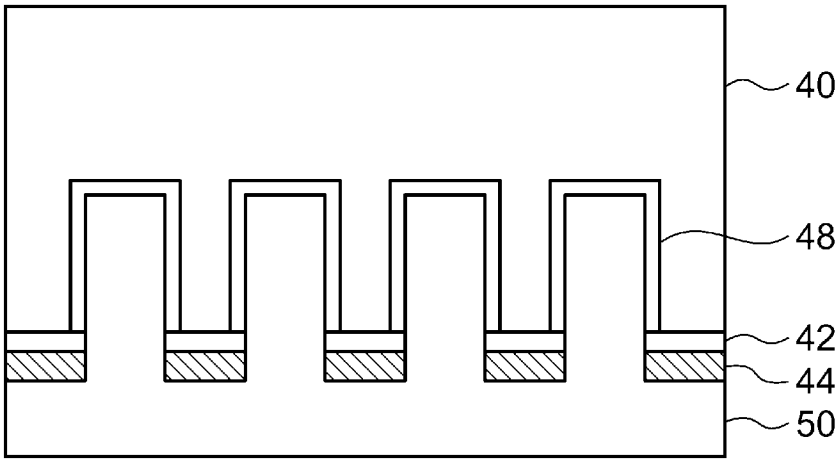


[図5]

(a)

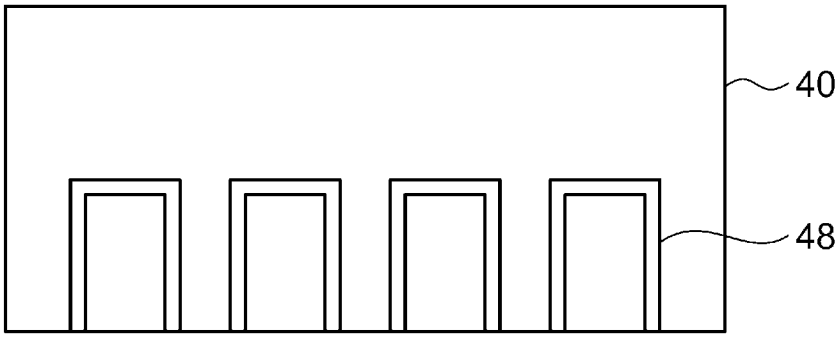


(b)

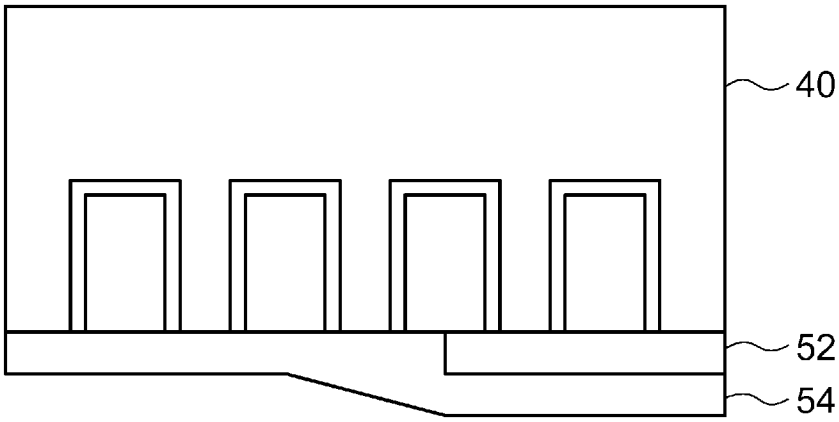


[図6]

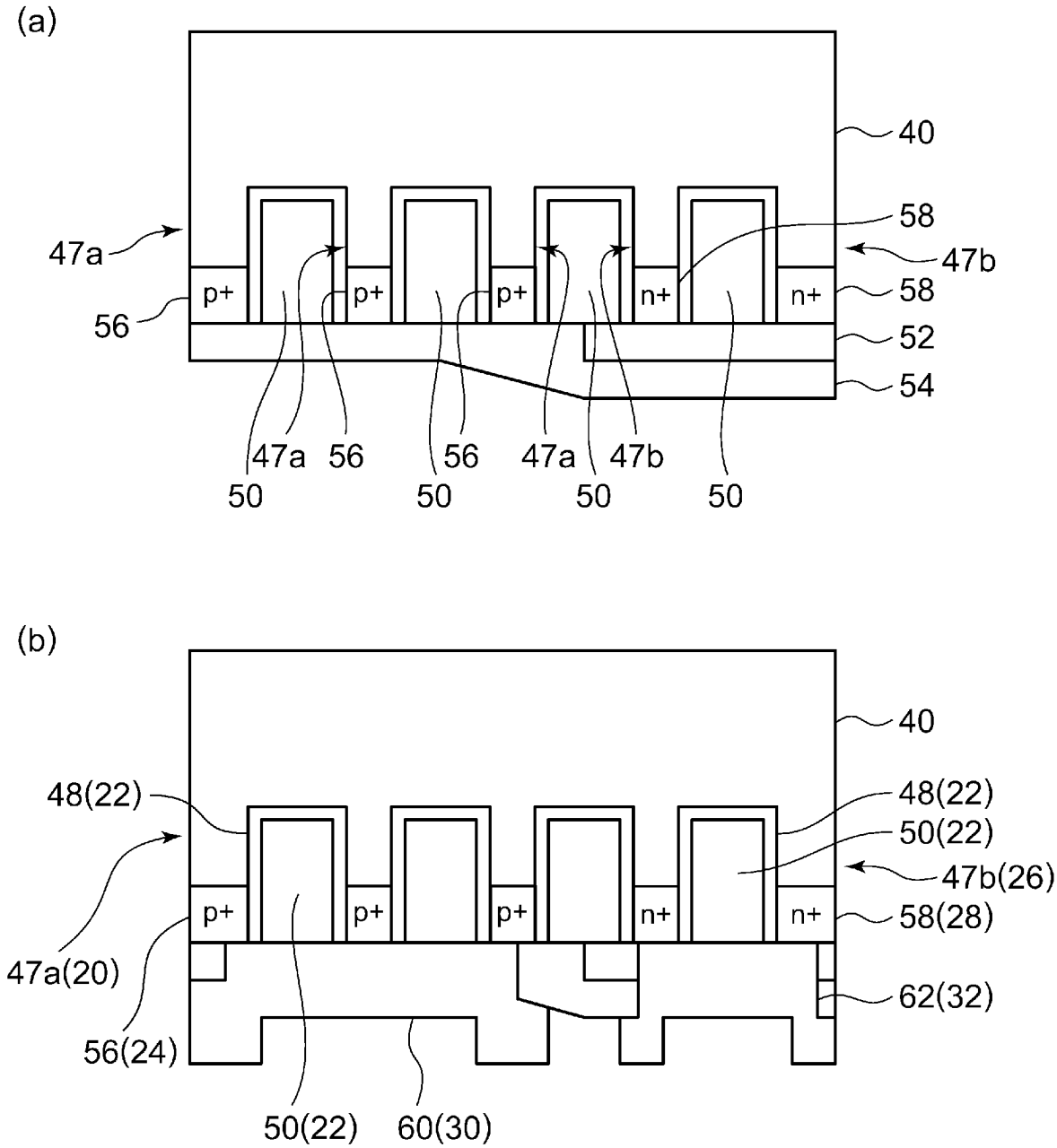
(a)



(b)

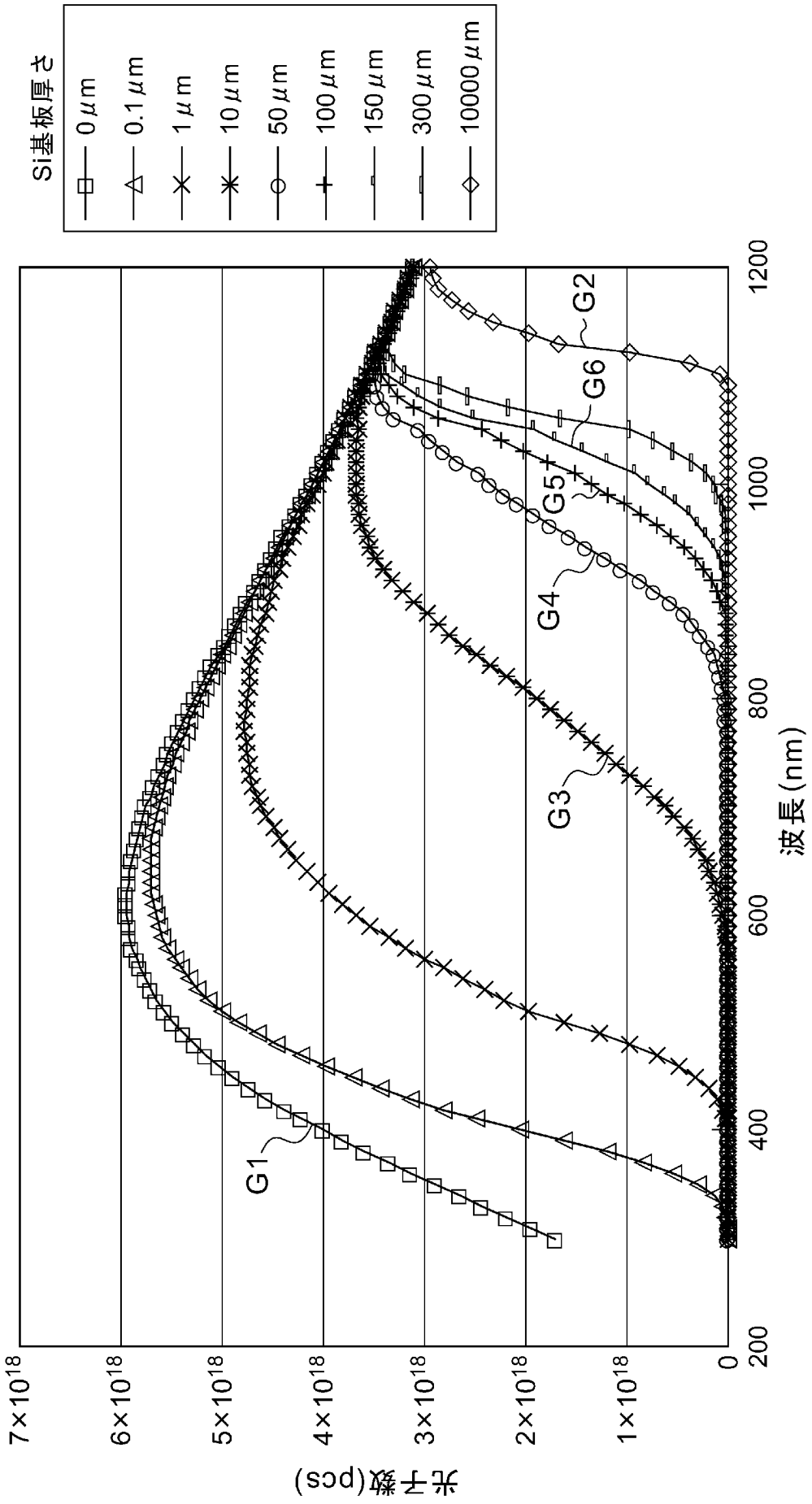


[図7]

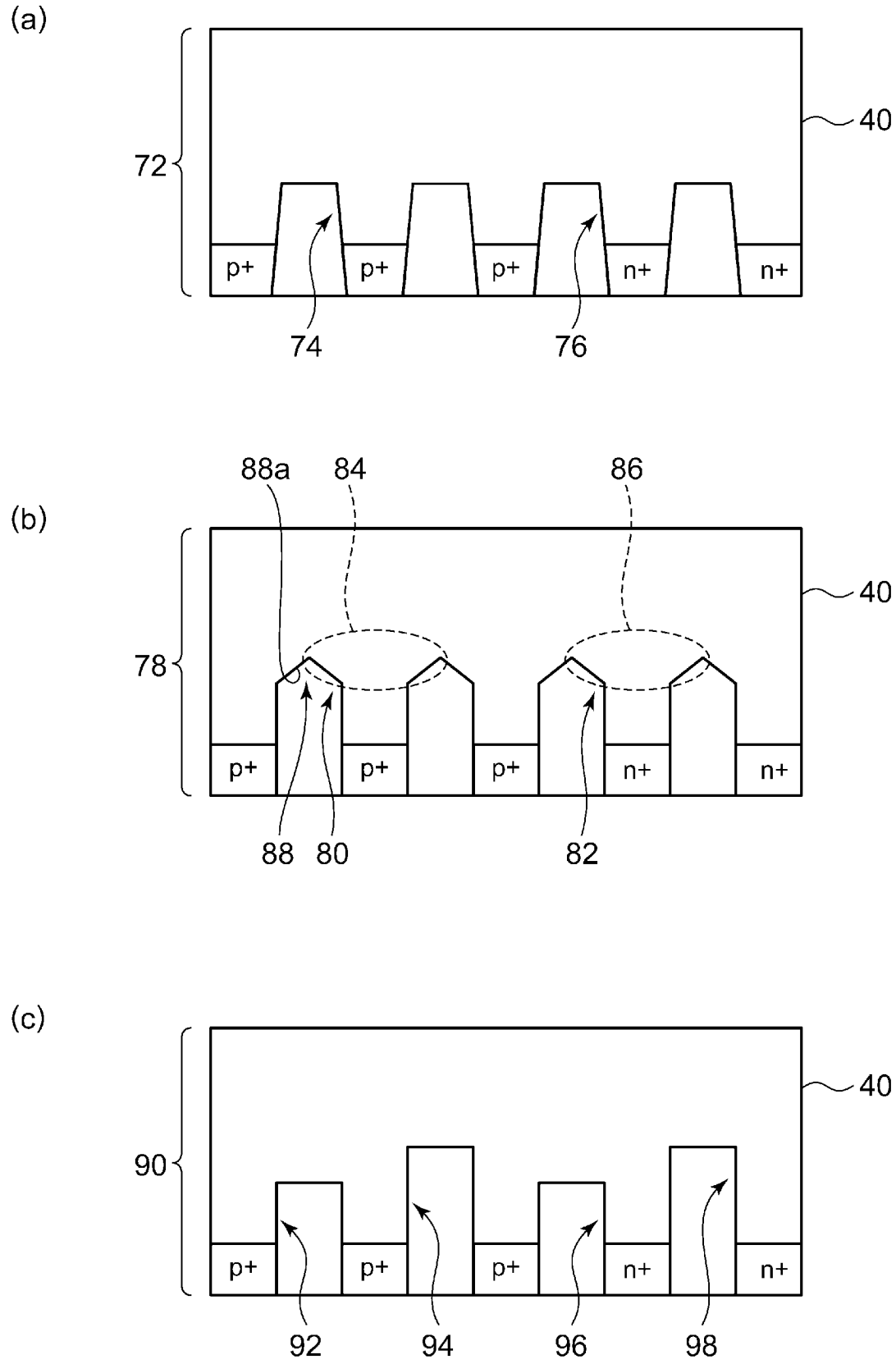

(a)
40
58
47a
47b
p+
p+
p+
n+
n+
58
56
52
54
47a
56
56
47a
47b
50
50
50
50
(b)
40
48(22)
48(22)
50(22)
47b(26)
p+
p+
p+
n+
n+
58(28)
47a(20)
62(32)
56(24)
50(22)
60(30)

70 (10)

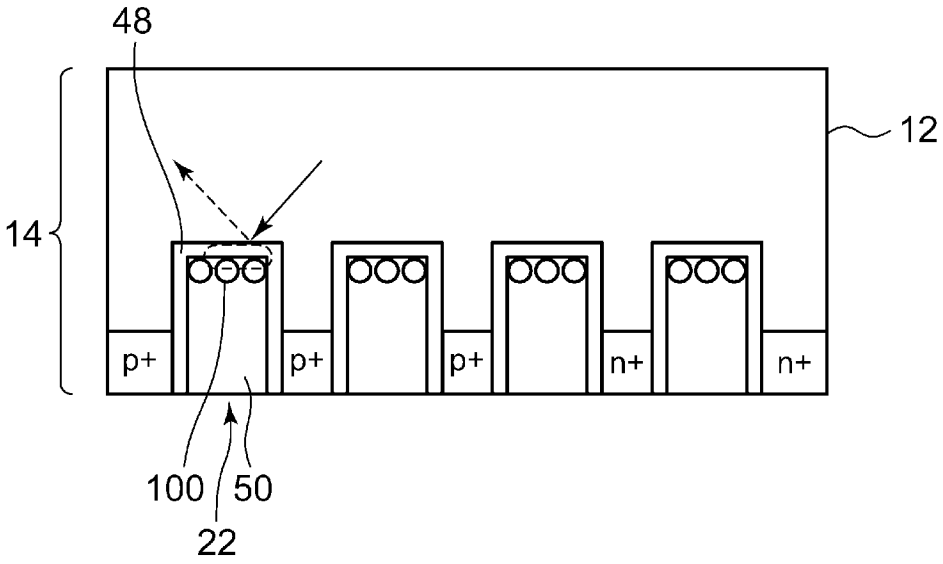
[図8]


Si基板厚さ
0μm
0.1μm
1μm
10μm
50μm
100μm
150μm
300μm
10000μm
G1
G2
G3
G4
G5
G6
光子数(pcs)
7×10^18
6×10^18
5×10^18
4×10^18
3×10^18
2×10^18
1×10^18
0
200
400
600
800
1000
1200
波長(nm)

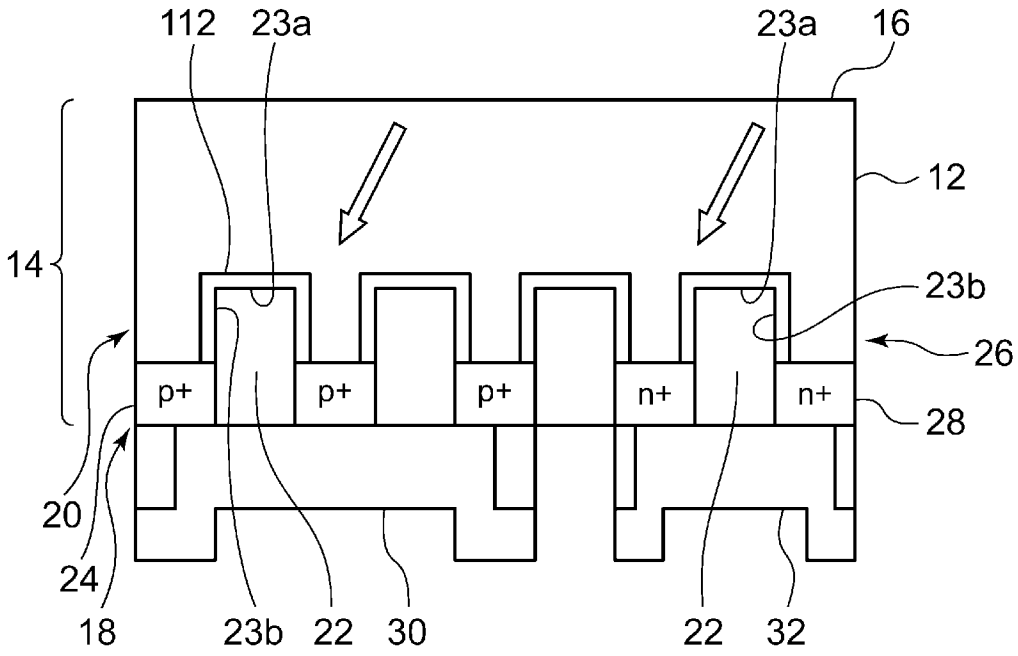
[図9]


(a)
72
40
p+
p+
p+
n+
n+
74
76
(b)
88a
84
86
78
40
p+
p+
p+
n+
n+
88
80
82
(c)
90
40
p+
p+
p+
n+
n+
92
94
96
98

[図10]

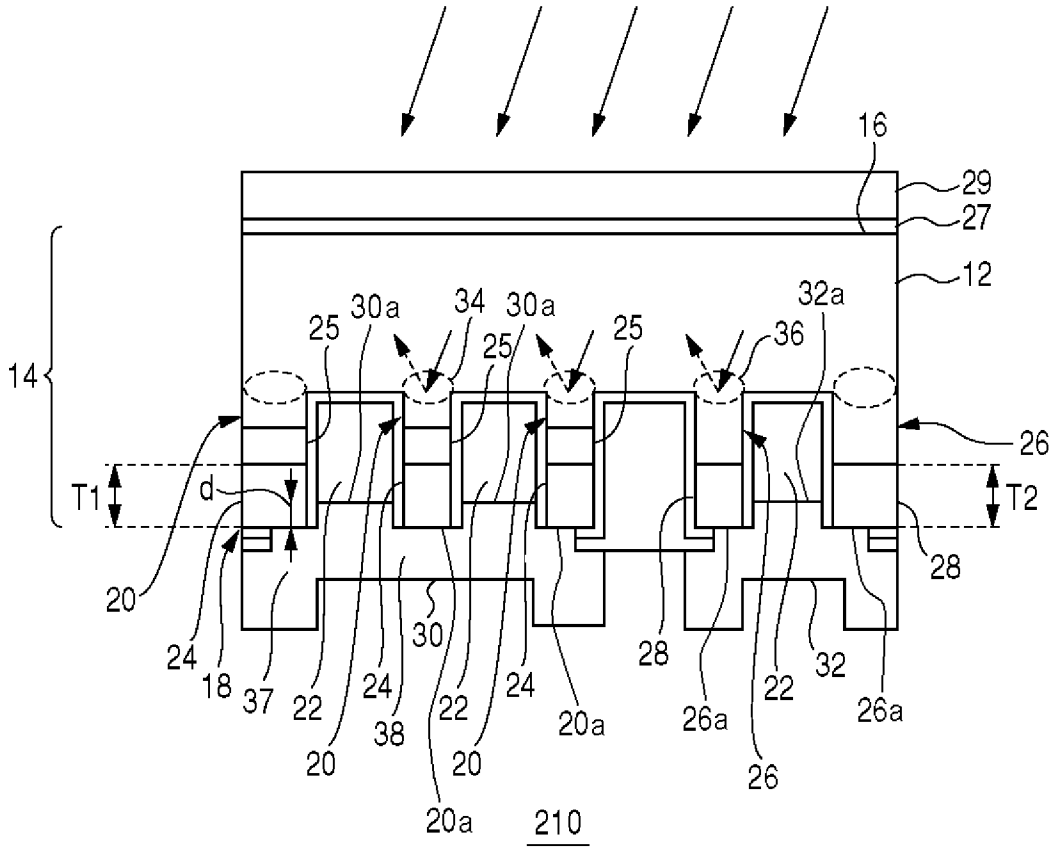

48
12
14
p+
p+
p+
n+
n+
100
50
22

[図11]

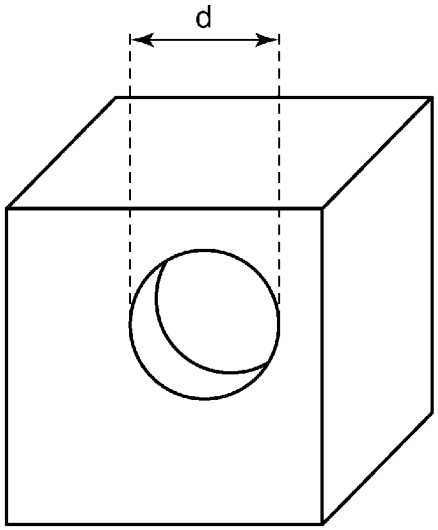

112
23a
23a
16
12
14
23b
26
p+
p+
p+
n+
n+
28
20
24
18
23b
22
30
22
32

110

[図12]

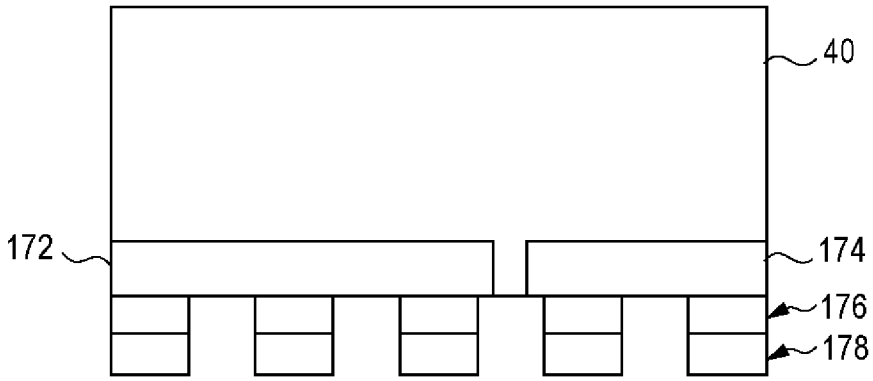

16
29
27
12
14
25
30a
34
30a
25
25
36
32a
26
T1
d
T2
20
24
18
37
22
24
38
20
30
22
20a
24
20
20a
210
28
26a
22
26
32
26a
28

[図13]

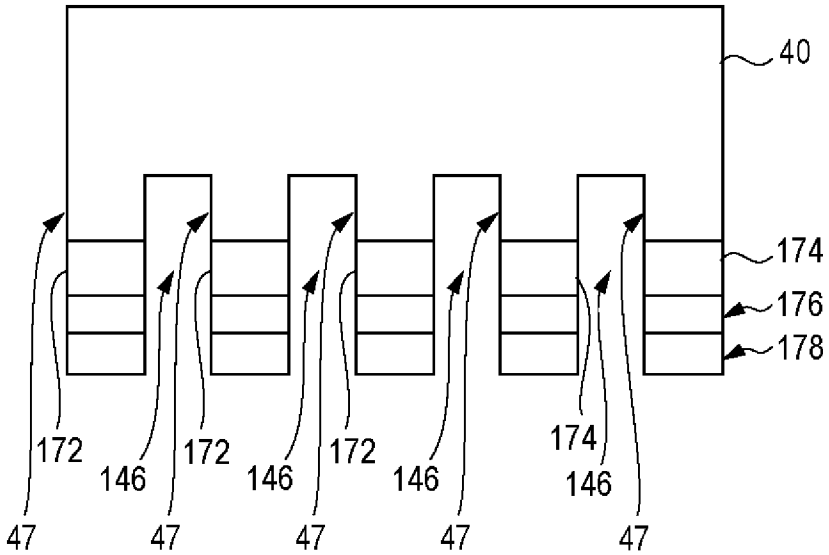

d

[図14]

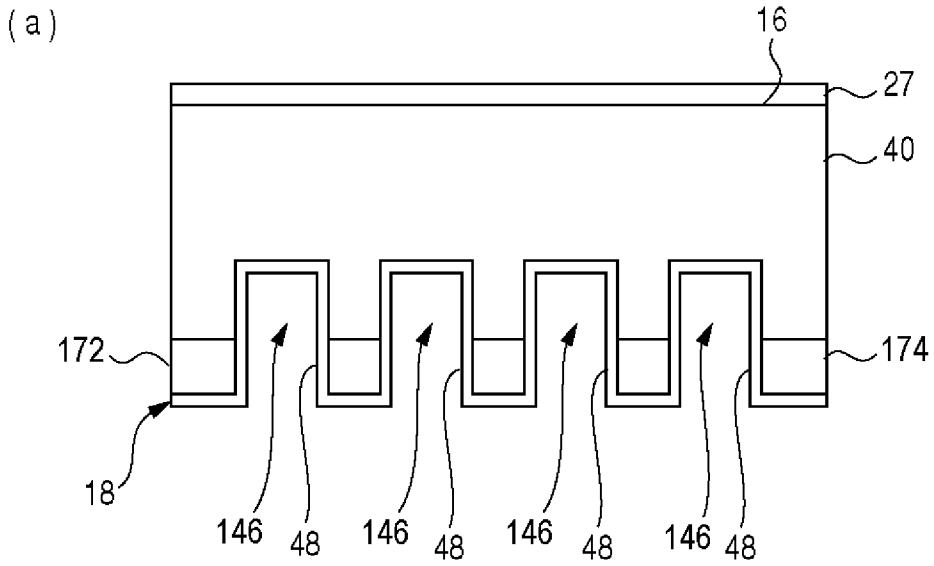
(a)

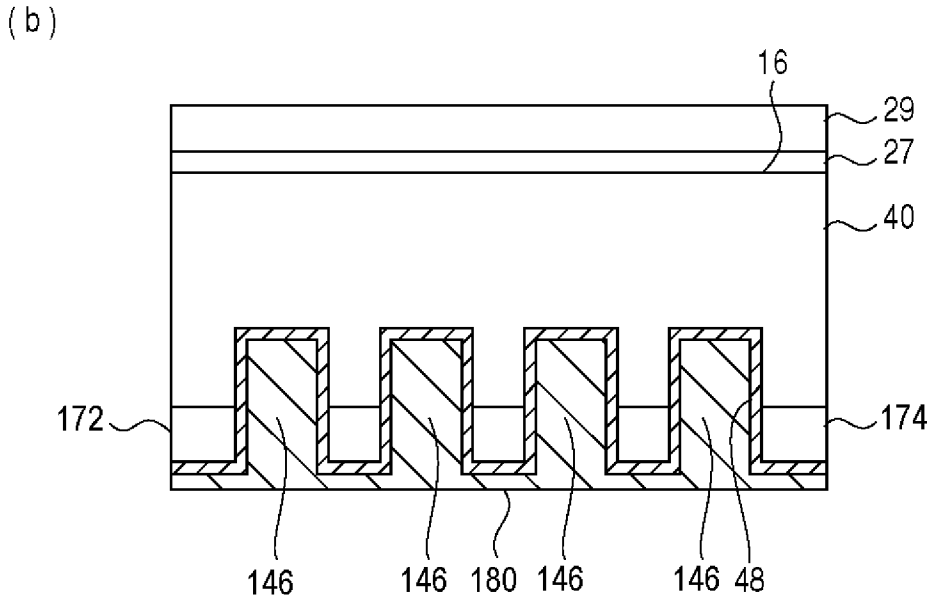

40
172
174
176
178

(b)

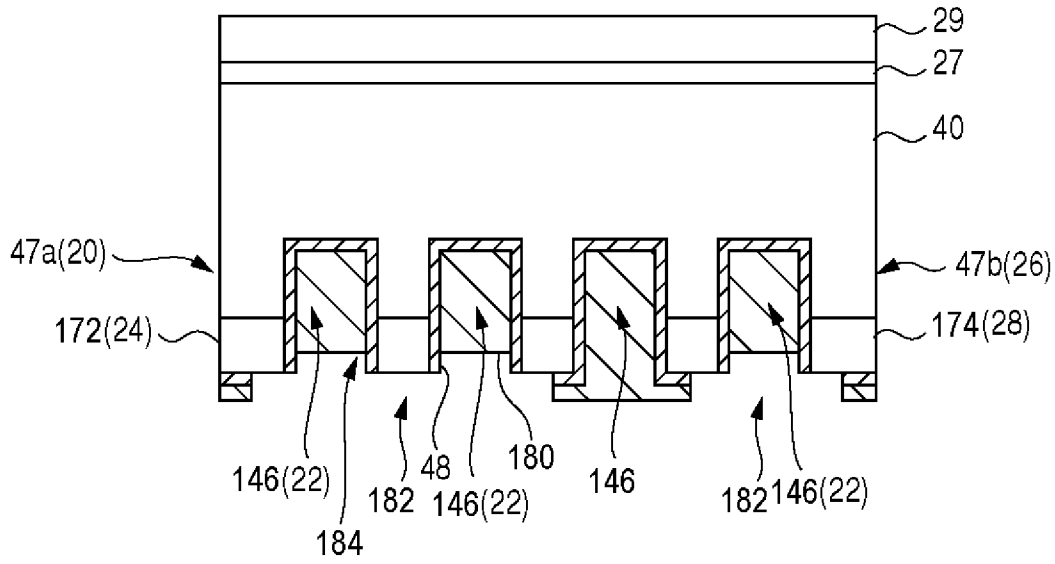

40
174
176
178
172
146
172
146
172
146
174
146
47
47
47
47
47

[図15]


(a)
16
27
40
172
174
18
146
48
146
48
146
48
146
48

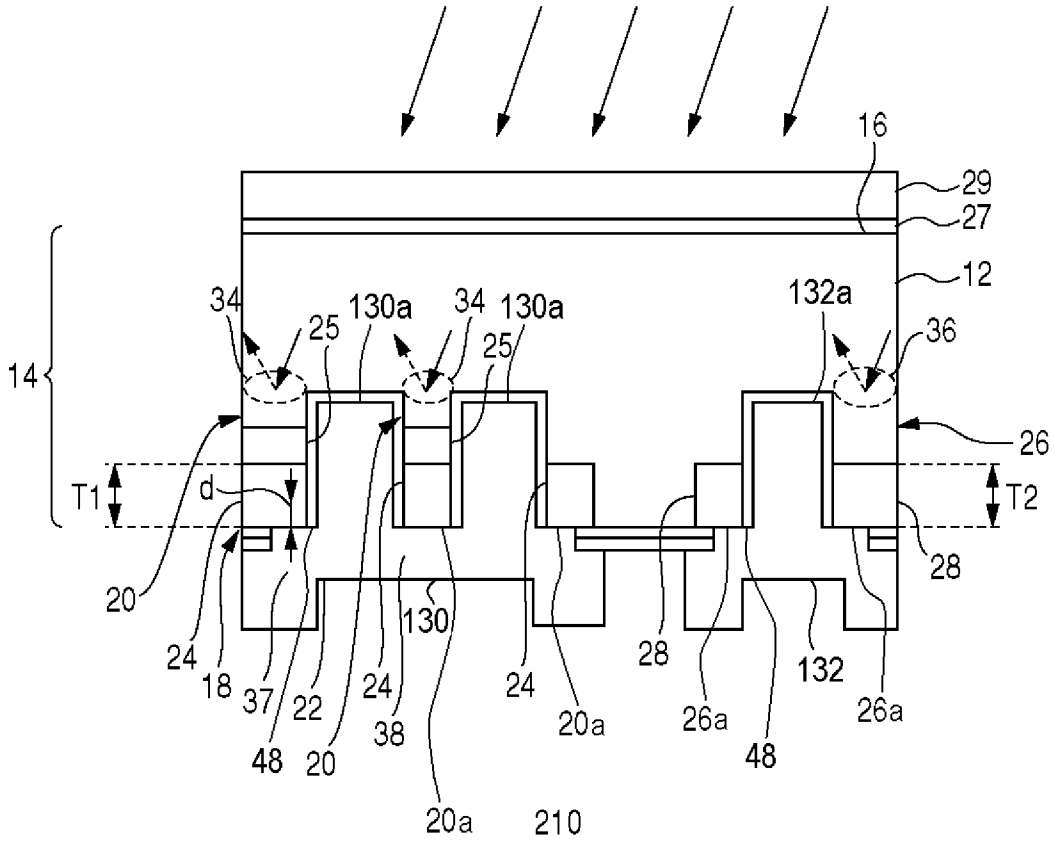

(b)
16
29
27
40
172
174
146
146
180
146
146
48

[図16]



220 (210)

[図17]



210

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/006077

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 A	JP 2006-203056 A (Toyota Motor Corp.), 03 August 2006 (03.08.2006), paragraphs [0014], [0017] to [0032]; fig. 4 to 6 (Family: none)	1-5,7-10 6,11

☐ 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
18 November, 2011 (18.11.11)	29 November, 2011 (29.11.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／００６０７７

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 A	JP 2006-203056 A（トヨタ自動車株式会社）2006.08.03, 段落【００１４】,【００１７】－【００３２】,【図４】－【図６】 (ファミリーなし)	1-5,7-10 6,11

☐　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
１８．１１．２０１１	２９．１１．２０１１

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　３３１３
和田　将彦
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５