

(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
2011年10月13日(13.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/125641 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/057770
- (22) 国際出願日: 2011年3月29日(29.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-089462 2010年4月8日(08.04.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
22番22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): 立花 伸介
(TACHIBANA, Shinsuke).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(Fukami
Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区
中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタ
ワー Osaka (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, RO, RS, RU, 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, 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:

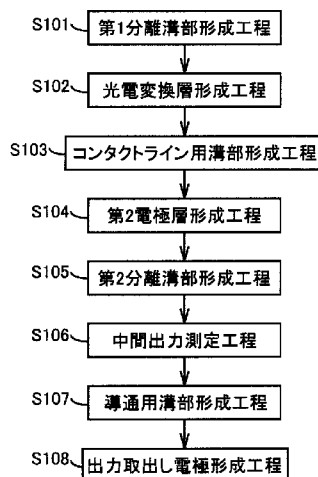
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

[続葉有]

(54) Title: THIN-FILM SOLAR CELL AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 薄膜太陽電池およびその製造方法

[図1]



- S101 First isolation trench formation step
S102 Photoelectric conversion layer formation step
S103 Contact line groove formation step
S104 Second electrode layer formation step
S105 Second isolation trench formation step
S106 Intermediate output measurement step
S107 Conduction groove formation step
S108 Output extraction electrode formation step

(57) Abstract: The disclosed method for manufacturing a thin-film solar cell comprises: a step (S101) in which a first isolation trench (5) is formed in a first electrode layer (2) formed on a substrate (1); a step (S102) in which a photoelectric conversion layer (3) is formed on the first electrode layer (2); a step (S103) in which a contact line groove (6) is formed in the photoelectric conversion layer (3); a step (S104) in which a second electrode layer (4) is formed on the photoelectric conversion layer (3) and a contact line, which connects the first and second electrode layers (2 and 4), is formed inside the contact line groove (6); a step (S105) in which a second isolation trench (7) is formed in at least the second electrode layer (4); a step (S106) in which the output of a power-generation region is measured by bringing a measuring terminal into contact with the second electrode layer (4) in an output extraction region, which is isolated from the power-generation region by the second isolation trench (7); a step (S107) in which, in the output extraction region, a conduction groove (8) is formed in the photoelectric conversion layer (3) and the second electrode layer (4); and a step (S108) in which a conductive material (9) is embedded in the conduction groove (8).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/125641 A1



基板(1)上に形成された第1電極層(2)に第1分離溝部(5)を形成する工程(S101)と、第1電極層(2)上に光電変換層(3)を形成する工程(S102)と、光電変換層(3)にコンタクトライン用溝部(6)を形成する工程(S103)と、光電変換層(3)上に第2電極層(4)を形成するとともに、コンタクトライン用溝部(6)内に第1電極層(2)と第2電極層(4)とを接続するコンタクトラインを形成する工程(S104)とを備えている。また、少なくとも第2電極層(4)に第2分離溝部(7)を形成する工程(S105)と、第2分離溝部(7)により発電領域と分離された出力取出し領域において、第2電極層(4)に測定端子を接触させることにより、発電領域の出力を測定する工程(S106)とを備えている。さらに、出力取出し領域において、光電変換層(3)および第2電極層(4)に導通用溝部(8)を形成する工程(S107)と、導通用溝部(8)内に導電性材料(9)を埋設する工程(S108)とを備えている。

明 細 書

発明の名称： 薄膜太陽電池およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、薄膜太陽電池およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 薄膜太陽電池の一般的な構造としては、ガラスなどの絶縁透光性基板上に SnO_2 、ITO (Indium-Tin Oxide) または ZnO などの透明導電膜が第 1 電極層として形成されている。第 1 電極層上に半導体の p 層、i 層および n 層がこの順に積層されることにより光電変換層が形成されている。光電変換層上に裏面電極層として第 2 電極層が形成されている。

[0003] 薄膜太陽電池の第 2 電極層としては、Ag または Al など反射率の高い材料からなる層の上に ZnO または ITO などの透明電極層が積層された積層構造とされるのが一般的である。第 2 電極層を上記の構成にすることにより、太陽電池の変換効率の向上を図っている。

[0004] 薄膜太陽電池を大面積化するために、レーザ照射を用いて太陽電池の集積化を行ない、個々の太陽電池を直列接続することが一般的になっている。集積化薄膜太陽電池を開示した先行文献として、特開平 9-83001 号公報 (特許文献 1) がある。特開平 9-83001 号公報 (特許文献 1) に記載された集積化薄膜太陽電池においては、薄膜太陽電池の変換効率を向上させるために、発電に寄与しない非発電領域を削減している。太陽電池の出力取り出し領域の面積を低減するために、レーザスクライブ法を用いて導通溝を形成している。

[0005] 図 24 は、特開平 9-83001 号公報 (特許文献 1) に記載された集積化薄膜太陽電池の構造を示す平面図である。図 25 は、図 24 の XXV-XXV 線矢印方向から見た図である。

[0006] 図 24, 25 に示すように、ガラス基板 1 上に第 1 電極層として透明導電膜 2 が形成されている。レーザ照射を用いて第 1 電極層 2 に第 1 分離溝部 5

が形成されている。第 1 電極層 2 上に光電変換層 3 が形成されている。

[0007] レーザ照射を用いて光電変換層 3 にコンタクトライン用溝部 6 が形成されている。光電変換層 3 上に第 2 電極層 4 が形成されている。コンタクトライン用溝部 6 内に第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とを接続するコンタクトラインが形成されている。第 2 電極層 4 および光電変換層 3 に第 2 分離溝部 7 が形成されている。第 2 分離溝 7 により発電領域と出力取り出し領域 P, N とが分離されている。

[0008] 正極側および負極側出力取り出し領域 P, N において、光電変換層 3 および第 2 電極層 4 に導通用溝部 8 が形成されている。導通用溝部 8 を導電性材料 9 で埋設することにより出力取り出し電極 10 が形成されている。なお、薄膜太陽電池の周囲の絶縁を図るために、絶縁領域 30 が設けられている。

[0009] 薄膜太陽電池の製造においては、製造途中において上記の発電領域の発電特性の確認が行なわれる。特開平 9-83001 号公報(特許文献 1)に記載された集積化薄膜太陽電池においては、第 2 分離溝部 7 と導通用溝部 8 とを同一の工程において形成した後、出力取り出し電極 10 を形成する前に発電領域の出力を測定している。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献 1: 特開平 9-83001 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明者が、上述の技術について検討を行なった結果、以下のような課題または課題の源泉を見出した。上記のように発電領域の出力を測定する中間出力測定工程において測定した結果と、薄膜太陽電池の完成後の最終出力測定工程において測定した結果とに差が出ることがある。具体的には、中間出力測定工程において規定の出力が得られずに不良品と判断された薄膜太陽電池のうち、最終出力測定工程において規定の出力が得られる良品が含まれた

り、中間出力測定結果から最終出力を予想した値より最終出力測定にて大きい出力が測定されることがある。

[0012] この原因として、薄膜太陽電池の出力を測定する際の測定器のプローブと薄膜太陽電池との接触位置のばらつきによる測定誤差があることが分かった。特に、図24に示す薄膜太陽電池の長さ Y が大きくなるほど、言い換えると、基板1の大きさが大きくなるほどこの問題が起きやすくなる。

[0013] 図26は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域Pの正規の位置で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。薄膜太陽電池の出力は、図24に示す正極側出力取出し領域Pおよび負極側出力取出し領域Nのそれぞれにおいて、測定器のプローブを第2電極層4に接触させることにより測定する。

[0014] 図26に示すように、第2分離溝部7と導通用溝部8とを形成した薄膜太陽電池の正極側および負極側出力取出し領域P、Nは、幅 W の範囲となり、約1mmの範囲である。正極側出力取出し領域Pは、第1電極層2と第2電極層4とが接続されている幅 W_B の範囲と、4つの導通用溝部8が形成されている幅 W_C の範囲と、残りの幅 W_D の範囲とに区分けされる。ここで、幅 W は、薄膜太陽電池の出力に寄与しない領域の幅であるため、薄膜太陽電池の単位面積当たりの出力を向上するために幅 W を狭くする必要がある。

[0015] レーザ照射で形成した導通用溝部8の幅 W_8 は約 $100\mu\text{m}$ であり、隣接する導通用溝部8同士の間隔 W_A は約 $100\mu\text{m}$ である。4つの導通用溝部8が形成されているため、幅 W_C は約 $700\mu\text{m}$ である。幅 W_B は約 $150\mu\text{m}$ であり、幅 W_D は約 $150\mu\text{m}$ である。

[0016] 測定器のプローブである点接触端子20Aにより薄膜太陽電池の出力を正確に測定するためには、幅 W_B の範囲において点接触端子20Aと第2電極層4とを接触させる必要がある。

[0017] 図27は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が発電領域で薄膜太陽電池と接触し

ている状態を示す断面図である。図 27 に示すように、点接触端子 20A が、発電領域において第 2 電極層 4 と接触した場合、直列に接続された太陽電池セルの 1 段分の出力を測定することができなくなる。そのため、中間測定工程における測定結果は、太陽電池セルの 1 段分を除いた出力となるため規定値を満足しない場合がある。

[0018] 図 28 は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が幅 W_c の範囲で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 28 に示すように、幅 W_c の範囲においては、第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とは接続されていない。

[0019] そのため、図 24 に示すように、正極側出力取出し領域 P の延在方向の端部 P_1 または端部 P_2 に、導通用溝部 8 が形成されていない部分がある場合は、その部分を通じて幅 W_c の範囲と幅 W_b の範囲とが繋がっていることにより、薄膜太陽電池の出力が測定される。この場合は、薄膜太陽電池の出力を取出す経路が長くなるため抵抗が高くなり、中間測定工程における測定結果が低下する。

[0020] 一方、正極側出力取出し領域 P の延在方向の端部 P_1 または端部 P_2 に、導通用溝部 8 が形成されていない部分がない場合は、点接触端子 20A と接触している第 2 電極層 4 と第 1 電極層 2 とが接続されていないため、薄膜太陽電池の出力を測定することができない。

[0021] 図 29 は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が正極側出力取出し領域 P の正規の位置で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 29 に示すように、測定器のプロープである面接触端子 22A を用いて薄膜太陽電池の出力を正確に測定する場合には、面接触端子 22A が幅 W_b の範囲の第 2 電極 4 と少なくとも一部において接触する必要がある。

[0022] 図 30 は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子の一部が正極側出力取出し領域 P 側の発電領域で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 30 に

示すように、面接触端子 2 2 A の少なくとも一部が、発電領域において第 2 電極層 4 と接触した場合、直列に接続された太陽電池セルの 1 段分の出力を測定することができなくなる。そのため、中間測定工程における測定結果は、太陽電池セルの 1 段分を除いた出力となるため規定値を満足しない場合がある。

[0023] 図 3 1 は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が正極側出力取出し領域 P の幅 W_c の範囲および幅 W_d の範囲で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 2 8 に示すように、幅 W_c の範囲および幅 W_d の範囲においては、第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とは接続されていない。

[0024] そのため、図 2 4 に示すように、正極側出力取出し領域 P の延在方向の端部 P_1 または端部 P_2 に、導通用溝部 8 が形成されていない部分がある場合は、その部分を通じて幅 W_c の範囲と幅 W_d の範囲とが繋がっていることにより、薄膜太陽電池の出力が測定される。この場合は、薄膜太陽電池の出力を取出す経路が長くなるため抵抗が高くなり、中間測定工程における測定結果が低下する。

[0025] 一方、正極側出力取出し領域 P の延在方向の端部 P_1 または端部 P_2 に、導通用溝部 8 が形成されていない部分がない場合は、面接触端子 2 2 A と接触している第 2 電極層 4 と第 1 電極層 2 とが接続されていないため、薄膜太陽電池の出力を測定することができない。

[0026] 図 3 2 は、格子状に分離されている薄膜太陽電池を示す平面図である。図 3 3 は、図 3 2 の $XXX I I I - XXX I I I$ 線矢印方向から見た一の例の断面図である。図 3 4 は、図 3 2 の $XXX I V - XXX I V$ 線矢印方向から見た他の例の断面図である。

[0027] 図 3 2, 3 3 に示すように、一の例の薄膜太陽電池は、第 2 分離溝部 7 と第 2 分離溝部 7 に直交する溝部 1 1 とにより、第 2 電極層 4 および光電変換層 3 が格子状に分離されている。図 3 2, 3 4 に示すように、他の例の薄膜太陽電池は、第 2 分離溝部 7 と第 2 分離溝部 7 に直交する溝部 1 1 とにより

、第2電極層4、光電変換層3および第1電極層2が格子状に分離されている。

[0028] 図31に示すように面接触端子22Aが幅 W_B の範囲における第2電極層4と接触していない場合、一の例の薄膜太陽電池および他の例の薄膜太陽電池において、正極側出力取出し領域Pの延在方向の両端部以外では、面接触端子22Aと接触している第2電極層4と第1電極層2とが接続されていないため、薄膜太陽電池の出力を測定することができない。

[0029] 図35は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が負極側出力取出し領域Nの正規の位置で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。図35に示すように、負極側出力取出し領域Nは、第1電極層2と第2電極層4とが接続されている幅 W_M の範囲と、4つの導通用溝部8が形成されている幅 W_N の範囲と、残りの幅 W_0 の範囲とに区分けされる。

[0030] 薄膜太陽電池の出力を正確に測定する場合には、面接触端子22Bが幅 W_M の範囲の第2電極層4と少なくとも一部に接触する必要がある。

[0031] 図36は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子の一部が負極側出力取出し領域N側の発電領域で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。図36に示すように、面接触端子22Bが負極側出力取出し領域N側の近傍に位置する発電領域で第2電極層と接触している場合には、薄膜太陽電池の出力を測定することができる。ただし、発電エリアSの範囲において面接触端子22Bが接触している場合には、面接触端子22Bの接触の仕方によって、セルをリークさせて薄膜太陽電池の特性を低下させることがある。そのため、発電エリアSにおいて面接触端子22Bを接触させないことが生産上および装置構成上好ましい。

[0032] 図37は、課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が負極側出力取出し領域Nの幅 W_N の範囲および幅 W_0 の範囲で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

。図 3 7 に示すように、幅 W_N の範囲および幅 W_0 の範囲においては、第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とは接続されていない。

[0033] そのため、図 3 2 に示すように、負極側出力取出し領域 N の延在方向の両端部に、導通用溝部 8 が形成されていない部分がある場合は、その部分を通じて幅 W_N の範囲と幅 W_M の範囲とが繋がっていることにより、薄膜太陽電池の出力が測定される。この場合は、薄膜太陽電池の出力を取出す経路が長くなるため抵抗が高くなり、中間測定工程における測定結果が低下する。

[0034] 一方、負極側出力取出し領域 N の延在方向の両端部に、導通用溝部 8 が形成されていない部分がない場合は、面接触端子 2 2 B と接触している第 2 電極層 4 と第 1 電極層 2 とが接続されていないため、薄膜太陽電池の出力を測定することができない。また、上記の一の例の薄膜太陽電池および他の例の薄膜太陽電池において、負極側出力取出し領域 N の延在方向の両端部以外では、面接触端子 2 2 B と接触している第 2 電極層 4 と第 1 電極層 2 とが接続されていないため、薄膜太陽電池の出力を測定することができない。

[0035] このように、薄膜太陽電池の製造工程の途中において、集積化された大面積の薄膜太陽電池に出力測定用のプローブを精度良く接触させて、正確に発電領域の出力を計測することは容易ではなかった。

[0036] 本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであって、出力取出し領域の面積を低減して変換効率の向上を図った大面積の薄膜太陽電池の製造途中において、正確に薄膜太陽電池の出力を測定することができる、薄膜太陽電池およびその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0037] 本発明の第 1 の局面に基づく薄膜太陽電池の製造方法は、基板上に形成された第 1 電極層に第 1 分離溝部を形成する工程と、第 1 電極層上に光電変換層を形成する工程と、光電変換層にコンタクトライン用溝部を形成する工程とを備えている。また、薄膜太陽電池の製造方法は、光電変換層上に第 2 電極層を形成するとともに、コンタクトライン用溝部内に第 1 電極層と第 2 電極層とを接続するコンタクトラインを形成する工程と、少なくとも第 2 電極

層に第2分離溝部を形成する工程とを備えている。さらに、薄膜太陽電池の製造方法は、第2分離溝により発電領域と分離された出力取出し領域において、第2電極層に測定端子を接触させることにより、発電領域の出力を測定する工程と、出力取出し領域において、光電変換層および第2電極層に導通用溝部を形成する工程と、導通用溝部内に導電性材料を埋設する工程とを備えている。

[0038] 本発明の第1の局面に基づく薄膜太陽電池は、基板と、基板上に形成された第1電極層と、第1電極層上に形成された光電変換層と、光電変換層上に形成された第2電極層とを備えている。また、薄膜太陽電池は、第1電極層を分離する第1分離溝部と、第1電極層と第2電極層とを接続するコンタクトラインと、少なくとも第2電極層を分離する第2分離溝部とを備えている。さらに、薄膜太陽電池は、第2分離溝部により発電領域と分離された出力取出し領域と、出力取出し領域において、光電変換層および第2電極層を貫通し、内部を導電性材料により埋設された導通用溝部とを備えている。導通用溝部が第2分離溝部の長さ方向に間隔を置いて不連続に形成されている。

[0039] 本発明の第2の局面に基づく薄膜太陽電池の製造方法は、基板上に形成された第1電極層に第1分離溝部を形成する工程と、第1電極層上に光電変換層を形成する工程と、光電変換層にコンタクトライン用溝部を形成する工程とを備えている。また、薄膜太陽電池の製造方法は、光電変換層上に第2電極層を形成するとともに、コンタクトライン用溝部内に第1電極層と第2電極層とを接続するコンタクトラインを形成する工程と、少なくとも第2電極層に第2分離溝部を形成する工程とを備えている。さらに、薄膜太陽電池の製造方法は、第2分離溝部により発電領域と分離された出力取出し領域において、光電変換層および第2電極層を貫通し、内部を導電性材料により埋設される導通用溝部を第2分離溝部の長さ方向に間隔を置いて不連続に形成する工程と、出力取出し領域における第2電極層に測定端子を接触させることにより、発電領域の出力を測定する工程と、導通用溝部内に導電性材料を埋設する工程とを備える。

- [0040] 本発明の一形態においては、上記導通用溝部を形成する工程において、出力取出し領域における第2電極層上に所定の間隔を置いてマスクを形成した後、連続的にレーザ照射して導通用溝部を形成する。
- [0041] 本発明の一形態においては、上記導通用溝部を形成する工程において、レーザプログラムにより不連続にレーザ照射して導通用溝部を形成する。
- [0042] 本発明の一形態においては、上記出力を測定する工程において測定端子を接触させる第2電極層に接続されている第1電極層は、測定端子を接触させる第2電極層に第2分離溝部を間に挟んで対向する第2電極層に接続されていない。
- [0043] 本発明の第2の局面に基づく薄膜太陽電池は、基板と、基板上に形成された第1電極層と、第1電極層上に形成された光電変換層と、光電変換層上に形成された第2電極層とを備えている。また、薄膜太陽電池は、第1電極層を分離する第1分離溝部と、第1電極層と第2電極層とを接続するコンタクトライン用溝部と、少なくとも第2電極層を分離する第2分離溝部とを備えている。さらに、薄膜太陽電池は、出力取出し領域において、光電変換層および第2電極層を貫通し、内部を導電性材料により埋設された導通用溝部を備えている。導通用溝部は、平面的に見て、コンタクトライン用溝部の間に挟まれるように隣接するコンタクトライン用溝部同士の間形成されている。
- [0044] 本発明の第3の局面に基づく薄膜太陽電池は、基板と、基板上に形成された第1電極層と、第1電極層上に形成された光電変換層と、光電変換層上に形成された第2電極層とを備えている。また、薄膜太陽電池は、第1電極層を分離する第1分離溝部と、第1電極層と第2電極層とを接続するコンタクトライン用溝部と、少なくとも第2電極層を分離する第2分離溝部とを備えている。さらに、薄膜太陽電池は、出力取出し領域において、光電変換層および第2電極層を貫通し、内部を導電性材料により埋設された複数の導通用溝部を備えている。コンタクトライン用溝部は、平面的に見て、複数の導通用溝部のそれぞれを挟むように全ての複数の導通用溝部の両側に形成されて

いる。

発明の効果

- [0045] 本発明によれば、出力取出し領域の面積を低減して変換効率の向上を図った薄膜太陽電池の製造途中において、正確に薄膜太陽電池の出力を測定することができる。

図面の簡単な説明

- [0046] [図1]本発明の実施形態1の薄膜太陽電池の製造方法における工程を示すフロー図である。
- [図2]図1のS101工程前の状態を示す断面図である。
- [図3]図1のS101工程後の状態を示す断面図である。
- [図4]図1のS102工程後の状態を示す断面図である。
- [図5]図1のS103工程後の状態を示す断面図である。
- [図6]図1のS104工程後の状態を示す断面図である。
- [図7]図1のS105工程後の状態を示す断面図である。
- [図8]薄膜太陽電池の周囲に絶縁領域を形成した状態を示す断面図である。
- [図9]図1のS106工程中の状態を示す断面図である。
- [図10]図1のS107工程後の状態を示す断面図である。
- [図11]図1のS108工程後の状態を示す断面図である。
- [図12]薄膜太陽電池を封止した状態を示す断面図である。
- [図13A]従来の薄膜太陽電池の中間出力測定工程の状態を示す断面図である。
- [図13B]同実施形態の薄膜太陽電池の中間出力測定工程の状態を示す断面図である。
- [図14]本発明の実施形態2に係る薄膜太陽電池の構造を示す平面図である。
- [図15]同実施形態の薄膜太陽電池の製造工程において、マスクを用いて導通溝部を形成する状態を示す平面図である。
- [図16]図14のXVI-XVI線矢印方向から見た断面図である。
- [図17]本発明の実施形態3に係る薄膜太陽電池の構造を示す断面図である。
- [図18]同実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接

触端子が正極側出力取出し領域Pの正規の位置で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図19] 同実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が正極側出力取出し領域Pの幅 W_c の範囲および幅 W_d の範囲で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図20] 本発明の実施形態4に係る薄膜太陽電池の構造を示す断面図である。

[図21] 同実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域Pの正規の位置で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図22] 同実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域Pの幅 W_d の範囲で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図23] 同実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域Pの幅 W_c の範囲で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図24] 特許文献1に記載された集積化薄膜太陽電池の構造を示す平面図である。

[図25] 図24のX X V - X X V線矢印方向から見た図である。

[図26] 課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域Pの正規の位置で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図27] 課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が発電領域で薄膜太陽電池と接触している状態を示す断面図である。

[図28] 課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が幅 W_c の範囲で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図29] 課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出

力測定工程において、面接触端子が正極側出力取出し領域Pの正規の位置で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図30]課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子の一部が正極側出力取出し領域P側の発電領域で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図31]課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が正極側出力取出し領域Pの幅 W_0 の範囲および幅 W_D の範囲で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図32]格子状に分離されている薄膜太陽電池を示す平面図である。

[図33]図32のXXXIII-XXXIII線矢印方向から見た一の例の断面図である。

[図34]図32のXXXIV-XXXIV線矢印方向から見た他の例の断面図である。

[図35]課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が負極側出力取出し領域Nの正規の位置で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図36]課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子の一部が負極側出力取出し領域N側の発電領域で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

[図37]課題を説明するための比較図であって、薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が負極側出力取出し領域Nの幅 W_N の範囲および幅 W_0 の範囲で第2電極層と接触している状態を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0047] 以下、本発明に基づいた実施形態1における薄膜太陽電池の製造方法について図を参照して説明する。以下の実施形態の説明においては、図中の同一または相当部分には同一符号を付して、その説明は繰返さない。

[0048] (実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1の薄膜太陽電池の製造方法における工程を示

すフロー図である。

[0049] 図1に示すように、本実施形態の薄膜太陽電池の製造方法においては、まず、基板上に形成された第1電極層に第1分離溝部を形成する(S101)。第1電極層上に光電変換層を形成する(S102)。光電変換層にコンタクトライン用溝部を形成する(S103)。光電変換層上に第2電極層を形成する(S104)。少なくとも第2電極層に第2分離溝部を形成する。第2分離溝部により光電変換層を分離することにより、セルを直列接続することが可能になる。また、第2分離溝部により、直列接続されたセルを含む発電領域と正極側および負極側出力取出し領域とが分離される。(S105)。正極側および負極側出力取出し領域において、第2電極層に測定端子を接触させることにより、発電領域の出力を測定する(S106)。正極側および負極側出力取出し領域において、光電変換層および第2電極層に導通用溝部を形成する(S107)。導通用溝部を導電性材料で埋設することにより出力取出し電極を形成する(S108)。

[0050] 本実施形態の薄膜太陽電池の製造方法の特徴は、上記S106工程をS107工程より先に行なうことである。なお、各工程の間に他の工程が行われてもよい。

[0051] 図2は、図1のS101工程前の状態を示す断面図である。図2に示すように、基板である、たとえば、厚さ4mm、基板サイズ1000mm×1400mmのガラス基板1上に、熱CVD(Chemical Vapor Deposition)法により SnO_2 を主成分とする第1電極層2が形成されている。本実施形態においては、基板としてガラス基板を用いたが、基板の材質は、透光性および絶縁性を有するものであれば特に限られない。また、第1電極層2の材質としては、 SnO_2 に限られず、薄膜太陽電池の導電膜として用いられるものであればよい。

[0052] 図3は、図1のS101工程後の状態を示す断面図である。図3に示すように、たとえば、YAGレーザの基本波を用いて第1電極層2をパターニングした。レーザ光をガラス基板1側から入射させることにより、第1電極層

2は短冊状に分離され、第1電極層2に第1分離溝部5が形成されている。この後、第1分離溝部5が形成された基板を純水で超音波洗浄した。なお、酸化錫 (SnO_2) を除去するレーザとしては、ファイバーレーザまたはYVO₄レーザ光の基本波を用いてもよい。

[0053] 図4は、図1のS102工程後の状態を示す断面図である。図4に示すように、第1電極層2上に、たとえば、a-Si:H p層、a-Si:H i層、a-Si:H n層が順に積層された非晶質光電変換層と、 $\mu\text{c-Si:H}$ p層、 $\mu\text{c-Si:H}$ i層、 $\mu\text{c-Si:H}$ n層が順に積層された微結晶光電変換層とが積層された光電変換層3が形成されている。

[0054] なお、光電変換層3の変形例としては、たとえば、第1電極層2側から、アモルファスシリコン薄膜からなるp層、i層およびn層をこの順に積層したトップセル（第1光電変換層）と、トップセル上に、アモルファスシリコン薄膜からなるp層、i層およびn層をこの順に積層したミドルセル（第2光電変換層）と、ミドルセル上に、微結晶シリコン薄膜からなるp層、i層およびn層をこの順に積層したボトムセル（第3光電変換層）とを、たとえばプラズマCVD法により積層したものを用いてもよい。なお、光電変換層の数を3つ以上とすることもできる。

[0055] 2つの光電変換層を設けた場合の第1光電変換層から第2光電変換層の各光電変換層、または、3つの光電変換層を設けた場合の第1光電変換層から第3光電変換層の各光電変換層は、全て同種のシリコン系半導体から構成されていてもよく、もしくは、互いに異なる種類のシリコン系半導体から構成されていてもよい。第1光電変換層から第3光電変換層の各光電変換層は、それぞれ、p型半導体層、i型半導体層およびn型半導体層を含んでおり、各半導体層は、シリコン系半導体から構成されていてもよい。光電変換層に含まれる各半導体層は、全て同種のシリコン系半導体から構成されていてもよく、または、互いに異なる種類のシリコン系半導体から構成されていてもよい。

[0056] たとえば、p型半導体層とi型半導体層とを非晶質シリコンで形成し、n

型半導体層を微結晶シリコンで形成してもよい。また、たとえば、p型半導体層とn型半導体層とをシリコンカーバイドまたはシリコンゲルマニウムで形成し、i型半導体層をシリコンで形成してもよい。さらに、p型、i型およびn型の各半導体層は、単層構造であっても複層構造であってもよい。複層構造である場合、各層は、互いに異なる種類のシリコン系半導体から構成されていてもよい。なお、本明細書において、「非晶質シリコン」は「水素化非晶質シリコン」を含む概念であり、「微結晶シリコン」は「水素化微結晶シリコン」を含む概念である。

- [0057] 図5は、図1のS103工程後の状態を示す断面図である。図5に示すように、YVO₄レーザの第2高調波を用いて光電変換層3をパターンニングした。レーザ光をガラス基板1側から入射させることにより、光電変換層3にコンタクトライン用溝部6が形成されている。本実施形態においては、YVO₄レーザの第2高調波を用いたが、YAGレーザの第2高調波を用いてパターンニングを行なってもよい。
- [0058] 図6は、図1のS104工程後の状態を示す断面図である。図6に示すように、光電変換層3上に、たとえば、マグネトロンスパッタ法により、ZnO/Agからなる第2電極層4を形成した。第2電極層4は、ZnOの膜厚を約50nm、Agの膜厚を約150nmとして形成した。このとき、コンタクトライン用溝部6内に第1電極層2と第2電極層4とを接続するコンタクトラインが形成されている。
- [0059] 本実施形態においては、第2電極層4としてZnO/Agを用いたが、ZnOの代わりにITO(Indium Tin Oxide)またはSnO₂などの透光性の高い膜を用いてもよい。また、Agの代わりにAlなどの反射率の高い金属を用いてもよい。第2電極層4においては、ZnOなどの透明導電膜を設けなくてもよいが、透明導電膜を設けることにより薄膜太陽電池の変換効率を向上させることができる。
- [0060] 図7は、図1のS105工程後の状態を示す断面図である。図7に示すように、YVO₄レーザの第2高調波を用いて第2電極層4をパターンニングした

。レーザ光をガラス基板 1 側から入射させることにより、光電変換層 3 および第 2 電極層 4 に第 2 分離溝部 7 が形成されている。本実施形態においては、光電変換層 3 にも第 2 分離溝部 7 を形成したが、第 2 電極層 4 にのみ第 2 分離溝部 7 を形成してもよい。この工程においては、第 1 電極層 2 へのダメージを抑えつつ、第 2 電極層 4 を構成する銀のバリの発生を抑制する加工条件を選択することが好ましい。

[0061] 図 8 は、薄膜太陽電池の周囲に絶縁領域を形成した状態を示す断面図である。図 8 に示すように、薄膜太陽電池の周囲の絶縁を図るために、YAG レーザの基本波を用いてガラス基板 1 上の縁に形成されていた積層体を除去した。その結果、薄膜太陽電池の周囲に絶縁領域 30 が形成されている。本実施形態においては、YAG レーザを用いたが、ブラストなどの機械的処理方法を用いてもよい。

[0062] 図 9 は、図 1 の S106 工程中の状態を示す断面図である。図 9 に示すように、中間測定としてソーラーシミュレータ装置を用いて薄膜太陽電池の測定を行った。このとき、正極側出力取出し領域 P の第 2 電極層 4 に点接触端子 20A を接触させ、負極側出力取出し領域 N の第 2 電極層 4 に点接触端子 20B を接触させて発電領域の出力の測定を行なった。

[0063] 正極側出力取出し領域 P の第 2 電極層 4 にコンタクトラインを通じて接続されている第 1 電極層 2 は、正極側出力取出し領域 P の第 2 電極層 4 に第 2 分離溝部 7 を間に挟んで対向する第 2 電極層 4 に接続されていない。

[0064] 一方、負極側出力取出し領域 N の第 2 電極層 4 にコンタクトラインを通じて接続されている第 1 電極層 2 は、負極側出力取出し領域 N の第 2 電極層 4 に第 2 分離溝部 7 を間に挟んで対向する第 2 電極層 4 にコンタクトラインを通じて接続されている。

[0065] このため、正極側出力取出し領域 P の第 2 電極層 4 に点接触端子 20A を接触させ、負極側出力取出し領域 N の第 2 電極層 4 に第 2 分離溝部 7 を間に挟んで対向する第 2 電極層 4 に点接触端子 20B を接触させた場合においても、発電領域の出力を測定することが可能である。

- [0066] その理由は、上述したように、負極側出力取出し領域Nの第2電極層4と、負極側出力取出し領域Nの第2電極層4に第2分離溝部7を間に挟んで対向する第2電極層4とは、電氣的に接続されているため同電位になっているからである。
- [0067] 上記のように、正極側または負極側にかかわらず、出力取出し領域の第2電極層4にコンタクトラインを通じて接続されている第1電極層2が、出力取出し領域の第2電極層4に第2分離溝部7を間に挟んで対向する第2電極層4にコンタクトラインを通じて接続されている構造においては、この対向する第2電極層4に点接触端子20を接触させた場合も発電領域の出力を測定できる。この場合には、発電領域に含まれるセルがリークしないようにするために、点接触端子20Bと薄膜太陽電池との接触圧力の調整または端子降下速度を低速に制御する必要がある。この接触圧力および端子降下速度の制御は、装置に備えられた全ての端子について適用しなければならないため、出力測定工程のタクト時間が長くなる要因となり、セルに直接端子を接触させることは好ましくはない。
- [0068] 図10は、図1のS107工程後の状態を示す断面図である。図10に示すように、YVO₄レーザの第2高調波を用いて、正極側出力取出し領域Pおよび負極側出力取出し領域Nにおいて第2電極層4をパターニングした。レーザ光をガラス基板1側から入射させることにより、光電変換層3および第2電極層4に導通用溝部8が形成されている。本実施形態においては、YVO₄レーザの第2高調波を用いたが、YAGレーザの第2高調波を用いてパターニングを行なってもよい。
- [0069] 図11は、図1のS108工程後の状態を示す断面図である。図11に示すように、導通用溝部8を超音波半田によって埋設した。超音波半田の上部に半田めっき銅箔を形成することにより、出力取出し電極を形成した。
- [0070] 図12は、薄膜太陽電池を封止した状態を示す断面図である。図12に示すように、ガラス基板1とは反対側の裏面側に、透明なエチレンビニルアルコールを主原料とする接着部材31を挟んで封止部材32を配置した状態で

、真空ラミネート装置を用いて薄膜太陽電池を封止した。封止部材 32 としては、PET (ポリエチレンテレフタレート) / Al / PET からなる積層フィルムを用いた。

[0071] 最後に、薄膜太陽電池に端子ボックスを接続し、最終出力測定として薄膜太陽電池の出力をソーラーシミュレータ装置によって測定した。上記のように、製造した薄膜太陽電池セル 60000 枚において、中間出力測定と最終出力測定との測定結果に齟齬は一枚も認められなかった。この理由を、以下に説明する。

[0072] 図 13A は、従来の薄膜太陽電池の中間出力測定工程の状態を示す断面図である。図 13B は、本実施形態の薄膜太陽電池の中間出力測定工程の状態を示す断面図である。

[0073] 図 13A に示すように、従来の薄膜太陽電池の中間出力測定工程においては、第 2 分離溝部 7 と導通用溝部 8 を形成した後に、中間出力測定を行なっている。そのため、正確な測定を行なうためには、点接触端子 20A を幅 W_B の領域の第 2 電極層 4 に接触させなければならない。上述の通り、幅 W_B は、約 $150\mu\text{m}$ であり、この位置に点接触端子 20A を精度良く接触させることは容易ではない。

[0074] 図 13B に示すように、本実施形態の薄膜太陽電池の中間出力工程においては、導通用溝部 8 が形成される前に中間出力測定を行なっている。そのため、正確な測定を行なうためには、点接触端子 20A を幅 W の領域の第 2 電極層 4 に接触させればよい。上述の通り、幅 W は、約 1mm であり、この位置に点接触端子 20A を接触させることは、さほど難しいことではない。よって、点接触端子 20A と薄膜太陽電池との接触位置のばらつきによる測定誤差を低減することができる。その結果、中間出力測定において、正確に測定を行なうことができる。

[0075] 本実施形態の薄膜太陽電池の製造方法においては、上記のように中間出力測定と最終出力測定との測定結果に差がないため、製造工程のムダを削減して、製造コストの低減を図ることができる。

[0076] 以下、本発明の実施形態 2 に係る薄膜太陽電池およびその製造方法について説明する。

(実施形態 2)

図 1 4 は、本発明の実施形態 2 に係る薄膜太陽電池の構造を示す平面図である。図 1 4 においては、簡単のため、出力取出し電極を図示していない。

[0077] 図 1 4 に示すように、本発明の実施形態 2 に係る薄膜太陽電池においては、導通用溝部 8 が第 2 分離溝部 7 の長さ方向に所定の間隔を置いて不連続に形成されている。その他の構成については、実施形態 1 の薄膜太陽電池の構造と同様であるため、説明を繰返さない。

[0078] 導通用溝部 8 の非形成領域 2 1 の長さ M は、中間出力測定を行なう際に用いる端子 2 0 の薄膜太陽電池との接触部の大きさより大きいことが好ましい。このようにすることにより、中間出力測定を行なう際に、端子 2 0 を非形成領域 2 1 の第 2 電極層 4 に接触させて測定することにより、発電領域の出力を正確に測定することができる。

[0079] 本実施形態の薄膜太陽電池は、短冊状に分離されているが、格子状に分離されていてもよい。薄膜太陽電池が格子状に分離されている場合には、導通用溝部 8 の長さ方向に並ぶ格子状の薄膜太陽電池セルの各列ごとの正極側出力取出し領域 P および負極側出力取出し領域 N に、非形成領域 2 1 が形成されている必要がある。

[0080] 図 1 5 は、本実施形態の薄膜太陽電池の製造工程において、マスクを用いて導通用溝部を形成する状態を示す平面図である。本実施形態の薄膜太陽電池の製造方法としては、導通用溝部 8 を形成する工程において、正極側出力取出し領域 P および負極側出力取出し領域 N における第 2 電極層 4 上に間隔を置いてマスク 1 2 を形成した後、連続的にレーザ照射して導通用溝部 8 を形成する。

[0081] マスク 1 2 は、非形成領域 2 1 の第 2 電極層 4 上に形成される。マスク 1 2 の材料としては、レーザを透過させず、また、レーザに耐性を有する材料であれば特に限定されない。非形成領域 2 1 の形成は、第 2 分離溝部 7 の形

成工程において行なってもよいし、第2分離溝部7の形成工程の後に行なってもよい。レーザとしては、YAGレーザまたはYVO₄レーザの第2高調波などが使用できる。

[0082] よって、本実施形態の薄膜太陽電池の製造方法は以下の工程を含む。ガラス基板1上に形成された第1電極層2に第1分離溝部5を形成する。第1電極層2上に光電変換層3を形成する。光電変換層3にコンタクトライン用溝部6を形成する。光電変換層3上に第2電極層4を形成するとともに、コンタクトライン用溝部6内に第1電極層2と第2電極層2とを接続するコンタクトラインを形成する。少なくとも第2電極層4に第2分離溝部7を形成する。第2分離溝部7により発電領域と分離された正極側および負極側出力取出し領域P、Nにおいて、光電変換層3および第2電極層4を貫通し、内部を導電性材料9により埋設される導通用溝部8を第2分離溝部7の長さ方向に間隔を置いて不連続に形成する。第2分離溝部7により光電変換層3を分離することにより、セルを直列接続することが可能になる。正極側および負極側出力取出し領域P、Nにおける第2電極層4に測定端子を接触させることにより、発電領域の出力を測定する。導通用溝部8を導電性材料9で埋設することにより出力取出し電極10を形成する。この工程を経て、薄膜太陽電池が完成される。

[0083] 本実施形態の変形例として、導通用溝部8を形成する工程において、レーザプログラムにより不連続にレーザ照射して導通用溝部8を形成してもよい。レーザ発振器のQスイッチを制御する(いわゆる電気マスク)ことにより、不連続にレーザ照射することにより、導通用溝部8および非形成領域21を形成することができる。

[0084] 図16は、図14のXVI-XVI線矢印方向から見た断面図である。図16に示すように、非形成領域21を含む断面においては、導通用溝部8が形成されていない。

[0085] 図14、16に示すように、本実施形態の薄膜太陽電池は、ガラス基板1上に第1電極層2が形成されている。第1電極層2上に光電変換層3が形成

されている。光電変換層 3 上に第 2 電極層 4 が形成されている。第 1 電極層 2 を分離する第 1 分離溝部 5 が形成されている。第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とを接続するコンタクトラインが形成されている。少なくとも第 2 電極層 4 を分離する第 2 分離溝部 7 が形成されている。第 2 分離溝部 7 により発電領域と正極側および負極側出力取出し領域 P, N とが分離されている。正極側および負極側出力取出し領域 P, N において、光電変換層 3 および第 2 電極層 4 を貫通し、内部を導電性材料 9 により埋設された導通用溝部 8 が形成されている。導通用溝部 8 が第 2 分離溝部 7 の長さ方向に間隔を置いて不連続に形成されている。

[0086] 本実施形態の構成により、端子 20 と薄膜太陽電池との接触位置のばらつきによる測定誤差を低減することができる。その結果、中間出力測定において、正確に測定を行なうことができる。

[0087] 以下、本発明の実施形態 3 に係る薄膜太陽電池について説明する。

(実施形態 3)

図 17 は、本発明の実施形態 3 に係る薄膜太陽電池の構造を示す断面図である。図 17 に示すように、本実施形態の薄膜太陽電池においては、導通用溝部 8 は、平面的に見て、コンタクトライン用溝部 6 の間に挟まれるように隣接するコンタクトライン用溝部 6 同士の間形成されている。

[0088] 具体的には、正極側出力取出し領域 P における導通用溝部 8 を挟むように、薄膜太陽電池の中央側にコンタクトライン用溝部 6 が形成され、薄膜太陽電池の外側にコンタクトライン用溝部 13 が形成されている。負極側出力取出し領域 N における導通用溝部 8 を挟むように、薄膜太陽電池の中央側にコンタクトライン用溝部 6 が形成され、薄膜太陽電池の外側にコンタクトライン用溝部 14 が形成されている。

[0089] よって、本実施形態の薄膜太陽電池は、ガラス基板 1 上に第 1 電極層 2 が形成されている。第 1 電極層 2 上に光電変換層 3 が形成されている。光電変換層 3 上に第 2 電極層 4 が形成されている。第 1 電極層 2 を分離する第 1 分離溝部 5 が形成されている。第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とを接続するコン

タクトライン用溝部 6, 13, 14 が形成されている。少なくとも第 2 電極層 4 を分離する第 2 分離溝部 7 が形成されている。第 2 分離溝部 7 により発電領域と正極側および負極側出力取出し領域 P, N とが分離されている。正極側および負極側出力取出し領域 P, N において、光電変換層 3 および第 2 電極層 4 を貫通し、内部を導電性材料 9 により埋設された導通用溝部 8 が形成されている。導通用溝部 8 を導電性材料 9 で埋設することにより出力取出し電極 10 が形成されている。導通用溝部 8 は、平面的に見て、コンタクトライン用溝部 6, 13, 14 の間に挟まれるように隣接するコンタクトライン用溝部 6 とコンタクトライン用溝部 13 またはコンタクトライン用溝部 14 との間に形成されている。

[0090] 図 18 は、本実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が正極側出力取出し領域 P の正規の位置で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 18 に示すように、本実施形態においては、中間出力測定を行なう前に導通用溝部 8 が形成されている。ただし、幅 W_B の範囲および幅 W_D の範囲においては、第 2 電極層 4 と第 1 電極層 2 とが電気的に接続されている。

[0091] そのため、中間出力測定において正確に測定するためには面接触端子 22 A を、幅 W_B の範囲または幅 W_D の範囲の第 2 電極層 4 に接触させる必要がある。

[0092] 図 19 は、本実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、面接触端子が正極側出力取出し領域 P の幅 W_C の範囲および幅 W_D の範囲で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 19 に示すように、幅 W_D の範囲においては、第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とが接続されている。

[0093] そのため、面接触端子 22 A が正極側出力取出し領域 P の幅 W_C の範囲および幅 W_D の範囲で第 2 電極層 4 と接触している場合においても、発電領域の出力を正確に測定することができる。これは、負極側出力取出し領域 N においても同様である。このように、コンタクトライン用溝部 13, 14 を形成し、そのコンタクトライン用溝部 13, 14 内にコンタクトラインが形成され

ていることにより、端子 20 と薄膜太陽電池との接触位置のばらつきによる測定誤差を低減することができる。他の構成については実施の形態 1 または 2 と同様であるため説明を繰返さない。

[0094] 以下、本発明の実施形態 4 に係る薄膜太陽電池について説明する。

(実施形態 4)

図 20 は、本発明の実施形態 4 に係る薄膜太陽電池の構造を示す断面図である。図 20 に示すように、本実施形態の薄膜太陽電池においては、コンタクトライン用溝部は、平面的に見て、複数の導通用溝部のそれぞれを挟むように全ての複数の導通用溝部の両側に形成されている。

[0095] 具体的には、正極側出力取出し領域 P における導通用溝部 8 を挟むように、薄膜太陽電池の中央側にコンタクトライン用溝部 6 が形成され、薄膜太陽電池の外側にコンタクトライン用溝部 13 が形成され、隣接する導通用溝部 8 同士の間にはコンタクトライン用溝部 15 が形成されている。本実施形態においては、正極側出力取出し領域 P における導通用溝部 8 が 4 つ形成されているため、正極側出力取出し領域 P におけるコンタクトライン用溝部 15 は 3 つ形成されている。コンタクトライン用溝部 15 の形成は、コンタクトライン用溝部 6 の工程と同じ工程で行うことが生産性を考慮すると好ましい。

[0096] 本実施形態においては、負極側出力取出し領域 N における導通用溝部 8 を挟むように、薄膜太陽電池の中央側にコンタクトライン用溝部 6 が形成され、薄膜太陽電池の外側にコンタクトライン用溝部 14 が形成され、隣接する導通用溝部 8 同士の間にはコンタクトライン用溝部 15 が形成されている。本実施形態においては、負極側出力取出し領域 N における導通用溝部 8 が 4 つ形成されているため、負極側出力取出し領域 N におけるコンタクトライン用溝部 15 は 3 つ形成されている。

[0097] よって、本実施形態の薄膜太陽電池は、ガラス基板 1 上に第 1 電極層 2 が形成されている。第 1 電極層 2 に第 1 分離溝部 5 が形成されている。第 1 電極層 2 上に光電変換層 3 が形成されている。光電変換層 3 上に第 2 電極層 4 が形成されている。第 1 電極層 2 を分離する第 1 分離溝部 5 が形成されてい

る。第 1 電極層 2 と第 2 電極層 4 とを接続するコンタクトライン用溝部 6, 13, 14, 15 が形成されている。少なくとも第 2 電極層 4 を分離する第 2 分離溝部 7 が形成されている。第 2 分離溝部 7 により発電領域と正極側および負極側出力取出し領域 P, N とが分離されている。正極側および負極側出力取出し領域 P, N において、光電変換層 3 および第 2 電極層 4 を貫通し、内部を導電性材料 9 により埋設された複数の導通用溝部 8 が形成されている。複数の導通用溝部 8 を導電性材料 9 で埋設することにより出力取出し電極 10 が形成されている。コンタクトライン用溝部 6, 13, 14, 15 は、平面的に見て、複数の導通用溝部 8 のそれぞれを挟むように全ての複数の導通用溝部 8 の両側に形成されている。

[0098] 図 2 1 は、本実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域 P の正規の位置で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 2 1 に示すように、本実施形態においては、中間出力測定を行なう前に導通用溝部 8 が形成されている。ただし、幅 W_B の範囲、幅 W_C の範囲および幅 W_D の範囲においては、第 2 電極層 4 と第 1 電極層 2 とが電氣的に接続されている。

[0099] そのため、中間出力測定において正確に測定するためには点接触端子 20 A を、幅 W の範囲の第 2 電極層 4 に接触させればよい。

[0100] 図 2 2 は、本実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域 P の幅 W_D の範囲で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。図 2 3 は、本実施形態の薄膜太陽電池における中間出力測定工程において、点接触端子が正極側出力取出し領域 P の幅 W_C の範囲で第 2 電極層と接触している状態を示す断面図である。

[0101] 図 2 1 に示すように点接触端子 20 A が幅 W_B の範囲の第 2 電極層 4 に接触している場合、図 2 2 に示すように点接触端子 20 A が幅 W_D の範囲の第 2 電極層 4 に接触している場合、図 2 3 に示すように点接触端子 20 A が幅 W_C の範囲の第 2 電極層 4 に接触している場合の、いずれの場合にも発電領域の出力を正確に測定することができる。

[0102] このように、コンタクトライン用溝部 13, 14, 15 を形成し、そのコンタクトライン用溝部 13, 14, 15 内にコンタクトラインが形成されていることにより、端子 20 と薄膜太陽電池との接触位置のばらつきによる測定誤差を低減することができる。他の構成については実施の形態 1 および 2 と同様であるため説明を繰返さない。

[0103] なお、今回開示した上記実施形態はすべての点で例示であって、限定的な解釈の根拠となるものではない。したがって、本発明の技術的範囲は、上記した実施形態のみによって解釈されるものではなく、請求の範囲の記載に基づいて画定される。また、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

符号の説明

[0104] 1 ガラス基板、2 第 1 電極層、3 光電変換層、4 第 2 電極層、5 第 1 分離溝部、6, 13, 14, 15 コンタクトライン用溝部、7 第 2 分離溝部、8 導通用溝部、9 導電性材料、10 出力取出し電極、12 マスク、20 端子、20A, 20B 点接触端子、21 非形成領域、22A 面接触端子、30 絶縁領域、31 接着部材、32 封止部材。

請求の範囲

- [請求項1] 基板(1)上に形成された第1電極層(2)に第1分離溝部(5)を形成する工程と、
- 前記第1電極層(2)上に光電変換層(3)を形成する工程と、
- 前記光電変換層(3)にコンタクトライン用溝部(6)を形成する工程と、
- 前記光電変換層(3)上に第2電極層(4)を形成するとともに、前記コンタクトライン用溝部(6)内に前記第1電極層(2)と前記第2電極層(4)とを接続するコンタクトラインを形成する工程と、
- 少なくとも前記第2電極層(4)に第2分離溝部(7)を形成する工程と、
- 前記第2分離溝部(7)により発電領域と分離された出力取出し領域において、前記第2電極層(4)に測定端子を接触させることにより、前記発電領域の出力を測定する工程と、
- 前記出力取出し領域において、前記光電変換層(3)および前記第2電極層(4)に導通用溝部(8)を形成する工程と、
- 前記導通用溝部(8)内に導電性材料(9)を埋設する工程とを備える、薄膜太陽電池の製造方法。
- [請求項2] 基板(1)と、
- 前記基板(1)上に形成された第1電極層(2)と、
- 前記第1電極層(2)上に形成された光電変換層(3)と、
- 前記光電変換層(3)上に形成された第2電極層(4)と、
- 前記第1電極層(2)を分離する第1分離溝部(5)と、
- 前記第1電極層(2)と前記第2電極層(4)とを接続するコンタクトラインと、
- 少なくとも前記第2電極層(4)を分離する第2分離溝部(7)と、
- 前記第2分離溝部(7)により発電領域と分離された出力取出し領域と、

前記出力取出し領域において、前記光電変換層(3)および前記第2電極層(4)を貫通し、内部を導電性材料(9)により埋設された導通用溝部(8)と

を備え、

前記導通用溝部(8)が前記第2分離溝部(7)の長さ方向に間隔を置いて不連続に形成されている、薄膜太陽電池。

[請求項3]

基板(1)上に形成された前記第1電極層(2)に第1分離溝部(5)を形成する工程と、

前記第1電極層(2)上に光電変換層(3)を形成する工程と、

前記光電変換層(3)にコンタクトライン用溝部(6)を形成する工程と、

前記光電変換層(3)上に第2電極層(4)を形成するとともに、前記コンタクトライン用溝部(6, 13, 14)内に前記第1電極層(2)と前記第2電極層(4)とを接続するコンタクトラインを形成する工程と、

少なくとも前記第2電極層(4)に第2分離溝部(7)を形成する工程と、

前記第2分離溝部(7)により発電領域と分離された出力取出し領域において、前記光電変換層(3)および前記第2電極層(4)を貫通し、内部を導電性材料(9)により埋設される導通用溝部(8)を前記第2分離溝部(7)の長さ方向に間隔を置いて不連続に形成する工程と、

前記出力取出し領域における前記第2電極層(4)に測定端子を接触させることにより、前記発電領域の出力を測定する工程と

前記導通用溝部(8)内に導電性材料(9)を埋設する工程とを備える、薄膜太陽電池の製造方法。

[請求項4]

前記導通用溝部(8)を形成する工程において、前記出力取出し領域における前記第2電極層(4)上に所定の間隔を置いてマスク(12)を形成した後、連続的にレーザ照射して前記導通用溝部(8)を形成する

、請求項3に記載の薄膜太陽電池の製造方法。

[請求項5] 前記導通用溝部(8)を形成する工程において、レーザプログラムにより不連続にレーザ照射して前記導通用溝部(8)を形成する、請求項3に記載の薄膜太陽電池の製造方法。

[請求項6] 前記出力を測定する工程において前記測定端子を接触させる前記第2電極層(4)に接続されている前記第1電極層(2)は、前記測定端子を接触させる前記第2電極層(4)に前記第2分離溝部(7)を間に挟んで対向する前記第2電極層(4)に接続されていない、請求項1, 3, 4および5のいずれかに記載の薄膜太陽電池の製造方法。

[請求項7] 基板(1)と、
前記基板(1)上に形成された第1電極層(2)と、
前記第1電極層(2)上に形成された光電変換層(3)と、
前記光電変換層(3)上に形成された第2電極層(4)と、
前記第1電極層(2)を分離する第1分離溝部(5)と、
前記第1電極層(2)と前記第2電極層(4)とを接続するコンタクトライン用溝部(6, 13, 14)と、
少なくとも前記第2電極層(4)を分離する第2分離溝部(7)と、
前記出力取出し領域において、前記光電変換層(3)および前記第2電極層(4)を貫通し、内部を導電性材料(9)により埋設された導通用溝部(8)と
を備え、

前記導通用溝部(8)は、平面的に見て、前記コンタクトライン用溝部(6, 13, 14)の間に挟まれるように隣接する前記コンタクトライン用溝部同士の間形成されている、薄膜太陽電池。

[請求項8] 基板(1)と、
前記基板(1)上に形成された第1電極層(2)と、
前記第1電極層(2)上に形成された光電変換層(3)と、
前記光電変換層(3)上に形成された第2電極層(4)と、

前記第 1 電極層(2)を分離する第 1 分離溝部(5)と、

前記第 1 電極層(2)と前記第 2 電極層(4)とを接続するコンタクト
ライン用溝部(6, 13, 14, 15)と、

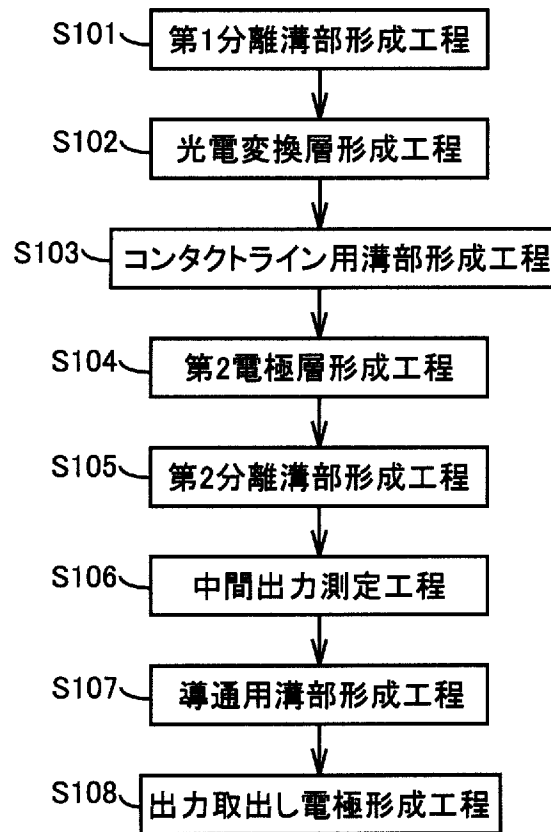
少なくとも前記第 2 電極層(4)を分離する第 2 分離溝部(7)と、

前記出力取出し領域において、前記光電変換層(3)および前記第 2
電極層(4)を貫通し、内部を導電性材料(9)により埋設された複数の
導通用溝部(8)と

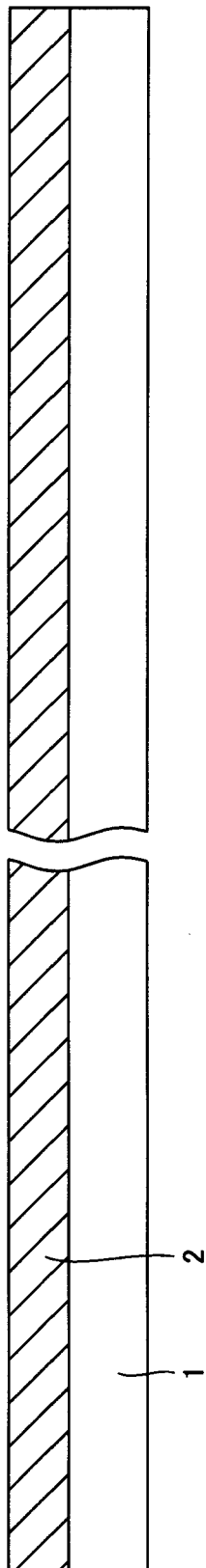
を備え、

前記コンタクトライン用溝部(6, 13, 14, 15)は、平面的に
見て、前記複数の導通用溝部(8)のそれぞれを挟むように全ての前記
複数の導通用溝部(8)の両側に形成されている、薄膜太陽電池。

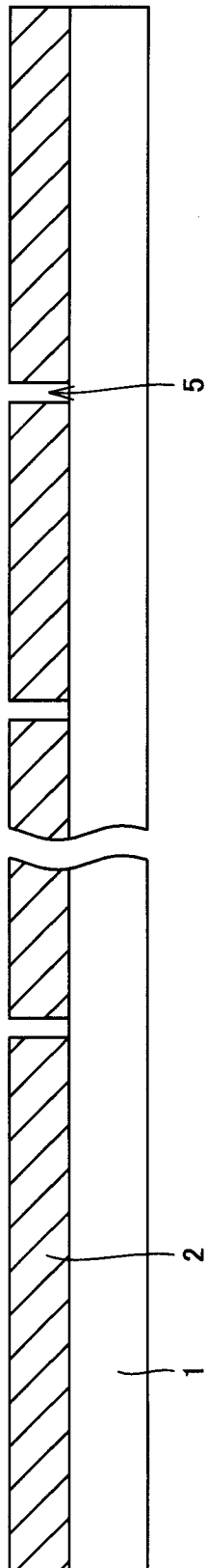
[図1]



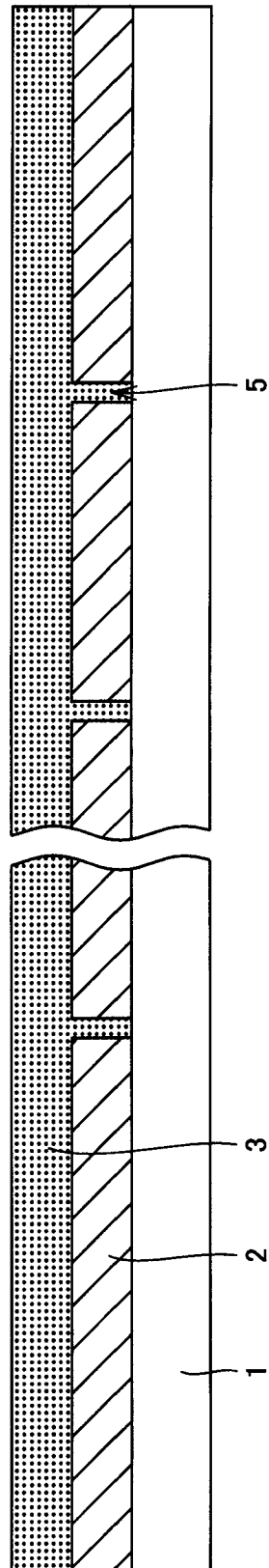
[図2]



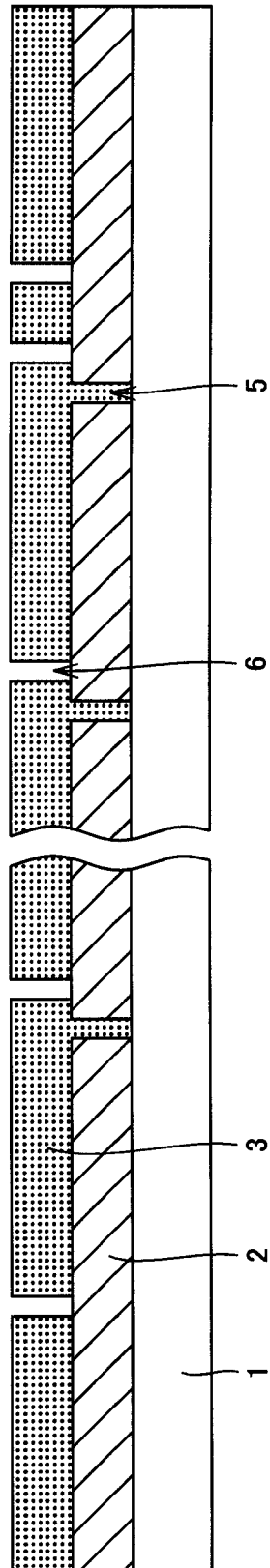
[図3]



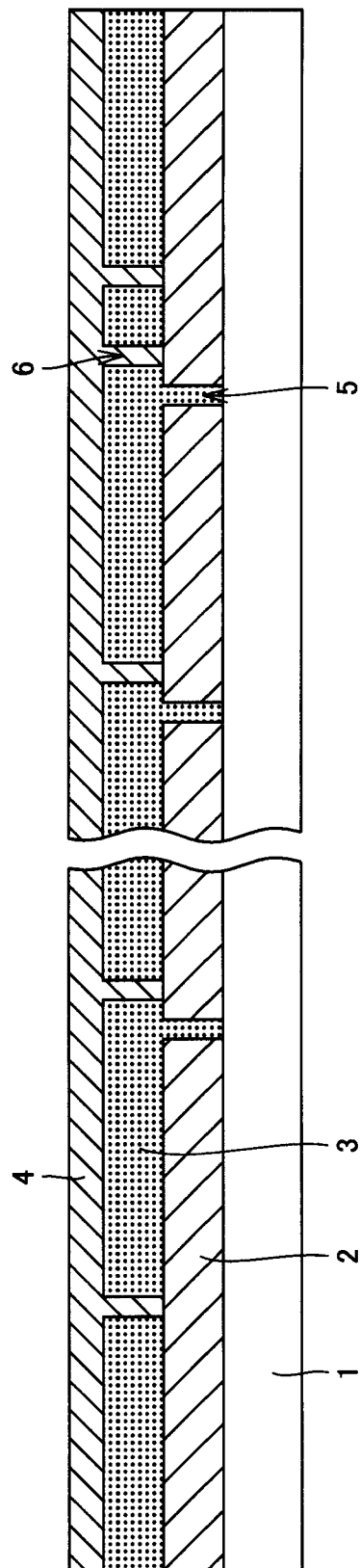
[図4]



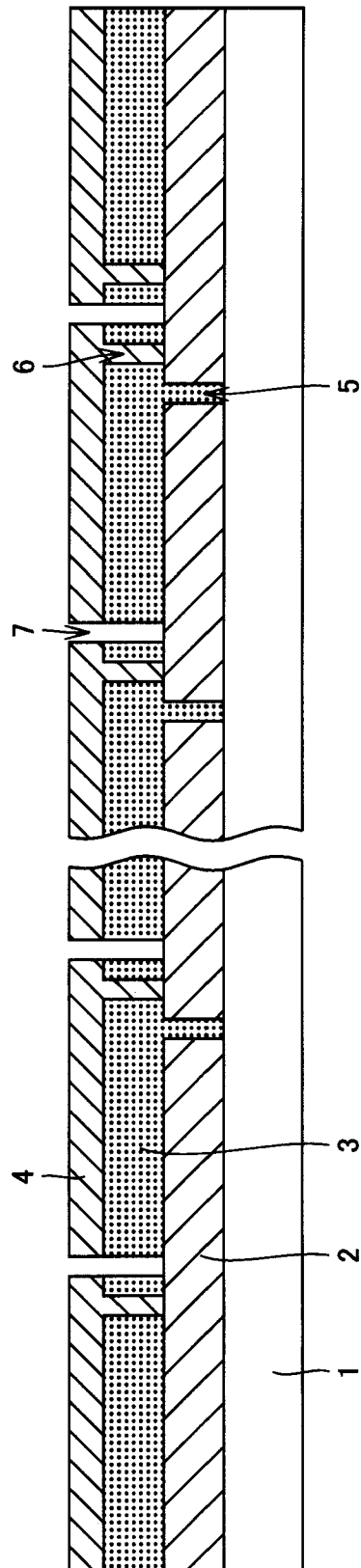
[図5]



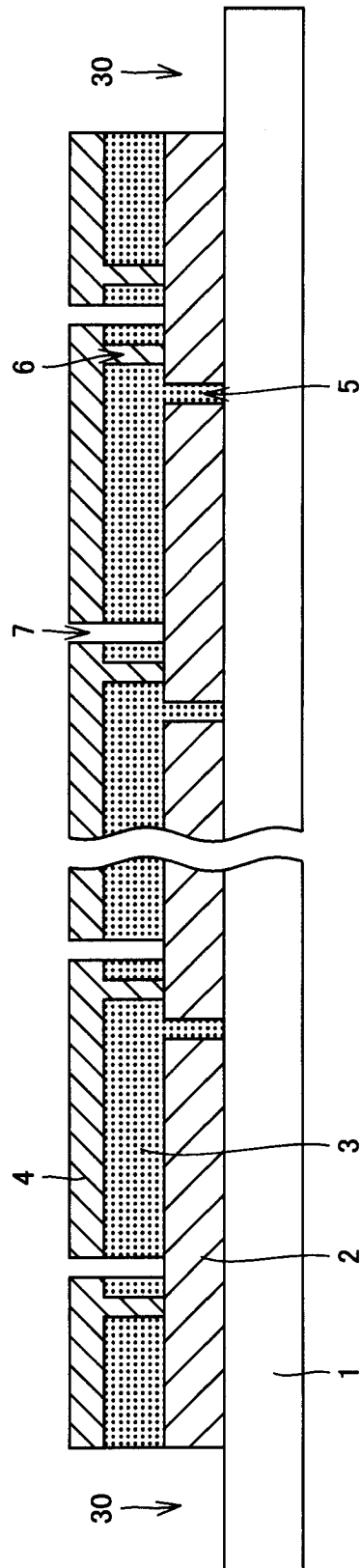
[図6]



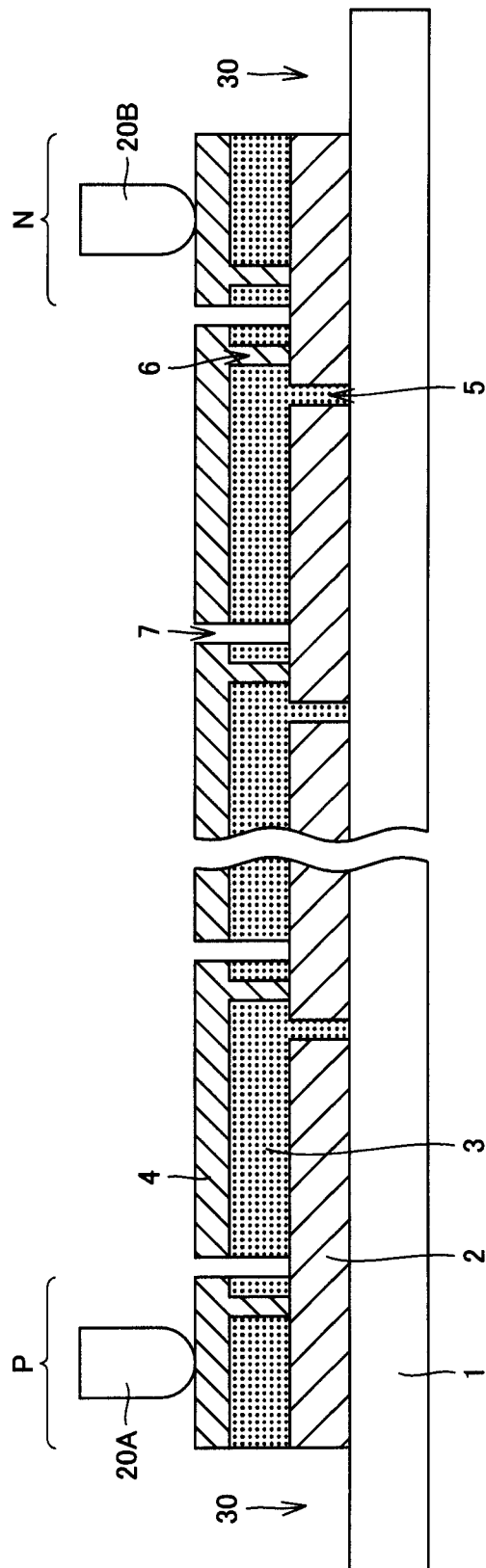
[図7]



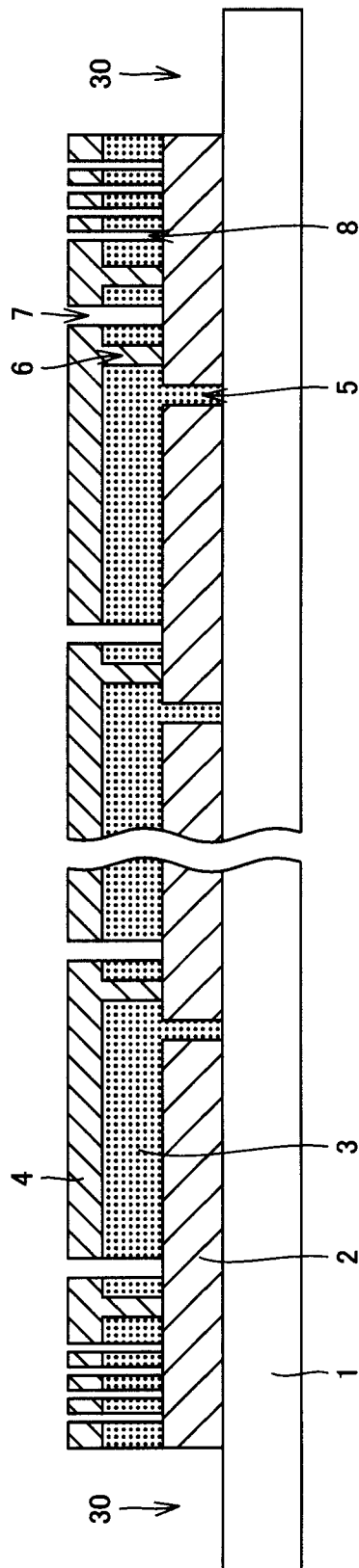
[図8]



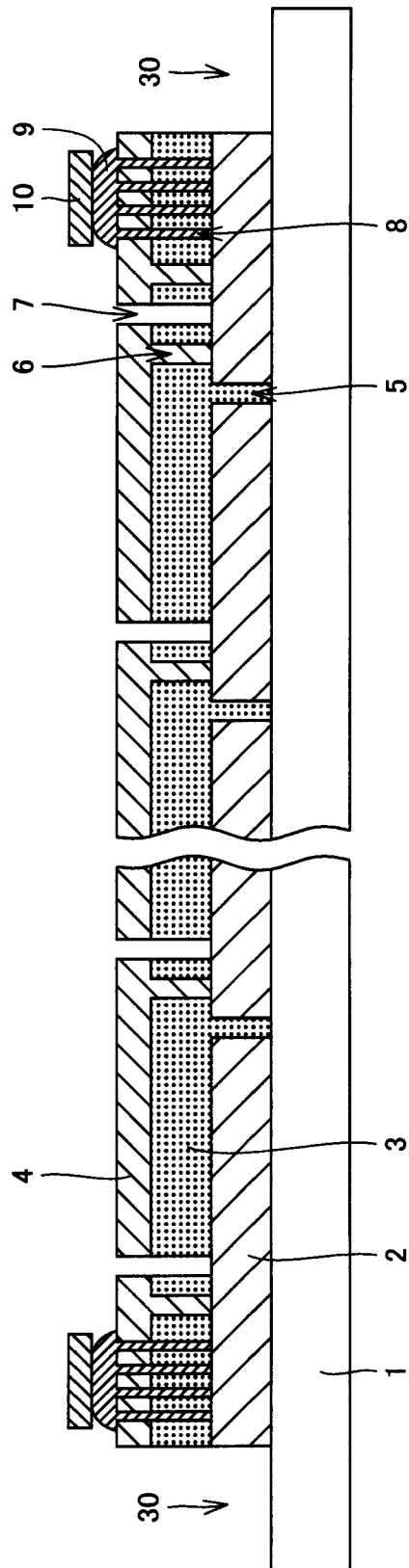
[図9]



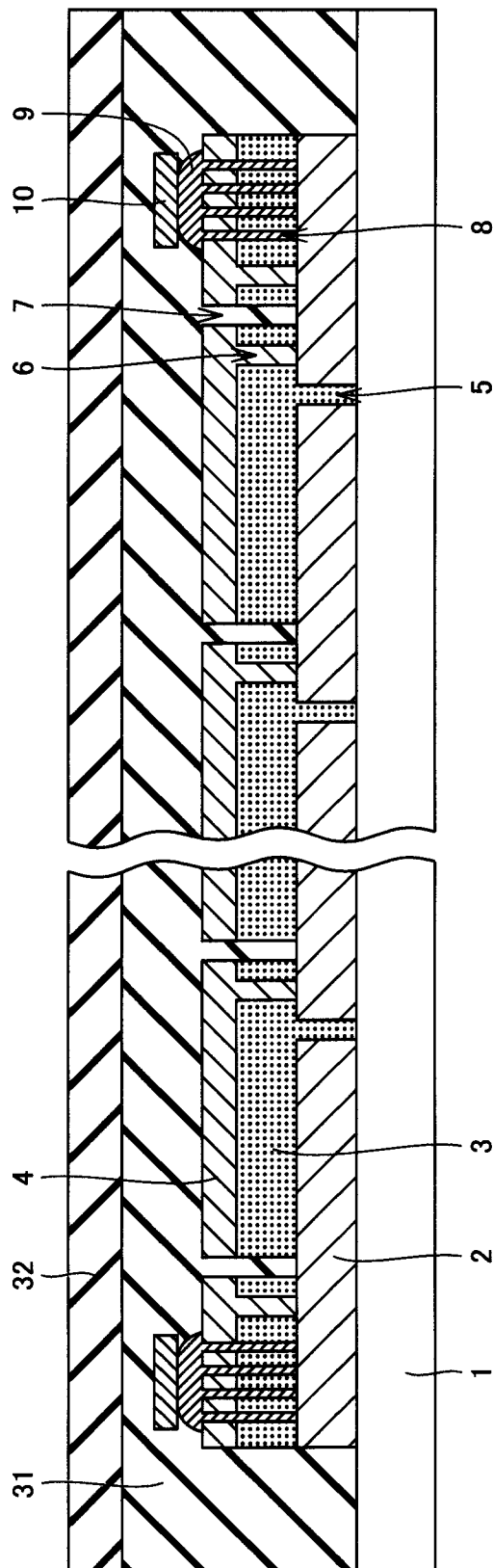
[図10]



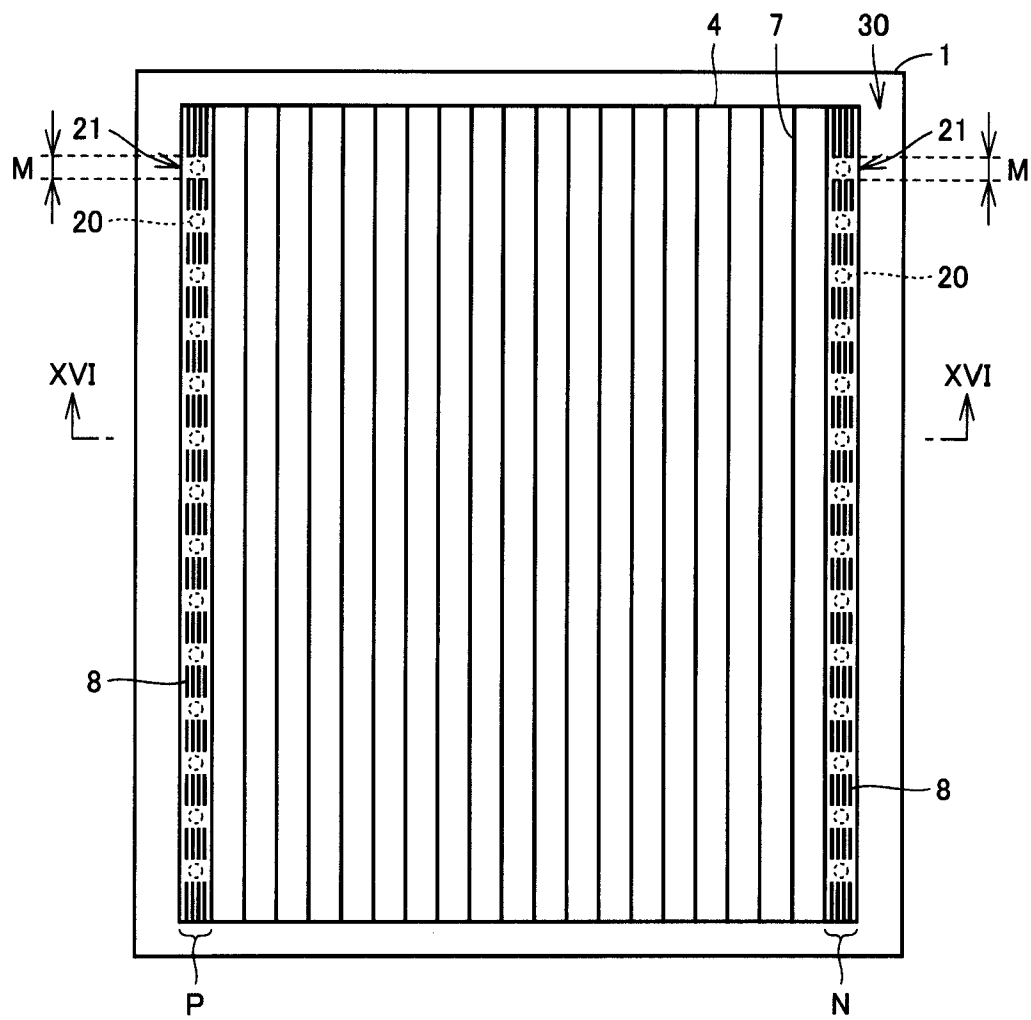
[図11]



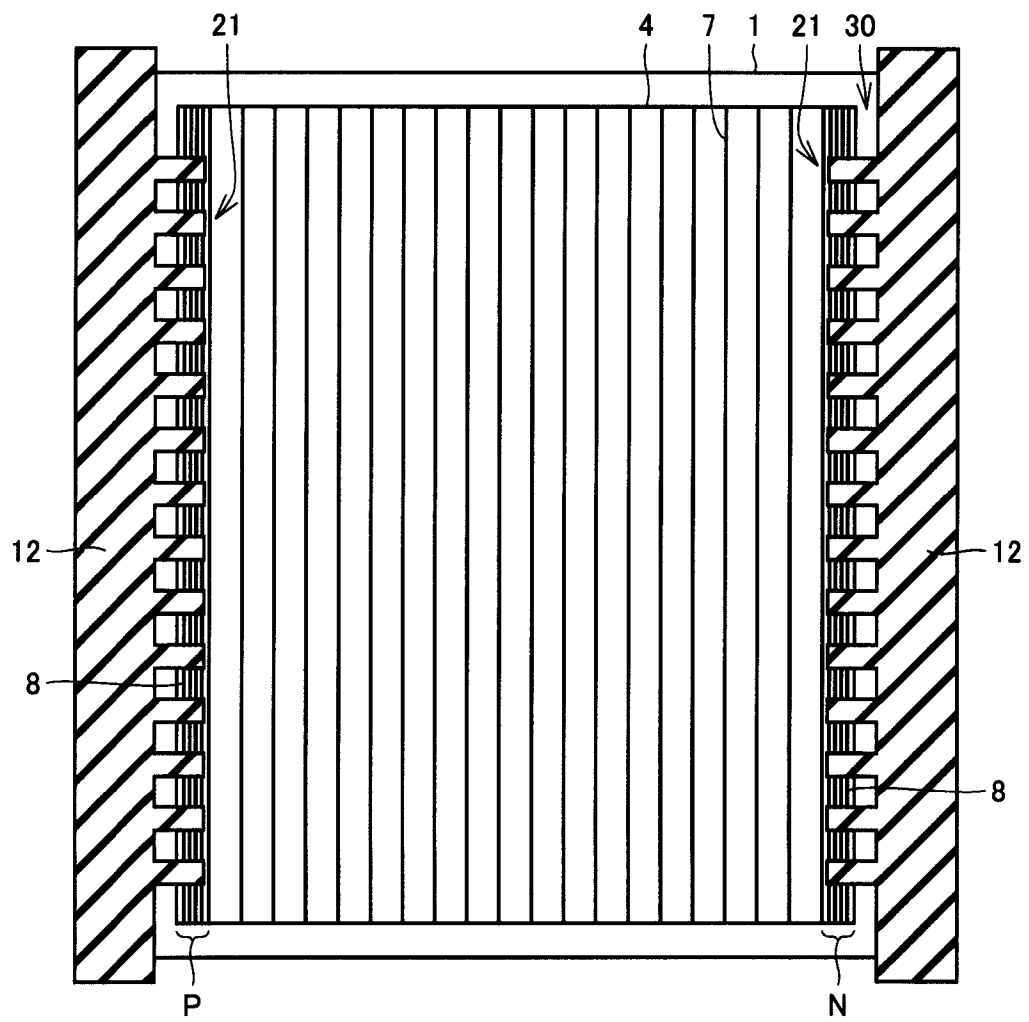
[図12]



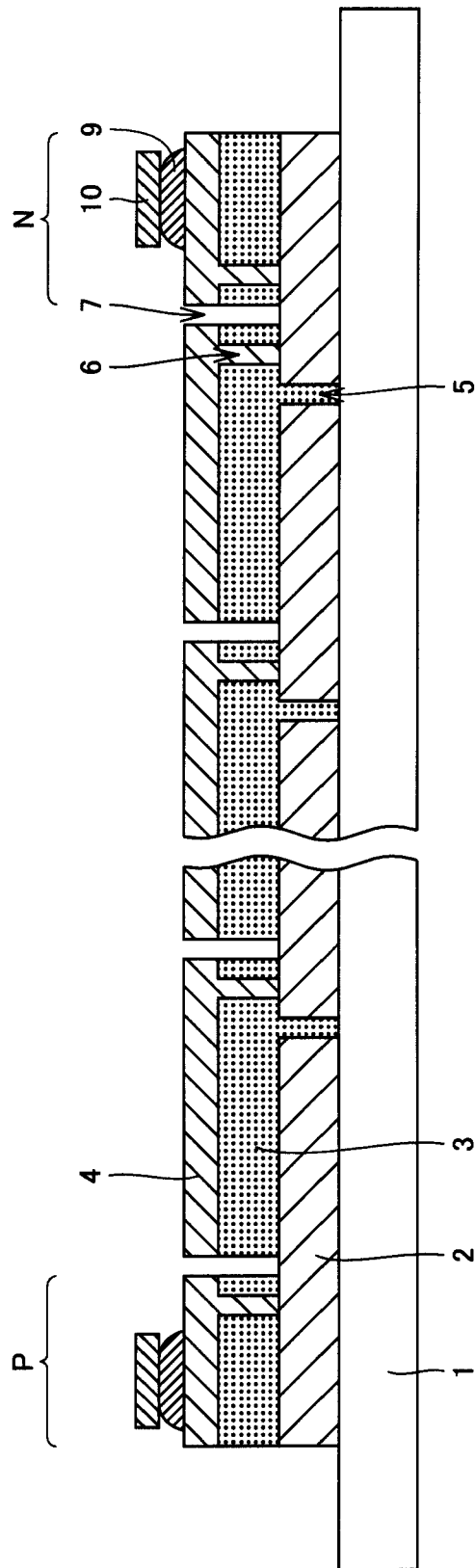
[図14]



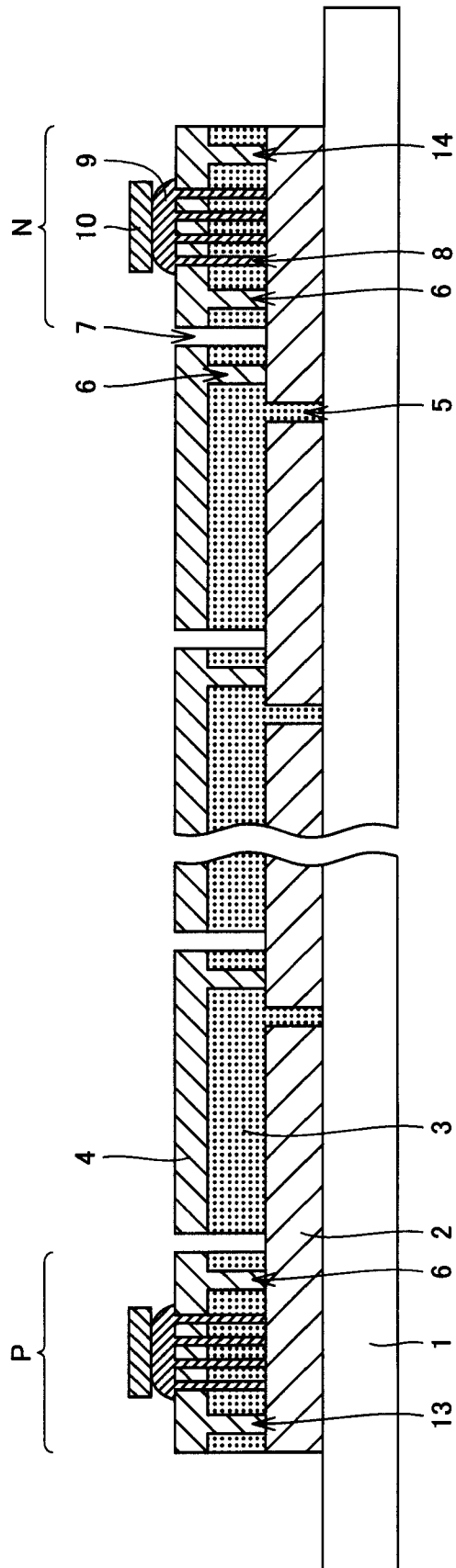
[図15]



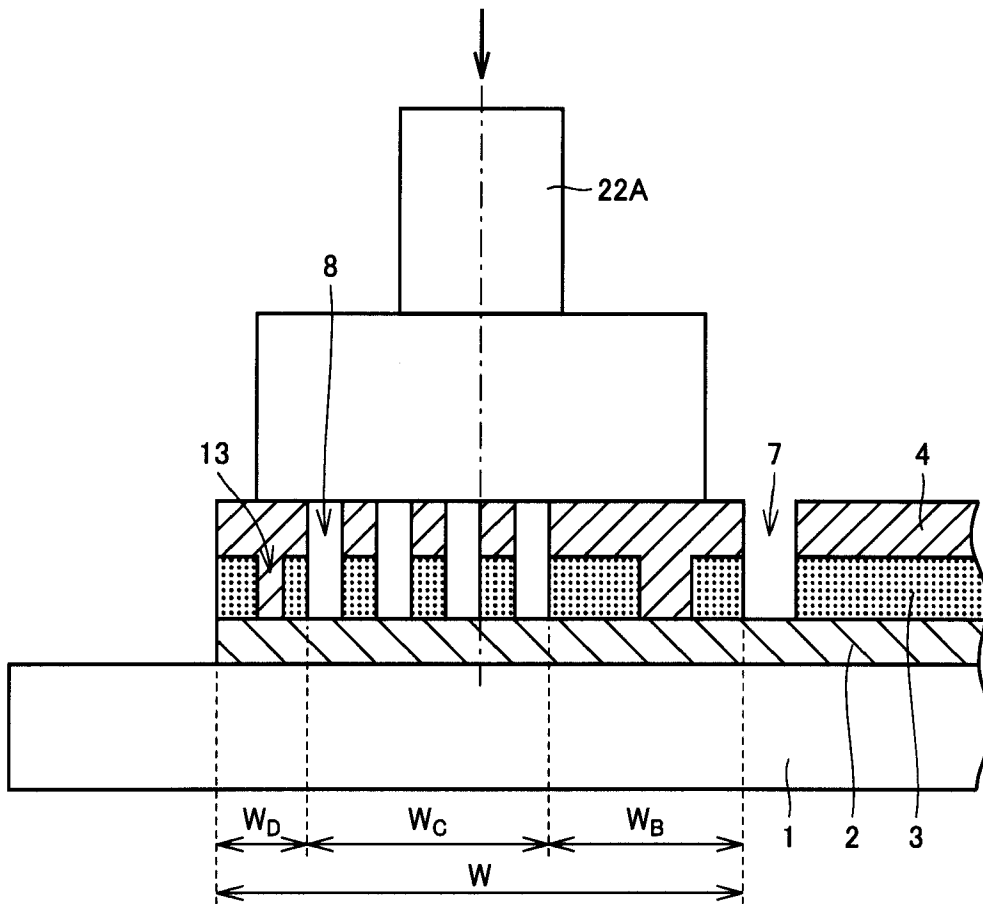
[図16]



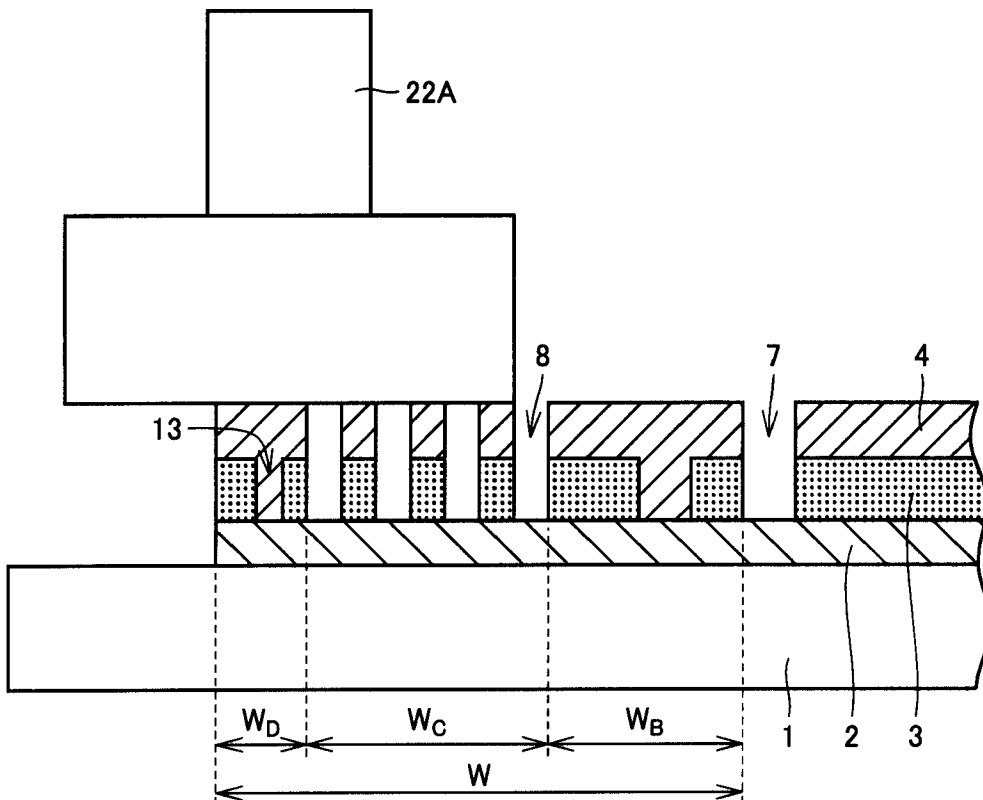
[図17]



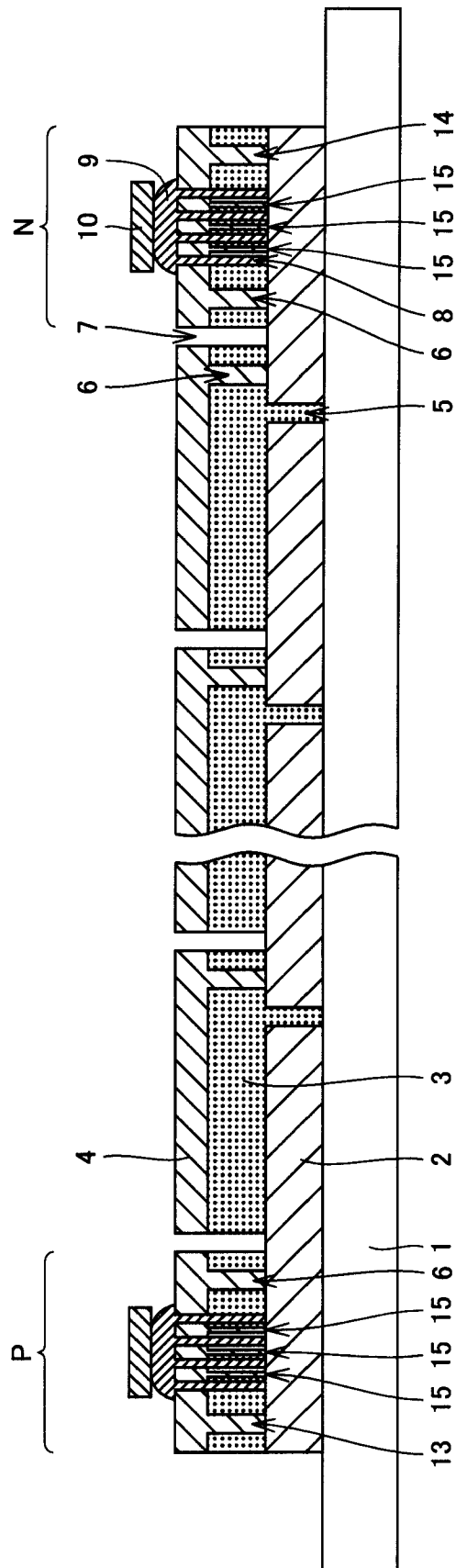
[図18]

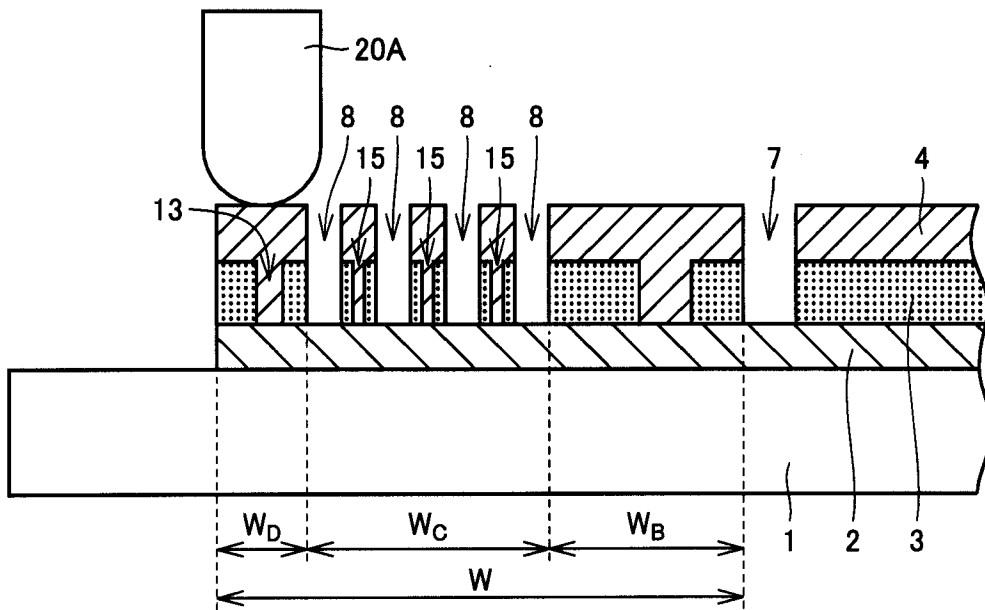
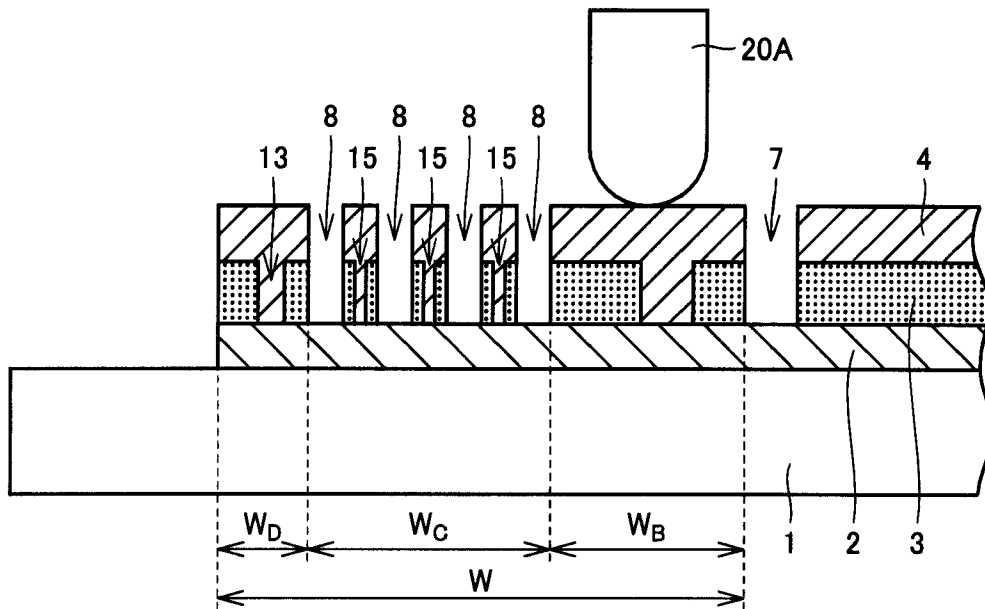


[図19]



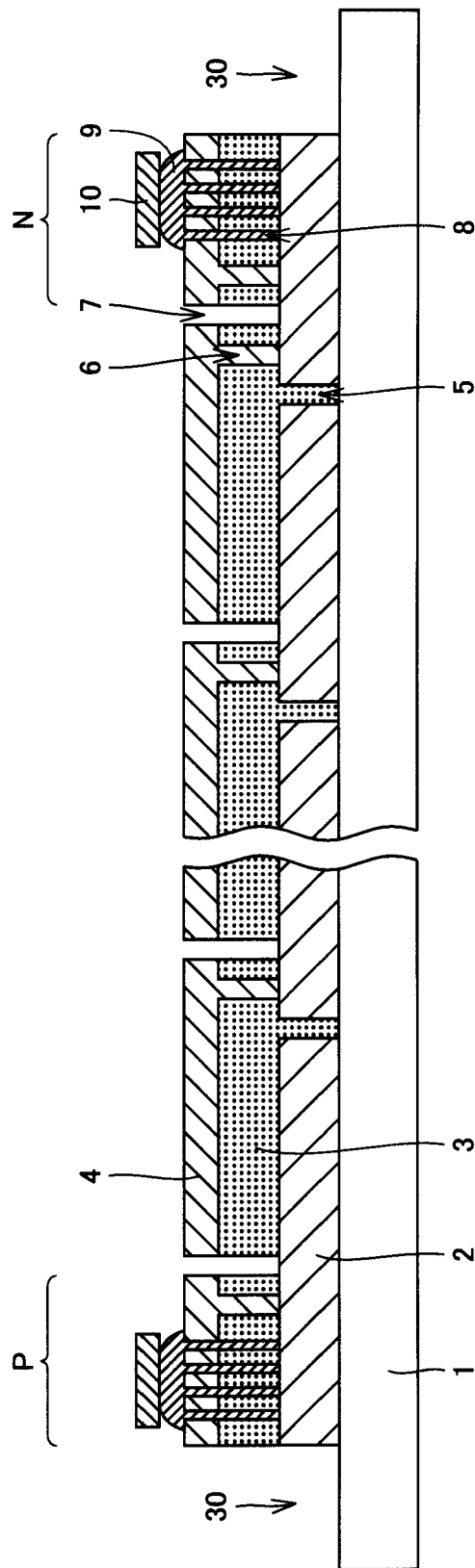
[図20]



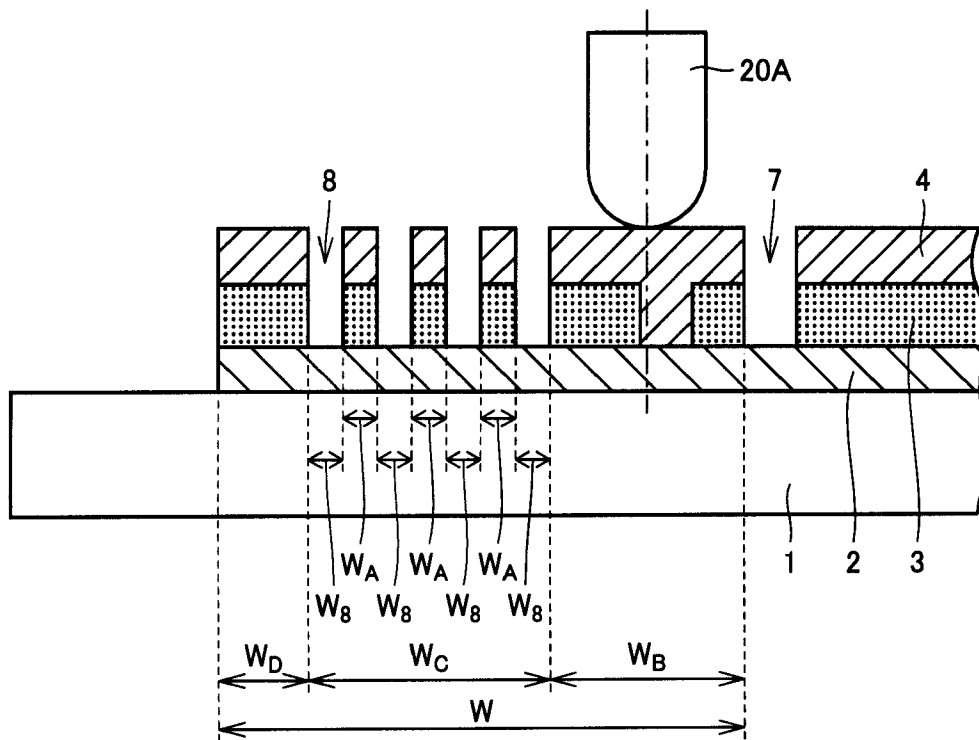


This diagram shows a cross-sectional view of a semiconductor device. A central protrusion, labeled 20A, is positioned on a substrate. The substrate consists of a base layer (1) and a top layer (2). The device is divided into four regions: a left region (D) with width W_D , a central region (C) with width W_C , a right region (B) with width W_B , and a total width W . The regions are separated by dashed vertical lines. The central region (C) contains a central protrusion (20A) and is flanked by two side regions (8) with width 15. The left region (D) and right region (B) each contain a side region (8) with width 13 and a central region (15) with width 15. The right region (B) also contains a central region (15) with width 15. The rightmost region (4) is a separate block with a central region (15) and a side region (8) with width 15. The regions are labeled with numbers 1, 2, 3, 4, 7, 8, 13, 15, and 20A.

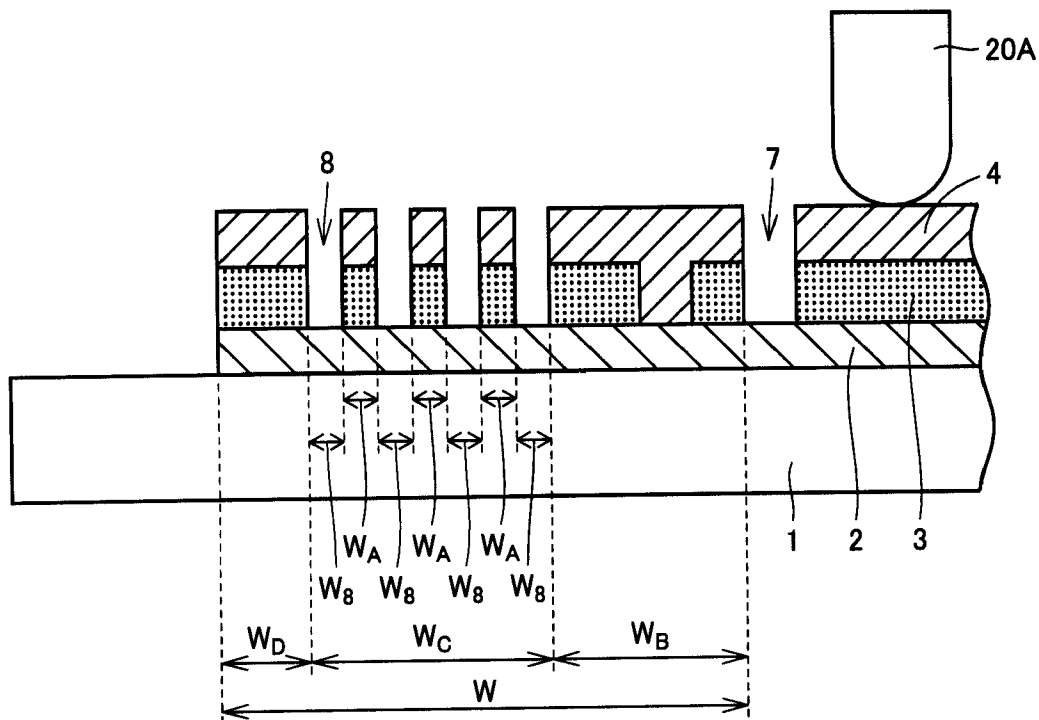
[図25]



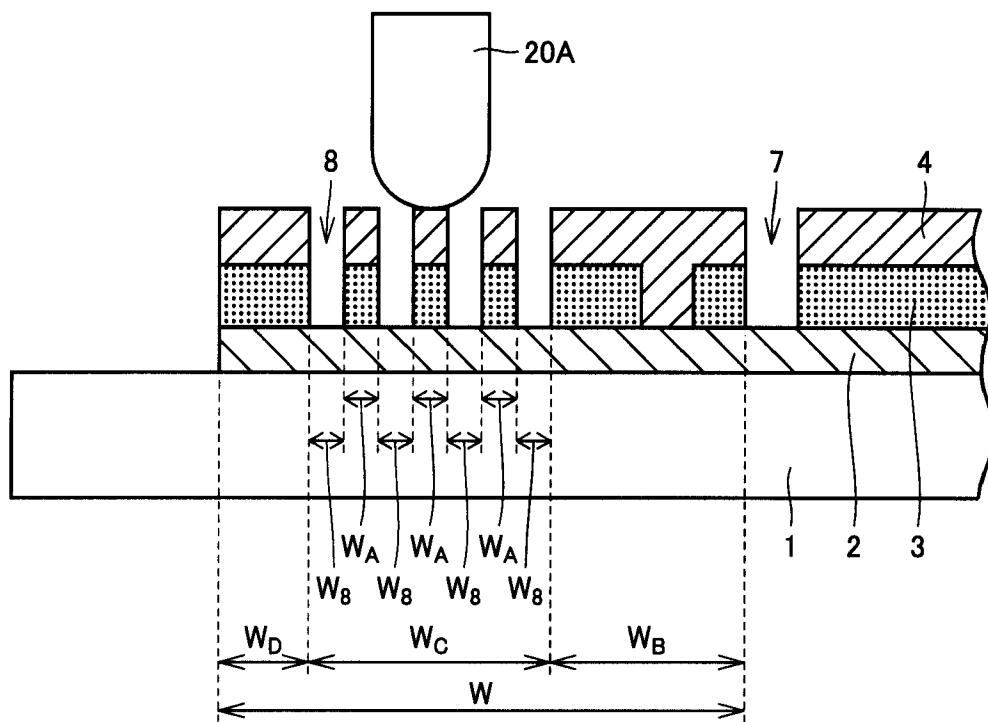
[図26]



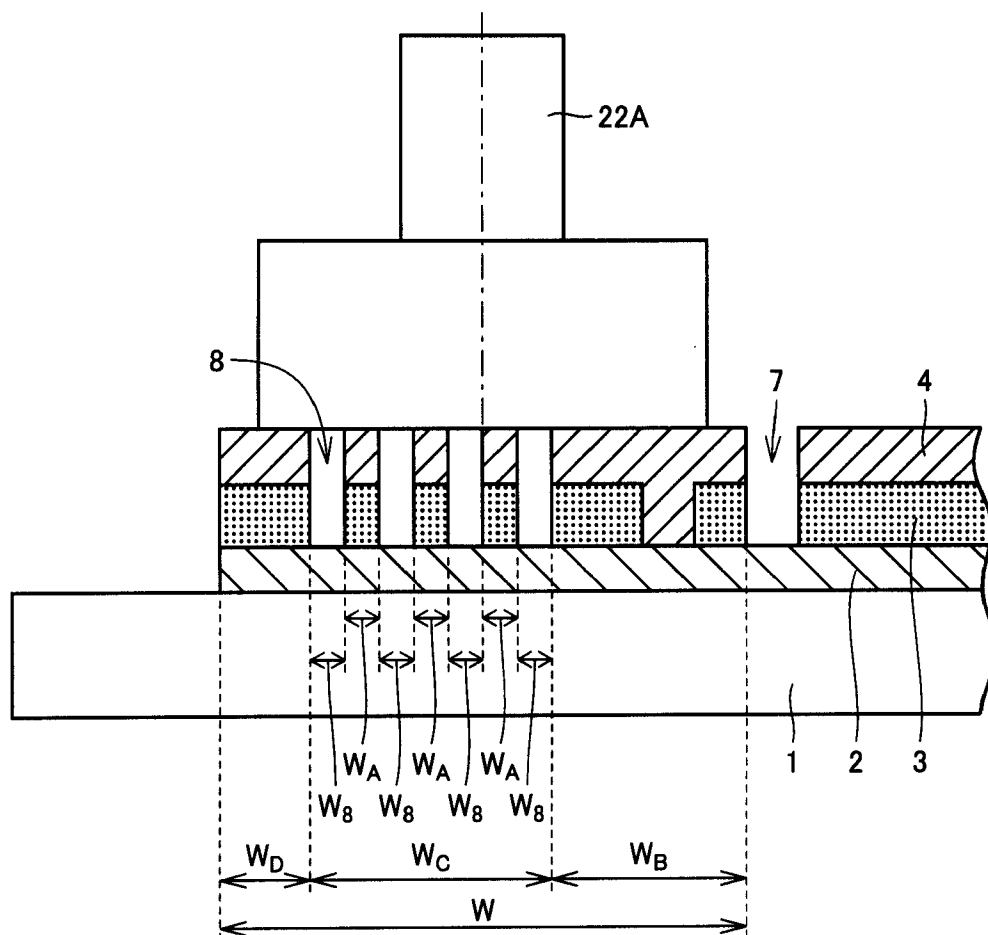
[図27]



[図28]

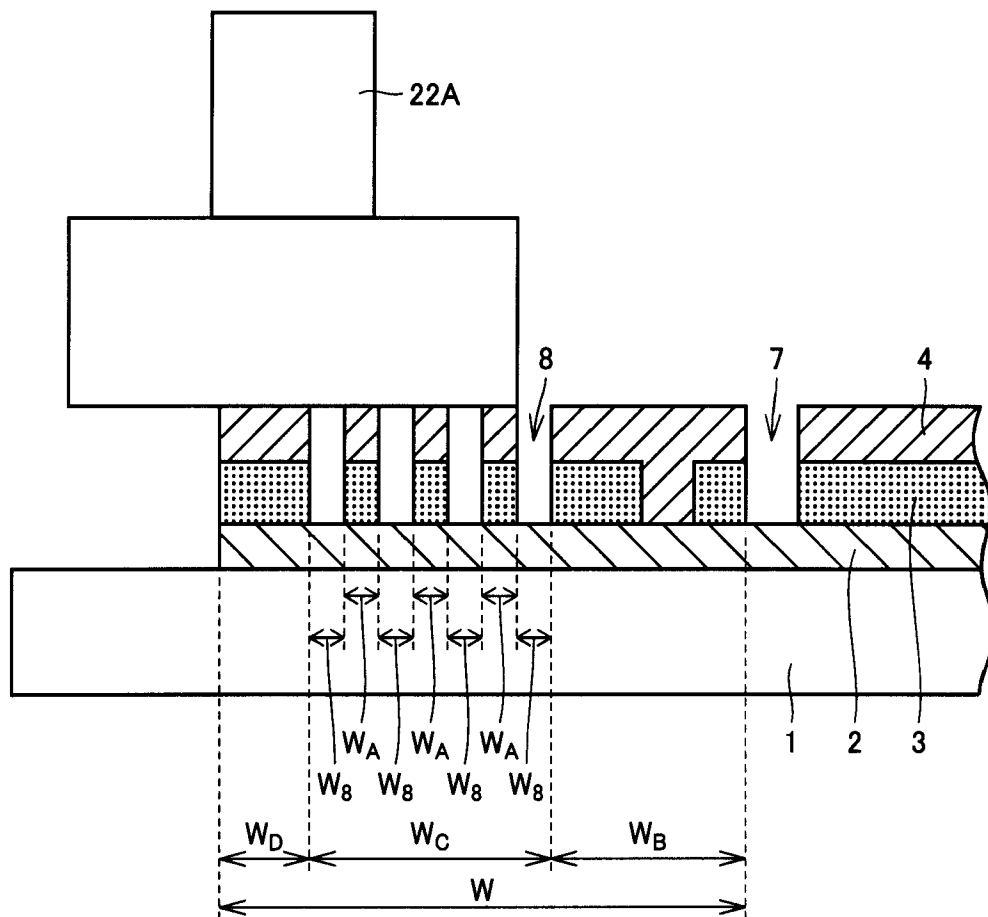


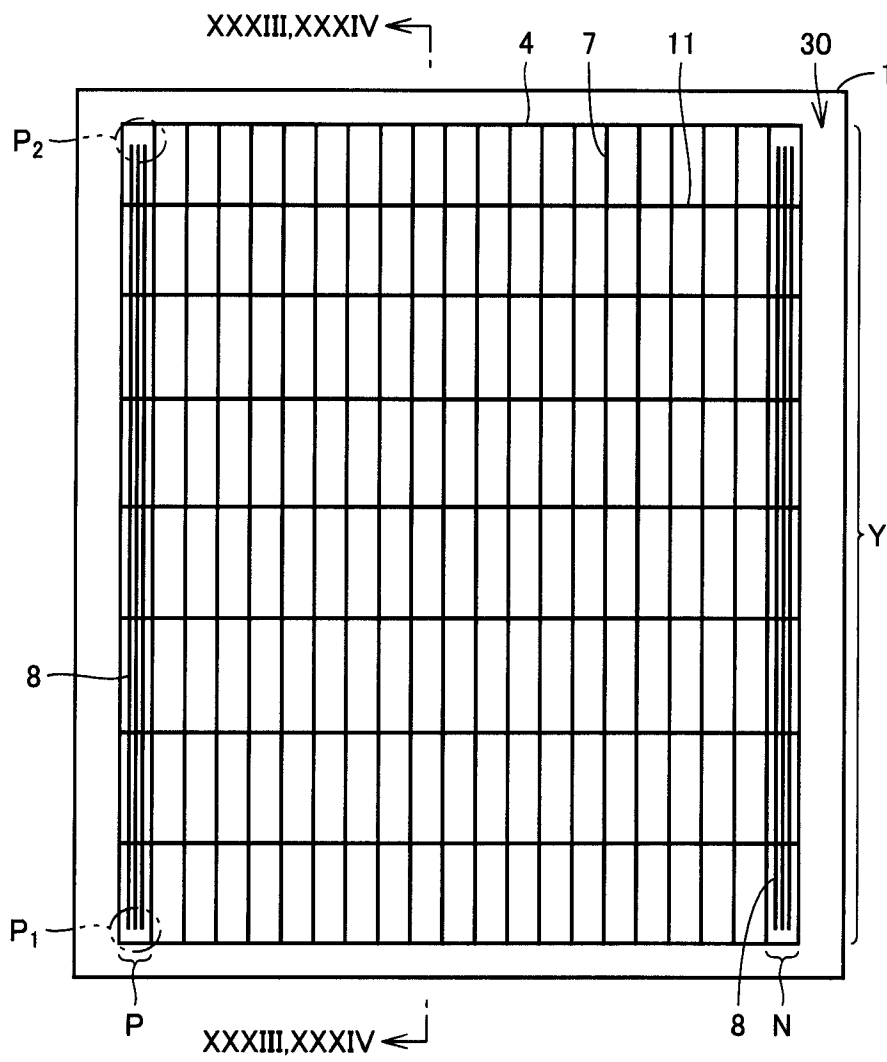
[図29]



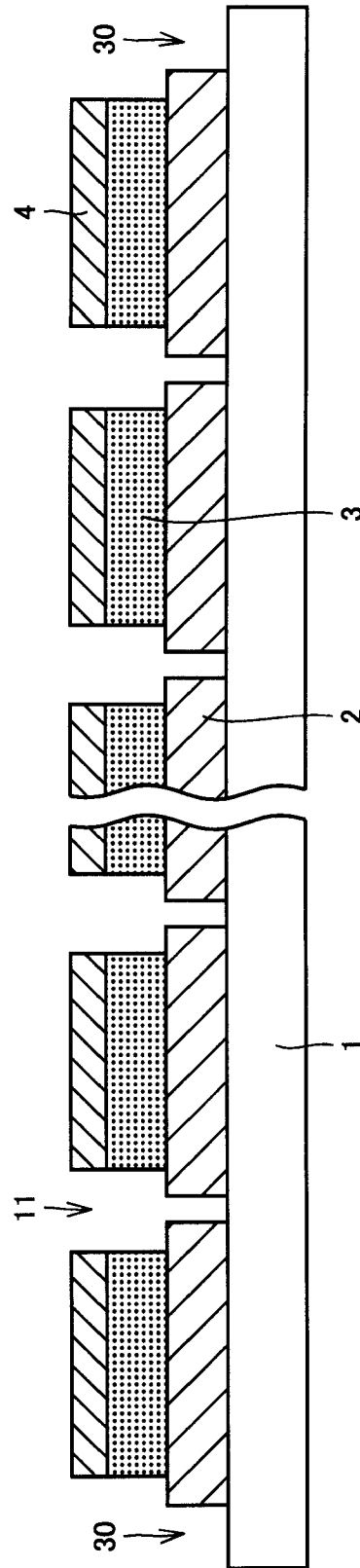
[illegible]

[図31]

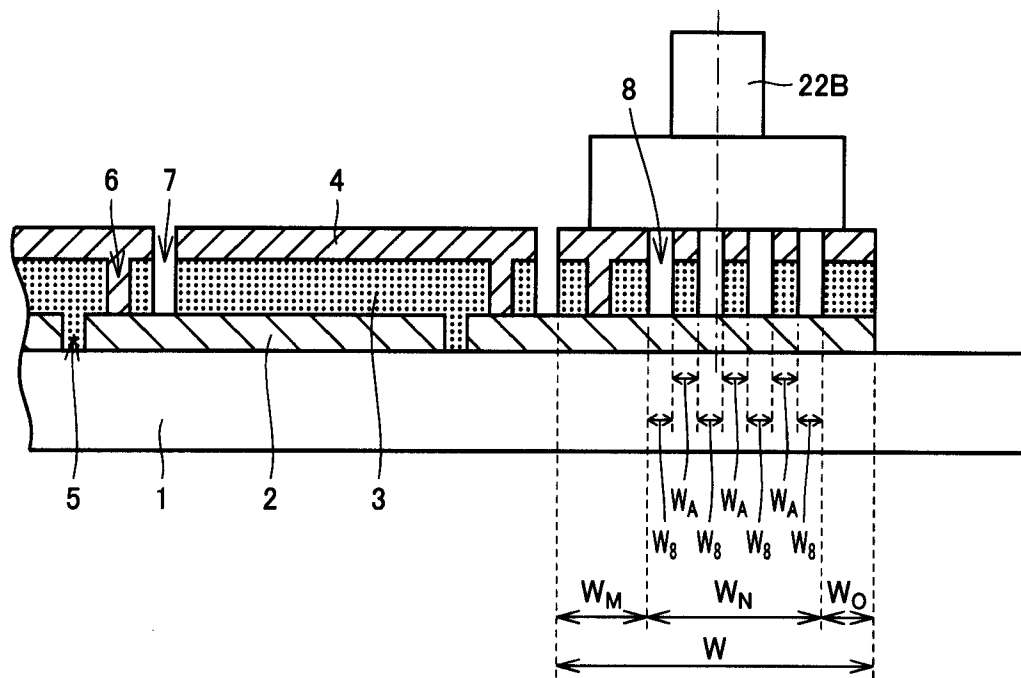




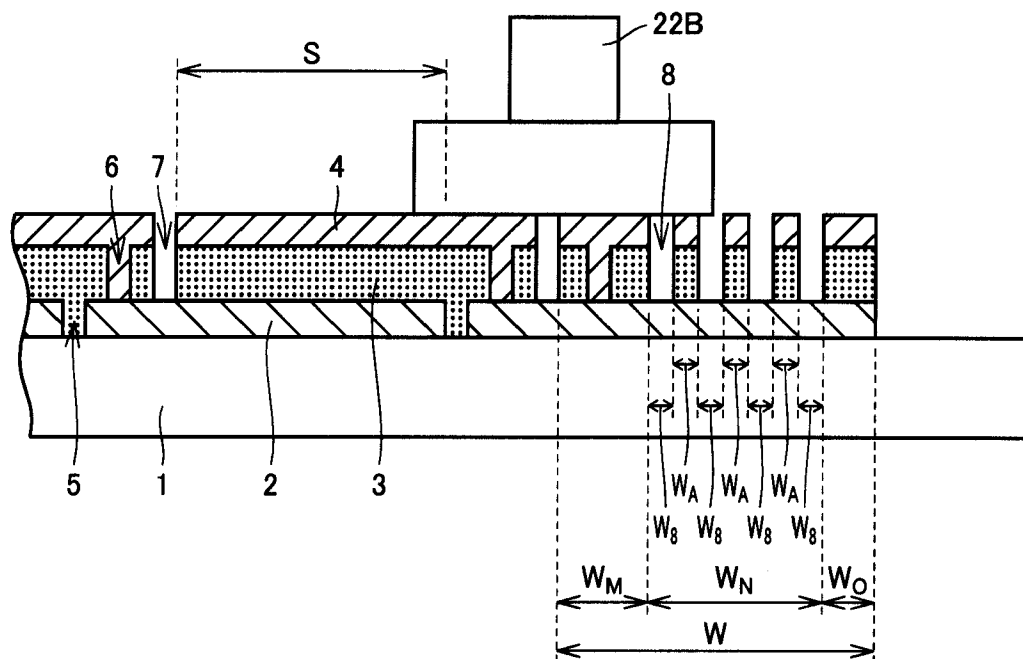
[図34]



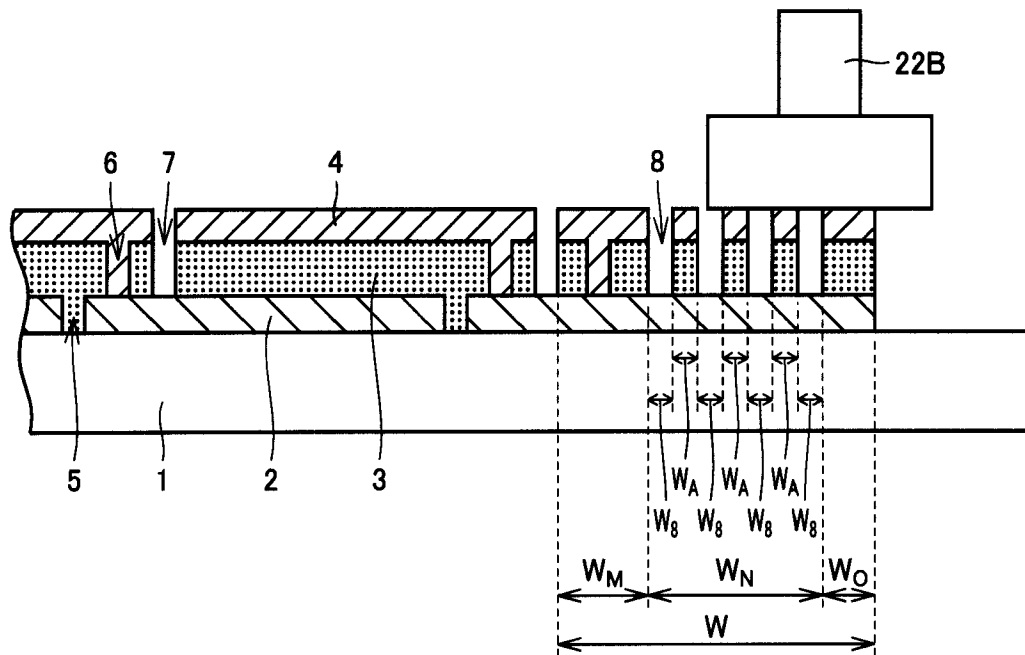
[図35]



[図36]



[図37]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057770

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

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 3613851 B2 (Kaneka Corp.), 12 November 2004 (12.11.2004), paragraphs [0012] to [0023]; fig. 3 (Family: none)	1, 6 2-5, 7-8
A	JP 2008-140885 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 June 2008 (19.06.2008), paragraphs [0062] to [0098]; fig. 2 to 4B (Family: none)	1-8

☐ 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
15 April, 2011 (15.04.11)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057770

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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:

Method for production of a thin film solar cell which comprises respective steps set forth in claim 1 is described in the document 1 (JP 3613851 B2 (Kaneka Corp.), 12 November 2004 (12.11.2004), [0012] - [0023], [fig. 3], (Family: none)). Therefore, the invention in claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention described in the document 1, and does not have a special technical feature.

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.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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（I P C））

Int.Cl. H01L31/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 3613851 B2（株式会社カネカ） 2004.11.12, 【0012】－【0023】、【図3】 （ファミリーなし）	1, 6 2-5, 7-8
A	JP 2008-140885 A（三菱重工業株式会社） 2008.06.19, 【0062】－【0098】、【図2】－【図4B】 （ファミリーなし）	1-8

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

1 5 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

岡田 吉美

2 K

4 6 4 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

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ろの国際調査機関は認めた。

文献1（JP 3613851 B2（株式会社カネカ）2004.11.12, 【0012】－【0023】、【図3】（ファミリーなし））には、請求項1に記載された各工程を有する薄膜太陽電池の製造方法が記載されている。したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

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ため、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ため、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。