(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 2 月 24 日(24.02.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/021615 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/063843

(22) 国際出願日: 2010 年 8 月 17 日(17.08.2010)

(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 2009-190249 2009 年 8 月 19 日(19.08.2009) JP
特願 2009-190688 2009 年 8 月 20 日(20.08.2009) JP
特願 2010-170554 2010 年 7 月 29 日(29.07.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 篠原 亘 (SHINOHARA Wataru); 〒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). 小笠原 悟 (OGASAHARA Satoru); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 角谷 浩 (KADOYA Hiroshi); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

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

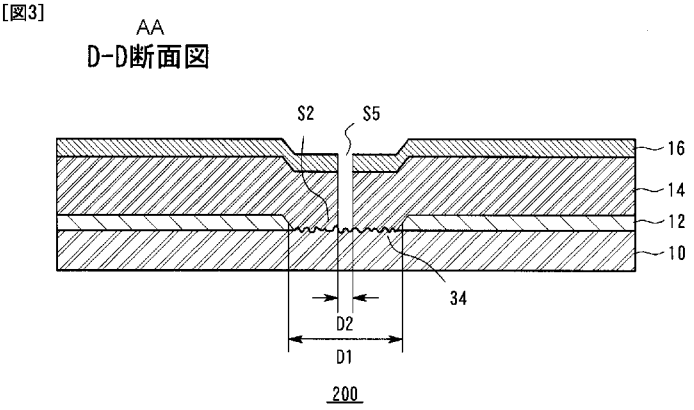
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: SOLAR CELL MODULE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称 : 太陽電池モジュール及びその製造方法

[図3]



AA... VIEW OF CROSS-SECTION D-D

(57) **Abstract**: Disclosed is a solar cell module wherein peeling between a substrate and a photoelectric conversion layer is not easily generated. In the solar cell module, a plurality of photoelectric conversion elements, each of which has a transparent electrode (12), a photoelectric conversion unit (14), and a rear surface electrode (16) sequentially stacked on a transparent substrate (10), are connected in series, and the solar cell module is provided with a slit (S2) formed by removing the transparent electrode (12) with a first width (D1), and a slit (S5), which overlaps the region where the transparent electrode (12) has been removed, and which has the photoelectric conversion unit (14) and the rear surface electrode (16) removed therefrom with a second width (D2) that is equal to or less than the first width (D1). On the surface of the transparent substrate (10) in the slit (S2), recesses and protrusions (34) are provided.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/021615 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

【課題】太陽電池モジュールにおいて、基板と光電変換層との剥離を生じ難くさせる。 【解決手段】透明基板１０上に透明電極１２、光電変換ユニット１４、裏面電極１６を順に積層した光電変換素子を複数直列に接続し、透明電極１２が第１の幅Ｄ１で除去されたスリットＳ２と、透明電極１２が除去された領域に重なり、光電変換ユニット１４及び裏面電極１６が第１の幅Ｄ１以下の第２の幅Ｄ２で除去されたスリットＳ５と、を備え、スリットＳ２内の透明基板１０の表面に凹凸３４を設ける。

明　細　書

発明の名称 ： 太陽電池モジュール及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池モジュール及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 多結晶、微結晶またはアモルファスシリコンを用いた太陽電池モジュールが知られている。特に、微結晶またはアモルファスシリコンの薄膜を積層した構造を有する太陽電池モジュールは、資源消費の観点、コストの低下の観点および効率化の観点から注目されている。

[0003] 図８に、太陽電池モジュール１００の基本構成の断面模式図を示す。太陽電池モジュール１００は、一般的に、ガラス等の透明基板１０上に透明電極１２、光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を積層した構造を有し、透明基板１０から光を入射させることによって電力を発生させる。このような太陽電池モジュールを直列に集積するための製造方法及びパターニング装置が開示されている（例えば、特許文献１）。

[0004] 図９（ａ）～図９（ｆ）に、従来の太陽電池モジュール１００の製造工程を示す。図９（ａ）～図９（ｆ）では、太陽電池モジュール１００の製造工程の各ステップにおける平面図及び断面図を模式的に示している。断面図は、平面図におけるラインＡ－Ａに沿った断面図とラインＢ－Ｂに沿った断面図を示している。

[0005] ステップＳ１０では、図９（ａ）に示すように、レーザ加工によりガラス等の透明基板１０上に形成された透明電極１２を分割するスリットＳ１、及びスリットＳ１に直交する方向にスリットＳ２を形成する。ステップＳ１２では、図９（ｂ）に示すように、透明電極１２を被うように光電変換層となる光電変換ユニット１４を成膜する。光電変換ユニット１４としては、アモルファスシリコン（ａ－Ｓｉ）光電変換ユニット、微結晶シリコン（μｃ－Ｓｉ）光電変換ユニット又はそれらのタンデム構造が挙げられる。ステップ

Ｓ１４では、図９（ｃ）に示すように、レーザ加工によりスリットＳ１の近傍であって重ならない位置にスリットＳ１の方向に沿って光電変換ユニット１４を分割するスリットＳ３を形成する。ステップＳ１６では、図９（ｄ）に示すように、光電変換ユニット１４を被うように裏面電極１６を形成する。ステップＳ１８では、図９（ｅ）に示すように、レーザ加工によりスリットＳ３の近傍であってスリットＳ１及びＳ３に重ならない位置にスリットＳ１，Ｓ３の方向に沿って光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するスリットＳ４を形成する。これにより、スリットＳ２の方向に沿って複数の太陽電池セルが直列に接続された構造が得られる。ステップＳ２０では、図９（ｆ）に示すように、レーザ加工によりスリットＳ２内に形成された光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するスリットＳ５を形成する。これにより、スリットＳ１の方向に沿って隣接する太陽電池セル間が電気的に分離され、直列に接続された複数の太陽電池セルからなる太陽電池セル群が複数並設された構造が得られる。そして、これら太陽電池セル群は最終的に並列に接続され、太陽電池モジュール１００を構成する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００１－３２００７１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、従来の太陽電池モジュールでは、直列に接続された太陽電池セルを複数の太陽電池セル群に分離するスリットＳ２内において光電変換層となる光電変換ユニット１４が透明基板１０であるガラス基板等の表面に直接接触する構成を有している。このような構成では、透明基板１０と光電変換層との剥離が生じ易いという問題があった。

[0008] 本発明は、基板と光電変換層との間の剥離を生じ難くし、耐久性を高めた太陽電池モジュール及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

[0009] 本発明の１つの態様は、基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層した光電変換素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールであって、第１の電極が第１の幅で除去された領域と、第１の電極が除去された領域に重なり、発電層及び第２の電極が第１の幅より狭い第２の幅で除去された領域と、を備えた分離溝を有し、分離溝内の基板表面に凹凸が設けられている、太陽電池モジュールである。

[0010] また、本発明の別の態様は、基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層し、光電変換素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールの製造方法であって、基板上に第１の電極を形成する第１の工程と、第１の電極の一部を第１の幅で除去した後、当該除去された領域にブラスト加工を施して基板の表面に凹凸を形成する第２の工程と、基板上に発電層及び第２の電極を順に積層する工程を含む第３の工程と、第１の電極が除去された領域に重なる領域において、第１の幅より狭い第２の幅で発電層及び第２の電極を除去する第４の工程と、を含む、太陽電池モジュールの製造方法である。

[0011] 本発明の別の態様は、基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層した光電変換素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールであって、光電変換素子の直列接続方向に沿って第１の電極を除去した複数の溝に挟まれ第１の電極が残された島を含み、島の少なくとも一部に発電層及び第２の電極が積層されている第１のスリットと、第１のスリットが形成された領域内において第１の電極、発電層及び第２の電極が除去され、基板に達する第２のスリットと、が形成されている、太陽電池モジュールである。

[0012] また、本発明の別の態様は、基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層し、光電変換素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールの製造方法であって、基板上に第１の電極を形成する第１の工程と、光電変換素子が直列接続される方向に沿って第１の電極を除去して複数の溝を形成することによって、溝に挟まれ第１の電極の島が残された第１のスリットを形成する第２の工程と、島の少なくとも一部を含む第１の電極上に発電層及び第２

の電極を積層する第３の工程と、第１のスリットが形成された領域内において第１の電極、発電層及び第２の電極を除去して基板に達する第２のスリットを形成する第４の工程と、を含む、太陽電池モジュールの製造方法である。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、基板と光電変換層との剥離を生じ難くし、耐久性及び安定性を高めた太陽電池モジュールを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1(a)]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図1(b)]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図1(c)]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図1(d)]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図1(e)]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図1(f)]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図2]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す断面図である。

[図3]第１の実施の形態における太陽電池モジュールの断面図である。

[図4(a)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図4(b)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図4(c)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平

面図及び断面図である。

[図4(d)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図4(e)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図4(f)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図4(g)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図5]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの製造工程を示す断面図である。

[図6(a)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの断面図である。

[図6(b)]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの断面図である。

[図7]第２の実施の形態における太陽電池モジュールの断面図である。

[図8]太陽電池モジュールの基本構成を示す図である。

[図9(a)]従来の太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図9(b)]従来の太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図9(c)]従来の太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図9(d)]従来の太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図9(e)]従来の太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

[図9(f)]従来の太陽電池モジュールの製造工程を示す平面図及び断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] ＜第１の実施の形態＞

図１（ａ）～図１（ｆ）に、第１の実施の形態における太陽電池モジュール２００の製造工程を示す。図１（ａ）～図１（ｆ）では、太陽電池モジュール２００の製造工程の各ステップにおける平面図及び断面図を模式的に示している。断面図は、平面図におけるラインＣ－Ｃに沿った断面図とラインＤ－Ｄに沿った断面図を示している。

[0016] ステップＳ３０では、図１（ａ）に示すように、レーザ加工により透明基板１０上に形成された透明電極１２を分割するスリットＳ１（図中、左右方向）、及びスリットＳ１に直交する方向にスリットＳ２（図中、上下方向）を形成する。透明基板１０は、太陽電池において光電変換に利用される波長の光を透過する材料とし、例えば、ガラス、プラスチック等を用いる。透明電極１２は、酸化錫（ＳｎＯ2）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ）等に錫（Ｓｎ）、アンチモン（Ｓｂ）、フッ素（Ｆ）、アルミニウム（Ａｌ）等をドープした透明導電性酸化物（ＴＣＯ）を用いることができる。

[0017] スリットＳ１及びＳ２を形成するためのレーザ装置は、波長１０６４ｎｍのＹＡＧレーザを用いることが好適である。レーザ装置から出射されるレーザビームのパワーを調整して透明電極１２側から照射し、連続してスリットＳ１の方向及びそれに直交するスリットＳ２の方向に走査することによってスリットＳ１及びＳ２を形成することができる。なお、スリットＳ１及びＳ２を形成するためのレーザは、透明基板１０側から照射してもよい。

[0018] また、太陽電池セルを直列に多数集積するために多数のスリットＳ１を形成する必要があるので、スリットＳ１に直交する方向にレーザビーム出射口を等間隔に複数配置したマルチ出射型のレーザ装置を用いることが好適である。例えば、２～５ヶ所のレーザビーム出射口を配置したレーザ装置を用いることが好適である。これにより、太陽電池セルを直列に多数集積するために多数のスリットＳ１を高速に形成することができる。なお、スリットＳ２の寸法は他のスリットの寸法より大きく、スリットＳ２の加工精度は他のス

リットよりも低くてもよいので、マルチ出射型のレーザ装置を用いた場合であっても加工条件の設定は容易である。

[0019] ステップＳ３２では、図１（ｂ）に示すように、スリットＳ２をブラスト加工する。ブラスト加工では、透明電極１２間に透明基板１０が露出したスリットＳ２に対してノズル３０から粒子３２を吹き付ける。粒子３２は、タングステン、アルミナ、シリカ、酸化ジルコニウム等を用いることが好ましい。粒子３２の粒径は、研磨剤の＃１０００（１０００番）程度のものを用いることが好適である。例えば、粒子３２としてタングステンを用いた場合、６８ｇ／分程度の研磨剤を８０Ｈｚの周波数で吹き付けてブラスト加工を行う。

[0020] また、ブラスト加工において粒子３２を吹き付ける圧力は０．１ＭＰａ以上０．４ＭＰａ以下とすることが好適であり、０．１５ＭＰａ以上０．２５ＭＰａ以下とすることがより好適である。表１は、ブラスト加工の処理条件を示す。なお、試料番号７は、比較例として波長１０６４ｎｍのＹＡＧレーザを用いて加工を行った場合を示している。また、表１には、光学顕微鏡による目視観察による透明電極１２の剥離状態の評価を併せて示している。

[表1]

試料番号	研磨剤	基板搬送速度 (m/min)	噴射圧力 (MPa)	噴射量	剥離状態
1	WA #1000	1.0	0.15	80Hz (68g)	良
2	WA #1000	1.0	0.20	80Hz (68g)	良
3	WA #1000	1.0	0.25	80Hz (68g)	良
4	WA #1000	1.0	0.30	80Hz (68g)	ごく僅かの剥離
5	WA #1000	1.0	0.35	80Hz (68g)	ごく僅かの剥離
6	WA #1000	1.0	0.40	80Hz (68g)	ごく僅かの剥離
7 (レーザ)	λ=1064nm	500mm/s	14.6W	20kHz	剥離

[0021] ブラスト加工において粒子３２を吹き付ける圧力が低すぎる場合には、透明基板１０の表面に凹凸３４が形成され難くなる。一方、圧力が０．３０Ｐａを超えると、ブラスト加工による透明基板１０からの透明電極１２の剥離がみられる。また、微細クラックが増加し、基板の割れ等の発生の原因となるおそれがある。

[0022] ブラスト加工によって、図２の拡大断面図に示すように、透明電極１２間

に露出した透明基板１０の表面に凹凸３４が形成される。ここでは、透明基板１０の表面に垂直に切断した断面において凹凸３４の谷間と頂点との段差（ｐｅａｋ　ｔｏ　Ｖａｌｌｅｙ値）ｄの平均値が０．１μｍ以上１０μｍ以下とすることが好適である。さらに好ましくは、１．０μｍ以上３．０μｍ以下とすることが好適である。

[0023] なお、段差ｄは、接触式段差計、レーザ顕微鏡、光干渉顕微鏡で測定することができる。例えば、接触式段差計の場合には、段差ｄの平均値は、スリットＳ２として透明電極１２間に露出した透明基板１０の表面に段差計の探針を接触させながら走査して約１ｍｍに亘って測定したときの平均値とする。また、段差ｄは、ブラスト加工後の状態で測定してもよいし、完成品の太陽電池モジュール２００のバックシートを剥離して測定してもよい。

[0024] 凹凸３４の段差ｄが小さすぎると、透明基板１０と光電変換ユニット１４との界面の接触面積を増やす効果が減り、剥離防止の効果が小さくなる。一方、凹凸３４の段差ｄが大きすぎると、ブラスト加工による微細クラックが増加し、基板の割れ等の発生の原因となるおそれがある。

[0025] ステップＳ３４では、図１（ｃ）に示すように、透明電極１２及びスリットＳ１，Ｓ２を被うように光電変換ユニット１４を成膜する。光電変換ユニット１４は、特に限定されるものではないが、例えば、アモルファスシリコン（ａ－Ｓｉ）光電変換ユニット、微結晶シリコン（μｃ－Ｓｉ）光電変換ユニット又はそれらのタンデム構造が挙げられる。光電変換ユニット１４は、プラズマＣＶＤ等を用いて形成することができる。

[0026] ステップＳ３６では、図１（ｄ）に示すように、レーザ加工により光電変換ユニット１４を分割するスリットＳ３を形成する。スリットＳ３は、スリットＳ１の近傍であってスリットＳ１に重ならない位置にスリットＳ１の方向に沿って透明電極１２の表面に達するように形成する。

[0027] スリットＳ３を形成するためのレーザ装置は、波長５３２ｎｍのＹＡＧレーザ（２倍高調波）を用いることが好適である。レーザ装置から出射されるレーザビームのパワーを調整して透明基板１０側から照射し、スリットＳ１

に平行な方向に走査することによってスリットＳ３を形成することができる。

[0028] ステップＳ３８では、図１（ｅ）に示すように、光電変換ユニット１４及びスリットＳ３を被うように裏面電極１６を形成する。裏面電極１６は、反射性金属とすることが好適である。また、反射性金属と透明導電性酸化物（ＴＣＯ）との積層構造とすることも好適である。反射性金属としては、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）等が使用できる。また、透明導電性酸化物（ＴＣＯ）としては、酸化錫（ＳｎＯ2）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ）等が使用できる。

[0029] ステップＳ４０では、図１（ｆ）に示すように、レーザ加工により光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するスリットＳ４及びＳ５を形成する。スリットＳ４は、スリットＳ３の近傍であってスリットＳ１及びＳ３に重ならない位置にスリットＳ１，Ｓ３の方向に沿って光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するように透明電極１２の表面まで形成する。これにより、スリットＳ２の方向に沿って複数の太陽電池セルが直列に接続された構造が得られる。さらに、スリットＳ５は、スリットＳ２が形成された領域内においてスリットＳ２内に形成された光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するように透明電極１２の表面まで形成する。スリットＳ５の幅Ｄ２は、スリットＳ２の幅Ｄ１よりも狭いものとする。スリットＳ５により、スリットＳ１の方向に隣接する太陽電池セル間が電気的に分離される。スリットＳ２が形成された領域内にスリットＳ５を形成するので、透明電極１２側からのレーザ光の照射が可能となり、スリットＳ４を形成する際に連続してスリットＳ５を形成することができる。

[0030] 上記のように、スリットＳ１，Ｓ３及びＳ４は、隣接する太陽電池セル群を直列に接続するために設けられ、スリットＳ２及びＳ５は、直列に接続された太陽電池セル群を並設するために設けられる。これにより、スリットＳ１の方向に沿って隣接する太陽電池セル間が電気的に分離され、直列に接続された複数の太陽電池セルからなる太陽電池セル群が複数並設された構造が

得られる。そして、これら太陽電池セル群は最終的に並列に接続され、太陽電池モジュール２００が構成される。

[0031] スリットＳ４及びＳ５を形成するためのレーザ装置は、波長５３２ｎｍのＹＡＧレーザ（２倍高調波）を用いることが好適である。レーザ装置から出射されるレーザビームのパワーを調整して透明基板１０側から照射し、スリットＳ１、Ｓ３に平行な方向に走査することによってスリットＳ４を形成し、これに連続してスリットＳ２に平行な方向に走査することによってスリットＳ５を形成することができる。

[0032] なお、ステップＳ４０の後に、太陽電池モジュール２００の外周部分を除去する工程等を設けてもよい。また、ステップＳ４０の後に、太陽電池モジュール２００の表面を保護するためのバックシートや樹脂層を形成する工程を設けてもよい。バックシートや樹脂層は、太陽電池モジュール２００の保護層として機能する。

[0033] なお、第１の実施の形態では、レーザ加工によってスリットＳ２を形成した後、スリットＳ２にブラスト加工を施して凹凸を形成したがこれに限定されるものではない。例えば、レーザ加工によってスリットＳ２を形成せず、スリットＳ２を形成する領域の透明電極１２に対してブラスト加工を施して、透明電極１２を除去すると共に、透明電極１２の下地となる透明基板１０の表面に凹凸を形成してもよい。また、レーザ加工によってスリットＳ２を形成した後、残された透明電極１２をマスクとしてウエットエッチング法によってスリットＳ２に露出した透明基板１０の表面に凹凸を形成してもよい。透明基板１０がガラス基板である場合、ウエットエッチング法はフッ酸を用いればよい。

[0034] 第１の実施の形態によれば、図３に示すように、スリットＳ２における透明基板１０の表面に凹凸３４が設けられているので、透明基板１０と光電変換ユニット１４との界面の密着性が高くなり、透明基板１０からの光電変換ユニット１４の剥離が生じ難くなる。また、太陽電池モジュール２００の表面に保護層を設けた場合には、スリットＳ５内に形成される保護層と透明基

板１０との界面の密着性が高くなり、透明基板１０からの保護層の剥離が生じ難くなる。これらにより、太陽電池モジュール２００の耐環境性を高めることができ、安定して発電を行うことが可能となる。

[0035] ここで、透明電極１２を分割するスリットにおいて、スリットＳ１よりも幅の広いスリットＳ２に対してブラスト加工を選択的に施すことにより、透明基板１０からの光電変換ユニット１４の剥離を効果的に抑制することができる。

[0036] また、スリットＳ２に露出した透明基板１０の表面に凹凸を形成したことで、その後のスリットＳ５を形成する際、レーザ光の照射によるストレスに起因した剥離を抑制することができる。特に、ブラスト加工における圧力が０．１５Ｐａ以上０．２５Ｐａ以下において、ブラスト加工による透明基板１０からの透明電極１２の剥離を抑制する効果が顕著となる。この結果、スリットＳ２の領域内へのスリットＳ５のレーザ加工を安定して行うことができ、太陽電池モジュール２００の製造歩留りを向上させることができる。

[0037] また、スリットＳ５に露出した透明基板１０の表面に凹凸を形成したことで、透明基板１０側から入射する光を凹凸で乱反射させることができ、本来であればスリットＳ５を介して透過してしまう光を、隣接する光電変換層で光電変換に寄与させることが可能になる。これにより、太陽電池モジュール２００の発電効率を高めることができる。

[0038] ＜第２の実施の形態＞

図４（ａ）～図４（ｆ）に、第２の実施の形態における太陽電池モジュール３００の製造工程を示す。図４（ａ）～図４（ｆ）では、太陽電池モジュール３００の製造工程の各ステップにおける平面図及び断面図を模式的に示している。断面図は、平面図におけるラインＥ－Ｅに沿った断面図とラインＦ－Ｆに沿った断面図を示している。なお、第１の実施の形態と同様の構成及びステップについては説明を省略する。

[0039] ステップＳ５０では、図４（ａ）に示すように、レーザ加工により透明基板１０上に形成された透明電極１２を分割するスリットＳ１（図中、左右方

向）を形成する。

[0040] ステップＳ５２では、図４（ｂ）に示すように、レーザ加工により透明基板１０上に形成された透明電極１２を分割するスリットＳ２（図中、上下方向）を形成する。スリット２は、スリットＳ１に直交する方向に形成される。

[0041] 第２の実施の形態では、図５の拡大断面図に示すように、スリットＳ２の全幅Ｄに対してＤ／２未満の幅を有するレーザ光を用いて、スリットＳ２内に透明電極１２の島４０が残されるように複数の溝４２を形成する。すなわち、Ｄ／２未満の幅を有するレーザ光をスリットＳ１に直交する方向に向けてスリットＳ２の全幅Ｄより短いピッチＰで走査することによって、透明基板１０の表面が露出する溝４２によって分離された透明電極１２の島４０を形成する。また、本実施の形態では、溝４２の形成は、スリットＳ１の幅と同程度の幅を有するレーザ光を用いて行っている。

[0042] 溝４２の幅ｄ１は５μｍ以上１００μｍ以下とし、島４０の幅ｄ２は５μｍ以上１００μｍ以下とする。ここで、幅ｄ１及び幅ｄ２は、透明電極１２の膜厚の中央において島４０の延伸方向に直角な方向に沿って測定した溝４２の幅の平均値及び島４０の幅の平均値とする。幅ｄ１及び幅ｄ２は、接触段差計やレーザ光干渉計を用いて島４０の延伸方向に直角な方向に沿って測定することによって求めることができる。また、光学顕微鏡又は電子顕微鏡によって、島４０の延伸方向に直角な方向に沿って切断した太陽電池モジュール３００の断面を観察することによって求めることができる。また、スリットＳ２内に形成される島４０のライン数は４以上１００以下とすることが好適である。

[0043] スリットＳ２を形成するためのレーザ装置は、波長１０６４ｎｍのＹＡＧレーザを用いることが好適である。レーザ装置から出射されるレーザビームのパワーを調整して透明電極１２側から照射し、スリットＳ２を形成することができる。なお、スリットＳ２を形成するためのレーザは、透明基板１０側から照射してもよい。

[0044] ステップＳ５４～Ｓ５８では、図４（ｃ）～図４（ｅ）に示すように、第１の実施の形態のステップＳ３４～Ｓ３８と同様に、光電変換ユニット１４の成膜、スリットＳ３の形成、及び裏面電極１６の形成が行われる。

[0045] ステップＳ６０では、図４（ｆ）に示すように、レーザ加工により光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するスリットＳ４を形成する。スリットＳ４は、スリットＳ３の近傍であってスリットＳ１及びＳ３に重ならない位置にスリットＳ１，Ｓ３の方向に沿って光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するように透明電極１２の表面まで形成する。これにより、スリットＳ２の方向に沿って複数の太陽電池セルが直列に接続された構造が得られる。

[0046] スリットＳ４を形成するためのレーザ装置は、波長５３２ｎｍのＹＡＧレーザ（２倍高調波）を用いることが好適である。レーザ装置から出射されるレーザビームのパワーを調整して透明基板１０側から照射し、スリットＳ１、Ｓ３に平行な方向に走査することによってスリットＳ４を形成することができる。

[0047] ステップＳ６２では、図４（ｇ）に示すように、レーザ加工により光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するスリットＳ５を形成する。スリットＳ５は、スリットＳ２が形成された領域内においてスリットＳ２内に形成された光電変換ユニット１４及び裏面電極１６を分割するように透明電極１２の表面まで形成する。スリットＳ５により、スリットＳ１の方向に隣接する太陽電池セル間が電気的に分離される。

[0048] スリットＳ５を形成するためのレーザ装置は、波長１０６４ｎｍのＹＡＧレーザを用いて、レーザ装置から出射されるレーザビームのパワーを調整して裏面電極１６側から照射し、スリットＳ２に平行な方向に走査することによってスリットＳ５を形成することができる。

[0049] また、波長５３２ｎｍのＹＡＧレーザ（２倍高調波）を用いて、レーザ装置から出射されるレーザビームのパワーを調整して透明基板１０側から照射し、スリットＳ２に平行な方向に走査することによってスリットＳ５を形成

することができる。

[0050] スリットＳ５は、図６（ａ）に示すように、スリットＳ２内に形成された溝４２の位置に合わせてレーザ光を照射して形成してもよいし、図６（ｂ）に示すように、スリットＳ２内に残された透明電極１２の島４０の一部に重畳させてレーザ光を照射し、透明電極１２を除去して形成してもよい。

[0051] 上記のように、スリットＳ１，Ｓ３及びＳ４は、隣接する太陽電池セル群を直列に接続するために設けられ、スリットＳ２及びＳ５は、直列に接続された太陽電池セル群を並設するために設けられる。これにより、スリットＳ１の方向に沿って隣接する太陽電池セル間が電気的に分離され、直列に接続された複数の太陽電池セルからなる太陽電池セル群が複数並設された構造が得られる。そして、これら太陽電池セル群は最終的に並列に接続され、太陽電池モジュール３００が構成される。

[0052] なお、ステップＳ６０の後に、太陽電池モジュール３００の外周部分を除去する工程等を設けてもよい。また、ステップＳ６０の後に、太陽電池モジュール３００の表面を保護するためのバックシートや樹脂層を形成する工程を設けてもよい。バックシートや樹脂層は、太陽電池モジュール３００の保護層として機能する。

[0053] 第２の実施の形態によれば、図６（ａ）及び図６（ｂ）に示すように、スリットＳ２内に透明電極１２の島４０が残されているので、スリットＳ２内において密着性の低い透明基板１０と光電変換ユニット１４とが直接接触している領域が小さくなる。この結果、スリットＳ２内における透明基板１０と光電変換ユニット１４との界面の密着性が高くなり、透明基板１０からの光電変換ユニット１４の剥離が生じ難くなる。

[0054] また、スリットＳ２内に透明基板１０と光電変換ユニット１４とが直接接触する溝４２が複数設けられているため、いずれかの溝４２において絶縁抵抗が小さくなったとしても他の溝４２によってスリットＳ２を挟んで隣接する光電変換ユニット１４の透明電極１２間の絶縁を十分に維持することができる。

[0055] また、スリットＳ２を複数の溝４２と島４０とで構成したことで、その後のスリットＳ５を形成する際、レーザ光の照射によるストレスに起因した剥離を抑制することができる。この結果、スリットＳ２の領域内へのスリットＳ５のレーザ加工を安定して行うことができ、太陽電池モジュール３００の製造歩留りを向上させることができる。

[0056] 特に、光電変換層として微結晶シリコン（μｃ－Ｓｉ）光電変換ユニットを用いる場合には、微結晶シリコン光電変換ユニットを構成する微結晶シリコン層が有する高い膜ストレスのために透明基板１０との間の剥離が生じやすいので、剥離抑制効果を顕著に享受することができる。

[0057] 例えば、図７に示すように、スリットＳ５の幅を溝４２の幅よりも広く形成し、スリットＳ５が複数の島４０及び複数の溝４２に跨るように形成する場合には、太陽電池モジュール３００の表面に保護層を設けた際、スリットＳ５内に形成される島４０及び溝４２に起因した凹凸により保護層と下地（島４０及び透明基板１０）との密着性が高くなり、下地からの保護層の剥離が生じ難くなる。これにより、太陽電池モジュール３００の耐環境性を高めることができ、安定して発電を行うことが可能となる。

[0058] また、スリットＳ２を複数の溝４２と島４０とで構成したことで、その後のスリットＳ５を形成する際のレーザ光の照射において、溝４２内に光電変換ユニット１４や裏面電極１６に起因した残渣が生じたとしても、スリットＳ５の領域外の他の溝４２によってスリットＳ２を挟んで隣接する光電変換ユニット１４の透明電極１２間の絶縁を十分に維持することができる。

符号の説明

[0059] １０ 透明基板、１２ 透明電極、１４ 光電変換ユニット、１６ 裏面電極、３０ ノズル、３２ 粒子、３４ 凹凸、４０ 透明電極の島、４２ 溝、１００，２００，３００ 太陽電池モジュール。

請求の範囲

[請求項1] 基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層した光電変換素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールであって、

前記第１の電極が第１の幅で除去された領域と、

前記第１の電極が除去された領域に重なり、前記発電層及び前記第２の電極が前記第１の幅より狭い第２の幅で除去された領域と、を備えた分離溝を有し、

前記分離溝内の前記基板表面に凹凸が設けられていることを特徴とする太陽電池モジュール。

[請求項2] 請求項１に記載の太陽電池モジュールであって、

前記凹凸の段差の平均値は、０．１μｍ以上１０μｍ以下であることを特徴とする太陽電池モジュール。

[請求項3] 基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層し、光電変換素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記基板上に前記第１の電極を形成する第１の工程と、

前記第１の電極の一部を第１の幅で除去した後、当該除去された領域にブラスト加工を施して前記基板の表面に凹凸を形成する第２の工程と、

前記基板上に前記発電層及び前記第２の電極を順に積層する工程を含む第３の工程と、

前記第１の電極が除去された領域に重なる領域において、前記第１の幅より狭い第２の幅で前記発電層及び前記第２の電極を除去する第４の工程と、

を含むことを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

[請求項4] 請求項３に記載の太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記第２の工程では、前記ブラスト加工により前記第１の電極の一部の除去を行うことを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

[請求項5] 基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層した光電変換

素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールであって、

前記光電変換素子の直列接続方向に沿って前記第１の電極を除去した複数の溝に挟まれ前記第１の電極が残された島を含み、前記島の少なくとも一部に前記発電層及び前記第２の電極が積層されている第１のスリットと、

前記第１のスリットが形成された領域内において前記第１の電極、前記発電層及び前記第２の電極が除去され、前記基板に達する第２のスリットと、

が形成されていることを特徴とする太陽電池モジュール。

[請求項6] 請求項５に記載の太陽電池モジュールであって、

前記第２の電極を含む前記基板上に積層された保護層をさらに備え、

前記第２のスリットの幅は、前記溝の幅よりも広く形成されていることを特徴とする太陽電池モジュール。

[請求項7] 基板上に第１の電極、発電層、第２の電極を順に積層し、光電変換素子を複数直列に接続した太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記基板上に前記第１の電極を形成する第１の工程と、

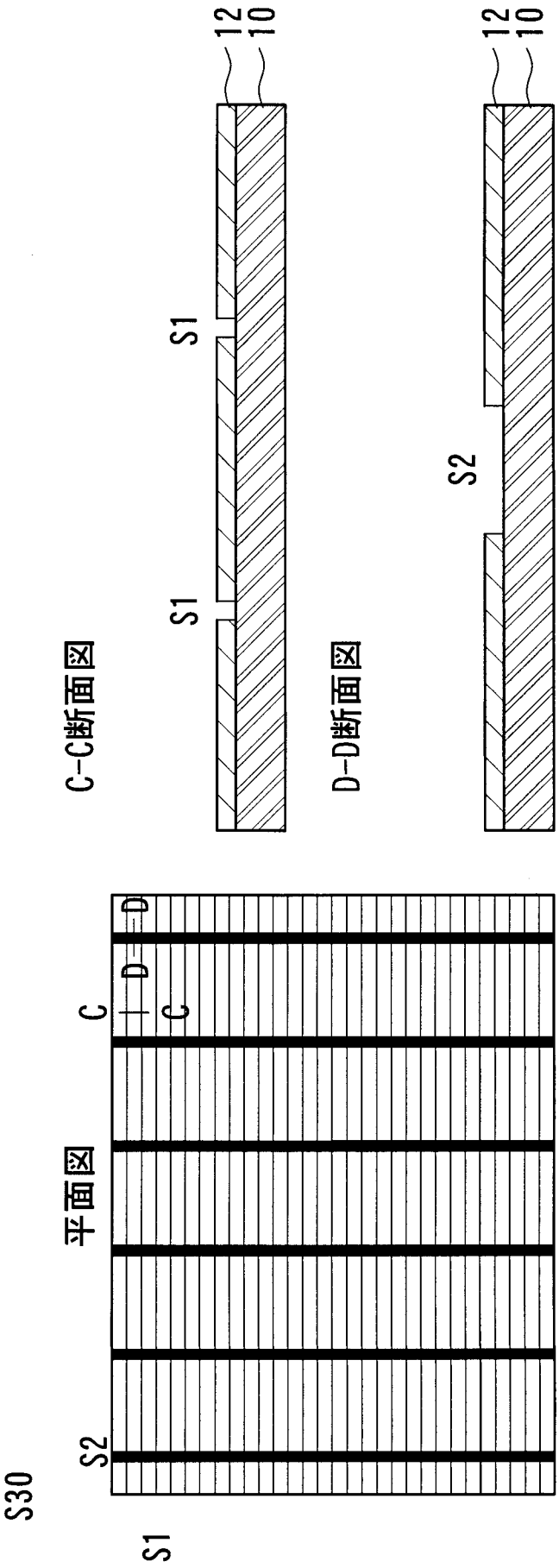
前記光電変換素子が直列接続される方向に沿って前記第１の電極を除去して複数の溝を形成することによって、前記溝に挟まれ前記第１の電極の島が残された第１のスリットを形成する第２の工程と、

前記島の少なくとも一部を含む前記第１の電極上に前記発電層及び前記第２の電極を積層する第３の工程と、

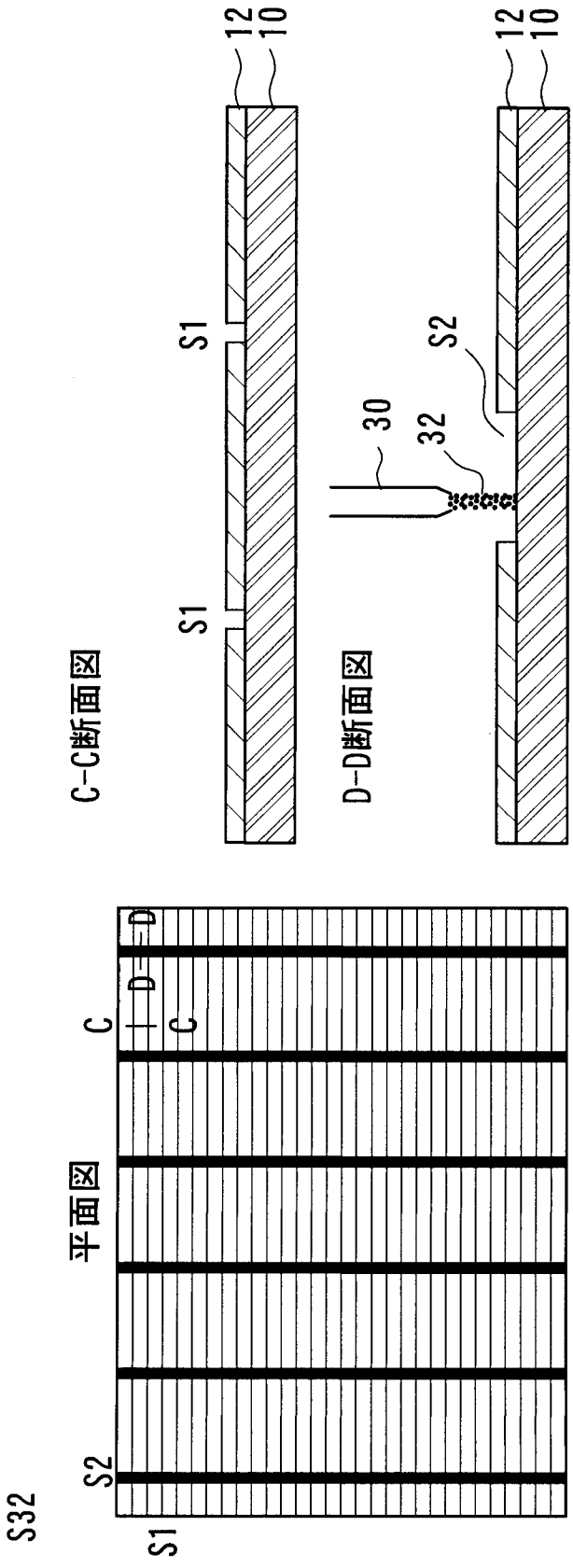
前記第１のスリットが形成された領域内において前記第１の電極、前記発電層及び前記第２の電極を除去して前記基板に達する第２のスリットを形成する第４の工程と、

を含むことを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

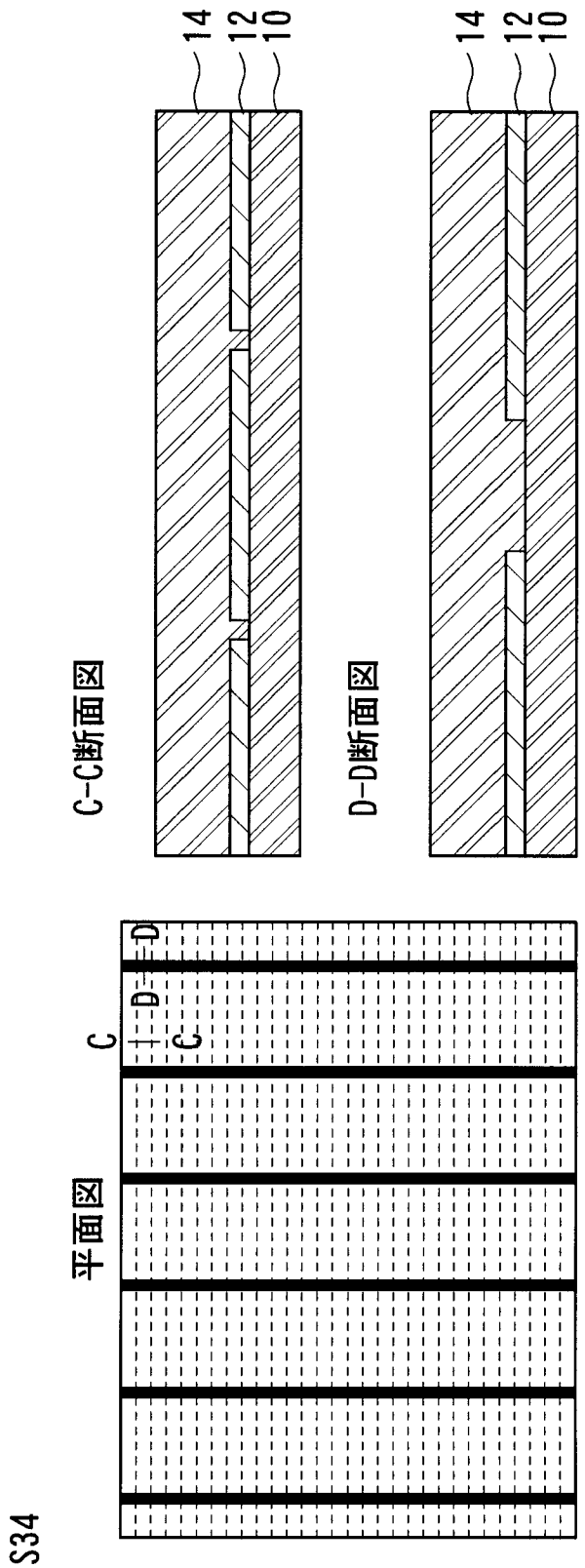
[図1(a)]



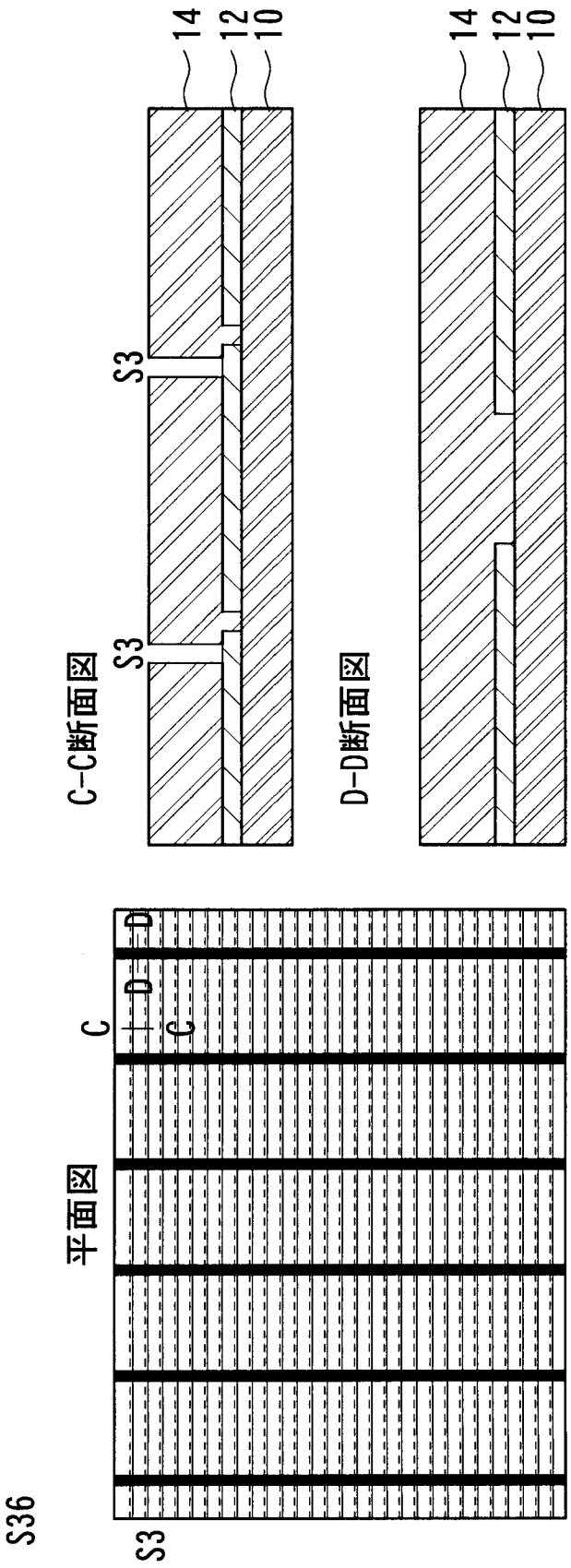
[図1(b)]



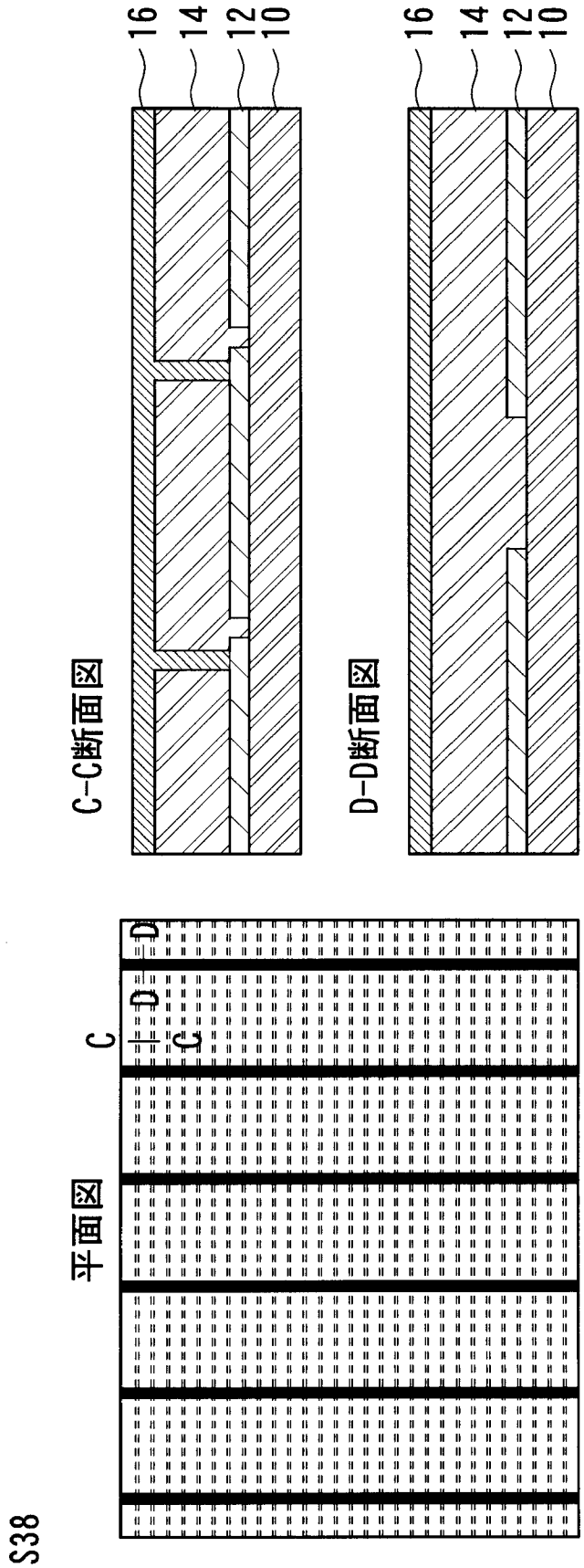
[図1(c)]



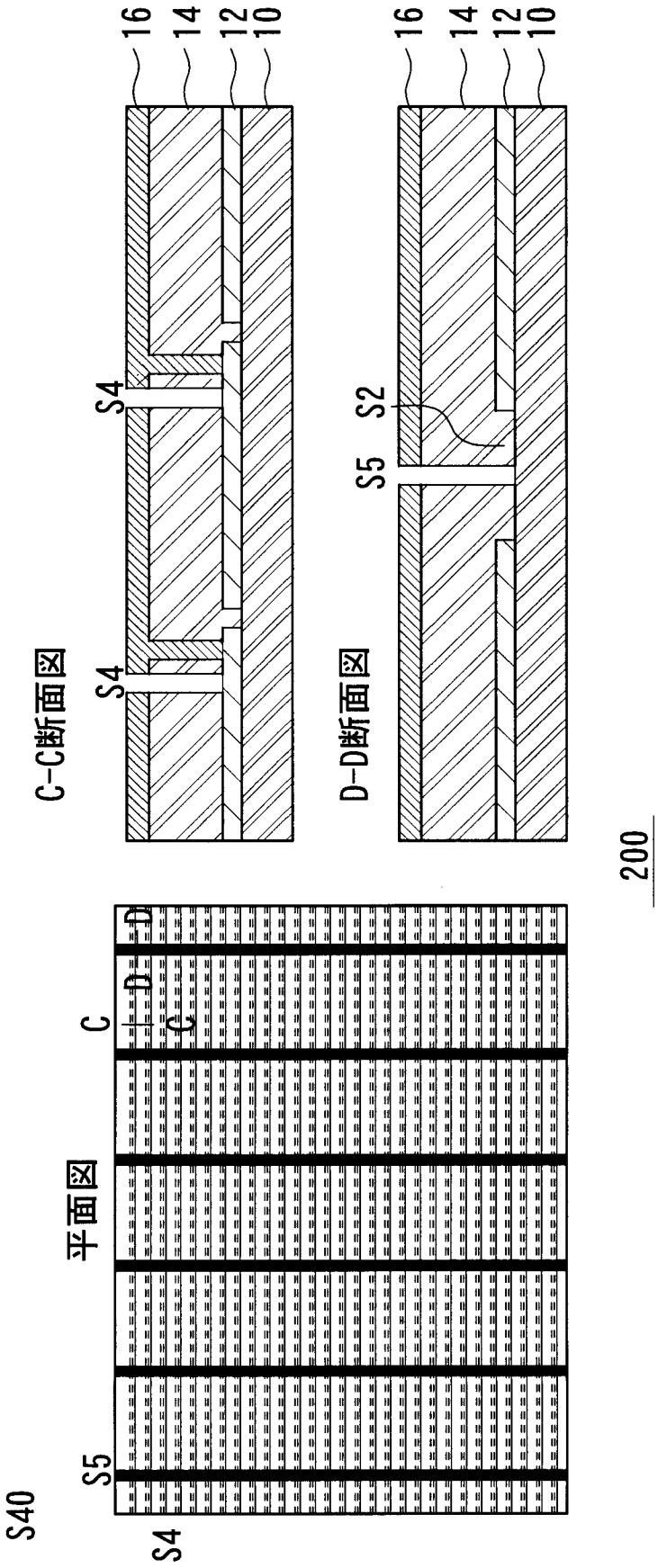
[図1(d)]



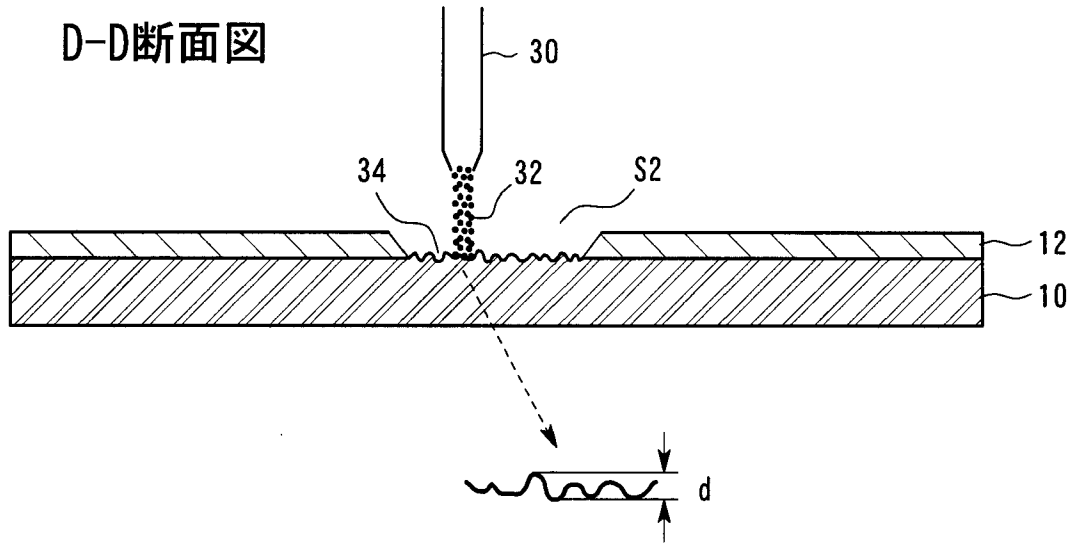
[図1(e)]



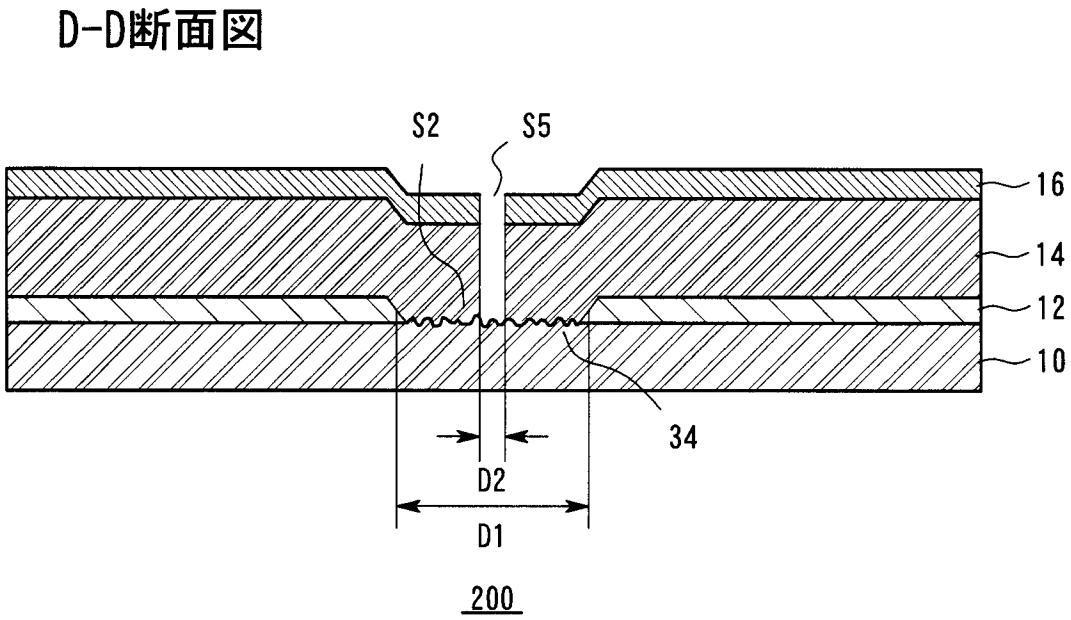
[図1(f)]


16
14
12
10
S4
S4
C-C断面図
16
14
12
10
S5
S2
D-D断面図
200
S40
S5
S4
平面図
C
C
D
D

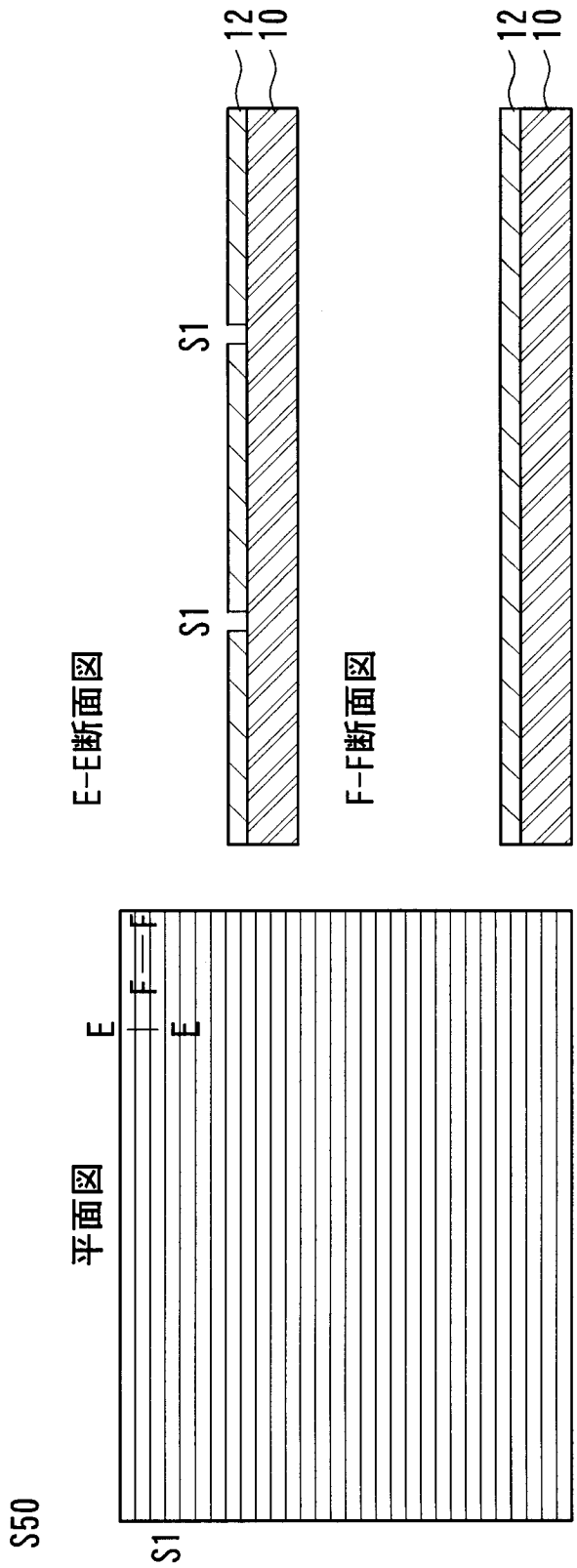
[図2]



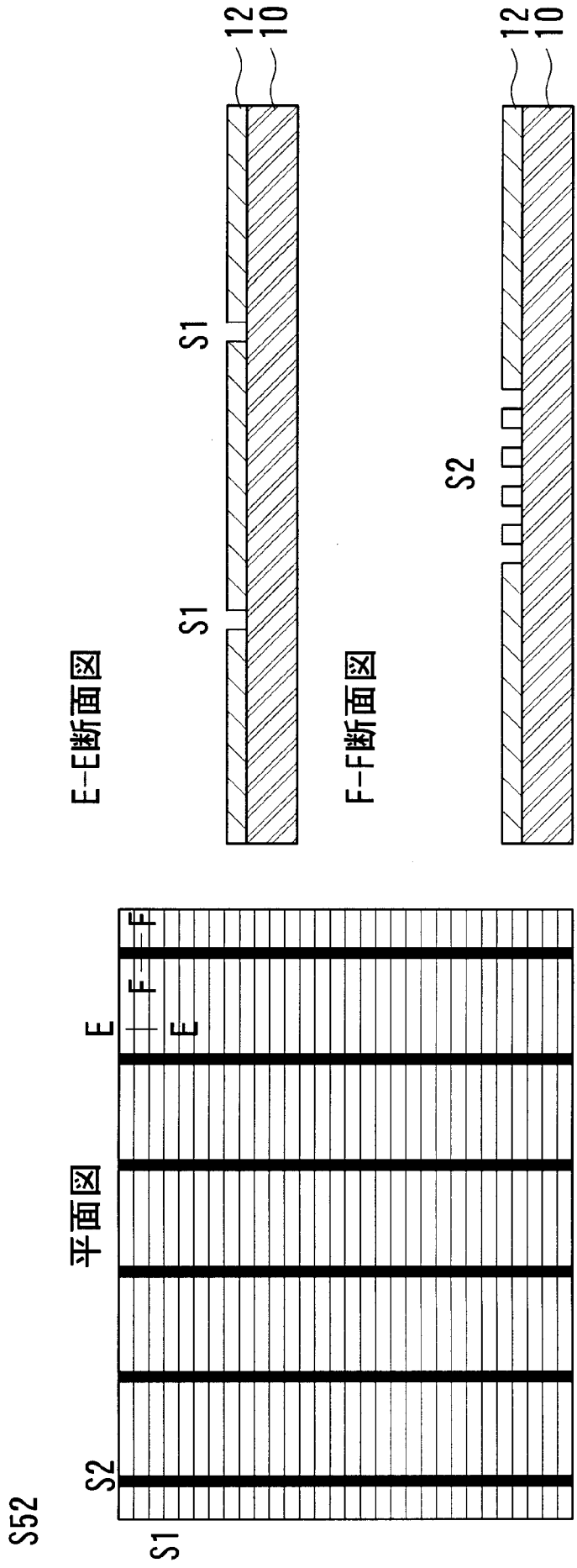
[図3]



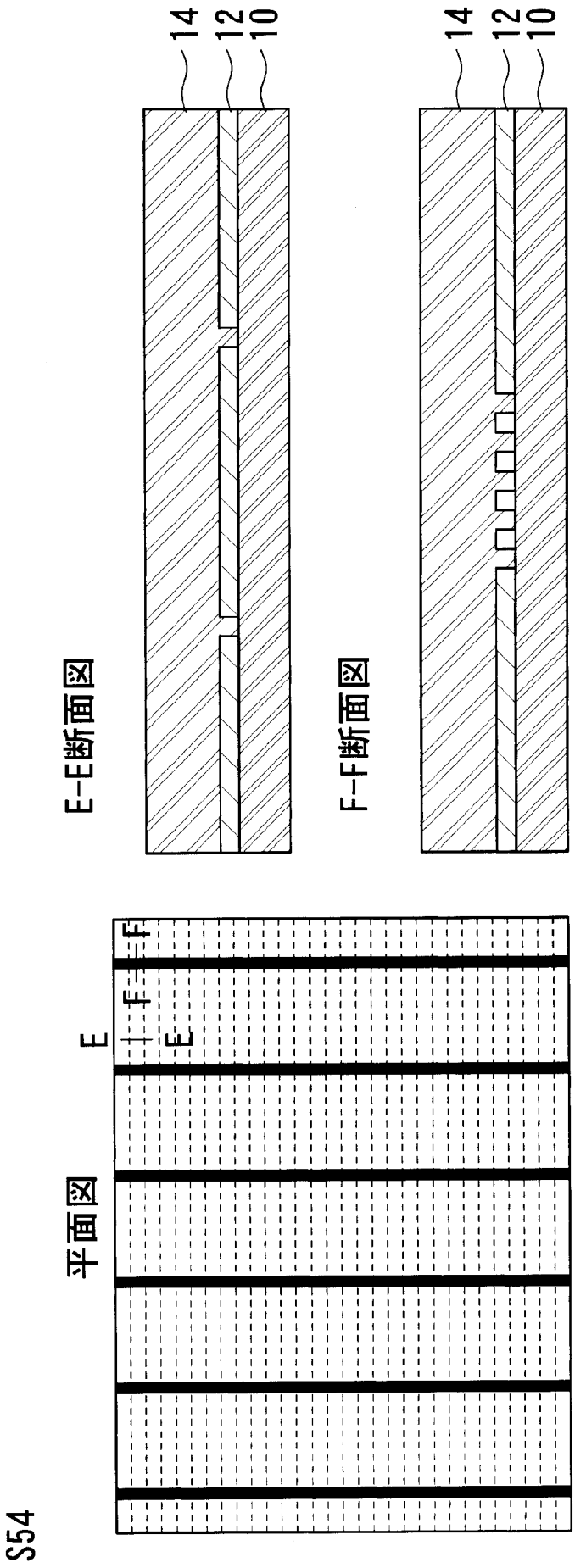
[図4(a)]



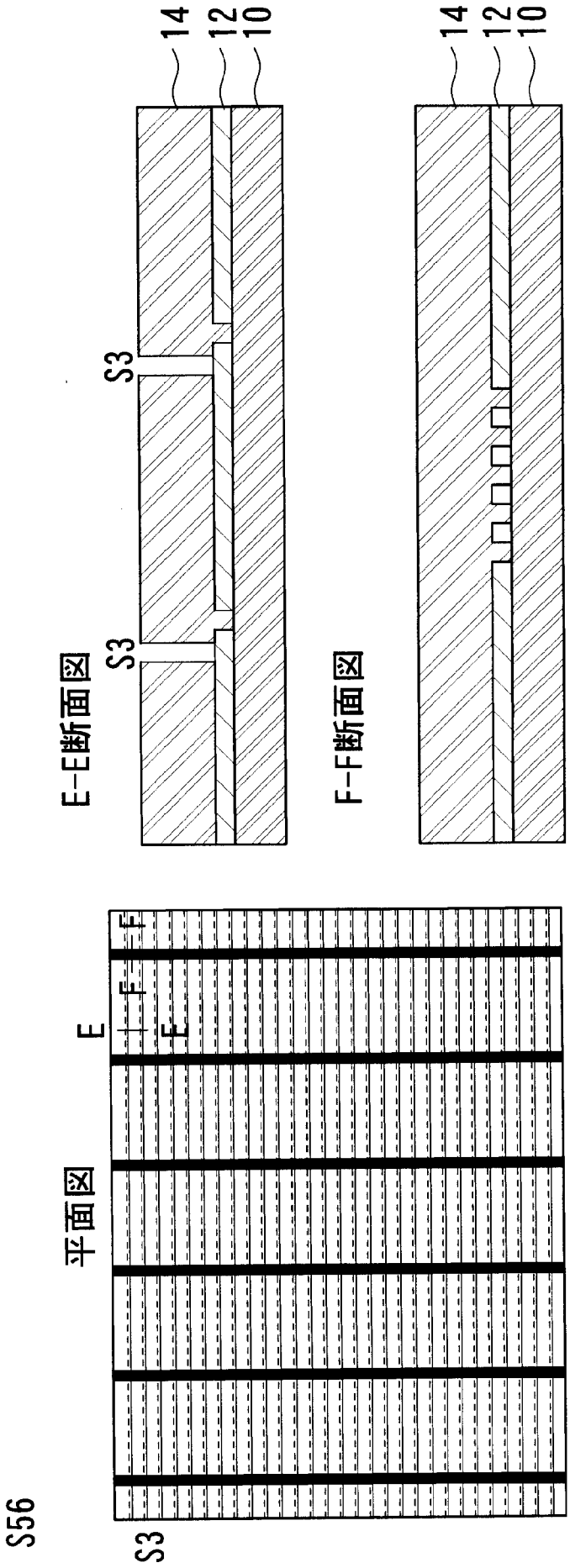
[図4(b)]



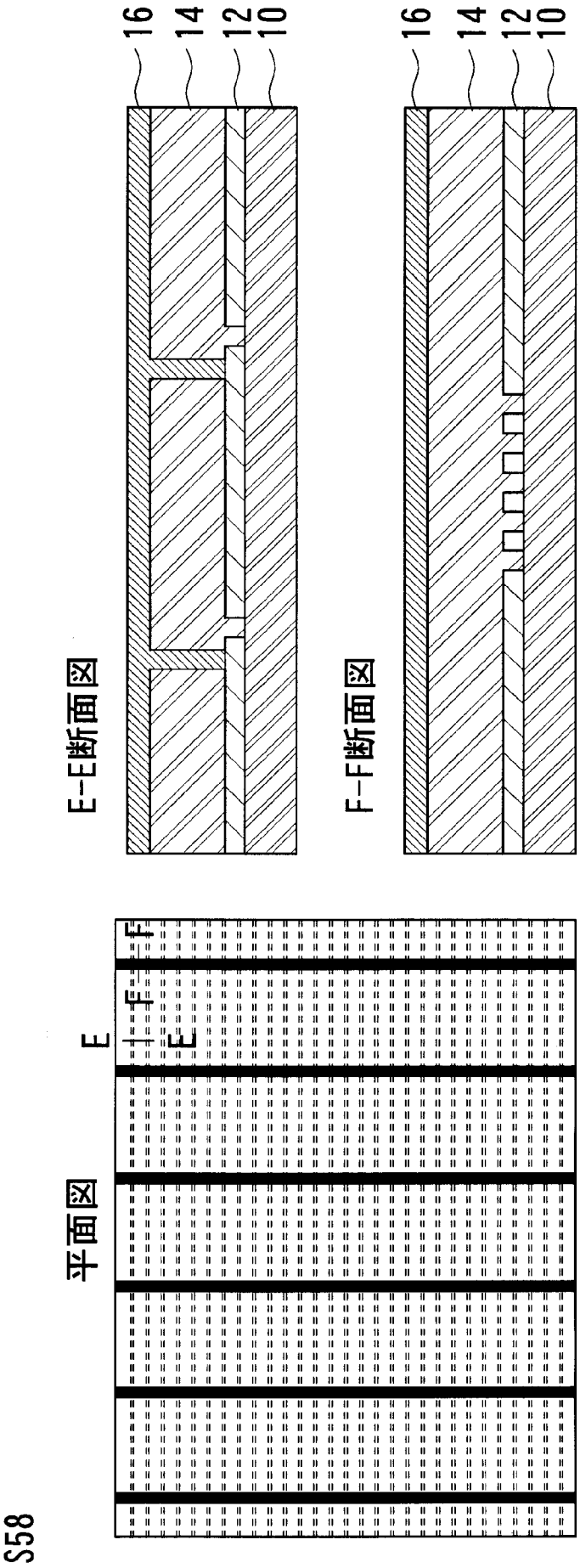
[図4(c)]



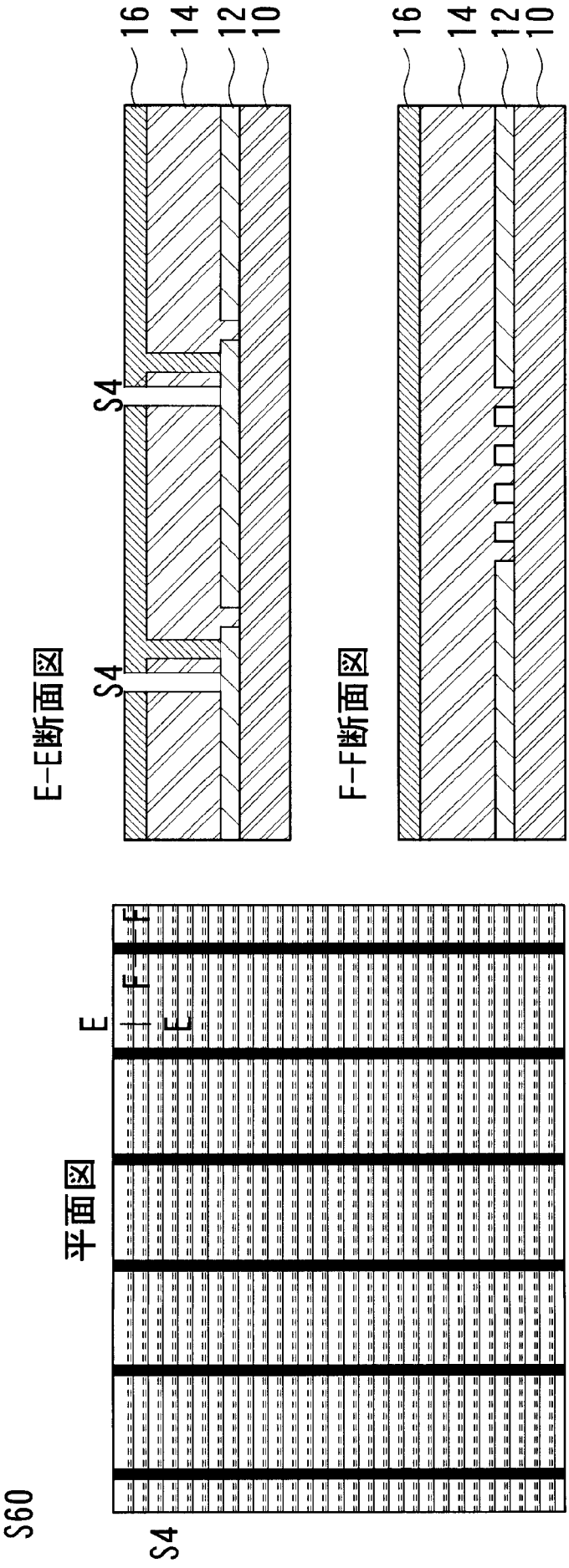
[図4(d)]



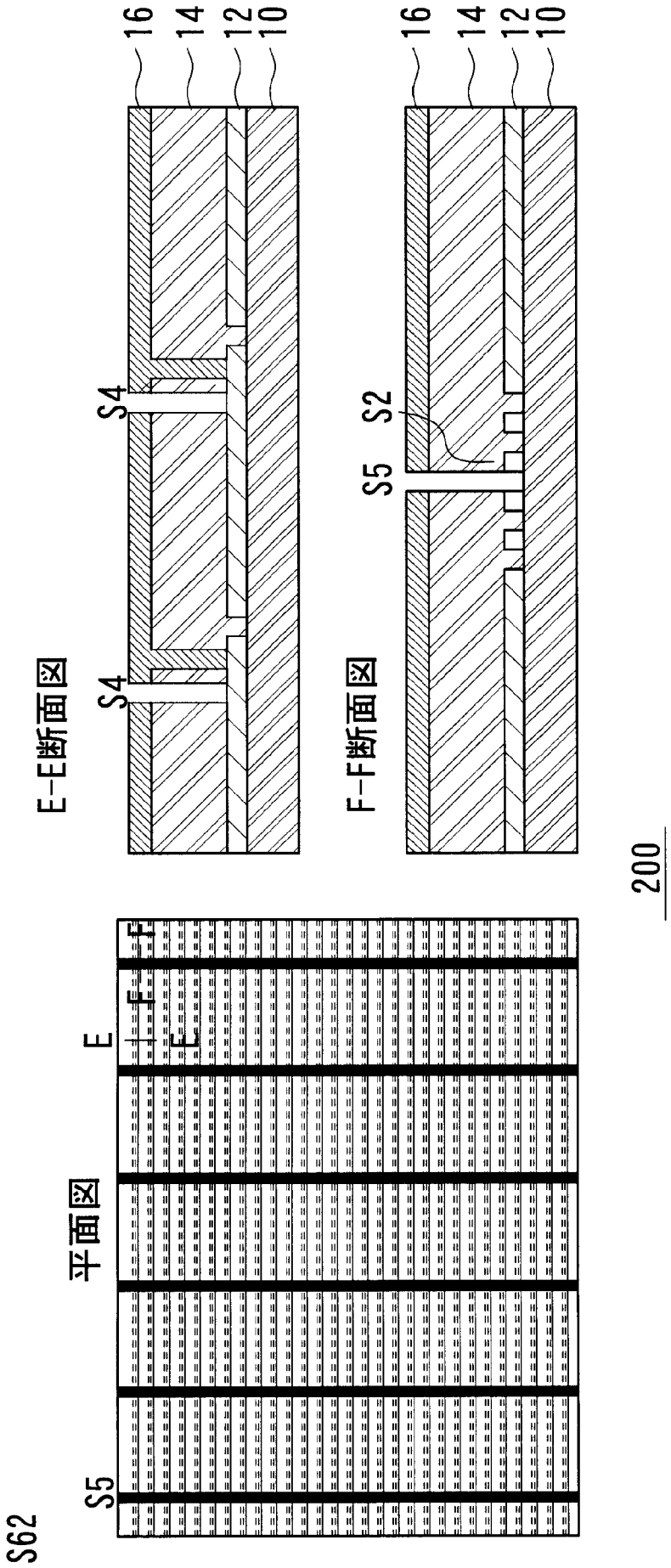
[図4(e)]



[図4(f)]

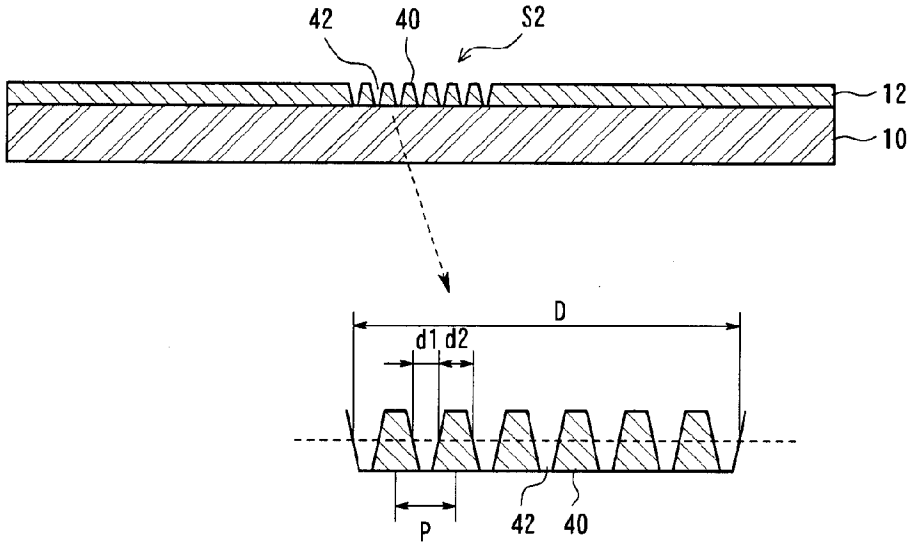


[図4(g)]



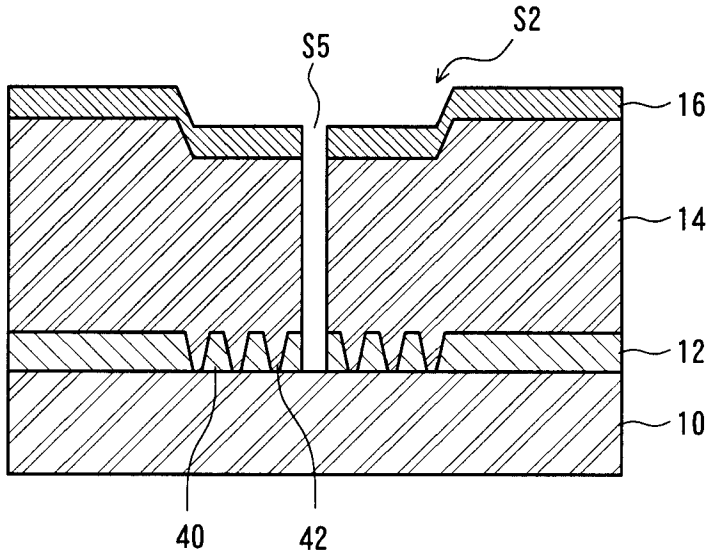
[図5]

F-F断面図



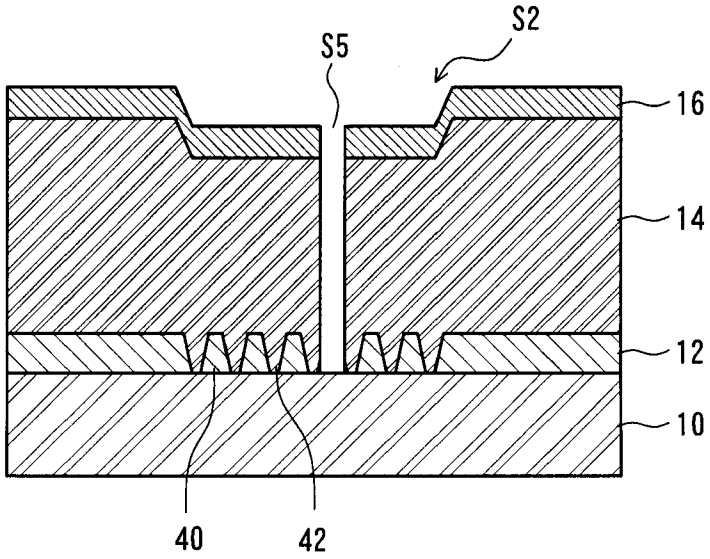
[図6(a)]

F-F断面図



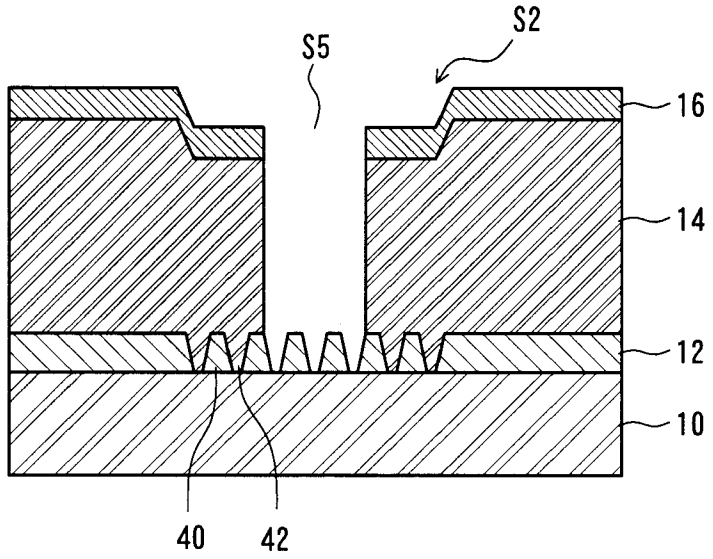
[図6(b)]

F-F断面図

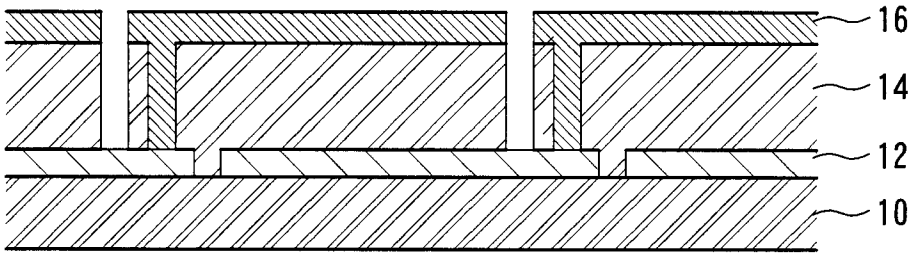


[図7]

F-F断面図

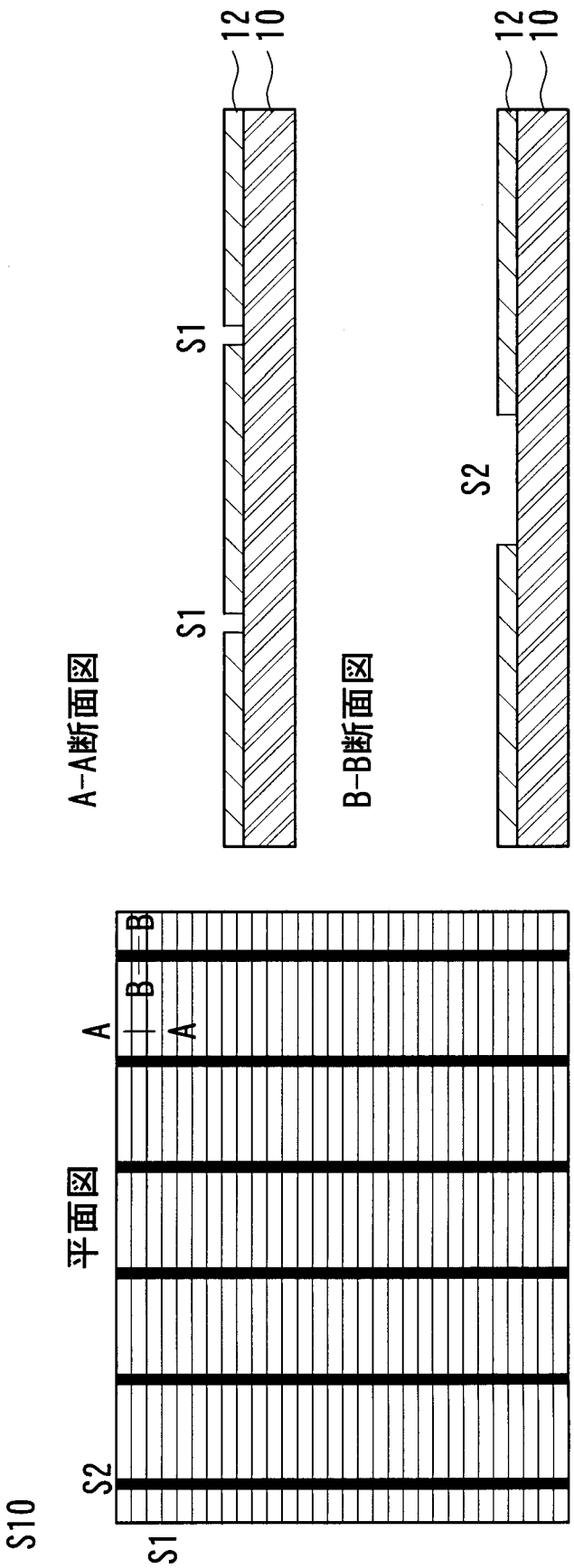


[図8]

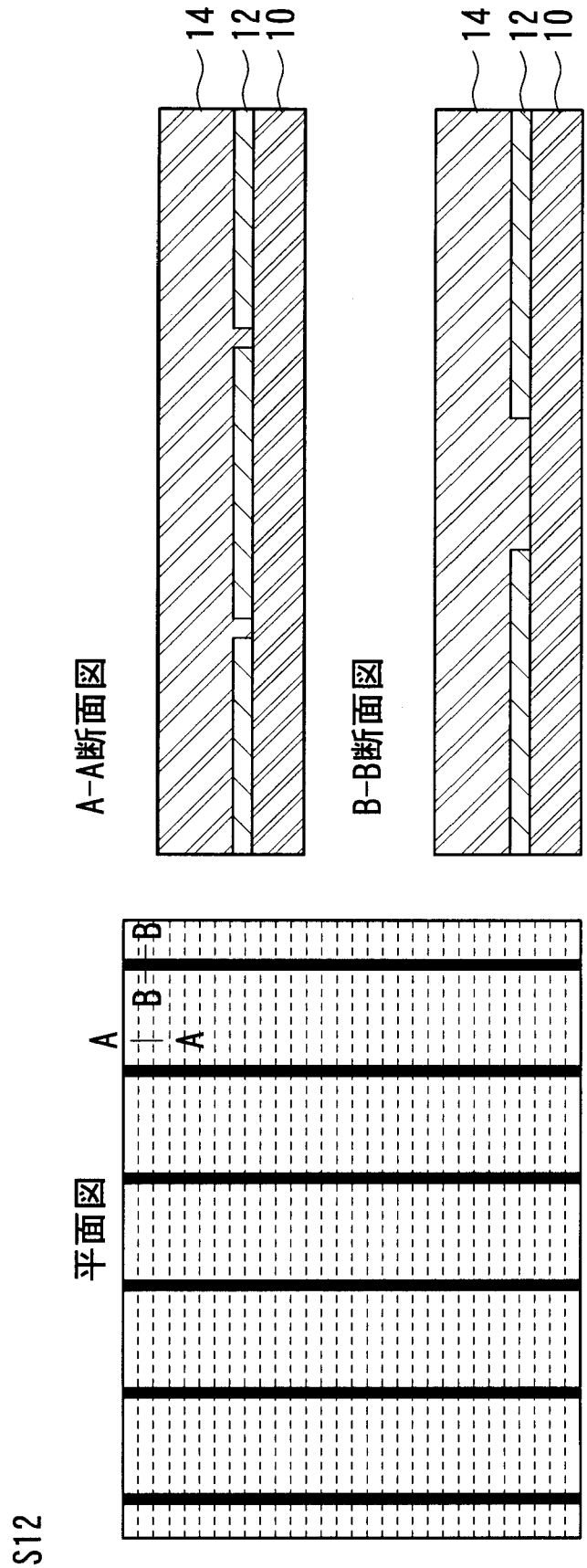


100

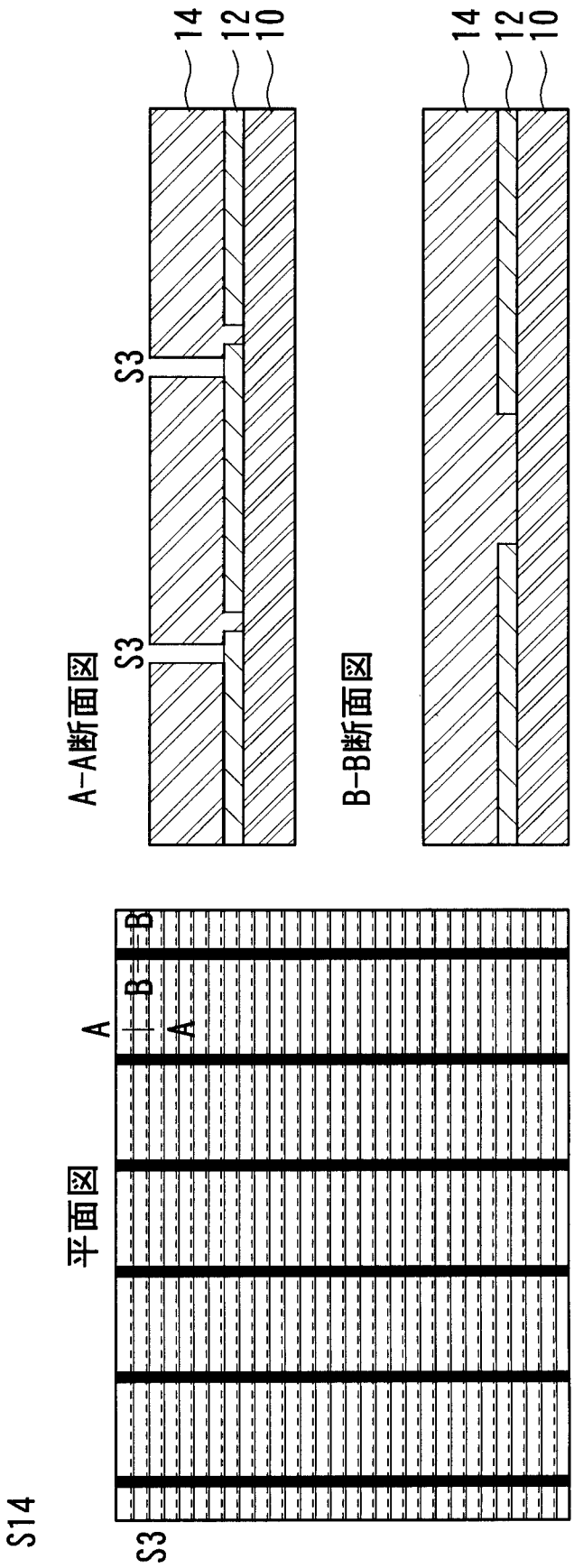
[図9(a)]



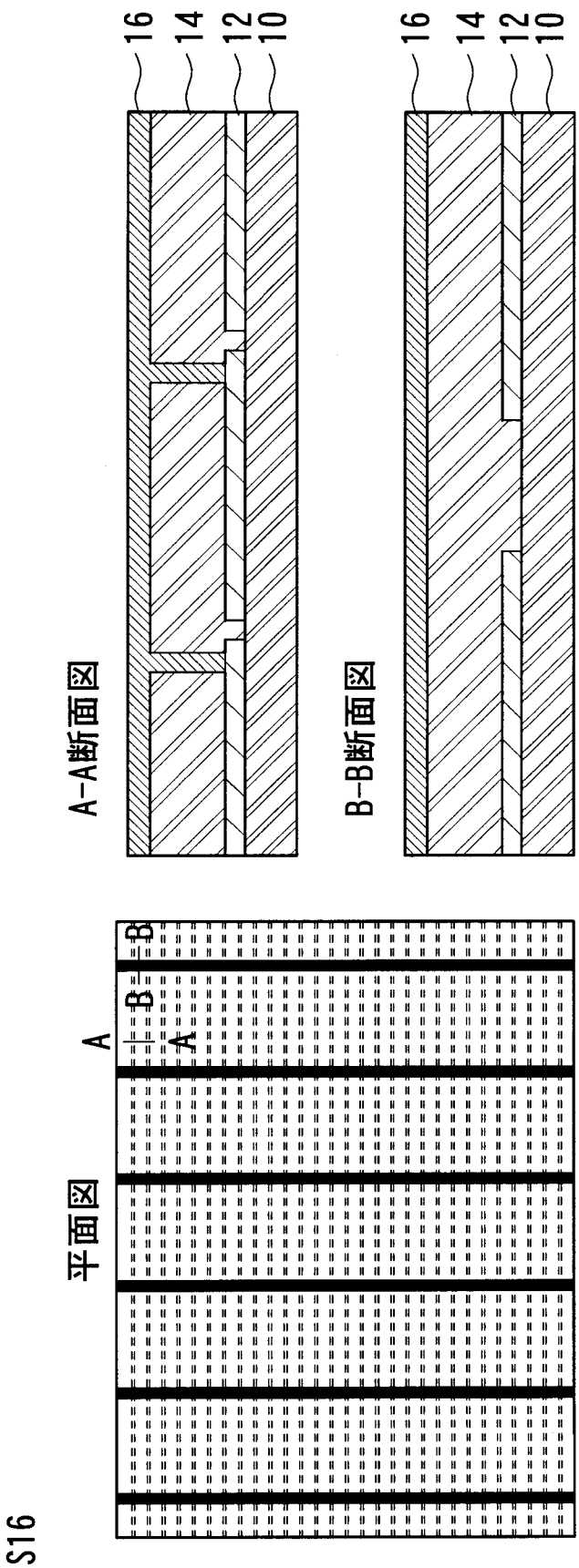
[図9(b)]



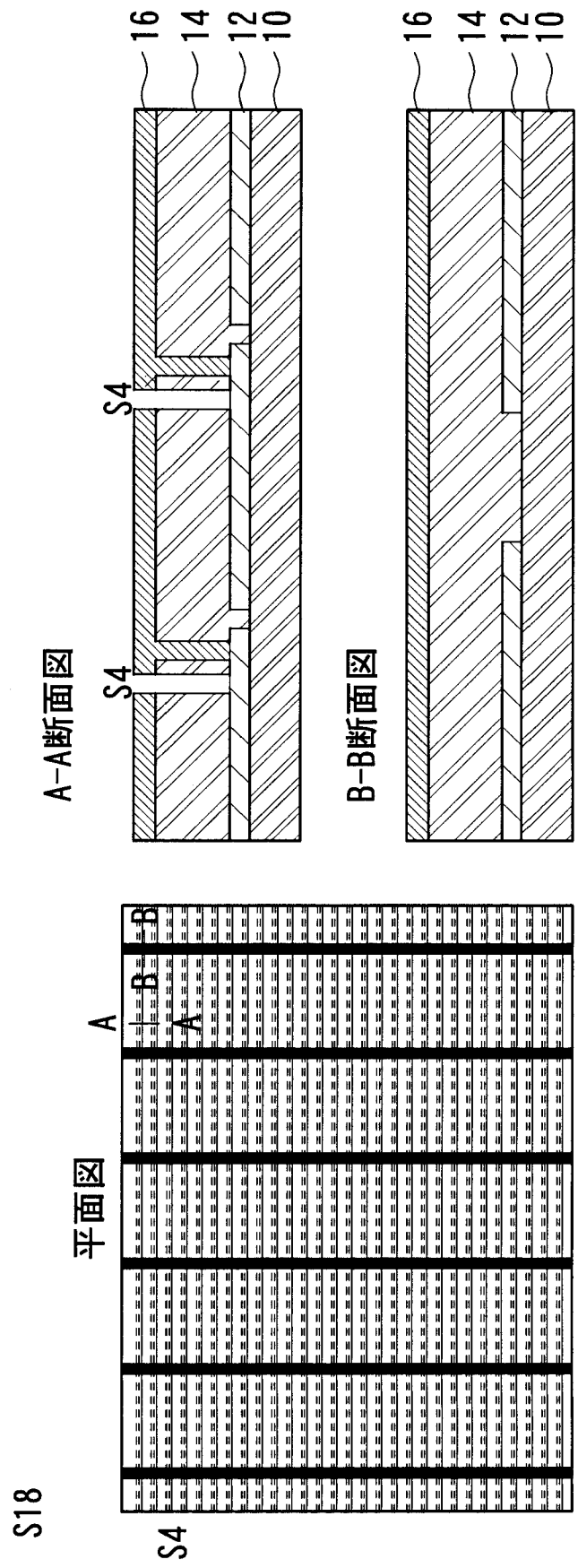
[図9(c)]



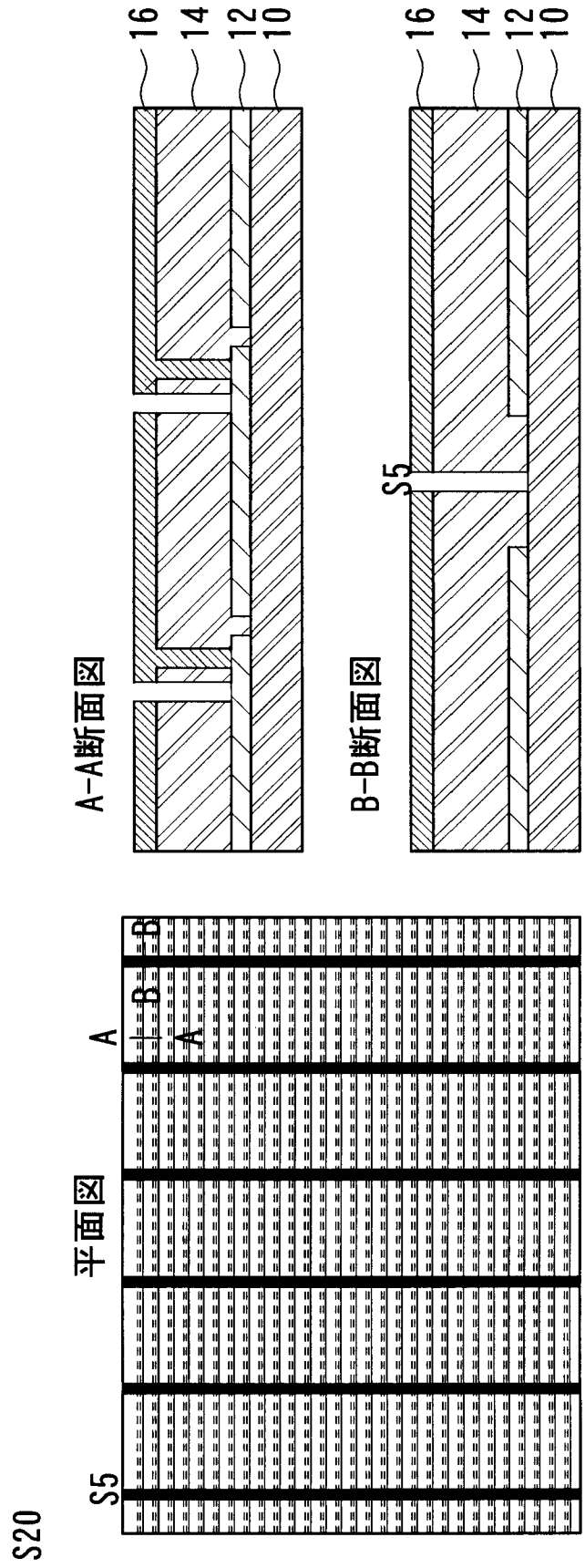
[図9(d)]



[図9(e)]



[図9(f)]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/063843

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2006-245507 A (Sharp Corp.), 14 September 2006 (14.09.2006), paragraphs [0029] to [0031]; fig. 1, 4 & US 2006/0196536 A1	1,2 3-7

☐ 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
12 November, 2010 (12.11.10)	22 November, 2010 (22.11.10)
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／ＪＰ２０１０／０６３８４３

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

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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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 2006-245507 A（シャープ株式会社）2006.09.14,【００２９】－【００３１】,【図１】,【図４】 & US 2006/0196536 A1	１，２ ３－７

☐　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 １２．１１．２０１０	国際調査報告の発送日 ２２．１１．２０１０
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　９１２０ 瀬川　勝久 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５