(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 6 月 21 日(21.06.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/081592 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078850

(22) 国際出願日: 2011 年 12 月 14 日(14.12.2011)

(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 2010-278983 2010 年 12 月 15 日(15.12.2010) JP
特願 2011-011528 2011 年 1 月 24 日(24.01.2011) 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): 山岡 義和 **(YAMAOKA, Yoshikazu)** [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: 特許業務法人ＹＫＩ国際特許事務所 **(YKI Patent Attorneys)**; 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目３４番１２号 Tokyo (JP).

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

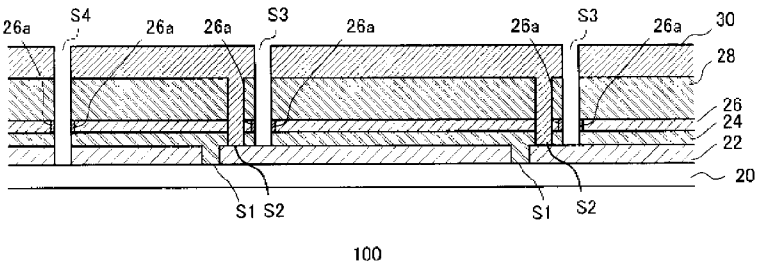
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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



(57) Abstract: This device is provided with a first photoelectric conversion unit (24), a second photoelectric conversion unit (28), and an intermediate layer (26) provided between the first photoelectric conversion unit (24) and the second photoelectric conversion unit (28). A slit (S3) is formed through the first photoelectric conversion unit (24), the second photoelectric conversion unit (28), and the intermediate layer (26), and the constitution is such that the end part (26a) on the slit (S3) side of the intermediate layer (26) has a density greater than parts other than the end part (26a).

(57) 要約: 第１光電変換ユニット２４と、第２光電変換ユニット２８と、第１光電変換ユニット２４と第２光電変換ユニット２８との間に設けられた中間層２６と、を備え、第１光電変換ユニット２４、第２光電変換ユニット２８及び中間層２６を貫いてスリットＳ３が形成され、中間層２６のスリットＳ３側の端部２６ａは、端部２６ａ以外よりも高い密度を有する構成とする。

WO 2012/081592 A1

明　細　書

発明の名称 ： 光電変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、光電変換装置に関する。

背景技術

[0002] 図７に示すように、中間層１４を挟んで上部及び下部の２つの光電変換ユニット１０、１２を積層したタンデム型の光電変換装置が知られている。上部及び下部の光電変換ユニット１０、１２に挟まれる中間層１４には１種以上の透明導電膜が用いられる。また、裏面電極の一部には裏面反射層を兼ねる銀（Ａｇ）の裏面電極１８が形成され、透明電極層１６まで貫いて形成されたスリットＳ２を介して裏面電極１８が透明電極層１６に接続される。さらに、スリットＳ３によって、単位セルに分割され、単位セルが直列に接続された構成となっている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－１４０９３５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、スリットＳ３内には中間層１４の端部１４ａが露出している。中間層１４は、比較的疎な膜であるので、外部から中間層１４の端部１４ａを介して水分等が浸入し、光電変換装置の発電特性を低下させる等の悪影響を及ぼすおそれがある。

[0005] また、図８の矢印で示すように、透明導電膜や裏面電極のテクスチャ等で散乱された光はスリットＳ３の側面を介して表面や裏面から漏れ出す。このように漏れだした光は発電に寄与しないので、光電変換装置の発電効率が低下する原因となる。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、第１の光電変換ユニットと、第２の光電変換ユニットと、第２の光電変換ユニット上に設けられた電極と、第１の光電変換ユニットと第２の光電変換ユニットとの間に設けられた中間層と、を備え、第１の光電変換ユニット、第２の光電変換ユニット及び中間層を貫いてスリットが形成された光電変換装置であって、中間層のスリット側の端部は、端部以外よりも高い密度を有する、光電変換装置である。

[0007] また、本発明は、第１の光電変換ユニットと、第２の光電変換ユニットと、第２の光電変換ユニット上に設けられた電極と、第１の光電変換ユニットと第２の光電変換ユニットとの間に設けられた中間層と、を備え、第１の光電変換ユニット、第２の光電変換ユニット及び中間層を貫いてスリットが形成された光電変換装置であって、中間層のスリット側の端部は、中間層よりも高い密度を有する被覆層で覆われている、光電変換装置である。

[0008] また、本発明は、光電変換ユニットと、光電変換ユニットを挟むように形成された表面電極及び裏面電極と、を備え、光電変換ユニットを分割するスリット、に沿って光電変換ユニットの膜厚方向に延びるギャップが設けられている、光電変換装置である。

発明の効果

[0009] 本発明は、発電特性の劣化を抑制した光電変換装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１の実施の形態における光電変換装置の構成を示す断面模式図である。

[図2]第１の実施の形態における光電変換装置の製造工程を示す図である。

[図3]本発明の変形例における光電変換装置の構成を示す断面模式図である。

[図4]第２の実施の形態における光電変換装置の構成を示す断面模式図である。

[図5]第２の実施の形態における光電変換装置の製造工程を示す図である。

[図6]第２の実施の形態における光電変換装置の作用を説明する図である。

[図7]従来の光電変換装置の構成を示す断面模式図である。

[図8]従来の光電変換装置の課題を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] ＜第１の実施の形態＞

本発明の実施の形態における光電変換装置１００は、図１の断面図に示すように、基板２０、透明電極層２２、第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８及び裏面電極層３０を含んで構成される。

[0012] 以下、図２の製造工程図を参照して、光電変換装置１００の製造方法及びその構造について説明する。なお、図１及び図２では光電変換装置１００の構造を明確に示すために、光電変換装置１００の一部を拡大して示し、各部の比率を変えて示している。

[0013] ステップＳ１０では、基板２０上に透明電極層２２を形成する。基板２０は、透光性を有する材料で構成する。基板２０は、例えば、ガラス基板、プラスチック基板等とすることができる。透明電極層２２は、透光性を有する透明導電膜とする。透明電極層２２は、酸化錫（SnO_2）、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（ＡＩ）等をドープした透明導電性酸化物（ＴＣＯ）のうち少なくとも一種類又は複数種を組み合わせた膜を用いることができる。透明電極層２２は、例えば、スパッタリング法、ＭＯＣＶＤ法（熱ＣＶＤ）により形成する。基板２０と透明電極層２２の一方又は両方の表面に凹凸（テクスチャ構造）を設けることも好適である。

[0014] ステップＳ１２では、透明電極層２２に第１のスリットＳ１を形成して短冊状にパターニングする。スリットＳ１は、レーザ加工により形成することができる。例えば、波長１０６４ｎｍ、エネルギー密度１３Ｊ／ｃｍ^2、パルス周波数３ｋＨｚのＹＡＧレーザを用いて透明電極層２２を短冊状にパターニングすることができる。スリットＳ１の線幅は１０μｍ以上２００μｍ以下とすることが好適である。

[0015] ステップＳ１４では、透明電極層２２上に第１光電変換ユニット２４を形

成する。本実施の形態では、第１光電変換ユニット２４は非晶質（アモルファス）シリコン太陽電池とする。第１光電変換ユニット２４は、基板２０側からｐ型、ｉ型、ｎ型の順にアモルファスシリコン膜を積層して形成する。第１光電変換ユニット２４は、例えば、プラズマ化学気相成長法（ＣＶＤ）により形成することができる。プラズマＣＶＤ法は、例えば、１３．５６ＭＨｚのＲＦプラズマＣＶＤ法を適用することが好適である。このとき、シラン（SiH_4）、ジシラン（Si_2H_6）、ジクロルシラン（SiH_2Cl_2）等のシリコン含有ガス、メタン（CH_4）等の炭素含有ガス、ジボラン（B_2H_6）等のｐ型ドーパント含有ガス、フォスフィン（PH_3）等のｎ型ドーパント含有ガス及び水素（H_2）等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うことによって、ｐ型、ｉ型、ｎ型のアモルファスシリコン膜を積層することができる。第１光電変換ユニット２４のｉ層の膜厚は１００ｎｍ以上５００ｎｍ以下とすることが好適である。

[0016] ステップＳ１６では、第１光電変換ユニット２４上に中間層２６を形成する。中間層２６は、透光性を有する材料で構成する。具体的には、酸化シリコン（ＳｉＯｘ）等の透明導電性酸化物（ＴＣＯ）を用いることが好適である。特に、マグネシウム（Ｍｇ）やリン（Ｐ）がドープされた酸化シリコン（ＳｉＯｘ）を用いることが好適である。中間層２６の膜厚は１０ｎｍ以上２００ｎｍ以下とすることが好適である。中間層２６は、ＤＣスパッタリング法又はプラズマＣＶＤ法により形成することができる。

[0017] ステップＳ１８では、中間層２６上に第２光電変換ユニット２８を形成する。本実施の形態では、第２光電変換ユニット２８は微結晶シリコン太陽電池とする。第２光電変換ユニット２８は、基板２０側からｐ型、ｉ型、ｎ型の順に微結晶シリコン膜を積層して形成する。第２光電変換ユニット２８は、プラズマＣＶＤ法により形成することができる。プラズマＣＶＤ法は、例えば、１３．５６ＭＨｚのＲＦプラズマＣＶＤ法を適用することが好適である。第２光電変換ユニット２８は、シラン（SiH_4）、ジシラン（Si_2H_6）、ジクロルシラン（SiH_2Cl_2）等のシリコン含有ガス、メタン（CH_4）等

の炭素含有ガス、ジボラン（B_2H_6）等のｐ型ドーパント含有ガス、フォスフィン（PH_3）等のｎ型ドーパント含有ガス及び水素（H_2）等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うことによって形成することができる。第２光電変換ユニット２８のｉ層の膜厚は１０００ｎｍ以上５０００ｎｍ以下とすることが好適である。

[0018] ステップＳ２０では、第２のスリットＳ２を形成して短冊状にパターニングする。スリットＳ２は、第２光電変換ユニット２８，中間層２６，第１光電変換ユニット２４を貫いて透明電極層２２に到達するように形成する。スリットＳ２は、例えば、レーザ加工により形成することができる。レーザ加工は、これに限定されるものではないが、波長約５３２ｎｍ（ＹＡＧレーザの第２高調波）を用いて行うことが好適である。レーザ加工のエネルギー密度は例えば１×１０^{5}Ｗ／ｃｍ^{2}とすればよい。透明電極層２２に形成したスリットＳ１の位置から５０μｍ横の位置にＹＡＧレーザを照射してスリットＳ２を形成する。スリットＳ２の線幅は、１０μｍ以上２００μｍ以下とすることが好適である。

[0019] ステップＳ２２では、第２光電変換ユニット２８上に裏面電極層３０を形成する。裏面電極層３０は、透明導電性酸化物（ＴＣＯ）と反射性金属とを順に積層した構造とすることが好適である。透明導電性酸化物（ＴＣＯ）としては、酸化錫（SnO_2）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ）等、又は、これらに不純物をドープしたものが用いられる。例えば、酸化亜鉛（ＺｎＯ）にアルミニウム（Ａｌ）を不純物としてドープしたものが用いられる。また、反射性金属としては、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）等の金属が使用できる。透明導電性酸化物（ＴＣＯ）は、例えば、スパッタリング法又はＣＶＤ法等により形成することができる。裏面電極層３０は、合わせて１μｍ程度の膜厚とすることが好適である。裏面電極層３０の少なくとも一方には、光閉じ込め効果を高めるための凹凸を設けることが好適である。

[0020] 裏面電極層３０は、スリットＳ２に埋め込まれ、スリットＳ２内で裏面電

極層３０と透明電極層２２とが電気的に接続される。

[0021] ステップＳ２４では、裏面電極層３０に第３のスリットＳ３を形成して短冊状にパターニングする。スリットＳ３は、裏面電極層３０，第２光電変換ユニット２８，中間層２６，第１光電変換ユニット２４を貫いて透明電極層２２に到達するように形成する。スリットＳ３は、スリットＳ１との間にスリットＳ２を挟む位置に形成する。スリットＳ３は、レーザ加工により形成することができる。例えば、スリットＳ２の位置から５０μｍ横の位置にＹＡＧレーザを照射してスリットＳ３を形成する。ＹＡＧレーザは、エネルギー密度０．７Ｊ／ｃｍ^2、パルス周波数４ｋＨｚのものを用いることが好適である。スリットＳ３の線幅は、１０μｍ以上２００μｍ以下とすることが好適である。さらに、レーザ加工により光電変換装置１００の周辺に周辺領域と発電領域とを分離する溝を形成する。

[0022] また、基板２０の周辺部分における裏面電極層３０に第４のスリットＳ４を形成し、光電変換装置１００の周辺に周辺領域と発電領域とを分離する溝を形成する。スリットＳ４は、裏面電極層３０，第２光電変換ユニット２８，中間層２６，第１光電変換ユニット２４及び透明電極層２２を貫いて基板２０に到達するように形成する。スリットＳ４は、レーザ加工により形成することができる。例えば、波長１０６４ｎｍ、エネルギー密度５０Ｊ／ｃｍ^2、パルス周波数３ｋＨｚのＹＡＧレーザを用いることが好適である。スリットＳ４の線幅は、１０μｍ以上２００μｍ以下とすることが好適である。

[0023] ステップＳ２６では、スリットＳ３及びＳ４内に露出した中間層２６の端部に処理を施す。ここでの処理は、スリットＳ３及びＳ４内に露出した中間層２６の端部２６ａが端部２６ａ以外よりも高い密度となるような処理である。

[0024] 具体的には、スリットＳ３及びＳ４を形成した後にシランプラズマに曝す処理を行うことが好適である。

[0025] シランプラズマは、例えば、１３．５６ＭＨｚのＲＦプラズマ法により生成することができる。真空排気された処理チャンバ内に、所定の圧力及び流

量でシラン（SiH_4）を導入し、平行平板電極等にＲＦ電力を印加することによってシランプラズマを発生させる。平行平板電極に、スリットＳ３までを形成した基板２０を設置することによってスリットＳ３内の露出面をシランプラズマに曝すことができる。なお、シラン（SiH_4）の代りに、ジシラン（Si_2H_6）、ジクロルシラン（SiH_2Cl_2）等のシリコン含有ガスを用いてもよい。

[0026] このとき、化学式（１）で示されるような反応が起き、中間層２６の端部２６ａにおける酸化シリコン（ＳｉＯｘ）が還元されて、中間層２６の端部２６ａはより高密度なシリコン結合を有する領域となる。このとき、エネルギー分散型Ｘ線分光法（ＥＤＸ）で分析すると、中間層２６の端部２６ａの単位体積当たりの酸素含有量は、中間層２６の端部２６ａ以外の部分の単位体積当たりの酸素含有量よりも低くなる。また、透過電子顕微鏡での観察では、中間層２６の端部２６ａは、中間層２６の端部２６ａ以外の部分よりも高密度の構造として観察される。

（化１）

$$SiH_4+SiOx \rightarrow Si-Si+H_2O\uparrow \quad \cdots (1)$$

[0027] このように処理された中間層２６の端部２６ａは、中間層２６の他の部分（スリットＳ３及びＳ４内に露出していない部分）よりも高密度で緻密な膜となり、中間層２６の端部２６ａから水分等が浸入することによる光電変換特性の劣化を抑制することができる。

[0028] さらに、充填材等を用いて裏面電極層３０をバックシートで覆って封止してもよい。充填材及びバックシートは、ＥＶＡ、ポリイミド等の樹脂材料とすることができる。充填材を塗布した裏面電極層３０上をバックシートで覆い、１５０℃程度の温度に加熱しつつ裏面電極層３０へ向かってバックシートに圧力を加えることによって封止を行うことができる。これによって、光電変換装置１００の発電層への水分等の浸入をより抑制することができる。

[0029] ＜変形例＞

上記実施の形態ではシランプラズマを利用することによって中間層２６の

端部２６ａを高密度化する処理を行った。本変形例では、上記処理に代わって、又は上記処理に加えて、図３に示すように、中間層２６の端部２６ａを覆うように被覆層３２を形成する。

[0030] 被覆層３２は、ドープされていないシリコン層やアモルファスシリコン層とすることが好適である。これらの層は、中間層２６の酸化シリコン（ＳｉＯｘ）よりも高密度で緻密な構造を有する。

[0031] 被覆層３２は、例えば、プラズマ化学気相成長法（ＣＶＤ）により形成することができる。プラズマＣＶＤ法は、例えば、１３．５６ＭＨｚのＲＦプラズマＣＶＤ法を適用することが好適である。このとき、シラン（SiH_4）、ジシラン（Si_2H_6）、ジクロルシラン（SiH_2Cl_2）等のシリコン含有ガス及び水素（H_2）等の希釈ガスを混合した混合ガスをプラズマ化して成膜を行うことによって、ドープされていないシリコン層やアモルファスシリコン層を積層することができる。

[0032] このとき、エネルギー分散型Ｘ線分光法（ＥＤＸ）で分析すると、被覆層３２の単位体積当たりの酸素含有量は、中間層２６の端部２６ａの単位体積当たりの酸素含有量よりも低くなる。また、透過電子顕微鏡での観察では、被覆層３２は、中間層２６の端部２６ａよりも高密度の構造として観察される。

[0033] このように形成された被覆層３２は、中間層２６よりも高密度で緻密な膜となり、中間層２６の端部２６ａから水分等が浸入することによる光電変換特性の劣化を抑制することができる。また、裏面電極層３０やスリットＳ３及びＳ４内に露出していた透明電極層２２が被覆層３２で覆われ、スリットＳ３及びＳ４を介してこれらの領域に水分等が浸入することによる光電変換特性の劣化も抑制することができる。

[0034] ＜第２の実施の形態＞

本発明の実施の形態における光電変換装置１０２は、図４の断面図に示すように、第１の実施の形態と同様に、基板２０、透明電極層２２、第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８及び裏面電極層

３０を含んで構成される。

[0035] 第２の実施の形態に係る光電変換装置１０２では、ステップＳ２０で第２のスリットＳ２並びにステップＳ２４の第３のスリットＳ３及び第４のスリットＳ４の形成方法以外は第１の実施の形態と同様に形成することができる。

[0036] 本実施の形態では、ステップＳ２０において、第２のスリットＳ２を形成する領域に対して基板２０側からレーザ４０を照射する。レーザ４０は、波長５３２ｎｍのＹＡＧレーザの２倍高調波とすることが好適である。レーザ４０の照射条件は、パルス幅８０ｎｓ、パワー密度９．５×１０^{6}Ｗ／ｃｍ^{2}で加工速度８００ｍｍ／秒で走査することが好適である。レーザ４０は透明電極層２２との界面領域で第１光電変換ユニット２４に吸収され、第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８が物理的に除去される。これにより、図５に示すように、第２のスリットＳ２が形成されると同時に、第２のスリットＳ２の近傍領域において第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８の膜厚方向に向けて延びるギャップＧが形成される。

[0037] また、ステップＳ２４において、第３のスリットＳ３を形成する領域に対して基板２０側からレーザ４２を照射する。レーザ４２は、波長５３２ｎｍのＹＡＧレーザの２倍高調波とすることが好適である。レーザ４２の照射条件は、パルス幅８０ｎｓ、パワー密度９．５×１０^{6}Ｗ／ｃｍ^{2}で加工速度８００ｍｍ／秒で走査することが好適である。レーザ４２は透明電極層２２との界面領域で第１光電変換ユニット２４に吸収され、第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８が物理的に除去される。これにより、図５に示すように、第３のスリットＳ３が形成されると同時に、第３のスリットＳ３の近傍領域において第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８の膜厚方向に向けて延びるギャップＧが形成される。

[0038] また、第４のスリットＳ４を形成する領域に対しても基板２０側からレー

ザ４４を照射する。レーザ４４は、波長１０６４ｎｍのＹＡＧレーザとすることが好適である。レーザ４４の照射条件は、パルス周波数３ｋＨｚ、パワー密度５０Ｊ／ｃｍ^{2}で加工速度８００ｍｍ／秒で走査することが好適である。レーザ４４は基板２０との界面領域で透明電極層２２に吸収され、透明電極層２２、第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８が物理的に除去される。これにより、図５に示すように、第４のスリットＳ４が形成されると同時に、第４のスリットＳ４の近傍領域において第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８の膜厚方向に向けて延びるギャップＧが形成される。

[0039] ギャップＧは、第２のスリットＳ２、第３のスリットＳ３、第４のスリットＳ４のいずれかの延設方向、すなわち図４及び図５の紙面垂直方向に沿って形成される。また、ギャップＧは、第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８の膜厚方向に向けて延びるように形成される。特に、ギャップＧは、透明電極層２２と第１光電変換ユニット２４との界面から始まり、裏面電極層３０の手前０．２μｍ以上離れた位置まで形成されることが好適である。また、第２のスリットＳ２、第３のスリットＳ３、第４のスリットＳ４のいずれかから０．１μｍ以上離れた位置から０．８μｍ以内の領域に形成されることが好適である。また、ギャップＧの幅は、０．０１μｍ以上１μｍ以下が好適であり、例えば、０．１μｍ程度となる。

[0040] ギャップＧは、第１光電変換ユニット２４、中間層２６及び第２光電変換ユニット２８内に形成された空気の層であると考えられる。すなわち、ギャップＧの屈折率は第１光電変換ユニット２４、中間層２６及び第２光電変換ユニット２８の屈折率より低く、図６の矢印で示すように、第１光電変換ユニット２４、中間層２６及び第２光電変換ユニット２８の内部から第２のスリットＳ２、第３のスリットＳ３、第４のスリットＳ４のいずれかへ向かう光はギャップＧにおいて再び内側へ向かって反射される。ギャップＧがない従来の光電変換装置の場合、光電変換ユニットからスリットへ向かう光の一部が光電変換ユニットとスリット（ＥＶＡ等の充填材）との面で反射される

。ギャップGを設けることによって、第２のスリットＳ２、第３のスリットＳ３、第４のスリットＳ４のいずれかから漏れ出す光の量が従来の光電変換装置に比べて低減され、第１光電変換ユニット２４及び第２光電変換ユニット２８での変換効率が向上される。

[0041] なお、上記実施の形態及び変形例において、基板２０の第４のスリットＳ４より外周部の透明電極層２２、第１光電変換ユニット２４、中間層２６、第２光電変換ユニット２８、裏面電極層３０をすべて取り除いた構成としてもよい。この場合でも、上記実施の形態及び変形例と同様の効果を得ることができる。

符号の説明

[0042] １０ 光電変換ユニット、１４ 中間層、１４ａ 端部、１６ 透明電極層、１８ 裏面電極、２０ 基板、２２ 透明電極層、２４ 光電変換ユニット、２６ 中間層、２６ａ 端部、２８ 光電変換ユニット、３０ 裏面電極層、３２ 被覆層、１００ 光電変換装置。

請求の範囲

[請求項1] 第１の光電変換ユニットと、第２の光電変換ユニットと、前記第２の光電変換ユニット上に設けられた電極と、

前記第１の光電変換ユニットと前記第２の光電変換ユニットとの間に設けられた中間層と、を備え、

前記第１の光電変換ユニット、前記第２の光電変換ユニット、前記電極及び前記中間層を貫いてスリットが形成された光電変換装置であって、

前記中間層の前記スリット側の端部は、前記端部以外よりも高い密度を有することを特徴とする光電変換装置。

[請求項2] 請求項１に記載の光電変換装置であって、

前記中間層の前記端部は、前記中間層の前記端部以外よりも酸素の含有率が低いことを特徴とする光電変換装置。

[請求項3] 第１の光電変換ユニットと、第２の光電変換ユニットと、前記第２の光電変換ユニット上に設けられた電極と、

前記第１の光電変換ユニットと前記第２の光電変換ユニットとの間に設けられた中間層と、を備え、

前記第１の光電変換ユニット、前記第２の光電変換ユニット、前記電極及び前記中間層を貫いてスリットが形成された光電変換装置であって、

前記中間層の前記スリット側の端部は、前記中間層よりも高い密度を有する被覆層で覆われていることを特徴とする光電変換装置。

[請求項4] 請求項３に記載の光電変換装置であって、

前記被覆層は、ドープされていないシリコン層であることを特徴とする光電変換装置。

[請求項5] 請求項３に記載の光電変換装置であって、

前記被覆層は、アモルファスシリコン層であることを特徴とする光電変換装置。

［請求項6］ 光電変換ユニットと、

前記光電変換ユニットを挟むように形成された表面電極及び裏面電極と、

を備え、

前記光電変換ユニットを分割するスリットに沿って前記光電変換ユニットの膜厚方向に延びるギャップが設けられていることを特徴とする光電変換装置。

［請求項7］ 請求項６に記載の光電変換装置であって、

前記ギャップは、前記表面電極と前記光電変換ユニットとの界面から前記裏面電極と前記光電変換ユニットとの界面方向に延び、前記裏面電極まで到達していないことを特徴とする光電変換装置。

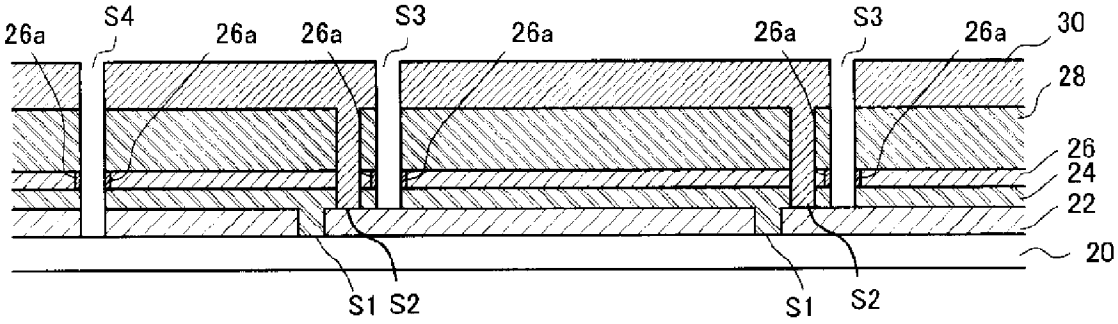
［請求項8］ 請求項６に記載の光電変換装置であって、

前記ギャップは、前記スリットから０．１μｍ以上離れ、０．８μｍ以内の範囲に設けられていることを特徴とする光電変換装置。

［請求項9］ 請求項６に記載の光電変換装置であって、

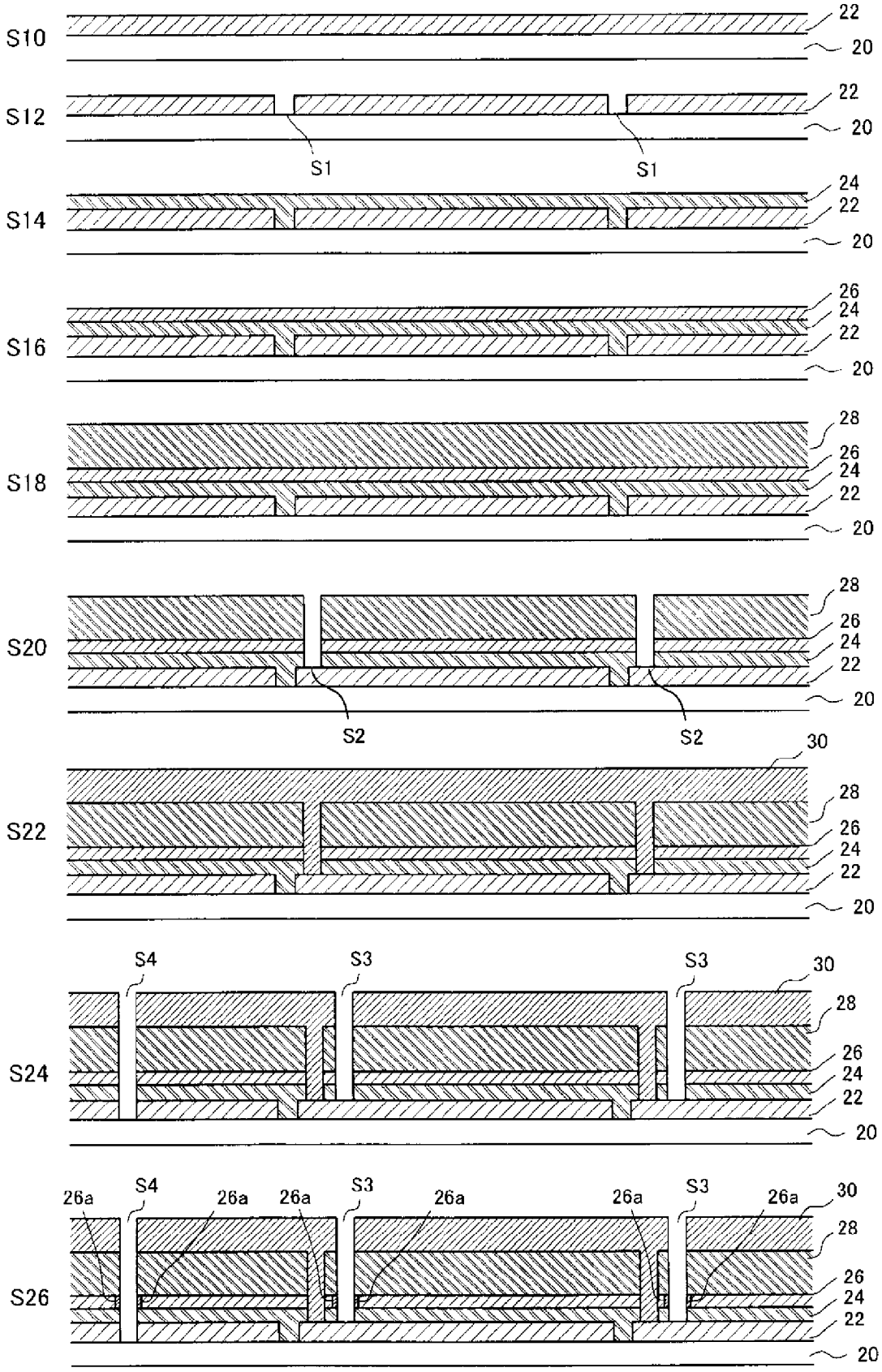
前記ギャップは、０．０１μｍ以上１μｍ以下の幅であることを特徴とする光電変換装置。

[図1]

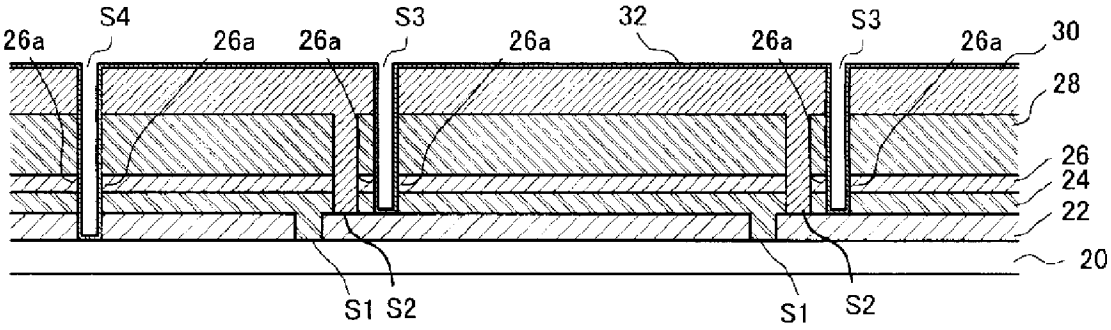


100

[図2]

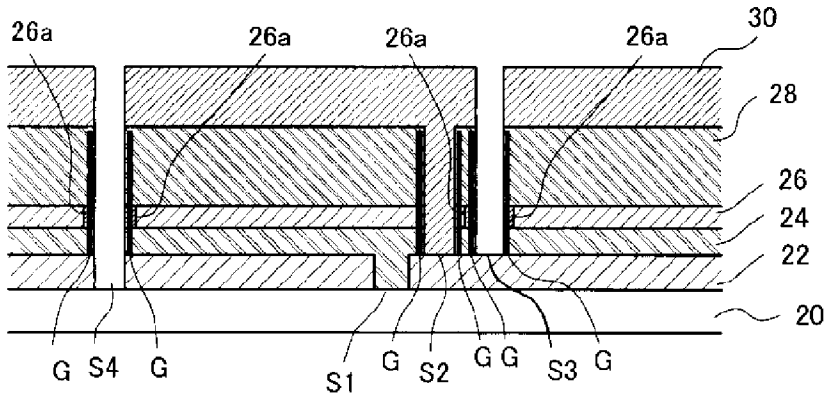

S10
22
20
S12
22
20
S1
S1
S14
24
22
20
S16
26
24
22
20
S18
28
26
24
22
20
S20
28
26
24
22
20
S2
S2
S22
30
28
26
24
22
20
S24
S4
S3
S3
30
28
26
24
22
20
S26
26a
S4
26a
26a
S3
26a
26a
S3
26a
30
28
26
24
22
20

[図3]


26a
S4
26a
26a
S3
26a
32
26a
S3
26a
30
28
26
24
22
20
S1
S2
S1
S2

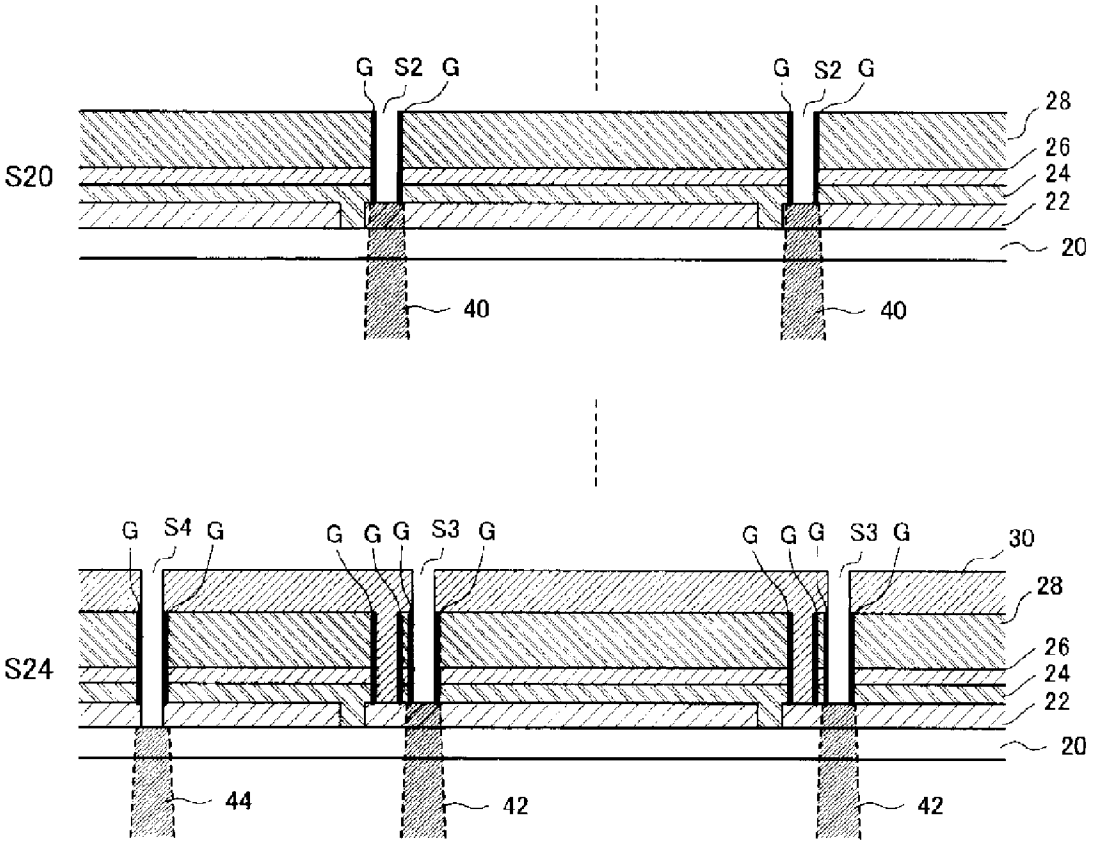
100

[図4]

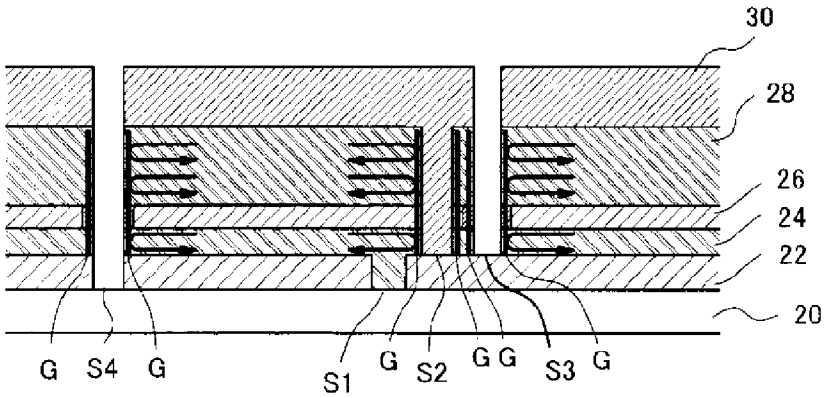

26a
26a
26a
26a
30
28
26
24
22
20
G
S4
G
S1
G
S2
G
G
S3
G

100

[図5]

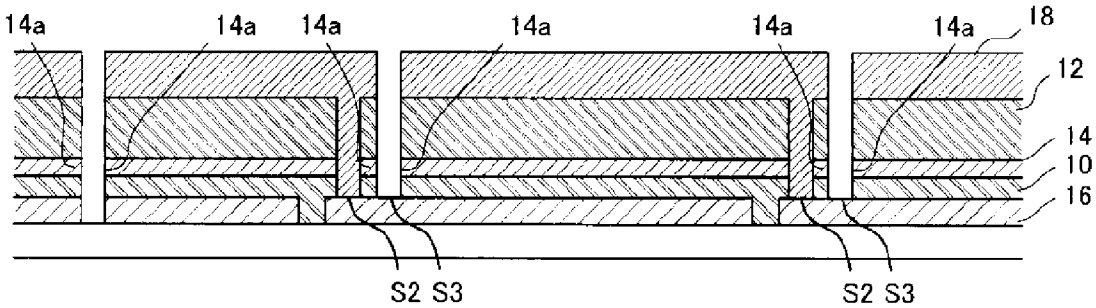

S20
G S2 G
G S2 G
28
26
24
22
20
40
40
S24
G S4 G
G G G S3 G
G G G S3 G
30
28
26
24
22
20
44
42
42

[図6]

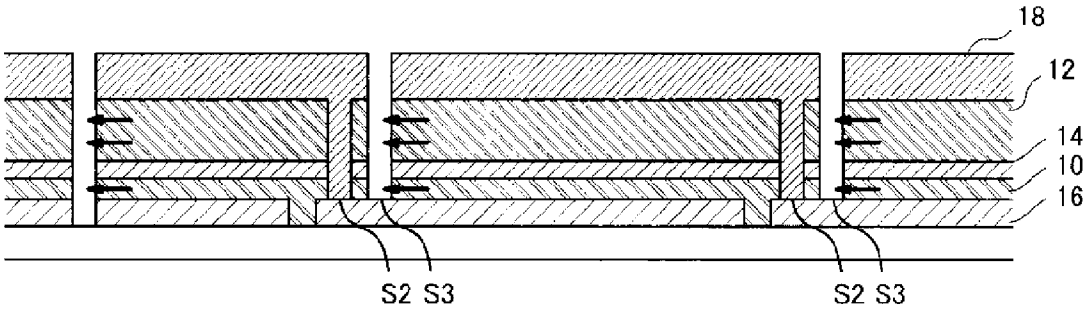

30
28
26
24
22
20
G S4 G
S1
G S2 G G S3 G

100

[図7]


14a
14a
14a
14a
14a
14a
18
12
14
10
16
S2 S3
S2 S3

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/078850

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2010-103170 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 May 2010 (06.05.2010), paragraphs [0010], [0014] to [0029]; fig. 1-1, 1-2, 1-3 (Family: none)	6-9 1-5
X A	JP 2006-310694 A (Kaneka Corp.), 09 November 2006 (09.11.2006), paragraphs [0024] to [0060]; fig. 2 (Family: none)	6-9 1-5
X A	JP 2002-237608 A (Kaneka Corp.), 23 August 2002 (23.08.2002), entire text; all drawings & US 2002/0059726 A1 & EP 1198013 A2 & EP 1906456 A1 & EP 1906457 A1	6-9 1-5

☒ 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
20 January, 2012 (20.01.12)	31 January, 2012 (31.01.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/078850

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/150980 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text; all drawings & US 2011/0079272 A1 & WO 2009/150980 A1	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７８８５０

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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 2010-103170 A (三菱電機株式会社) 2010.05.06, 段落【００１０】、【００１４】－【００２９】、図 1-1, 1-2, 1-3 (ファミリーなし)	6-9 1-5
X A	JP 2006-310694 A (株式会社カネカ) 2006.11.09, 段落【００２４】－【００６０】, 図２ (ファミリーなし)	6-9 1-5

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２０．０１．２０１２	国際調査報告の発送日 ３１．０１．２０１２
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　４７５３ 佐藤　俊彦 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2002-237608 A (鐘淵化学工業株式会社)	6-9
A	2002.08.23, 全文、全図 & US 2002/0059726 A1 & EP 1198013 A2 & EP 1906456 A1 & EP 1906457 A1	1-5
A	WO 2009/150980 A1 (三菱電機株式会社) 2009.12.17, 全文、全図 & US 2011/0079272 A1 & WO 2009/150980 A1	1-9