

(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8月9日(09.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/105155 A1

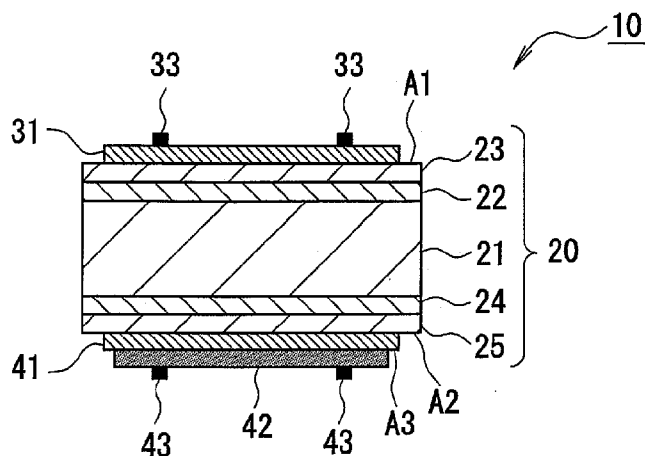
- (51) 国際特許分類:
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)
H01L 31/0747 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/080521
- (22) 国際出願日: 2011年12月28日(28.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-018320 2011年1月31日(31.01.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社(SANYO ELECTRIC 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): 成田 知岐(NARITA, Tomoki) [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). 中村 優也(NAKAMURA, Yuya) [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). 平 茂治(TAIRA, Shigeharu) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口
- (74) 代理人: 特許業務法人 Y K I 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),

[続葉有]

(54) Title: PHOTOELECTRIC CONVERTER AND METHOD FOR PRODUCING SAME

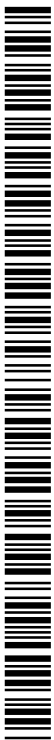
(54) 発明の名称: 光電変換装置及びその製造方法

[図3]



(57) Abstract: A photoelectric converter (10) is provided with a photoelectric conversion unit (20), a light-receiving-surface electrode (30) provided on the light-receiving surface of the photoelectric conversion unit (20), and a rear-surface electrode (40) provided on the rear surface of the photoelectric conversion unit (20). The rear-surface electrode (40) includes a transparent conductive film (41) layered on the rear surface of the photoelectric conversion unit (20), and a metallic film (42) layered on substantially the entire surface of the transparent conductive film (41) with the exception of an end edge region (A3).

(57) 要約: 光電変換装置10は、光電変換部20と、光電変換部20の受光面に設けられた受光面電極30と、光電変換部20の裏面に設けられた裏面電極40とを備える。裏面電極40は、光電変換部20の裏面に積層された透明導電膜41と、透明導電膜41の端縁領域A3を除いた略全面に積層された金属膜42とを含む。



WO 2012/105155 A1

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))

明 細 書

発明の名称：光電変換装置及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光電変換装置及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、光電変換部と、光電変換部の受光面に設けられた受光面電極と、光電変換部の裏面に設けられた裏面電極とを備える光電変換装置が開示されている。この光電変換装置では、受光面電極及び裏面電極のそれぞれが、複数のフィンガー電極部と、複数のフィンガー電極部に電氣的に接続されたバスバー電極部とを備えている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-290234号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 太陽電池等の光電変換装置では、赤外領域の光の透過が問題となる。加えて、光電変換部の薄膜化が進むにつれて、他の領域の光の透過も問題となってきた。

[0005] 一方、光電変換装置の裏面にバスバー電極部等の金属層を形成すると、金属層を構成する金属原子が光電変換部の半導体層に拡散して欠陥準位を発生させるおそれがある。このような欠陥準位は光電変換部において生成されたキャリアをトラップし、光電変換装置の光電変換効率を低下させる原因となる可能性がある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る光電変換装置は、光電変換部と、光電変換部の受光面に設けられた受光面電極と、光電変換部の裏面に設けられた裏面電極とを備え、裏面電極は、光電変換部の裏面に積層された透明導電膜と、透明導電膜上の端

縁領域を除いた略全面に積層された金属膜とを含むことを特徴とする。

[0007] 本発明に係る光電変換装置の製造方法は、光電変換部を用意し、光電変換部上の端縁領域の少なくとも一部を覆うマスクを配置して、マスクによって覆われた端縁領域を除く光電変換部上の領域に透明導電膜を積層し、透明導電膜が付着したマスクを配置した状態で、透明導電膜上の領域に金属膜を積層することを特徴とする。或いは、光電変換部を用意し、光電変換部上の端縁領域の少なくとも一部を覆う第1のマスクを配置して、第1のマスクによって覆われた端縁領域を除く光電変換部上の領域に透明導電膜を積層し、透明導電膜上の端縁領域の少なくとも一部を覆う第2のマスクを配置して、第2のマスクによって覆われた端縁領域を除く透明導電膜上の領域に金属膜を積層してもよい。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、改善された光電変換効率を有する光電変換装置及びその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施形態である光電変換装置を受光面側から見た図である。
[図2]本発明の実施形態である光電変換装置を裏面側から見た図である。
[図3]図1，2のB-B線断面を模式的に示す図である。
[図4]裏面電極の変形例を示す図である。
[図5]本発明の実施形態である光電変換装置の製造工程の一部を模式的に示す図である。
[図6]本発明の実施形態である光電変換装置の製造工程の変形例を示す図である。
[図7]突起電極の変形例を示す図である。
[図8]突起電極の他の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を用いて、本発明の実施形態である光電変換装置10及びその製造方法を詳細に説明する。なお、以下の実施形態は、単なる例示である。

本発明は、以下の実施形態に限定されない。また、実施形態において参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された物体の寸法比率などは、現実の物体の寸法比率などとは異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

[0011] まず初めに、図1～図4を参照して、光電変換装置10の構成を説明する。

[0012] 図1は、光電変換装置10を受光面側から見た図であり、図2は、光電変換装置10を裏面側から見た図である。図1及び図2に示すように、光電変換装置10は、光電変換部20と、光電変換部20の受光面に設けられた受光面電極30と、光電変換部20の裏面に設けられた裏面電極40とを備える。ここで、「受光面」とは、装置の外部から光が主に入射する面を意味する。例えば、光電変換装置10を用いて太陽電池等のモジュールを構築したときに、装置に入射する光のうち50%超過～100%が受光面側から入射する。また、「裏面」とは、受光面と反対側の面を意味する。

[0013] 光電変換部20は、太陽光等の光を受光することでキャリア（電子及び正孔）を生成する部材である。光電変換装置10では、光電変換部20で生成されたキャリアが受光面電極30及び裏面電極40により収集される。そして、受光面電極30及び裏面電極40に図示しない配線材を電氣的に接続して、光電変換装置10をモジュール化することで、キャリアが電気エネルギーとして外部に取り出される。光電変換部20は、略正形状の結晶系半導体基板であるn型単結晶シリコン基板21を備える。

[0014] 図1に示すように、n型単結晶シリコン基板21の受光面に、光電変換部20は、i型非晶質シリコン膜22を介して積層されたp型非晶質シリコン膜23を備える。そして、p型非晶質シリコン膜23の受光面に、受光面電極30を構成する透明導電膜31が積層される。さらに、透明導電膜31上には、光電変換部20で発電された電力を集電するためのフィンガー電極部32とバスバー電極部33とが形成される。

[0015] また、図2に示すように、n型単結晶シリコン基板21の裏面に、光電変

換部 20 は、i 型非晶質シリコン膜 24 を介して積層された n 型非晶質シリコン膜 25 を備える。そして、n 型非晶質シリコン膜 25 の裏面に、裏面電極 40 を構成する透明導電膜 41 が積層される。さらに、透明導電膜 41 上には、光電変換部 20 で発電された電力を集電するための金属膜 42 が設けられる。金属膜 42 上には、上記配線材との接続部として突起状の突起電極 43 が設けられる。

[0016] つまり、光電変換部 20 は、結晶系半導体基板の両面に非晶質半導体薄膜が積層された構造を有する。具体的に、光電変換部 20 は、p 型非晶質シリコン膜 23、i 型他非晶質シリコン膜 22、n 型単結晶シリコン基板 21、i 型非晶質シリコン膜 24 及び n 型非晶質シリコン膜 25 が順に積層された積層構造である。当該積層構造において、p 型非晶質シリコン膜 23 側が受光面側となる。

[0017] 以下、図 1 及び図 2 に加えて、図 3 (図 1, 2 の B - B 線断面図) を適宜参照し、光電変換装置 10 の構成をさらに詳説する。

[0018] 図 3 に示すように、光電変換部 20 は、n 型単結晶シリコン基板 21 の受光面の全体に積層された i 型非晶質シリコン膜 22 と、n 型単結晶シリコン基板 21 の裏面の全体に積層された i 型非晶質シリコン膜 24 とを備える。なお、i 型非晶質シリコン膜 22、24 は、n 型単結晶シリコン基板 21 の受光面、裏面の端縁領域を残して積層されてもよい。i 型非晶質シリコン膜 22、24 は、真性非晶質シリコン薄膜であり、例えば、それぞれ同一の組成を有する。また、光電変換部 20 は、i 型非晶質シリコン膜 22 の受光面の全体に積層された p 型非晶質シリコン膜 23 と、i 型非晶質シリコン膜 24 の裏面の全体に積層された n 型非晶質シリコン膜 25 とを備える。

[0019] 光電変換部 20 (n 型単結晶シリコン基板 21) の受光面及び裏面には、それぞれテクスチャ構造 (図示せず) を形成することができる。ここで、「テクスチャ構造」とは、表面反射を抑制し、光電変換部 20 の光吸収量を増大させる凹凸構造である。テクスチャ構造の具体例としては、(100) 面を有する n 型単結晶シリコン基板 21 の受光面及び裏面に、異方性エッチン

グを施すことによって得られるピラミッド状（四角錐状や、四角錐台状）の凹凸構造が例示できる。なお、光電変換部20の厚み（膜の積層方向の長さ）は、例えば、数百 μm であり、その大部分がn型単結晶シリコン基板21の厚みである。非晶質シリコン膜の厚みは、例えば、数 nm ～数十 nm である。テクスチャ構造の凹凸高さは、例えば、数 μm である。ゆえに、テクスチャ構造は、非晶質シリコン膜の受光面及び裏面にも反映される。

[0020] 図1及び図3に示すように、受光面電極30は、透明導電膜31と、複数のフィンガー電極部32と、複数のバスバー電極部33とで構成されている。フィンガー電極部32及びバスバー電極部33は、互いに電氣的に接続され、いずれも透明導電膜31上に形成されている。即ち、受光面電極30では、p型非晶質シリコン膜23から透明導電膜31を介して伝達されるキャリアがフィンガー電極部32及びバスバー電極部33によって収集される。そして、モジュール化されるときには、上記配線材がバスバー電極部33に電氣的に接続されて収集されたキャリアが外部に取り出される。

[0021] 透明導電膜31は、例えば、多結晶構造を有する酸化インジウム（ In_2O_3 ）、酸化亜鉛（ ZnO ）、酸化錫（ SnO_2 ）、及び酸化チタン（ TiO_2 ）等の金属酸化物のうちの少なくとも1つを含む薄膜（TCO膜）であって、光透過性の電極部として機能する。これらの金属酸化物に、錫（ Sn ）、亜鉛（ Zn ）、タングステン（ W ）、アンチモン（ Sb ）、チタン（ Ti ）、アルミニウム（ Al ）、セリウム（ Ce ）、ガリウム（ Ga ）などのドーパントがドーピングされていてもよい。ドーパントの濃度は、0～20wt%とすることができる。透明導電膜31の厚みは、例えば、50 nm ～200 nm 程度である。透明導電膜31は、p型非晶質シリコン膜23の受光面において、その端縁領域（以下、端縁領域A1とする）を除く面領域の全体に積層することが好適である。透明導電膜31が積層されない端縁領域A1は、例えば、p型非晶質シリコン膜23の受光面の端から幅1～2 mm 程度の面領域であって、当該受光面の周囲に環状に設けることが好適である。

[0022] フィンガー電極部32及びバスバー電極部33は、例えば、バインダー樹

脂中に銀（Ag）等の導電性粒子が分散した導電性ペーストにより形成される細線状の電極部である。フィンガー電極部32及びバスバー電極部33は、透明導電膜31を介して光電変換部20で発電された電力を集電するために設けられる。フィンガー電極部32は、例えば、受光面上に形成された帯状の金属層であり、光電変換部20の全体からまんべんなく電力を集電できるように配置される。フィンガー電極部32は、例えば、所定の間隔をあけて互いに平行に配置することが好適である（例えば、幅100 μ m、間隔2mm）。

[0023] バスバー電極部33は、フィンガー電極部32により集電された電力をさらに集電して取り出すために設けられる。バスバー電極部33は、例えば、受光面上に形成された帯状の金属層であり、フィンガー電極部32と交差してフィンガー電極部32と電氣的に接続されるように配置される。バスバー電極部33は、例えば、所定の間隔をあけて互いに平行に配置できる。このとき、バスバー電極部33は、フィンガー電極部32よりも少数で線幅が太く設定されることが好ましい（例えば、幅1.5mm、2本）。なお、フィンガー電極部32及びバスバー電極部33の形状は、ここで例示したものに限定されず、例えば、ジグザグ形状など種々の形状に形成できる。

[0024] 図2及び図3に示すように、裏面電極40は、透明導電膜41と、金属膜42と、複数の突起電極43とで構成されている。突起電極43は、金属膜42上で光電変換部20の厚み方向に突出して形成された突起状の電極であり、モジュール化されるときに、上記配線材が電氣的に接続される。突起電極43は、例えば、導電性ペーストにより、金属膜42上に帯状に形成できる。突起電極43は、例えば、所定の間隔をあけて互いに平行に配置でき、バスバー電極部33と同じ方向に沿って2本配置できる。なお、突起電極43の形状は、ここで例示したものに限定されず、例えば、ドット形状やジグザグ形状など種々の形状に形成できる（後述の図7，8参照）。

[0025] 透明導電膜41は、透明導電膜31と同様に、ITOやZnO、SnO₂等からなり、光透過性の電極部として機能する。さらに、透明導電膜41は、

詳しくは後述するように、光電変換部20と金属膜42との直接の接触を防止し、金属膜42との相互作用によって反射率を高める機能を有する。透明導電膜31の厚みは、例えば、50nm~200nm程度であることが好ましく、透明導電膜31の裏面にも上記テクスチャ構造が反映される。

[0026] 透明導電膜41は、n型非晶質シリコン膜25の裏面において、その端縁領域（以下、端縁領域A2とする）を除く面領域の全体に積層することが好適である。透明導電膜41が積層されない端縁領域A2は、例えば、n型非晶質シリコン膜25の裏面の端から幅1~2mm程度の面領域であって、当該裏面の周囲に環状に設けることが好適である。

[0027] 金属膜42は、光の反射率が高く、且つ高い導電性を有する金属材料からなる薄膜である。金属膜42の反射率は、赤外領域の光に対して高いことが好ましい。金属膜42の反射率は、少なくとも赤外領域の光について、透明導電膜41の反射率よりも高いことが好ましい。金属膜42は、n型非晶質シリコン膜25から透明導電膜41を介して伝達されるキャリアを収集する電極部として機能する。さらに、金属膜42は、光電変換部20を通り抜けた透過光を受光面側に反射する機能を有する。金属膜42の厚みは、光が透過しない程度に厚く、且つ裏面に上記テクスチャ構造が反映可能な程度に薄いことが好ましい。例えば、金属膜42の厚みは、0.1 μ m~5 μ m程度であることが好ましい。金属膜42の裏面にもテクスチャ構造が反映されるようにすれば、金属膜42と突起電極43との密着性が良好となる効果も得られる。

[0028] 金属膜42を構成する金属材料としては、例えば、銀（Ag）、アルミニウム（Al）、チタン（Ti）、ロジウム（Rh）、銅（Cu）、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、クロム（Cr）などの金属又はそれらの1種以上を含む合金が例示できる。金属材料は、特に波長800nm~1200nm程度の赤外領域の光に対する反射率の高い材料が好ましく、例示した材料の中では、Ag、Al、Ti、Rh、Cu、Au又はそれらの1種以上を含む合金が好ましく、Ag、Al、Ti又はそれらの1種以上を含

む合金がより好ましく、A g 又は A g を含む合金が特に好ましい。

[0029] 金属膜 4 2 は、上記金属材料からなる複数の膜の積層体により構成されていてもよい。例えば、A g 膜と A l 膜との積層体が例示でき、この場合、A g 膜が透明導電膜 4 1 側に配置されることが好ましい。また、A l 膜の両面に A g 膜が積層された A g, A l 及び A g の積層体、或いは A l 膜の代わりに他の金属膜（例えば、C u 膜）を設けた A g, C u 及び A g の積層体であってもよい。

[0030] 金属膜 4 2 は、透明導電膜 4 1 上の端縁領域（以下、端縁領域 A 3 とする）を除く略全体を覆うように積層され、より好ましくは、端縁領域 A 3 を除く透明導電膜 4 1 上の全体を覆って積層される。ここで、「端縁領域 A 3 を除く透明導電膜 4 1 上の略全体を覆うように」とは、端縁領域 A 3 を除く透明導電膜 4 1 上の実質的に全体を覆っているとみなせる状態を意味し、例えば、透明導電膜 4 1 上に積層された金属膜 4 2 の一部が欠けている状態も含む。具体的には、端縁領域 A 3 を除く透明導電膜 4 1 上の 9 5 % 以上を金属膜 4 2 が覆っている状態が例示できる。

[0031] 金属膜 4 2 は、透明導電膜 4 1 の端縁領域 A 3 の少なくとも一部において、透明導電膜 4 1 を超えて n 型非晶質シリコン膜 2 5 を覆わないように積層される。換言すると、端縁領域 A 3 の一部に金属膜 4 2 が積層されてもよい。ただし、好ましくは、透明導電膜 4 1 の端縁領域 A 3 の全周に亘って透明導電膜 4 1 を超えて n 型非晶質シリコン膜 2 5 を覆わないように、金属膜 4 2 が積層される。即ち、金属膜 4 2 は、透明導電膜 4 1 の裏面において、その端縁領域 A 3 を除く面領域の略全体又は全体に積層されることが好ましい。

[0032] 金属膜 4 2 が積層されない端縁領域 A 3 は、透過光の反射等の観点から狭い方が好ましい。例えば、端縁領域 A 3 の幅は、透明導電膜 4 1 の端から 1 n m 以上 5 m m 以下とすることが好適である。端縁領域 A 3 は、透明導電膜 4 1 の裏面の周囲に環状に設けることが好適である。なお、端縁領域 A 3 の幅は、例えば、走査型電子顕微鏡（S E M）や透過型電子顕微鏡（T E M）

による断面観察(幅が広い場合には光学顕微鏡等も使用可能)によって確認することができる。

[0033] 透明導電膜41の端縁領域A3の少なくとも一部を超えてn型非晶質シリコン膜25の端縁領域A2に金属膜42が接すると、その領域において金属膜42を構成する金属原子がn型非晶質シリコン膜25に拡散して欠陥準位を発生させ、キャリアがトラップされるという問題が生じうる。しかし、金属膜42は、光電変換部20(n型非晶質シリコン膜25)の裏面との間に透明導電膜41を介して、光電変換部20の裏面に直接触れないように設けられる。このため、欠陥順位の発生を抑制できる。好ましくは、端縁領域A3を透明導電膜41の全周に亘って環状に設けることによって、光電変換部20の全周において金属膜42と光電変換部20(n型非晶質シリコン膜25)との接触を無くすことができる。これにより、欠陥準位の発生をより抑制することができる。

[0034] 光電変換部20が単結晶シリコン基板上に非晶質シリコン膜を積層した構成を有する場合、非晶質シリコン膜に拡散した金属による欠陥準位の影響が大きくなる。このような場合、光電変換部20と金属膜42との接触を防ぐことによる効果が顕著となる。

[0035] 光電変換部20(n型非晶質シリコン膜25)の裏面側の広範囲に金属膜42が積層されている。これにより、受光面から入射して光電変換部20を通り抜けた透過光を金属膜42により受光面側に反射させることができる。ゆえに、光電変換部20における光吸収率が向上する。

[0036] 金属膜42は、光電変換部20との間に透明導電膜41を介して積層されている。これにより、例えば、エバネッセント光の発生による光の吸収が抑制されて金属膜42の反射率が高まる。なお、光電変換部20の裏面にもテクスチャ構造が形成されている。このため、裏面で光が散乱して光電変換部20内に光が閉じ込められ易くなる。

[0037] 透明導電膜41は光電変換部20及び金属膜42のいずれに対しても良好な密着性を有する。このため、金属膜42の密着強度(剥離強度)を向上さ

せることができる。

[0038] これらの作用によって、本実施の形態における光電変換装置10では、光電変換効率を向上させることができる。

[0039] 図4に示すように、金属膜42は、その側面の少なくとも一部が透明導電膜41に囲まれていてもよい。即ち、透明導電膜41は、端縁領域A2に、金属膜42の側面を覆う突起部を有している。ここで、金属膜42の「側面」とは、金属膜42の厚み方向に沿った面を意味する。当該突起部を有する形態は、例えば、後述の図5に示す方法により得ることができる。突起部は、例えば、数nm~数百nmの幅と、金属膜42と同程度の高さ（厚み方向の長さ）とを有する。このような構成において、上記と同様の効果を得ることができる。

[0040] 次に、上記構成を備える光電変換装置10の製造方法を例示する。

[0041] まず、清浄なn型単結晶シリコン基板21を真空チャンバ内に設置し、例えば、プラズマCVD（化学気相成長法）法により、当該基板の上にi型非晶質シリコン膜24を積層する。続いて、i型非晶質シリコン膜24上にn型非晶質シリコン膜25を積層する。なお、本実施形態では、n型非晶質シリコン膜25が積層されるn型単結晶シリコン基板21の面が裏面となる。i型非晶質シリコン膜24の積層工程では、例えば、シランガス（ SiH_4 ）が原料ガスとして使用される。また、n型非晶質シリコン膜25の積層工程では、例えば、シラン（ SiH_4 ）、水素（ H_2 ）、及びホスフィン（ PH_3 ）が原料ガスとして使用される。このようにして、n型単結晶シリコン基板21の裏面に、i型非晶質シリコン膜24及びn型非晶質シリコン膜25が順に積層される。

[0042] i型非晶質シリコン膜22及びp型非晶質シリコン膜23についても、プラズマCVD法により、n型単結晶シリコン基板21の受光面に積層できる。p型非晶質シリコン膜23の積層工程では、例えば、 PH_3 の代わりに、ジボラン（ B_2H_6 ）が原料ガスとして使用される。受光面電極30のフィンガー電極部32及びバスバー電極部33は、例えば、導電性ペーストを透明導電

膜31上に所望のパターンでスクリーン印刷することにより形成できる。或いは、スクリーン印刷法の代わりに、各種スパッタ法、各種蒸着法、各種メッキ法等を用いてもよい。なお、透明導電膜31は、透明導電膜41と同じ方法で積層できる（後述）。

[0043] ここで、図5を参照し、裏面電極40の製造工程、特に透明導電膜41及び金属膜42の積層工程について詳説する。なお、図5では、n型単結晶シリコン基板21の受光面側の積層構造については省略する。また、マスク50に積層される膜には、符号に「M」を付してn型非晶質シリコン膜25の裏面上に積層される膜と区別する。

[0044] 図5(a)は、n型非晶質シリコン膜25の裏面にマスク50が設置された状態を示している。マスク50は、n型非晶質シリコン膜25の裏面の端縁領域A2を覆って設置される。そして、マスク50を設置したn型非晶質シリコン膜25の裏面に、例えば、スパッタ法によって透明導電膜41を積層する。マスク50としては、例えば、n型単結晶シリコン基板21を裏面側から支持する金属製の支持フレーム（支持枠）を用いることができる。

[0045] 図5(b)は、n型非晶質シリコン膜25の裏面の端縁領域A2を除く面領域の全体に透明導電膜41が積層された中間体11を示している。透明導電膜41の積層後には、マスク50にも透明導電膜41Mが付着している。具体的には、マスク50の表面51だけでなく、開口部側面52にも透明導電膜41Mが付着している。開口部側面52に付着する透明導電膜41Mは、例えば、数nm～数百nmの厚みとなり、透明導電膜41と連続して形成されている。そして、透明導電膜41が付着したマスク50を設置した状態で、透明導電膜41の裏面に、例えば、スパッタ法によって金属膜42を積層する。

[0046] 図5(c)は、透明導電膜41の裏面の端縁領域A3を除く面領域の全体に金属膜42積層された中間体12を示している。金属膜42の積層後には、表面51及び開口部側面52に付着した透明導電膜41M上にも金属膜42Mが積層されている。即ち、金属膜42の積層時には開口部側面52に透

明導電膜 4 1 M が付着しているので、金属膜 4 2 は、マスク 5 0 の開口部よりも当該透明導電膜 4 1 M の厚み分だけ小さな面領域に積層される。つまり、開口部側面 5 2 に付着した透明導電膜 4 1 M が端縁領域 A 3 を覆うマスクとして機能する。

[0047] 金属膜 4 2 の積層後、マスク 5 0 を取り外すと、図 3 に示す裏面電極 4 0 の透明導電膜 4 1 及び金属膜 4 2 が得られる。マスク 5 0 に付着した透明導電膜 4 1 M 及び金属膜 4 2 M は、マスク 5 0 と共に除去される。開口部側面 5 2 に付着した透明導電膜 4 1 M の一部は、図 4 に示すように、突起部として残してもよい。

[0048] 突起電極 4 3 は、バスバー電極部 3 3 と同様の方法（例えば、スクリーン印刷法、スパッタ法、蒸着法、メッキ法等）によって、金属膜 4 2 の裏面に形成することができる。或いは、突起電極 4 3 は、金属や合金からなる複数の膜を積層して形成されてもよい。

[0049] ここで、図 6 を参照して、光電変換装置 1 0 の製造工程の他の例を説明する。

[0050] 図 6 に示す例では、透明導電膜 4 1 の積層工程（a, b）は図 5 に示す例と同じであるが、金属膜 4 2 の積層工程（c, d）が図 5 に示す例と異なっている。即ち、透明導電膜 4 1 の積層工程では、図 6（a, b）に示すように、マスク 5 0 を用いて端縁領域 A 2 を除く面領域の全体に透明導電膜 4 1 を積層する。一方、金属膜 4 2 の積層工程では、図 6（c）に示すように、マスク 5 0 に代えて、透明導電膜 4 1 の裏面の端縁領域 A 3 を覆う第 2 マスク 5 3 を用いる。

[0051] 図 6（d）に示すように、第 2 マスク 5 3 を設置した透明導電膜 4 1 の裏面に金属膜 4 2 を積層する。このようにして、透明導電膜 4 1 の端縁領域 A 3 を除く面領域の全体に金属膜 4 2 を積層することができる。図 6 に例示する方法によれば、第 2 マスク 5 3 の開口部の大きさを変更することで端縁領域 A 3 の幅を任意に調整することができる。

[0052] 本実施形態は、本発明の目的を損なわない範囲で設計変更することができ

る。例えば、本実施形態では、n型単結晶シリコン基板21の両面に非晶質シリコン薄膜が積層された構造の光電変換部20を例示したが、光電変換部の構造はこれに限定されない。光電変換部は、例えば、i型非晶質シリコン膜24やn型非晶質シリコン膜25を有さない構造、シリコン以外の半導体（例えば、ガリウムヒ素）を用いた構造とすることもできる。また、本実施形態では、p型非晶質シリコン膜23側を受光面側として説明したが、n型非晶質シリコン膜25上に受光面電極30を設けて、n型非晶質シリコン膜25側を受光面側としてもよい。また、本実施形態では、受光面電極30がバスバー電極部33を含み、裏面電極40が突起電極43を含むものとして説明したが、受光面電極30又は裏面電極40は、バスバー電極部33又は突起電極43を有さない所謂バスバーレス電極であってもよい。

[0053] 本実施形態では、直線状に形成された突起電極43を例示したが、図7に示すように、複数の突起電極43が間隔をあけて列状に配置されてもよい。図7に示す例では、各突起電極43は、その列に対して交差する方向に延びた矩形形状を有するが、各電極の形状はこれに限定されない。各突起電極43は、例えば、ドット形状やひだ状の凹凸を有する形状でもよい。また、図8に示すように、突起電極43はジグザグ状に形成されてもよい。ここでは、突起電極43について種々の形状を例示したが、バスバー電極部33も突起電極43と同様に種々の形状をとり得る。

符号の説明

[0054] 10 光電変換装置、11, 12 中間体、20 光電変換部、21 n型単結晶シリコン基板、22, 24 i型非晶質シリコン膜、23 p型非晶質シリコン膜、25 n型非晶質シリコン膜、30 受光面電極、31, 41 透明導電膜、32 フィンガー電極部、33 バスバー電極部、40 裏面電極、42 金属膜、43 突起電極、50 マスク、51 表面、52 開口部側面、53 第2マスク。

請求の範囲

- [請求項1] 光電変換部と、
前記光電変換部の受光面に設けられた受光面電極と、
前記光電変換部の裏面に設けられた裏面電極と、
を備え、
前記裏面電極は、
前記光電変換部の裏面に積層された透明導電膜と、
前記透明導電膜上の端縁領域を除いた略全面に積層された金属膜と
、
を含む光電変換装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の光電変換装置であって、
前記金属膜は、前記透明導電膜上の前記端縁領域を除いた全面に積層された光電変換装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の光電変換装置であって、
前記透明導電膜上の前記端縁領域の全周に亘って前記金属膜が形成されていない光電変換装置。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1に記載の光電変換装置であって、
前記金属膜の反射率は、少なくとも赤外領域の光について、前記透明導電膜の反射率よりも高い光電変換装置。
- [請求項5] 請求項1～3のいずれか1に記載の光電変換装置であって、
前記金属膜は、少なくともAgを含む膜である光電変換装置。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1に記載の光電変換装置であって、
前記光電変換部は、
結晶系半導体基板と、
前記結晶系半導体基板の裏面に積層された非晶質半導体膜と、
を含み、
前記透明導電膜は、前記非晶質半導体膜の裏面に積層されている光電変換装置。

[請求項7]

光電変換部を用意し、

前記光電変換部上の端縁領域の少なくとも一部を覆うマスクを配置して、前記マスクによって覆われた端縁領域を除く前記光電変換部上の領域に透明導電膜を積層し、

前記透明導電膜が付着した前記マスクを配置した状態で、前記透明導電膜上の領域に金属膜を積層する光電変換装置の製造方法。

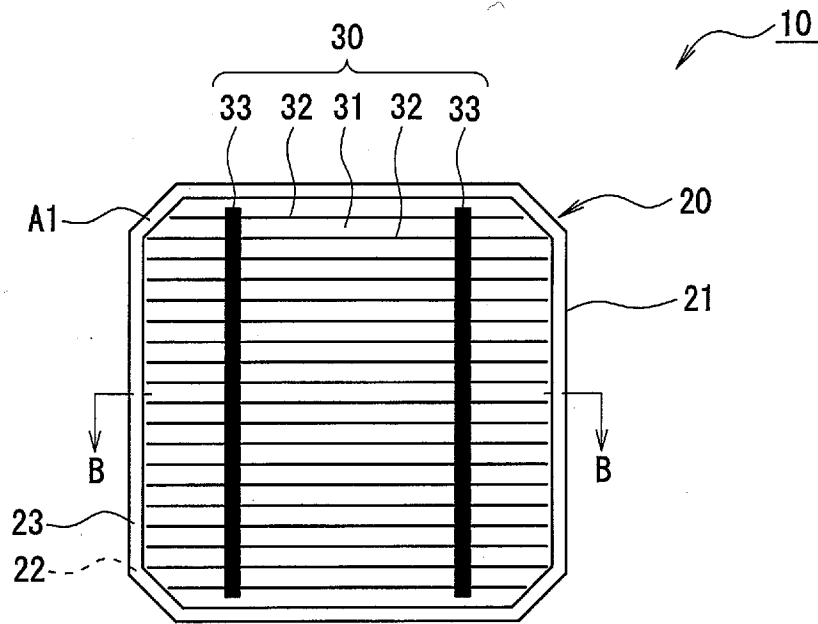
[請求項8]

光電変換部を用意し、

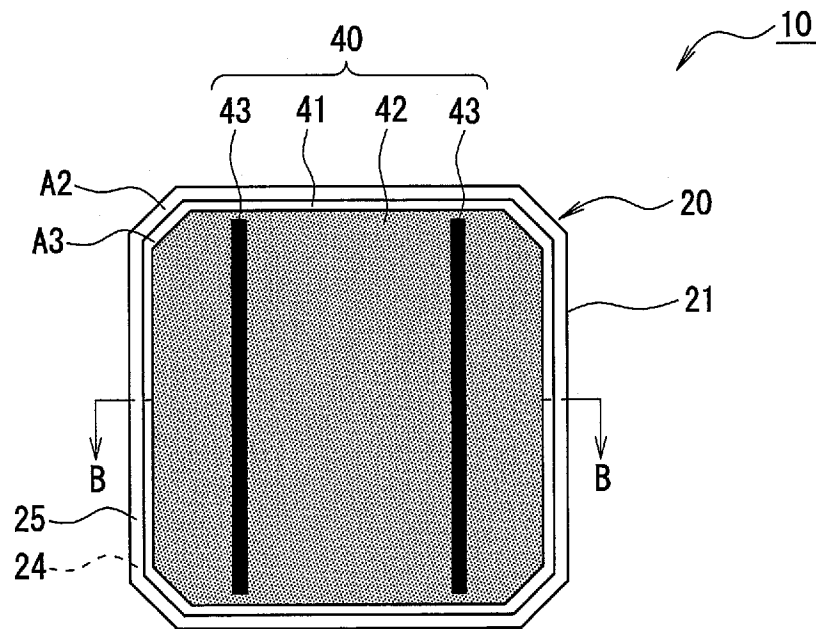
前記光電変換部上の端縁領域の少なくとも一部を覆う第1のマスクを配置して、前記第1のマスクによって覆われた端縁領域を除く前記光電変換部上の領域に透明導電膜を積層し、

前記透明導電膜上の端縁領域の少なくとも一部を覆う第2のマスクを配置して、前記第2のマスクによって覆われた端縁領域を除く前記透明導電膜上の領域に金属膜を積層する光電変換装置の製造方法。

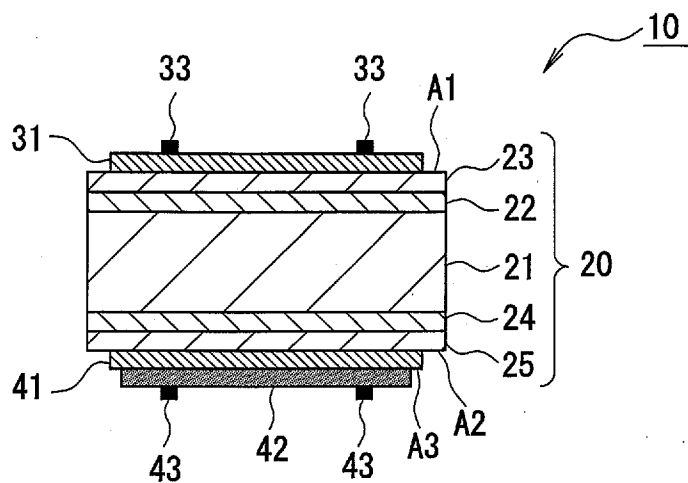
[図1]



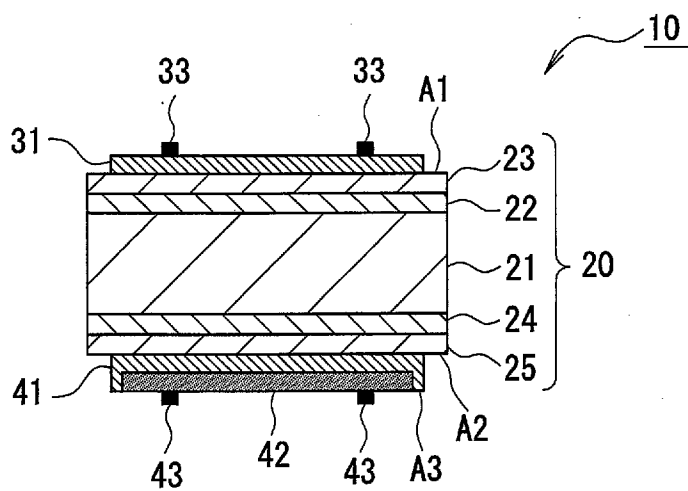
[図2]



[図3]

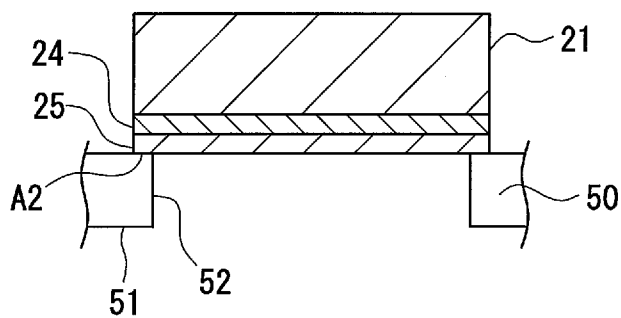


[図4]

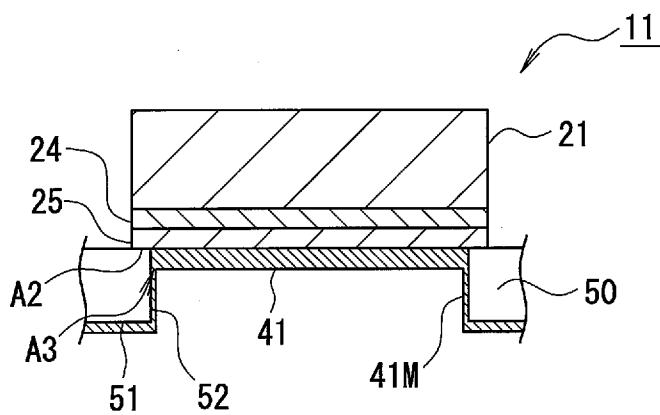


[図5]

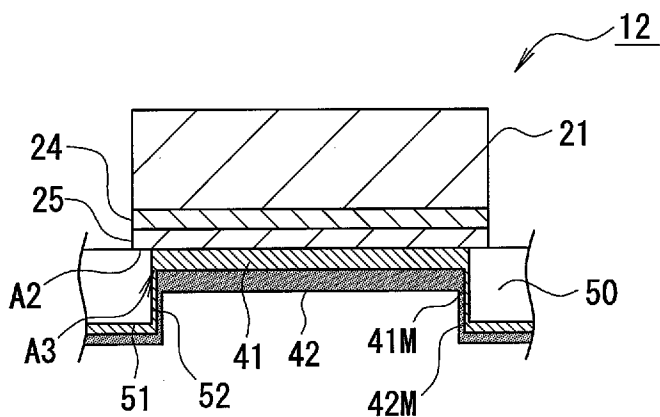
(a)



(b)

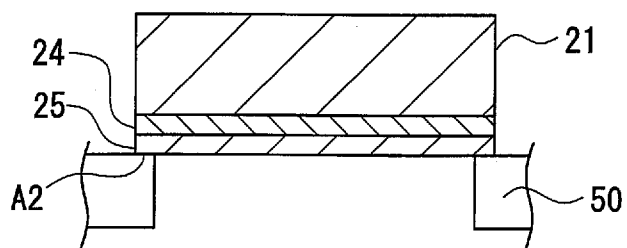


(c)

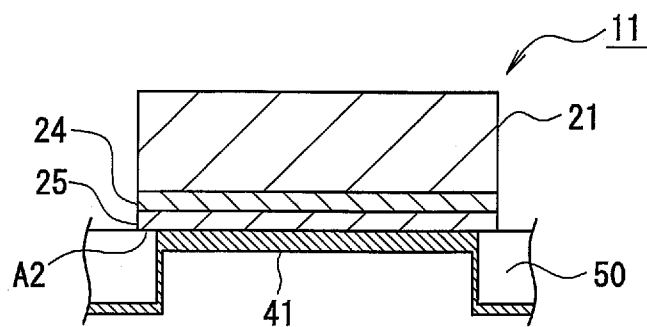


[図6]

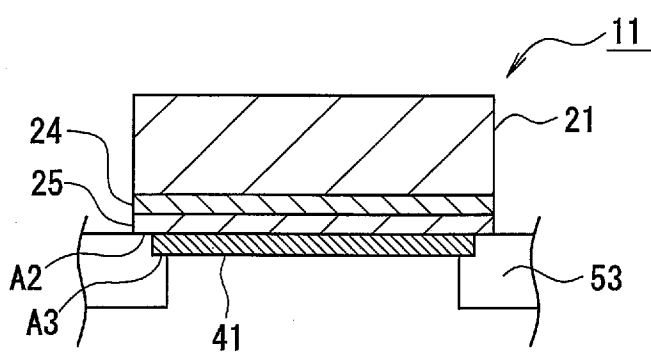
(a)



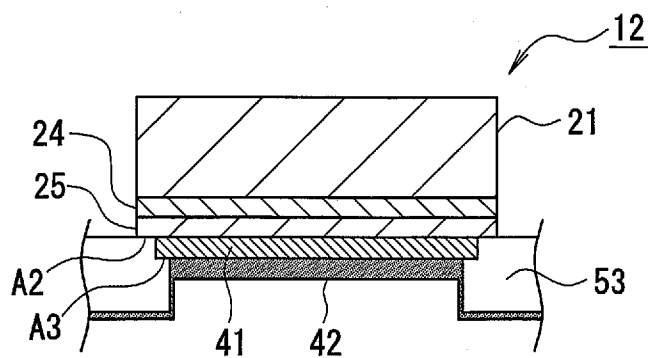
(b)



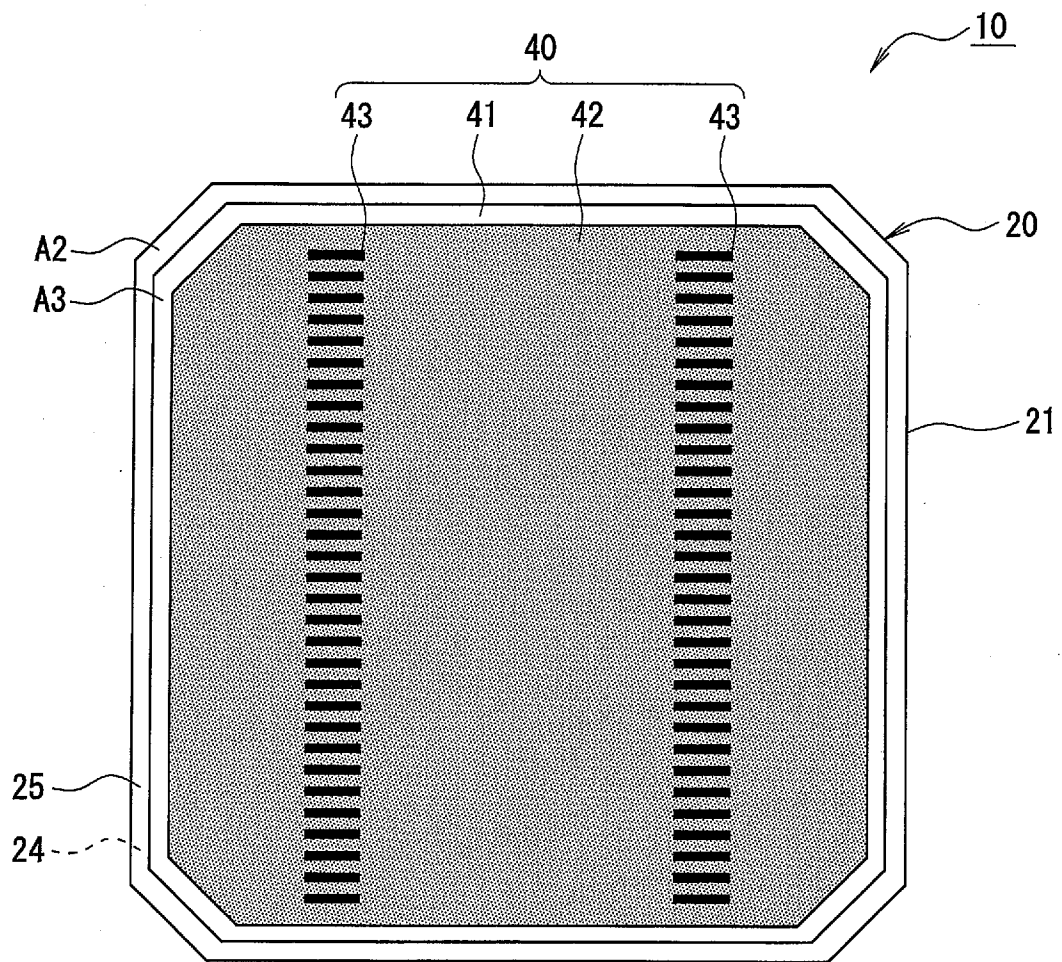
(c)



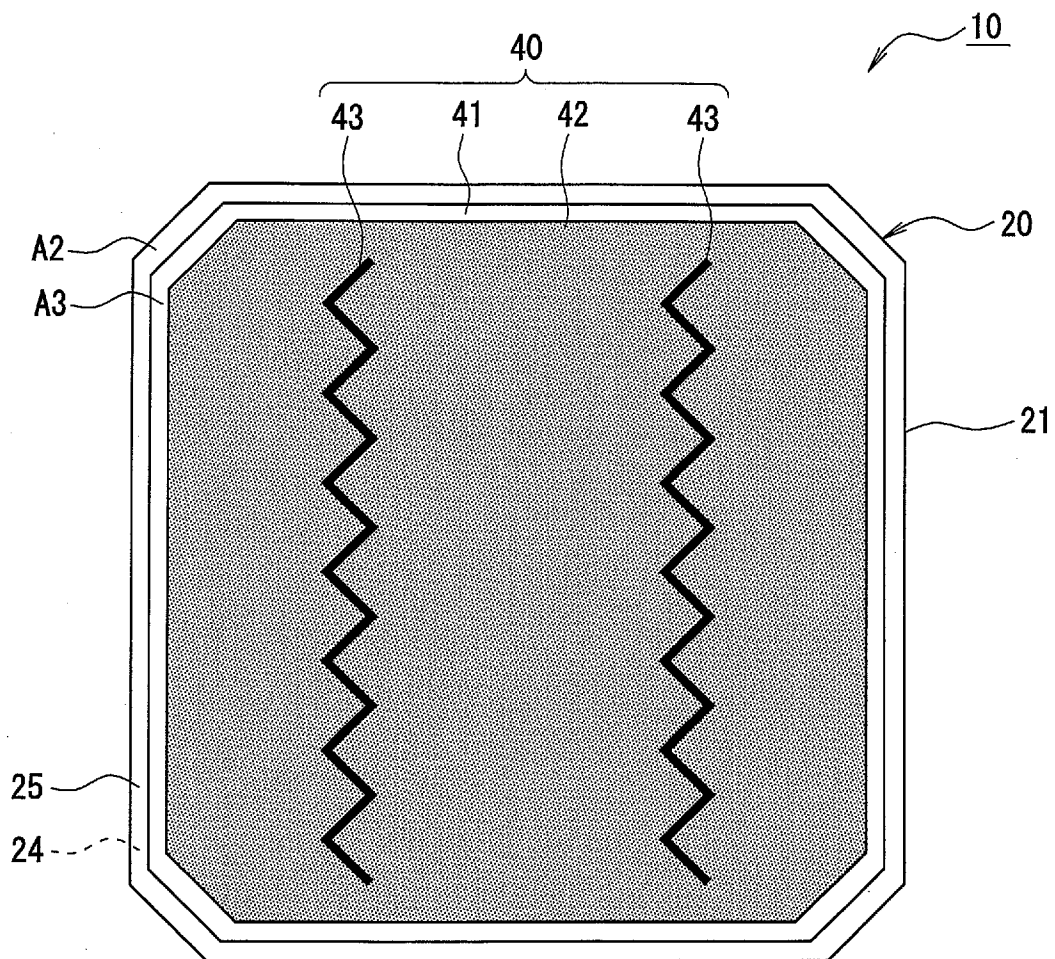
(d)



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/080521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/0224(2006.01) i, H01L31/0747(2012.01) i, H01L31/18(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)

H01L31/00-31/20

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 09-129904 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 16 May 1997 (16.05.1997), paragraphs [0006], [0066] to [0069]; fig. 6 & US 5935344 A	1-6 7-8
Y	JP 07-142753 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 02 June 1995 (02.06.1995), fig. 1; paragraph [0018] (Family: none)	1-8
Y	JP 2005-229089 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 25 August 2005 (25.08.2005), paragraph [0003]; fig. 23 & US 2005/0150543 A1 & EP 1555695 A1 & CN 1641888 A	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
19 January, 2012 (19.01.12)Date of mailing of the international search report
31 January, 2012 (31.01.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/080521

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 55-108780 A (Sharp Corp.), 21 August 1980 (21.08.1980), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 2000-150934 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 May 2000 (30.05.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	WO 1998/043304 A1 (Sanyo Electric Co., Ltd.), 01 October 1998 (01.10.1998), fig. 7 to 8 & JP 3271990 B & US 6207890 B1 & US 2001/0029978 A1 & EP 1005095 A1 & CN 1251210 A	6
Y	JP 10-135497 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 22 May 1998 (22.05.1998), paragraph [0042] (Family: none)	7-8
Y	JP 2004-228281 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 August 2004 (12.08.2004), paragraphs [0006], [0008] (Family: none)	7-8
A	JP 2004-296550 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 21 October 2004 (21.10.2004), entire text; all drawings (Family: none)	7-8
A	JP 58-054678 A (Hitachi, Ltd.), 31 March 1983 (31.03.1983), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01L31/0224(2006.01)i, H01L31/0747(2012.01)i, H01L31/18(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. H01L31/00-31/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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 09-129904 A（三洋電機株式会社）1997.05.16, 段落【0006】、【0066】－【0069】、【図6】 & US 5935344 A	1-6 7-8
Y	JP 07-142753 A（三洋電機株式会社）1995.06.02, 【図1】、段落【0018】（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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 19.01.2012	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/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） 和田 将彦 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
Y	JP 2005-229089 A (三洋電機株式会社) 2005. 08. 25, 段落【0003】、【図23】 & US 2005/0150543 A1 & EP 1555695 A1 & CN 1641888 A	1-8
Y	JP 55-108780 A (シャープ株式会社) 1980. 08. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2000-150934 A (三洋電機株式会社) 2000. 05. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
Y	WO 1998/043304 A1 (三洋電機株式会社) 1998. 10. 01, 第7-8図 & JP 3271990 B & US 6207890 B1 & US 2001/0029978 A1 & EP 1005095 A1 & CN 1251210 A	6
Y	JP 10-135497 A (三洋電機株式会社) 1998. 05. 22, 段落【0042】 (ファミリーなし)	7-8
Y	JP 2004-228281 A (三洋電機株式会社) 2004. 08. 12, 段落【0006】、【0008】 (ファミリーなし)	7-8
A	JP 2004-296550 A (三洋電機株式会社) 2004. 10. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7-8
A	JP 58-054678 A (株式会社日立製作所) 1983. 03. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6