

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日

2013 年 7 月 4 日 (04.07.2013)

W O | P C T

(10) 国際公開番号

W O 2013/099731 A 1

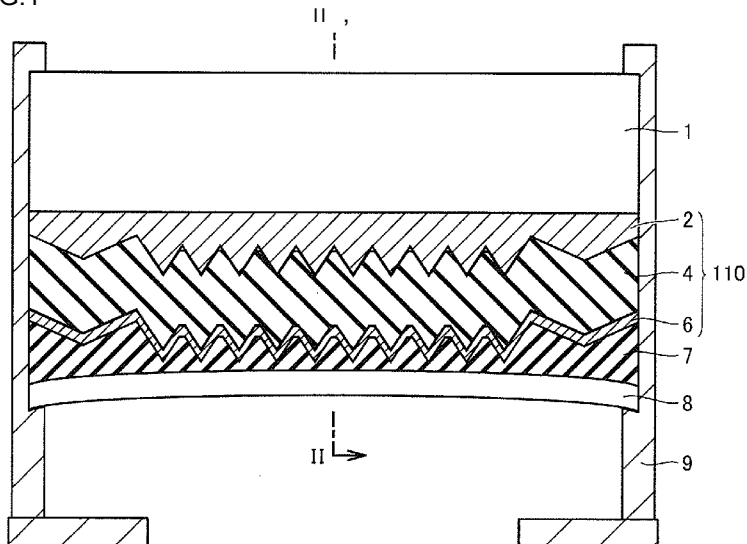
- (51) 国際特許分類 : H01L 31/04 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 12/082901
- (22) 国際出願日 : 2012 年 12 月 19 日 (19.12.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 2011-288950 2011 年 12 月 28 日 (28.12.2011) JP
特願 2011-288949 2011 年 12 月 28 日 (28.12.2011) JP
- (71) 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 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者 ; および
- (71) 出願人 (米国についてのみ) : 水上 大義 (MIZUKAMI, Hiroyoshi). 東川 誠 (HIGASHI-KAWA, Makoto).
- (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, BN, 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, PA, 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, 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).

[続葉有]

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

(54) 発明の名称 : 薄膜太陽電池モジュールおよび薄膜太陽電池モジュールの製造方法

FIG.1



(57) Abstract: Provided is a thin-film solar cell module in which there is fluctuation in the in-plane haze factor of a surface transparent electrode layer (2), and the thickness of a white sealing material (7) increases in regions of the white sealing material (7) corresponding to regions of the surface transparent electrode layer (2) in which the haze factor is low. Also provided is a method for manufacturing the thin-film solar cell module.

(57) 要約 : 表面透明電極層 (2) の面内のヘイズ率にばらつきがあり、表面透明電極層 (2) のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材 (7) の領域では白色封止材 (7) の厚さが厚くなる薄膜太陽電池モジュールとその製造方法である。



W 2013 099731 1



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 :

薄膜太陽電池モジュールおよび薄膜太陽電池モジュールの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、薄膜太陽電池モジュールおよび薄膜太陽電池モジュールの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、クリーンエネルギー源として太陽電池モジュールが急速に普及しつつある。一般に、最も普及している太陽電池モジュールは、結晶シリコン太陽電池セルなどの結晶系の太陽電池セルを用いたものであるが、資源面での制約がより少なく、かつ発電コストの削減を見込めることから、近年、薄膜半導体を用いた薄膜系の薄膜太陽電池セルを用いた薄膜太陽電池モジュールの開発が盛んに行なわれている。

[0003] 従来の薄膜太陽電池セルは、一般に、ガラスなどの透光性絶縁基板上に、順に積層された、表面透明電極層と、P型薄膜半導体層、i型薄膜半導体層および η 型薄膜半導体層で構成される1つ以上の薄膜半導体光電変換ユニットと、裏面電極層とを含んでいる。近年最も開発が行なわれている薄膜太陽電池セルは、シリコンを主成分とするものであり、非晶質シリコン系、結晶質シリコン系、および両者を積層して直列に重ねたタンデム系などが実用化されている。

[0004] 上記の薄膜半導体光電変換ユニットの厚さの大部分は、実質的に真性の半導体層であるi型薄膜半導体層によって占められ、光電変換作用は主としてこのi型薄膜半導体層内で生じる。したがって、光電変換層であるi型薄膜半導体層の膜厚は、光吸収のためには厚い方が好ましいが、必要以上に厚くした場合には、その堆積のためのコストと時間とが増大することになる。

[0005] この問題を解決する方法として、たとえば特許文献1（特開2001—7361号公報）には、裏面電極層を酸化亜鉛（ZnO）などの裏面透明導電

層と銀（A g）などの高反射金属層との2層を用いて、薄膜半導体光電変換ユニットを透過した光を薄膜半導体光電変換ユニットに再入射させる方法、および入射光側の表面透明電極層や裏面電極層に凹凸を設けて光を拡散させ、光路長を長くすることによって吸収量を増加させる方法などが記載されている。

[0006] また、特許文献2（米国特許出願公開第2005/0172997号明細書）には、裏面電極層として、透明酸化物導電層と白色封止材からなる裏面反射層とを用いて発電効率の高い薄膜太陽電池モジュールが得られることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2001_7361号公報

特許文献2：米国特許出願公開第2005/0172997号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、従来の薄膜太陽電池セルを用いた薄膜太陽電池モジュールにおいては、薄膜太陽電池セルの複数が直列に接続された集積セルストリング内の薄膜太陽電池セルの電流密度にばらつきが生じることがあった。

[0009] 集積セルストリング内の薄膜太陽電池セルの電流密度にばらつきが生じた場合には、集積セルストリングの電流密度が薄膜太陽電池セルの最小の電流密度に律速されて、薄膜太陽電池モジュールの全体の電流密度が低下してしまうという問題があった。

[0010] 上記の事情に鑑みて、本発明の目的は、薄膜太陽電池モジュール全体の電流密度の低下を抑制することが可能な薄膜太陽電池モジュールおよび薄膜太陽電池モジュールの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、透光性絶縁基板と、透光性絶縁基板上に設けられた集積セルス

トリングと、集積セルストリング上に設けられた白色封止材と、を備え、集積セルストリングは、透光性絶縁基板に接する表面透明電極層を有する薄膜太陽電池セルの複数が直列接続されてなり、表面透明電極層は、表面透明電極層の面内において、ヘイズ率にばらつきを有しており、表面透明電極層のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材の領域では、白色封止材の厚さが厚くなる薄膜太陽電池モジュールである。

[001 2] ここで、本発明の薄膜太陽電池モジュールにおいて、表面透明電極層のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材の領域は集積セルストリングの周縁領域に配置された白色封止材の領域であって、集積セルストリングの周縁領域に配置された白色封止材の領域では、集積セルストリングの中心領域に対応する白色封止材の領域よりも白色封止材の厚さが厚くなることが好ましい。

[001 3] ここで、本発明の薄膜太陽電池モジュールにおいて、表面透明電極層の有効セルエリアにおける波長 550 nm の光に対するヘイズ率の最小値が 6 % 以上であることが好ましい。

[0014] また、本発明の薄膜太陽電池モジュールにおいて、集積セルストリングの中心領域における表面透明電極層のヘイズ率が、集積セルストリングの周縁領域における表面透明電極層のヘイズ率よりも低く、集積セルストリングの中心領域における白色封止材の厚さが、集積セルストリングの周縁領域における白色封止材の厚さよりも厚いことが好ましい。

[001 5] ここで、本発明の薄膜太陽電池モジュールにおいては、集積セルストリングの中心領域に対応する表面透明電極層の波長 550 nm の光に対するヘイズ率の最小値が 6 % 以上であることが好ましい。

[001 6] また、本発明の薄膜太陽電池モジュールにおいては、透光性絶縁基板の表面の面積は 1 m²以上であることが好ましい。

[001 7] また、本発明は、透光性絶縁基板上に集積セルストリングを形成する工程と、透光性絶縁基板と白色封止材との間に集積セルストリングを封止する工程と、を含み、集積セルストリングは、透光性絶縁基板に接する表面透明電

極層を有する薄膜太陽電池セルの複数が直列接続されてなり、表面透明電極層は、表面透明電極層の面内において、ヘイズ率にばらつきを有しており、集積セルストリングを封止する工程において、集積セルストリングは、白色封止材の厚さが、表面透明電極層のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材の領域で厚くなるように封止される、薄膜太陽電池モジュールの製造方法である。

[00 18] ここで、本発明の薄膜太陽電池モジュールの製造方法においては、表面透明電極層のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材の領域は、集積セルストリングの周縁領域に配置された白色封止材の領域であって、集積セルストリングは、集積セルストリングの周縁領域に配置された白色封止材の領域では、集積セルストリングの中心領域に対応する白色封止材の領域よりも白色封止材の厚さが厚くなるように封止されることが好ましい。

[00 19] また、本発明の薄膜太陽電池モジュールの製造方法においては、集積セルストリングの中心領域における表面透明電極層のヘイズ率が、集積セルストリングの周縁領域における表面透明電極層のヘイズ率よりも低く、集積セルストリングを封止する工程において、集積セルストリングは、集積セルストリングの中心領域における白色封止材の厚さが、集積セルストリングの周縁領域における白色封止材の厚さよりも厚くなるように封止される薄膜太陽電池モジュールの製造方法である。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、薄膜太陽電池モジュール全体の電流密度の低下を抑制することが可能な薄膜太陽電池モジュールおよび薄膜太陽電池モジュールの製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[002 1] [図1] 実施の形態1の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図である。

[図2] 図1のI-I'に沿った模式的な断面図である。

[図3] 実施の形態の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例の製造工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図4] 実施の形態の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例の製造工程の他の一部について図解する模式的な断面図である。

[図5] 実施の形態の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例の製造工程の他の一部について図解する模式的な断面図である。

[図6] 実施の形態の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例の製造工程の他の一部について図解する模式的な断面図である。

[図7] 実施の形態の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例の製造工程の他の一部について図解する模式的な断面図である。

[図8] 実施の形態の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例の製造工程の他の一部について図解する模式的な断面図である。

[図9] 実施の形態の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例の製造工程の他の一部について図解する模式的な平面図である。

[図10] 実施の形態2の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図である。

[図11] 実施例1において形成した酸化亜鉛膜からなる表面透明電極層の波長550nmの光に対するヘイズ率を示す図である。

[図12] 実施例1の薄膜太陽電池モジュールの中心領域と周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルを図解するための模式的な平面図である。

[図13] 実施例1で用いられた白色封止材をガラス基板上にラミネートして硬化させたサンプルの白色封止材の厚さとガラス基板側から測定した反射率との関係を示す図である。

[図14] 実施例1で用いられた白色封止材の厚さを様々に変更してガラス基板上にラミネートして硬化させたサンプルに対して、様々な波長の光を照射したときの反射率を示す図である。

[図15] 比較例1の薄膜太陽電池モジュールの表面透明電極層の面内のヘイズ率と薄膜太陽電池セルのボトムセルの短絡電流密度との関係を示す図である。

[図16] 比較例1の薄膜太陽電池モジュールの白色封止材の厚さと、特定の薄膜太陽電池セルのトップセルの短絡電流密度およびボトムセルの短絡電流密

度との関係を示す図である。

[図17] 実施例 1 および比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールの薄膜太陽電池セルの段数と短絡電流密度との関係を示す図である。

[図18] ヘイズ率を説明するための模式図である。

[図19] 実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図である。

[図20] 図 19 の X X — X X に沿った模式的な断面図である。

[図21] 実施の形態 4 の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図である。

[図22] 実施例 2 _ 1 において形成した酸化亜鉛膜からなる表面透明電極層の波長 550 nm の光に対するヘイズ率を示す図である。

[図23] 実施例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールの中心領域と周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルを図解するための模式的な平面図である。

[図24] 実施例 2 _ 1 で用いられた白色封止材をガラス基板上にラミネートして硬化させたサンプルの白色封止材の厚さとガラス基板側から測定した反射率との関係を示す図である。

[図25] 実施例 2 _ 1 で用いられた白色封止材の厚さを様々に変更してガラス基板上にラミネートして硬化させたサンプルに対して、様々な波長の光を照射したときの反射率を示す図である。

[図26] 比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールの表面透明電極層の面内のヘイズ率と薄膜太陽電池セルのボトムセルの短絡電流密度との関係を示す図である。

[図27] 比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールの白色封止材の厚さと、特定の薄膜太陽電池セルのトップセルの短絡電流密度およびボトムセルの短絡電流密度との関係を示す図である。

[図28] 実施例 2 _ 1 および比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールの薄膜太陽電池セルの段数と短絡電流密度との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、本発明の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

[0023] < 実施の形態 1 >

図 1 に、実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図を示す。図 1 に示すように、実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールは、透光性絶縁基板 1 と、透光性絶縁基板 1 上に設けられた集積セルストリング 110 と、集積セルストリング 110 上に設けられた白色封止材 7 と、白色封止材 7 上に設けられた裏面保護材 8 と、透光性絶縁基板 1 の周縁に取り付けられたフレーム 9 と、を備えている。

[0024] 図 2 に、図 1 の I—I に沿った模式的な断面図を示す。図 2 に示すように、集積セルストリング 110 は、透光性絶縁基板 1 に接する表面透明電極層 2 を有する薄膜太陽電池セル 107 の複数が直列接続されることによって構成されている。個々の薄膜太陽電池セル 107 は、第 1 分離溝 102 によって分離された表面透明電極層 2 と、第 1 分離溝 102 によって分離された個々の表面透明電極層 2 上に、薄膜半導体光電変換ユニット 4 と、裏面透明電極層 6 と、がこの順に積層された構造を有している。なお、図 2 においては、説明の便宜のため、裏面保護材 8 については図示していない。

[0025] 薄膜半導体光電変換ユニット 4 は、第 2 分離溝 104 によって分離されており、第 2 分離溝 104 を埋め込んだ裏面透明電極層 6 が、隣り合う他の薄膜太陽電池セル 107 の表面透明電極層 2 と電氣的に接続することによって、隣り合う薄膜太陽電池セル 107 同士が順次直列接続されている。

[0026] 個々の薄膜太陽電池セル 107 は、第 3 分離溝 106 によって分離されており、第 3 分離溝 106 には、絶縁性の白色封止材 7 が埋め込まれている。

[0027] 上記の構造を有する実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、透光性絶縁基板 1 側から太陽光などの光が入射光として入射し、薄膜半導体光電変換ユニット 4 で吸収されてキャリアが発生する。そして、薄膜半導体光電変換ユニット 4 で発生したキャリアは、表面側の表面透明電極層 2 と、裏面側の裏面透明電極層 6 とから、電流として取り出される。なお、裏面透明電極層 6 には、バスバー（図示せず）が形成されており、バスバーには出力取り出し用のリード線（図示せず）が接続されている。さらに、リード線

は、端子ボックスを介して外部に取り出されている。

[0028] 実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、表面透明電極層 2 のヘイズ率が、表面透明電極層 2 の面内において、ばらつきを有している。そして、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材 7 の領域では白色封止材 7 の厚さを厚くしている。

[0029] なお、本明細書において、「ヘイズ率」とは、たとえば図 18 の模式図に示すように、透光性絶縁基板 1 および表面透明電極層 2 を透過してきた入射光 21 の全光線透過光 (T_t) 22 中の拡散透過光 (T_d) 23 の割合で、ヘイズ率 (%) = 100 × T_d / T_t の式で表わされ、ヘイズ率が高いほど光の拡散する割合が高いことを意味する。

[0030] 本発明者が鋭意検討した結果、薄膜太陽電池モジュールの表面透明電極層の面内においてヘイズ率がばらついており、ヘイズ率の高低によって、集積セルストリング内の薄膜太陽電池セル間の電流密度にばらつきが生じることが判明した。集積セルストリングの電流密度は、集積セルストリング内の薄膜太陽電池セルの最も小さい電流密度に律速されるため、集積セルストリング内の薄膜太陽電池セルの電流密度はなるべく同一であることが好ましい。

[0031] そして、実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールのように、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材 7 の領域では、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い領域に対応する白色封止材 7 と比べて、白色封止材 7 の厚さを厚くすることによって、集積セルストリング 110 内の薄膜太陽電池セル 107 の電流密度のばらつきを低減できることを見出し、本発明を完成するに至った。その理由は以下のように考えられる。

[0032] すなわち、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い領域では、透光性絶縁基板 1 側から入射してきた光が表面透明電極層 2 で散乱および/または屈折される割合が小さいため、薄膜半導体光電変換ユニット 4 を通過する距離 (光路長) を十分に伸ばすことができないことから、薄膜半導体光電変換ユニット 4 で吸収されることなく、透過してしまう割合が大きい。そのため、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材 7 の領域では、表面

透明電極層 2 のヘイズ率が高い領域に対応する白色封止材 7 の領域と比べて、白色封止材 7 の厚さを厚くすることによって、白色封止材 7 側に透過してきた光の薄膜半導体光電変換ユニット 4 側への反射率が上がる。これにより、薄膜半導体光電変換ユニット 4 に入射する光量が増大して、当該領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 の電流密度が増大する。

[0033] これにより、実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、集積セルストリング 110 内の薄膜太陽電池セル 107 間の電流密度のばらつきを低減することができるために、薄膜太陽電池モジュール全体の電流密度の低下を抑制することができる。

[0034] 一般的には、集積セルストリング 110 の中心領域は、集積セルストリング 110 の周縁領域と比べて、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高くなることが多い。そのため、集積セルストリング 110 の中心領域に配置された白色封止材 7 の厚さは、集積セルストリング 110 の周縁領域に配置された白色封止材 7 の厚さよりも薄くなることが好ましい。すなわち、集積セルストリング 110 の周縁領域は、集積セルストリング 110 の中心領域と比べて、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低くなることが多いため、集積セルストリング 110 の周縁領域に配置された白色封止材 7 の厚さは、集積セルストリング 110 の中心領域に配置された白色封止材 7 の厚さよりも厚くなることが好ましい。

[0035] なお、本明細書において、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い領域に対応する白色封止材 7 の領域とは、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が高い領域から、表面透明電極層 2 の表面に対して、垂直方向に位置する白色封止材 7 の領域を意味する。また、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い領域に対応する白色封止材 7 の領域とは、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が低い領域から、表面透明電極層 2 の表面に対して、垂直方向に位置する白色封止材 7 の領域を意味する。

[0036] また、本明細書において、白色封止材 7 の厚さは、白色封止材 7 が設けられている面に対して垂直方向の厚さを意味する。

[0037] また、表面透明電極層 2 の有効セルエリア 111 における波長 550 nm の光に対するヘイズ率の最小値は 6 % 以上であることが好ましい。この場合には、表面透明電極層 2 の表面に凹凸を形成して太陽電池モジュールとしたときの表面透明電極層 2 の剥離が発生しにくくなり、表面透明電極層 2 の表面の凹凸で光を散乱させて、より多くの光を薄膜半導体光電変換ユニット 4 に到達させることができる。

[0038] また、図 2 に示すように、表面透明電極層 2 の有効セルエリア 111 は、薄膜太陽電池セル 107 の薄膜半導体光電変換ユニット 4 が発電可能な領域に対応する表面透明電極層 2 の領域を意味する。なお、本明細書において、薄膜半導体光電変換ユニット 4 が発電可能な領域に対応する表面透明電極層 2 の領域とは、薄膜半導体光電変換ユニット 4 の発電可能な領域から、薄膜半導体光電変換ユニット 4 の表面に対して、垂直方向に位置する表面透明電極層 2 の領域を意味する。

[0039] 以下、図 3 ～図 9 を参照して、実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例について説明する。まず、図 3 の模式的断面図に示すように、透光性絶縁基板 1 上に表面透明電極層 2 を形成する。

[0040] 透光性絶縁基板 1 としては、たとえば、透光性および絶縁性を有する板状のガラス基板、ポリイミド樹脂などの透明樹脂を含む樹脂基板、またはこれらの基板の複数を積層した基板などを用いることができる。また、表面透明電極層 2 としては、たとえば酸化錫膜、ITO (Indium Tin Oxide) 膜、酸化亜鉛膜、若しくはこれらの膜に微量の不純物を添加した膜の単層またはこれらを複数重ね合わせた複数層などを用いることができる。表面透明電極層 2 は、光を多く透過させることができるとともに良好な導電性を有することが望ましい。表面透明電極層 2 が複数層から構成される場合には、すべての層が同一の材料から形成されていてもよく、少なくとも 1 層が他と異なる材料から形成されていてもよい。

[0041] 透光性絶縁基板 1 上に表面透明電極層 2 を形成する方法は、特に限定されないが、たとえば CVD (Chemical Vapor Deposition) 法またはスパッタ

法などを用いることができる。

[0042] また、表面透明電極層 2 の表面にはたとえば図 1 に示すような凹凸が形成されていることが好ましい。表面透明電極層 2 の表面に凹凸が形成されていることによって、透光性絶縁基板 1 側から入射した入射光を散乱および/または屈折させて光路長を伸ばすことができ、薄膜半導体光電変換ユニット 4 における光閉じ込め効果を高めることができるため短絡電流密度を増大させることができる。表面透明電極層 2 の表面に凹凸を形成する方法としては、たとえば、希塩酸などを用いたウエットエッチング法、アルゴンガスや窒素ガスを用いた R I E (反応性イオンエッチング) に代表されるドライエッチング法、サンドブラストのような機械加工による方法、または表面透明電極層 2 の結晶成長を利用する方法などを用いることができる。

[0043] 表面透明電極層 2 の表面に凹凸が形成されている場合には、表面透明電極層 2 のヘイズ率は、表面透明電極層 2 の製造条件によって、面内にばらつきを有することがある。特に透光性絶縁基板 1 の表面の面積が 1 m^2 以上である場合には、表面透明電極層 2 のヘイズ率が、表面透明電極層 2 の面内にばらつきを有する傾向が大きいため、本発明に有効である。

[0044] 次に、図 4 の模式的断面図に示すように、透光性絶縁基板 1 上の表面透明電極層 2 を分離する第 1 分離溝 102 を形成する。

[0045] 第 1 分離溝 102 の形成方法は、特に限定されないが、たとえばレーザスクライプ法により表面透明電極層 2 の一部を除去する方法などを用いることができる。第 1 分離溝 102 の形成のためのレーザスクライプ法に用いられるレーザ光としては、たとえば Y A G (イットリウム・アルミニウム・ガーネット) レーザ光の基本波 (波長 1064 nm) などを好適に用いることができる。

[0046] 次に、図 5 の模式的断面図に示すように、表面透明電極層 2 上に薄膜半導体光電変換ユニット 4 を形成する。このとき、表面透明電極層 2 を分離する第 1 分離溝 102 が薄膜半導体光電変換ユニット 4 によって埋め込まれることになる。

- [0047] 薄膜半導体光電変換ユニット4としては、たとえば、透光性絶縁基板1側から、非晶質シリコン光電変換ユニットと、微結晶シリコン光電変換ユニットとをこの順に積層した積層体などを用いることができる。
- [0048] 非晶質シリコン光電変換ユニットは、たとえば、表面透明電極層2側から、第1のp型半導体層と、第1のi型半導体層と、第1の η 型半導体層とがこの順に積層された積層体から構成することができる。
- [0049] 第1のp型半導体層としては、たとえば、p型非晶質シリコン層、p型微結晶シリコン層、p型非晶質炭化シリコン層、またはp型非晶質窒化シリコン層などのp型層の単層またはこれらを複数重ね合わせた複数層を用いることができる。第1のp型半導体層が複数層から構成される場合には、すべての層が同一の半導体材料から形成されていてもよく、少なくとも1層が他と異なる半導体材料から形成されていてもよい。第1のp型半導体層にドーパされるp型不純物元素としては、たとえばボロンなどを用いることができる。
- [0050] 第1のi型半導体層としては、たとえば、非晶質シリコン層の単層または複数層などを用いることができる。第1のi型半導体層は、p型不純物元素および η 型不純物元素のいずれもドーパされない真性半導体であるが、第1のp型半導体層との界面近傍および第1の η 型半導体層との界面近傍ではそれぞれp型不純物元素および η 型不純物元素が第1のi型半導体層中に微量に含まれる場合がある。また、第1のi型半導体層のバンドギャップを制御するために、炭素、ゲルマニウム等の元素を積極的に添加した非晶質炭化シリコン、非晶質シリコンゲルマニウム等を用いることもできる。
- [0051] 第1の η 型半導体層としては、たとえば、 η 型非晶質シリコン層、または η 型微結晶シリコン層などの η 型層の単層またはこれらを複数重ね合わせた複数層などを用いることができる。第1の η 型半導体層が複数層から構成される場合には、すべての層が同一の半導体材料から形成されていてもよく、少なくとも1層が他と異なる半導体材料から形成されていてもよい。第1の η 型半導体層にドーパされる η 型不純物元素としては、たとえばリンなどを

用いることができる。

[0052] なお、第1の p 型半導体層および第1の n 型半導体層としては、第1の i 型半導体層と同一の半導体材料を用いてもよく、異なる半導体材料を用いてもよい。たとえば、第1の p 型半導体層および第1の i 型半導体層にそれぞれ p 型非晶質シリコン層および i 型非晶質シリコン層を用いるとともに、第1の n 型半導体層に n 型微結晶シリコン層を用いてもよい。また、たとえば、第1の p 型半導体層に p 型非晶質炭化シリコン層を用い、第1の i 型半導体層に非晶質シリコン層を用い、第1の n 型半導体層に n 型微結晶シリコン層を用いてもよい。

[0053] また、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。

[0054] 微結晶シリコン光電変換ユニットは、非晶質シリコン光電変換ユニット側から、第2の p 型半導体層と、第2の i 型半導体層と、第2の n 型半導体層とがこの順に積層された積層体から構成することができる。

[0055] 第2の p 型半導体層としては、たとえば、 p 型微結晶シリコン層、 p 型微結晶炭化シリコン層、または p 型微結晶窒化シリコン層などの p 型層の単層またはこれらを複数重ね合わせた複数層を用いることができる。第2の p 型半導体層が複数層から構成される場合には、すべての層が同一の半導体材料から形成されていてもよく、少なくとも1層が他と異なる半導体材料から形成されていてもよい。第2の p 型半導体層にドーパされる p 型不純物元素としては、たとえばボロンなどを用いることができる。

[0056] 第2の i 型半導体層としては、たとえば、微結晶シリコン層の単層または複数層などを用いることができる。第2の i 型半導体層は、 p 型不純物元素および n 型不純物元素のいずれもドーパされない真性半導体層であるが、第2の p 型半導体層との界面近傍および第2の n 型半導体層との界面近傍では、それぞれ p 型不純物元素および n 型不純物元素が第2の i 型半導体層中に微量に含まれる場合がある。

[0057] 第2のn型半導体層としては、たとえば、n型非晶質シリコン層、またはn型微結晶シリコン層などのn型層の単層またはこれらを複数重ね合わせた複数層などを用いることができる。第2のn型半導体層が複数層から構成される場合には、すべての層が同一の半導体材料から形成されていてもよく、少なくとも1層が他と異なる半導体材料から形成されていてもよい。第2のn型半導体層にドーパされるn型不純物元素としては、たとえばリンなどを用いることができる。

[0058] なお、第2のp型半導体層および第2のn型半導体層としては、第2のi型半導体層と同一の半導体材料を用いてもよく、異なる半導体材料を用いてもよい。また、第2のp型半導体層および第2のη型半導体層についてもそれぞれ、互いに同一の半導体材料を用いてもよく、異なる半導体材料を用いてもよい。

[0059] 薄膜半導体光電変換ユニット4の形成方法は、特に限定されないが、たとえばプラズマCVD法などを用いることができる。

[0060] 次に、図6の模式的断面図に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット4を分離する第2分離溝104を形成する。

[0061] 第2分離溝104の形成方法は、特に限定されないが、たとえばレーザスクライプ法により薄膜半導体光電変換ユニット4の一部を除去する方法などを用いることができる。第2分離溝104の形成のためのレーザスクライプ法に用いられるレーザ光としては、たとえばYAGレーザ光の第2高調波（波長532nm）などを好適に用いることができる。

[0062] 次に、図7の模式的断面図に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット4上に裏面透明電極層6を形成する。このとき、薄膜半導体光電変換ユニット4を分離する第2分離溝104が裏面透明電極層6によって埋め込まれることになる。

[0063] 裏面透明電極層6としては、たとえば酸化錫膜、ITO膜、酸化亜鉛膜、若しくはこれらの膜に微量の不純物を添加した膜の単層またはこれらを複数重ね合わせた複数層などの光を透過させることができるとともに導電性であ

る膜を用いることができる。裏面透明電極層 6 が複数層から構成される場合には、すべての層が同一の材料から形成されていてもよく、少なくとも 1 層が他と異なる材料から形成されていてもよい。

[0064] 次に、図 8 の模式的断面図に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット 4 および裏面透明電極層 6 を分離する第 3 分離溝 106 を形成する。これにより、個々の薄膜太陽電池セル 107 に分離されるとともに、透光性絶縁基板 1 上において隣り合う薄膜太陽電池セル 107 同士が直列接続された集積セルストリング 110 が形成される。

[0065] 第 3 分離溝 106 の形成方法は、特に限定されないが、たとえばレーザスクライプ法により薄膜半導体光電変換ユニット 4 および裏面透明電極層 6 のそれぞれの一部を除去する方法などを用いることができる。第 3 分離溝 106 の形成のためのレーザスクライプ法に用いられるレーザ光としては、たとえば YAG レーザ光の第 2 高調波（波長 532 nm）などを好適に用いることができる。

[0066] 次に、図 9 の模式的平面図に示すように、集積セルストリング 110 の周縁を取り囲む周縁分離溝 108 を形成するとともに、直列接続された薄膜太陽電池セル 107 同士をさらに分離する第 4 分離溝 109 を形成する。

[0067] 周縁分離溝 108 および第 4 分離溝 109 の形成方法は、特に限定されないが、たとえば、レーザスクライプ法またはプラスト加工法などによって、表面透明電極層 2、薄膜半導体光電変換ユニット 4 および裏面透明電極層 6 の一部をそれぞれ除去する方法などを用いることができる。なお、レーザスクライプ法を用いて周縁分離溝 108 および第 4 分離溝 109 を形成する場合のレーザ光としては、たとえば YAG レーザ光の基本波（波長 1064 nm）などを好適に用いることができる。

[0068] 次に、図 9 に示すように、第 4 分離溝 109 で分離された集積セルストリング 110 の両端の薄膜太陽電池セル 107 の裏面透明電極層 6 にそれぞれバスバー電極 14 を取り付けした後、バスバー電極 14 に出力取り出し用のリット線（図示せず）を取り付ける。

[0069] その後、透光性絶縁基板 1 と白色封止材 7 との間に集積セルストリング 110 を封止する。集積セルストリング 110 の封止は、たとえば以下のようにして行なうことができる。まず、図 2 に示すように裏面透明電極層 6 上に白色封止材 7 を設置し、その後、白色封止材 7 上に裏面保護材 8 を設置する。次に、裏面保護材 8 の設置後の透光性絶縁基板 1 を真空ラミネート装置内に設置し、裏面保護材 8 と透光性絶縁基板 1 との間を脱気しながら加圧および加熱する。その後、白色封止材 7 を冷却することにより、透光性絶縁基板 1 と白色封止材 7 との間に集積セルストリング 110 を封止することができる。なお、裏面保護材 8 としては、たとえばガラス基板、PET 樹脂フィルムまたはフッ素樹脂フィルムなどを用いることができる。

[0070] ここで、集積セルストリング 110 の封止は、封止後の白色封止材 7 の厚さが、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い領域に対応する領域で薄くなり、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い領域で厚くなるようにして行なわれる。

[0071] たとえば、集積セルストリング 110 の周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 の表面透明電極層 2 のヘイズ率と比較して、集積セルストリング 110 の中心領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 の表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い場合（すなわち、集積セルストリング 110 の中心領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 の表面透明電極層 2 のヘイズ率と比較して、集積セルストリング 110 の周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 の表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い場合）には、たとえば以下の (i) または (ii) のいずれかの方法、あるいは (i) および (ii) を組み合わせた方法により、集積セルストリング 110 を封止することができる。

[0072] (i) 集積セルストリング 110 の中心領域の薄膜太陽電池セル 107 に設置された白色封止材 7 よりも厚くなるように、集積セルストリング 110 の周縁領域の薄膜太陽電池セル 107 に白色封止材 7 を設置して、集積セルストリング 110 の封止を行なう。

[0073] (ii) 集積セルストリング 110 の中心領域の薄膜太陽電池セル 107 に設置された白色封止材 7 よりも、集積セルストリング 110 の周縁領域の薄

膜太陽電池セル 107 に設置された白色封止材 7 の方がラミネート時の加熱温度が低くなるように加熱して、集積セルストリング 110 の封止を行なう。

[0074] 白色封止材 7 としては、目視にて白色または略白色である絶縁材料を用いることができ、たとえば、酸化チタンおよび/若しくは酸化亜鉛などの誘電体微粒子を添加した、EVA（エチレンビニルアセテート）、PVB（ポリビニルブチラル）、アイオノマー樹脂、またはこれらの同等物などを用いることができる。なかでも、白色封止材 7 としては、酸化チタンおよび/若しくは酸化亜鉛などの誘電体微粒子を添加した、PVB またはアイオノマー樹脂を用いることが好ましい。

[0075] なお、PVB の一例としては、たとえば、(株)クラレ製の「TR0SIF0L(R) SOLAR PVB フィルム R40」、または Dupont 社製の「Dupont™ PV5200 Series」などを挙げるができる。

[0076] 白色封止材 7 は、集積セルストリング 110 を封止することができる封止材を兼ねることもできるが、白色封止材 7 とは別の封止材を白色封止材 7 上に設置して、集積セルストリング 110 の封止を行なってもよい。このような封止材としては、たとえば、EVA および/またはアイオノマー樹脂などを用いることができる。

[0077] 次に、出力取り出し用のリード線を端子ボックスを介して外部に取り出し、その後、透光性絶縁基板 1 の周縁にたとえばアルミニウムなどからなるフレーム 9 を取り付けることによって、実施の形態 1 の薄膜太陽電池モジュールを作製することができる。

[0078] < 実施の形態 2 >

図 10 に、実施の形態 2 の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図を示す。実施の形態 2 の薄膜太陽電池モジュールは、フレーム 9 を用いることなく、透光性絶縁基板 1 と裏面保護材 8 との間に、集積セルストリング 110 および白色封止材 7 を設置している点に特徴がある。

[0079] 実施の形態 2 の薄膜太陽電池モジュールにおいても、表面透明電極層 2 は

、表面透明電極層 2 の面内において、ヘイズ率にばらつきを有しており、白色封止材 7 の厚さが、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い領域に対応する領域で薄くなり、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い領域で厚くなっている。

[0080] したがって、実施の形態 2 の薄膜太陽電池モジュールにおいても、集積セルストリング 110 内の薄膜太陽電池セル 107 間の電流密度のばらつきを低減することができるために、薄膜太陽電池モジュール 1 全体の電流密度の低下を抑制することができる。

[0081] なお、実施の形態 2 における上記以外の説明は実施の形態 1 と同様であるため、その説明については省略する。

[0082] < 実施の形態 3 >

図 19 に、実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図を示す。図 19 に示すように、実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールは、透光性絶縁基板 1 と、透光性絶縁基板 1 上に設けられた集積セルストリング 110 と、集積セルストリング 110 上に設けられた白色封止材 7 と、白色封止材 7 上に設けられた裏面保護材 8 と、透光性絶縁基板 1 の周縁に取り付けられたフレーム 9 と、を備えている。

[0083] 図 20 に、図 19 の X X — X X に沿った模式的な断面図を示す。図 20 に示すように、集積セルストリング 110 は、透光性絶縁基板 1 に接する表面透明電極層 2 を有する薄膜太陽電池セル 107 の複数が直列接続されることによって構成されている。個々の薄膜太陽電池セル 107 は、第 1 分離溝 102 によって分離された表面透明電極層 2 と、第 1 分離溝 102 によって分離された個々の表面透明電極層 2 上に、薄膜半導体光電変換ユニット 4 と、裏面透明電極層 6 と、がこの順に積層された構造を有している。なお、図 20 においては、説明の便宜のため、裏面保護材 8 については図示していない。

[0084] 薄膜半導体光電変換ユニット 4 は、第 2 分離溝 104 によって分離されており、第 2 分離溝 104 を埋め込んだ裏面透明電極層 6 が、隣り合う他の薄膜太陽電池セル 107 の表面透明電極層 2 と電氣的に接続することによって

、隣り合う薄膜太陽電池セル 107 同士が順次直列接続されている。

[0085] 個々の薄膜太陽電池セル 107 は、第 3 分離溝 106 によって分離されており、第 3 分離溝 106 には、絶縁性の白色封止材 7 が埋め込まれている。

[0086] 上記の構造を有する実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、透光性絶縁基板 1 側から太陽光などの光が入射光として入射し、薄膜半導体光電変換ユニット 4 で吸収されてキャリアが発生する。そして、薄膜半導体光電変換ユニット 4 で発生したキャリアは、表面側の表面透明電極層 2 と、裏面側の裏面透明電極層 6 とから、電流として取り出される。なお、裏面透明電極層 6 には、バスバー（図示せず）が形成されており、バスバーには出力取り出し用のリード線（図示せず）が接続されている。さらに、リード線は、端子ボックスを介して外部に取り出されている。

[0087] 実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、集積セルストリング 110 の周縁領域における白色封止材 7 の厚さが、集積セルストリング 110 の中心領域における白色封止材 7 の厚さよりも薄くなっている。

[0088] これは、本発明者が鋭意検討した結果、薄膜太陽電池モジュールの集積セルストリング 110 の中心領域に配置されている薄膜太陽電池 107 よりも、周縁領域に配置されている薄膜太陽電池 107 の方が剥離しやすく、集積セルストリング 110 の周縁領域における白色封止材 7 の厚さを集積セルストリング 110 の中心領域における白色封止材 7 の厚さよりも薄くすることによって、このような周縁領域に配置されている薄膜太陽電池 107 の剥離を抑制できることを見い出したことによるものである。

[0089] また、本発明者が鋭意検討した結果、表面透明電極層 2 の表面の周縁領域のヘイズ率が中心領域のヘイズ率よりも高い場合に剥離抑制効果が最も大きくなる。しかし、このときヘイズ率の高低によって、集積セルストリング内の薄膜太陽電池セル間の電流密度にばらつきが生じることが判明した。集積セルストリング 110 の電流密度は、集積セルストリング 110 内の薄膜太陽電池セル 107 の最も小さい電流密度に律速されるため、集積セルストリング 110 内の薄膜太陽電池セル 107 の電流密度はなるべく同一であるこ

とが好ましい。

[0090] そして、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い中心領域に対応する白色封止材 7 の厚さよりも、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い周縁領域に対応する白色封止材 7 の厚さを薄くすること（すなわち、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い周縁領域に対応する白色封止材 7 の厚さよりも、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い中心領域に対応する白色封止材 7 の厚さを厚くすること）によって、集積セルストリング 110 内の薄膜太陽電池セル 107 の電流密度のばらつきを低減することができ、薄膜太陽電池モジュール全体の電流密度の低下を抑制することができる。

[0091] すなわち、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が低い場合には、透光性絶縁基板 1 側から入射してきた光が表面透明電極層 2 で散乱および/または屈折される割合が小さいため、薄膜半導体光電変換ユニット 4 を通過する距離（光路長）を十分に伸ばすことができないことから、薄膜半導体光電変換ユニット 4 で吸収されることなく、透過してしまう割合が大きい。そのため、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い中心領域に対応する白色封止材 7 の領域では、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い周縁領域に対応する白色封止材 7 の領域と比べて、白色封止材 7 の厚さを厚くすることによって、白色封止材 7 側に透過してきた光の薄膜半導体光電変換ユニット 4 側への反射率が上がる。これにより、中心領域の薄膜半導体光電変換ユニット 4 に入射する光量が増大して、中心領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 の電流密度が増大する。

[0092] なお、本明細書において、「ヘイズ率」とは、たとえば図 18 の模式図に示すように、透光性絶縁基板 1 および表面透明電極層 2 を透過してきた入射光 21 の全光線透過光（ T_t ）22 中の拡散透過光（ T_d ）23 の割合で、ヘイズ率（%）＝ $100 \times T_d / T_t$ の式で表わされ、ヘイズ率が高いほど光の拡散する割合が高いことを意味する。

[0093] また、本明細書において、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い中心領域に対応する白色封止材 7 の領域とは、表面透明電極層 2 の面内の中心領域から

、表面透明電極層 2 の表面に対して、垂直方向に位置する白色封止材 7 の領域を意味する。また、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い周縁領域に対応する白色封止材 7 の領域とは、表面透明電極層 2 の面内の周縁領域から、表面透明電極層 2 の表面に対して、垂直方向に位置する白色封止材 7 の領域を意味する。

[0094] また、本明細書において、白色封止材 7 の厚さは、白色封止材 7 が設けられている面に対して垂直方向の厚さを意味する。

[0095] また、集積セルストリング 110 の中心領域に対応する表面透明電極層 2 の波長 550 nm の光に対するヘイズ率の最小値は 6 % 以上であることが好ましい。この場合には、表面透明電極層 2 の表面に凹凸を形成して太陽電池モジュールとしたときの表面透明電極層 2 の剥離が発生しにくくなり、表面透明電極層 2 の表面の凹凸で光を散乱させて、より多くの光を薄膜半導体光電変換ユニット 4 に到達させることができる。

[0096] 以下、図 3 ～図 9 を参照して、実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールの製造方法の一例について説明する。まず、図 3 に示すように、透光性絶縁基板 1 上に表面透明電極層 2 を形成する。

[0097] ここで、表面透明電極層 2 の表面にはたとえば図 19 に示すような凹凸が形成されていることが好ましい。表面透明電極層 2 の表面に凹凸が形成されていることによって、透光性絶縁基板 1 側から入射した入射光を散乱および / または屈折させて光路長を伸ばすことができ、薄膜半導体光電変換ユニット 4 における光閉じ込め効果を高めることができるため短絡電流密度を増大させることができる。表面透明電極層 2 の表面に凹凸を形成する方法としては、たとえば、エッチング法やサンドブラストのような機械加工による方法、または表面透明電極層 2 の結晶成長を利用する方法などを用いることができる。

[0098] 表面透明電極層 2 の表面に凹凸が形成されている場合には、表面透明電極層 2 のヘイズ率は、表面透明電極層 2 の製造条件によって、周縁領域で高く、中心領域で低くすることができる。

- [0099] また、表面透明電極層 2 の面内におけるヘイズ率を周縁領域で高く、中心領域で低くする方法としては、表面透明電極層 2 の表面をたとえばドライエッチングすることなども挙げることができる。たとえば、所望のヘイズ率よりも大きなヘイズ率を有する酸化亜鉛膜を表面透明電極層 2 として透光性絶縁基板 1 上に形成し、たとえばアルゴンガスや窒素ガスを R I E (反応性イオンエッチング) 装置に導入して表面透明電極層 2 の表面のドライエッチングを行なう。このとき、ヘイズ率の高い周縁領域ではエッチングレートを小さくし、ヘイズ率の低い中心領域ではエッチングレートを大きくすることによって、表面透明電極層 2 の面内に所望のヘイズ率のばらつきを形成することができる。
- [0100] エッチングレートを変更する方法としては、たとえば、ヘイズ率の高い周縁領域ではヘイズ率の低い中心領域よりもプラズマ放電密度を小さくする方法、またはヘイズ率の高い周縁領域ではヘイズ率の低い中心領域よりもカソードとアノードと間のギャップを小さくする方法などがある。
- [0101] また、表面透明電極層 2 が、表面透明電極層 2 の面内において、ヘイズ率が周縁領域で高く、中心領域で低くなるようなばらつきを有している場合には、たとえば、表面透明電極層 2 の表面を上記のように処理して、ヘイズ率のばらつきを形成しなくてもよい。
- [0102] 次に、図 4 に示すように、透光性絶縁基板 1 上の表面透明電極層 2 を分離する第 1 分離溝 102 を形成する。
- [0103] 次に、図 5 に示すように、表面透明電極層 2 上に薄膜半導体光電変換ユニット 4 を形成する。このとき、表面透明電極層 2 を分離する第 1 分離溝 102 が薄膜半導体光電変換ユニット 4 によって埋め込まれることになる。
- [0104] 次に、図 6 に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット 4 を分離する第 2 分離溝 104 を形成する。
- [0105] 次に、図 7 に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット 4 上に裏面透明電極層 6 を形成する。このとき、薄膜半導体光電変換ユニット 4 を分離する第 2 分離溝 104 が裏面透明電極層 6 によって埋め込まれることになる。

- [01 06] 次に、図 8 に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット 4 および裏面透明電極層 6 を分離する第 3 分離溝 106 を形成する。これにより、個々の薄膜太陽電池セル 107 に分離されるとともに、透光性絶縁基板 1 上において隣り合う薄膜太陽電池セル 107 同士が直列接続された集積セルストリング 110 が形成される。
- [01 07] 次に、図 9 に示すように、集積セルストリング 110 の周縁を取り囲む周縁分離溝 108 を形成するとともに、直列接続された薄膜太陽電池セル 107 同士をさらに分離する第 4 分離溝 109 を形成する。
- [01 08] 周縁分離溝 108 および第 4 分離溝 109 の形成方法は、特に限定されないが、たとえば、レーザスクライプ法またはプラスト加工法などによって、表面透明電極層 2、薄膜半導体光電変換ユニット 4 および裏面透明電極層 6 の一部をそれぞれ除去する方法などを用いることができる。なお、レーザスクライプ法を用いて周縁分離溝 108 および第 4 分離溝 109 を形成する場合のレーザ光としては、たとえば YAG レーザ光の基本波（波長 1064 nm）などを好適に用いることができる。
- [01 09] 次に、図 9 に示すように、第 4 分離溝 109 で分離された集積セルストリング 110 の両端の薄膜太陽電池セル 107 の裏面透明電極層 6 にそれぞれバスバー電極 14 を取り付けた後、バスバー電極 14 に出力取り出し用のリード線（図示せず）を取り付ける。
- [01 10] その後、透光性絶縁基板 1 と白色封止材 7 との間に集積セルストリング 110 を封止する。集積セルストリング 110 の封止は、たとえば以下のようにして行なうことができる。まず、図 20 に示すように裏面透明電極層 6 上に白色封止材 7 を設置し、その後、白色封止材 7 上に裏面保護材 8 を設置する。次に、裏面保護材 8 の設置後の透光性絶縁基板 1 を真空ラミネート装置内に設置し、裏面保護材 8 と透光性絶縁基板 1 との間を脱気しながら加圧および加熱する。その後、白色封止材 7 を冷却することにより、透光性絶縁基板 1 と白色封止材 7 との間に集積セルストリング 110 を封止することができる。なお、裏面保護材 8 としては、たとえばガラス基板、PET 樹脂フィ

ルムまたはフッ素樹脂フィルムなどを用いることができる。

[01 11] ここで、集積セルストリング 1 1 0 の封止は、集積セルストリング 1 1 0 の周縁領域における白色封止材 7 の厚さが、集積セルストリング 1 1 0 の中心領域における白色封止材 7 の厚さよりも薄くなるようにして行なわれる。すなわち、集積セルストリング 1 1 0 の封止は、集積セルストリング 1 1 0 の中心領域における白色封止材 7 の厚さが、集積セルストリング 1 1 0 の周縁領域における白色封止材 7 の厚さよりも厚くなるようにして行なわれる。

[01 12] 集積セルストリング 1 1 0 の封止は、より具体的には、たとえば以下の (i ii) または (iv) のいずれかの方法、あるいは (iii) および (iv) を組み合わせた方法により行なうことができる。

[01 13] (iii) 集積セルストリング 1 1 0 の中心領域に設置された白色封止材 7 よりも薄くなるように、集積セルストリング 1 1 0 の周縁領域に白色封止材 7 を設置して、集積セルストリング 1 1 0 の封止を行なう。

[01 14] (iv) 集積セルストリング 1 1 0 の中心領域に設置された白色封止材 7 よりも、集積セルストリング 1 1 0 の周縁領域に設置された白色封止材 7 の方がラミネート時の加熱温度が高くなるように加熱して、集積セルストリング 1 1 0 の封止を行なう。

[01 15] 次に、出力取り出し用のリード線を端子ボックスを介して外部に取り出し、その後、透光性絶縁基板 1 の周縁にたとえばアルミニウムなどからなるフレーム 9 を取り付けることによって、実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールを作製することができる。

[01 16] 従来の薄膜太陽電池セルを用いた薄膜太陽電池モジュールにおいては、周縁領域に位置する薄膜太陽電池セルが、中心領域に位置する薄膜太陽電池セルと比べて剥離しやすいという問題があつたが、実施の形態 3 の薄膜太陽電池モジュールのように、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い周縁領域に対応する白色封止材 7 の厚さよりも、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い中心領域に対応する白色封止材 7 の厚さを厚くすることによって、周縁領域に位置する薄膜太陽電池セルの剥離を抑制することができる。

[01 17] なお、実施の形態 3 における上記以外の説明は実施の形態 1 および 2 と同様であるため、その説明については省略する。

[01 18] < 実施の形態 4 >

図 2 1 に、実施の形態 4 の薄膜太陽電池モジュールの模式的な断面図を示す。実施の形態 4 の薄膜太陽電池モジュールは、フレーム 9 を用いることなく、透光性絶縁基板 1 と裏面保護材 8 との間に、集積セルストリング 1 1 0 および白色封止材 7 を設置している点に特徴がある。

[01 19] 実施の形態 4 の薄膜太陽電池モジュールにおいても、集積セルストリング 1 1 0 の周縁領域における白色封止材 7 の厚さが、集積セルストリング 1 1 0 の中心領域における白色封止材 7 の厚さよりも薄くなっている。すなわち、集積セルストリング 1 1 0 の中心領域における白色封止材 7 の厚さが、集積セルストリング 1 1 0 の周縁領域における白色封止材 7 の厚さよりも厚くなっている。

[01 20] また、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が、周縁領域で高く、中心領域で低くなっており、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い中心領域に対応する白色封止材 7 の厚さよりも表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い周縁領域に対応する白色封止材 7 の厚さが薄くなっており、表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い周縁領域に対応する白色封止材 7 の厚さよりも表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い中心領域に対応する白色封止材 7 の厚さが厚くなっている。

[01 21] したがって、実施の形態 4 の薄膜太陽電池モジュールにおいても、集積セルストリング 1 1 0 の周縁領域に配置されている薄膜太陽電池セル 1 0 7 の剥離を抑制することができ、かつ薄膜太陽電池モジュールの全体の電流密度の低下を抑制することができる。

[01 22] なお、実施の形態 4 における上記以外の説明は実施の形態 1 ～ 3 と同様であるため、その説明については省略する。

実施例 1

[01 23] < 実施例 1 >

まず、図 3 に示すように、長辺長さ 1 3 0 0 m m X 短辺長さ 1 0 0 0 m m

の大きさの矩形表面を有し、厚さ3.2 mmの無アルカリガラスのガラス基板からなる透光性絶縁基板1の当該矩形表面上に面内平均厚さが1.8 μ mの酸化亜鉛膜からなる表面透明電極層2がCVD法により予め形成されたものを用意した。ここで、表面透明電極層2の表面には凹凸が形成されていた。

[01 24] 次に、上記のようにして形成した表面透明電極層2の波長550 nmの光に対するヘイズ率を日本分光株式会社製の紫外可視分光光度計により、全光線透過光 (T_t) および拡散透過光 (T_d) を測定し、ヘイズ率 (%) = $100 \times T_d / T_t$ の式によって求めた。その結果を図11に示す。図11の縦軸はヘイズ率 (%) を示し、図11のA~Eは短辺側の1000 mmを示し、図11のE~Yは長辺側の1300 mmを示す。また、図11においては、斜線の種類によって、ヘイズ率の高さが分類されている。

[01 25] 図11に示すように、上記の表面透明電極層2については、表面透明電極層2の面内の中心領域のヘイズ率が周縁領域のヘイズ率よりも高くなっていることが確認された。

[01 26] 次に、図4に示すように、YAGレーザ光の基本波 (波長1064 nm) を直線状に移動させながら、表面透明電極層2に照射することによって、表面透明電極層2の一部を除去して、表面透明電極層2を直線状に分離する第1分離溝102を形成した。

[01 27] 次に、図5に示すように、表面透明電極層2上に薄膜半導体光電変換ユニット4を積層した。ここで、薄膜半導体光電変換ユニット4は、以下のようにして作製した。

[01 28] まず、上記のヘイズ率のばらつきを有する表面透明電極層2を備えた透光性絶縁基板1をプラズマCVD装置の成膜室内に設置し、プラズマCVD装置の成膜室の内部の圧力が0.1 Paとなるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガス、 B_2H_6 ガスおよび CH_4 ガスを導入して、プラズマCVD法により酸化亜鉛膜の表面上にp型非晶質炭化シリコン層を形成した。

- [01 29] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室中のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガスおよび SiH_4 ガスを導入して、プラズマ CVD 法により p 型非晶質炭化シリコン層の表面上にノンドーピング型非晶質シリコン層を形成した。
- [01 30] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガスおよび PH_3 ガスを導入して、プラズマ CVD 法によりノンドーピング型非晶質シリコン層の表面上に η 型非晶質シリコン層を形成した後に、 H_2/SiH_4 流量比 $((\text{H}_2 \text{ の流量 }) / (\text{SiH}_4 \text{ の流量 }))$ が高くなるように H_2 ガスの流量および SiH_4 ガスの流量を変更して、同じくプラズマ CVD 法により n 型非晶質シリコン層の表面上に n 型微結晶シリコン層を形成した。
- [01 31] 上記のようにして、上記の酸化亜鉛膜の表面上に、p 型非晶質炭化シリコン層、ノンドーピング型非晶質シリコン層、 η 型非晶質シリコン層および η 型微結晶シリコン層の積層体からなるトップセルである非晶質シリコン光電変換ユニットを形成した。
- [01 32] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室中のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガスおよび B_2H_6 ガスを導入して、プラズマ CVD 法により n 型微結晶シリコン層の表面上に P 型微結晶シリコン層を形成した。
- [01 33] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガスおよび SiH_4 ガスを導入して、プラズマ CVD 法により p 型微結晶シリコン層の表面上にノンドーピング型微結晶シリコン層を形成した。
- [01 34] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガスおよび PH_3 ガスを導入して、プラズマ CVD 法によりノンドーピング微結晶シリコン層の表面上に n 型非晶質シリコン層を形成した後に、 H_2/SiH_4 流量比 $((\text{H}_2 \text{ の流量 }) / (\text{SiH}_4 \text{ の流量 }))$ が高くなるように H_2 ガスの流量および

S i H₄ガスの流量を変更して、プラズマCVD法によりn型非晶質シリコン層の表面上にn型微結晶シリコン層を形成した。

[0135] 上記のようにして作製したp型微結晶シリコン層、ノンドープi型微結晶シリコン層、η型非晶質シリコン層およびη型微結晶シリコン層の積層体からなるボトムセルである微結晶シリコン光電変換ユニットを形成した。

[0136] 以上により、図5に示すように、上記のヘイズ率のばらつきを有する表面透明電極層2上に、表面透明電極層2側から、非晶質シリコン光電変換ユニットからなるトップセルおよび微結晶シリコン光電変換ユニットからなるボトムセルがこの順に積層された薄膜半導体光電変換ユニット4を形成した。

[0137] 次に、図6に示すように、YAGレーザ光の第2高調波（波長532nm）を直線状に移動させながら、薄膜半導体光電変換ユニット4に照射することによって、薄膜半導体光電変換ユニット4の一部を除去して、薄膜半導体光電変換ユニット4を直線状に分離する第2分離溝104を形成した。

[0138] 次に、薄膜半導体光電変換ユニット4の形成後の透光性絶縁基板1をプラズマCVD装置から取り出してマグネトロンスパッタリング装置内に設置し、マグネトロンスパッタリング法によって、図7に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット4の表面上に酸化亜鉛層からなる裏面透明電極層6を形成した。

[0139] 次に、図8に示すように、YAGレーザ光の第2高調波（波長532nm）を直線状に移動させながら、裏面透明電極層6に照射することによって、薄膜半導体光電変換ユニット4および裏面透明電極層6のそれぞれの一部を除去して、薄膜半導体光電変換ユニット4および裏面透明電極層6を直線状に分離する第3分離溝106を形成した。これにより、薄膜太陽電池セル107に分離されるとともに、透光性絶縁基板1上において隣り合う薄膜太陽電池セル107同士が直列接続された集積セルストリング110を形成した。

[0140] 次に、図9に示すように、YAGレーザ光の基本波（波長1064nm）を移動させながら、裏面透明電極層6に照射することによって、裏面透明電

極層 6、薄膜半導体光電変換ユニット 4 および表面透明電極層 2 のそれぞれの一部を除去して、集積セルストリング 110 の周縁を取り囲む周縁分離溝 108 を形成するとともに、直列接続された薄膜太陽電池セル 107 同士を分離する第 4 分離溝 109 を形成した。第 4 分離溝 109 の形成により、集積セルストリング 110 は、90 段の薄膜太陽電池セル 107 が順次直列接続された構成とされた。なお、図 9 では、説明の便宜のため、90 段の薄膜太陽電池セル 107 のすべてが示されているわけではない。

[0141] 次に、図 12 に示す上記の表面透明電極層 2 のヘイズ率が高い中心領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 a では薄くなり、表面透明電極層 2 のヘイズ率が低い周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 b では厚くなるように白色封止材 7 を設置した。白色封止材 7 としては、Dupont 社製の [Dupon™ PV5200 Series] を用いた。なお、中心領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 a は、直列接続された薄膜太陽電池セル 107 同士を分離する第 4 分離溝 109 のうち透光性絶縁基板 1 の中心に最も近い第 4 分離溝 109 a に垂直に交わり、かつ透光性絶縁基板 1 の中心を通る仮想線 211 を含む若しくは仮想線 211 に最も近い位置に配置された薄膜太陽電池セルである。また、周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 b は、透光性絶縁基板 1 の周縁に最も近い位置に配置された薄膜太陽電池セルである。なお、図 12 においては、説明の便宜のため、中心領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 a および周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル 107 b は、それぞれ、その一部のみを図示しており、すべてを図示していない。

[0142] ここで、上記の白色封止材 7 をガラス基板上にラミネートして硬化させたサンプルを作製し、当該サンプルの白色封止材 7 の厚さとガラス基板側から測定した反射率との関係を調査した。その結果を図 13 に示す。なお、図 13 の縦軸は、波長 900 nm の光に対する反射率 (%) を示し、図 13 の横軸は、白色封止材 7 の厚さ (mm) を示している。

[0143] 図 13 に示すように、白色封止材 7 の厚さが厚くなるとともに反射率が高くなり、白色封止材 7 の厚さが 1 mm であるときには 98 % の反射率を有す

ることが確認された。

[0144] 図 14 に、上記のサンプルの白色封止材 7 の厚さを、それぞれ 0.734 mm、0.338 mm および 0.288 mm とし、波長を様々に変化させて白色封止材 7 に光を照射したときの反射率を示す。図 14 の縦軸は、反射率 (%) を示し、図 14 の横軸は、白色封止材 7 に照射された光の波長 (nm) を示している。また、図 14 の実線、破線および一点鎖線は、それぞれ、厚さ 0.734 mm、0.338 mm および 0.288 mm の白色封止材 7 の反射率の変化を示している。

[0145] 図 14 に示すように、波長 600 nm ~ 1200 nm の範囲の光に対しては、白色封止材の厚さが厚くなるほど、白色封止材の反射率が高くなることが確認された。

[0146] 次に、白色封止材 7 上に無アルカリガラスのガラス基板からなる裏面保護材 8 を設置して、裏面保護材 8 が設置された後の透光性絶縁基板 1 を真空ラミネート装置内に設置した。そして、透光性絶縁基板 1 と裏面保護材 8 との間を脱気しながら加圧および加熱することによって、透光性絶縁基板 1 と裏面保護材 8 との間の白色封止材 7 で薄膜半導体光電変換ユニット 4 を封止した。

[0147] その後、出力取り出し用のリード線を端子ボックスを介して外部に取り出し、その後、図 10 に示すように、実施例 1 の薄膜太陽電池モジュールを作製した。

[0148] また、比較のため、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率のばらつきに関わらず、白色封止材 7 の厚さを均一にしたこと以外は実施例 1 と同様にして、比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールを作製した。

[0149] 上記のようにして作製した比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールの透光性絶縁基板 1 側からソーラーシミュレータを用いて擬似太陽光 (AM 1.5、エネルギー密度 100 mW/cm²) を照射し、波長 550 nm の光に対する表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率がそれぞれ 13.5%、30.6% および 34.1% に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 107 のボトムセル

の短絡電流密度を測定した。その結果を図 15 に示す。

[01 50] なお、図 15 の横線は、13.5%、30.6%および34.1%のそれぞれのヘイズ率に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 107 のボトムセルの短絡電流密度の平均値を示している。また、図 15 の縦軸は、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が 13.5%に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 107 のボトムセルの短絡電流密度の平均値を 1 としたときのボトムセルの短絡電流密度の相対値を示し、図 15 の横軸は、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率を示している。

[01 51] 図 15 に示すように、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が高い領域に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 107 の方が、ボトムセルの短絡電流密度が大きくなることが確認された。

[01 52] 次に、比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールの白色封止材 7 の厚さを均一にそれぞれ 0.288 mm、0.338 mm および 0.734 mm として、透光性絶縁基板 1 側からソーラーシミュレータを用いて擬似太陽光 (AM 1.5、エネルギー密度 100 mW/cm²) を照射したときの特定の薄膜太陽電池セル 107 のトップセルの短絡電流密度およびボトムセルの短絡電流密度を測定した。その結果を図 16 に示す。

[01 53] なお、図 16 において、菱形のマークがトップセルの短絡電流密度を示し、正方形のマークがボトムセルの短絡電流密度を示している。また、図 16 の縦軸は、白色封止材 7 の厚さが 0.288 mm であるときのトップセルおよびボトムセルの短絡電流密度を 1 としたときのトップセルおよびボトムセルの短絡電流密度の相対値を示している。また、図 16 の横軸は、白色封止材 7 の厚さを示している。

[01 54] 図 16 に示すように、白色封止材 7 の厚さの増大に伴ってボトムセルの短絡電流密度は向上したが、トップセルの短絡電流密度はボトムセルほど向上しないことが確認された。

[01 55] 次に、上記の実施例 1 および比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールに対して、それぞれ、透光性絶縁基板 1 側からソーラーシミュレータを用いて擬似太

陽光 (A M 1. 5、エネルギー密度 100 mW/ c m²) を照射したときの第 1 段目、第 2 2 段目、第 4 5 段目、第 6 9 段目および第 9 0 段目の各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を測定した。その結果を図 17 に示す。

[0156] なお、図 17 において、菱形のマークが比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールの各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を示し、正方形のマークが実施例 1 の薄膜太陽電池モジュールの各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を示している。また、図 17 の縦軸は、比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールの第 1 段目の薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を 1 としたときの各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度の相対値を示している。また、図 17 の横軸は、短絡電流密度が測定された薄膜太陽電池セル 107 の段数を示している。

[0157] 図 17 に示すように、実施例 1 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、比較例 1 の薄膜太陽電池モジュールと比べて、各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度のばらつきが低減できていることが確認された。また、集積セルストリング 110 の発電効率は、実施例 1 の方が比較例 1 と比べて 0. 73 % 向上していることが確認された。これらは、白色封止材 7 の厚さを厚くすることにより、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が低いために電流密度が小さくなっていた薄膜太陽電池セル 107 の電流密度が増加したためであると考えられる。

[0158] また、実施例 1 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率の低い領域に形成された電流密度が小さいセルに全体の電流密度が律速されるため、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率の高い領域においては、白色封止材 7 の厚さをヘイズ率の低い領域に比べて薄くすることができる。このように、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率の高い領域において、白色封止材 7 の厚さを薄くすることで、白色封止材 7 の使用量を低減することもできるため、薄膜太陽電池モジュールの製造コストの低減にもつながる。

実施例 2

[01 59] < 実施例 2 _ 1 >

まず、図 3 に示すように、長辺長さ 1300 mm x 短辺長さ 1000 mm の大きさの矩形表面を有し、厚さ 3.2 mm の無アルカリガラスのガラス基板からなる透光性絶縁基板 1 の当該矩形表面上に面内平均厚さが 1.8 μ m の酸化亜鉛膜からなる表面透明電極層 2 が CVD 法により予め形成されたものを用意した。

[01 60] 次に、酸化亜鉛膜からなる表面透明電極層 2 の面内の周縁領域のヘイズ率が中心領域のヘイズ率よりも高くなるように表面透明電極層 2 の表面をドライエッチングすることによって、表面透明電極層 2 の表面に凹凸を形成した。

[01 61] 次に、上記のようにして形成した表面透明電極層 2 の波長 550 nm の光に対するヘイズ率を日本分光株式会社製の紫外可視分光光度計により、全光線透過光 (T_t) および拡散透過光 (T_d) を測定し、ヘイズ率 (%) = $100 \times T_d / T_t$ の式によって求めた。その結果を図 22 に示す。図 22 の縦軸はヘイズ率 (%) を示し、図 22 の A ~ E は短辺側の 1000 mm を示し、図 22 の E ~ Y は長辺側の 1300 mm を示す。また、図 22 においては、斜線の種類によって、ヘイズ率の高さが分類されている。

[01 62] 図 22 に示すように、上記の表面透明電極層 2 については、表面透明電極層 2 の面内の周縁領域のヘイズ率が中心領域のヘイズ率よりも高くなっていることが確認された。

[01 63] 次に、図 4 に示すように、YAG レーザ光の基本波 (波長 1064 nm) を直線状に移動させながら、表面透明電極層 2 に照射することによって、表面透明電極層 2 の一部を除去して、表面透明電極層 2 を直線状に分離する第 1 分離溝 102 を形成した。

[01 64] 次に、図 5 に示すように、表面透明電極層 2 上に薄膜半導体光電変換ユニット 4 を積層した。ここで、薄膜半導体光電変換ユニット 4 は、以下のようにして作製した。

[01 65] まず、上記のヘイズ率のばらつきを有する表面透明電極層 2 を備えた透光

性絶縁基板 1 をプラズマ C V D 装置の成膜室内に設置し、プラズマ C V D 装置の成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガス、 B_2H_6 ガスおよび CH_4 ガスを導入して、プラズマ C V D 法により酸化亜鉛膜の表面上に p 型非晶質炭化シリコン層を形成した。

[01 66] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室中のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガスおよび SiH_4 ガスを導入して、プラズマ C V D 法により p 型非晶質炭化シリコン層の表面上にノンドーピング型非晶質シリコン層を形成した。

[01 67] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガスおよび PH_3 ガスを導入して、プラズマ C V D 法によりノンドーピング型非晶質シリコン層の表面上に η 型非晶質シリコン層を形成した後に、 H_2/SiH_4 流量比 $((\text{H}_2 \text{ の流量 }) / (\text{SiH}_4 \text{ の流量 }))$ が高くなるように H_2 ガスの流量および SiH_4 ガスの流量を変更して、同じくプラズマ C V D 法により n 型非晶質シリコン層の表面上に n 型微結晶シリコン層を形成した。

[01 68] 上記のようにして、上記の酸化亜鉛膜の表面上に、p 型非晶質炭化シリコン層、ノンドーピング型非晶質シリコン層、 η 型非晶質シリコン層および η 型微結晶シリコン層の積層体からなるトップセルである非晶質シリコン光電変換ユニットを形成した。

[01 69] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室中のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガスおよび B_2H_6 ガスを導入して、プラズマ C V D 法により n 型微結晶シリコン層の表面上に P 型微結晶シリコン層を形成した。

[01 70] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガスおよび SiH_4 ガスを導入して、プラズマ C V D 法により p 型微結晶シリコン層の表面上にノンドーピング型微結晶シリコン層を形成した。

- [0171] 次に、成膜室内へのガスの導入を停止し、成膜室の内部の圧力が 0.1 Pa となるまで成膜室内のガスを排気した後、成膜室内に H_2 ガス、 SiH_4 ガスおよび PH_3 ガスを導入して、プラズマ CVD 法によりノンドーピング微結晶シリコン層の表面上に n 型非晶質シリコン層を形成した後に、 H_2/SiH_4 流量比 $((\text{H}_2 \text{ の流量 }) / (\text{SiH}_4 \text{ の流量 }))$ が高くなるように H_2 ガスの流量および SiH_4 ガスの流量を変更して、プラズマ CVD 法により n 型非晶質シリコン層の表面上に n 型微結晶シリコン層を形成した。
- [0172] 上記のようにして作製した p 型微結晶シリコン層、ノンドーピング i 型微結晶シリコン層、 n 型非晶質シリコン層および n 型微結晶シリコン層の積層体からなるボトムセルである微結晶シリコン光電変換ユニットを形成した。
- [0173] 以上により、上記のヘイズ率のばらつきを有する表面透明電極層 2 上に、表面透明電極層 2 側から、非晶質シリコン光電変換ユニットからなるトップセルおよび微結晶シリコン光電変換ユニットからなるボトムセルがこの順に積層された薄膜半導体光電変換ユニット 4 を形成した。
- [0174] 次に、図 6 に示すように、YAG レーザ光の第 2 高調波 (波長 532 nm) を直線状に移動させながら、薄膜半導体光電変換ユニット 4 に照射することによって、薄膜半導体光電変換ユニット 4 の一部を除去して、薄膜半導体光電変換ユニット 4 を直線状に分離する第 2 分離溝 104 を形成した。
- [0175] 次に、薄膜半導体光電変換ユニット 4 の形成後の透光性絶縁基板 1 をプラズマ CVD 装置から取り出してマグネトロンスパッタリング装置内に設置し、マグネトロンスパッタリング法によって、図 7 に示すように、薄膜半導体光電変換ユニット 4 の表面上に酸化亜鉛層からなる裏面透明電極層 6 を形成した。
- [0176] 次に、図 8 に示すように、YAG レーザ光の第 2 高調波 (波長 532 nm) を直線状に移動させながら、裏面透明電極層 6 に照射することによって、薄膜半導体光電変換ユニット 4 および裏面透明電極層 6 のそれぞれの一部を除去して、薄膜半導体光電変換ユニット 4 および裏面透明電極層 6 を直線状に分離する第 3 分離溝 106 を形成した。これにより、薄膜太陽電池セル 1

07に分離されるとともに、透光性絶縁基板1上において隣り合う薄膜太陽電池セル107同士が直列接続された集積セルストリング110を形成した。

[0177] 次に、図9に示すように、YAGレーザ光の基本波（波長1064nm）を移動させながら、裏面透明電極層6に照射することによって、裏面透明電極層6、薄膜半導体光電変換ユニット4および表面透明電極層2のそれぞれの一部を除去して、集積セルストリング110の周縁を取り囲む周縁分離溝108を形成するとともに、直列接続された薄膜太陽電池セル107同士を分離する第4分離溝109を形成した。第4分離溝109の形成により、集積セルストリング110は、90段の薄膜太陽電池セル107が順次直列接続された構成とされた。なお、図9では、説明の便宜のため、90段の薄膜太陽電池セル107のすべてが示されているわけではない。

[0178] 次に、図23に示す中心領域に配置された薄膜太陽電池セル107aでは厚くなり、周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル107bでは薄くなるように白色封止材7を設置した。白色封止材7としては、Dupont社製の「DuponTM PV5200 Series」を用いた。なお、中心領域に配置された薄膜太陽電池セル107aは、直列接続された薄膜太陽電池セル107同士を分離する第4分離溝109のうち透光性絶縁基板1の中心に最も近い第4分離溝109aに垂直に交わり、かつ透光性絶縁基板1の中心を通る仮想線311を含む若しくは仮想線111に最も近い位置に配置された薄膜太陽電池セルである。また、周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル107bは、透光性絶縁基板1の周縁に最も近い位置に配置された薄膜太陽電池セルである。なお、図23においては、説明の便宜のため、中心領域に配置された薄膜太陽電池セル107aおよび周縁領域に配置された薄膜太陽電池セル107bは、それぞれ、その一部のみを図示しており、すべてを図示していない。

[0179] ここで、上記の白色封止材7をガラス基板上にラミネートして硬化させたサンプルを作製し、当該サンプルの白色封止材7の厚さとガラス基板側から測定した反射率との関係を調査した。その結果を図24に示す。なお、図2

4 の縦軸は、波長 900 nm の光に対する反射率 (%) を示し、図 24 の横軸は、白色封止材 7 の厚さ (mm) を示している。

[0180] 図 24 に示すように、白色封止材 7 の厚さが厚くなるとともに反射率が高くなり、白色封止材 7 の厚さが 1 mm であるときには 98% の反射率を有することが確認された。

[0181] 図 25 に、上記のサンプルの白色封止材 7 の厚さを、それぞれ 0.734 mm、0.338 mm および 0.288 mm とし、波長を様々に変化させて白色封止材 7 に光を照射したときの反射率を示す。図 25 の縦軸は、反射率 (%) を示し、図 25 の横軸は、白色封止材 7 に照射された光の波長 (nm) を示している。また、図 25 の実線、破線および一点鎖線は、それぞれ、厚さ 0.734 mm、0.338 mm および 0.288 mm の白色封止材 7 の反射率の変化を示している。

[0182] 図 25 に示すように、波長 600 nm ~ 1200 nm の範囲の光に対しては、白色封止材の厚さが厚くなるほど、白色封止材の反射率が高くなることが確認された。

[0183] 次に、白色封止材 7 上に PET 樹脂フィルムからなる裏面保護材 8 を設置して、裏面保護材 8 が設置された後の透光性絶縁基板 1 を真空ラミネート装置内に設置した。そして、透光性絶縁基板 1 と裏面保護材 8 との間を脱気しながら加圧および加熱することによって、透光性絶縁基板 1 と裏面保護材 8 との間の白色封止材 7 で薄膜半導体光電変換ユニット 4 を封止した。

[0184] その後、出力取り出し用のリード線を端子ボックスを介して外部に取り出し、その後、図 19 に示すように、透光性絶縁基板 1 の周縁にたとえばアルミニウムなどからなるフレーム 9 を取り付けることによって、実施例 2-1 の薄膜太陽電池モジュールを作製した。

[0185] < 実施例 2-2 >

フレーム 9 を取り付けなかったこと、および裏面保護材 8 としてガラス基板を用いたこと以外は実施例 2-1 と同様にして、実施例 2-2 の薄膜太陽電池モジュールを作製した。

[01 86] < 比較例 2 _ 1 >

比較のため、白色封止材 7 の厚さを均一にしたこと以外は実施例 2 _ 1 と同様にして、比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールを作製した。

[01 87] 上記のようにして作製した比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールの透光性絶縁基板 1 側からソーラーシミュレータを用いて擬似太陽光 (A M 1. 5、エネルギー密度 1 0 0 mW/ c m²) を照射し、波長 5 5 0 n m の光に対する表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率がそれぞれ 1 3. 5 %、3 0. 6 % および 3 4. 1 % に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 1 0 7 のボトムセルの短絡電流密度を測定した。その結果を図 2 6 に示す。

[01 88] なお、図 2 6 の横線は、1 3. 5 %、3 0. 6 % および 3 4. 1 % のそれぞれのヘイズ率に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 1 0 7 のボトムセルの短絡電流密度の平均値を示している。また、図 2 6 の縦軸は、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が 1 3. 5 % に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 1 0 7 のボトムセルの短絡電流密度の平均値を 1 としたときのボトムセルの短絡電流密度の相対値を示し、図 2 6 の横軸は、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率を示している。

[01 89] 図 2 6 に示すように、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が大きい領域に対応する位置に配置された薄膜太陽電池セル 1 0 7 の方が、ボトムセルの短絡電流密度が大きくなることが確認された。

[01 90] 次に、比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールの白色封止材 7 の厚さを均一にそれぞれ 0. 2 8 8 m m、0. 3 3 8 m m および 0. 7 3 4 m m として、透光性絶縁基板 1 側からソーラーシミュレータを用いて擬似太陽光 (A M 1. 5、エネルギー密度 1 0 0 mW/ c m²) を照射したときの特定の薄膜太陽電池セル 1 0 7 のトップセルの短絡電流密度およびボトムセルの短絡電流密度を測定した。その結果を図 2 7 に示す。

[01 91] なお、図 2 7 において、菱形のマークがトップセルの短絡電流密度を示し、正方形のマークがボトムセルの短絡電流密度を示している。また、図 2 7 の縦軸は、白色封止材 7 の厚さが 0. 2 8 8 m m であるときのトップセルお

およびボトムセルの短絡電流密度を1としたときのトップセルおよびボトムセルの短絡電流密度の相対値を示している。また、図27の横軸は、白色封止材7の厚さを示している。

[01 92] 図27に示すように、白色封止材7の厚さの増大に伴ってボトムセルの短絡電流密度は向上したが、トップセルの短絡電流密度はボトムセルほど向上しないことが確認された。

[01 93] < 比較例2-2 >

フレーム9を取り付けなかったこと、および裏面保護材8としてガラス基板を用いたこと以外は比較例2-1と同様にして、比較例2-2の薄膜太陽電池モジュールを作製した。

[01 94] < 剥離性の評価 >

実施例2-1、実施例2-2、比較例2-1および比較例2-2の薄膜太陽電池モジュールの周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルの高温高湿試験前の剥離の有無、および高温高湿試験後の剥離の有無を目視により確認した。

[01 95] 表1に、実施例2-1、実施例2-2、比較例2-1および比較例2-2のそれぞれの薄膜太陽電池モジュールの周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルの高温高湿試験前の剥離の有無を示し、表2に、実施例2-1、実施例2-2、比較例2-1および比較例2-2のそれぞれの薄膜太陽電池モジュールの周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルの高温高湿試験後の剥離の有無を示す。

[01 96] なお、薄膜太陽電池セルの剥離の有無は、実施例2-1、実施例2-2、比較例2-1および比較例2-2の薄膜太陽電池モジュールの複数個の周縁領域のうち、少なくとも1つの周縁領域で10mm以上の膜剥離が観察された場合に剥離有りと判断した。また、表1および表2においては、剥離の有無が百分率(%)で示されている。

[01 97] また、高温高湿試験は、「JIS C 8991:2011の10.13 高温高湿試験」に基づき、試験温度:85℃±2℃、相対湿度:(85±5

) % の試験槽に、実施例 2 _ 1、実施例 2 _ 2、比較例 2 _ 1 および比較例 2 _ 2 の薄膜太陽電池モジュールをそれぞれ 1000 時間放置し、高温高湿試験前後の薄膜太陽電池セルの剥離の有無を目視により確認することにより行なった。

[0198] [表 1]

	実施例 2-1	実施例 2-2	比較例 2-1	比較例 2-2
剥離有り	0	0	0	0
剥離無し	100	100	100	100

[0199] [表2]

	実施例 2-1	実施例 2-2	比較例 2-1	比較例 2-2
剥離有り	0	0	25	37.5
剥離無し	100	100	75	62.5

[0200] 表 1 に示すように、高温高湿試験前においては、実施例 2 _ 1、実施例 2 _ 2、比較例 2 _ 1 および比較例 2 _ 2 のいずれにおいても、薄膜太陽電池モジュールの周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルの高温高湿試験前の剥離は見られなかった。

[0201] しかしながら、表 2 に示すように、高温高湿試験後においては、実施例 2 _ 1 および実施例 2 _ 2 の薄膜太陽電池モジュールでは周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルの剥離は見られなかったが、比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールでは 25 % の周縁領域において、比較例 2 _ 2 の薄膜太陽電池モジュールでは 37.5 % の周縁領域において、それぞれ、薄膜太陽電池セルの剥離が見られた。

[0202] 以上の結果から、集積セルストリングの周縁領域における白色封止材の厚さを集積セルストリングの中心領域における白色封止材の厚さよりも薄くすることによって、周縁領域に配置された薄膜太陽電池セルの剥離を有効に抑制できることが確認された。

[0203] < 電流密度の評価 >

次に、上記の実施例 2 _ 1 および比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュール

に対して、それぞれ、透光性絶縁基板 1 側からソーラーシミュレータを用いて擬似太陽光 (A M 1. 5、エネルギー密度 100 mW/ c m²) を照射したときの第 1 段目、第 2 2 段目、第 4 5 段目、第 6 9 段目および第 9 0 段目の各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を測定した。その結果を図 28 に示す。

[0204] なお、図 28 において、菱形のマークが比較例 2 - 1 の薄膜太陽電池モジュールの各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を示し、正方形のマークが実施例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールの各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を示している。また、図 28 の縦軸は、比較例 2 — 1 の薄膜太陽電池モジュールの第 4 5 段目の薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度を 1 としたときの各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度の相対値を示している。また、図 28 の横軸は、短絡電流密度が測定された薄膜太陽電池セル 107 の段数を示している。

[0205] 図 28 に示すように、実施例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールにおいては、比較例 2 _ 1 の薄膜太陽電池モジュールと比べて、各薄膜太陽電池セル 107 の短絡電流密度のばらつきが低減できていることが確認された。また、集積セルストリング 110 の発電効率は、実施例 2 - 1の方が比較例 2 - 1と比べて 0. 33 % 向上していることが確認された。これらは、白色封止材 7 の厚さを厚くすることにより、表面透明電極層 2 の面内のヘイズ率が低い中心領域の薄膜太陽電池セル 107 の電流密度が増加したためであると考えられる。

[0206] 以上のように本発明の実施の形態および実施例について説明を行なったが、上述の各実施の形態および各実施例の構成を適宜組み合わせることも当初から予定している。

[0207] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、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ことが意図される。

産業上の利用可能性

[0208] 本発明は、薄膜太陽電池モジュールおよび薄膜太陽電池モジュールの製造方法に利用することができる。

符号の説明

[0209] 1 透光性絶縁基板、2 表面透明電極層、4 薄膜半導体光電変換ユニット、6 裏面透明電極層、7 白色封止材、8 裏面保護材、9 フレーム、14 バスバー電極、21 入射光、22 全光線透過光、23 拡散透過光、102 第1分離溝、104 第2分離溝、106 第3分離溝、107、107a、107b 薄膜太陽電池セル、108 周縁分離溝、109、109a 第4分離溝、110 集積セルストリング、111 有効セルエリア、211、311 仮想線。

請求の範囲

[請求項1]

透光性絶縁基板と、
前記透光性絶縁基板上に設けられた集積セルストリングと、
前記集積セルストリング上に設けられた白色封止材と、を備え、
前記集積セルストリングは、前記透光性絶縁基板に接する表面透明電極層を有する薄膜太陽電池セルの複数が直列接続されてなり、
前記表面透明電極層は、前記表面透明電極層の面内において、ヘイズ率にばらつきを有しており、
前記表面透明電極層の前記ヘイズ率が低い領域に対応する前記白色封止材の領域では、前記白色封止材の厚さが厚くなる、薄膜太陽電池モジュール。

[請求項2]

前記表面透明電極層の前記ヘイズ率が低い領域に対応する前記白色封止材の領域は、前記集積セルストリングの周縁領域に配置された前記白色封止材の領域であって、
前記集積セルストリングの周縁領域に配置された前記白色封止材の領域では、前記集積セルストリングの中心領域に対応する前記白色封止材の領域よりも前記白色封止材の厚さが厚くなる、請求項1に記載の薄膜太陽電池モジュール。

[請求項3]

前記表面透明電極層の有効セルエリアにおける波長550nmの光に対する前記ヘイズ率の最小値が6%以上である、請求項1または2に記載の薄膜太陽電池モジュール。

[請求項4]

前記集積セルストリングの中心領域における前記表面透明電極層のヘイズ率が、前記集積セルストリングの周縁領域における前記表面透明電極層のヘイズ率よりも低く、
前記集積セルストリングの前記中心領域における前記白色封止材の厚さが、前記集積セルストリングの前記周縁領域における前記白色封止材の厚さよりも厚い、請求項1に記載の薄膜太陽電池モジュール。

[請求項5]

前記集積セルストリングの前記中心領域に対応する前記表面透明電

極層の波長 550 nm の光に対する前記ヘイズ率の最小値が 6 % 以上である、請求項 4 に記載の薄膜太陽電池モジュール。

[請求項6] 前記透光性絶縁基板の表面の面積が 1 m^2 以上である、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の薄膜太陽電池モジュール。

[請求項7] 透光性絶縁基板上に集積セルストリングを形成する工程と、
前記透光性絶縁基板と白色封止材との間に前記集積セルストリングを封止する工程と、を含み、
前記集積セルストリングは、前記透光性絶縁基板に接する表面透明電極層を有する薄膜太陽電池セルの複数の直列接続されてなり、
前記表面透明電極層は、前記表面透明電極層の面内において、ヘイズ率にばらつきを有しており、
前記集積セルストリングを封止する工程において、前記集積セルストリングは、前記白色封止材の厚さが、前記表面透明電極層の前記ヘイズ率が低い領域に対応する前記白色封止材の領域で厚くなるように封止される、薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

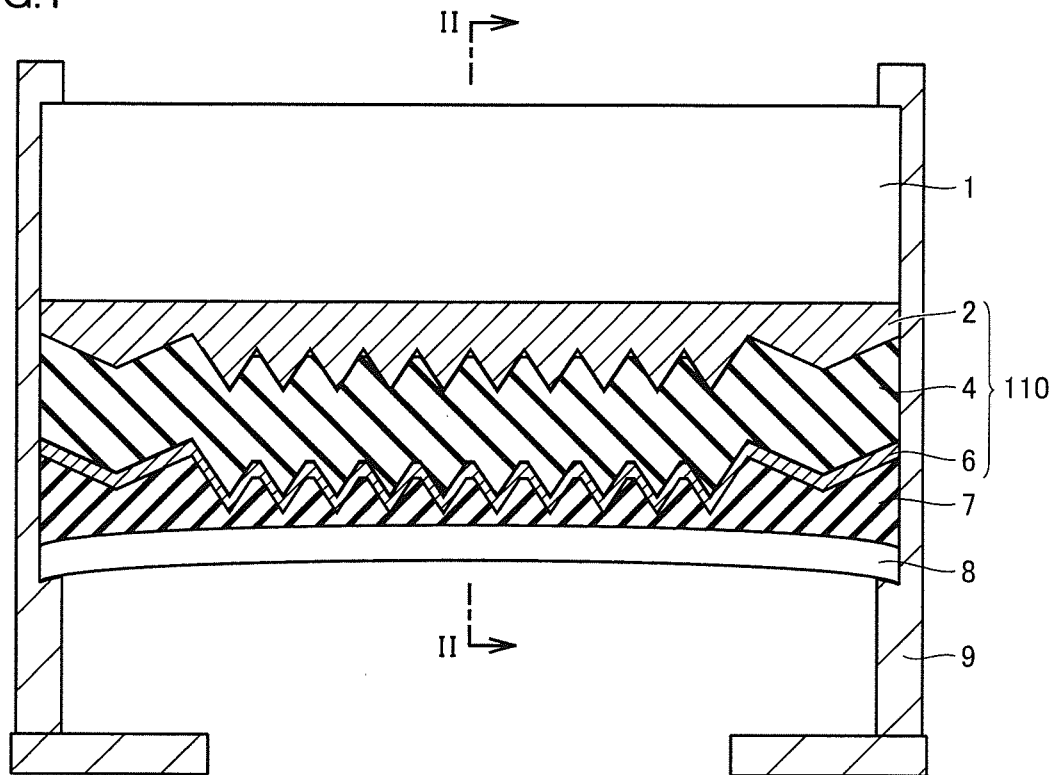
[請求項8] 前記表面透明電極層の前記ヘイズ率が低い領域に対応する前記白色封止材の領域は、前記集積セルストリングの周縁領域に配置された前記白色封止材の領域であって、
前記集積セルストリングは、前記集積セルストリングの周縁領域に配置された前記白色封止材の領域では、前記集積セルストリングの中心領域に対応する前記白色封止材の領域よりも前記白色封止材の厚さが厚くなるように封止される、請求項 7 に記載の薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

[請求項9] 前記集積セルストリングの中心領域における前記表面透明電極層のヘイズ率が、前記集積セルストリングの周縁領域における前記表面透明電極層のヘイズ率よりも低く、
前記集積セルストリングを封止する工程において、前記集積セルストリングは、前記集積セルストリングの前記中心領域における前記白

色封止材の厚さが、前記集積セルストリングの前記周縁領域における前記白色封止材の厚さよりも厚くなるように封止される、請求項 7 に記載の薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

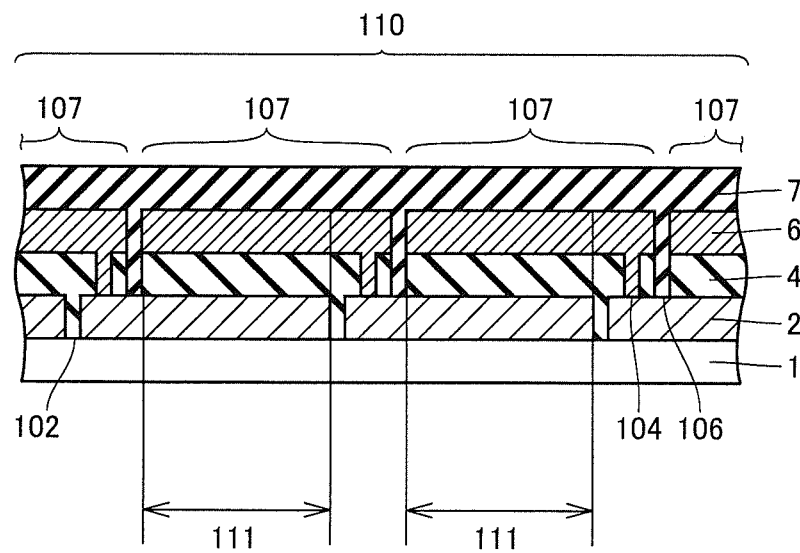
[図1]

FIG.1



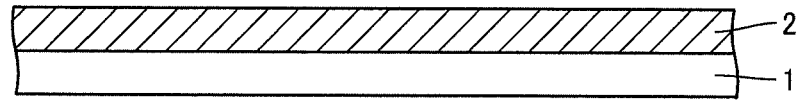
[図2]

FIG.2



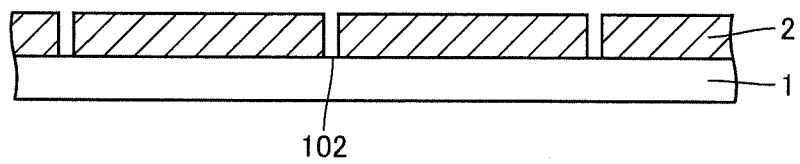
[図3]

FIG.3



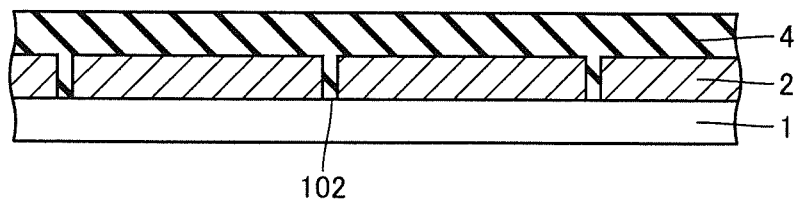
[図4]

FIG.4



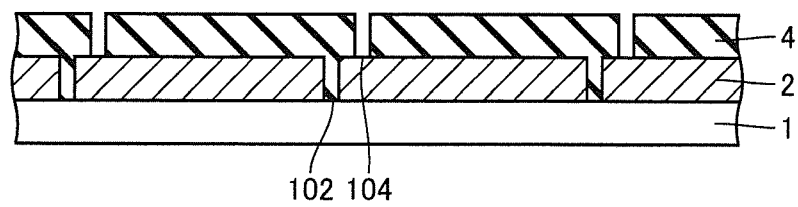
[図5]

FIG.5



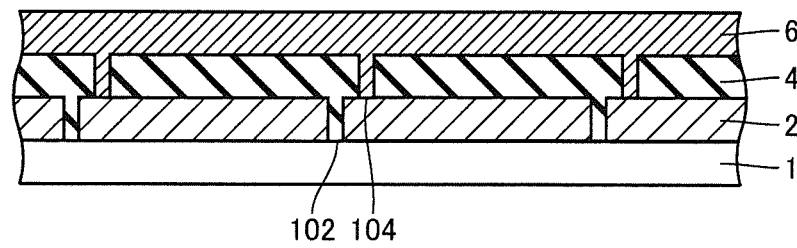
[図6]

FIG.6



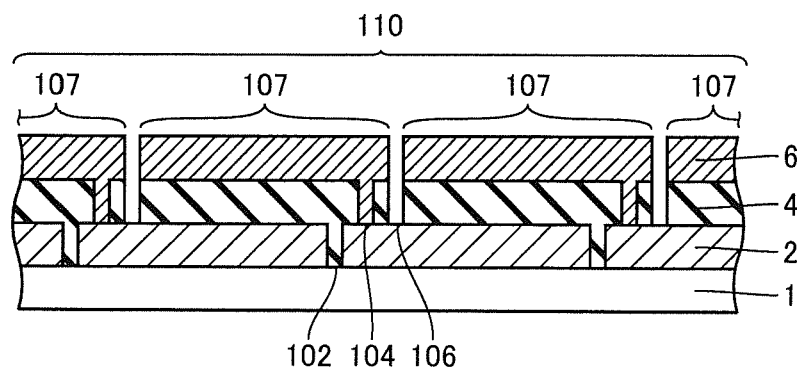
[図7]

FIG.7



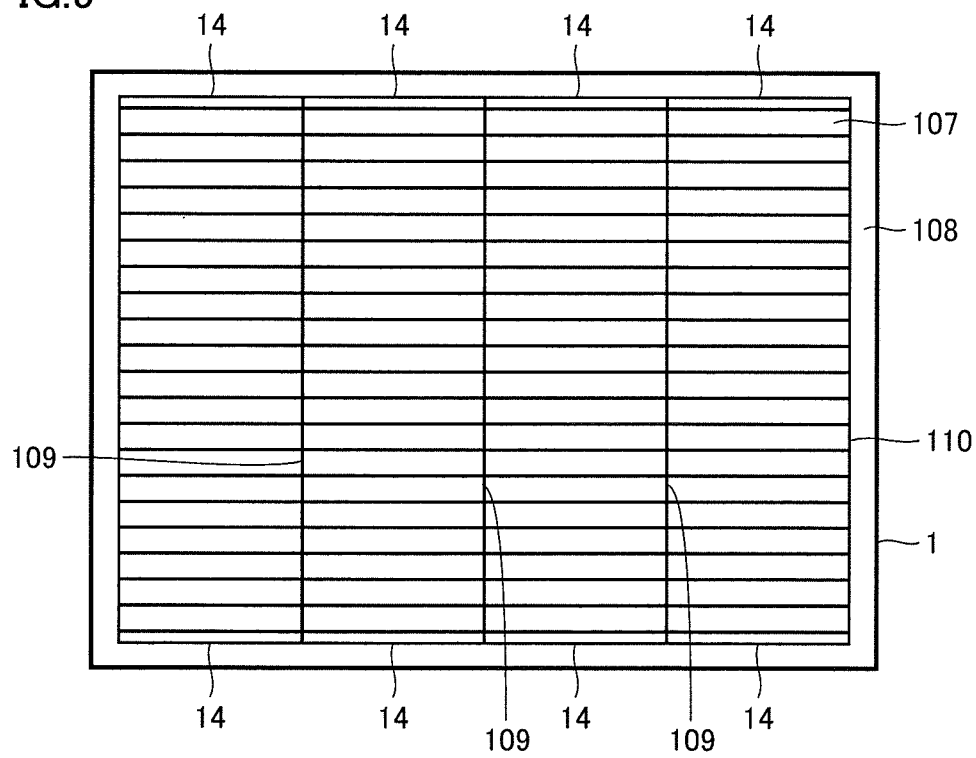
[図8]

FIG.8



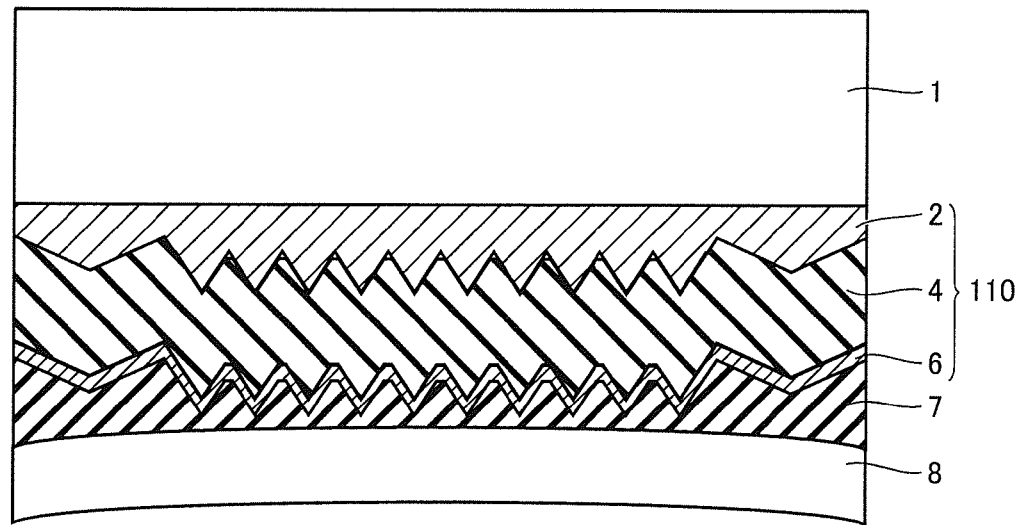
[図9]

FIG.9



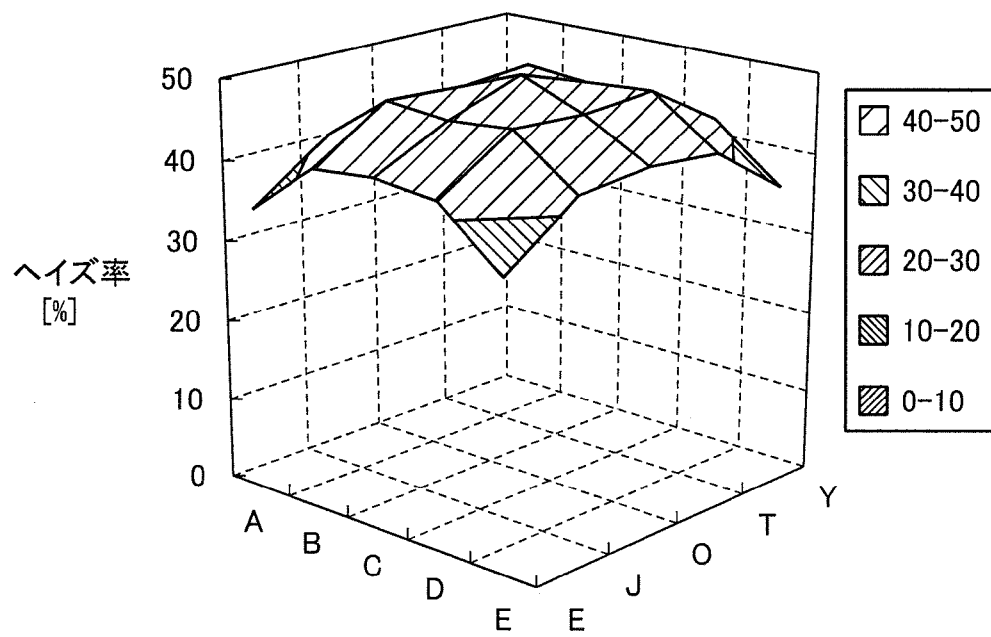
[図10]

FIG.10



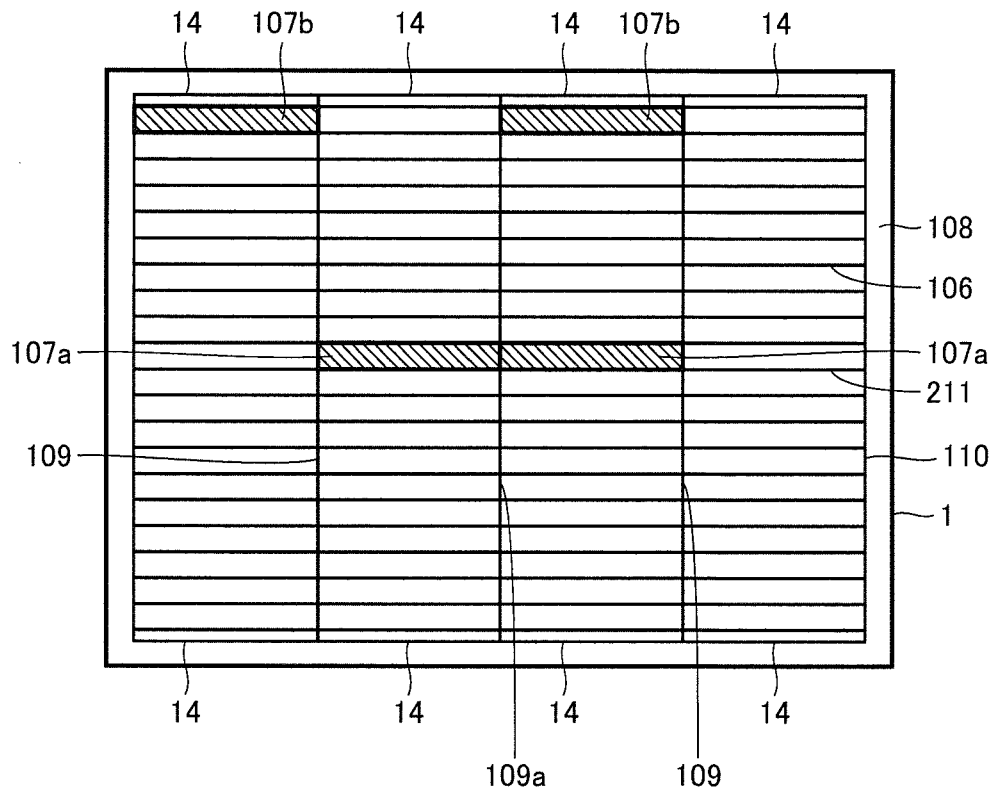
[図11]

FIG.11



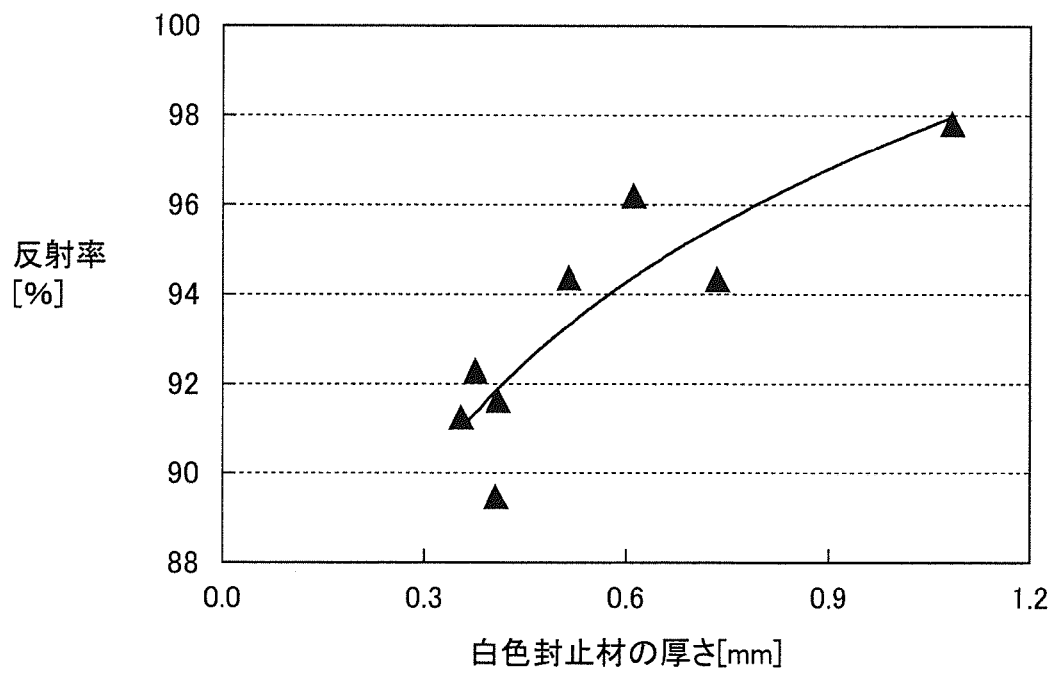
[図12]

FIG.12



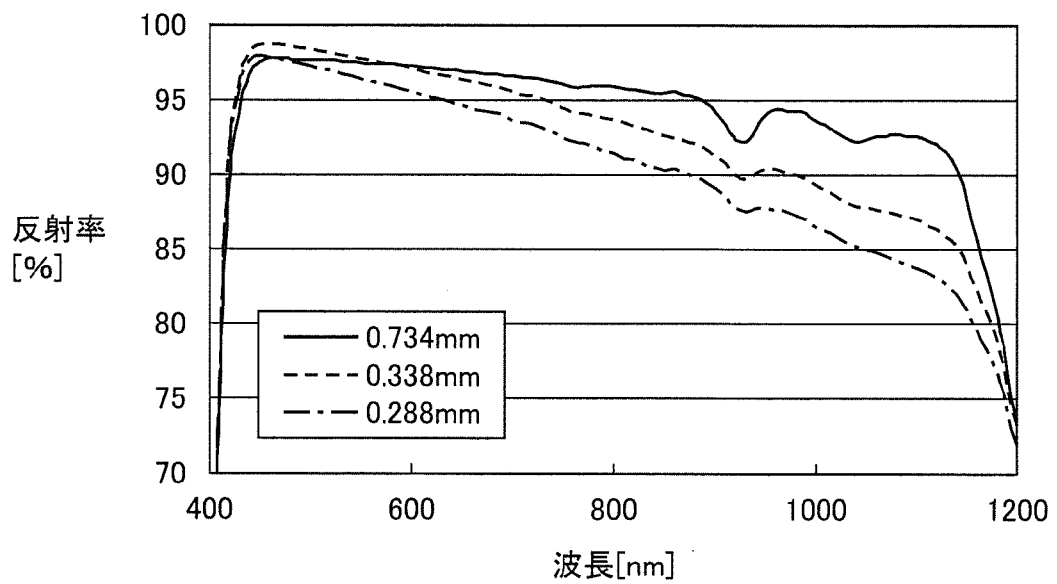
[図13]

FIG.13



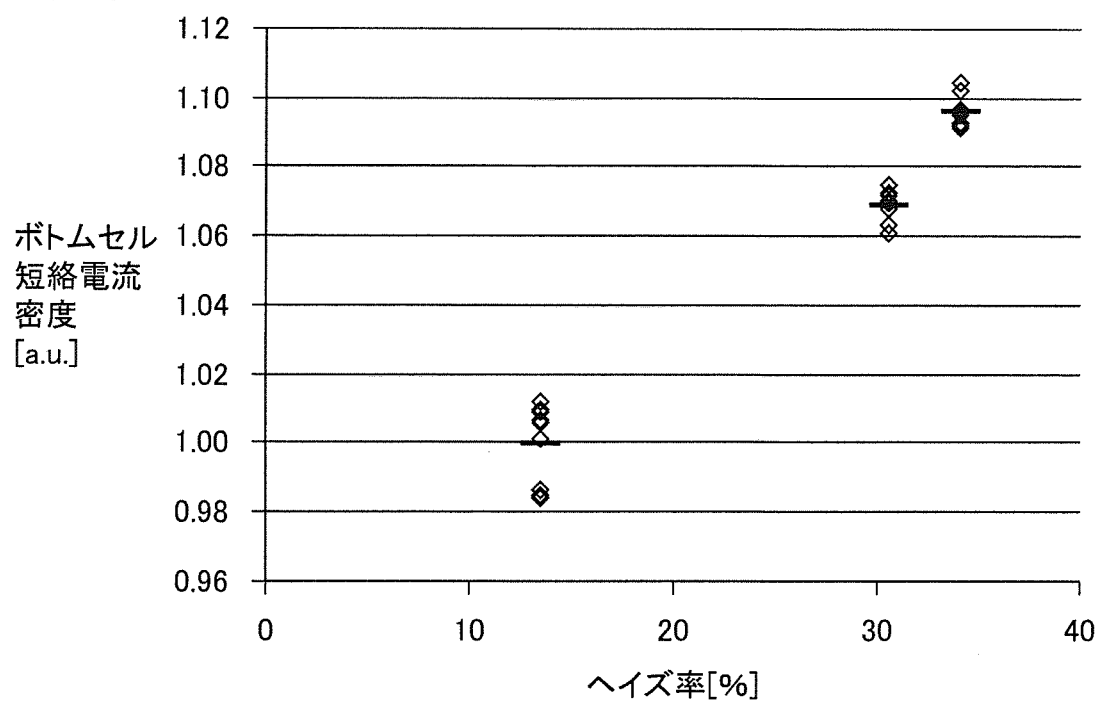
[図14]

FIG.14



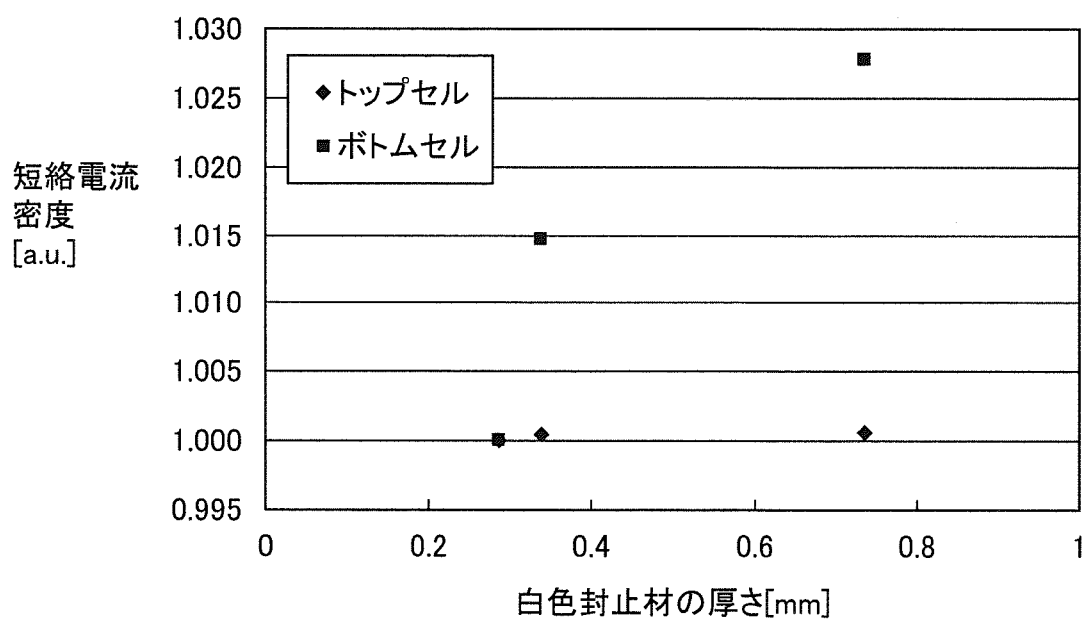
[図15]

FIG.15



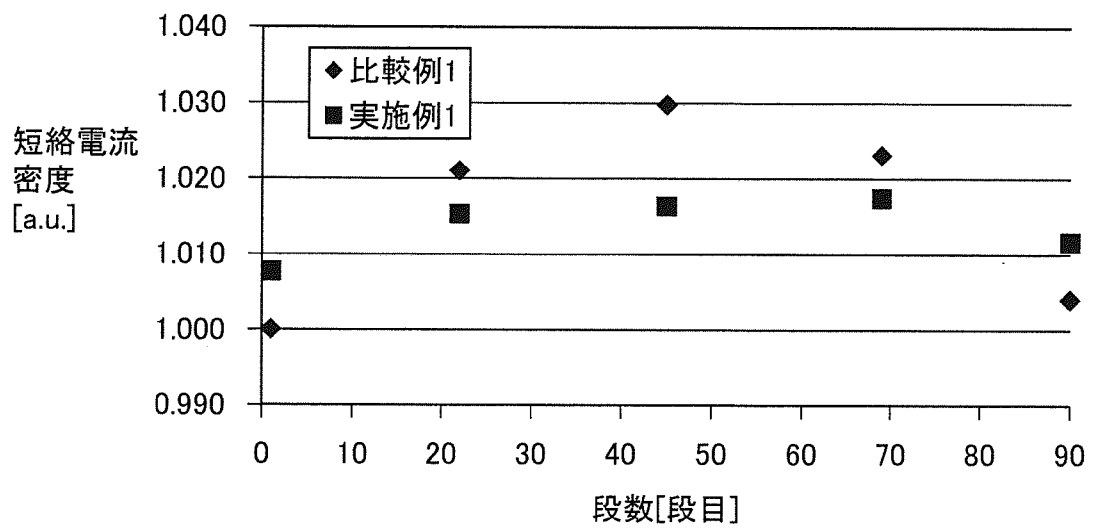
[図16]

FIG.16



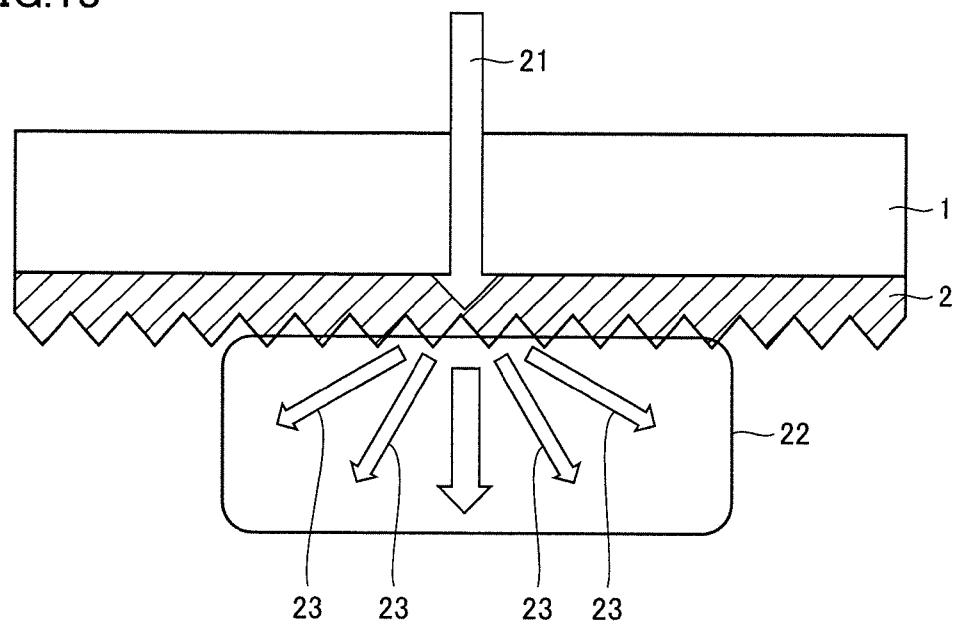
[図17]

FIG.17



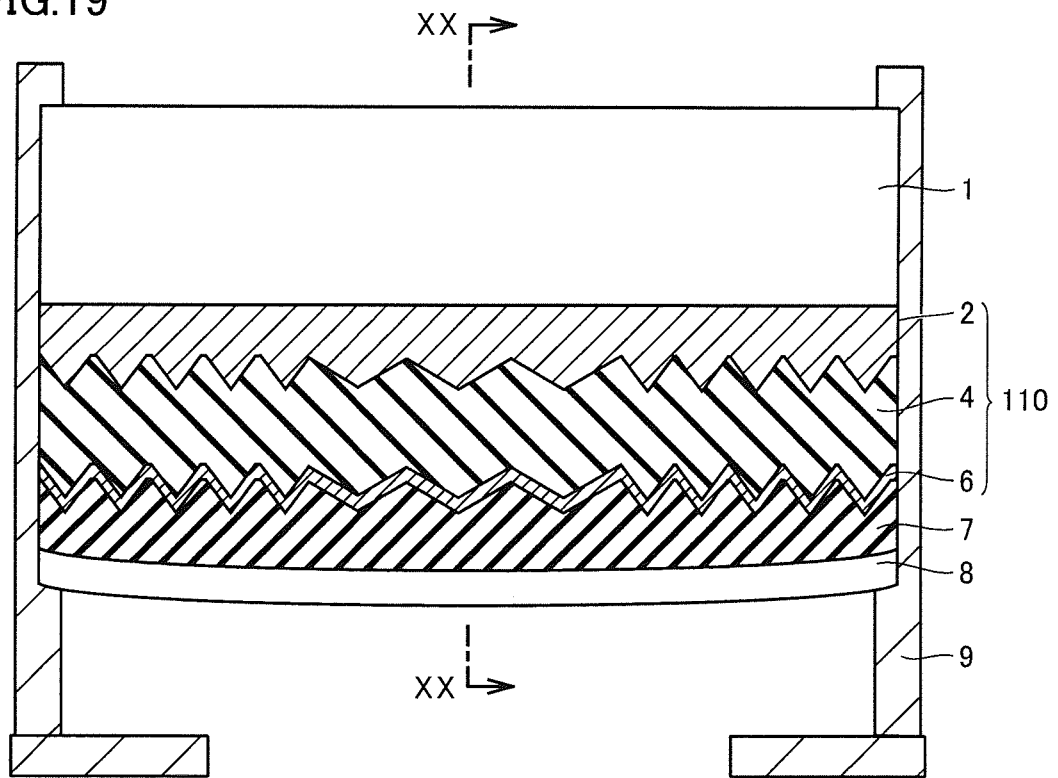
[図18]

FIG.18



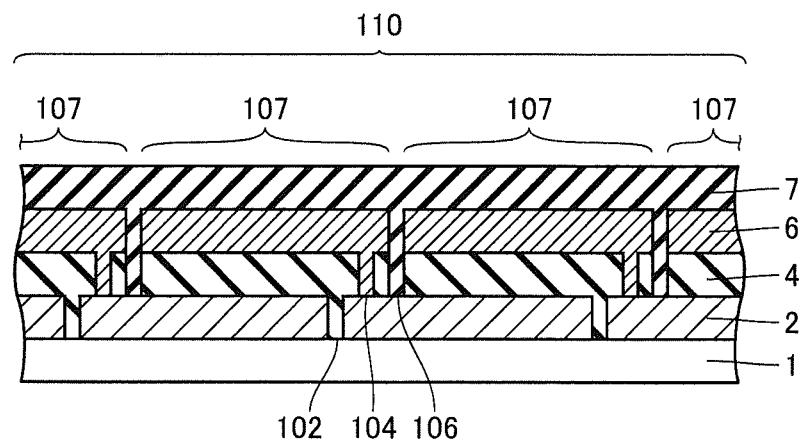
[図19]

FIG.19



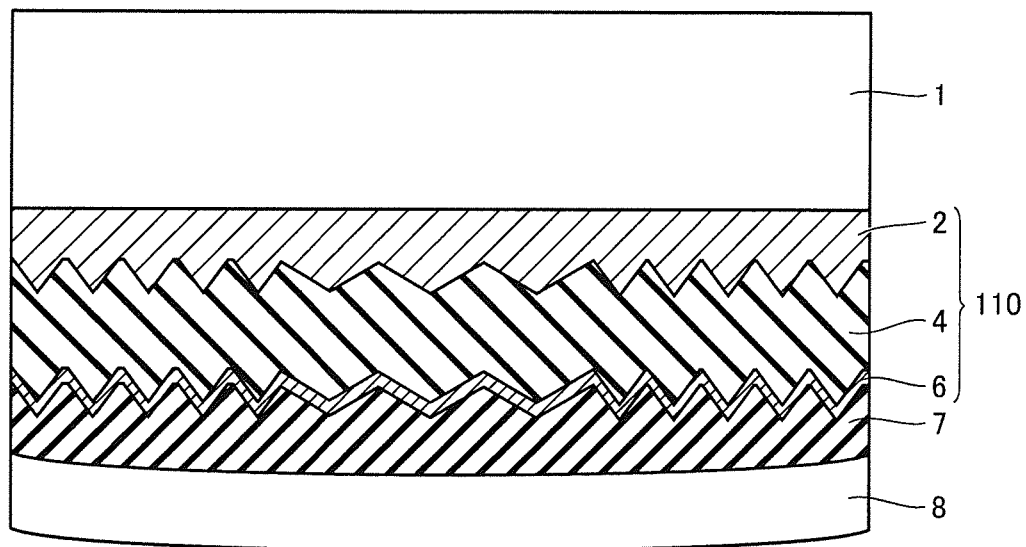
[図20]

FIG.20



[図21]

FIG.21



[図22]

FIG.22

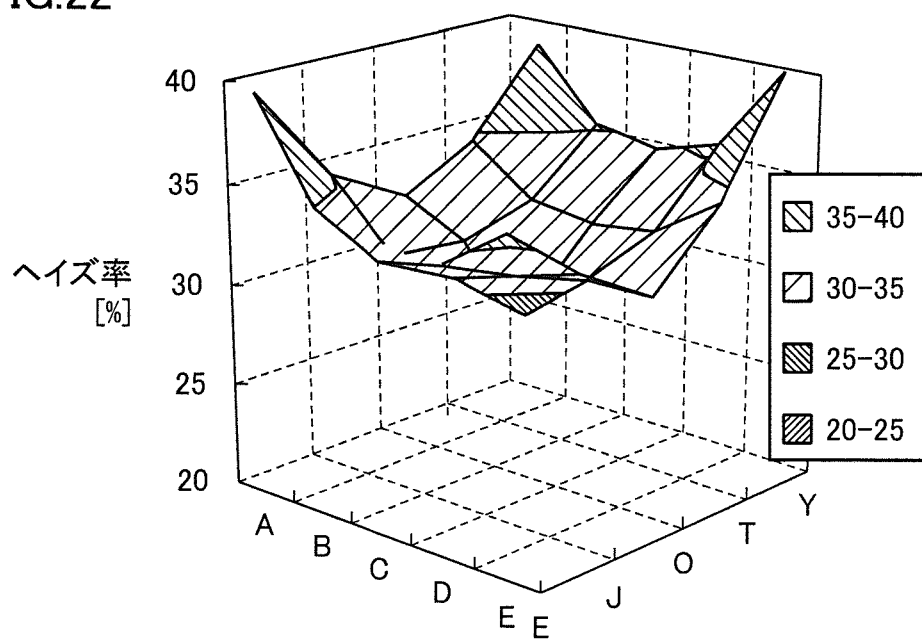
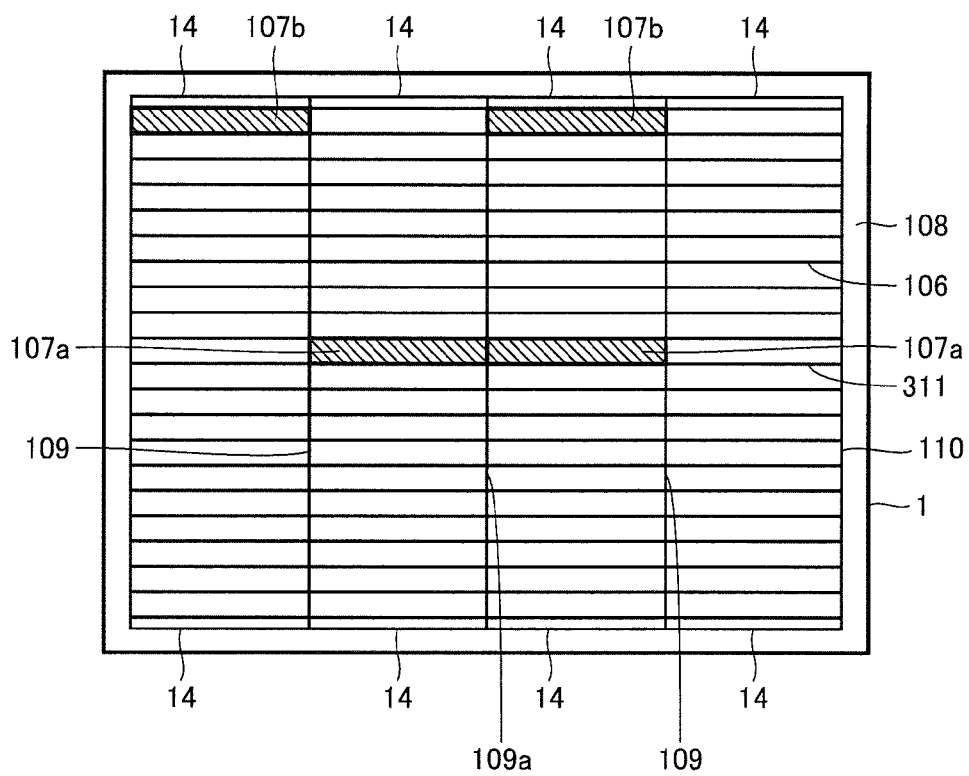
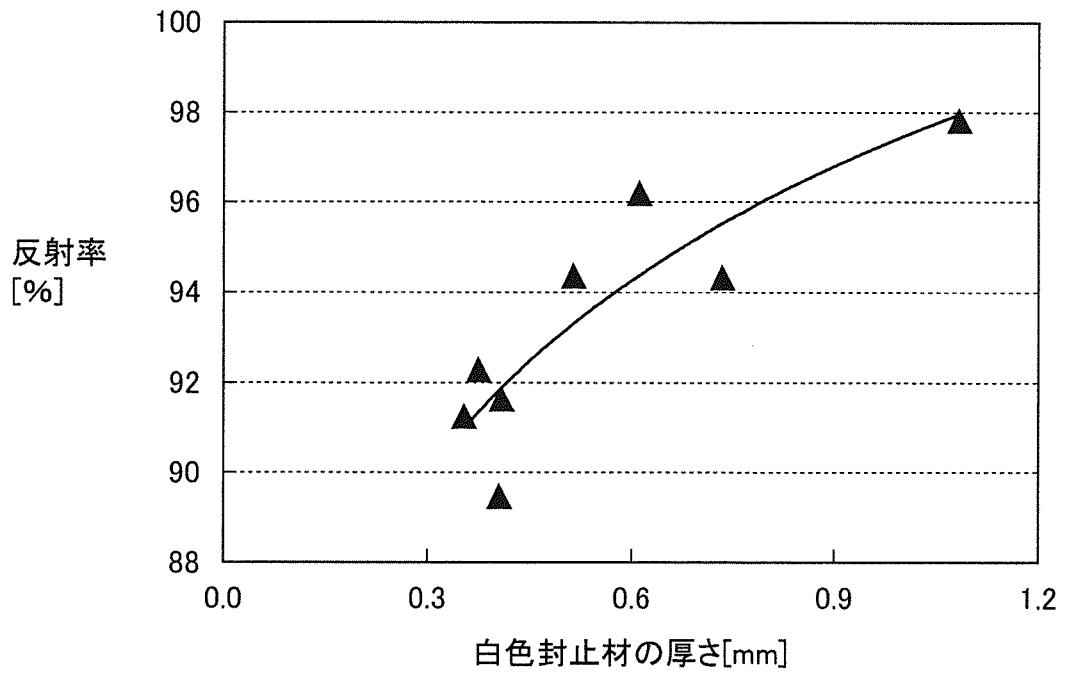


FIG.23



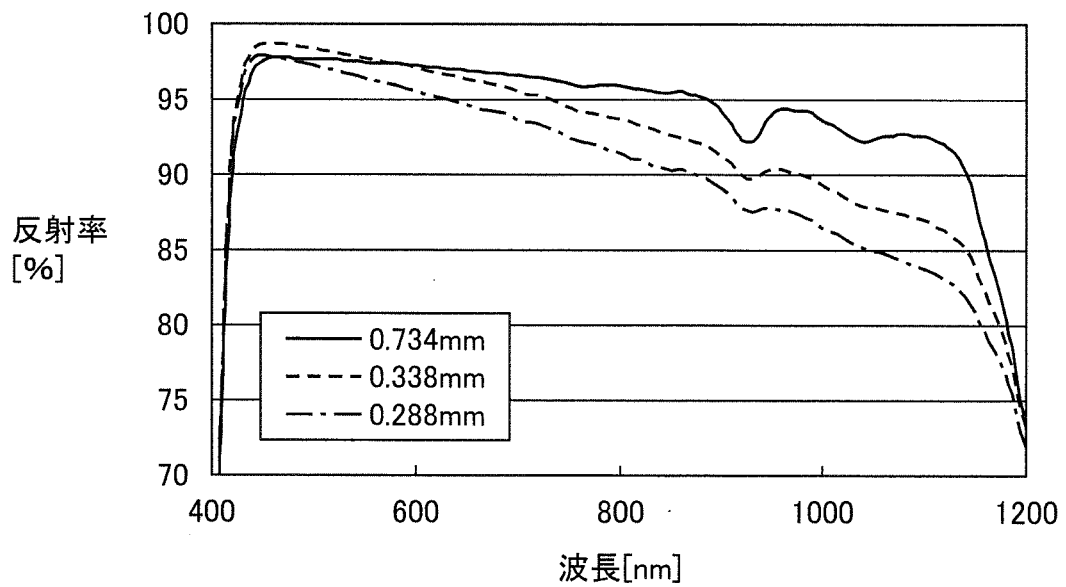
[図24]

FIG.24



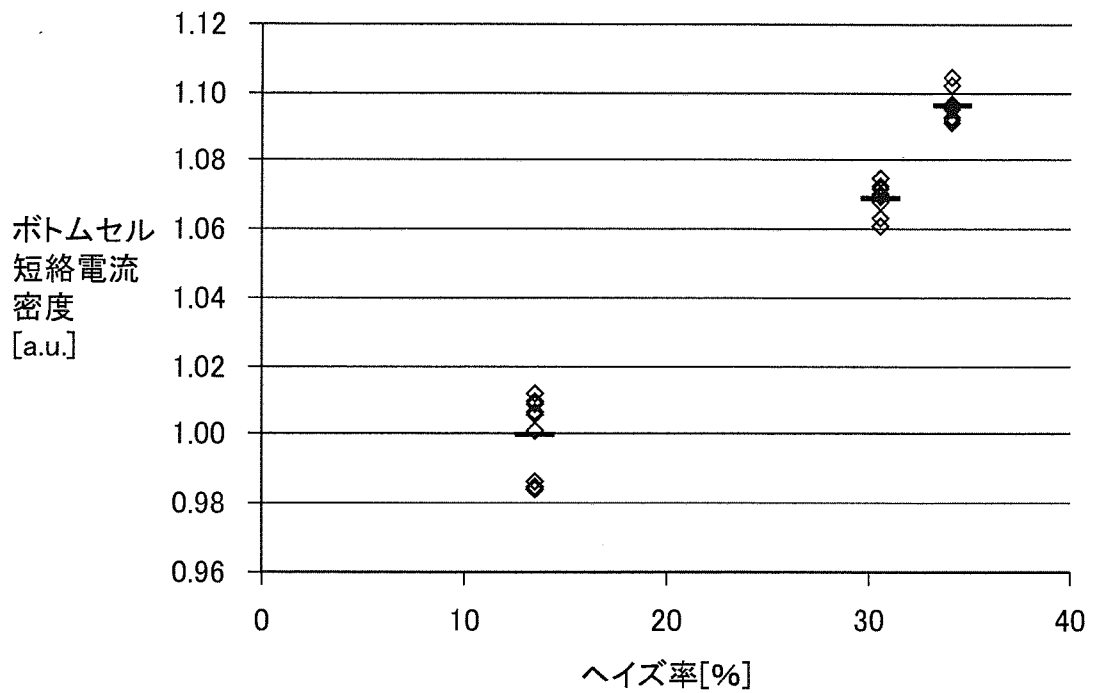
[図25]

FIG.25



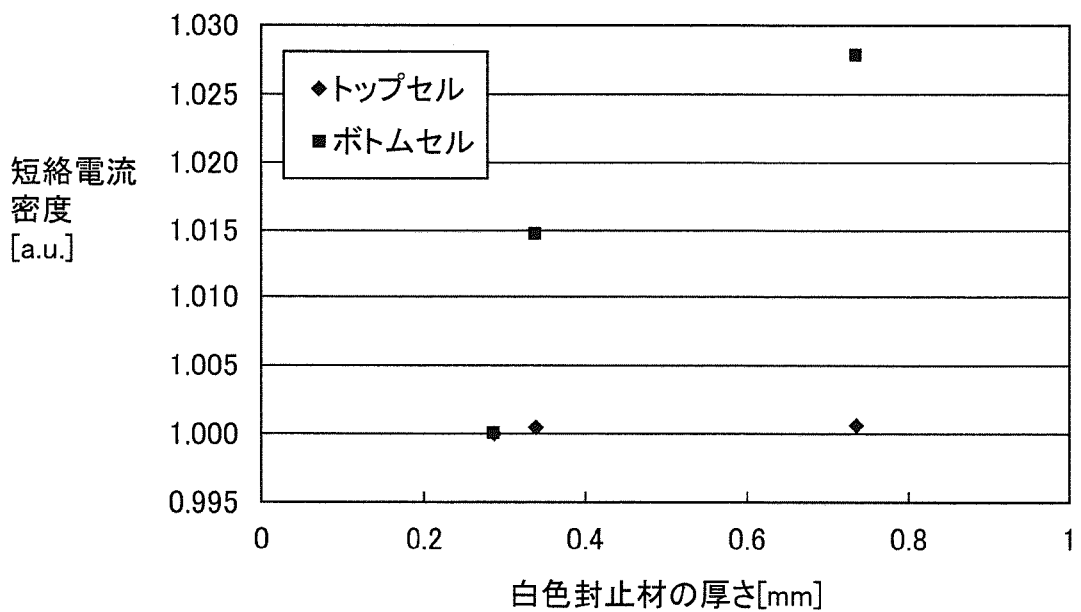
[図26]

FIG.26



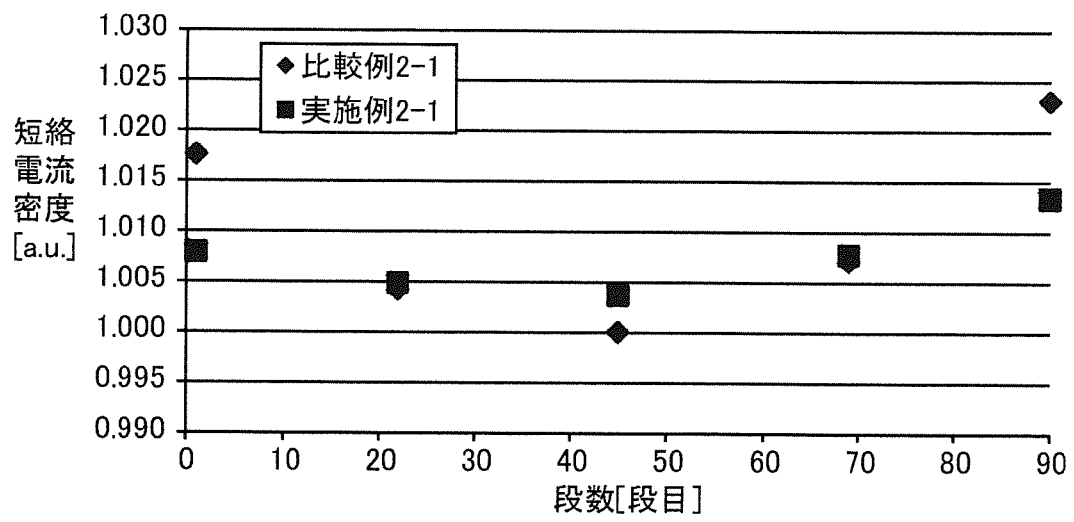
[図27]

FIG.27



[図28]

FIG.28



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 082901

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01 L31 / 04 (2006.01) i, H01L31 / 042 (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, 51 / 42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1 996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

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.
Y	JP 2004-22961 A (Sharp Corp.), 22 January 2004 (22.01.2004), paragraphs [0002], [0003], [0010], [0011], [0017], [0024]; fig. 2 (Family: none)	1-9
Y	JP 2010-56238 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 11 March 2010 (11.03.2010), paragraphs [0006], [0010], [0041], [0076], [0077] (Family: none)	1-9



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

"I" 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
17 January, 2013 (17.01.13)Date of mailing of the international search report
29 January, 2013 (29.01.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 082901

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 2009/142187 AI (Kane ka Corp.), 26 November 2009 (26.11.2009), claim 1; paragraph s [0004], [0011], [0014], [0029], [0031], [0035]; fig. 1 & US 2011/0061715 AI & EP 2296186 AI	1- 9
A	JP 2011-66213 A (Mit subishi Heavy Industries, Ltd.), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraph s [0006], [0010] (Family : none)	1- 9
A	WO 2011/065571 AI (Kyocera Corp.), 03 June 2011 (03.06.2011), paragraph s [0138], [0140], [0143], [0147]; fig. 1 & EP 2509117 AI & CN 102725868 A	1- 9

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, H01L31/042 (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, 51/42

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—2013年
日本国実用新案登録公報	1996—2013年
日本国登録実用新案公報	1994—2013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 カテゴリー水	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 2004-22961 A (シャープ株式会社) 2004. 01. 22, D002】 , D003】 , D010】 , D011】 , D017】 , D024】 , 図 2】 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2010-56238 A (三菱重工業株式会社) 2010. 03. 11, D006】 , D010】 , D041】 , D076】 , D077】 (ファミリーなし)	1-9

☒ 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

IA」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
 IE」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
 F」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)
 IO」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

F」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
 rx」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
 IY」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
 I&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 01. 2013

国際調査報告の発送日

29. 01. 2013

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)

井上 徹

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2K

3607

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
A	wo 2009/142187 AI (株式会社力ネ力) 2009. 11. 26, [請求項 1] , [0004] , [0011] , [0014] , [0029] , [0031] , [0035] , [図 1] & US 2011/0061715 AI & EP 2296186 AI	1-9
A	JP 2011-66213 A (三菱重工業株式会社) 2011. 03. 31, 【0006】 , 【010】 (ファミリーなし)	1-9
A	Wo 2011/065571 A1 (京セラ株式会社) 2011. 06. 03, [0138] , [0140] , [0143] , [0147] , [図 1] & EP 2509117 A1 & CN 102725868 A	1-9