

(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
2018年9月7日(07.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/159117 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/05 (2014.01) *H01L 31/0224* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/000885

(22) 国際出願日: 2018年1月15日(15.01.2018)

(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 2017-041159 2017年3月3日(03.03.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社カネカ (KANEKA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5308288 大阪府大阪市北区中之島二丁目3番18号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 寺下 徹 (TERASHITA, Toru); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5丁目1-1 株式会社

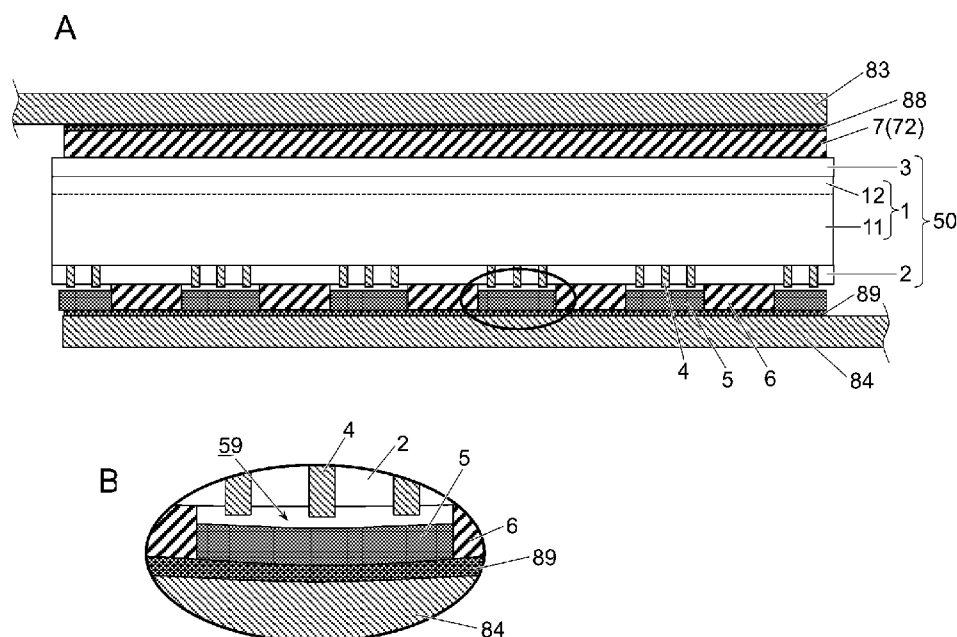
カネカ内 Osaka (JP). 吉河 訓太 (YOSHIKAWA, Kunta); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5丁目1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 新宅 将人, 外 (SHINTAKU, Masato et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目5-7 東亜ビル いざなぎ国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: SOLAR BATTERY MODULE

(54) 発明の名称: 太陽電池モジュール



(57) **Abstract:** A solar battery module (200) comprises a solar battery string in which a plurality of solar batteries (101, 102, 103) are connected via wiring material (83, 84). The solar battery (101) includes: an opto-electric conversion part (50); a light-receiving surface electrode (70) disposed on a light-receiving surface of the opto-electric conversion part; and a metal film (5) arranged on the back face of the opto-electric conversion part. The metal film has a plurality of openings along the extension direction of the wiring material, in the area of connection to the wiring material. The wiring material is connected through an adhesive layer (89) to the metal film and to the opto-electric conversion part exposed from the openings of the metal film or the electrode fixed to the top of the opto-electric conversion part. There is a non-bonded part

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(59) between the metal film and the opto-electric conversion part.

(57) 要約: 太陽電池モジュール (200) は、複数の太陽電池 (101, 102, 103) が配線材 (83, 84) を介して接続された太陽電池ストリングを備える。太陽電池 (101) は、光電変換部 (50) と、光電変換部の受光面に設けられた受光面電極 (70) と、光電変換部の裏面に配置された金属膜 (5) とを有する。金属膜は、配線材との接続領域において、配線材の延在方向に沿って複数の開口を有する。配線材は、金属膜、および金属膜の開口から露出した光電変換部または光電変換部上に固定された電極と、接着層 (89) を介して接続されている。金属膜と光電変換部との間には非接合部 (59) が存在する。

明 細 書

発明の名称：太陽電池モジュール

技術分野

[0001] 本発明は太陽電池モジュールに関する。

背景技術

[0002] 単結晶シリコン基板や多結晶シリコン基板等の結晶半導体基板を用いた結晶系太陽電池は、受光面側にパターン状の金属電極を備える。単面入射型の太陽電池では、半導体基板で吸収されずに裏面に到達した光の有効利用や、キャリア回収効率向上を目的として、セルの裏面側の略全面に金属膜が設けられる。

[0003] 結晶系太陽電池は1つのセルの面積が小さいため、配線材（インターコネクタ）を介して複数のセルを電氣的に接続した太陽電池ストリングを、受光面側のガラス板と裏面側のバックシートとの間に封止することによりモジュール化したものが実用に供される。太陽電池モジュールを屋外で長期使用すると、セルと配線材との寸法変化の相違に起因して、セルからの配線材の剥離や、セルの反り、セルの破損等が生じ、特性が低下する場合がある。

[0004] 特許文献1では、セルの裏面に設けられたA I膜状電極上に半田等を用いて配線材を接続した後、膜状電極および配線材を覆うように銅箔等の金属箔を設けた太陽電池モジュールが開示されている。このモジュールでは、膜状電極および配線材を覆うように設けられた金属箔が直列抵抗低減に寄与するため、配線材の厚みを小さくできる。そのため、セルと配線材との接続部分の応力を低減可能であり、セルの反りや割れを抑制できる。

[0005] 特許文献2では、裏面の膜状電極に設けられた開口下にシリコン基板を露出させ、シリコン基板と配線材とを導電性接着剤を介して接続することにより、配線材の接着性を向上している。特許文献3等が開示されているPERC（Passivated Emitter and Rear Cell）構造の太陽電池では、基板裏面のパッシベーション膜上に膜状の金属電極を形成し、この金属電極の開口から

露出するように設けられた A g 電極を配線材と半田接続することにより、セルと配線材との接着性を高めている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 0 5 － 1 6 7 1 5 8 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 1 － 2 2 8 4 1 8 号公報

特許文献3：特開 2 0 1 6 － 1 8 9 4 3 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献 2 や特許文献 3 に開示されているように、太陽電池の電極と配線材とを部分的に接続する場合は、接触抵抗が増大する場合がある。一方、配線材の全面を太陽電池と接続すると、応力に起因する配線材の剥がれやセルの破損等が生じやすく、信頼性が低下する場合がある。上記に鑑み、本発明は太陽電池と配線材との接触抵抗が小さく、かつ信頼性に優れる太陽電池モジュールの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の太陽電池モジュールは、受光面保護材と裏面保護材との間に、複数の太陽電池が配線材を介して接続された太陽電池ストリングを備える。太陽電池は、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配置された金属膜とを有する。

[0009] 金属膜は、配線材との接続領域において、配線材の延在方向に沿って複数の開口を有する。太陽電池の裏面側では、配線材が、金属膜と接着層を介して接続されている。さらに、金属膜の開口から露出した光電変換部または光電変換部上に固定された電極も、接着層を介して配線材と接続されている。金属膜と光電変換部との間には非接合部が存在する。

[0010] 金属膜は、配線材との接続領域において、配線材の延在方向に沿って、開口が設けられている領域の長さの合計が、開口が設けられていない領域の長

さの合計の0.3～3倍であることが好ましい。金属膜は、アルミニウム、銅、および銀からなる群から選択される金属を主成分とするものが好ましい。

[0011] 太陽電池の裏面において配線材の接続には導電性接着フィルムを用いることが好ましい。配線材としては、受光面側の表面に凹凸構造を有するものが好ましく用いられる。

発明の効果

[0012] 本発明の太陽電池モジュールは、温度変化に伴う特性低下が抑制され、高い信頼性を有する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]一実施形態の太陽電池モジュールの模式的断面図である。

[図2]太陽電池の受光面の外観を示す平面図である。

[図3]太陽電池の裏面の外観を示す平面図である。

[図4]太陽電池の模式断面図である。

[図5]配線材が接続された太陽電池の模式断面図である。

[図6]太陽電池モジュールの温度サイクル試験結果を表すグラフである。

[図7]太陽電池モジュールの温度サイクル試験結果を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 図1は、本発明の一実施形態の太陽電池モジュール（以下、「モジュール」と記載する）の模式的断面図である。モジュール200は、複数の太陽電池101、102、103（以下、「セル」と記載する）を備える。それぞれのセルは、結晶半導体基板1を含む光電変換部50の受光面および裏面に電極を備える。

[0015] モジュール200では、隣接するセルが配線材83、84を介して接続されてストリングを形成している。ストリングの受光面側（図1の上側）には、受光面保護材91が設けられ、裏面側（図1の下側）には裏面保護材92が設けられている。モジュール200では、保護材91、92の間に封止材が充填されることにより、ストリングが封止されている。

[0016] 図2は、一形態のセルの受光面の平面図であり、図3はセルの裏面の平面図である。図4は、図2および図3のA-A線における断面図である。図4に示すセル101はいわゆるPERC構造の太陽電池であり、光電変換部50は、結晶半導体基板としてシリコン基板1を含んでいる。

[0017] シリコン基板1は、第一導電型領域11の受光面側表面に第二導電型領域12を有する。第一導電型領域と第二導電型領域とは異なる導電型を有する半導体領域であり、一方がp型、他方がn型である。以下では第一導電型をp型、第二導電型をn型として図3のセルの構成について説明する。

[0018] シリコン基板1は単結晶でも多結晶でもよい。シリコン基板1の厚みは100～300 μ m程度である。p型シリコン基板1の第一導電型領域11には、ドーパントとして、ホウ素、ガリウム等のp型ドーパントが含まれている。第二導電型領域12には、リン等のn型ドーパントが含まれている。シリコン基板1の受光面側の表面には、高さ1～10 μ m程度の凹凸が形成されていることが好ましい。受光面に凹凸が形成されることにより、受光面積が増大するとともに反射率が低減するため、光閉じ込め効率が高められる。基板の裏面側にもテクスチャ構造が設けられていてもよい。

[0019] シリコン基板1の受光面（n型領域12側）には反射防止層3が設けられ、シリコン基板1の裏面（p型領域11側）にはパッシベーション膜2が設けられている。シリコン基板1と、シリコン基板1の表裏に設けられた反射防止層3およびパッシベーション膜2が光電変換部50を構成している。光電変換部50の受光面には、反射防止層3上に受光面電極7が設けられている。光電変換部50の裏面には、パッシベーション膜2上に電極としての金属膜5および裏面バスバー電極6が設けられている。PERC構造のセルでは、これらの電極に加えて、パッシベーション膜2を貫通する貫通電極4が設けられている。

[0020] 反射防止層3は、セル101の受光面に照射された光の反射率を低減することにより、シリコン基板1への光取り込み量を増大させる作用を有する。反射防止層3は、例えば、屈折率が1.5～2.5程度、厚みが50～12

0 nm程度である。反射防止層3の材料としては、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸窒化アルミニウム、サイアロン等の絶縁材料が用いられる。

[0021] シリコン基板1の裏面に設けられたパッシベーション膜2は、シリコン基板1に対するパッシベーション効果をもたらし、キャリア再結合を低減する作用を有する。パッシベーション膜2の厚みは、例えば10～200 nm程度である。パッシベーション膜2の材料としては、酸化アルミニウム等の絶縁材料が用いられる。酸化アルミニウム等の負の電荷を有するパッシベーション膜を用いれば、電界効果によって少数キャリアである電子が基板1とパッシベーション膜2との界面から遠ざけられるため、少数キャリアの再結合を低減できる。なお、シリコン基板1の第一導電型領域がn型の場合には、裏面に設けられるパッシベーション膜として窒化シリコン等の正の電荷を有する材料を用いることが好ましい。

[0022] 受光面電極7は所定のパターン形状を有し、金属電極が設けられていない部分から光を取り込むことができる。金属電極のパターン形状は特に限定されないが、図2に示すように、平行に並んだ複数のフィンガー電極71、およびフィンガー電極に直交して延在するバスバー電極72からなるグリッド状に形成されることが好ましい。

[0023] フィンガー電極71は、シリコン基板1で生成した光キャリアを集めて、バスバー電極72に輸送するための電極である。図4に示すように、フィンガー電極71は、反射防止層3を貫通して、基板1のn型領域12に達するように設けられている。例えば、反射防止層上に銀ペーストを印刷し、加熱を行うことにより、反射防止層を貫通する銀電極を形成できる（ファイアースルー法）。フィンガー電極71の幅は例えば30～200 μ m程度であり、互いに1～3 mm程度の間隔を空けて設けられる。

[0024] バスバー電極72は、フィンガー電極から輸送された光キャリアをセルの外部に取り出すための電極であり、モジュールにおいてはバスバー電極72に配線材83が接続される。バスバー電極72の幅は例えば0.3～5 mm

程度であり、1つのセルに2～5本程度のバスバー電極が設けられる。図4では反射防止層3上にバスバー電極72が設けられているが、バスバー電極は、フィンガー電極と同様に反射防止層を貫通するように設けられていてもよい。

[0025] 貫通電極4は、パッシベーション膜2を貫通するように設けられる。貫通電極4の一端はシリコン基板1の第一導電型領域11に接しており、他端は膜状電極5と接している。貫通電極4は、平面視ドット状または帯状で、シリコン基板1の裏面の全体に設けられている。パッシベーション膜2を貫通するように孔を設ける方法としては、レーザ加工等により基板1に達するスルーホールを形成する方法や、ファイアースルー法が挙げられる。ファイアースルー法によりアルミニウムを含む貫通電極4を形成すれば、シリコン基板1へのアルミニウムの拡散により、バックサーフェスフィールド（BSF）領域（不図示）を形成できる。貫通電極4の径（幅）は60～500 μm 程度、ピッチは300～2000 μm 程度が好ましい。

[0026] 膜状電極5は、パッシベーション膜2および貫通電極4を覆うように設けられた金属膜であり、貫通電極4からキャリアを回収し、裏面バスバー電極6または配線材84にキャリアを輸送する作用を有する。そのため、膜状電極5は、基板の裏面の略全面を覆い、基板の裏面に設けられた全ての貫通電極4と接触可能に設けられていることが好ましい。膜状電極5の厚みは、例えば3～100 μm 程度である。

[0027] 膜状電極5は開口を有しており、開口から裏面バスバー電極6が露出している。複数の裏面バスバー電極6は、図3に示すように一方向に沿って直線状に配置されている。裏面バスバー電極6は、パッシベーション膜2を貫通してシリコン基板1に達するように設けられていてもよい。裏面バスバー電極6の厚みは1～30 μm 程度であり、幅は0.3～5mm程度である。裏面バスバー電極6は、例えば、銀を主成分とする導電性ペーストをスクリーン印刷等によって所望の形状に塗布した後、焼成することにより形成できる。

[0028] 図5 Aは、配線材83、84が接続されたセルの模式断面図である。図5 Bは図5 Aの囲み部分の拡大図であり、セルの裏面側における電極の接合状態を示している。図5 Aに示すように、受光面のバスバー電極72および裏面の電極5、6に、接着層88、89を介して配線材83、84が接続される。隣接する2つのセルの一方のセルの受光面のバスバー電極72と他方のセルの裏面バスバー電極6とを配線材を介して接続することにより、太陽電池ストリングが形成される。配線材83、84としては銅箔やめっき銅箔等が用いられる。受光面側に凹凸構造を有する配線材（いわゆる光拡散タブ配線）を用いることにより、配線材に入射した光を散乱させ、受光面保護材91での再反射光をセルに取り込むことができ、モジュールの光利用効率が高められる。

[0029] セルの裏面では、バスバー電極6が直線状に配置されている領域が配線材84との接続領域となる。この接続領域では、配線材の延在方向（x方向）に沿って、膜状電極5が設けられている領域と、膜状電極5の開口からバスバー電極6が露出している領域とが交互に配置されている。

[0030] 一般的なPERCセルでは、パッシベーション膜上および貫通電極上に、アルミニウムを主成分とする導電性ペーストをスクリーン印刷等によって塗布し、焼成することにより、バスバー電極形成領域に開口を有する膜状電極が形成される。この膜状電極は、セル裏面のパッシベーション膜および貫通電極と接合状態にあり、かつ裏面バスバー電極に物理的・電氣的に接続されている。一般的なPERCセルを用いたモジュールでは、裏面バスバー電極と配線材とが半田接合により電氣的に接続され、膜状電極と配線材とは接合されていない。貫通電極から膜状電極に輸送された光キャリアは、膜状電極からバスバー電極を介して配線材に輸送される。

[0031] これに対して、本発明のモジュールにおいては、図5 Aに示すように、裏面バスバー電極6だけでなく、膜状電極5も接着層89を介して配線材84に接合されている。一方、膜状電極5はセル裏面のパッシベーション膜2および貫通電極4との間に非接合部分を有する。「非接合」とは、典型的には

図5Bに示すように、間に空間59が存在する非接触の状態である。また、両者が接触していても、界面で接合しておらず、押圧、吸着、静電気等の物理的外力が付与されていない状態において剥離可能である場合は「非接合」に含まれる。一方、接着剤や半田等の接着層を介して接着されている場合や、印刷、めっき、CVD、スパッタ等により膜が密着形成され接合している場合は、「非接合」には該当しない。

[0032] 膜状電極5が、貫通電極4を有する光電変換部50の裏面との間に非接合部を有するため、封止によりモジュール化する前のストリングにおいては、光電変換部50と膜状電極5との電氣的接続が十分ではない場合がある。一方で、封止後のモジュールにおいては、封止の圧力によって膜状電極5が光電変換部50の裏面に密着するため、セル裏面の貫通電極4と膜状電極5との電氣的接続を確保できる。

[0033] 本発明のモジュールは、膜状電極5と光電変換部50とが非接合部を有することにより、温度変化に伴うセルや配線材の寸法変化が生じた場合でも、応力の集中を回避でき、セルからの配線材の剥離や、セルの破損等を抑制できる。また、膜状電極5と配線材84とが接着層89を介して接合され電氣的に接続されているため、温度変化による配線材の断線等が生じた場合でも、膜状電極5を介してセルの面内でキャリアを輸送でき、抵抗の上昇を抑制できる。そのため、本発明のモジュールは、温度サイクル耐久性に優れ、高い信頼性を有する。

[0034] 光電変換部50との間に非接触部分を有する膜状電極5としては、例えば金属箔が用いられる。裏面バスバー電極6の形成部分に対応する位置に開口を有する金属箔を光電変換部50上に配置して、金属箔の開口から裏面バスバー電極6を露出させた状態で、導電性接着剤や半田等の導電性材料を介して配線材を接続すれば、裏面バスバー電極6および膜状電極5としての金属箔と配線材84とが接着層89を介して接続される。裏面バスバー電極6は、光電変換部50上に固定されているため、配線材84が裏面バスバー電極6および膜状電極5と接着層89を介して接続されることにより、膜状電極

5は、光電変換部50とは非接合の状態で光電変換部の裏面上で位置が固定される。

[0035] 光電変換部50の裏面に膜状電極5を形成した後、膜状電極を光電変換部から剥離させることにより非接合部を設けてもよい。例えば、一般的なPERCセルと同様に、印刷等により、光電変換部50の裏面（パッシベーション膜2上および貫通電極4上）に膜状電極5を設け、裏面バスバー電極6および膜状電極5と配線材84とを接着層89を介して接続する。配線材84と膜状電極5とが接着層89により強固に接合されている状態で応力が付与されると、光電変換部50と膜状電極5との界面で剥離が生じ、非接合部を形成できる。

[0036] 接着層として半田を用いて配線材を接続した場合は、アルミニウムを主成分とする膜状電極は半田との接着性が低いため、応力を付与すると膜状電極の半田接続界面で剥離が生じやすい。一方、接着層の材料として導電性接着剤を用いた場合は、膜状電極5と配線材84とが強固に接着するため、膜状電極5と配線材84との間の接着力が、膜状電極5と光電変換部50との接着力よりも大きくなる傾向がある。そのため、界面に応力がかかると、接着層89を介した膜状電極5と配線材84との接合状態が維持され、相対的に接着力が小さい光電変換部50と膜状電極5との界面での剥離が生じやすく、膜状電極5と光電変換部50との間に非接合部を形成できる。

[0037] 配線材84との接続に伴う応力により、膜状電極5と光電変換部50との間に非接合部を設けるためには、配線材84と膜状電極5との接着力が高いことに加えて、配線材84との接続部分における応力が大きいことが好ましい。例えば、幅や厚みが大きく剛直性の高い配線材を用いれば、接続後の寸法変化に起因するセルの反りが生じやすく、これに伴う応力によって、図5Bに示すように光電変換部50から膜状電極5が剥離して、非接合部としての空間59が生じる。光電変換部から膜状電極が剥離すれば、応力が解放されるため、セルの反りは解消する傾向がある。

[0038] 配線材の幅を大きくすると、セルと配線材との接触面積が増大して接着性

を向上できる反面、受光面における遮光面積の増大に伴うシャドーイングロスの影響が大きくなる。そのため、受光面側に凹凸構造を有する光拡散タブ配線を用いることが好ましい。光拡散タブ配線とセルの裏面との接合には、接着層 8 9 として導電性接着フィルムを用いることが好ましい。

[0039] 膜状電極 5 と光電変換部 5 0 との界面は、全体が非接合状態でもよく、非接合部と接合部とが存在していてもよい。モジュールにおける配線材とセルとの間の応力を低減する観点からは、配線材接続領域における膜状電極 5 が光電変換部 5 0 との間に非接合部を有していることが好ましい。換言すると、配線材 8 4 の直下において、膜状電極 5 と光電変換部 5 0 とが非接合状態であることが好ましい。前述のように、配線材 8 4 との接続に起因する応力によって、光電変換部 5 0 と膜状電極 5 との界面に剥離を生じさせることにより、配線材 8 4 の直下の膜状電極 5 と光電変換部 5 0 とを非接合状態にできる。

[0040] セル裏面の配線材接続領域において、配線材の延在方向に沿って開口が設けられている領域の長さ W_2 の合計は、開口が設けられていない領域の長さ W_1 の合計の 0.3 ~ 3 倍が好ましく、0.5 ~ 2 倍がより好ましく、0.7 ~ 1.5 倍がさらに好ましい。 W_2/W_1 が過度に大きい場合（開口の比率が大きい場合）は、膜状電極の開口から露出した光電変換部または光電変換部上に固定された裏面バスバー電極と配線材との接続面積が大きいため、温度変化に伴うセルや配線材の寸法変化が生じた場合に、応力が散逸し難い。一方、 W_2/W_1 が過度に小さい場合（開口の比率が小さい場合）は、膜状電極の開口から露出した光電変換部または光電変換部上に固定された裏面バスバー電極と配線材との接続面積が小さく、配線材の接続が不安定となる傾向がある。 W_2/W_1 が上記範囲であれば、配線材 8 4 とセルの固定部分（裏面バスバー電極 6）との接合状態を維持しつつ、膜状電極 5 と配線材 8 4 との接続部分で応力を散逸できるため、モジュールの耐久性を向上できる。

[0041] 太陽電池ストリングの受光面側および裏面側に封止材を配置し、受光面保護材 9 1 と裏面保護材 9 2 との間で封止することにより、モジュールが得ら

れる。封止材としては、オレフィン系エラストマーを主成分とするポリエチレン系樹脂組成物、ポリプロピレン、エチレン/ α -オレフィン共重合体、エチレン/酢酸ビニル共重合体（EVA）、エチレン/酢酸ビニル/トリアリルイソシアヌレート（EVAT）、ポリビニルブチレート（PVB）、シリコン、ウレタン、アクリル、エポキシ等の透明樹脂を用いることが好ましい。受光面側と裏面側の封止材の材料は、同一でも異なってもよい。

[0042] 受光面保護材 91 は光透過性であり、ガラスや透明プラスチック等が用いられる。裏面保護材 92 としては、光反射性のフィルムが好ましく用いられる。光反射性の裏面保護材としては、金属色または白色等を呈するものが好ましく、白色樹脂フィルムや、樹脂フィルム間にアルミニウム等の金属箔を挟持した積層体等が好ましく用いられる。

[0043] 太陽電池ストリングの受光面側および裏面側のそれぞれに封止材および保護材を配置して積層した状態で、加熱圧着することにより、セル間やモジュールの端部にも封止材が流動してモジュール化が行われる。モジュール化の際の圧力により、膜状電極 5 が、光電変換部 50 の裏面に密着するため、貫通電極 4 と膜状電極 5 との電氣的接続を確保できる。

[0044] PERC 構造のセルを用いたモジュールについて説明したが、本発明の太陽電池モジュールに含まれるセルは、半導体基板を含む光電変換部の裏面に開口を有する金属膜が設けられていれば、その構成は特に限定されない。金属膜としては、アルミニウムの他に、銅や銀等を主成分とするものが好ましく用いられる。これらの金属は導電性に優れるとともに、長波長光の反射率が高いため、半導体基板で吸収されずにセルの裏面に到達した赤外光を反射して半導体基板に再入射させ、光利用効率を向上できる。

[0045] 光電変換部の裏面にはバスバー電極が設けられていなくてもよい。バスバー電極が設けられていない場合は、金属膜の開口下に露出した光電変換部と配線材とを導電性接着剤等により接合すればよい。

実施例

[0046] 以下では、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明するが、本発明は下

記の実施例に限定されるものではない。

[0047] [太陽電池の準備]

単結晶シリコン基板を用いたセルとして、PERCセルを準備した。PERCセルは、受光面にピラミッド状の凹凸が設けられた厚み $200\mu\text{m}$ の6インチp型単結晶シリコン基板（1辺の長さが 156mm のセミスクエア型）の受光面側にリングドープされたn型半導体領域を有し、その表面に窒化シリコン反射防止層が設けられていた。反射防止層上には、バスバー電極とフィンガー電極とからなるグリッド状の銀ペースト電極が設けられていた。シリコン基板の裏面側には、酸化アルミニウムパッシベーション膜が設けられ、パッシベーション膜を貫通するようにアルミニウム貫通電極が設けられており、パッシベーション膜および貫通電極に接するようにアルミニウム膜状電極が設けられていた。図3に示すように、膜状電極には開口が設けられており、開口下にAgペーストの印刷および焼成により形成された裏面バスバー電極が露出していた。バスバー電極の延在方向に沿って、膜状電極が設けられている領域の長さ W_1 の合計と、開口が形成されている領域の長さ W_2 の合計との比 W_2/W_1 は、約0.7であった。受光面および裏面ともにバスバー電極の数は3本であり、受光面のバスバー電極の幅はそれぞれ 1.5mm 、裏面のバスバー電極の幅はそれぞれ 3mm であった。

[0048] [ストリングの形成による膜剥がれ有無の検証]

上記のPERCセルに、表1に示す幅および厚みを有する銅配線材を接続し、9つのセルが直列に接続されたストリングを作製した。水準1～3および水準5では、配線材として、表裏が平面状で凹凸を有していないリボン状の半田めっき銅箔を用いた。水準4では、受光面側に凹凸構造を有する銅箔の表面に銀を被覆した光拡散タブ配線を用いた。

[0049] 受光面は、バスバー電極上の全面を配線材と半田により接続した。水準1～4では、配線材接続領域のバスバー電極上および膜状電極上の全面に導電性接着フィルム（CF）を配置してセル裏面側の配線材の接続を行った。水準5では、バスバー電極上への半田接続により、セル裏面側の配線材の接続

を行った。C F を用いた配線材の接続は、200℃で実施し、その後室温まで放冷した。配線材を接続後のセルの裏面の膜状電極の剥がれの有無を目視にて確認した。結果を表1に示す。

[0050] [表1]

	セル	配線材			裏面接着層		膜状電極剥がれ
		幅 (mm)	厚み (mm)	受光面 形状	種類	配置領域	
水準1	PERC	0.3	0.3	平面	CF	配線材下全面	なし
水準2	PERC	0.8	0.15	平面	CF	配線材下全面	なし
水準3	PERC	1.2	0.2	平面	CF	配線材下全面	あり
水準4	PERC	1.5	0.2	凹凸	CF	配線材下全面	あり
水準5	PERC	1.5	0.2	平面	半田	パスパー上のみ	なし
水準6	ヘテロ接合	1.5	0.2	凹凸	CF	配線材下全面	—
水準7	ヘテロ接合	1.5	0.2	平面	半田	配線材下全面	—

[0051] C F を用いて配線材の全面をセルの裏面と接続した水準1～4では、配線材の断面積の増大に伴って、裏面のA I 膜状電極が剥離する傾向がみられた。配線材の断面積が大きい場合には、加熱環境下での接着後の温度変化に伴うセルと配線材との接続界面の応力が大きいため、相対的に接着性の小さいセル裏面と膜状電極との界面で剥離が生じたと考えられる。一方、水準5では、水準4と略同一の断面積を有する配線材を用いたが、セルの裏面ではA I 膜状電極と配線材とが接続されていないため、A I 膜状電極の剥離が生じなかったと考えられる。

[0052] [モジュールの作製および温度サイクル試験]

裏面膜状電極の剥がれが生じていた水準4のストリング、および裏面膜状電極の剥がれが生じていなかった水準5のストリングを用い、太陽電池モジュールを作製した。受光面側保護材としての白板ガラス上にE V Aシートを載置し、その上に上記の太陽電池ストリングを、隣接するストリング間の距離が2mmとなるように6列配置し、ストリングの端部で隣接するストリング間の電気接続を行い、計54個の太陽電池を直列接続した。その上に裏面側封止材としてE V Aシートを載置し、その上に裏面保護材として基材P E Tフィルム上に白色樹脂層を設けた白色の光反射性バックシートを載置した。

。大気圧での加熱圧着を5分間行った後、150℃で60分間保持してEVAを架橋させ、太陽電池モジュールを得た。

- [0053] 太陽電池モジュールの初期発電特性（短絡電流 I_{sc} 、開放電圧 V_{oc} 、曲線因子 FF および最大出力 P_{max} ）を測定した後、IEC61215に準じて温度サイクル試験を実施した。温度サイクルは、試験槽に太陽電池モジュールを導入した後、85℃で10分保持、100℃/時間で-40℃まで降温、-40℃で10分間保持、および100℃/時間で85℃まで昇温、を1サイクルとした。100サイクル、200サイクル、300サイクル、400サイクル、500サイクル、600サイクル、800サイクル、1100サイクルおよび1300サイクル後に太陽電池モジュールの出力を測定し、太陽電池モジュールの初期発電特性に対する発電特性の比率（保持率）求めた。 P_{max} および FF の保持率を図6に示す。

- [0054] [参考例：ヘテロ接合セルを用いたモジュールの評価]

単結晶シリコン基板を用いたセルとして、ヘテロ接合セルを用い、上記のPERCセルと同様に、モジュール化およびサイクル試験を実施した。ヘテロ接合セルは、表裏にピラミッド状の凹凸が設けられた厚み160 μm の6インチn型単結晶シリコン基板の受光面側に、真性非晶質シリコン層、p型非晶質シリコン層およびITO透明電極層を備え、シリコン基板の裏面側に真性非晶質シリコン層、n型非晶質シリコン層およびITO透明電極層を備える。受光面および裏面のそれぞれには、バスバー電極とフィンガー電極とからなるグリッド状の銅メッキ電極が設けられていた。受光面および裏面ともに、バスバー電極の数は3本であり、それぞれの幅は1.5mmであった。

- [0055] 上記のヘテロ接合セルに、表1に示す幅および厚みを有する銅配線材を接続し、9つのセルが直列に接続されたストリングを作製した。水準6では、水準4と同一の配線材を用い、受光面はバスバー電極上の全面を配線材と半田により接続し、裏面はバスバー電極上の全面を配線材とCFにより接続した。水準7では、水準5と同一の配線材を用い、受光面および裏面のバスバ

一電極上の全面を配線材と半田により接続した。得られたストリングを用い、水準4、5と同様にして、54個のセルが直列接続された太陽電池モジュールを作製し、温度サイクル試験を実施した。900サイクルまでの100サイクルごとの P_{max} およびFFの保持率を図7に示す。

[0056] ヘテロ接合セルを用いて評価を行った結果を示す図7では、セルの裏面にCFを用いて拡散配線材を接続した水準6と、半田を用いて凹凸のない配線材を接続した水準7の間に、保持率の差はみられなかった。この結果から、配線材の形状および接着層の種類は保持率に大きな影響を与えないと考えられる。

[0057] 一方、PERCセルを用いて評価を行った結果を示す図6では、半田を用いてバスバー領域上にのみ配線材を接続した水準5に比べて、CFを用いて光拡散配線材を接続することにより裏面膜状電極の剥がれが生じていた水準4が高い保持率を示した。前述のように、配線材の形状および接着層の種類は保持率に大きな影響を与えないことから、水準4では、セル裏面の膜状A1電極が剥がれて非接合状態となっていることが、水準5に比べて高い保持率を示す要因であるといえる。水準4および水準5のいずれにおいても、最大出力 P_{max} の保持率が曲線因子FFの保持率と連動していることから、配線材の接着力低下等に伴う抵抗の増加が保持率低下の原因であると考えられる。

[0058] 以上の結果から、水準4では、セル裏面の膜状A1電極が導電性接着フィルムを介して配線材と接続され光電変換部から剥離して非接合部を形成していることにより、温度変化に伴う寸法変化が生じた場合でも、配線材の接合界面への応力が生じ難く、配線材の接着力が維持されるために温度サイクル耐久性が高いことが分かる。

符号の説明

[0059]	200	太陽電池モジュール
	101～103	太陽電池
	50	光電変換部

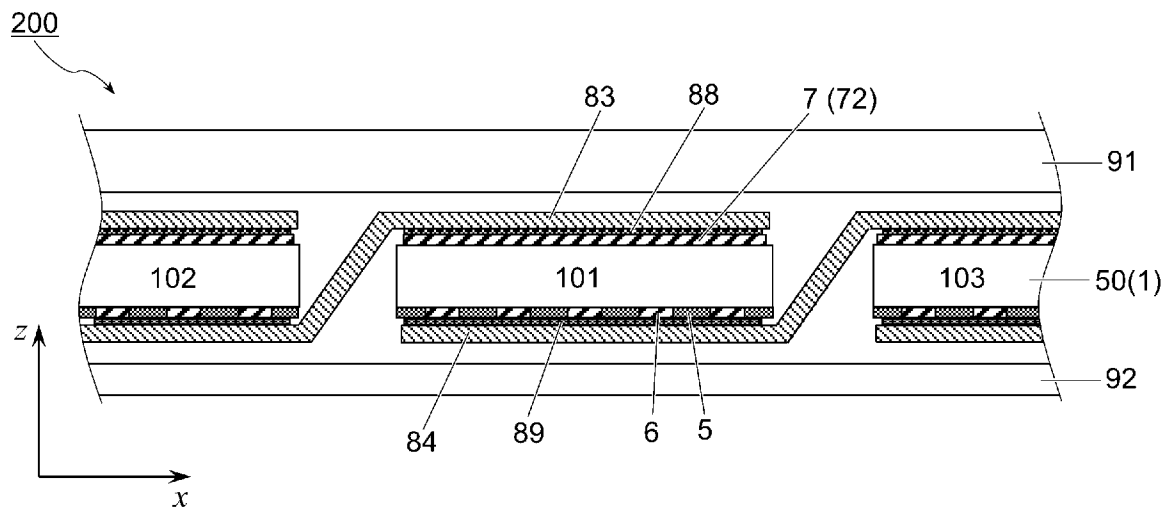
1	シリコン基板（結晶半導体基板）
2	パッシベーション膜
3	反射防止層
4	貫通電極
5	膜状電極（金属膜）
6	裏面バスバー電極
7 0	受光面電極
7 1	フィンガー電極
7 2	バスバー電極
8 3, 8 4	配線材
8 8, 8 9	接着層
9 1	受光面保護材
9 2	裏面保護材

請求の範囲

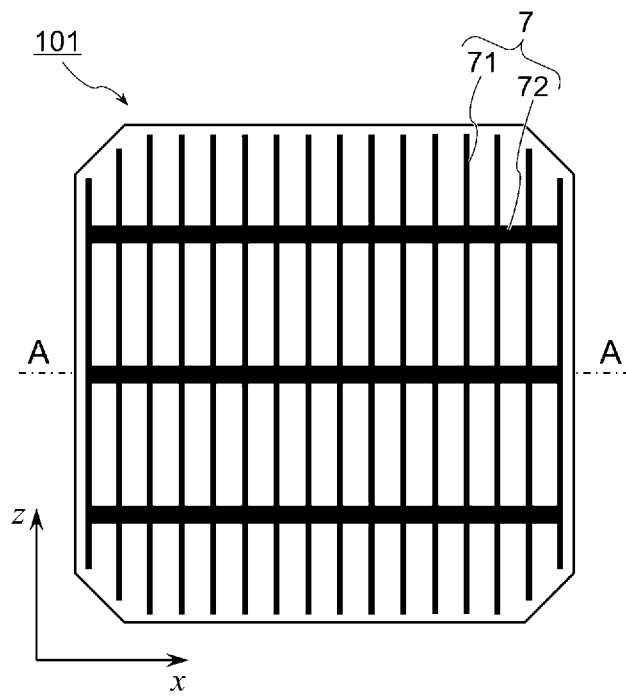
- [請求項1] 複数の太陽電池が配線材を介して接続された太陽電池ストリング、前記太陽電池ストリングの受光面側に配置された光透過性の受光面保護材、および前記太陽電池ストリングの裏面側に配置された裏面保護材、を備える太陽電池モジュールであって、
- 前記太陽電池は、光電変換部と、前記光電変換部の受光面に設けられた受光面電極と、前記光電変換部の裏面に配置された金属膜とを有し、
- 前記金属膜は、前記配線材との接続領域において、配線材の延在方向に沿って複数の開口を有し、
- 前記配線材は、前記金属膜、および前記金属膜の開口から露出した光電変換部または光電変換部上に固定された電極と、接着層を介して接続されており、
- 前記金属膜と前記光電変換部との間には非接合部が存在する、太陽電池モジュール。
- [請求項2] 前記配線材と前記金属膜との間に設けられた接着層が導電性接着フィルムである、請求項1に記載の太陽電池モジュール。
- [請求項3] 前記配線材と前記金属膜の開口から露出した光電変換部または光電変換部上に固定された電極との間に設けられた接着層が導電性接着フィルムである、請求項1または2に記載の太陽電池モジュール。
- [請求項4] 前記金属膜は、前記配線材との接続領域において、配線材の延在方向に沿って、開口が設けられている領域の長さの合計が、開口が設けられていない領域の長さの合計の0.3～3倍である、請求項1～3のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。
- [請求項5] 前記金属膜は、アルミニウム、銅、および銀からなる群から選択される金属を主成分とする、請求項1～4のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。
- [請求項6] 前記配線材が受光面側の表面に凹凸構造を有する、請求項1～5の

いずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

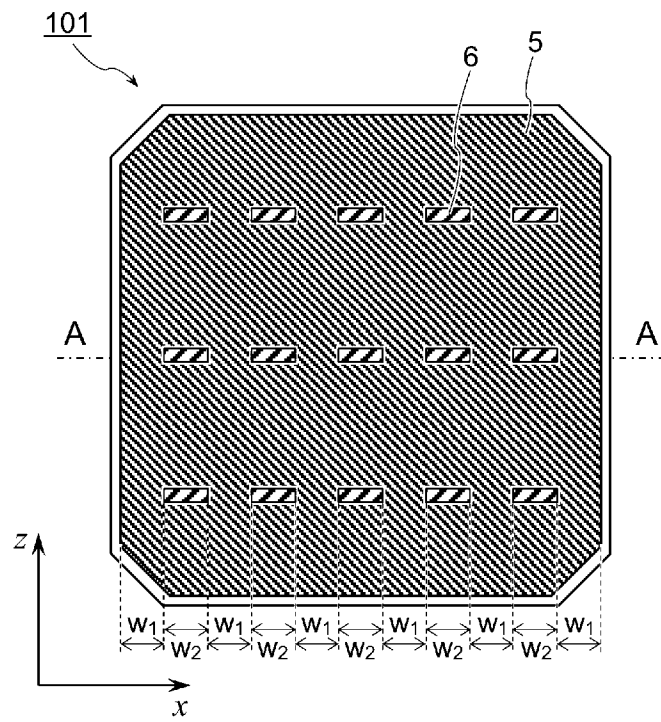
[図1]



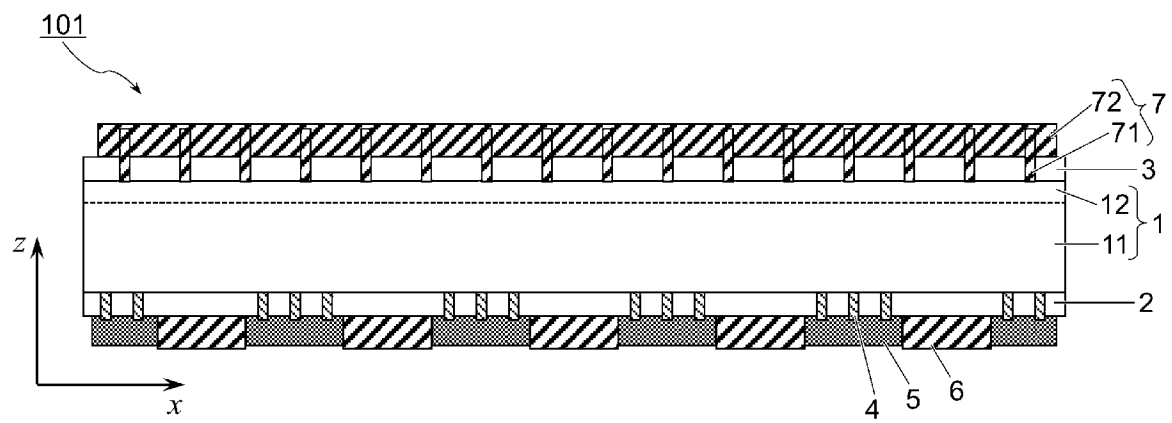
[図2]



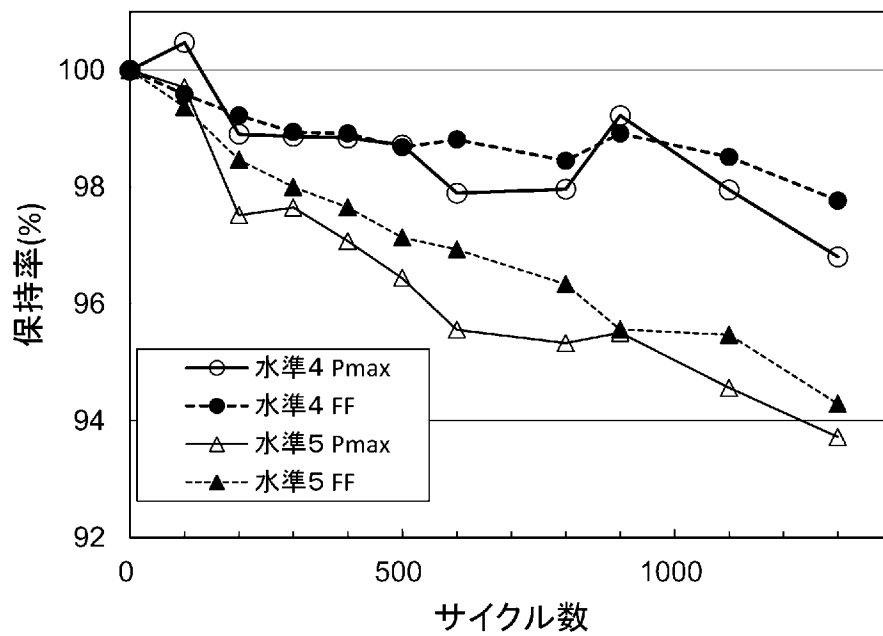
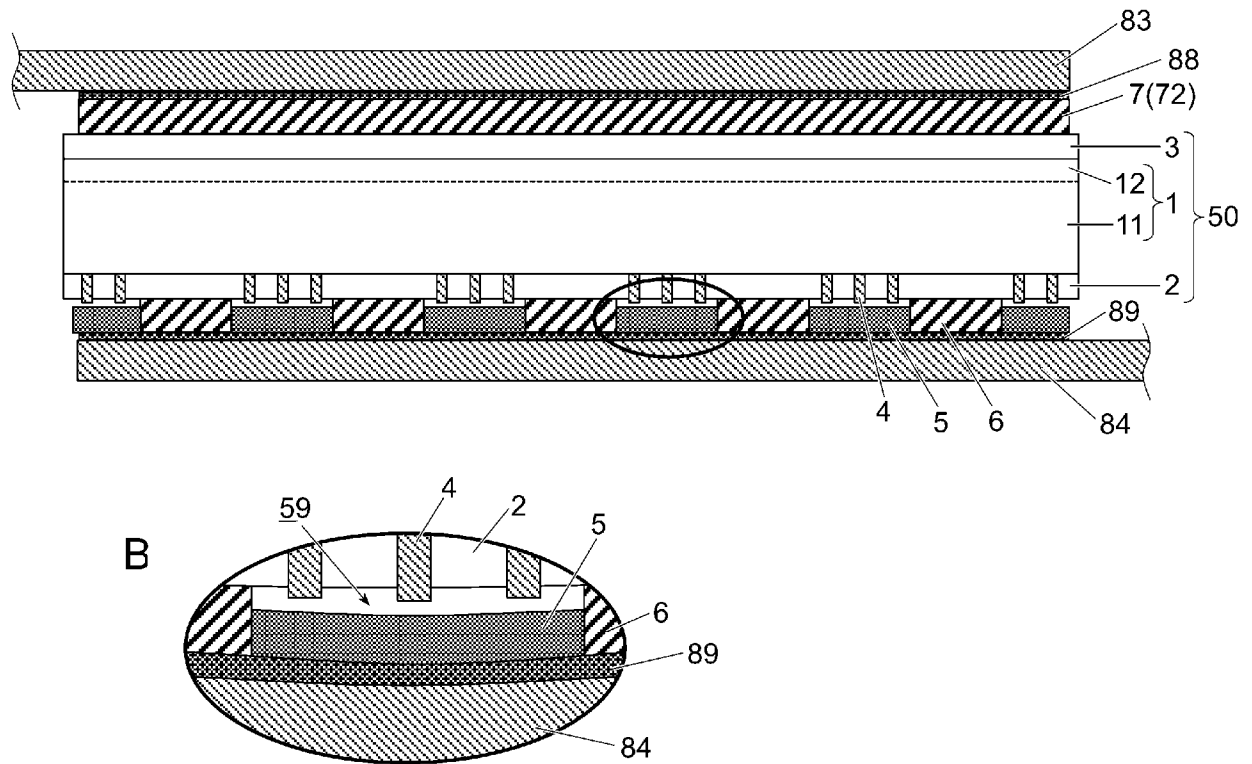
[図3]



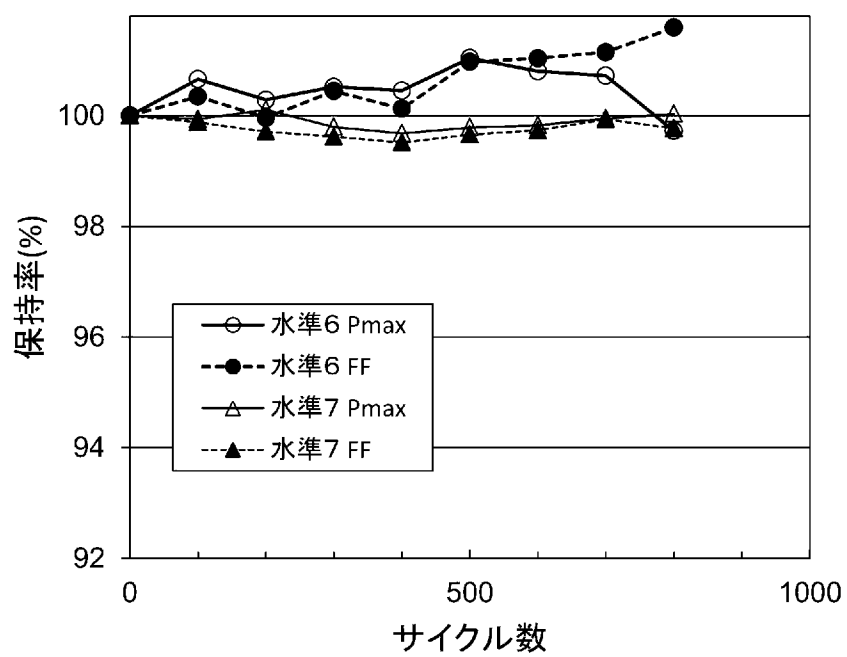
[図4]



A



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/000885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L31/05 (2014.01) i, H01L31/0224 (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)

Int.Cl. H01L31/02-31/078, 31/18-31/20, 51/42-51/48, H02S10/00-10/40, 30/00-50/15, 99/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 Y	WO 2014/112053 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 24 July 2014, paragraphs [0052]-[0062], fig. 5-1 to fig. 6-2 (Family: none)	1-5 6
Y	JP 2016-167641 A (DEXERIALS CORP.) 15 September 2016, paragraphs [0003]-[0005], [0018]-[0038], fig. 1-5, 11, 12 (Family: none)	6



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
31.01.2018

Date of mailing of the international search report
13.02.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/000885

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2012/0103385 A1 (HONG, J. K.) 03 May 2012, paragraphs [0036]-[0074], fig. 1-3 & KR 10-2012-0044540 A	6
A	WO 2015/098872 A1 (KANEKA CORPORATION) 02 July 2015, paragraphs [0029]-[0123], fig. 1-9 & US 2016/0329862 A1, paragraphs [0038]-[0130], fig. 1-9	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/05(2014.01)i, H01L31/0224(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. H01L31/02-31/078, 31/18-31/20, 51/42-51/48, H02S10/00-10/40, 30/00-50/15, 99/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 Y	WO 2014/112053 A1 (三菱電機株式会社) 2014.07.24, [0052]-[0062], 図 5-1 - 図 6-2 (ファミリーなし)	1-5 6
Y	JP 2016-167641 A (デクセリアルズ株式会社) 2016.09.15, [0003]-[0005], [0018]-[0038], 図 1-図 5, 図 11-図 12 (ファミリーなし)	6

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

31.01.2018

国際調査報告の発送日

13.02.2018

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)

河村 麻梨子

2 K

5555

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	US 2012/0103385 A1 (HONG, Jongkyoung) 2012.05.03, [0036]-[0074], 図 1-図 3 & KR 10-2012-0044540 A	6
A	WO 2015/098872 A1 (株式会社カネカ) 2015.07.02, [0029]-[0123], 図 1-図 9 & US 2016/0329862 A1 [0038]-[0130], 図 1-図 9	1-6