

(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
2024年1月11日(11.01.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/009690 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/05 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021533
- (22) 国際出願日: 2023年6月9日(09.06.2023)
- (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 2022-108510 2022年7月5日(05.07.2022) JP
- (71) 出願人: デクセリアルズ株式会社(DEXERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3230194 栃木県下野市下坪山1724 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 奥宮 秀昭 (OKUMIYA, Hideaki); 〒3230194 栃木県下野市下坪山1724

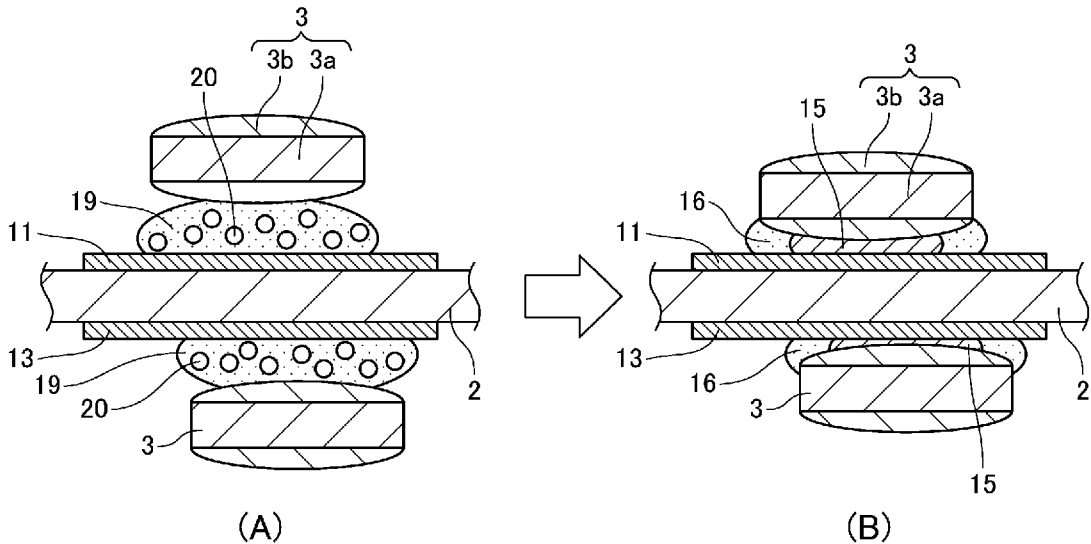
デクセリアルズ株式会社内 Tochigi (JP).
林 直樹(HAYASHI, Naoki); 〒3230194 栃木県下野市下坪山1724 デクセリアルズ株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 野口 信博, 外 (NOGUCHI, Nobuhiro et al.); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町3-16-11 エルヴァージュ神田錦町2階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: SOLAR CELL MODULE, ELECTROCONDUCTIVE ADHESIVE MATERIAL, AND METHOD FOR MANUFACTURING SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称: 太陽電池モジュール、導電性接着材、及び太陽電池モジュールの製造方法



(57) Abstract: According to the present invention, even if tab lines on the front and back of a solar battery cell are dislocated, it is possible to prevent the occurrence of breakage or warpage of the solar battery cell, or the occurrence of cracking at the sections connected to the tab lines. A solar cell module 1 has: a solar battery cell 2; and tab lines 3 connected to electrodes 11, 13 formed on the front and back of the solar battery cell 2. A metal bonding section 15 formed of a solder joining each of the electrodes 11, 13 to the corresponding tab line 3 is formed at the widthwise center of the tab line 3. The solar cell module 1 has a covering section 16 that is formed of a cured material of a thermosetting binder resin and that covers bilateral ends of the metal bonding section 15 and the tab line 3 in cross section.

MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：太陽電池セルの表裏におけるタブ線の位置ズレが生じたとしても、太陽電池セルの割れや反り、タブ線との接続部におけるクラックの発生を防止する。太陽電池モジュール1は、太陽電池セル2と、太陽電池セル2の表裏に形成された電極11、13と接続されたタブ線3を有し、タブ線3の幅方向の中央部に、タブ線3と電極11、13を接続するはんだによる金属結合部15が形成され、熱硬化性のバインダー樹脂の硬化物からなり、断面視において、金属結合部15、及びタブ線3の両側縁を被覆する被覆部16を有する。

明 細 書

発明の名称：

太陽電池モジュール、導電性接着材、及び太陽電池モジュールの製造方法 技術分野

[0001] 本技術は、太陽電池モジュール、太陽電池セルとタブ線を接続する導電性接着材、及び太陽電池モジュールの製造方法に関する。本出願は、日本国において2022年7月5日に出願された日本特許出願番号特願2022-108510を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照されることにより、本出願に援用される。

背景技術

[0002] 従来、太陽電池モジュール内の太陽電池セルと、太陽電池セルで発電した電気を取り出す集電用のタブ線とを接続する方法として、はんだ接続工法が用いられている。タブ線は、銅線をはんだで被覆した線材であり、太陽電池セルに設けられた集電電極（バスバー電極）上に配置した後、ボンディングヘッドによりはんだ接続温度以上の温度で加熱押圧することにより接合を行っている。

[0003] タブ線の接続温度は、被覆はんだとして、一般的な鉛フリー共晶はんだの $\text{Sn}-3\text{Ag}-0.5\text{Cu}$ 系を使用した場合、 250°C 程度と高温となる。シリコン系太陽電池セルの原料となるシリコンは、比較的熱膨張が小さい材料であるのに対して、タブ線に使用される銅は熱膨張が大きく、この熱膨張差からタブ線の接続時に熱ひずみが発生する。接続温度が高いほどこのひずみは大きくなるため、太陽電池セルのタブ線が接続された部位に割れや反りが発生するおそれがある。

[0004] また、銅線を被覆するはんだ材料として、低温共晶はんだの $\text{Sn}-58\text{Bi}$ 系を用いると、 Bi 共晶はんだの脆い特性からタブ線と太陽電池セルの線膨張差によってはんだ接続部にクラックが発生し、また長期にわたって導通信頼性を確保することが困難となる。

[0005] そこで、従来のはんだ接続工法に代わり、導電性接着材を用いる工法が提案されている（特許文献１）。導電性接着材は、フィルム状に加工した硬化性樹脂組成物内に導電粒子が分散された接合材料であり、太陽電池セルのバスバー電極上に貼付し、タブ線とともに熱加圧することによりタブ線とバスバー電極を導通接続する。この工法では、上述したはんだ接続工法よりも低温で加熱押圧することで太陽電池セルとタブ線を接続することが可能となり、はんだ接続工法に対して優位性がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特許第５６９２３４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、導電性接着材を用いた工法は、タブ線の接続時に数MPa程度の圧力をかける必要が有る。一般的に使用されているタブ線は、溶解したはんだに銅線を浸漬してはんだ付けを行うディップメッキ加工が施されており、図１３に示すように、断面視において被覆はんだ１０３により中央部が膨らんだ形状を有する。このため、太陽電池セル１０１の表裏においてタブ線１０２の位置ずれが発生すると、接続時の圧力によりタブ線１０２の接続部１０４にクラックが発生したり、太陽電池セル１０１のタブ線１０２が接続された部位に割れや反りが発生したりするおそれがある。

[0008] また、図１４に示すような断面視において平坦な形状を有するタブ線１０２を用いた場合でも、太陽電池セル１０１の表裏におけるタブ線１０２の位置が大きくずれると、同様にクラックや割れ等が発生するおそれがあった。

[0009] そこで、本技術は、太陽電池セルの表裏におけるタブ線の位置ズレが生じたとしても、太陽電池セルの割れや反り、タブ線との接続部におけるクラックの発生を防止し、且つ長期にわたる導通性信頼性を確保できる太陽電池モジュール及び接続材料を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 上述した課題を解決するために、本技術に係る太陽電池モジュールは、太陽電池セルと、上記太陽電池セルの表裏に形成された電極と接続されたタブ線を有し、上記タブ線の幅方向の中央部に、上記タブ線と上記電極を接続するはんだによる金属結合部が形成され、熱硬化性のバインダー樹脂の硬化物からなり、断面視において、上記金属結合部、及びタブ線の両側縁を被覆する被覆部を有するものである。
- [0011] また、本技術に係る導電性接着材は、複数の太陽電池セルが直列に接続されてなる太陽電池モジュールの少なくとも一つの太陽電池セルの集電電極を集電用タブ線と接続するための導電性接着剤において、熱硬化型エポキシ樹脂とイミダゾール系潜在性硬化剤とを含有するバインダー樹脂と、上記バインダー樹脂中に分散されたはんだ粒子を有し、上記はんだ粒子は、B i系のはんだ粒子である。
- [0012] また、本技術に係る太陽電池モジュールの製造方法は、太陽電池セルの電極上に熱硬化型の導電性接着材を設ける工程と、上記導電性接着材の上に集電用のタブ線を配置する工程と、上記太陽電池を加熱し、上記タブ線を50kPa以下の荷重又は無荷重で実装する工程を有し、上記導電性接着材は、上記記載の導電性接着材であり、上記タブ線の幅方向の中央部に、はんだによる金属結合部が形成され、熱硬化性のバインダー樹脂の硬化物からなり、断面視において、上記金属結合部、及びタブ線の両側縁を被覆する被覆部を有するものである。

発明の効果

- [0013] 本技術によれば、金属結合部が被覆部によってサポートされることにより、金属結合部のクラックの発生や、タブ線との熱膨張差等による太陽電池セルの割れや反りを防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1は、太陽電池モジュールの一構成例を示す分解斜視図である。
- [図2]図2は、太陽電池セルのストリングスの一構成例を示す断面図である。

[図3]図3は、本技術に係るタブ線の接続工程を示す断面図であり、(A)は導電性接着フィルム上にタブ線を配置した状態、(B)は金属結合部及び被覆部が形成された状態を示す。

[図4]図4は、表面が平坦なタブ線を接続した太陽電池セルを示す断面図である。

[図5]図5は、導電性接着フィルムを示す断面図である。

[図6]図6は、本技術に係る太陽電池モジュールの製造工程を示す斜視図であり、(A)は太陽電池セルを示し、(B)はバスバー電極及び裏面電極に導電性接着フィルムを貼付する工程を示し、(C)は導電性接着フィルム上にタブ線を配置する工程を示す。

[図7]図7は、バスバー電極に接続するタブ線と裏面電極に接続するタブ線の接続位置を、太陽電池セルを介して向かい合う位置から1.0mmずらした位置とした状態を示す断面図である。

[図8]図8は、バスバー電極に接続するタブ線と裏面電極に接続するタブ線の接続位置を、太陽電池セルを介して向かい合う位置から1.0mmずらした位置とした状態を示す断面図である。

[図9]図9は、比較例に係る太陽電池モジュールの製造工程を示す斜視図であり、(A)はバスバー電極及び裏面電極に導電性接着フィルムを貼付する工程を示し、(B)は導電性接着フィルム上にタブ線を配置する工程を示し、(C)はバスバー電極上のタブ線の上からボンディングヘッドで加熱押圧することによりタブ線を接続する工程を示す。

[図10]図10は、バスバー電極に接続するタブ線と裏面電極に接続するタブ線の接続位置を、太陽電池セルを介して向かい合う位置から1.0mmずらした位置とした状態を示す断面図である。

[図11]図11は、比較例に係る太陽電池モジュールの製造工程を示す斜視図であり、(A)はバスバー電極にフラックスを塗布する工程を示し、(B)はバスバー電極及び裏面電極上にタブ線を配置する工程を示す。

[図12]図12は、バスバー電極に接続するタブ線と裏面電極に接続するタブ

線の接続位置を、太陽電池セルを介して向かい合う位置から1.0mmずらした位置とした状態を示す断面図である。

[図13]図13は、導電粒子が分散された導電性接着フィルムを用いてタブ線を接続した太陽電池セルにおいてクラックが発生した状態を示す断面図である。

[図14]図14は、導電粒子が分散された導電性接着フィルムを用いてタブ線を接続した太陽電池セルにおいてクラックが発生した状態を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本技術が適用された太陽電池モジュール、導電性接着材、及び太陽電池モジュールの製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本技術は、以下の実施形態のみに限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更が可能であることは勿論である。また、図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは異なることがある。具体的な寸法等は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

[0016] 本発明が適用された太陽電池モジュール1は、図1、図2に示すように、複数の太陽電池セル2がインターコネクタとなるタブ線3によって直列に接続されたストリングス4を有し、このストリングス4を複数配列したマトリクス5を備える。そして、太陽電池モジュール1は、このマトリクス5が封止接着剤のシート6で挟まれ、受光面側に設けられた表面カバー7及び裏面側に設けられたバックシート8とともに一括してラミネートされ、最後に、周囲にアルミニウムなどの金属フレーム9が取り付けられることにより形成される。

[0017] 封止接着剤としては、例えばエチレンビニルアセテート樹脂(EVA)等の透光性封止材が用いられる。また、表面カバー7としては、例えば、ガラスや透光性プラスチック等の透光性の材料が用いられる。また、バックシー

ト8としては、ガラスや、アルミニウム箔を樹脂フィルムで挟持した積層体等が用いられる。

[0018] 太陽電池モジュールの各太陽電池セル2は、光電変換素子10を有する。光電変換素子10は、単結晶型シリコン光電変換素子、多結晶型光電変換素子を用いる結晶シリコン系太陽電池や、アモルファスシリコンからなる薄膜シリコン系太陽電池、アモルファスシリコンからなるセルと微結晶シリコンやアモルファスシリコンゲルマニウムからなるセルとを積層させた多接合型の薄膜シリコン系太陽電池、結晶シリコン太陽電池にペロブスカイト型等の有機薄膜太陽電池をタンデム結合させたタンデム結晶シリコン太陽電池、いわゆる化合物薄膜系太陽電池、有機系、量子ドット型など、各種光電変換素子10を用いることができる。

[0019] また、光電変換素子10は、受光面側に内部で発生した電気を集電するフィンガー電極12とフィンガー電極12の電気を集電するバスバー電極11とが設けられている。バスバー電極11及びフィンガー電極12は、太陽電池セル2の受光面となる表面に、例えばAgペーストがスクリーン印刷等により塗布された後、焼成されることにより形成される。また、フィンガー電極12は、受光面の全面に亘って、例えば約50～200 μ m程度の幅を有するラインが、所定間隔、例えば2mmおきに、ほぼ平行に複数形成されている。バスバー電極11は、フィンガー電極12と略直交するように形成され、また、太陽電池セル2の面積に応じて複数形成されている。

[0020] また、光電変換素子10は、受光面と反対の裏面側に、アルミニウムや銀からなる裏面電極13が設けられている。裏面電極13は、図2に示すように、例えばアルミニウムや銀からなる電極が、スクリーン印刷やスパッタ等により太陽電池セル2の裏面に形成される。裏面電極13は、導電性接着フィルム18等の導電性接着材を介してタブ線3が接続されるタブ線接続部14を有する。タブ線接続部14は、バスバー電極11と太陽電池セル2本体を介して向かい合う位置とされる。

[0021] そして、太陽電池セル2は、タブ線3によって、表面に形成された各バス

バー電極 1 1 と、隣接する太陽電池セル 2 の裏面電極 1 3 とが電氣的に接続され、これにより隣接する太陽電池セル 2 と直列に接続されたストリングス 4 を構成する。

[0022] [金属結合部・被覆部]

タブ線 3 とバスバー電極 1 1 及び裏面電極 1 3 とは、導電性接着材によって導電接続される。図 3 (A) に示すように、この導電性接着材は、熱硬化性のバインダー樹脂 1 9 中にはんだ粒子 2 0 が分散されたものである。図 3 (B) に示すように、タブ線 3 の幅方向の中央部には、はんだによる金属結合部 1 5 が形成される。タブ線 3 とバスバー電極 1 1 及び裏面電極 1 3 とは、金属結合部 1 5 によって電氣的、機械的に接続される。また、金属結合部 1 5、及びタブ線 3 の幅方向の両側縁は、バインダー樹脂 1 9 の硬化物によって被覆されることにより被覆部 1 6 が形成されている。

[0023] 図 3 (A) に示すように、タブ線 3 は、太陽電池セル 2 のバスバー電極 1 1 や裏面電極 1 3 との間に導電性接着材を介して配置され、無荷重あるいは極低荷重下で加熱される。これにより、図 3 (B) に示すように、導電性接着材中に分散されたはんだ粒子は、加熱されるとタブ線 3 の幅方向の略中央部に凝集し、タブ線 3 とバスバー電極 1 1 や裏面電極 1 3 との間に金属結合部 1 5 を形成する。バインダー樹脂は、タブ線の幅方向の外側に流動し、金属結合部 1 5、及びタブ線 3 の幅方向の両側縁を被覆した状態で硬化する。

[0024] これにより、金属結合部 1 5 が被覆部 1 6 によってサポートされ、金属結合部 1 5 のクラックの発生や、タブ線 3 と太陽電池セル 2 との熱膨張差等による割れや反りを防止することができる。また、タブ線 3 が、無荷重あるいは極低荷重下で接続され、且つ金属結合部 1 5 が被覆部 1 6 によってサポートされているため、太陽電池セル 2 の表裏においてタブ線 3 の配置がずれていても、すなわち、太陽電池セル 2 の受光面に接続されたタブ線 3 と裏面電極 1 3 に接続されたタブ線 3 が、太陽電池セル 2 を介して向かい合う位置から幅方向にズレて接続されていても、接続時の圧力に起因して金属結合部 1 5 にクラックが生じたり、太陽電池セル 2 に割れや反りが発生したりすると

いったこともない。これは、断面視において、図3（B）に示すようにタブ線3の表面が円弧状に膨らんだ形状を有しているか、図4に示すように平坦な形状を有しているかを問わない。なお、本技術において、タブ線3が太陽電池セル2の表裏面において幅方向にズレている状態とは、太陽電池セル2の受光面に接続されたタブ線3と裏面電極13に接続されたタブ線3が、太陽電池セル2を介して少なくとも一部が重畳する状態をいうものとする。

[0025] 被覆部16は、タブ線3の幅方向の両側縁から側面まで這い上がって被覆することが好ましい。タブ線3の側面までバインダー樹脂19の硬化物で覆われることで、より確実に金属結合部15のクラックの発生や、タブ線3のうねり等の変形を防止することができる。なお、溶融したバインダー樹脂19がタブ線3の側縁に沿って流動するように、溶融粘度を調整することで、溶融したバインダー樹脂19が受光面に必要以上に流れて発電効率を低下させる事態を防止することができる。

[0026] [タブ線]

タブ線3は、図2に示すように、隣接する太陽電池セル2X、2Y、2Zの各間を電氣的に接続する長尺状の導電性基材である。タブ線3は、例えば厚さ50～300 μ mに圧延された銅箔やアルミ箔をスリットし、あるいは銅やアルミなどの細い金属ワイヤーを平板状に圧延することにより、例えば1～3mm幅の平角の線材3aを得る。そして、この平角線材3aに、金メッキ、銀メッキ、スズメッキ、はんだメッキ等によるメッキ層3bが形成されることにより、タブ線3が形成される（図3参照）。

[0027] ここで、タブ線3は、太陽電池セル2の受光面に形成されたバスバー電極11上、及び太陽電池セル2の裏面に形成された裏面電極13上の、ほぼ重畳する位置に導電性接着材によって接続される。バスバー電極11上に接続されたタブ線3と、裏面電極13上に接続されたタブ線3とは、幅方向に数mm程度のずれが生じ得る。本技術においては、バスバー電極11上及び裏面電極13上に接続されたタブ線3に位置ずれが生じたとしても、太陽電池セル2に過剰な負荷をかけることなく接続可能であり、太陽電池セル2の割れ

や反り、タブ線3の接続部位である金属結合部15のクラックの発生を防止し、且つ長期にわたる導通性信頼性を確保できる。

[0028] [導電性接着材]

太陽電池セル2のバスバー電極11や裏面電極13と集電用のタブ線3を接続する導電性接着材は、熱硬化性のバインダー樹脂19と、バインダー樹脂中に分散されたはんだ粒子20を有する。導電性接着材は、図5に示すようにフィルム状に形成してもよく、ペースト状に形成してもよい。以下では、導電性接着材として、バインダー樹脂19をフィルム状に成形した導電性接着フィルム18を例に説明する。

[0029] バインダー樹脂19は、熱硬化性のバインダー樹脂であり、はんだ粒子20が分散して含有されている。また、導電性接着フィルム18は、バインダー樹脂19の最低溶融粘度が、 $300\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であり、好ましくは $200\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、より好ましくは $100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下である。最低溶融粘度が高すぎると、タブ線3の実装工程において、無荷重あるいは極低荷重（例えば 10 kPa 以下）下で樹脂溶融が進行せず、タブ線3とバスバー電極11間ではんだ粒子20の凝集やバインダー樹脂の流動に支障を来し、金属結合部15及び被覆部6が形成できず接続信頼性に悪影響が出るおそれがある。

[0030] バインダー樹脂19の最低溶融粘度到達温度は、 180°C 未満であり、好ましくは 150°C 以下である。導電接着フィルム16は、比較的低温でタブ線3を接続することができ、タブ線と太陽電池セル2との熱膨張差に起因する熱ひずみを抑制し、太陽電池セル2の割れや反り等の発生を防止することができる。バインダー樹脂19は、はんだ粒子20の融点よりも低い温度で最低溶融粘度に到達していることが、はんだ同士が凝集しやすく、良好なはんだ接続を得るうえで好ましい。

[0031] なお、導電性接着フィルム18の最低溶融粘度到達温度は、例えば、レオメーターMARS3（HAAKE社製）に8mm径センサーとプレートを装着し、ギャップ0.2mm、昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、周波数1Hz、測定

温度範囲 20～250℃の条件にて溶融粘度を測定し、粘度が最低値（最低溶融粘度）となる温度により求めることができる。

[0032] 熱硬化性のバインダー樹脂 19 としては、絶縁性を示すものであれば特に限定されるものではなく、例えば、エポキシ化合物と熱アニオン重合開始剤とを含む熱アニオン重合型樹脂組成物、エポキシ化合物と熱カチオン重合開始剤とを含む熱カチオン重合型樹脂組成物、（メタ）アクリレート化合物と熱ラジカル重合開始剤とを含む熱ラジカル重合型樹脂組成物などが挙げられる。なお、（メタ）アクリレート化合物とは、アクリルモノマー（オリゴマー）、及びメタクリルモノマー（オリゴマー）のいずれも含む意味である。

[0033] 以下では、具体例として、膜形成樹脂と、固形エポキシ樹脂と、液状エポキシ樹脂と、エポキシ樹脂硬化剤とを含有する熱アニオン重合型樹脂組成物を例に挙げて説明する。

[0034] 膜形成樹脂としては、例えば平均分子量が 4000 以上の高分子量樹脂に相当し、フィルム形成性の観点から、4000～80000 程度の平均分子量であることが好ましい。膜形成樹脂としては、フェノキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステルウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ブチラル樹脂等の種々の樹脂が挙げられ、これらは単独で用いてもよく、2 種類以上を組み合わせ用いてもよい。これらの中でも、膜形成状態、接続信頼性等の観点からフェノキシ樹脂を用いることが好ましい。膜形成樹脂の配合量は、膜形成樹脂、固形エポキシ樹脂、液状エポキシ樹脂、及びエポキシ樹脂硬化剤の合計 100 質量部に対し、好ましくは 10～60 質量部、より好ましくは 10～50 質量部以下、さらに好ましくは 10～40 質量部である。

[0035] 固形エポキシ樹脂は、常温で固形であり、分子内に 1 つ以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂であれば、特に限定されるものではなく、例えば、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂等であってもよい。これらの中でも、低溶融粘度である結晶性のビスフェノール A 型エポキシ樹脂を用いることが好ましい。市場で入手可能な結晶性のビスフェノール

A型エポキシ樹脂の具体例としては、ガードナー・ホルツ法の粘度が40～55Pである三菱ケミカル（株）の商品名「YL6810」（結晶性BPA型エポキシ樹脂）等を挙げることができる。固形エポキシ樹脂の配合量は、膜形成樹脂、固形エポキシ樹脂、液状エポキシ樹脂、及びエポキシ樹脂硬化剤の合計100質量部に対し、好ましくは10～60質量部、より好ましくは10～55質量部以下、さらに好ましくは10～50質量部である。なお、本明細書において常温とは、JIS Z 8703で規定する20℃±15℃（5℃～35℃）の範囲である。

[0036] 液状エポキシ樹脂は、常温で液状であれば、特に限定されるものではなく、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂等であってもよく、ウレタン変性のエポキシ樹脂であっても構わない。これらの中でも、高純度水添エポキシ樹脂を用いることが好ましい。市場で入手可能な高純度水添エポキシ樹脂の具体例としては、三菱ケミカル（株）の商品名「YX8000」（水添BPA型エポキシ樹脂）等を挙げることができる。液状エポキシ樹脂の配合量は、膜形成樹脂、固形エポキシ樹脂、液状エポキシ樹脂、及びエポキシ樹脂硬化剤の合計100質量部に対し、好ましくは0～70質量部、より好ましくは5～65質量部以下、さらに好ましくは10～60質量部である。

[0037] エポキシ樹脂硬化剤は、熱で硬化が開始する熱硬化剤であれば、特に限定されるものではなく、例えば、イミダゾール、ジシアンジアミド、イソフタル酸ジヒドラジド等のアニオン系硬化剤が挙げられる。また、エポキシ樹脂硬化剤は、マイクロカプセル化されていてもよい。エポキシ樹脂硬化剤の配合量は、膜形成樹脂、固形エポキシ樹脂、液状エポキシ樹脂、及びエポキシ樹脂硬化剤の合計100質量部に対し、好ましくは1～25質量部、より好ましくは1～20質量部以下、さらに好ましくは5～15質量部である。

[0038] なお、熱硬化性バインダーに配合する他の添加物として、必要に応じて、シランカップリング剤、アクリルゴム、各種アクリルモノマー等の希釈用モノマー、充填剤、軟化剤、着色剤、難燃化剤、チキソトロピック剤等を配合

してもよい。

[0039] [はんだ粒子]

はんだ粒子20は、40～80wt%のSnと、20～60wt%のBiとを含み、より好ましくは42～75wt%のSnと、25～58wt%のBiとを含む。これにより、従来の通常のプロファイル条件のリフロー炉処理により、タブ線3とバスバー電極11及び裏面電極13との間において、熔融はんだがタブ線3の幅方向中央部に凝集し、タブ線3とバスバー電極13との間に良好な金属結合部15を形成することができる。また、はんだ粒子20は、例えばはんだ強度向上の観点から、1Wt%以下のCu、Agなどの他の金属を含んでいてもよい。

[0040] はんだ粒子20の融点は、タブ線3の接続処理温度の低温化によっても良好な金属結合部15を形成する観点から、200℃以下、好ましくは185℃以下であり、175℃以下がさらに好ましい。

[0041] このようなはんだ粒子20としては、例えばSn-58Bi、Sn-40Bi-0.1Cu、Sn-30Bi-0.5Cu、Sn-20Biなどを好適に用いることができる。これらの中でも、はんだ濡れ性が特に優れるSn-58Bi又はSn-40Bi-0.1Cuを用いることが好ましい。

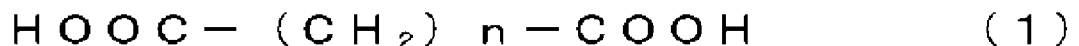
[0042] はんだ粒子20の配合量の下限は、バインダー樹脂19が100質量部に対して200質量部以上とすることが好ましい。はんだ粒子20の配合量がこれよりも少なくなると、タブ線3のうねりや太陽電池セルの反りが生じた場合にはんだ接続ができない個所が出るおそれがある。また、はんだ粒子20の配合量の上限は、バインダー樹脂19が100質量部に対して800質量部以下とすることが好ましい。はんだ粒子20の配合量がこれよりも多くなると、相対的にバインダー量が少なくなることによってフィルム化した際のタック性が減少し、導電性接着フィルム18をバスバー電極11や裏面電極13上に仮貼りする際に貼付け不良等が生じるおそれがある。また、被覆部16によって金属結合部15を十分に被覆することができずサポートが不十分となる恐れがある。

[0043] はんだ粒子 20 の平均粒径の下限は、好ましくは $5\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上である。はんだ粒子 20 の平均粒径がこれよりも小さ過ぎると、無荷重でのリフロー処理時にはんだ粒子 20 が動き過ぎて、タブ線 3 の幅方向中央部に凝集せず、バスバー電極 13 との金属結合部 15 の形成に寄与しないはんだ粒子 20 が生じ得る。また、はんだ粒子 20 の平均粒径の上限は、好ましくは $50\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $40\ \mu\text{m}$ 以下である。はんだ粒子 20 の平均粒径がこれよりも大き過ぎても、はんだ粒子 20 の動きが悪くなり、タブ線 3 の幅方向中央部に凝集せず、良好な金属結合部 15 を形成することが困難となる。このような観点から、はんだ粒子 20 の平均粒径の好ましい範囲は、 $5\sim 20\ \mu\text{m}$ である。

[0044] [ジカルボン酸]

なお、はんだ粒子 20 の表面の酸化膜を還元し、酸化膜の量を減少させて、はんだ粒子 20 を凝集させるために下記式 (1) で示されるジカルボン酸を配合しても良い ($n = 1\sim 8$)。

[0045] [化1]



[0046] また、カルボン酸 ($n\text{R} - \text{COOH}$) は、下記式 (2) で示される還元反応によって金属酸化物 (MO) を減少させることが知られている。

[0047] [化2]



[0048] 還元反応によって表面の酸化膜が減少したはんだ粒子 20 は、マランゴニ効果やバインダーの熱流動によって、はんだ粒子 20 同士の衝突や電極表面の金属へのはんだ粒子 20 の接触によるはんだ凝集が発生することにより、電極間の良好な接続を得ることが可能になる。 Sn と Bi を含む上述したはんだ粒子 20 は、表面の酸化スズの量が適量であり、表面の酸化スズとカルボン酸とが反応することにより、はんだ粒子 20 が移動する駆動力が得られ易いものと推測される。

[0049] すなわち、ジカルボン酸として、マロン酸（ $n = 1$ 、炭素数3）、コハク酸（ $n = 2$ 、炭素数4）、グルタル酸（ $n = 3$ 、炭素数5）、アジピン酸（ $n = 4$ 、炭素数6）、ピメリン酸（ $n = 5$ 、炭素数7）、スベリン酸（ $n = 6$ 、炭素数8）、アゼライン酸（ $n = 7$ 、炭素数9）、セバシン酸（ $n = 8$ 、炭素数10）を用いることが好ましい。これらの中でも、はんだ濡れ性が特に優れるマロン酸、コハク酸、又はグルタル酸を用いることが好ましい。また、ジカルボン酸は直鎖だけではなく分岐、飽和、不飽和構造も使用することが出来る。また、ジカルボン酸以外に、ロジン系のカルボン酸も使用することができ、ジカルボン酸とロジン系カルボン酸を組み合わせ使用しても良い。すなわち、ジカルボン酸の代わりにロジン系のカルボン酸を含有する、又は、ロジン系カルボン酸をさらに含有してもよい。

[0050] ジカルボン酸の配合量は、熱硬化性のバインダー樹脂19が100質量部に対し、好ましくは1～15質量部、より好ましくは2～12質量部、さらに好ましくは4～10質量部、よりさらに好ましくは6～10質量部である。ジカルボン酸の配合量が少な過ぎると、はんだ粒子20の表面の酸化膜の還元が十分に行えず、はんだ凝集を発生させることが困難となり、ジカルボン酸の配合量が多過ぎると、エポキシ樹脂との反応も進みやすくなるため、それによってバインダー樹脂19の粘度が上がり、はんだ凝集を発生させ難くなる。

[0051] 導電性接着フィルム18は、例えば、熱硬化性のバインダー樹脂19、はんだ粒子20、及びジカルボン酸を溶剤中で混合し、この混合物を、バーコーターにより、剥離処理フィルム上に所定厚みとなるように塗布した後、乾燥させて溶媒を揮発させることにより得ることができる。また、混合物をバーコーターにより剥離処理フィルム上に塗布した後、加圧により所定厚みとしてもよい。また、はんだ粒子20の分散性を高くするために、溶媒を含んだ状態で高シェアをかけることが好ましい。例えば、公知のバッチ式遊星攪拌装置を用いることができる。真空環境下で行えるものであってもよい。

[0052] [太陽電池モジュールの製造工程（タブ線の接続工程）]

次いで、タブ線 3 の接続工程について説明する。図 6 (A) に示すように、太陽電池セル 2 が用意される。導電性接着フィルム 18 は、バスバー電極 11 用及び裏面電極 13 用を所定の本数（例えば 2 本）及び長さにカットされ、剥離フィルムが剥離される。図 6 (B) に示すように、導電性接着フィルム 18 は、バインダー樹脂 19 のタック性によって太陽電池セル 2 表面のバスバー電極 11 上及び太陽電池セル 2 裏面のタブ線接続部 14 に仮貼りされる。なお、導電性接着材として導電性接着ペーストを用いる場合は、バスバー電極 11 及び裏面電極 13 のタブ線接続部 14 上に導電性接着ペーストが塗布される。

[0053] 次いで、図 6 (C) に示すように、同様に所定の長さにカットされたタブ線 3 が導電性接着フィルム 18 上に重畳配置される。タブ線 3 はバスバー電極 11 上に配置されるとともに、隣接する太陽電池セル 2 の裏面電極 13 に仮貼りされた導電性接着フィルム 18 上に重畳配置される。次いで、太陽電池セル 2 が加熱されることにより、タブ線 3 は導電性接着フィルム 18 によってバスバー電極 11 及び裏面電極 13 と接続される。タブ線 3 の接続工程では、所定のプロファイルに設定されたリフロー炉、スポット熱風のセルストリンガー、または IR 加熱のセルストリンガーを用いて、タブ線 3 とバスバー電極 11 及び裏面電極 13 とを接合させる。

[0054] リフロー炉、スポット熱風のセルストリンガー、または IR 加熱のセルストリンガーは、機械的な加圧をせずに無荷重、もしくは極低荷重で加熱接合させることができるため、タブ線 3 のうねりや、薄型化が図られた太陽電池セル 2 の割れや反り等のダメージを抑制することができる。リフロー炉としては、簡便さの点から大気圧リフローが好ましいが、大気圧リフロー、真空リフロー、大気圧オーブン、オートクレーブ（加圧オーブン）などを用いても良い。

[0055] リフロー炉、スポット熱風のセルストリンガー、または IR 加熱のセルストリンガーでは、加熱により熱硬化性のバインダー樹脂 19 が溶融するとともに、はんだ粒子 20 が溶融する。タブ線 3 とバスバー電極 11 との間では

、溶融したはんだがタブ線 3 の幅方向の略中央部に凝集するとともに、溶融したバインダー樹脂 19 がタブ線 3 の幅方向の外側に流動する。この状態で冷却することにより、タブ線 3 の幅方向の中央部には、はんだによる金属結合部 15 が形成され、タブ線 3 とバスバー電極 11 及び裏面電極 13 とが電氣的、機械的に接続される。また、金属結合部 15、及びタブ線 3 の幅方向の両側縁は、バインダー樹脂 19 の硬化物によって被覆されることにより被覆部 16 が形成される。

[0056] なお、タブ線 3 の接続は、加熱ボンダーを用いてタブ線 3 の上から加熱押圧することにより行ってもよい。この場合、ボンディングヘッドによる圧力は 50 kPa 以下の極低圧（例えば 10 kPa）程度とすることで、太陽電池セル 2 への負荷をかけることなくタブ線 3 を接合することができる。また、タブ線 3 にボンディングヘッドが当接することで、タブ線 3 にうねりや反りが生じることを防止できる。

[0057] また、本技術においては、タブ線 3 が無荷重あるいは極低荷重下で接続され、且つ金属結合部 15 が被覆部 16 によってサポートされているため、太陽電池セル 2 の表裏においてタブ線 3 の配置がずれていても、接続時の圧力に起因して金属結合部 15 や被覆部 16 にクラックが生じるといったこともない。これは、断面視において、タブ線 3 の表面が円弧状に膨らんだ形状を有しているか、平坦な形状を有しているかを問わない。

[0058] このようにして、太陽電池セル 2 を順次タブ線 3 によって接続し、ストリングス 4、マトリクス 5 を形成していく。次いで、マトリクス 5 を構成する複数の太陽電池セル 2 は、ガラス、透光性プラスチックなどの透光性を有する表面カバー 7 と、ガラスや PET (Poly Ethylene Terephthalate) フィルム等からなるバックシート 8 との間に、エチレンビニルアセテート樹脂 (EVA) 等の透光性を有する封止材のシート 6 により封止される。最後に、周囲にアルミニウムなどの金属フレーム 9 が取り付けられることにより太陽電池モジュール 1 が形成される。

[0059] このような太陽電池モジュール 1 は、タブ線 3 とバスバー電極 11 及び裏

面電極 1 3 とを接続する金属結合部 1 5 が被覆部 1 6 によってサポートされている。これにより、太陽電池セル 2 の割れや反り、接続部位のクラックの発生が長期わたって抑制される。したがって、タブ線 3 の接続強度を向上させることができ、また、高温と低温の使用環境下に繰り返し曝された場合にも、金属結合部 1 5 とタブ線 3 及び電極 1 1, 1 3 との電氣的な接続信頼性を維持し、発電した電気の出力低下を防止することができる。

実施例

[0060] 次いで、本技術の実施例について説明する。本実施例では、導電性接着材として、はんだ粒子を含有した導電性接着フィルム及びはんだ粒子を含有した導電性接着ペーストを用意し、リフロー工法によりタブ線と太陽電池セルを接続した単セルの太陽電池モジュールを作製した。また、比較例として、熱硬化性バインダー樹脂に導電粒子を分散したタブ線接続用の導電性接着フィルムを用いて熱加圧工法によりタブ線接続を行った単セルの太陽電池モジュール、及び表面がはんだ被覆されたタブ線の当該はんだを接続材料としてはんだ工法によりタブ線接続を行った単セルの太陽電池モジュールを作製した。そして、各サンプルについて、太陽電池セルのクラック発生、接続初期及び信頼性試験後の出力保持率を測定、評価した。

[0061] [はんだ粒子の作製]

金属材料を所定の配合比で加熱中の容器に入れて溶融後に冷却し、はんだ合金を得た。そのはんだ合金から、アトマイズ法にて粉末を作製し、所定の粒子径の範囲となるように分級して、はんだ粒子を得た。

[0062] 表 1 に、実施例で使用するはんだ粒子の溶融特性を示す。

[0063] [表1]

	組成（質量％）			溶融特性（℃）		
	Sn	Bi	Cu	固相線	液相線	溶融範囲
Sn-58Bi	42	58	-	139	139	0
Sn-40Bi-0.1Cu	59.9	40	0.1	139	174	35

[0064] （実施例 1）

実施例 1 は、先ず、以下の材料を有する導電性接着フィルムを作製した。

フェノキシ樹脂（日鉄ケミカル&マテリアル社製 YP-50、固形分／MEK＝40／60にて溶液化）40質量部、結晶性BPA型エポキシ（三菱ケミカル社製 YL6810）45質量部、水添BPA型エポキシ（三菱ケミカル社製 YX8000）10質量部、イミダゾール（四国化成工業社製キュアゾール 2P4MHZ-PW）5質量部、1,3-プロパンジカルボン酸（グルタル酸、東京化成（株）製）5質量部

[0065] これらの材料を混合及び攪拌し、混合ワニスを得た。続いて、得られた混合ワニスに、はんだ粒子（Sn-58Bi、平均粒子径：10 μ m）を200質量部加えて、導電性樹脂組成物を得た。得られた導電性樹脂組成物を、50 μ m厚みのPETフィルム上に、乾燥後に所定の厚みとなる様に塗布し、80℃にて5分間乾燥させ、厚み25 μ mの導電性接着フィルムを作製した。実施例1に係る導電性接着フィルムの最低溶融粘度は50Pa $\cdot$ sである。

[0066] 使用した太陽電池セルは、6インチ単結晶シリコン太陽電池セル、2本バスバータイプである。タブ線は、幅1.5mm、厚さ200 μ mのCu箔に鉛フリーはんだ（Sn-3Ag-0.5Cu）をメッキしたもの（厚さ：片面20 μ m）を使用した。

[0067] 作製した導電性接着フィルムを太陽電池セルのバスバー電極及び裏面電極のタブ線接続部に貼付し、タブ線を配置した後、タブ線とセル電極をリフロー炉にて最大加熱温度180℃で加熱接続し、単セルの太陽電池モジュールを作製した（リフロー工法）。

[0068] また、クラック発生を検証するため、図7に示すように、バスバー電極11に接続するタブ線3と裏面電極13に接続するタブ線3の接続位置は、太陽電池セル2を介して向かい合う位置から1.0mmずらした位置とした。

[0069] （実施例2）

実施例2は、はんだ粒子の配合量を400質量部とした他は、実施例1と同じ条件で太陽電池モジュールを作製した。実施例2に係る導電性接着フィルムの最低溶融粘度は65Pa $\cdot$ sである。

[0070] (実施例3)

実施例3は、はんだ粒子の配合量を600質量部とした他は、実施例1と同じ条件で太陽電池モジュールを作製した。実施例3に係る導電性接着フィルムの最低溶融粘度は77 Pa・sである。

[0071] (実施例4)

実施例4は、はんだ粒子の配合量を800質量部とした他は、実施例1と同じ条件で太陽電池モジュールを作製した。実施例4に係る導電性接着フィルムの最低溶融粘度は98 Pa・sである。

[0072] (実施例5)

実施例5は、はんだ粒子(Sn-40Bi-0.1Cu、平均粒径:10 μm)を用いた他は、実施例1と同じ条件で太陽電池モジュールを作製した。実施例5に係る導電性接着フィルムの最低溶融粘度は50 Pa・sである。

[0073] (実施例6)

実施例6は、はんだ粒子の配合量を800質量部とした他は、実施例5と同じ条件で太陽電池モジュールを作製した。実施例6に係る導電性接着フィルムの最低溶融粘度は98 Pa・sである。

[0074] (実施例7)

実施例7は、まず、以下の材料を有する導電性接着ペーストを作製した。水添BPA型エポキシ(三菱ケミカル社製YX8000)95質量部、イミダゾール(四国化成工業社製キュアゾール2P4MHZ-PW)5質量部、1,3-プロパンジカルボン酸(グルタル酸、東京化成(株)製)5質量部

[0075] これらの材料を混合及び攪拌し、導電性樹脂組成物を得た。続いて、得られた導電性樹脂組成物に、はんだ粒子(Sn-40Bi-0.1Cu、平均粒径:10 μm)を200質量部加えて、導電性接着ペーストを得た。実施例7に係る導電性接着ペーストの最低溶融粘度は1 Pa・s未満である。

[0076] 太陽電池セル及びタブ線は実施例1と同じものを使用した。作製した導電性接着ペーストを太陽電池セルのバスバー電極11及び裏面電極13のタブ

線接続部 14 に塗布し、タブ線を配置した後、タブ線とセル電極をリフロー炉にて最大加熱温度 180℃で加熱接続し、単セルの太陽電池モジュールを作製した。

[0077] また、クラック発生を検証するため、図 8 に示すように、バスバー電極 11 に接続するタブ線 3 と裏面電極 13 に接続するタブ線 3 の接続位置は、太陽電池セル 2 を介して向かい合う位置から 1.0 mm ずらした位置とした。

[0078] (実施例 8)

実施例 8 は、はんだ粒子の配合量を 800 質量部とした他は、実施例 7 と同じ条件で太陽電池モジュールを作製した。実施例 8 に係る導電性接着ペーストの最低熔融粘度は 1 Pa・s 未満である。

[0079] (比較例 1)

比較例 1 は、エポキシ系の熱硬化型バインダー樹脂に導電粒子（ニッケル、平均粒径：10 μm）を分散した厚さ 25 μm のタブ線接続用導電性接着フィルム（デクセリアルズ製 SP103F1-25）を用いた。太陽電池セル及びタブ線は実施例 1 と同じものを使用した。

[0080] 図 9 に示すように、この異方性導電フィルム 50 を太陽電池セル 2 のバスバー電極 11 及び裏面電極 13 のタブ線接続部に仮貼りし（図 9（A））、この異方性導電フィルム 50 上にタブ線 3 を配置した後（図 9（B））、バスバー電極 11 上のタブ線 3 の上からボンディングヘッド 51 で加熱押圧することにより接続し（図 9（C））、単セルの太陽電池モジュールを作製した（熱加圧工法）。ボンディングヘッド 51 の熱加圧条件は、180℃-3 MPa-20 秒とした。

[0081] また、クラック発生を検証するため、図 10 に示すように、バスバー電極 11 に接続するタブ線 3 と裏面電極 13 に接続するタブ線 3 の接続位置は、太陽電池セル 2 を介して向かい合う位置から 1.0 mm ずらした位置とした。

[0082] (比較例 2)

比較例 2 では、タブ線として、幅 1.5 mm、厚さ 200 μm の Cu 箔に

鉛フリーはんだ（Sn－58Bi）をメッキしたもの（厚さ：片面20 μ m）を使用した。また、導電性接着剤を使用せず、タブ線表面に設けたはんだにより接続を行った。太陽電池セル及びタブ線は実施例1と同じものを使用した。

[0083] 実装工程では、図11に示すように、先ず、バスバー電極11及び裏面電極13にフラックス52を塗布した後（図11（A））、バスバー電極11及び裏面電極13上にタブ線3を配置し（図11（B））、タブ線3とバスバー電極11及び裏面電極13をリフロー炉にて最大加熱温度180℃で加熱接続し、単セルの太陽電池モジュールを作製した（はんだ工法）。

[0084] また、クラック発生を検証するため、図12に示すように、バスバー電極11に接続するタブ線3と裏面電極13に接続するタブ線3の接続位置は、太陽電池セル2を介して向かい合う位置から1.0mmずらした位置とした。

[0085] [クラック確認]

タブ線接続後に太陽電池セルにクラックが発生していないかを目視で確認した。クラックが発生しないものをOK（良好）と評価し、クラックが発生したものをNG（不良）と評価した。

[0086] [信頼性試験および出力測定]

タブ線を接続した実施例及び比較例に係る太陽電池セルを、強化ガラスとバックシート及びこれらの間に設けたEVAで挟むとともに一括ラミネートすることにより太陽電池モジュールを得た。作製した太陽電池モジュールを温度サイクル試験にかけ、試験前後の出力をソーラーシミュレーター（日清紡 PVS1222i11-L）にて測定し、出力保持率（試験後の P_{max} ／ラミネート直後の P_{max} ）を求めた。測定方法は、JIS C8913（結晶系太陽電池セル出力測定方法）に従った。温度サイクル試験の条件は、－40℃30分 $\Leftrightarrow$ 100℃30分、200サイクルとした。

[0087] 出力保持率の評価基準は以下の通りとした。

AA：出力保持率98%以上

A : 出力保持率 97 %以上

B : 出力保持率 96 %以上

C : 出力保持率 96 %未満

[0088]

[0089] 表2に示すように、はんだ粒子を配合した導電性接着フィルムを用いてリフロー工法によりタブ線を接続した実施例1～6、及び導電性接着ペーストを用いてリフロー工法によりタブ線を接続した実施例7、8に係るサンプルでは、いずれも太陽電池セルにクラックは確認されなかった。また、温度サイクル試験後の出力保持率も97%以上となり、長期にわたり導通信頼性を有することが分かった。

[0090] 一方、ニッケル粒子を配合した導電性接着フィルムを用いて熱加圧工法によりタブ線を接続した比較例1は、タブ線の圧着後の太陽電池セルに大きなクラックが出ており、ラミネート直後から本来のセル出力特性を得ることができなかった。そのため、温度サイクル試験の対象外とした。これは、表裏のタブ線がずれている状態で3MPaの圧力をかけたため、シア応力によって太陽電池セルにクラックが発生したものと考えられる。

[0091] また、タブ線の表面に設けたはんだ(Sn-58Bi)のみでリフロー実装した比較例2は、クラック発生は無いものの、温度サイクル試験後に大幅な出力低下がみられた。太陽電池セルとタブ線の接続部位において、タブ線が端部から剥がれていく状態が確認でき、Bi共晶はんだの脆い特性が影響しているものと考えられる。

[0092] この点、はんだ粒子としてBi共晶はんだを用いた実施例1～4では良好な出力保持率を確認した。これは、金属結合部をサポートする被覆部による効果が表れたものと考えられる。はんだ粒子として更に共晶からずらしたSn-40Bi-0.1Cuを用いた実施例5～8では更に良好な出力保持率を確保することができた。これは、被覆部による効果に加え、金属結合部自体においてBi共晶はんだよりも脆い特性が緩和されているためと考えられる。なお、実施例2～4では、はんだ粒子の配合量が増えると若干出力保持率が低下する傾向がみられるが、これはバインダー量が減っているため、バインダーによる応力緩和性が若干影響しているものと予想される。

符号の説明

[0093] 1 太陽電池モジュール、2 太陽電池セル、3 タブ線、4 スtring

ス、5 マトリクス、6 シート、7 表面カバー、8 バックシート、9
金属フレーム、10 甲電変換素子、11 バスバー電極、12 フィン
ガー電極、13 裏面電極、14 タブ線接続部、15 金属結合部、16
被覆部、18 導電性接着フィルム、19 バインダー樹脂、20 はん
だ粒子

請求の範囲

- [請求項1] 太陽電池セルと、
上記太陽電池セルの表裏に形成された電極と接続されたタブ線を有し、
上記タブ線の幅方向の中央部に、上記タブ線と上記電極を接続するはんだによる金属結合部が形成され、
熱硬化性のバインダー樹脂の硬化物からなり、断面視において、上記金属結合部、及びタブ線の両側縁を被覆する被覆部を有する太陽電池モジュール。
- [請求項2] 上記太陽電池セルの表面に接続された上記タブ線と上記太陽電池セルの裏面に接続された上記タブ線が、上記太陽電池セルを介して向かい合う位置から上記タブ線の幅方向にずれた位置に接続されている請求項1に記載の太陽電池モジュール。
- [請求項3] 上記被覆部が、上記タブ線の側面まで這い上がって被覆している請求項1又は2に記載の太陽電池モジュール。
- [請求項4] 上記金属結合部を構成するはんだが、 $\text{Sn}-58\text{Bi}$ 又は $\text{Sn}-40\text{Bi}-0.5\text{Cu}$ である請求項1又は2に記載の太陽電池モジュール。
- [請求項5] 複数の太陽電池セルが直列に接続されてなる太陽電池モジュールの少なくとも一つの太陽電池セルの集電電極を集電用タブ線と接続するための導電性接着剤において、
熱硬化型エポキシ樹脂とイミダゾール系潜在性硬化剤とを含有するバインダー樹脂と、
上記バインダー樹脂中に分散されたはんだ粒子を有し、
上記はんだ粒子は、Bi系のはんだ粒子である、導電性接着材。
- [請求項6] 上記はんだ粒子は、融点が 185°C 以下である請求項5に記載の導電性接着材。
- [請求項7] 上記はんだ粒子は、 $40\sim 80\text{wt}\%$ のSnと、 $20\sim 60\text{wt}\%$

のB i とを含む請求項5又は6に記載の導電性接着材。

[請求項8] 上記はんだ粒子が $\text{Sn}-58\text{Bi}$ 又は $\text{Sn}-40\text{Bi}-0.5\text{Cu}$ であり、上記はんだ粒子の配合量が上記バインダー樹脂100質量部に対して200～800質量部である請求項7に記載の導電性接着材。

[請求項9] 上記バインダー樹脂は、最低溶融粘度が $300\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下である請求項5又は6に記載の導電性接着材。

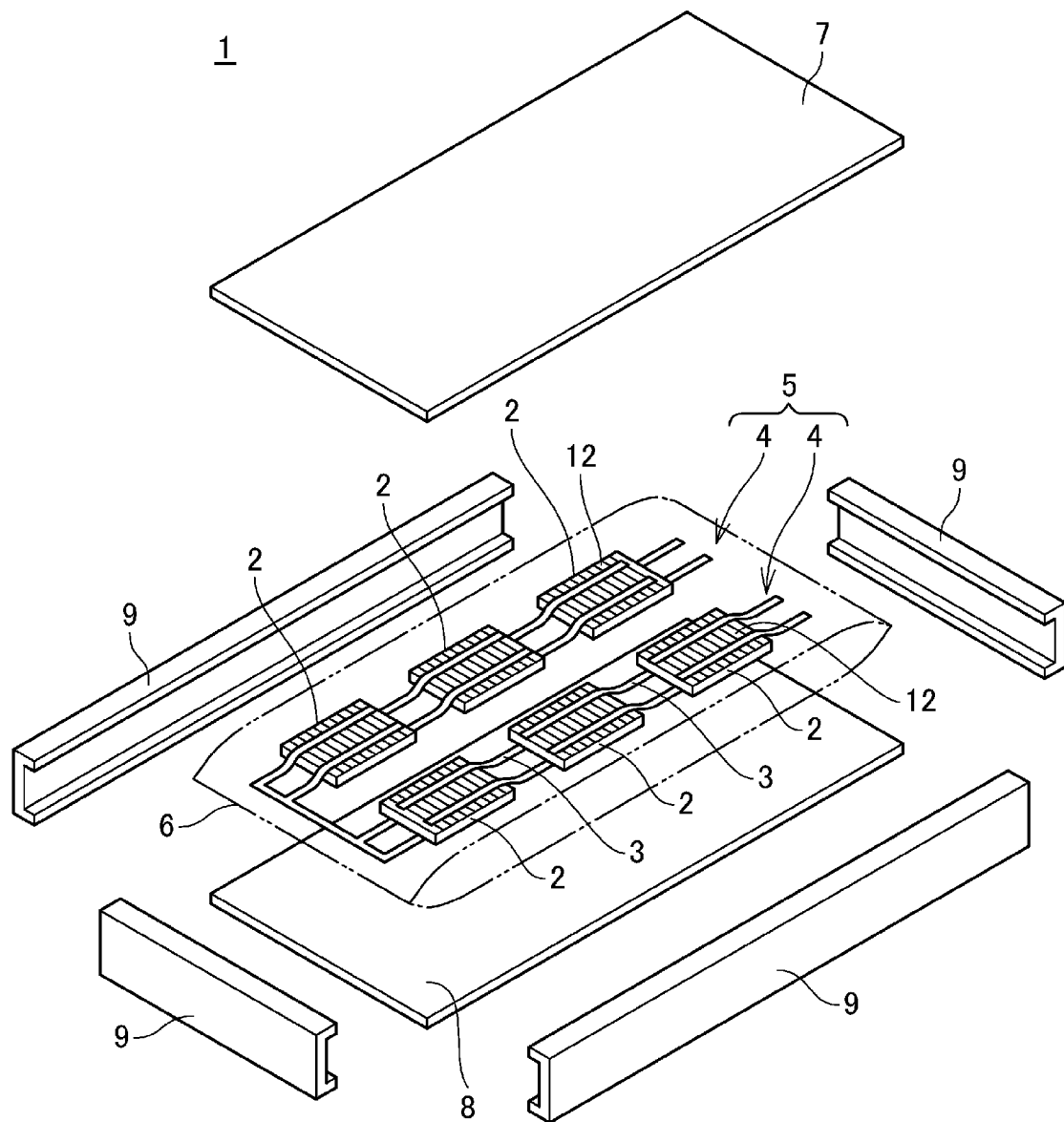
[請求項10] フィルム状に成形されている請求項5又は6に記載の導電性接着材。

[請求項11] 太陽電池セルの電極上に熱硬化型の導電性接着材を設ける工程と、
上記導電性接着材の上に集電用のタブ線を配置する工程と、
上記太陽電池を加熱し、上記タブ線を 50kPa 以下の荷重又は無荷重で実装する工程を有し、
上記導電性接着材は、上記請求項5又は6に記載の導電性接着材であり、
上記タブ線の幅方向の中央部に、はんだによる金属結合部が形成され、
熱硬化性のバインダー樹脂の硬化物からなり、断面視において、上記金属結合部、及びタブ線の両側縁を被覆する被覆部を有する、太陽電池モジュールの製造方法。

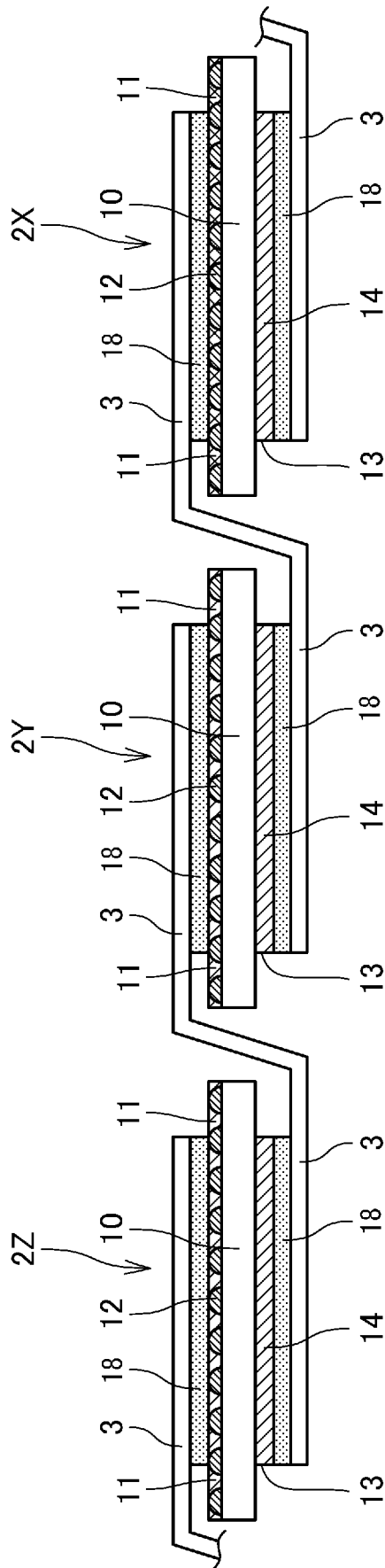
[請求項12] 上記太陽電池セルの上記受光面に接続された上記タブ線と上記太陽電池セルの上記裏面に接続された上記タブ線が、上記太陽電池セルを介して向かい合う位置から上記タブ線の幅方向にずれた位置に接続されている請求項11に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

[請求項13] 上記タブ線を、上記加熱温度を 180°C 未満、且つ無荷重で接続する請求項11又は12に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

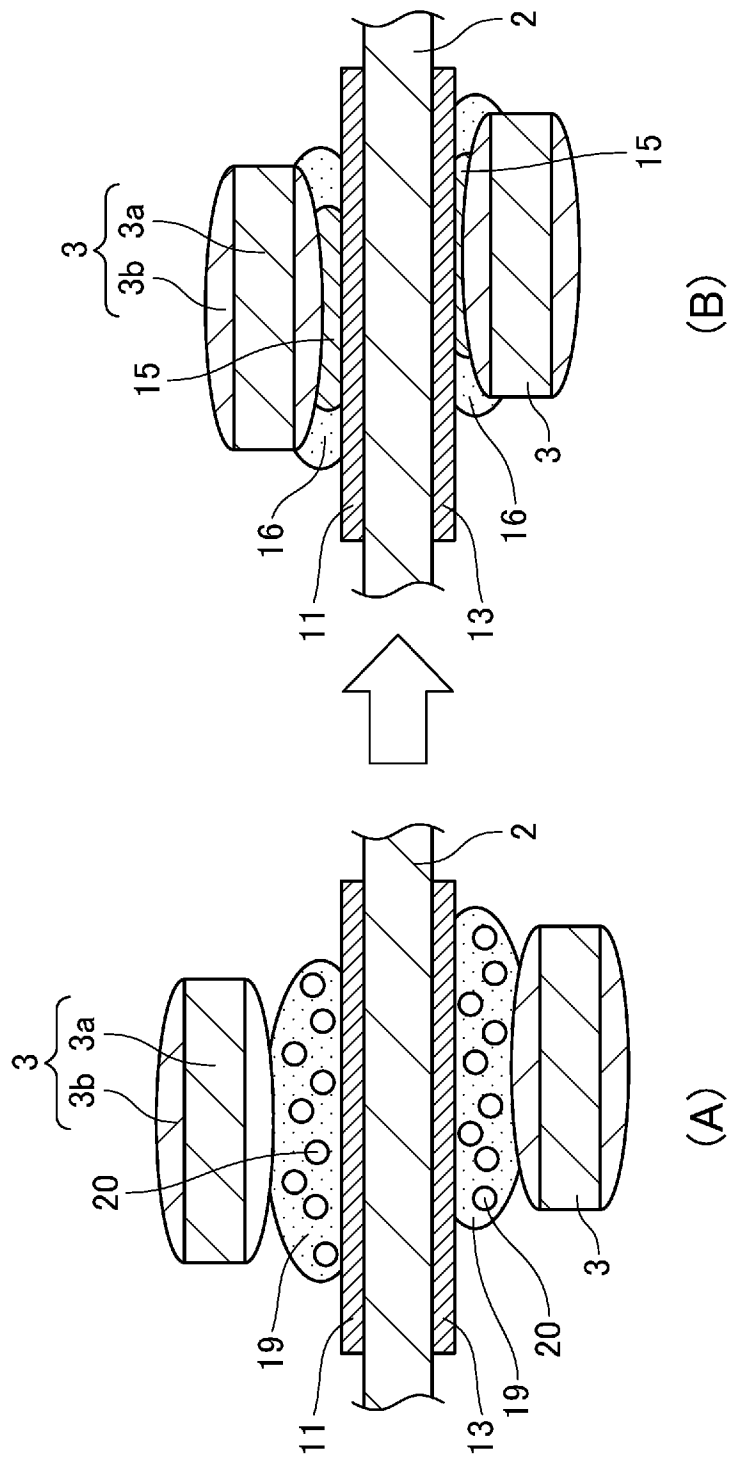
[図1]



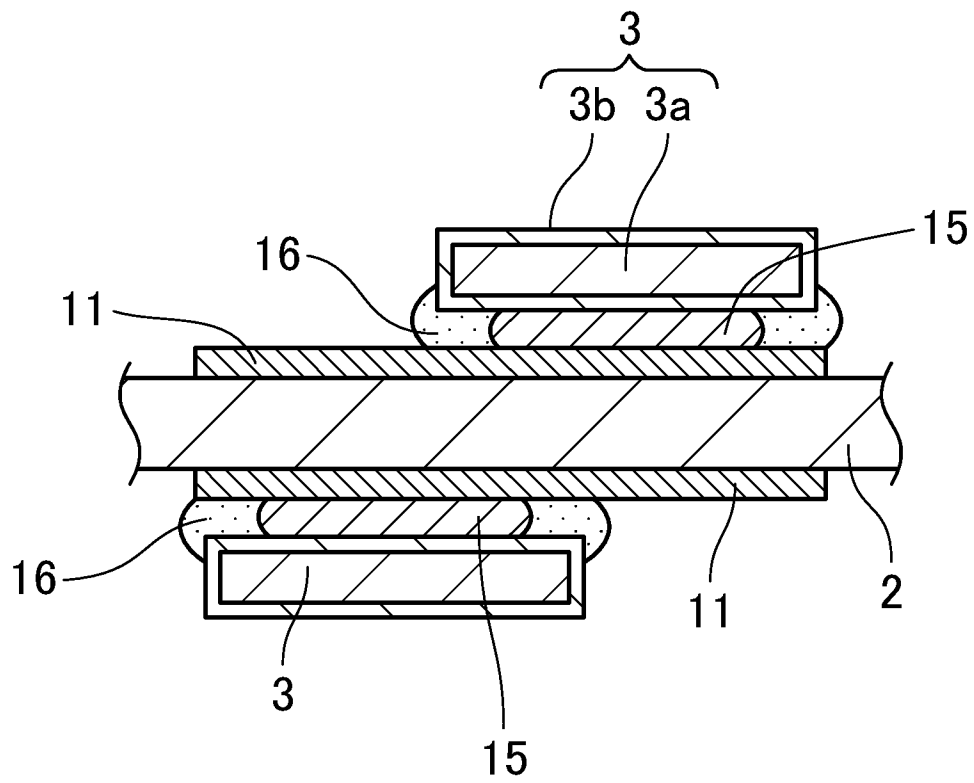
[図2]



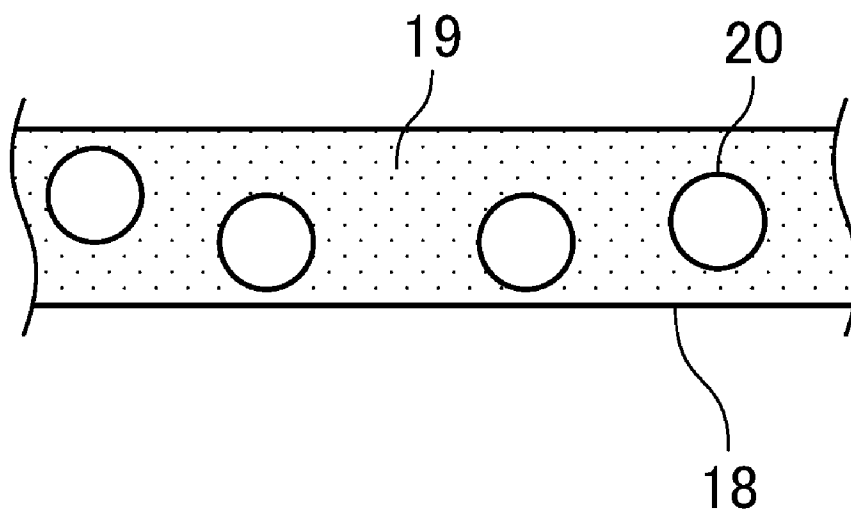
[図3]



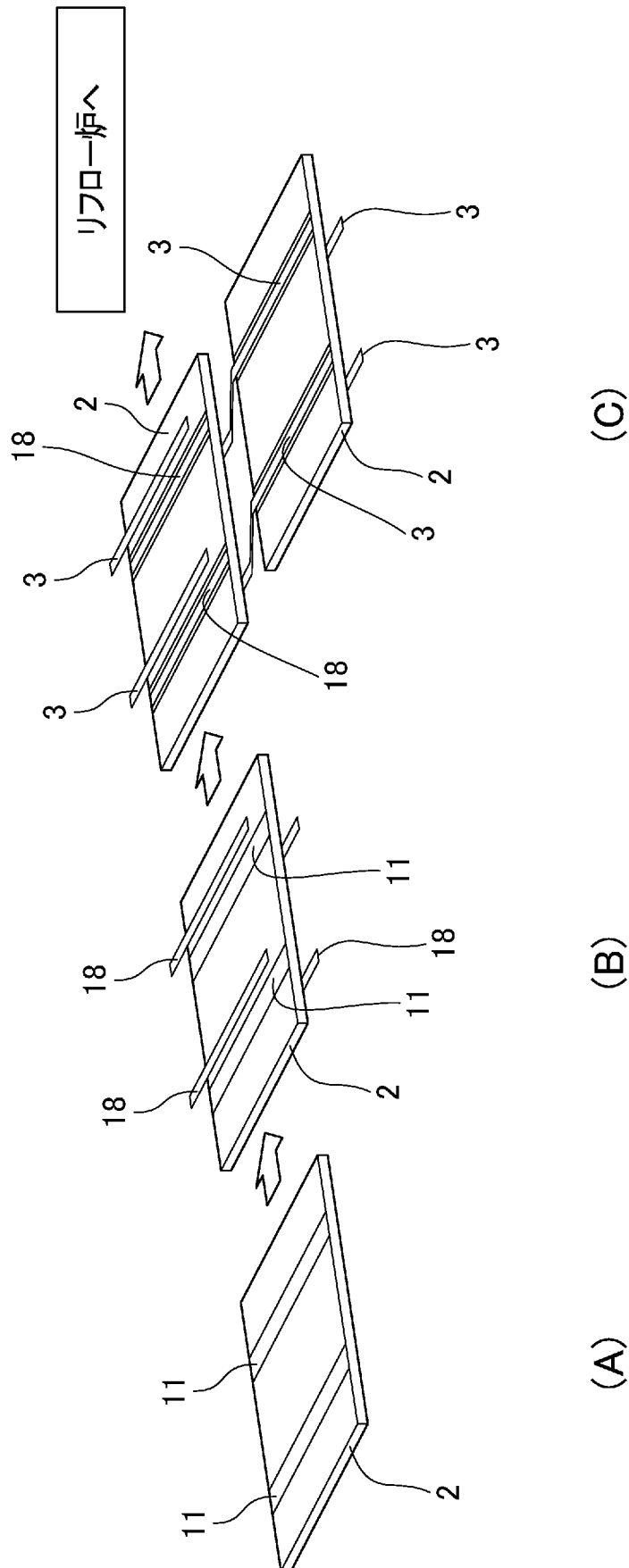
[図4]



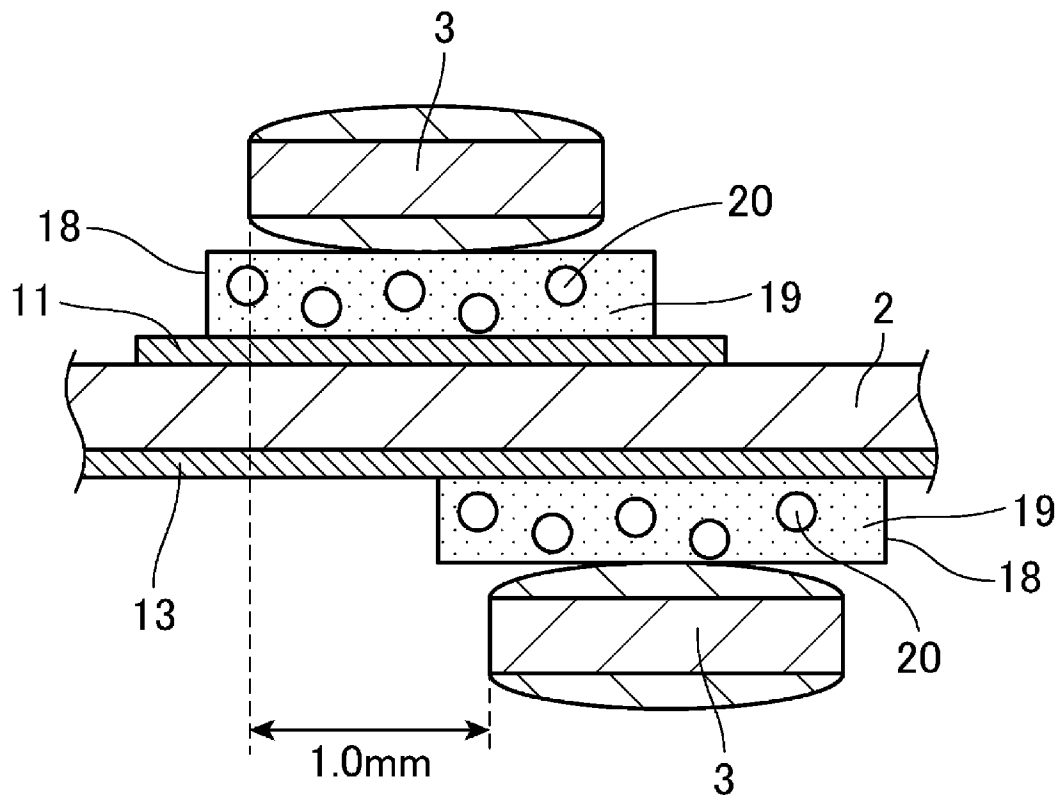
[図5]



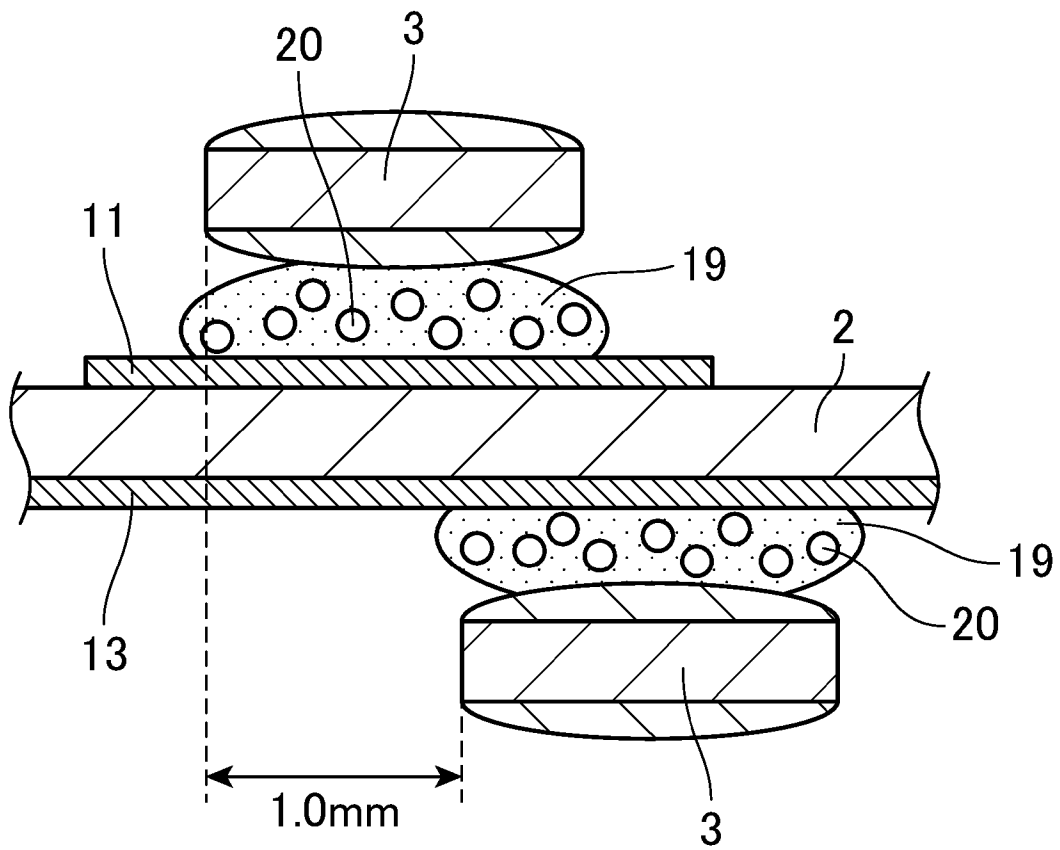
[図6]



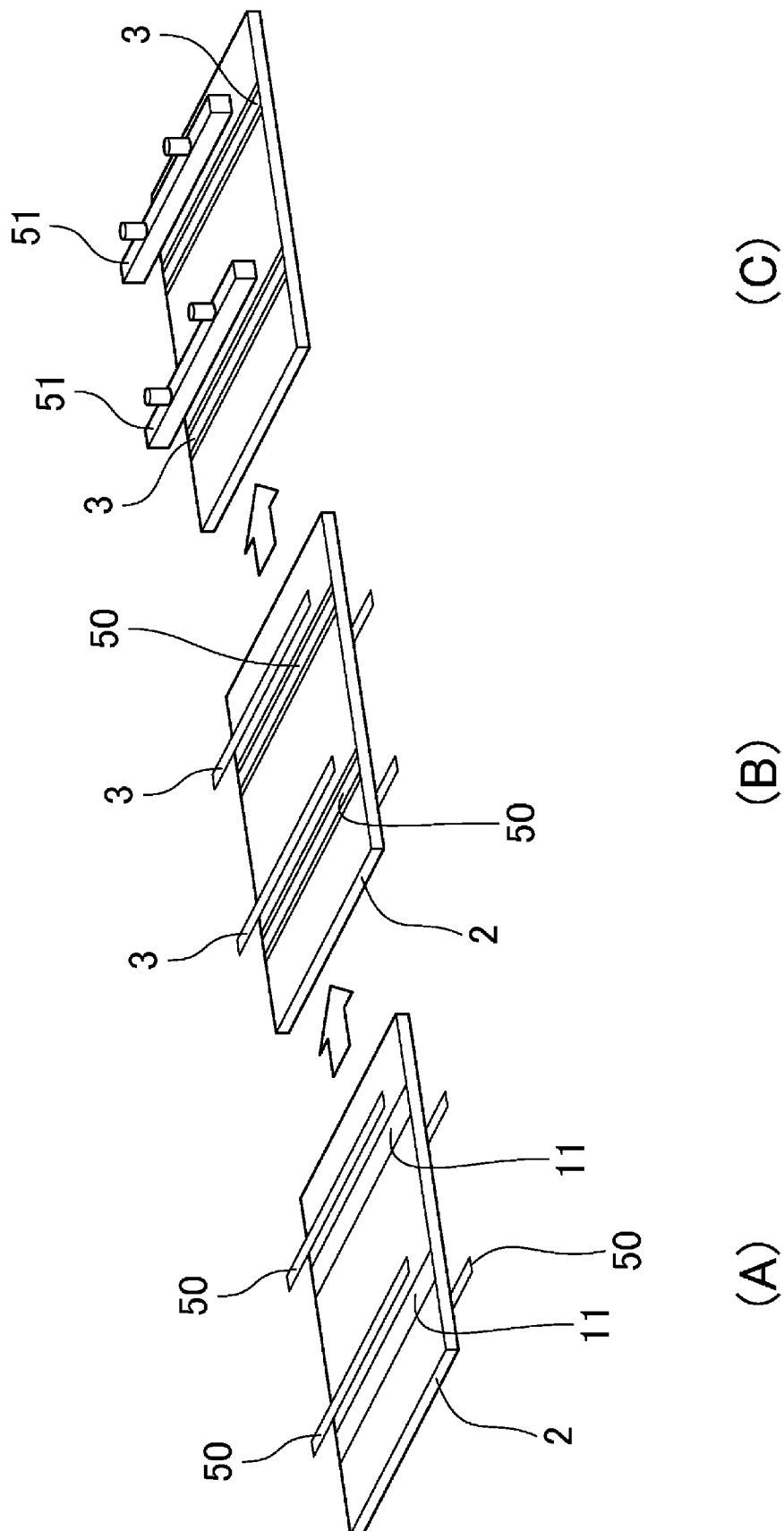
[図7]



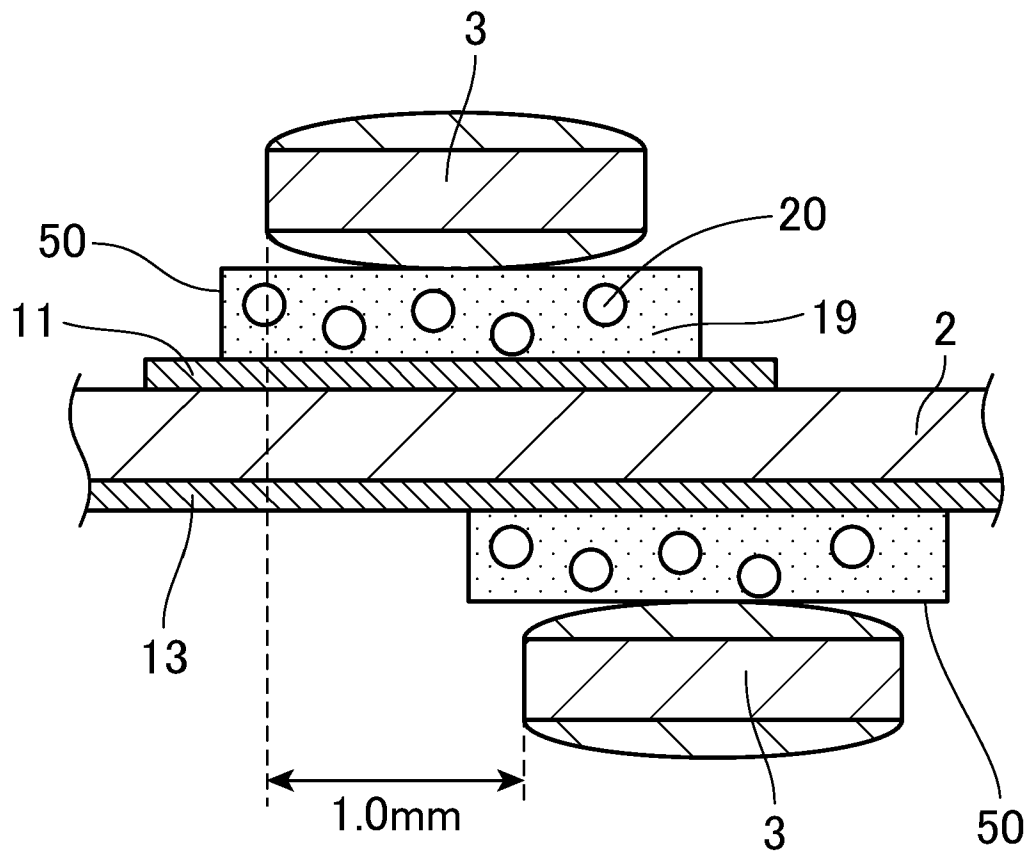
[図8]



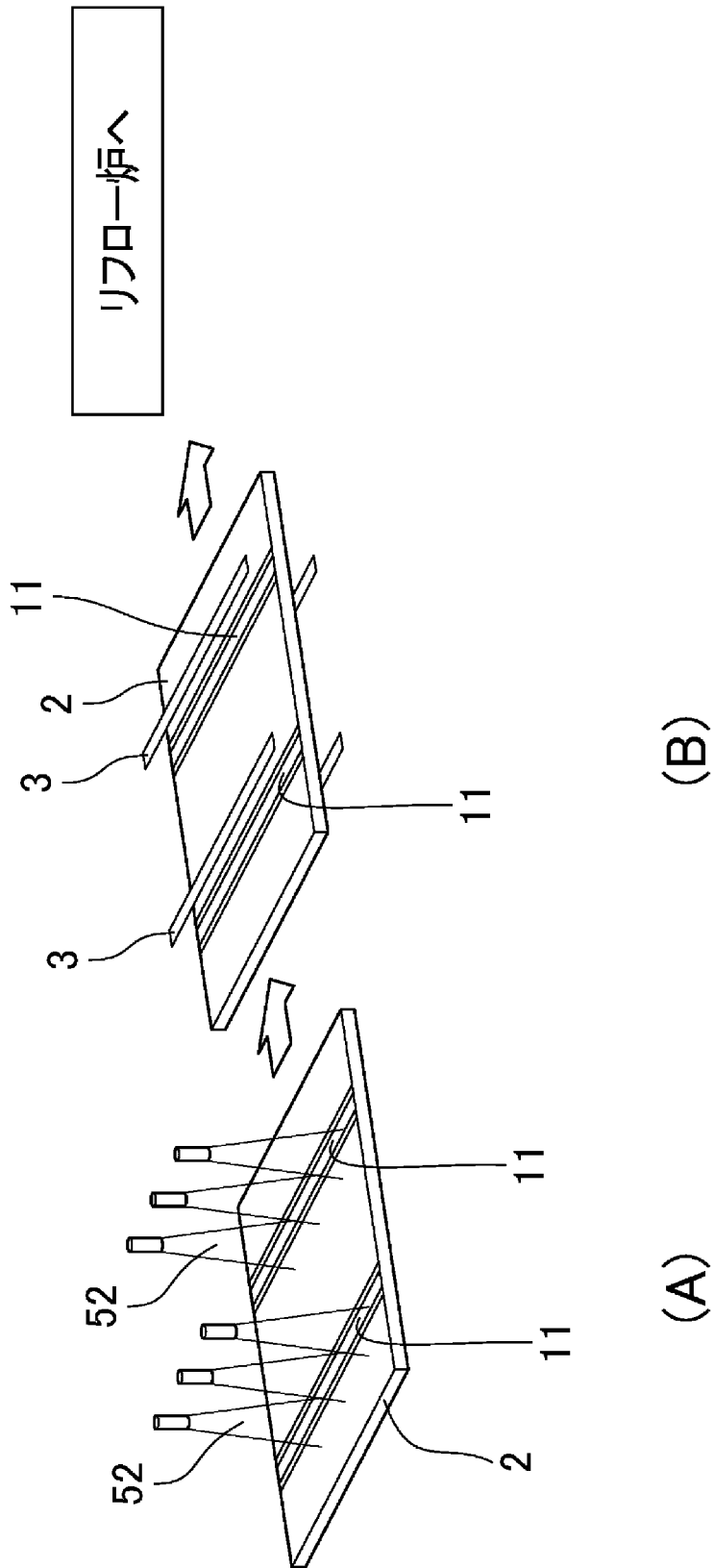
[図9]



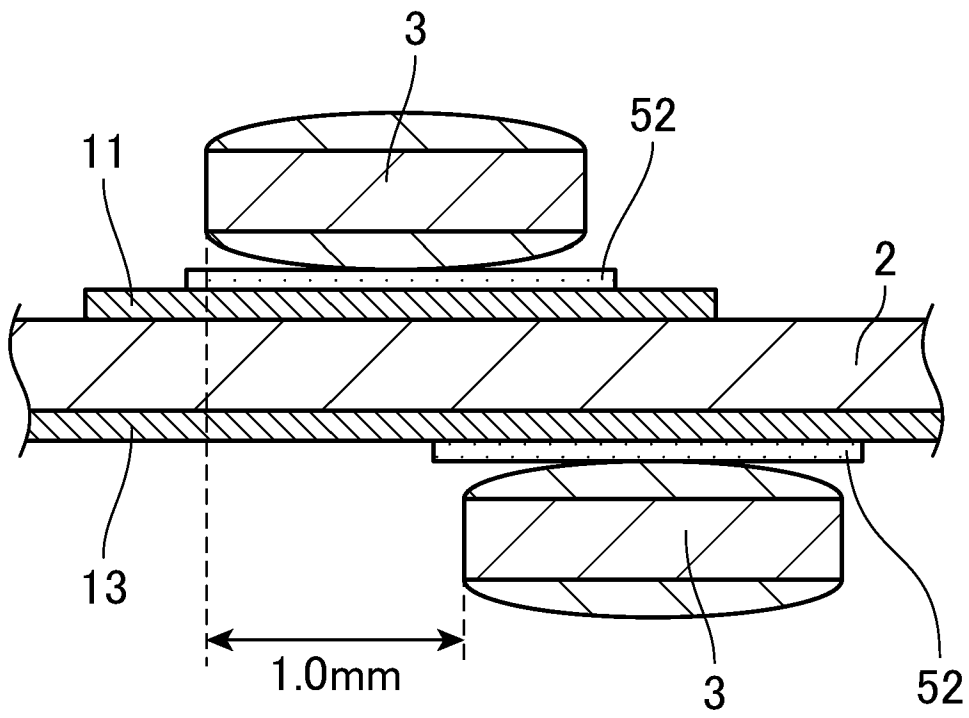
[図10]



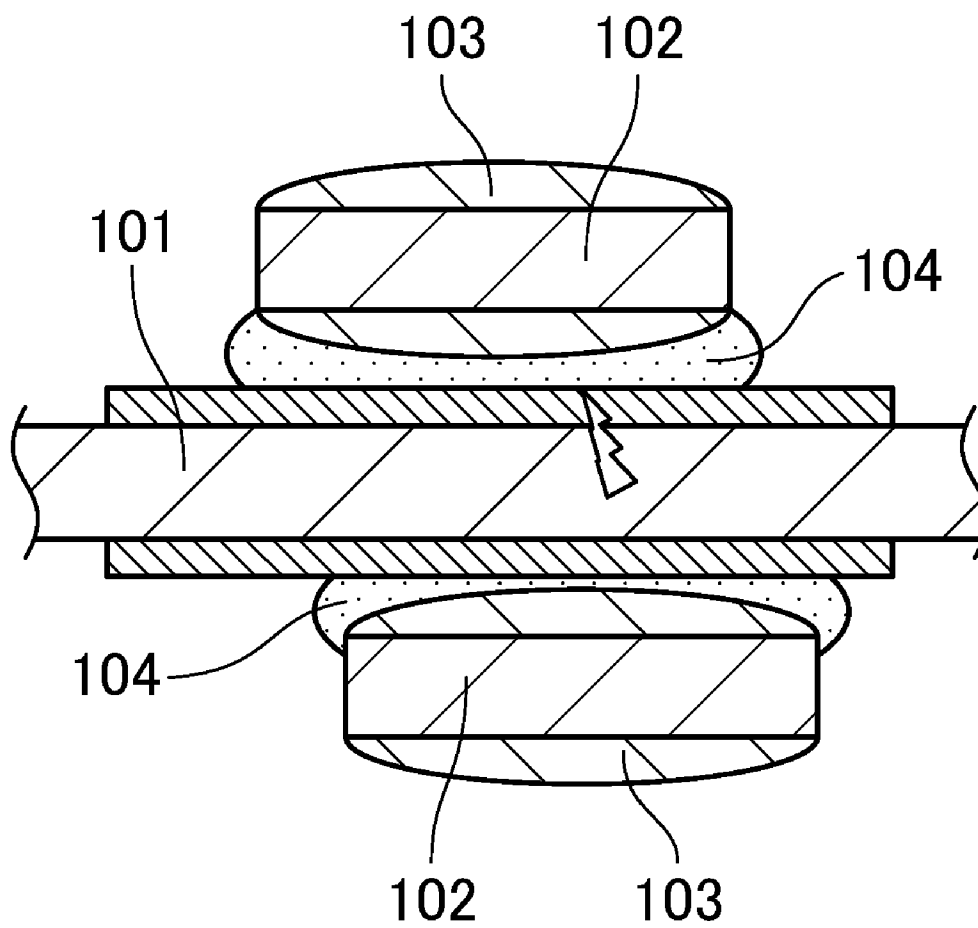
[図11]



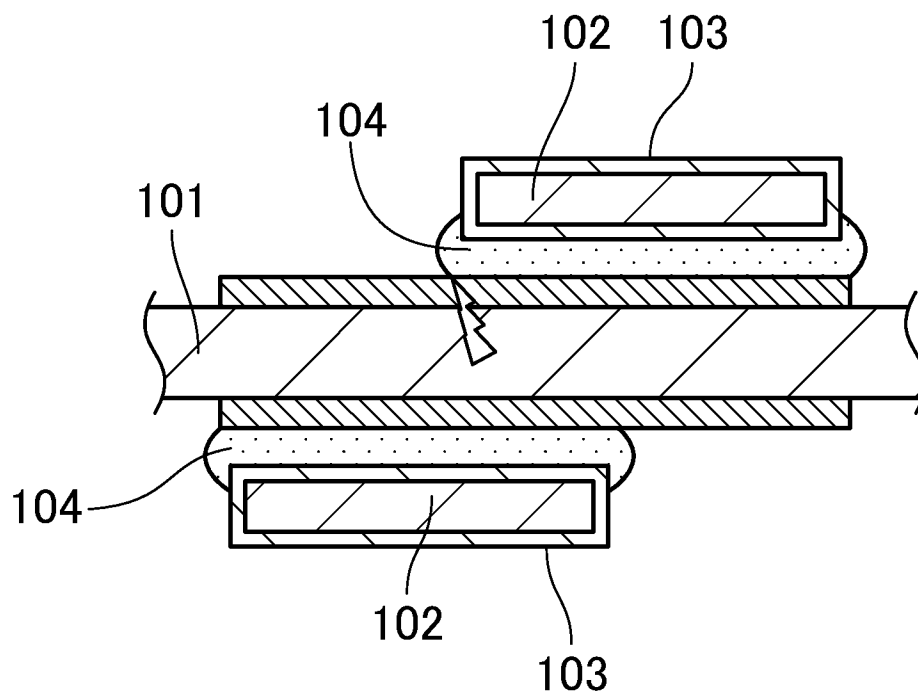
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 31/05**(2014.01)i

FI: H01L31/04 570

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)

H01L31/05

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2012/141073 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 18 October 2012 (2012-10-18) paragraphs [0019], [0023], [0026], [0029], [0032], [0043], fig. 1-2, 4(b)-(c)	1
Y		2-4, 11-13
A		5-10
Y	JP 2013-179031 A (HITACHI CABLE LTD) 09 September 2013 (2013-09-09) paragraph [0054], fig. 6	2-4, 12-13
Y	JP 2012-114339 A (SONY CHEMICAL & INFORMATION DEVICE CORP) 14 June 2012 (2012-06-14) paragraph [0067]	4, 7-10
Y	WO 2012/049984 A1 (HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.) 19 April 2012 (2012-04-19) paragraphs [0033]-[0034], [0036], [0039], [0088]-[0090]	4, 7-10



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

18 July 2023

Date of mailing of the international search report

08 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021533**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2016-21577 A (DEXERIALS CORP) 04 February 2016 (2016-02-04) paragraphs [0013], [0020], [0023], [0025], [0027], [0036], [0040], [0043], [0052]-[0056], fig. 1-2	5-6, 10
Y		7-13
A		1-4
A	JP 2012-9753 A (SEKISUI CHEMICAL CO LTD) 12 January 2012 (2012-01-12) entire text, all drawings	1-13
A	US 2019/0305167 A1 (SUNPOWER CORPORATION) 03 October 2019 (2019-10-03) entire text, all drawings	1-13

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: WO 2012/141073 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 18 October 2012 (2012-10-18) paragraphs [0019], [0023], [0026], [0029], [0032], [0043], fig. 1-2, 4(b)-(c) & US 2013/0312810 A1 paragraphs [0027], [0031], [0034], [0037], [0040], [0051], fig. 1-2, 4(b)-(c) & CN 103403882 A

Document 5 : JP 2016-21577 A (DEXERIALS CORP) 04 February 2016 (2016-02-04) paragraphs [0013], [0020], [0023], [0025], [0027], [0036], [0040], [0043], fig. 1-2 (Family: none)

Claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) Claims 1-4

Claim 1 lacks novelty in light of document 1, and thus does not have a special technical feature. However, claim 2 dependent on claim 1 has the special technical feature in which “a solar cell module made of a cured product of a thermosetting binder resin and, when viewed in cross-section, has a metal coupling portion and a coating portion that covers both edges of the tab wire, wherein the tab line connected to the surface of the solar cell and the tab line connected to the back side of the solar cell are connected at a position shifted in the width direction of the tab line from the position where the tab lines face each other through the solar cell.” Thus, claims 1-2 are classified as invention 1.

Also, claims 3-4 are dependent on claim 1 and inventively related to claim 1, and are thus classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 5-13

It cannot be said that claims 5-13 have a special technical feature identical or corresponding to that of claim 2 classified as invention 1. Also, claims 5-13 are not dependent on claim 1. Furthermore, claims 5-13 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claims 5-13 cannot be classified as invention 1.

Also, claims 5-6 lack novelty in light of document 5, and thus do not have a special technical feature. However, claim 7 dependent on claim 5 has the special technical feature in which “solder particles contain 40 to 80 wt% of Sn and 20 to 60 wt% of Bi,” and claim 8 also has the same technical feature as claim 7. Therefore, claims 5, and 7-8 are classified as invention 2.

Also, claims 6 and 9-13 are dependent on claim 5 and inventively related to claim 5, and are thus classified as invention 2.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/021533

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2012/141073	A1	18 October 2012	US 2013/0312810 A1 paragraphs [0027], [0031], [0034], [0037], [0040], [0051], fig. 1-2, 4(b)-(c) CN 103403882 A	
JP	2013-179031	A	09 September 2013	US 2009/0255710 A1 paragraph [0091], fig. 6 CN 101562201 A	
JP	2012-114339	A	14 June 2012	US 2013/0213453 A1 paragraph [0070] CN 103222069 A KR 10-2013-0132497 A	
WO	2012/049984	A1	19 April 2012	US 2014/0144481 A1 paragraphs [0041]-[0042], [0044], [0047], [0091]-[0093] CN 103180965 A KR 10-2013-0120459 A	
JP	2016-21577	A	04 February 2016	(Family: none)	
JP	2012-9753	A	12 January 2012	(Family: none)	
US	2019/0305167	A1	03 October 2019	CN 111937162 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 31/05(2014.01)i FI: H01L31/04 570										
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）） H01L31/05 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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 A	WO 2012/141073 A1（三菱電機株式会社）18.10.2012（2012 - 10 - 18） 段落 [0019]、[0023]、[0026]、[0029]、[0032]、[0043] 及び図1-2、4（b）-（c）	1 2-4, 11-13 5-10								
Y	JP 2013-179031 A（日立電線株式会社）09.09.2013（2013 - 09 - 09） 段落 [0054] 及び図6	2-4, 12-13								
Y	JP 2012-114339 A（ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社） 14.06.2012（2012 - 06 - 14） 段落 [0067]	4, 7-10								
Y	WO 2012/049984 A1（日立化成工業株式会社）19.04.2012（2012 - 04 - 19） 段落 [0033] - [0034]、[0036]、[0039]、[0088] - [0090]	4, 7-10								
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 18.07.2023		国際調査報告の発送日 08.08.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 桂城 厚 2K 1764 電話番号 03-3581-1101 内線 3255								

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2016-21577 A (デクセリアルズ株式会社) 04.02.2016 (2016 - 02 - 04) 段落 [0013]、[0020]、[0023]、[0025]、[0027]、[0036]、[0040]、[0043]、[0052] - [0056] 及び図1-2	5-6, 10
Y		7-13
A		1-4
A	JP 2012-9753 A (積水化学工業株式会社) 12.01.2012 (2012 - 01 - 12) 全文、全図	1-13
A	US 2019/0305167 A1 (SUNPOWER CORPORATION) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 全文、全図	1-13

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1：W0 2012/141073 A1（三菱電機株式会社）18.10.2012(2012-10-18)

段落 [0019]、[0023]、[0026]、[0029]、[0032]、[0043] 及び図1-2、4 (b) - (c)

& US 2013/0312810 A1

段落 [0027]、[0031]、[0034]、[0037]、[0040]、[0051] 及び図1-2、4 (b) - (c)

& CN 103403882 A

文献5：JP 2016-21577 A（デクセリアルズ株式会社）04.02.2016(2016-02-04)

段落 [0013]、[0020]、[0023]、[0025]、[0027]、[0036]、[0040]、[0043] 及び図1-2（ファミリーなし）

請求の範囲は、以下の2つの発明に区分される。

（発明1）請求項1-4

請求項1は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項1の従属請求項である請求項2は「熱硬化性のバインダー樹脂の硬化物からなり、断面視において、金属結合部、及びタブ線の両側縁を被覆する被覆部を有する太陽電池モジュールにおいて、太陽電池セルの表面に接続されたタブ線と太陽電池セルの裏面に接続されたタブ線が、太陽電池セルを介して向かい合う位置からタブ線の幅方向にずれた位置に接続されている」という特別な技術的特徴を有している。したがって、請求項1-2を発明1に区分する。

また、請求項3-4は請求項1の従属請求項であり、請求項1に対して発明の連関を有しているので、発明1に区分する。

（発明2）請求項5-13

請求項5-13は、発明1に区分された請求項2と同一の又は対応する特別な技術的特徴を含有しているとはいえない。また、請求項5-13は請求項1の従属請求項ではない。さらに、請求項5-13は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にない。

したがって、請求項5-13は発明1に区分できない。

そして、請求項5-6は、文献5により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項5の従属請求項である請求項7は「はんだ粒子は、40～80wt%のSnと、20～60wt%のBiとを含む」という特別な技術的特徴を有しており、請求項8も、請求項7と同一の特別な技術的特徴を有している。したがって、請求項5、7-8を発明2に区分する。

また、請求項6、9-13は請求項5の従属請求項であり、請求項5に対して発明の連関を有しているので、発明2に区分する。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/021533

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2012/141073	A1	18.10.2012	US 2013/0312810 A1 段落 [0027]、[0031]、[0034]、 [0037]、[0040]、[0051] 及び図 1-2、4 (b) - (c) CN 103403882 A	
JP	2013-179031	A	09.09.2013	US 2009/0255710 A1 段落 [0091] 及び図 6 CN 101562201 A	
JP	2012-114339	A	14.06.2012	US 2013/0213453 A1 段落 [0070] CN 103222069 A KR 10-2013-0132497 A	
WO	2012/049984	A1	19.04.2012	US 2014/0144481 A1 段落 [0041] - [0042]、[0044]、 [0047]、[0091] - [0093] CN 103180965 A KR 10-2013-0120459 A	
JP	2016-21577	A	04.02.2016	(ファミリーなし)	
JP	2012-9753	A	12.01.2012	(ファミリーなし)	
US	2019/0305167	A1	03.10.2019	CN 111937162 A	