(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
2013 年 6 月 27 日 (27.06.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/094052 A1

(51) 国際特許分類：
H01L 31/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2011/079802

(22) 国際出願日： 2011 年 12 月 22 日 (22.12.2011)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について)：三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).

( ) 発明者；および

( ) 発明者/出願人 (米国についてのみ)：吉嶺 幸弘 (YOSHIMINE, Yukihiro) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人：特許業務法人ＹＫＩ国際特許事務所 (YKI Patent Attorneys); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目３４番１２号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

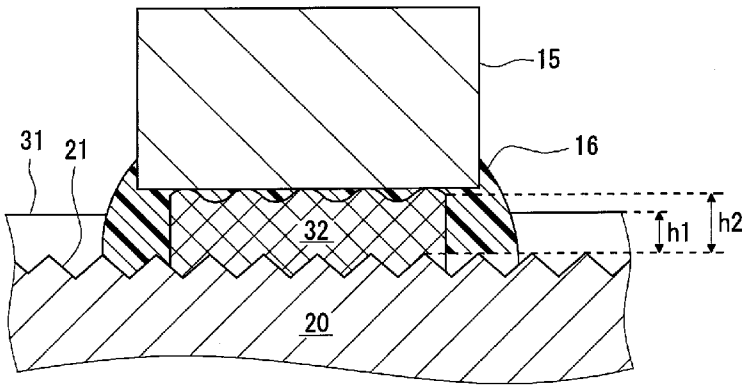
添付公開書類：

– 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SOLAR CELL AND SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称：太陽電池及び太陽電池モジュール

[図4]



(57) Abstract: This solar cell (10) is provided with: a photoelectric converter (20); a first electrode (30) furnished on the light receiving surface of the photoelectric converter (20); and a second electrode (40) furnished on the back surface of the photoelectric converter (20). The first electrode (30) and the second electrode (40) have bus bars (32, 42) containing a binder resin and a conductive filler and having a Young's modulus (25°C) of 0.05 to 1 GPa. By virtue of the aforementioned features of this solar cell, adhesion of the bus bars can be improved without diminishing the conductivity necessary for of carrier transmission.

(57) 要約：本発明に係る太陽電池１０は、光電変換部２０と、光電変換部２０の受光面上に設けられた第１電極３０と、光電変換部２０の裏面上に設けられた第２電極４０とを備え、第１電極３０及び第２電極４０は、バインダ樹脂と導電性フィラーとを含んで構成されヤング率（２５℃）が０．０５～１ＧＰａであるバスバー３２，４２を有する。本発明の太陽電池は、上記の構成とすることにより、キャリアの伝達に必要な導電性を損なうことなく、バスバーの密着性を向上させることができる。

2013/094052 A1

明　細　書

発明の名称　:太陽電池及び太陽電池モジュール

技術分野

[0001]　本発明は、太陽電池及び太陽電池モジュールに関する。

背景技術

[0002]　太陽電池は、受光により発生したキャリアを収集するために、光電変換部の主面上に電極を備える。かかる電極には、通常、光電変換部の広範囲からキャリアを収集するフィンガーと、各フィンガーが接続されて、各フィンガーからキヤリアを集めるバスバーとが含まれる。

[0003]　フィンガーは、キャリアを効率良く収集するため、低抵抗損失であることが要求される。一方、バスバーには、モジュール化に際して太陽電池同士を接続する配線材が取り付けられるため、配線材との良好な接続性が要求される。例えば、特許文献 1 には、焼結型の導電性材料を用いて形成されたフィンガーと、熱硬化型の導電性材料を用いて形成されたバスバーとを備える太陽電池が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1 :特開２００８_２０５１３７号公報

発明の概要

発明が解決しょうとする課題

[0005]　上記従来技術によれば、キャリアを効率良く収集でき、且つバスバーと配線材との良好な接続性を実現できる。しかしながら、太陽電池の普及が急速に進んでいる現状において、さらなる光電変換効率の向上が要求されている。

課題を解決するための手段

[0006]　本発明の一態様に係る太陽電池は、光電変換部と、光電変換部の主面上に設けられた電極とを備え、電極は、バインダ樹脂と導電性フイラーとを含ん

で構成されたバスバーを有し、バスバーのヤング率 (25℃) は、0.05 ~ 1GPaである。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、良好な光電変換特性を有する太陽電池を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1] 本発明の実施形態の一例である太陽電池モジュールを示す断面図である。

[図2] 本発明の実施形態の一例である太陽電池を受光面側から見た平面図である。

[図3] 図2のA - A線断面を示す図である。

[図4] 図3のB部拡大図において、バスバーに配線材を取り付けた様子を示す図である。

[図5] 本発明の実施形態の一例である太陽電池の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

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

[0010] 図1は、太陽電池モジュール10の一部を示す断面図である。

太陽電池モジュール10は、複数の太陽電池11と、太陽電池11の受光面側に配置される第1保護部材12と、太陽電池11の裏面側に配置される第2保護部材13とを備える。複数の太陽電池11は、第1保護部材12と第2保護部材13とにより挟持されると共に、エチレン酢酸ビニル共重合体（EVA）等の樹脂からなる充填剤14の層中に封止されている。

[0011] 太陽電池モジュール10は、さらに、各太陽電池11を電気的に接続する配線材15を備える。また、太陽電池モジュール10は、通常、配線材15

同士を接続する渡り配線材、フレーム、端子ボックス (いずれも図示せず) などを備える。

[001 2] ここで、 受光面」とは、太陽電池１１の外部から光が主に入射する主面を意味する。例えば、光電変換素子１１に入射する光のうち５０％超過〜１００％が受光面側から入射する。また、 裏面」とは、受光面と反対側の面を意味する。換言すると、主面のうち後述する電極面積が大きい方が裏面となる。

[001 3] 太陽電池１１は、太陽光等の光を受光することでキャリアを生成する光電変換部２０と、光電変換部２０の受光面上に設けられた受光面電極である第１電極３０と、光電変換部２０の裏面上に設けられた裏面電極である第２電極４０とを備える。太陽電池モジュール１０では、光電変換部２０で生成されたキャリアが第１電極３０及び第２電極４０により収集され、配線材１５を介して外部に出力される。尚、太陽電池１１の裏面では、受光面と比べて光電変換特性に対する遮光口スの影響が少ないため、第１電極３０よりも大面積に第２電極４０を形成できる。

[0014] 第１保護部材１２には、例えば、ガラス基板や樹脂基板、樹脂フイルム等の透光性を有する部材を用いることができるが、耐久性等の観点からガラス基板が好適である。第２保護部材１３には、第１保護部材１２と同様の部材を用いることができるが、コストの削減や軽量化等の観点から、ポリ工チレンテレフタレート (ＰＥＴ) 製等の樹脂基板又は樹脂フイルムが好適である。尚、裏面側からの受光を想定しない場合、第２保護部材１３は、不透明な基板や樹脂フイルムとしてもよく、例えば、アルミ箔をラミネートした積層基材であってもよい。

[001 5] 配線材１５は、隣接して配置される太陽電池１１同士を接続する。配線材１５の一端側は、隣接して配置される太陽電池１１のうち、一方の太陽電池１１の第１電極３０に取り付けられる。配線材１５の他端側は、他方の太陽電池１１の第２電極４０に接続される。つまり、配線材１５は、隣接する太陽電池１１の間で太陽電池モジュール１０の厚み方向に折れ曲がり、隣接す

る太陽電池１１を電気的に直列に接続する。太陽電池モジュール１０では、後述するように、接着剤１６を用いてバスバー３２，４２と配線材１５とを接続する。接着剤１６には、非導電性の樹脂接着剤や銀（Ａｇ）等の導電性フイラーを含有する導電性の樹脂接着剤を用いることができるが、非導電性或いは異方導電性の樹脂接着剤が好適である。

[001 6] 以下、図２～図４を参照しながら、さらに太陽電池１１の構成について詳記する。

図２は、太陽電池１１を受光面側から見た平面図である。図３は、図２のＡ－Ａ線断面図であって、フィンガー３１が延びる方向に沿って太陽電池１１を厚み方向に切断した断面を示す。図４は、図３のＢ部拡大図において、配線材１５の接続形態を示す。

[001 7] 光電変換部２０は、例えば、結晶系シリコン（ｃ－Ｓｉ）、ガリウム砒素（ＧａＡｓ）、又はインジウム燐（ＩｎＰ）等の半導体材料からなる基板を有する。光電変換部２０は、例えば、ｎ型単結晶シリコン基板の受光面上に、ｉ型非晶質シリコン層と、Ｐ型非晶質シリコン層と、酸化インジウム等を主成分とする透光性導電酸化物（ＴＣＯ：Ｔｒａｎｓｐａｒｅｎｔ Ｃｏｎｄｕｃｔｉｖｅ Ｏｘｉｄｅ）からなる透明導電層とを順に有する。また、ｎ型単結晶シリコン基板の裏面上に、ｉ型非晶質シリコン層と、η型非晶質シリコン層と、透明導電層とを順に有する。尚、光電変換部２０はこの構成に限定されるものではなく、種々の構成を採ることができる。

[001 8] 光電変換部２０の受光面は、テクスチャ構造２１（図４参照）を有することが好適である。テクスチャ構造２１とは、表面反射を抑制し、光電変換部２０の光吸収量を増大させる表面凹凸構造である。テクスチャ構造２１の凹凸高さ、即ち凹部の深さは、１μｍ～１５μｍが好適であり、５μｍ～１０μｍが特に好適である。テクスチャ構造２１の具体例としては、（１００）面を有する単結晶シリコンからなる基板の受光面に異方性エッチングを施すことによって得られるピラミッド状（四角錐状や四角錐台状）の凹凸構造が例示できる。或いは、結晶シリコンからなる基板の受光面に等方性エツチン

グを施すことによって得られる凹凸構造が例示できる。尚、テクスチャ構造２１は、裏面にも設けられることが好ましい。

[00 19] 第１電極３０は、例えば、複数（例えば、５０本）のフィンガー３１と、複数（例えば、２本）のバスバー３２とを含んで構成される。フィンガー３１は、光電変換部２０で生成されたキヤリアを収集するキヤリア収集用の電極であり、受光面上の広範囲に形成される細線状の電極である。バスバー３２は、フィンガー３１からキャリアを集電する電極であって、全てのフィンガー３１に電気的に接続されている。バスバー３２は配線材１５が接続される接続用の電極でもある。

[0020] 太陽電池１１では、２本のバスバー３２が所定の間隔を空けて互いに平行に配置され、これに交差して複数のフィンガー３１が配置されている。複数のフィンガー３１は、一部がバスバー３２の各々から受光面の端縁側に延び、残りが２本のバスバー３２を繋ぐように配置される。尚、本実施形態では、第２電極４０も、複数（例えば、２５０本）のフィンガー４１と、複数（例えば、２本）のバスバー４２とを含んで構成され、第１電極３０と同様の電極配置を有する。

[0021] フィンガー３１の幅は、特に限定されないが、遮光口ス低減等の観点から３０μｍ～１５０μｍが好適である。バスバー３２からの距離が遠くなるほど幅を細くしてもよく、この場合、最細部の幅は３０μｍ～８０μｍが好適である。バスバー３２の幅は、例えば、０．５ｍｍ～１．５ｍｍが好適であり、配線材１５の接続により発生する応力の緩和等の観点から、配線材１５の幅の８０～１００％（同等）とすることが特に好適である。尚、第２電極４０では、フィンガー４１の幅をフィンガー３１よりも太くすることが好適であり、例えば、６０μｍ～２５０μｍに設定する。

[0022] フィンガー３１及びバスバー３２の高さは、特に限定されないが、抵抗損失低減等の観点から４０μｍ～１５０μｍが好適である。また、バスバー３２の高さｈ２は、配線材１５との電気的接続を良好にするため、フィンガー３１の高さｈ１と同等かｈ１よりも高いことが好適である（図４参照）。こ

こで、高さｈ１，ｈ２とは、光電変換部２０の最上面（テクスチャ構造２１の凸部）から各々の電極の最上面までの長さであって、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いた断面観察により計測される値の平均値である。尚、第２電極４０は、第１電極３０よりも電極面積が大きいため、第１電極３０の場合よりも電極高さを低くできる。バスバー４２の高さは、第１電極３０の場合と同様に、フィンガー４１の高さと同等かｈ１よりも高くすることが好適である

[0023] フィンガー３１，４１、及びバスバー３２，４２は、バインダ樹脂と導電性フイラーとを含んで構成される。導電性フイラーには、例えば、銀（Ａｇ）、銅（Ｃｕ）、ニッケル（Ｎｉ）等の金属粒子やカーボン、又はこれらの混合物などが用いられる。これらのうち、銀粒子が好適である。銀粒子の形状は、特に限定されず、球状や紡錘状、針状、フレーク状、ィガ栗状等であつてもよい。銀粒子等の導電性フイラーは、バインダ樹脂中に分散されており、その含有量は、電極構成成分の全重量に対して、７０～９５重量％が好ましく、７５～９２重量％がより好ましく、８０～９０重量％が特に好ましし。バインダ樹脂の含有量は、電極構成成分の全重量に対して、５～３０重量％が好ましく、８～２５重量％がより好ましく、１０～２０重量％が特に好ましい。尚、電極構成成分には、フイラー分散剤等の添加剤が少量含まれていてもよい。

[0024] フィンガー３１，４１、及びバスバー３２，４２は、スクリーン印刷法により形成されることが好適である。フィンガー３１等のスクリーン印刷法では、例えば、フィンガー３１等の形状に対応した開口部を有するスクリーン版、及びスキージを用いて、光電変換部２０の主面上に電極構成成分を含むインクを転写する。そして、転写されたインクを加熱等により固化させてフインガー３１等を形成する。インクとしては、上記バインダ樹脂と上記導電性フィラーとを混合した加熱硬化タイプの導電性ペーストが好適である。当該導電性ペーストには、粘度調整等の目的で少量の溶剤（例えば、アルコール系、グリコールエーテル系、炭化水素系等の有機溶剤、又はこれらの混合

溶剤等）を加えても良い。尚、フィンガーとバスバーとは、別の印刷工程で印刷され、各印刷工程で異なる導電性ペーストが使用される。

[0025] 太陽電池１１では、フィンガー３１，４１のヤング率（２５℃）が、１超過～５０ＧＰａであり、バスバー３２，４２のヤング率（２５℃）が、０．０５～１ＧＰａである。

[0026] ヤング率は、ＴＭＡ(thermal mechanical analysis)法を用いて測定する。ヤング率は、室温（２５℃）にて圧縮応力に対する歪み量を測定することにより得られる。これらの関係式を下記に示す。

σ＝Ｅ・ε（σ：応力，Ｅ：ヤング率，ε：歪み）

[0027] バスバー３２，４２における上記導電性フイラーの含有率（電極構成成分の全重量に対する）は、フィンガー３１，４１における上記導電性フイラーの含有率よりも低いことが好適である。即ち、各電極の機能に合わせて導電性フイラーの含有率を変更することが好適である。好ましくは、前者が８５重量%未満、後者が８５重量%以上である。フィンガー３１，４１における導電性フイラーの含有率を高くすることで、フィンガー３１，４１の抵抗損失を低減することができる。尚、導電性フイラーの含有率を下げると、電極の柔軟性が高まり、ヤング率が下がる傾向にある。

[0028] バスバー３２，４２の抵抗の大幅な上昇を抑制しながら、柔軟性をさらに高めるため、上記バインダ樹脂の組成を各電極の機能に合わせて変更することが好適である。本実施形態では、フィンガー３１及びバスバー３２は、各々のバインダ樹脂の組成が互いに異なり、フィンガー４１はフィンガー３１と同一組成、バスバー４２はバスバー３２と同一組成である。バスバー３２，４２は、導電性フイラーの含有率を７０～８５重量%、好ましくは８０～８５重量%とし、且つヤング率を０．０７～０．７ＧＰａとすることが好ましく、０．１～０．５ＧＰａとすることが特に好ましい。尚、フィンガー３１，４１のヤング率（２５℃）は、１０～４０ＧＰａが好ましく、１５～３５ＧＰａが特に好ましい。

[0029] 以下、上記バインダ樹脂の組成について詳説する。

フィンガー３１，４１を構成するバインダ樹脂は、熱硬化性樹脂を９０超過～１００重量％含有することが好適である。上記熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、ウレア系樹脂、アクリル系樹脂、イミド系樹脂、及びフエノール系樹脂からなる群より選択される少なくとも１種を用いることができる。これらのうち、エポキシ系樹脂、及びウレタン系樹脂が好ましく、エポキシ系樹脂を主成分（５０重量％以上）とすることが特に好ましい。また、エポキシ系樹脂等に、少量のシリコーン系樹脂等を加えてもよい。尚、上記熱硬化性樹脂は、複数のグループに分類されるもの（例えば、エポキシ系樹脂及びウレタン系樹脂の両方に分類できる樹脂）であってもよい。

[0030] 上記エポキシ系樹脂としては、脂環式エポキシ樹脂、鎖状エポキシ樹脂、ビスフエノールＡ型エポキシ樹脂、エポキシフエノールノボラック型樹脂、ポリダリシジルエーテル型エポキシ樹脂、ポリアルキレンエーテル型エポキシ樹脂、エポキシアクリレート樹脂、脂肪酸変性エポキシ樹脂、ウレタン変性エポキシ樹脂等が例示できる。

[0031] バスバー３２，４２を構成するバインダ樹脂は、上記熱硬化性樹脂を５０～９０重量％、及びガラス転移温度（以下、Ｔｇという）が２５℃以下であるゴム又はエラストマーを１０～５０重量％含有することが好適である。より好ましくは、前者が６０～８５重量％、後者が１５～４０重量％であり、特に好ましくは、前者が７０～８０重量％、後者が２０～３０重量％である。尚、Ｔｇは、示差走査型熱量計（ＤＳＣ）で測定した値である。エラストマーは、熱可塑性エラストマーでも良いし、架橋エラストマーでも良い。

[0032] 上記ゴムは、Ｔｇが２５℃以下、好ましくは０℃以下、特に好ましくは－２０℃以下の架橋性のポリマーを意味する。架橋構造は、加硫等により形成できる。上記ゴムとしては、例えば、ジエン系ゴム、オレフィン系ゴム、ウレタン系ゴム、アクリル系ゴム、含ケイ素ゴム、含ハロゲンゴム、及びこれらの変性物からなる群より選択される少なくとも１種を用いることができる。尚、上記ゴムは、複数のグループに分類されるものであってもよい。

[0033] ジェン系ゴムとしては、天然ゴム、ブタジエンゴム、イソプレンゴム、メチルゴム、プチルゴム、ポリペンタジェンゴム、ノルボルネンゴム、ニトリルゴム (アクリロニトリル－ブタジエン共重合体、アクリロニトリル－イソプレン共重合体等)、スチレン—ブタジエン共重合体ゴム等が例示できる。

[0034] オレフィン系ゴムとしては、エチレン－プロピレンゴム、エチレン－プロピレン－ジェン共重合体ゴム、ポリィソプチレンゴム、ポリィソプチルエーテルゴム、ポリシクロペンテンゴム、マレイン酸変性エチレン－プロピレン共重合体ゴム等が例示できる。

[0035] ウレタン系ゴムとしては、ポリエーテルウレタンゴム、ポリエステルウレタンゴム等が例示できる。

[0036] アクリル系ゴムとしては、アクリル酸エステル—アクリロニトリル共重合体ゴム、ァクリル酸エステル—クロロエチルビニルエーテル共重合体ゴム、ァクリル酸エステル—プタジェン共重合体ゴム等が例示できる。

[0037] 含ケィ素ゴムとしては、シリコーンゴム (メチルビニルシリコーンゴム、メチルフエニルビニルシリコーンゴム等)等が例示できる。

[0038] 含ハロゲンゴムとしては、クロロプレンゴム、臭素化プチルゴム、塩素化プチルゴム、ヒドリンゴム (エピクロロヒドリンゴム等)、クロロスルホン化ポリエチレンゴム、塩素化ポリエチレンゴム、マレイン酸変性塩素化ポリエチレンゴム、フッ素ゴム (ビニリデンフルオロライドゴム、含フッ素ビニルエーテルゴム、含フッ素ホスファゼンゴム)等が例示できる。

[0039] 使用するゴム材に求められる特性としては、低温での密着性や柔軟性を保つためにＴｇが低いこと、太陽電池モジュール１０の最高到達温度 (約１２０℃) での劣化(熱分解、酸化劣化、流動化)が少ない等の耐熱性が高いことなどが挙げられる。また、ゴム材は、導電性ペーストの安定性等の観点から熱硬化性樹脂との適切な相溶性、分散性を有する必要がある。このような特性を満たすものであれば、セルの保護性、密着性などの機能を保つことが可能となる。

[0040] 上記熱可塑性エラストマーは、Ｔｇが２５℃以下、好ましくは0℃以下、

特に好ましくは—２０℃以下の非架橋性のポリマーを意味する。上記熱可塑性エラストマーとしては、例えば、スチレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、ウレタン系熱可塑性エラストマー、エステル系熱可塑性エラストマー、アクリル系熱可塑性エラストマー、シリコーン系熱可塑性エラストマー、及びこれらの変性物からなる群より選択される少なくとも１種を用いることができる。これらのうち、スチレン系熱可塑性エラストマー、ウレタン系熱可塑性エラストマー、及びシリコーン系熱可塑性エラストマーが好ましく、シリコーン系熱可塑性エラストマー、及びウレタン系熱可塑性エラストマーが特に好ましい。尚、上記熱可塑性エラストマーは、複数のグループに分類されるものであってもよい。

[0041] スチレン系熱可塑性エラストマーとしては、スチレンーエチレンープチレン共重合体 (ＳＥＢ）等のスチレン系ＡＢ型ジブロック共重合体、スチレン—ブタジエン—スチレン共重合体 (ＳＢＳ）、ＳＢＳの水素添加物 (ＳＥＢＳ）、スチレンーイソプレンースチレン共重合体 (ＳＩＳ）、ＳＩＳの水素添加物 (ＳＥＰＳ）、スチレンーイソプチレンースチレン共重合体 (ＳＩＢＳ）等のスチレン系ＡＢＡ型 トリブロック共重合体、スチレンーブタジエン—スチレンーブタジエン (ＳＢＳＢ）等のスチレン系ＡＢＡＢ型テ トラブロック共重合体等が例示できる。

[0042] ウレタン系熱可塑性エラストマーとしては、低分子ジオールとジイソシアネー トからなるハー ドセグメン トと、高分子ジオールからなるソフ トセグメン トとを有するポリマー等が例示できる。

低分子ジオールには、例えば、炭素数２～１５の脂肪族二価アルコール、炭素数５～１５の脂環式二価アルコール、炭素数６～１５の芳香族二価アルコール等を用いることができる。これらのうち、二価アルコール及び二価フエノールが好ましく、エチレングリコール、ハイドロキノン、及びビスフエノールＡが特に好ましい。

ジィソシァネー トには、例えば、炭素数６～２０の芳香族ジィソシァネート、炭素数２～１８の脂肪族ジイソシアネー ト、炭素数４～１５の脂環式ジ

イソシアネート、炭素数8～15の芳香脂肪族ジイソシアネート等を用いることができる。これらのうち、芳香族ジイソシアネート、及び脂肪族ジイソシアネートが好ましく、ＴＤＩ(トリレンジイソシアネート)、ＭＤＩ(ジフエニルメタンジイソシアネート)、及びＨＤＩ(ヘキサメチレンジイソシアネート)が特に好ましい。

高分子ジオールには、低分子ジオールのアルキレンオキサイド付加物等の重量平均分子量が５００～１００００のポリエーテル、重量平均分子量が５００～１００００のポリエステル、重量平均分子量が５００～１００００のポリカーボネート等を用いることができる。これらのうち、二価アルコールのアルキレンオキサイド付加物、及び二価フエノールのアルキレンオキサイド付加物が好ましく、エチレングリコールのアルキレンオキサイド付加物、及びビスフエノールＡのアルキレンオキサイド付加物が特に好ましい。

[0043] シリコーン系熱可塑性エラストマーとしては、ポリジメチルシロキサン（ＰＤＭＳ）、ポリメチルフエニルシロキサン、ポリジフエニルシロキサン等が例示できる。

[0044] 上記熱可塑性エラストマーの重量平均分子量（Ｍｗ）は、組成等によって多少異なるが、２０，０００～５００，０００が好ましく、３０，０００～３００，０００がより好ましく、４０，０００～１５０，０００が特に好ましい。ここで、重量平均分子量（Ｍｗ）は、ポリスチレン換算の相対値であり、ＧＰＣ法により測定される。

[0045] 太陽電池１１を含む太陽電池モジュール１０によれば、バスバー３２，４２のヤング率を0．０５～１ＧＰａに制御することにより、配線材１５へのキャリアの伝達に必要な導電性を損なうことなく、バスバー３２，４２と配線材１５との密着性を向上させることができる。さらに、配線材１５の接続に起因して発生する応力の影響を緩和できる。当該応力としては、例えば、バスバー３２，４２と配線材１５との線膨張係数の違いに起因して発生する応力、配線材１５の圧着時に加わる応力、第２保護部材１３である樹脂フィルム等の伸縮に起因して発生する応力等がある。尚、当該応力は、バスバー

３２，４２と配線材１５との界面やバスバー３２，４２と光電変換部２０との界面に発生し易い。

[0046] つまり、バスバー３２，４２は、配線材１５の接続部として好適な柔軟性を有するため配線材１５の圧着時に加わる圧力によって変形し易く、配線材１５との接触面積を向上させることができる。これにより、配線材１５との密着性が向上し、例えば、高温又は寒冷環境下においても配線材１５の剥離を抑制することができる。そして、バスバー３２，４２は、柔軟性が高く弾性変形し易いため、上記応力を吸収して、その影響を緩和することができる。これにより、光電変換部２０の亀裂や割れ、脆性破壊等の損傷を抑制することができる。バスバー３２，４２は、光電変換部２０の厚みが薄い場合であっても、亀裂等の損傷を十分に抑制することができる。

[0047] また、バスバー３２，４２における導電性フイラーの含有率をフィンガー３１，４１よりも低くすることで、電極の柔軟性が向上するだけでなく、製造コストを削減できる。或いは、製造コストの上昇を抑制しながら、バスバ—３２，４２の幅を太くして上記応力の分散を図り、上記応力の緩和性能をさらに高めることができる。

但し、バスバー３２，４２における導電性フイラーの含有率を低くし過ぎると、配線材１５へのキャリアの伝達に必要な導電性が損なわれる。そこで、バスバー３２，４２のバインダ樹脂に、室温以下でゴム弾性を有するゴム又は熱可塑性エラストマーを加えることによって、当該導電性を損なうことなく電極の柔軟性をさらに向上させることができる。

尚、ゴム又は熱可塑性エラストマーを増やしすぎるとバスバー３２，４２の機械的な強度が低下してしまい、配線材１５からの応力によりバスバー３２，４２中にマイクロクラックが発生し、キャリアの収集を阻害する可能性がある。

[0048] —方、フィンガー３１，４１は、バスバー３２，４２よりも導電性フイラ—の含有率を高めて、ヤング率を１超過〜５ＯＧＰａに制御する。これにより、光電変換部２０の広範囲から効率良くキヤリアを収集できる。

以上のように、各電極の機能に合わせて、電極のヤング率を適切な範囲に制御することにより、良好な光電変換特性を有する太陽電池モジュール１０を提供することができる。

[0049] 尚、本実施形態は、本発明の目的を損なわない範囲で適宜設計変更できる。

例えば、図５に示されるように、フィンガー４１の代わりに、銀等の金属薄膜４１$_x$を光電変換部２０の裏面上に形成した構成とすることもできる。図５に例示する太陽電池１１$_x$において、第２電極４０ｘは、金属薄膜４１$_x$と、その上に形成されたバスバー４２$_x$とを含んで構成されている。金属薄膜４１$_x$は光電変換部２０で生成されたキャリアを収集し、バスバー４２$_x$は金属薄膜４１$_x$で収集されたキャリアを集電する。バスバー４２$_x$は金属薄膜４１$_x$上の一部に形成されていれば良い。

[0050] また、バスバー３２とバスバー４２とでヤング率を異ならせてもよい。例えば、バスバー４２のヤング率をバスバー３２のヤング率より低くすることは好適である。これは、第１保護部材１２には、通常、ガラス基板が適用され、第２保護部材１３には、通常、ＰＥＴフイルム等の樹脂フイルムが適用されるため、第１電極３０側よりも第２電極４０側で上記応力が発生し易くなるからである。

或いは、第１電極３０では、フィンガー３１及びバスバー３２のヤング率を変化させず、同一の導電性ペーストを用いて形成し、第２電極４０のみにおいて、フィンガー３１及びバスバー３２のヤング率を変化させてもよい。

実施例

[0051] 以下、実施例により本発明をさらに説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0052] ＜実施例１＞

評価用の光電変換部を以下の手順で作製する。尚、光電変換部は、全ての実施例・比較例で同じものを用いる。

まず、水酸化カリウム（ＫＯＨ）水溶液を用いて（１００）面を異方性エ

ツチングし、受光面及び裏面にテクスチヤ構造を形成した清浄なｎ型単結晶シリコン基板（以下、基板という）を準備する。続いて、当該基板を真空チヤンバ内に設置し、ＣＶＤにより、当該基板の裏面上にｉ型非晶質シリコン膜、η型非晶質シリコン膜を順に形成する。ｉ型非晶質シリコン膜の形成工程では、シランガス（SiH_4）を原料ガスとする。また、ｎ型非晶質シリコン膜の形成工程では、シラン（SiH_4）、水素（H_2）、及びホスフィン（PH_3）を原料ガスとする。基板の受光面にも、ＣＶＤにより、ｉ型非晶質シリコン膜、Ｐ型非晶質シリコン膜を順に形成する。Ｐ型非晶質シリコン膜の形成工程では、PH_3の代わりに、ジボラン（B_2H_6）を原料ガスとする。

続いて、スパッタリングにより、η型非晶質シリコン膜上、及びρ型非晶質シリコン膜上に、酸化インジウムを主成分とするＴＣＯ膜を形成する。こうして、ＴＣ０膜/ ｉ型非晶質シリコン膜/ ｐ型非晶質シリコン膜/ 基板/ ｉ型非晶質シリコン膜/ ｎ型非晶質シリコン膜/ ＴＣ０膜の層構造を有する光電変換部を作製した。

[0053] 次に、作製した光電変換部の受光面上に受光面電極を、光電変換部の裏面上に裏面電極をそれぞれ形成する。

受光面電極は、２本のバスバー、及びこれに直交する５０本のフィンガーとし、いずれもスクリーン印刷により下記組成等を有する導電性ペーストを受光面上に印刷して形成する。まず、フィンガーを印刷し、次いでバスバーを印刷する。尚、各印刷工程において、スキージ角度、印圧等の印刷条件は同じとする。続いて、仮乾燥工程（１５０℃Ｘ１５分）により転写された導電性ペーストの溶剤の一部を除去する。

裏面電極は、２本のバスバー、及びこれに直交する２５０本のフィンガーとする。スクリーン版の開口部のパターンが異なる以外は、受光面電極の場合と同様にして裏面電極を印刷する。

その後、本乾燥工程（２００℃Ｘ６０分）により転写された導電性ペーストの溶剤を除去し、バインダ樹脂を熱硬化させる。こうして、下記寸法等を有する受光面電極及び裏面電極を備える太陽電池を作製した。

<フィンガー用導電性ペースト>

[バインダ樹脂] ビスフエノールA型エポキシ樹脂

[導電性フィラー] 銀粒子 (粒径 ;1~10μm、形状 ;フレーク粉及び球状粉の混合型 (配合比は50 :50wt%)

[配合比] 溶剤 :バインダ樹脂 :導電性フイラー= 1 :9 :90wt%

<バスバー用導電性ペースト>

[導電性フイラー] フィンガーの場合と同じ

[バインダ樹脂]

熱硬化性樹脂 (60重量%) ;フィンガーの場合と同じ

エラストマーA (40重量%) ;シリコーンゴム (Tg ;_ 120℃)

[配合比] 溶剤 :バインダ樹脂 :導電性フイラー= 1 :19 :80

<受光面電極>

[フィンガー] 高さ ;40μm、ヤング率 ;30GPa

[バスバー] 高さ ;50μm、ヤング率 ;0.05GPa

<裏面電極>

[フィンガー] 高さ ;30μm、ヤング率 ;30GPa

[バスバー] 高さ ;40μm、ヤング率 ;0.05GPa

[0054] 次に、作製した複数の太陽電池を同一平面上に並べて、隣接する太陽電池同士を配線材で接続し、太陽電池モジュールを作製する。

配線材は、フイルム状接着剤 (エポキシ樹脂系接着剤)を用いてバスバー上に接続する。まず、フイルム状接着剤をバスバー上に配置し、次いで当該接着剤上に配線材を配置する。配線材は、バスバー上の全域を覆い、フィンガーにかからないように配置する。そして、配線材上にヒートシールバーを取り付けて熱圧着することにより、配線材とバスバーとを接続する。

続いて、配線材を接続して得られた太陽電池のストリングをEVA (充填材)、ガラス基板 (第1保護部材)、PETフイルム (第2保護部材)を用いてラミネートする。ラミネート装置では、ヒーター上にモジュール材料を重ね合わせた状態で置く。ヒーター側から、ガラス基板/ EVAシート/ ス

トリング/ ＥＶＡシート／ ＰＥＴフィルムの順に配置して、真空状態で材料を１５０℃程度で加熱する。その後、大気圧下でヒーター側に材料を押し付けながら加熱を継続し、ＥＶＡを架橋させる。最後に、フレーム等を取り付ける。こうして、太陽電池モジュールを作製した。

[0055] 作製した太陽電池モジュールについて、太陽電池/ 太陽電池モジュールの出力相関、及び温度サイクル試験の評価を行った。評価結果は、電極のヤング率等と共に表１に示した。出力相関は、モジュール化前後の曲線因子 (ＦＦ) の変化を示す値であり、[モジュール化直後のＦＦ/ 電極を形成した直後の太陽電池のＦＦ]Ｘ１００ (%) により算出される。温度サイクル試験の結果は、４００サイクル (最低温度 (－４０℃) 及び最高温度 (９０℃) で３０分間保持し、それぞれの温度間を９０分間で変えている)の前後の最大出力Ｐｍａｘの変化を示し、[サイクル試験後のＰｍａｘ／サイクル試験前のＰｍａｘ]Ｘ１００ (％) により算出される。

[0056] < 実施例２～８、比較例１～３ >

バスバーを構成するバインダ樹脂の組成を表１に示すものに変更した以外は、実施例１と同様にして太陽電池の作製及び評価を行なった。

エラストマーＢ；ウレタンゴム (Ｔｇ；＿３０℃)

エラストマーＣ；ォレフィンゴム (Ｔｇ ;- ５５℃)

[0057] [表1]

	ヤング率（ＧＰａ）		バインダ樹脂（バスバー）		出力相関 (%)	温度サイクル試験 (%)
	フィンガー	バスバー	熱硬化性樹脂	エラストマー		
実施例１	３０	０．０５	６０重量%	Ａ；４０重量%	１００．０	９５．０
実施例２	３０	０．０７	６５重量%	Ａ；３５重量%	９９．９	９７．３
実施例３	３０	０．１	７０重量%	Ａ；３０重量%	１００．０	９９．２
実施例４	３０	０．５	８０重量%	Ａ；２０重量%	９９．９	９９．１
実施例５	３０	０．７	８５重量%	Ａ；１５重量%	９９．５	９９．２
実施例６	３０	１．０	９０重量%	Ａ；１０重量%	９８．９	９９．２
実施例７	３０	０．５	７５重量%	Ｂ；２５重量%	９９．９	９９．１
実施例８	３０	０．５	７５重量%	Ｃ；２５重量%	１００．０	９９．１
比較例１	３０	０．０３	４５重量%	Ａ；５５重量%	１００．０	９３．２
比較例２	３０	１．２	９５重量%	Ａ；５重量%	９８．５	９８．３
比較例３	３０	３．０	１００重量%	－	９８．０	９８．０

[0058] 表１に示すように、実施例の太陽電池モジュールは、いずれも出力相関が９９．５％以上であり、且つ温度サイクル試験によるＰｍａｘの変化率が９５．０％以上であった。つまり、実施例の太陽電池モジュールは、初期の出力

特性に優れると共に、その特性が長期の使用により劣化し難い。この優れた特性は、バスバーのヤング率 (25℃) を0.05~1GPaの範囲内に制御することによって、またフィンガーのヤング率 (25℃) を1超過~50GPaの範囲内に制御することによって得られたものである。

一方、比較例の太陽電池モジュールは、初期の出力特性が高いがその特性が劣化し易いもの (比較例1)、或いは初期の出力特性が低いもの (比較例2, 3) であった。

また、エラストマーの含有量を10~30重量%として、バスバーのヤング率 (25℃) を0.1~1GPaの範囲内に制御することにより、出力相関が99.5%以上であり、且つ温度サイクル試験によるPmaxの変化率が99.1%以上という、特に優れた特性が得られる。

符号の説明

[0059] 10 太陽電池モジュール、11 太陽電池、12 第1保護部材、13 第2保護部材、14 充填材、15 配線材、16 接着剤、20 光電変換部、21 テクスチャ構造、30 第1電極、31,41 フィンガー、32,42 バスバー、40 第2電極。

請求の範囲

[請求項1] 光電変換部と、

前記光電変換部の主面上に設けられた電極と、

を備え、

前記電極は、バインダ樹脂と導電性フイラーとを含んで構成されたバスバーを有し、

前記バスバーのヤング率 (25℃) は、0.05~1GPaである太陽電池。

[請求項2] 請求項1に記載の太陽電池あつて、

前記電極は、バインダ樹脂と導電性フイラーとを含んで構成されたフィンガーを有し、

前記フィンガーのヤング率 (25℃) は、1超過〜50GPaである。

[請求項3] 請求項2に記載の太陽電池あつて、

前記フィンガー及び前記バスバーは、各々の前記バインダ樹脂の組成が互いに異なる。

[請求項4] 請求項3に記載の太陽電池あって、

前記フィンガーを構成する前記バインダ樹脂は、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、ウレア系樹脂、アクリル系樹脂、イミド系樹脂、及びフエノール系樹脂からなる群より選択される少なくとも1種である熱硬化性樹脂を90超過〜100重量%含有し、

前記バスバーを構成する前記バインダ樹脂は、前記熱硬化性樹脂を50〜90重量$\%_0$、及びガラス転移温度が25℃以下であるゴム又は熱可塑性エラストマーを10~50重量%含有する。

[請求項5] 請求項4に記載の太陽電池あって、

前記ゴムは、ジエン系ゴム、オレフィン系ゴム、ウレタン系ゴム、アクリル系ゴム、含ケィ素ゴム、含ハロゲンゴム、及びこれらの変性物からなる群より選択される少なくとも1種である。

[請求項6] 請求項４に記載の太陽電池あって、

前記熱可塑性エラストマーは、スチレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、ウレタン系熱可塑性エラストマー、エステル系熱可塑性エラストマー、アクリル系熱可塑性エラストマー、シリコーン系熱可塑性エラストマー、及びこれらの変性物からなる群より選択される少なくとも１種である。

[請求項7] 請求項２～６のいずれか１項に記載の太陽電池あって、

前記バスバーにおける前記導電性フィラーの含有率は、前記フィンガーにおける前記導電性フィラーの含有率よりも低い。

[請求項8] 請求項２～７のいずれか１項に記載の太陽電池あつて、

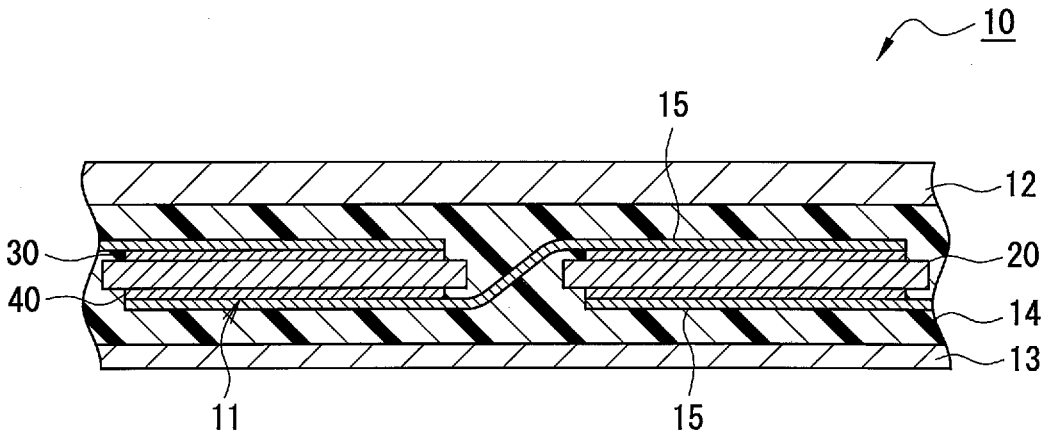
前記バスバーの高さは、前記フィンガーの高さよりも高い。

[請求項9] 請求項１～８のいずれか１項に記載の複数の太陽電池と、

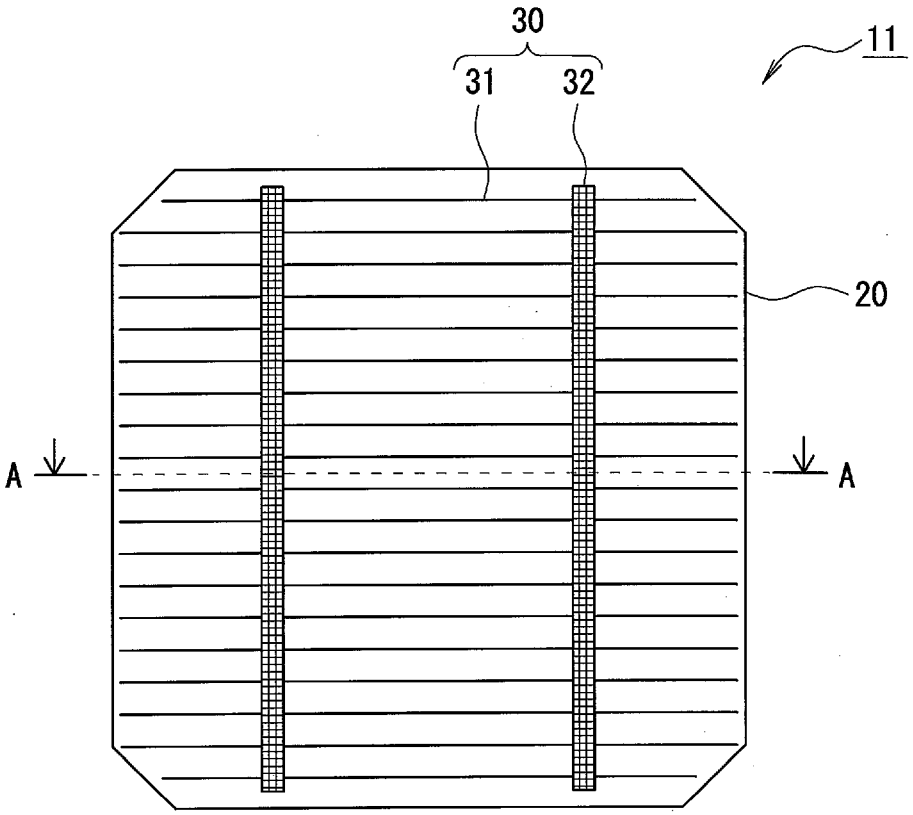
前記バスバーに取り付けられた配線材と、

を備えた太陽電池モジュール。

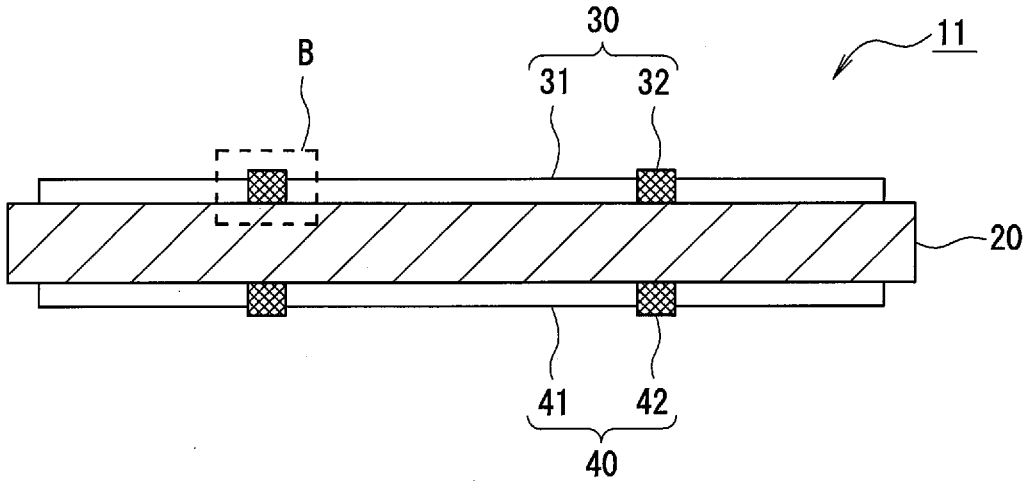
[図1]



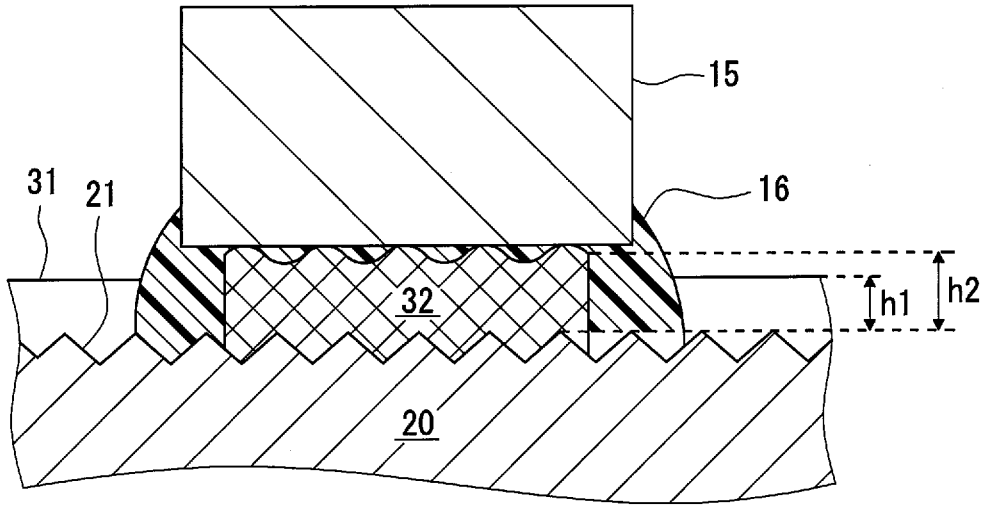
[図2]



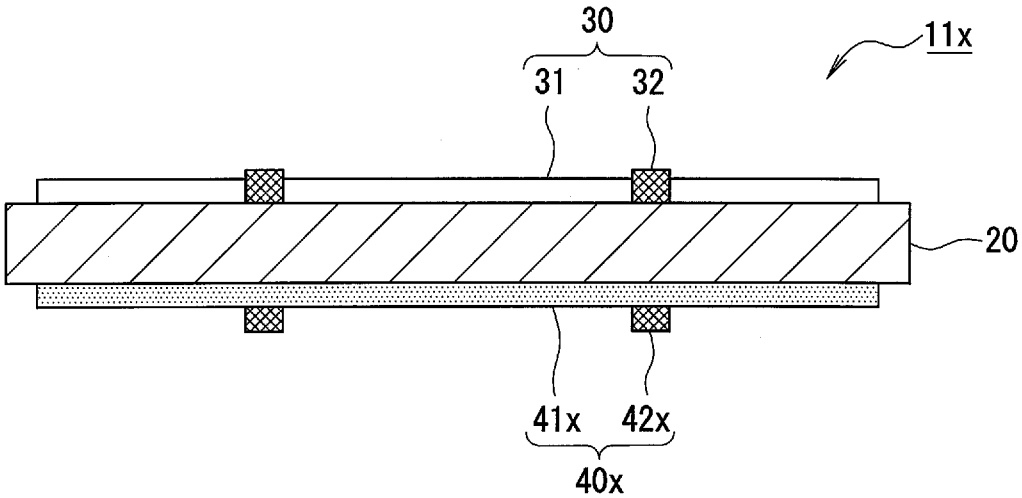
[図3]


30
B
11
31
32
20
41
42
40

[図4]


15
31
21
16
32
h1
h2
20

[図5]


30
11x
31
32
20
41x
42x
40x

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT / JP2 011 / 079802

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01 L31 / 04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L31/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2008-205137 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 04 September 2008 (04.09.2008), paragraphs [0011] to [0069] & US 2008/0196757 A1	1-3, 9 8 4-7
Y	JP 2009-88152 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 23 April 2009 (23.04.2009), fig. 2 (Family: none)	8
A	WO 2008/069035 A1 (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 June 2008 (12.06.2008), entire text; all drawings & US 2010/0032000 A1 & EP 2091088 A1	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, exhibnion or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 February, 2012 (02.02.12)	14 February, 2012 (14.02.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT / JP2 011/ 079802

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 2008/044357 Al (Hitachi Chemi cal Co., Ltd.), 17 Apri l 2008 (17.04.2008), ent ire text ; all drawings & JP 2007-158302 A & US 2010/0147355 Al & EP 2086023 Al & CA 2666404 A & CN 101529603 A & KR 10-2009-0073218 A	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７９８０２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04 (2006.01) i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04

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	１９２２－１９
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０

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	JP 2008-205137　A（三洋電機株式会社）2008.09.04,	１－３、９
Y	【００１１】－【００６９】	8
A	& US 2008/0196757　A1	4－7
Y	JP 2009-88152　A（三洋電機株式会社）2009.04.23, 【図２】 (ファミリーなし)	8

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー

「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	国際調査報告の発送日
０２．０２．２０１２	１４．０２．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　2K　4466
森江　健蔵
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
A	WO 2008/069035 A1 (三洋電機株式会社) 2008. 06. 12, 全文、全図 & US 2010/0032000 A1 & EP 2091088 A1	1 - 9
A	WO 2008/044357 A1 (日立化成株式会社) 2008. 04. 17, 全文、全図 & JP 2007-158302 A & US 2010/0147355 A1 & EP 2086023 A1 & CA 2666404 A & CN 101529603 A & KR 10-2009-0073218 A	1 - 9