

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5172783号

(P5172783)

(45) 発行日 平成25年3月27日(2013.3.27)

(24) 登録日 平成25年1月11日(2013.1.11)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 31/04	(2006.01)	HO 1 L 31/04		H
HO 1 L 31/042	(2006.01)	HO 1 L 31/04		R

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-145617 (P2009-145617)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成21年6月18日 (2009.6.18)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2011-3736 (P2011-3736A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(43) 公開日	平成23年1月6日 (2011.1.6)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成23年8月24日 (2011.8.24)		弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行
		(74) 代理人	100111246
			弁理士 荒川 伸夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配線シート付き太陽電池セルおよび太陽電池モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

裏面電極型太陽電池セルと、

配線シートと、を備え、

前記裏面電極型太陽電池セルは、半導体基板と、前記半導体基板の一方の面側に設置された第1導電型用電極と第2導電型用電極とを含み、

前記配線シートは、絶縁性基材と、前記絶縁性基材の一方の面側に設置された第1導電型用配線と第2導電型用配線とを含み、

前記第1導電型用電極と前記第1導電型用配線とが錫含有半田層によって電氣的に接続されているとともに、前記第2導電型用電極と前記第2導電型用配線とが錫含有半田層によって電氣的に接続されており、

前記第1導電型用電極が接触している前記半導体基板の領域である第1のコンタクト領域および前記第2導電型用電極が接触している前記半導体基板の領域である第2のコンタクト領域の少なくとも一方に対応する領域に前記錫含有半田層が設置されていない、配線シート付き太陽電池セル。

【請求項2】

前記第1導電型用電極および前記第2導電型用電極の少なくとも一方の幅方向の中心に対して、該電極に接触する前記錫含有半田層の幅方向の中心の位置がずれている、請求項1に記載の配線シート付き太陽電池セル。

【請求項3】

10

20

前記第1のコンタクト領域と前記錫含有半田層との幅方向における最短距離が、前記第1のコンタクト領域と前記第1導電型用銀電極の頂点との高さ方向における最短距離の3倍以上である、請求項 1 または 2 に記載の配線シート付き太陽電池セル。

【請求項4】

前記第2のコンタクト領域と前記錫含有半田層との幅方向における最短距離が、前記第2のコンタクト領域と前記第2導電型用銀電極の頂点との高さ方向における最短距離の3倍以上である、請求項 3 に記載の配線シート付き太陽電池セル。

【請求項5】

前記第1導電型用電極の幅方向の中心に対して、該第1導電型用電極に接触する錫含有半田層の幅方向の中心の位置がずれているとともに、該第1導電型用電極に接触している前記半導体基板の領域である第1のコンタクト領域の幅方向の中心の位置が前記錫含有半田層の幅方向の中心の位置とは逆側にずれている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の配線シート付き太陽電池セル。

10

【請求項6】

前記第2導電型用電極の幅方向の中心に対して、該第2導電型用電極に接触する錫含有半田層の幅方向の中心の位置がずれているとともに、該第2導電型用電極に接触している前記半導体基板の領域である第2のコンタクト領域の幅方向の中心の位置が前記錫含有半田層の幅方向の中心の位置とは逆側にずれている、請求項 5 に記載の配線シート付き太陽電池セル。

【請求項7】

前記錫含有半田層が少なくとも錫とビスマスとを含む、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の配線シート付き太陽電池セル。

20

【請求項8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の配線シート付き太陽電池セルを含む、太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、裏面電極型太陽電池セル、配線シート付き太陽電池セルおよび太陽電池モジュールに関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、エネルギー資源の枯渇の問題や大気中のCO₂の増加のような地球環境問題などからクリーンなエネルギーの開発が望まれており、半導体装置の中でも特に太陽電池セルを用いた太陽光発電が新しいエネルギー源として開発、実用化され、発展の道を歩んでいる。

【0003】

太陽電池セルは、従来から、たとえば単結晶または多結晶のシリコン基板の受光面にシリコン基板の導電型と反対の導電型となる不純物を拡散することによってpn接合を形成し、シリコン基板の受光面と受光面の反対側の裏面にそれぞれ電極を形成して製造された両面電極型太陽電池セルが主流となっている。また、両面電極型太陽電池セルにおいては、シリコン基板の裏面にシリコン基板と同じ導電型の不純物を高濃度で拡散することによって、裏面電界効果による高出力化を図ることも一般的となっている。

40

【0004】

また、シリコン基板の受光面に電極を形成せず、シリコン基板の裏面のみに電極を形成した裏面電極型太陽電池セルを配線シート上に設置した配線シート付きの太陽電池セル（配線シート付き太陽電池セル）についても研究開発が進められている（たとえば特許文献1等参照）。

【0005】

以下、図8(a)および図8(b)の模式的断面図を参照して、従来の配線シート付き太陽電池セルの製造方法について説明する。

50

【0006】

まず、図8(a)に示すように、配線シート100上に裏面電極型太陽電池セル80を設置する。

【0007】

ここで、裏面電極型太陽電池セル80のn型シリコン基板101の裏面のp+層102に接するp型用銀電極106の表面に形成された半田119が配線シート100のガラエポ基板111上に形成されたp配線112の表面に形成された半田119上に設置されるとともに、裏面電極型太陽電池セル80のn型シリコン基板101の裏面のn+層103に接するn型用銀電極107の表面に形成された半田119が配線シート100のガラエポ基板111上に形成されたn配線113の表面に形成された半田119上に設置される。

10

【0008】

そして、裏面電極型太陽電池セル80側から熱風を吹きつけて双方の半田119を溶解させた後に冷却することによって、図8(b)に示すように、裏面電極型太陽電池セル80のp型用銀電極106と配線シート100のp配線112とが半田119によって接続されるとともに、裏面電極型太陽電池セル80のn型用銀電極107と配線シート100のn配線113とが半田119によって接続されることによって、裏面電極型太陽電池セル80と配線シート100とが一体化されて配線シート付き太陽電池セルが作製される。

【0009】

上記のようにして作製された配線シート付き太陽電池セルは、EVA(エチレンビニルアセテート)などの透明樹脂中に封止されることにより太陽電池モジュールとされる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2005-340362号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、半田119としてSn-Bi系半田などの錫を含有する半田を用いた場合には、太陽電池モジュールの駆動時に発生する熱や太陽熱による太陽電池モジュールの温度上昇などによって、半田119から錫がp型用銀電極106およびn型用銀電極107に拡散して、たとえば図9に示すように、p型用銀電極106の表面に銀と錫の合金層121が形成される。

30

【0012】

そして、さらに錫の拡散が進行して、銀と錫の合金層121が、p型用銀電極106がn型シリコン基板101の裏面のp+層102に接触する領域であるコンタクト領域に到達した場合には、p型用銀電極106とp+層102との接触抵抗が増加して、配線シート付き太陽電池セルおよび太陽電池モジュールの特性が低下するという問題があった。

【0013】

なお、図9においては、p型用銀電極106の場合のみを示しているが、n型用銀電極107でも同様の現象が生じることは言うまでもない。

40

【0014】

上記のような錫の拡散に起因する銀と錫の合金層121は早期に拡大していくため、太陽電池モジュールの信頼性をより長く確保することが求められていた。

【0015】

上記の事情に鑑みて、本発明の目的は、太陽電池モジュールの信頼性をより長く確保することが可能な裏面電極型太陽電池セル、配線シート付き太陽電池セルおよび太陽電池モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

50

本発明は、裏面電極型太陽電池セルと、配線シートと、を備え、裏面電極型太陽電池セルは、半導体基板と、半導体基板の一方の面側に設置された第1導電型用電極と第2導電型用電極とを含み、配線シートは、絶縁性基材と、絶縁性基材の一方の面側に設置された第1導電型用配線と第2導電型用配線とを含み、第1導電型用電極と第1導電型用配線とが錫含有半田層によって電氣的に接続されているとともに、第2導電型用電極と第2導電型用配線とが錫含有半田層によって電氣的に接続されており、第1導電型用電極が接触している半導体基板の領域である第1のコンタクト領域および第2導電型用電極が接触している半導体基板の領域である第2のコンタクト領域の少なくとも一方に対応する領域に錫含有半田層が設置されていない配線シート付き太陽電池セルである。ここで、本発明の配線シート付き太陽電池セルにおいては、第1導電型用電極および第2導電型用電極の少なくとも一方の幅方向の中心に対して、該電極に接触する錫含有半田層の幅方向の中心の位置がずれていることが好ましい。

10

【0019】

ここで、本発明の配線シート付き太陽電池セルにおいては、第1のコンタクト領域と錫含有半田層との幅方向における最短距離が、第1のコンタクト領域と第1導電型用銀電極の頂点との高さ方向における最短距離の3倍以上であることが好ましい。

【0020】

また、本発明の配線シート付き太陽電池セルにおいては、第2のコンタクト領域と錫含有半田層との幅方向における最短距離が、第2のコンタクト領域と第2導電型用銀電極の頂点との高さ方向における最短距離の3倍以上であることが好ましい。

20

【0022】

ここで、本発明の配線シート付き太陽電池セルにおいては、第1導電型用電極の幅方向の中心に対して、該第1導電型用電極に接触する錫含有半田層の幅方向の中心の位置がずれているとともに、該第1導電型用電極に接触している半導体基板の領域である第1のコンタクト領域の幅方向の中心の位置が錫含有半田層とは逆側にずれていることが好ましい。

【0023】

また、本発明の配線シート付き太陽電池セルにおいては、第2導電型用電極の幅方向の中心に対して、該第2導電型用電極に接触する錫含有半田層の幅方向の中心の位置がずれているとともに、該第2導電型用電極に接触している半導体基板の領域である第2のコンタクト領域の幅方向の中心の位置が錫含有半田層とは逆側にずれていることが好ましい。

30

【0024】

ここで、本発明の配線シート付き太陽電池セルにおいて、錫含有半田層は少なくとも錫とビスマスとを含むことが好ましい。

【0025】

さらに、本発明は、上記のいずれかの配線シート付き太陽電池セルを含む太陽電池モジュールである。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、太陽電池モジュールの信頼性をより長く確保することが可能な裏面電極型太陽電池セル、配線シート付き太陽電池セルおよび太陽電池モジュールを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の太陽電池モジュールの一例の模式的な断面図である。

【図2】(a)は図1に示す裏面電極型太陽電池セルの第1導電型用銀電極近傍の模式的な拡大断面図であり、(b)は図1に示す裏面電極型太陽電池セルの第2導電型用銀電極近傍の模式的な拡大断面図である。

【図3】(a)~(g)は、図1に示す裏面電極型太陽電池セルの製造方法の一例について図解する模式的な断面図である。

50

【図4】図1に示す裏面電極型太陽電池セルの裏面の一例の模式的な平面図である。

【図5】(a)~(d)は、図1に示す配線シートの製造方法の一例について図解する模式的な断面図である。

【図6】図1に示す配線シートの表面の一例の模式的な平面図である。

【図7】(a)~(c)は、図1に示す太陽電池モジュールに用いられる配線シート付き太陽電池セルの製造方法の一例について図解する模式的な断面図である。

【図8】(a)および(b)は、従来の配線シート付き太陽電池セルの製造方法について図解する模式的な断面図である。

【図9】図8に示す配線シート付き太陽電池セルのp型用銀電極近傍の模式的な拡大断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0028】

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。

【0029】

図1に、本発明の太陽電池モジュールの一例の模式的な断面図を示す。図1に示す構成の太陽電池モジュールは、裏面電極型太陽電池セル8が配線シート10上に設置された構成の配線シート付き太陽電池セルがガラス基板などの透明基板17とポリエスチルフィルムなどのバックフィルム19との間のエチレンビニルアセテートなどの封止材18中に封止された構成となっている。

20

【0030】

ここで、裏面電極型太陽電池セル8の半導体基板1の受光面にはテクスチャ構造などの凹凸構造が形成されており、その凹凸構造を覆うようにして反射防止膜5が形成されている。また、裏面電極型太陽電池セル8の半導体基板1の裏面にはパッシベーション膜4が形成されている。

【0031】

また、裏面電極型太陽電池セル8は、半導体基板1と、半導体基板1の裏面に形成された第1導電型不純物拡散領域2および第2導電型不純物拡散領域3と、第1導電型不純物拡散領域2に接するようにして形成された第1導電型用銀電極6と、第2導電型不純物拡散領域3に接するようにして形成された第2導電型用銀電極7とを含んでいる。したがって、半導体基板1の裏面側には、第1導電型不純物拡散領域2に対応する第1導電型用銀電極6と、第2導電型不純物拡散領域3に対応する第2導電型用銀電極7とが形成されている。

30

【0032】

ここで、裏面電極型太陽電池セル8の裏面側の第1導電型用銀電極6および第2導電型用銀電極7はそれぞれ半導体基板1とは反対側に突出する形状となっており、第1導電型用銀電極6の電極幅および第2導電型用銀電極7の電極幅はそれぞれ半導体基板1から離れるにしたがって連続的に減少し、第1導電型用銀電極6の外表面および第2導電型用銀電極7の外表面はそれぞれ円柱の側面のように湾曲した曲面となっている。また、第1導電型用銀電極6の形状および第2導電型用銀電極7の形状はそれぞれこの形状に限定されるものではなく、たとえば、第1導電型用銀電極6の先端および/または第2導電型用銀電極7の先端が平坦状であってもよく、二こぶの山形状であってもよい。

40

【0033】

なお、この例においては、第1導電型不純物拡散領域2および第2導電型不純物拡散領域3はそれぞれ図1の紙面の表面側および/または裏面側に伸びる帯状に形成されており、第1導電型不純物拡散領域2と第2導電型不純物拡散領域3とは半導体基板1の裏面において交互に所定の間隔をあけて配置されている。

【0034】

また、この例においては、第1導電型用銀電極6および第2導電型用銀電極7もそれぞれ図1の紙面の表面側および/または裏面側に伸びる帯状に形成されており、第1導電型

50

用銀電極 6 および第 2 導電型用銀電極 7 はそれぞれパッシベーション膜 4 に設けられた開口部を通して、半導体基板 1 の裏面の第 1 導電型不純物拡散領域 2 および第 2 導電型不純物拡散領域 3 に沿って、第 1 導電型不純物拡散領域 2 および第 2 導電型不純物拡散領域 3 にそれぞれ接するようにして形成されている。

【 0 0 3 5 】

また、この例においては、裏面電極型太陽電池セル 8 の電極として、第 1 導電型用銀電極 6 および第 2 導電型用銀電極 7 を用いているが、銀電極に限定されるものではない。

【 0 0 3 6 】

一方、配線シート 1 0 は、絶縁性基材 1 1 と、絶縁性基材 1 1 の表面上に形成された第 1 導電型用配線 1 2 と第 2 導電型用配線 1 3 とを含んでいる。

10

【 0 0 3 7 】

また、配線シート 1 0 の絶縁性基材 1 1 上の第 1 導電型用配線 1 2 は、裏面電極型太陽電池セル 8 の裏面の第 1 導電型用銀電極 6 と互いに 1 本ずつ向かい合う形状に形成されている。

【 0 0 3 8 】

また、配線シート 1 0 の絶縁性基材 1 1 上の第 2 導電型用配線 1 3 は、裏面電極型太陽電池セル 8 の裏面の第 2 導電型用銀電極 7 と互いに 1 本ずつ向かい合う形状に形成されている。

【 0 0 3 9 】

なお、この例においては、配線シート 1 0 の第 1 導電型用配線 1 2 および第 2 導電型用配線 1 3 もそれぞれ図 1 の紙面の表面側および / または裏面側に伸びる帯状に形成されている。

20

【 0 0 4 0 】

そして、裏面電極型太陽電池セル 8 の第 1 導電型用銀電極 6 と配線シート 1 0 の第 1 導電型用配線 1 2 とは錫含有半田層 2 0 によって電気的かつ機械的に接続されているとともに、裏面電極型太陽電池セル 8 の第 2 導電型用銀電極 7 と配線シート 1 0 の第 2 導電型用配線 1 3 とも錫含有半田層 2 0 によって電気的かつ機械的に接続されている。

【 0 0 4 1 】

図 2 (a) に、図 1 に示す裏面電極型太陽電池セル 8 の第 1 導電型用銀電極 6 近傍の模式的な拡大断面図を示す。図 2 (b) に、図 1 に示す裏面電極型太陽電池セル 8 の第 2 導電型用銀電極 7 近傍の模式的な拡大断面図を示す。

30

【 0 0 4 2 】

ここで、図 2 (a) に示すように、裏面電極型太陽電池セル 8 の第 1 導電型用銀電極 6 の幅方向の中心に相当する頂点 6 a に対して、第 1 導電型用銀電極 6 が接している半導体基板 1 の裏面の第 1 導電型不純物拡散領域 2 の領域である第 1 のコンタクト領域 2 a の幅方向の中心 2 b の位置がずれている。

【 0 0 4 3 】

そして、図 2 (a) に示すように、第 1 導電型用銀電極 6 が接触する第 1 導電型不純物拡散領域 2 の領域である第 1 のコンタクト領域 2 a に対応する領域 (仮想垂直面 3 2 a と仮想垂直面 3 2 b との間の領域) には錫含有半田層 2 0 が設置されておらず、第 1 のコンタクト領域 2 a に対応する領域 (仮想垂直面 3 2 a と仮想垂直面 3 2 b との間の領域) 以外の領域に錫含有半田層 2 0 が設置されている。

40

【 0 0 4 4 】

ここで、第 1 導電型用銀電極 6 の幅はたとえば $200 \mu\text{m}$ 以上 $400 \mu\text{m}$ 以下とすることができ、第 1 導電型用銀電極 6 の厚さはたとえば $10 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下とすることができ、パッシベーション膜 4 の厚さはたとえば $0.25 \mu\text{m}$ 以上 $0.75 \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

【 0 0 4 5 】

また、第 1 のコンタクト領域 2 a の幅はたとえば $50 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下とすることができ、第 1 導電型用配線 1 2 の幅はたとえば $300 \mu\text{m}$ 以上 $600 \mu\text{m}$ 以下とするこ

50

とができ、第1導電型用配線12の厚さはたとえば10 μ m以上50 μ m以下とすることができる。

【0046】

また、第1導電型用配線12とそれに隣り合う第2導電型用配線13との間の距離はたとえば150 μ m以上300 μ m以下とすることができる、第1導電型用銀電極6の幅方向の中心に相当する頂点6aに対する第1のコンタクト領域2aの幅方向の中心2bの第1のコンタクト領域2aの幅方向における位置ずれ距離はたとえば50 μ m以上200 μ m以下とすることができる。

【0047】

また、図2(b)に示すように、裏面電極型太陽電池セル8の第2導電型用銀電極7の幅方向の中心に相当する頂点7aに対して、第2導電型用銀電極7が接している半導体基板1の裏面の第2導電型不純物拡散領域3の領域である第2のコンタクト領域3aの幅方向の中心3bの位置がずれている。

【0048】

そして、図2(b)に示すように、第2導電型用銀電極7が接触する第2導電型不純物拡散領域3の領域である第2のコンタクト領域3aに対応する領域(仮想垂直面33aと仮想垂直面33bとの間の領域)には錫含有半田層20が設置されておらず、第2のコンタクト領域3aに対応する領域(仮想垂直面33aと仮想垂直面33bとの間の領域)以外の領域に錫含有半田層20が設置されている。

【0049】

なお、第2導電型用銀電極7の幅および厚さはたとえば第1導電型用銀電極6の幅および厚さとそれぞれ同程度にすることができ、第2のコンタクト領域3aの幅はたとえば第1のコンタクト領域2aの幅と同程度にすることができ、第2導電型用配線13の幅および厚さはたとえば第1導電型用配線12の幅および厚さとそれぞれ同程度にすることができる。また、第2導電型用銀電極7の幅方向の中心に相当する頂点7aに対する第2のコンタクト領域3aの幅方向の中心3bの第2のコンタクト領域3aの幅方向における位置ずれ距離は、たとえば、第1導電型用銀電極6の幅方向の中心に相当する頂点6aに対する第1のコンタクト領域2aの幅方向の中心2bの第1のコンタクト領域2aの幅方向における位置ずれ距離と同程度にすることができる。

【0050】

ここで、第1導電型用銀電極6の幅方向とは第1導電型用銀電極6の長手方向に直交する方向のことであり、第2導電型用銀電極7の幅方向とは第2導電型用銀電極7の長手方向に直交する方向のことである。

【0051】

また、第1のコンタクト領域2aの幅方向とは第1のコンタクト領域2aの長手方向に直交する方向のことであり、第2のコンタクト領域3aの幅方向とは第2のコンタクト領域3aの長手方向に直交する方向のことである。

【0052】

なお、図2(a)および図2(b)に示す例においては、第1導電型用銀電極6の幅方向、第2導電型用銀電極7の幅方向、第1のコンタクト領域2aの幅方向および第2のコンタクト領域3aの幅方向はいずれも図2(a)および図2(b)のそれぞれの紙面の左右方向に一致する。

【0053】

以上のように、銀電極(第1導電型用銀電極6および第2導電型用銀電極7)の幅方向の中心に対してコンタクト領域(第1のコンタクト領域2aおよび第2のコンタクト領域3a)の幅方向の中心の位置がずれている裏面電極型太陽電池セル8を用いて、コンタクト領域(第1のコンタクト領域2aおよび第2のコンタクト領域3a)に対応する領域以外の領域に錫含有半田層20を設置した構造とすることによって、たとえば図8および図9に示される従来の構造と比べて、銀と錫の合金層が第1のコンタクト領域2aおよび第2のコンタクト領域3aに接触することによる接触抵抗の増加に至るまでの時間を長くす

10

20

30

40

50

ることができることから、太陽電池モジュールの信頼性をより長く確保することが可能となる。

【0054】

また、図2(a)に示すように、第1のコンタクト領域2aの幅方向の錫含有半田層20に最も近い端部を含む仮想垂直面32bと錫含有半田層20の幅方向の第1のコンタクト領域2aに最も近い端部を含む仮想垂直面32cとの間の最短距離(第1のコンタクト領域2aと錫含有半田層20との幅方向における最短距離)d1は、半導体基板1の裏面の第1のコンタクト領域2aを含む仮想水平面52aと第1導電型用銀電極6の頂点6aを含む仮想水平面52bとの間の高さ方向における最短距離(第1のコンタクト領域2aと第1導電型用銀電極6の頂点6aとの高さ方向における最短距離)h1の3倍以上であることが好ましい。この場合には、銀と錫の合金層が第1のコンタクト領域2aに接触することによる接触抵抗の増加に至るまでの時間をさらに長くすることができることから、太陽電池モジュールの信頼性をさらに長く確保することができる傾向にある。なお、d1は、たとえば50μm以上200μm以下の長さとすることができる。

10

【0055】

また、図2(b)に示すように、第2のコンタクト領域3aの幅方向の錫含有半田層20に最も近い端部を含む仮想垂直面33bと錫含有半田層20の幅方向の第2のコンタクト領域3aに最も近い端部を含む仮想垂直面33cとの間の最短距離(第2のコンタクト領域3aと錫含有半田層20との幅方向における最短距離)d2は、半導体基板1の裏面の第2のコンタクト領域3aを含む仮想水平面53aと第2導電型用銀電極7の頂点7aを含む仮想水平面53bとの間の高さ方向における最短距離(第2のコンタクト領域3aと第2導電型用銀電極7の頂点7aとの高さ方向における最短距離)h2の3倍以上であることが好ましい。この場合には、銀と錫の合金層が第2のコンタクト領域3aに接触することによる接触抵抗の増加に至るまでの時間をさらに長くすることができることから、太陽電池モジュールの信頼性をさらに長く確保することができる傾向にある。なお、d2は、たとえば50μm以上200μm以下の長さとすることができる。

20

【0056】

なお、錫含有半田層20は、錫を含有する半田からなる層であれば特に限定されず、錫含有半田層20としては、たとえば、少なくとも錫とビスマスとを含むSn-Bi系半田からなる層などを用いることができる。

30

【0057】

また、たとえば図2(a)に示すように、第1導電型用銀電極6の表面領域のうち第1導電型用配線12に最も近接する第1導電型用銀電極6の頂点6aと錫含有半田層20とが接触していない場合には、銀と錫の合金層が第1のコンタクト領域2aに接触することによる接触抵抗の増加に至るまでの時間を従来よりも長くすることができることから、太陽電池モジュールの信頼性をより長く確保することができる。

【0058】

また、たとえば図2(b)に示すように、第1導電型用銀電極6だけでなく、第2導電型用銀電極7についても、第2導電型用銀電極7の表面領域のうち第2導電型用配線13に最も近接する第2導電型用銀電極7の頂点7aと錫含有半田層20とを接触させないことによつて、太陽電池モジュールの信頼性をさらに大きく向上させることができる。

40

【0059】

また、たとえば図2(a)に示すように、第1導電型用銀電極6に対して錫含有半田20をずらして配置することによつて第1導電型用銀電極6に対して第1導電型用配線12がずれた位置に配置されてもよい。なお、図2(a)に示す例では、第1のコンタクト領域2aの幅方向の中心2bの位置が錫含有半田層20の設置側とは逆側にずれている。

【0060】

また、たとえば図2(b)に示すように、第2導電型用銀電極7に対して錫含有半田20をずらして配置することによつて第2導電型用銀電極7に対して第2導電型用配線13がずれた位置に配置されてもよい。なお、図2(b)に示す例では、第2のコンタクト領

50

域 3 a の幅方向の中心 3 b の位置が錫含有半田層 2 0 の設置側とは逆側にずれている。

【 0 0 6 1 】

また、第 1 導電型用配線 1 2 とそれに隣接する第 2 導電型用配線 1 3 との間の距離が小さい場合には第 1 導電型用配線 1 2 に対して第 1 導電型用銀電極 6 が対向するように配置されることが好ましく、さらには第 2 導電型用配線 1 3 に対して第 2 導電型用銀電極 7 が対向するように配置されることがさらに好ましい。

【 0 0 6 2 】

また、第 1 導電型用配線 1 2 に対して第 2 導電型用銀電極 7 が対向する領域および / または第 2 導電型用配線 1 3 に対して第 1 導電型用銀電極 6 が対向する領域を小さくすることによって、第 1 導電型用銀電極 6 と第 2 導電型用銀電極 7 との間に生じる電位差による電極成分のイオンマイグレーションなどの影響を少なくすることができる。

10

【 0 0 6 3 】

以下、図 3 (a) ~ 図 3 (g) の模式的断面図を参照して、図 1 に示す裏面電極型太陽電池セル 8 の製造方法の一例について説明する。

【 0 0 6 4 】

まず、図 3 (a) に示すように、たとえばインゴットからスライスすることなどによって、半導体基板 1 の表面にスライスダメージ 1 a が形成された半導体基板 1 を用意する。ここで、半導体基板 1 としては、たとえば、n 型または p 型のいずれかの導電型を有する多結晶シリコンまたは単結晶シリコンなどからなるシリコン基板を用いることができる。

【 0 0 6 5 】

20

次に、図 3 (b) に示すように、半導体基板 1 の表面のスライスダメージ 1 a を除去する。ここで、スライスダメージ 1 a の除去は、たとえば半導体基板 1 が上記のシリコン基板からなる場合には、上記のスライス後のシリコン基板の表面をフッ化水素水溶液と硝酸との混酸または水酸化ナトリウムなどのアルカリ水溶液などでエッチングすることなどによって行なうことができる。

【 0 0 6 6 】

ここで、スライスダメージ 1 a の除去後の半導体基板 1 の大きさおよび形状も特に限定されないが、半導体基板 1 の厚さをたとえば 1 0 0 μm 以上 5 0 0 μm 以下とすることができ、特に 2 0 0 μm 程度とすることが好ましい。

【 0 0 6 7 】

30

次に、図 3 (c) に示すように、半導体基板 1 の裏面に、第 1 導電型不純物拡散領域 2 および第 2 導電型不純物拡散領域 3 をそれぞれ形成する。ここで、第 1 導電型不純物拡散領域 2 は、たとえば、第 1 導電型不純物を含むガスを用いた気相拡散または第 1 導電型不純物を含むペーストを塗布した後に熱処理する塗布拡散などの方法により形成することができる。また、第 2 導電型不純物拡散領域 3 は、たとえば、第 2 導電型不純物を含むガスを用いた気相拡散または第 2 導電型不純物を含むペーストを塗布した後に熱処理する塗布拡散などの方法により形成することができる。

【 0 0 6 8 】

ここで、第 1 導電型不純物拡散領域 2 は、第 1 導電型不純物を含み、n 型または p 型の導電型を示す領域であれば特に限定されない。なお、第 1 導電型不純物としては、第 1 導電型が n 型である場合にはたとえばリンなどの n 型不純物を用いることができ、第 1 導電型が p 型である場合にはたとえばボロンまたはアルミニウムなどの p 型不純物を用いることができる。

40

【 0 0 6 9 】

また、第 2 導電型不純物拡散領域 3 は、第 2 導電型不純物を含み、第 1 導電型不純物拡散領域 2 とは逆の導電型を示す領域であれば特に限定されない。なお、第 2 導電型不純物としては、第 2 導電型が n 型である場合にはたとえばリンなどの n 型不純物を用いることができ、第 2 導電型が p 型である場合にはたとえばボロンまたはアルミニウムなどの p 型不純物を用いることができる。

【 0 0 7 0 】

50

なお、第1導電型はn型またはp型のいずれの導電型であってもよく、第2導電型は第1導電型と反対の導電型であればよい。すなわち、第1導電型がn型のときは第2導電型がp型となり、第1導電型がp型のときは第2導電型がn型となる。

【0071】

また、第1導電型不純物を含むガスとしては、第1導電型がn型である場合には、たとえば POCl_3 のようなリンなどのn型不純物を含むガスを用いることができ、第1導電型がp型である場合には、たとえば BBr_3 のようなボロンなどのp型不純物を含むガスを用いることができる。

【0072】

また、第2導電型不純物を含むガスとしては、第2導電型がn型である場合には、たとえば POCl_3 のようなリンなどのn型不純物を含むガスを用いることができ、第2導電型がp型である場合には、たとえば BBr_3 のようなボロンなどのp型不純物を含むガスを用いることができる。

10

【0073】

次に、図3(d)に示すように、半導体基板1の裏面にパッシベーション膜4を形成する。ここで、パッシベーション膜4は、たとえば、熱酸化法またはプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法などの方法により形成することができる。

【0074】

ここで、パッシベーション膜4としては、たとえば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、または酸化シリコン膜と窒化シリコン膜との積層体などを用いることができるが、これらに限定されるものではない。

20

【0075】

また、パッシベーション膜4の厚みは、たとえば $0.05\ \mu\text{m}$ 以上 $1\ \mu\text{m}$ 以下とすることができ、特に $0.2\ \mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。

【0076】

次に、図3(e)に示すように、半導体基板1の受光面の全面にテクスチャ構造などの凹凸構造を形成した後に、その凹凸構造上に反射防止膜5を形成する。

【0077】

ここで、テクスチャ構造は、たとえば、半導体基板1の受光面をエッチングすることにより形成することができる。たとえば、半導体基板1がシリコン基板である場合には、たとえば水酸化ナトリウムまたは水酸化カリウムなどのアルカリ水溶液にイソプロピルアルコールを添加した液をたとえば 70°C 以上 80°C 以下に加熱したエッチング液を用いて半導体基板1の受光面をエッチングすることによって形成することができる。

30

【0078】

また、反射防止膜5は、たとえばプラズマCVD法などにより形成することができる。なお、反射防止膜5としては、たとえば、窒化シリコン膜などを用いることができるが、これに限定されるものではない。

【0079】

次に、図3(f)に示すように、半導体基板1の裏面のパッシベーション膜4の一部を除去することによってコンタクトホール4aおよびコンタクトホール4bを形成する。ここで、コンタクトホール4aは、第1導電型不純物拡散領域2の表面の少なくとも一部を露出させるようにして形成され、コンタクトホール4bは、第2導電型不純物拡散領域3の表面の少なくとも一部を露出させるようにして形成される。

40

【0080】

なお、コンタクトホール4aおよびコンタクトホール4bはそれぞれ、たとえば、フォトリソグラフィ技術を用いてコンタクトホール4aおよびコンタクトホール4bの形成箇所に対応する部分に開口を有するレジストパターンをパッシベーション膜4上に形成した後にレジストパターンの開口からパッシベーション膜4をエッチングなどにより除去する方法、またはコンタクトホール4aおよびコンタクトホール4bの形成箇所に対応するパッシベーション膜4の部分にエッチングペーストを塗布した後に加熱することによってパ

50

ッシベーション膜 4 をエッチングして除去する方法などにより形成することができる。

【 0 0 8 1 】

次に、図 3 (g) に示すように、コンタクトホール 4 a を通して第 1 導電型不純物拡散領域 2 に接する第 1 導電型用銀電極 6 とコンタクトホール 4 b を通して第 2 導電型不純物拡散領域 3 に接する第 2 導電型用銀電極 7 とを形成する。

【 0 0 8 2 】

なお、第 1 導電型用銀電極 6 および第 2 導電型用銀電極 7 はそれぞれ、たとえば、銀ペーストをコンタクトホール 4 a を通して第 1 導電型不純物拡散領域 2 に接するように塗布するとともにコンタクトホール 4 b を通して第 2 導電型不純物拡散領域 3 に接するように塗布した後に銀ペーストを焼成することによって形成することができる。

10

【 0 0 8 3 】

図 4 に、上記のようにして作製した図 1 に示す裏面電極型太陽電池セル 8 の裏面の一例の模式的な平面図を示す。ここで、裏面電極型太陽電池セル 8 の裏面においては、第 1 導電型用銀電極 6 および第 2 導電型用銀電極 7 はそれぞれ帯状に形成されている。そして、帯状の複数の第 1 導電型用銀電極 6 はそれぞれ 1 つの帯状の第 1 導電型用集電電極 6 0 に接続されており、帯状の複数の第 2 導電型用銀電極 7 はそれぞれ 1 つの帯状の第 2 導電型用集電電極 7 0 に接続されている。なお、この例においては、第 1 導電型用集電電極 6 0 は、帯状の第 1 導電型用銀電極 6 の長手方向に垂直な方向に伸びるようにして形成されており、第 2 導電型用集電電極 7 0 は、帯状の第 2 導電型用銀電極 7 の長手方向に垂直な方向に伸びるようにして形成されている。

20

【 0 0 8 4 】

したがって、図 4 に示す構成の裏面電極型太陽電池セル 8 の裏面においては、1 つの第 1 導電型用集電電極 6 0 と複数の第 1 導電型用銀電極 6 とによって 1 つの櫛形状電極が形成されており、1 つの第 2 導電型用集電電極 7 0 と複数の第 2 導電型用銀電極 7 とによって 1 つの櫛形状電極が形成されている。そして、当該櫛形状電極の櫛歯に相当する第 1 導電型用銀電極 6 と第 2 導電型用銀電極 7 とはそれぞれ互いに向かい合って当該櫛歯を 1 本ずつ噛み合わせるようにして配置されている。そして、帯状の第 1 導電型用銀電極 6 が接する半導体基板 1 の裏面部分に 1 本の帯状の第 1 導電型不純物拡散領域 2 が配置されており、帯状の第 2 導電型用銀電極 7 が接する半導体基板 1 の裏面部分に 1 本の帯状の第 2 導電型不純物拡散領域 3 が配置されている。

30

【 0 0 8 5 】

以下、図 5 (a) ~ 図 5 (d) の模式的断面図を参照して、図 1 に示す配線シート 1 0 の製造方法の一例について説明する。

【 0 0 8 6 】

まず、図 5 (a) に示すように、絶縁性基材 1 1 の表面上に導電層 4 1 を形成する。ここで、絶縁性基材 1 1 としては、たとえば、ポリエステル、ポリエチレンナフタレートまたはポリイミドなどの樹脂からなる基板を用いることができるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 8 7 】

また、絶縁性基材 1 1 の厚みは、たとえば 1 0 μm 以上 2 0 0 μm 以下とすることができ、特に 2 5 μm 程度とすることが好ましい。

40

【 0 0 8 8 】

また、導電層 4 1 としては、たとえば、銅などの金属からなる層を用いることができるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 8 9 】

次に、図 5 (b) に示すように、絶縁性基材 1 1 の表面の導電層 4 1 上にレジスト 4 2 を形成する。ここで、レジスト 4 2 は、第 1 導電型用配線 1 2 および第 2 導電型用配線 1 3 などの配線シート 1 0 の配線を残す箇所以外の箇所に開口部を有する形状に形成する。レジスト 4 2 としてはたとえば従来から公知のものを用いることができ、たとえば、スクリーン印刷、ディスペンサ塗布またはインクジェット塗布などの方法によって所定の位置

50

に塗布された樹脂を硬化したものなどを用いることができる。

【0090】

次に、図5(c)に示すように、レジスト42から露出している箇所の導電層41を矢印43の方向に除去することによって導電層41のパターンニングを行ない、導電層41の残部から第1導電型用配線12および第2導電型用配線13などの配線シート10の配線を形成する。

【0091】

ここで、導電層41の除去は、たとえば、酸やアルカリの溶液を用いたウエットエッチングなどによって行なうことができる。

【0092】

次に、図5(d)に示すように、第1導電型用配線12の表面および第2導電型用配線13の表面からレジスト42をすべて除去することによって、配線シート10が作製される。

【0093】

図6に、上記のようにして作製した配線シート10の表面の一例の模式的な平面図を示す。ここで、配線シート10の絶縁性基板11の表面上において、第1導電型用配線12および第2導電型用配線13はそれぞれ帯状に形成されている。また、配線シート10の絶縁性基材11の表面上には帯状の接続用配線14が形成されており、接続用配線14によって第1導電型用配線12と第2導電型用配線13とが電氣的に接続されている。なお、接続用配線14は、たとえば、第1導電型用配線12および第2導電型用配線13と同様に、導電層41の残部から形成することができる。

【0094】

このような構成とすることによって、配線シート10の終端にそれぞれ位置している櫛形状の第1導電型用配線12aおよび櫛形状の第2導電型用配線13a以外の隣り合う第1導電型用配線12と第2導電型用配線13とは、接続用配線14によって電氣的に接続されていることから、配線シート10上で隣り合うようにして設置される裏面電極型太陽電池セル8同士は互いに電氣的に接続されることになる。したがって、配線シート10上に設置されたすべての裏面電極型太陽電池セル8は電氣的に直列に接続されることになる。

【0095】

以下、図7(a)~図7(c)の模式的断面図を参照して、図1に示す太陽電池モジュールに用いられる配線シート付き太陽電池セルの製造方法の一例について説明する。

【0096】

まず、図7(a)に示すように、上記のようにして作製した配線シート10の第1導電型用配線12および第2導電型用配線13のそれぞれの表面上に錫含有半田層20を形成する。

【0097】

ここで、錫含有半田層20は、第1導電型用配線12および第2導電型用配線13のそれぞれの表面の一方の端部側のみに錫含有半田を選択的に塗布することにより形成することができる。また、錫含有半田層20を形成するための錫含有半田は、たとえば、スクリーン印刷、ディスペンサ塗布またはインクジェット塗布などの方法によって選択的に塗布することができる。

【0098】

また、錫含有半田層20は、第1導電型用配線12および第2導電型用配線13のそれぞれの錫含有半田層20が設置されない表面領域にソルダーレジストを設置した後に錫含有半田を塗布することなどによっても形成することができる。

【0099】

次に、図7(b)に示すように、配線シート10上に裏面電極型太陽電池セル8を設置する。

【0100】

10

20

30

40

50

ここで、裏面電極型太陽電池セル 8 は、たとえば図 7 (c) に示すように、配線シート 10 の第 1 導電型用配線 12 上に裏面電極型太陽電池セル 8 の第 1 導電型用銀電極 6 が設置され、配線シート 10 の第 2 導電型用配線 13 上に裏面電極型太陽電池セル 8 の第 2 導電型用銀電極 7 が設置されるようにして、配線シート 10 上に設置される。

【 0 1 0 1 】

このとき、裏面電極型太陽電池セル 8 の第 1 導電型用銀電極 6 および第 2 導電型用銀電極 7 のそれぞれの配線シート 10 側への圧力により錫含有半田層 20 が配線シート 10 の第 1 導電型用配線 12 の表面上および第 2 導電型用配線 13 の表面上でそれぞれ広がる。

【 0 1 0 2 】

その後、錫含有半田層 20 を冷却して固化することにより、裏面電極型太陽電池セル 8 の第 1 導電型用銀電極 6 と配線シート 10 の第 1 導電型用配線 12 とが電気的かつ機械的に接続されるとともに、裏面電極型太陽電池セル 8 の第 2 導電型用銀電極 7 と配線シート 10 の第 2 導電型用配線 13 とが電気的かつ機械的に接続されて、図 7 (c) に示す構造の配線シート付き太陽電池セルが作製される。

【 0 1 0 3 】

そして、上記のようにして作製された配線シート付き太陽電池セルは、たとえば図 1 に示すように、エチレンビニルアセテートなどの封止材 18 を備えたガラス基板などの透明基板 17 と、封止材 18 を備えたポリエステルフィルムなどのバックフィルム 19 との間に挟み込まれ、配線シート付き太陽電池セルを構成する裏面電極型太陽電池セル 8 を封止材 18 中に封止することによって図 1 に示す太陽電池モジュールが作製されることになる。

【 0 1 0 4 】

なお、本発明における裏面電極型太陽電池セルの概念には、上述した半導体基板の一方の表面側 (裏面側) のみに第 1 導電型用銀電極および第 2 導電型用銀電極の双方が形成された構成のものだけでなく、MWT (Metal Wrap Through) セル (半導体基板に設けられた貫通孔に電極の一部を配置した構成の太陽電池セル) などのいわゆるバックコンタクト型太陽電池セル (太陽電池セルの受光面側と反対側の裏面側から電流を取り出す構造の太陽電池セル) のすべてが含まれる。

【 0 1 0 5 】

また、本発明における配線シート付き太陽電池セルの概念には、複数の裏面電極型太陽電池セルが配線シート上に設置されている構成のみならず、1つの裏面電極型太陽電池セルが配線シート上に設置されている構成も含まれる。

【 0 1 0 6 】

また、上記においては、第 1 導電型用銀電極 6 と第 1 導電型用配線 12 との間および第 2 導電型用銀電極 7 と第 2 導電型用配線 13 との間のそれぞれに錫含有半田層 20 を形成したが、本発明においては、第 1 導電型用銀電極 6 と第 1 導電型用配線 12 との間および第 2 導電型用銀電極 7 と第 2 導電型用配線 13 との間の少なくとも一方の間に錫含有半田層 20 が形成されていればよい。

【 0 1 0 7 】

今回開示された実施の形態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特許請求の範囲によって示され、特許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 】

【 0 1 0 8 】

本発明は、太陽電池モジュールの信頼性をより長く確保することが可能な裏面電極型太陽電池セル、配線シート付き太陽電池セルおよび太陽電池モジュールに利用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 9 】

10

20

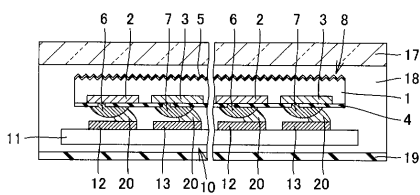
30

40

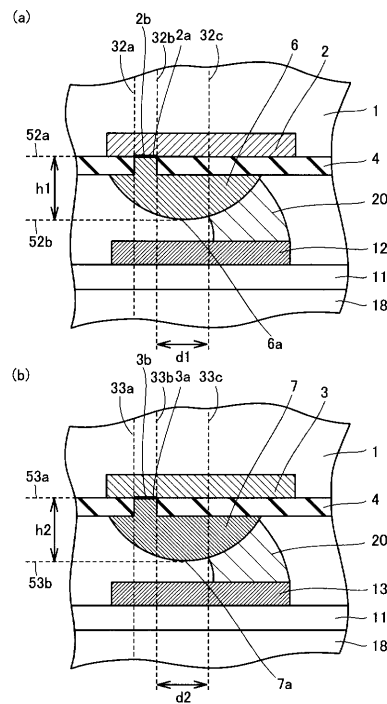
50

1 半導体基板、1 a スライスダメージ、2 第1導電型不純物拡散領域、2 a 第1のコンタクト領域、2 b 中心、3 第2導電型不純物拡散領域、3 a 第2のコンタクト領域、3 b 中心、4 パッシベーション膜、4 a コンタクトホール、4 b コンタクトホール、5 反射防止膜、6 第1導電型用銀電極、6 a 頂点、7 第2導電型用銀電極、7 a 頂点、8, 8 0 裏面電極型太陽電池セル、10, 100 配線シート、11 絶縁性基材、12, 12 a 第1導電型用配線、13, 13 a 第2導電型用配線、17 透明基板、18 封止材、19 バックフィルム、20 錫含有半田層、32 a, 32 b, 32 c, 33 a, 33 b, 33 c 仮想垂直面、41 導電層、42 レジスト、43 矢印、52 a, 52 b, 53 a, 53 b 仮想水平面、60 第1導電型用集電電極、70 第2導電型用集電電極、101 n型シリコン基板、102 p+層、103 n+層、106 p型用銀電極、107 n型用銀電極、111 ガラエポ基板、112 p配線、113 n配線、119 半田、121 合金層。

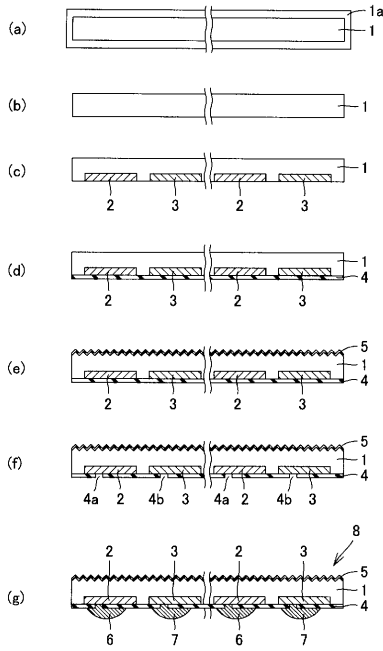
【図1】



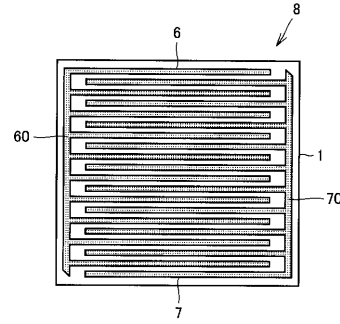
【図2】



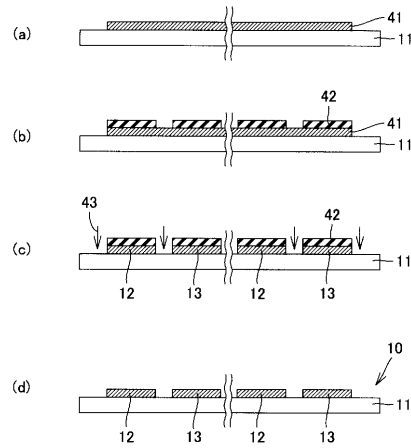
【 図 3 】



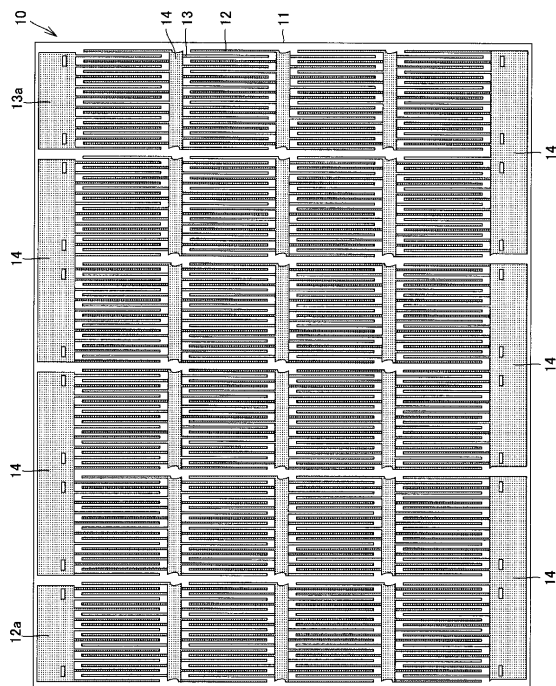
【 図 4 】



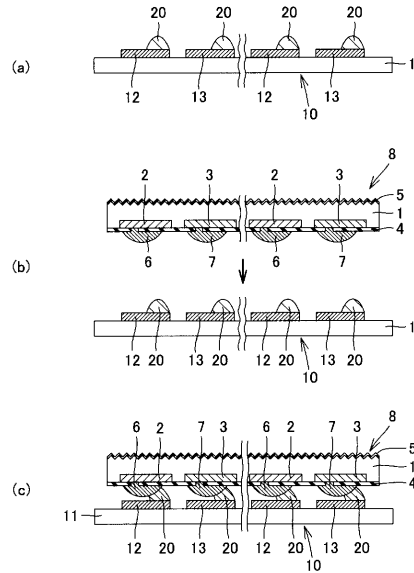
【 図 5 】



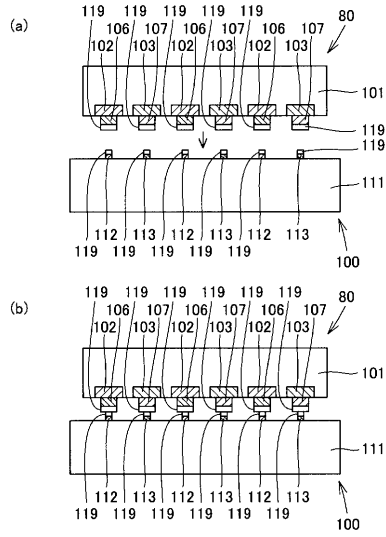
【 図 6 】



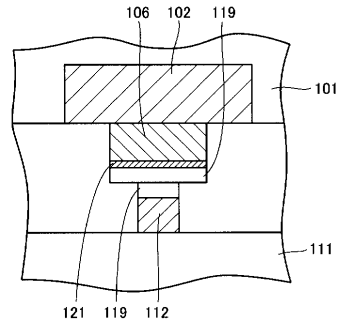
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100124523
弁理士 佐々木 真人
- (72)発明者 土津田 義久
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 道祖尾 泰史
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 常深 安紀子
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 仁科 友宏
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内

審査官 濱田 聖司

- (56)参考文献 特開2006-303230(JP,A)
特開2001-111080(JP,A)
国際公開第2009/060753(WO,A1)
特開2006-332273(JP,A)
特開平5-82811(JP,A)
特開2010-283201(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/00-31/20