

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-282990

(P2008-282990A)

(43) 公開日 平成20年11月20日(2008.11.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/04 (2006.01)	HO 1 L 31/04	H 5 F O 5 I
HO 1 L 31/042 (2006.01)	HO 1 L 31/04	R

審査請求 有 請求項の数 19 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2007-125826 (P2007-125826)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成19年5月10日 (2007.5.10)		シャープ株式会社
(11) 特許番号	特許第4174545号 (P4174545)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(45) 特許公報発行日	平成20年11月5日 (2008.11.5)	(74) 代理人	100064746
			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	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

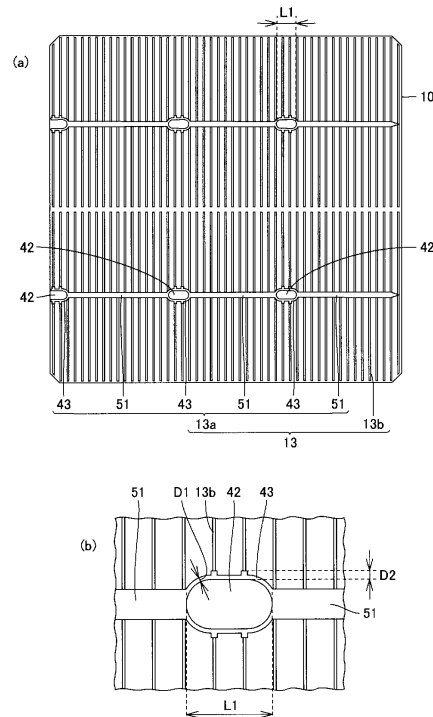
(54) 【発明の名称】 太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【課題】 インターコネクタ接続後における太陽電池の割れの発生を抑制することができるとともに高い信頼性を有する太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールを提供する。

【解決手段】 半導体基板の第1主面上に、バスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、が備えられており、バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第1接続部と、第1接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、迂回部の幅は、迂回部とフィンガー電極との接続部分において部分的に広がっている太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体基板の第 1 主面上に、バスバー電極と、前記バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、が備えられており、

前記バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第 1 接続部と、前記第 1 接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、

前記迂回部の幅は、前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分において部分的に広くなっていることを特徴とする、太陽電池。

【請求項 2】

前記半導体基板の第 1 主面上にインターコネクタに接続されない第 1 非接続部が備えられており、

前記第 1 非接続部は、前記第 1 接続部および前記第 1 接続部に接続されている前記迂回部のそれぞれと隣り合う位置に配置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 3】

半導体基板の第 1 主面上に、バスバー電極と、前記バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、インターコネクタに接続されない第 1 非接続部と、が備えられており、

前記バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第 1 接続部と、前記第 1 接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、

前記迂回部の幅は、前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分において部分的に広くなっていることを特徴とする、太陽電池。

【請求項 4】

前記第 1 非接続部の両側に前記第 1 接続部が配置されており、

前記迂回部は、前記第 1 非接続部を迂回するようにして前記第 1 非接続部の両側の前記第 1 接続部同士を接続していることを特徴とする、請求項 2 または 3 に記載の太陽電池。

【請求項 5】

前記第 1 接続部は前記半導体基板の第 1 主面上を直線状に伸びるようにして形成されており、前記第 1 接続部の一端は前記迂回部と接続されており、他端は前記半導体基板の端部と向かい合っていることを特徴とする、請求項 1 または 3 に記載の太陽電池。

【請求項 6】

前記バスバー電極の少なくとも一方の端部に前記迂回部が設けられていることを特徴とする、請求項 1 または 3 に記載の太陽電池。

【請求項 7】

前記半導体基板の前記第 1 主面と反対側の第 2 主面上に、インターコネクタに接続するための第 2 接続部と、インターコネクタに接続されない第 2 非接続部と、が備えられており、前記第 2 接続部と前記第 2 非接続部とが隣り合っていることを特徴とする、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項 8】

前記第 2 非接続部の両側に前記第 2 接続部が配置されていることを特徴とする、請求項 7 に記載の太陽電池。

【請求項 9】

前記第 1 非接続部の長さが、前記第 1 非接続部に前記半導体基板を挟んで向かい合う前記第 2 非接続部の長さよりも短いことを特徴とする、請求項 7 または 8 に記載の太陽電池。

【請求項 10】

前記第 1 非接続部と前記半導体基板を挟んで向かい合う位置に前記第 2 非接続部が設けられていない部分を含むことを特徴とする、請求項 7 または 8 に記載の太陽電池。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

前記迂回部は、その少なくとも一部が湾曲した湾曲部を有しており、前記湾曲部と前記第1接続部とが接続されていることを特徴とする、請求項1から10のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項12】

請求項1から11のいずれかに記載の太陽電池を製造する方法であって、前記フィンガー電極の前駆体となるフィンガー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、前記バスバー電極の前駆体となるバスバー電極前駆体の前記迂回部に対応する部分の一部の幅が部分的に広くなるようにバスバー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、を含む、太陽電池の製造方法。

【請求項13】

前記バスバー電極前駆体の前記迂回部に対応する部分と重なる部分における前記フィンガー電極前駆体の少なくとも一部の幅が部分的に広くなるように前記フィンガー電極前駆体をスクリーン印刷することを特徴とする、請求項12に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項14】

請求項1から11のいずれかに記載の太陽電池を含む、太陽電池ストリング。

【請求項15】

請求項7から11のいずれかに記載の太陽電池が複数接続された太陽電池ストリングであって、隣り合う太陽電池において、第1の太陽電池の前記第1接続部と第2の太陽電池の前記第2接続部とがインターコネクタに接続されている、太陽電池ストリング。

【請求項16】

前記インターコネクタは、前記第1の太陽電池および前記第2の太陽電池のそれぞれの端部において屈曲していることを特徴とする、請求項15に記載の太陽電池ストリング。

【請求項17】

前記インターコネクタは、前記第1非接続部に対応する箇所および前記第2非接続部に対応する箇所の少なくとも1箇所に、前記インターコネクタの断面積が部分的に縮小された小断面積部が配置されていることを特徴とする、請求項15または16に記載の太陽電池ストリング。

【請求項18】

請求項14から17のいずれかに記載の太陽電池ストリングが封止材によって封止されてなる、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、太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールに関し、特に、インターコネクタ接続後における太陽電池の割れの発生を抑制することができるとともに高い信頼性を有する太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

太陽光エネルギーを直接電気エネルギーに変換する太陽電池は、近年、特に地球環境問題の観点から、次世代のエネルギー源としての期待が急激に高まっている。太陽電池としては、化合物半導体または有機材料を用いたものなど様々な種類があるが、現在、主流となっているのは、シリコン結晶を用いたものである。

【0003】

図21に、従来の太陽電池の一例の模式的な断面図を示す。ここで、太陽電池においては、p型シリコン基板10の受光面にn+層11が形成されることによって、p型シリコン基板10とn+層11とによりpn接合が形成されており、p型シリコン基板10の受光面上には反射防止膜12および銀電極13がそれぞれ形成されている。また、p型シリコン基板10の受光面と反対側の裏面にはp+層15が形成されている。そして、p型シリコン基板10の裏面上にはアルミニウム電極14および銀電極16がそれぞれ形成され

10

20

30

40

50

ている。

【0004】

図22(a)~(i)に、従来の太陽電池の製造方法の一例を示す。まず、図22(a)に示すように、p型シリコン結晶の原料を坩堝で溶解した後に再結晶化して得られたシリコンインゴット17をシリコンブロック18に切断する。次に、図22(b)に示すように、シリコンブロック18をワイヤソーで切断することにより、p型シリコン基板10が得られる。

【0005】

次いで、アルカリまたは酸によってp型シリコン基板10の表面をエッチングすることによって、図22(c)に示すp型シリコン基板10のスライス時のダメージ層19を除去する。このとき、エッチング条件を調整すると、p型シリコン基板10の表面に微小な凹凸(図示せず)を形成することができる。この凹凸により、p型シリコン基板10の表面に入射する太陽光の反射が低減されて、太陽電池の変換効率を高めることができる。

【0006】

続いて、図22(d)に示すように、p型シリコン基板10の一方の主面(以下、「第1主面」という)上にリンを含む化合物を含有したドーパント液20を塗布する。そして、ドーパント液20の塗布後のp型シリコン基板10をたとえば800~950の温度でたとえば5~30分間熱処理することによりp型シリコン基板10の第1主面にn型ドーパントであるリンが拡散して、図22(e)に示すように、p型シリコン基板10の第1主面にn+層11が形成される。なお、n+層11の形成方法としては、ドーパント液を塗布する方法以外にも、 P_2O_5 や $POCl_3$ を用いた気相拡散による方法がある。

【0007】

次いで、リンの拡散時にp型シリコン基板10の第1主面に形成されるガラス層を酸処理により除去した後、図22(f)に示すように、p型シリコン基板10の第1主面上に反射防止膜12を形成する。反射防止膜12の形成方法としては、常圧CVD法を用いて酸化チタン膜を形成する方法やプラズマCVD法を用いて窒化シリコン膜を形成する方法などが知られている。また、ドーパント液を塗布する方法によりリンを拡散する場合には、リンに加えて反射防止膜12の材料も含ませたドーパント液を用いることによって、n+層11と反射防止膜12とを同時に形成することもできる。また、反射防止膜12の形成は、銀電極の形成後に行なう場合もある。

【0008】

そして、図22(g)に示すように、p型シリコン基板10の他方の主面(以下、「第2主面」という)上にアルミニウム電極14を形成するとともにp型シリコン基板10の第2主面にp+層15を形成する。アルミニウム電極14およびp+層15は、たとえば、アルミニウム粉末、ガラスフリット、樹脂および有機溶剤からなるアルミニウムペーストをスクリーン印刷などにより印刷した後に、p型シリコン基板10を熱処理することによって、アルミニウムが溶融してシリコンと合金化することにより形成されたアルミニウム-シリコン合金層下にp+層15が形成されるとともに、p型シリコン基板10の第2主面上にアルミニウム電極14が形成される。また、p型シリコン基板10とp+層15のドーパント濃度差が、p型シリコン基板10とp+層15の界面に電位差(電位障壁として働く)をもたらし、光生成されたキャリアがp型シリコン基板10の第2主面付近で再結合するのを防いでいる。これにより、太陽電池の短絡電流(I_{sc} : short circuit current)および開放電圧(V_{oc} : open circuit voltage)が共に向上する。

【0009】

その後、図22(h)に示すように、p型シリコン基板10の第2主面上に銀電極16を形成する。銀電極16は、たとえば、銀粉末、ガラスフリット、樹脂および有機溶剤からなる銀ペーストをスクリーン印刷などにより印刷した後に、p型シリコン基板10を熱処理することによって得ることができる。

【0010】

そして、図22(i)に示すように、p型シリコン基板10の第1主面上に銀電極13

10

20

30

40

50

を形成する。銀電極 13 は、p 型シリコン基板 10 との接触抵抗を含む直列抵抗を低く抑えるとともに銀電極 13 の形成面積を少なくして太陽光の入射量を減少させないようにするため、銀電極 13 の線幅、ピッチおよび厚さなどのパターン設計が重要である。銀電極 13 の形成方法としては、たとえば、反射防止膜 12 の表面上に銀粉末、ガラスフリット、樹脂および有機溶剤からなる銀ペーストをスクリーン印刷などにより印刷した後に、p 型シリコン基板 10 を熱処理することによって、銀ペーストが反射防止膜 12 を貫通して p 型シリコン基板 10 の第 1 主面と良好な電氣的接触が可能なファイアスルー方式が量産ラインで用いられている。

【0011】

以上のようにして、図 21 に示す構成の太陽電池を製造することができる。なお、銀電極 13 および銀電極 16 の形成後の p 型シリコン基板 10 を溶融半田槽に浸漬することによって銀電極 13 および銀電極 16 の表面に半田をコーティングすることもできる。この半田のコーティングは、プロセスによっては省略される場合もある。また、上記のようにして製造された太陽電池にソーラシミュレータを用いて擬似太陽光を照射し、太陽電池の電流 - 電圧 (I V) 特性を測定して I V 特性を検査することもできる。

10

【0012】

太陽電池は、その複数が直列に接続されて太陽電池ストリングとされた後、太陽電池ストリングを封止材によって封止して太陽電池モジュールとして販売および使用されることが多い。

20

【0013】

図 23 (a) ~ (e) に、従来の太陽電池モジュールの製造方法の一例を示す。まず、図 23 (a) に示すように、太陽電池 30 の第 1 主面の銀電極上に導電性部材であるインターコネクタ 31 を接続する。

【0014】

次に、図 23 (b) に示すように、インターコネクタ 31 が接続された太陽電池 30 を一列に配列し、太陽電池 30 の第 1 主面の銀電極に接続されているインターコネクタ 31 の他端を他の太陽電池 30 の第 2 主面の銀電極に接続して、太陽電池ストリング 34 を作製する。

【0015】

次いで、図 23 (c) に示すように、太陽電池ストリングを並べて、太陽電池ストリングの両端から突出しているインターコネクタ 31 と、他の太陽電池ストリングの両端から突出しているインターコネクタ 31 とを導電性部材である配線材 33 を用いて直列に接続することによって、太陽電池ストリング同士を互いに接続する。

30

【0016】

続いて、図 23 (d) に示すように、接続された太陽電池ストリング 34 を封止材としての EVA (エチレンビニルアセテート) フィルム 36 で挟み込み、その後、ガラス板 35 とバックフィルム 37 との間に挟む。そして、EVA フィルム 36 間に入った気泡を減圧して抜き、加熱すると、EVA フィルム 36 が硬化して、太陽電池ストリングが EVA 中に封止される。これにより、太陽電池モジュールが作製される。

【0017】

その後、図 23 (e) に示すように、太陽電池モジュールは、アルミニウム枠 40 内に配置され、ケーブル 39 を備えた端子ボックス 38 が太陽電池モジュールに取り付けられる。そして、上記のようにして製造された太陽電池モジュールにソーラシミュレータを用いて擬似太陽光を照射し、太陽電池の電流 - 電圧 (I V) 特性を測定して I V 特性が検査される。

40

【0018】

図 24 の模式的平面図に、図 21 に示す太陽電池の受光面となる p 型シリコン基板 10 の第 1 主面上に形成された銀電極 13 のパターンを示す。ここで、銀電極 13 は、比較的幅の大きい 1 本の直線状のバスバー電極 13 a と、バスバー電極 13 a から伸びる複数の比較的幅の小さい直線状のフィンガー電極 13 b と、から構成されている。

50

【 0 0 1 9 】

図 2 5 の模式的平面図に、図 2 1 に示す太陽電池の裏面となる p 型シリコン基板 1 0 の第 2 主面上に形成されたアルミニウム電極 1 4 と銀電極 1 6 のパターンを示す。ここで、アルミニウム電極 1 4 は p 型シリコン基板 1 0 の第 2 主面のほぼ全面に形成されており、銀電極 1 6 は p 型シリコン基板 1 0 の第 2 主面の一部のみに形成されている。これは、アルミニウム電極 1 4 に半田をコーティングすることは困難であるため、銀電極 1 6 等の半田をコーティングすることが可能な電極が必要となるからである。

【 0 0 2 0 】

図 2 6 に、図 2 1 に示す構成の太陽電池を直列に接続した太陽電池ストリングの模式的な断面図を示す。ここで、太陽電池の受光面のバスバー電極 1 3 a に半田などによって固定されたインターコネクタ 3 1 は、隣接する他の太陽電池の裏面の銀電極 1 6 に半田などによって固定されている。なお、図 2 6 においては、反射防止膜、n+層および p+層の記載は省略されている。

10

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 1 4 2 2 8 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 2 1 】

太陽光発電システムが急速に普及するにつれ、太陽電池の製造コストの低減は必要不可欠となっている。太陽電池の製造コストの低減において、半導体基板であるシリコン基板の大型化および薄型化は非常に有効な手段である。しかしながら、シリコン基板の大型化および薄型化に伴い、太陽電池ストリングを形成する際、太陽電池の受光面のバスバー電極と銅からなるインターコネクタとを半田などによって固定して接続する加熱工程後の冷却工程において、太陽電池のシリコン基板とインターコネクタとの熱膨張係数差（シリコンの熱膨張係数 $3.5 \times 10^{-6} / K$ に対し、銅は $17.6 \times 10^{-6} / K$ であり 5 倍程度の差がある）により、インターコネクタが太陽電池よりも大きく収縮するため、太陽電池に反りが生じ、さらには、太陽電池のバスバー電極に接触している太陽電池の受光面に割れが発生することがあった。

20

【 0 0 2 2 】

そこで、特許文献 1 には、隣接する太陽電池を接続するインターコネクタに断面積が部分的に縮小された小断面積部を設ける方法が開示されている。上述したように、上記の加熱工程により加熱状態にあったインターコネクタおよび太陽電池は室温まで冷却する際に太陽電池に凹状の反りが発生する。その際、太陽電池には元の形状に戻ろうとする力（復元力）が発生し、この復元力はインターコネクタに対して引張り応力を加える。特許文献 1 に開示された方法によれば、インターコネクタに引張り応力が加えられたときに他の部分と比べて比較的強度の弱い小断面積部が延伸して、太陽電池の反りを低減することができるが、さらなる改善が望まれていた。

30

【 0 0 2 3 】

そこで、太陽電池の受光面をたとえば図 2 7 に示す構成にすることによって太陽電池の反りを改善して、太陽電池に発生する割れを低減することが考えられている。

【 0 0 2 4 】

すなわち、図 2 7 に示す銀電極 1 3 のバスバー電極 1 3 a は、インターコネクタに接続するための第 1 接続部 5 1 と、第 1 接続部 5 1 に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部 4 3 とが交互に配列された構成となっている。

40

【 0 0 2 5 】

そして、インターコネクタに接続されない空隙部である第 1 非接続部 4 2 が隣り合う第 1 接続部 5 1 の間に配置されており、第 1 非接続部 4 2 は第 1 接続部 5 1 と迂回部 4 3 のそれぞれと隣り合う位置に配置されている。そして、迂回部 4 3 は、第 1 非接続部 4 2 を迂回するようにして隣り合う第 1 接続部 5 1 同士を接続している。

【 0 0 2 6 】

この太陽電池においては、第 1 非接続部 4 2 でインターコネクタ接続後の冷却工程にお

50

いて太陽電池に生じる応力を緩和することによって、太陽電池の反りを改善することができる。

【0027】

このような形状の銀電極13は、フィンガー電極13bの前駆体であるフィンガー電極前駆体をスクリーン印刷した後に、バスバー電極13aの前駆体であるバスバー電極前駆体をスクリーン印刷し、その後、フィンガー電極前駆体およびバスバー電極前駆体を焼成することにより形成することができる。

【0028】

しかしながら、バスバー電極前駆体のスクリーン印刷時に、バスバー電極13aの迂回部43とフィンガー電極13bとが重なる部分に対応する箇所において、フィンガー電極前駆体の凹凸によってバスバー電極前駆体をうまくスクリーン印刷することができなかった。

10

【0029】

これにより、図28に示すように、第1非接続部42を迂回するようにして第1接続部51同士を接続する迂回部43と、フィンガー電極13bとが接続されずに断線して、太陽電池の特性が低下して、太陽電池の信頼性が損なわれるという問題があった。

【0030】

上記の事情に鑑みて、本発明の目的は、インターコネクタ接続後における太陽電池の割れの発生を抑制することができるとともに高い信頼性を有する太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0031】

本発明は、半導体基板の第1主面上に、バスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、が備えられており、バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第1接続部と、第1接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、迂回部の幅は、迂回部とフィンガー電極との接続部分において部分的に広がっている太陽電池である。

【0032】

ここで、本発明の太陽電池においては、半導体基板の第1主面上にインターコネクタに接続されない第1非接続部が備えられており、第1非接続部は、第1接続部および第1接続部に接続されている迂回部のそれぞれと隣り合う位置に配置されていることが好ましい。

30

【0033】

また、本発明は、半導体基板の第1主面上に、バスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、インターコネクタに接続されない第1非接続部と、が備えられており、バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第1接続部と、第1接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、迂回部の幅は、迂回部とフィンガー電極との接続部分において部分的に広がっている太陽電池である。

【0034】

また、本発明の太陽電池においては、第1非接続部の両側に第1接続部が配置されており、迂回部は、第1非接続部を迂回するようにして第1非接続部の両側の第1接続部同士を接続していることが好ましい。

40

【0035】

また、本発明の太陽電池においては、第1接続部は半導体基板の第1主面上を直線状に伸びるようにして形成されており、第1接続部の一端は迂回部と接続されており、他端は半導体基板の端部と向かい合っていることが好ましい。

【0036】

また、本発明の太陽電池においては、バスバー電極の少なくとも一方の端部に迂回部が設けられていることが好ましい。

50

【0037】

また、本発明の太陽電池においては、半導体基板の第1主面と反対側の第2主面上に、インターコネクタに接続するための第2接続部と、インターコネクタに接続されない第2非接続部と、が備えられており、第2接続部と第2非接続部とが隣り合っていることが好ましい。

【0038】

また、本発明の太陽電池においては、第2非接続部の両側に第2接続部が配置されていることが好ましい。

【0039】

また、本発明の太陽電池においては、第1非接続部の長さが、第1非接続部に半導体基板を挟んで向かい合う第2非接続部の長さよりも短いことが好ましい。

10

【0040】

また、本発明の太陽電池においては、第1非接続部と半導体基板を挟んで向かい合う位置に第2非接続部が設けられていない部分を含むことが好ましい。

【0041】

また、本発明の太陽電池において、迂回部は、その少なくとも一部が湾曲した湾曲部を有しており、湾曲部と第1接続部とが接続されていることが好ましい。

【0042】

また、本発明は、上記のいずれかに記載の太陽電池を製造する方法であって、フィンガー電極の前駆体となるフィンガー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、バスバー電極の前駆体となるバスバー電極前駆体の迂回部に対応する部分の一部の幅が部分的に広がるようにバスバー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、を含む、太陽電池の製造方法である。

20

【0043】

また、本発明の太陽電池の製造方法においては、バスバー電極前駆体の迂回部に対応する部分と重なる部分におけるフィンガー電極前駆体の少なくとも一部の幅が部分的に広がるようにフィンガー電極前駆体をスクリーン印刷することが好ましい。

【0044】

また、本発明は、上記のいずれかの太陽電池を含む太陽電池ストリングである。

また、本発明は、上記のいずれかの太陽電池が複数接続された太陽電池ストリングであって、隣り合う太陽電池において、第1の太陽電池の第1接続部と第2の太陽電池の第2接続部とがインターコネクタに接続されている太陽電池ストリングである。

30

【0045】

また、本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタは、第1の太陽電池および第2の太陽電池のそれぞれの端部において屈曲していることが好ましい。

【0046】

また、本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタは、第1非接続部に対応する箇所および第2非接続部に対応する箇所の少なくとも1箇所に、インターコネクタの断面積が部分的に縮小された小断面積部が配置されていることが好ましい。

【0047】

さらに、本発明は、上記のいずれかに記載の太陽電池ストリングが封止材によって封止されてなる太陽電池モジュールである。

40

【発明の効果】

【0048】

本発明によれば、インターコネクタ接続後における太陽電池の割れの発生を抑制することができるとともに高い信頼性を有する太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0049】

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

50

照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

【0050】

図1(a)に、本発明の太陽電池の受光面の一例の模式的な平面図を示す。ここで、本発明の太陽電池の受光面となるp型シリコン基板10の第1主面においては、図1(a)の紙面の左右方向に直線状に伸びる比較的幅の広いバスバー電極13aと、バスバー電極13aから図1(a)の紙面の上下方向に直線状に伸びる複数の幅の狭いフィンガー電極13bと、が備えられている。

【0051】

図1(a)に示すバスバー電極13aは、インターコネクタに固定して接続するための第1接続部51と、第1接続部51に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部43と、を有している。そして、図1(a)に示すバスバー電極13aにおいては、第1接続部51と迂回部43とが交互に配列された構成となっている。

10

【0052】

ここで、迂回部43は、隣り合う第1接続部51同士を接続するものと、バスバー電極13aの一端において第1接続部51に接続されているものがある。そして、図1(a)に示す構成においては、隣り合う第1接続部51同士を接続する迂回部43は、U字状の2つの迂回部43がバスバー電極13aの長手方向を軸としてU字の開口部が互いに向き合うようにして配置されている構成となっているが、本発明はこの構成に限定されないことは言うまでもない。

20

【0053】

また、図1(a)に示すように、p型シリコン基板10の第1主面上にはインターコネクタに接続されない第1非接続部42が備えられており、第1非接続部42は第1接続部51および迂回部43にそれぞれ隣り合う位置に配置されている。また、バスバー電極13aの長手方向(第1接続部51と迂回部43との配列方向)における第1非接続部42の長さはL1となっている。なお、以下においては、第1非接続部42を空隙として説明するが、本発明において第1非接続部42は空隙に限定されるものではない。

【0054】

また、図1(a)に示す構成においては、隣り合う第1接続部51同士を接続する迂回部43は、隣り合う2つの第1接続部51にそれぞれ隣接する位置に配置されている第1非接続部42を迂回するようにして、その第1非接続部42の両側の第1接続部51同士を接続している。

30

【0055】

図1(b)に、図1(a)に示す迂回部43の近傍の模式的な拡大平面図を示す。ここで、図1(b)に示すように、迂回部43はトラック状の第1非接続部42の外周に沿ってその一部が湾曲するように形成されている。そして、フィンガー電極13bとの接続部分における迂回部43の幅D2が、フィンガー電極13bとの接続部分以外の迂回部43の幅D1よりも広くなっており、迂回部43とフィンガー電極13bとの接続部分における迂回部43の幅が部分的に広がっている。このようにフィンガー電極13bとの接続部分における迂回部43の幅を部分的に広くすることによって、迂回部43とフィンガー電極13bとが接触する確率が向上するため、迂回部43とフィンガー電極13bとの接続の確実性が向上する。

40

【0056】

なお、本発明において、迂回部43とフィンガー電極13bとの接続部分が複数ある場合に、少なくとも1つの接続部分における迂回部43の幅が部分的に広がっていればよいが、太陽電池の信頼性を向上させる観点からは、たとえば図1(a)および図1(b)に示すように、すべての接続部分における迂回部43の幅が部分的に広がっていることが好ましい。また、本発明においては、迂回部43とフィンガー電極13bとの接続部分の少なくとも1つにおいて迂回部43の幅が部分的に広がっていれば、迂回部43とフィンガー電極13bとの接続部分以外の部分の迂回部43の幅が部分的に広がっていて

50

もよい。

【0057】

さらに、迂回部43はその両端の湾曲部のそれぞれにおいて、第1非接続部42の両側の第1接続部51とそれぞれ接続している。このように太陽電池の迂回部43の湾曲部と第1接続部51とが接続していることによって、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に反りが生じた際の太陽電池の受光面の第1接続部51と第1非接続部42との界面部分における太陽電池の割れの発生を低減することができる。

【0058】

また、迂回部43は、第1非接続部42を迂回して隣り合う2つの第1接続部51同士を接続するように形成されていることから、バスバー電極13aにインターコネクタを接続した時に迂回部43の少なくとも一部がインターコネクタに接続されない構成となっている。

【0059】

上記構成の受光面を有する太陽電池の複数を用いて太陽電池ストリングを形成する際に、迂回部43の側面と2つの隣り合う第1接続部51の端面とによって囲まれた第1非接続部42、ならびに迂回部43の少なくとも一部はインターコネクタに接続されないことから、バスバー電極13aへのインターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に生じる応力をこれらの箇所でも緩和することができるため、太陽電池の反りを抑制することができ、ひいては太陽電池の反りに起因する太陽電池の割れの発生を低減することができる。

【0060】

また、迂回部43は、その少なくとも一部がインターコネクタに接続されないが、隣り合う第1接続部51同士を接続しているため、インターコネクタ接続後のインターコネクタとバスバー電極13aとの接合体の電気抵抗を低減することもできる。

【0061】

図2に、図1(a)および図1(b)に示す受光面を有する太陽電池の裏面の一例の模式的な平面図を示す。本発明の太陽電池の裏面となるp型シリコン基板10の第2主面のほぼ全面にアルミニウム電極14が形成されており、p型シリコン基板10の第2主面の一部にインターコネクタに接続するための第2接続部として直線状の銀電極16が形成されている。また、隣り合う銀電極16の間には、インターコネクタに接続されない第2非接続部14aが形成される。ここで、p型シリコン基板10の第2主面上においては、第2接続部としての銀電極16と第2非接続部14aとは隣り合う位置に配置されている。

【0062】

ここで、本発明において、第2非接続部とは、半導体基板の第2主面上に形成されたインターコネクタに接続するための隣り合う2つの第2接続部の間の第2接続部に沿った領域のことをいう。本実施の形態では図2に示す隣り合う2つの銀電極16と図2に示す破線で囲まれた領域が第2非接続部14aとなり、本実施の形態では第2非接続部14aはアルミニウム電極14から構成されている。また、バスバー電極13aの長手方向(第2接続部としての銀電極16と第2非接続部14aとの配列方向)における第2非接続部14aの長さL2となっている。なお、本願の図面における破線は仮想線であるため、実際には描かれていなくてもよい。

【0063】

上記の構成の裏面を有する太陽電池の複数を用いて太陽電池ストリングを形成する際に、隣り合う2つの銀電極16の間の第2非接続部14aはインターコネクタと接続されないことから、銀電極16にインターコネクタを接続した後に冷却した場合でも太陽電池に生じる応力を第2非接続部14aで緩和することができるため、太陽電池の反りを抑制することができ、ひいては太陽電池の反りに起因する太陽電池の割れの発生を低減することができる。

【0064】

図3に、図1(a)および図1(b)に示す受光面並びに図2に示す裏面を有する本発

10

20

30

40

50

明の太陽電池の模式的な断面図を示す。ここで、図3に示すように、本発明の太陽電池においては、第1非接続部42の長さL1が、第1非接続部42に半導体基板としてのp型シリコン基板10を挟んで向かい合う第2非接続部14aの長さL2よりも短くなっている。この場合には、本発明の太陽電池の複数をインターコネクタで接続して太陽電池ストリングを構成した場合に、空隙である第1非接続部42よりも長い第2非接続部14aを構成するアルミニウムが補強効果を有するため、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に反りが生じた際の太陽電池の割れの発生をさらに低減できる効果を得ることができる。なお、図3においては、反射防止膜の記載は省略されている。

【0065】

図4に、図1(a)および図1(b)に示す受光面を有する太陽電池の裏面の他の一例の模式的な平面図を示す。図4に示す本発明の太陽電池の裏面においても、p型シリコン基板10の第2主面のほぼ全面にアルミニウム電極14が形成されており、p型シリコン基板10の第2主面の一部にインターコネクタに接続するための第2接続部としての銀電極16が形成されている。また、ここでも、インターコネクタに接続されない第2非接続部14aは、隣り合う第2接続部としての2つの銀電極16の間に形成される。ここでも、第2非接続部14aは、隣り合う銀電極16の間のアルミニウム電極14からなる。

10

【0066】

図5に、図1(a)および図1(b)に示す受光面並びに図4に示す裏面を有する本発明の太陽電池の模式的な断面図を示す。図5に示す本発明の太陽電池においては、第1非接続部42と半導体基板としてのp型シリコン基板10を挟んで向かい合う位置に第2非接続部14aが形成されていない部分を含んでいる。この場合には、インターコネクタが銀電極16に接続される面積が大きくなって半田等での固定が容易になり、抵抗も小さく抑えることができる効果が得られる。

20

【0067】

また、図5に示す本発明の太陽電池においても、第1非接続部42の長さL1が、第1非接続部42に半導体基板としてのp型シリコン基板10を挟んで向かい合う第2非接続部14aの長さL2よりも短くなっている部分を有しているために、上記と同様の理由により、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に反りが生じた際の太陽電池の割れの発生をさらに低減できる効果を得ることができる。なお、図5においては、反射防止膜の記載は省略されている。

30

【0068】

図6に、本発明の太陽電池の受光面の他の一例の模式的な平面図を示す。ここで、図6に示す構成においては、第1接続部51は、p型シリコン基板10の第1主面上を1本の直線状に伸びる構成となっており、第1接続部51の一方の端部には迂回部43が接続されており、第1接続部51の他方の端部の先端はp型シリコン基板10の端部と向かい合っている。

【0069】

ここで、迂回部43は、p型シリコン基板10の第1主面の端部近傍に配置された第1非接続部42の外周に沿ってその一部が湾曲するように形成されており、フィンガー電極13bとの接続部分における迂回部43の幅が、フィンガー電極13bとの接続部分以外の迂回部43の幅よりも広くなっており、迂回部43とフィンガー電極13bとの接続部分における迂回部43の幅が部分的に広がっている。

40

【0070】

図7に、図6に示す受光面を有する太陽電池の裏面の一例の模式的な平面図を示す。ここで、図7に示す太陽電池の裏面は、図2に示す太陽電池の裏面の構成と同一となっている。また、図8に、図6に示す受光面並びに図7に示す裏面を有する本発明の太陽電池の模式的な断面図を示す。なお、図8においては、反射防止膜の記載は省略されている。

【0071】

図6～図8に示される構成を有する太陽電池の複数をを用いて太陽電池ストリングを形成する際に、たとえば幅が一定の平板状の従来のインターコネクタにより接続した場合でも

50

、太陽電池の端部においてはバスバー電極 13 a とインターコネクタとが第 1 非接続部 42 において固定されておらず、接続されていないことから、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に反りが生じた際に、太陽電池の端部に割れが発生するのを低減することができる。

【0072】

また、この場合には、インターコネクタとバスバー電極 13 a との接続面積が大きくなることから、インターコネクタとバスバー電極 13 a との接続の信頼性を向上することができる。

【0073】

さらに、この場合には、上述したように、バスバー電極 13 a の迂回部 43 とフィンガー電極 13 b との接続をより確実なものとするため、太陽電池の信頼性を向上することもできる。

10

【0074】

以下、本発明の太陽電池の製造方法における受光面のバスバー電極 13 a およびフィンガー電極 13 b を製造する方法の一例について説明する。

【0075】

まず、図 9 (a) の模式的平面図に示すように、p 型シリコン基板 10 の第 1 主面上にフィンガー電極 13 b の前駆体となるフィンガー電極前駆体 113 b をスクリーン印刷する。ここで、フィンガー電極前駆体 113 b は、より大きな発電領域を確保するとともにより小さな電極抵抗を実現するために、たとえばメッシュが無いタイプのスクリーンを用いてスクリーン印刷することができる。なお、フィンガー電極前駆体 113 b としては、たとえば、有機溶剤中に銀を含有させた銀ペースト等をスクリーン印刷することができる。

20

【0076】

次に、スクリーン印刷されたフィンガー電極前駆体 113 b を乾燥させた後に、図 9 (b) の模式的拡大平面図の破線で囲まれた範囲内に、バスバー電極 13 a の前駆体となるバスバー電極前駆体 113 a をスクリーン印刷する。ここで、バスバー電極前駆体 113 a は、バスバー電極前駆体 113 a の迂回部 43 に対応する部分の一部の幅が部分的に広くなるように、たとえばメッシュが有るタイプのスクリーンを用いてスクリーン印刷することができる。なお、バスバー電極前駆体 113 a としては、たとえば、有機溶剤中に銀

30

【0077】

ここで、バスバー電極 13 a の迂回部 43 は、インターコネクタ接続時にインターコネクタの下方に位置しないためにシャドーロスの原因となる。また、電極材料の使用量の低減のためにも迂回部 43 に対応する部分のバスバー電極前駆体 113 a の幅はできるだけ狭いことが好ましい。

【0078】

しかしながら、迂回部 43 の幅が狭い場合には、図 28 に示すように、バスバー電極 13 a の迂回部 43 とフィンガー電極 13 b とが重なる部分に対応する箇所において、フィンガー電極前駆体 113 b の凹凸によってバスバー電極前駆体 113 a をうまくスクリーン印刷することができず、バスバー電極 13 a の迂回部 43 とフィンガー電極 13 b とが接続せずに断線することがあった。

40

【0079】

そこで、本発明においては、バスバー電極 13 a の迂回部 43 とフィンガー電極 13 b との接続部分に対応する箇所のバスバー電極前駆体 113 a の幅が部分的に広くなるようにスクリーン印刷することによって、バスバー電極 13 a の連結部 43 とフィンガー電極 13 b との接続をより確実なものとするため、太陽電池の信頼性をより向上することができる。

【0080】

すなわち、図 10 (a) に示すように、迂回部 43 の幅が狭い場合には、迂回部 43 に

50

対応する開口部 1 2 1 の幅も狭くなるため、スキージ等で加圧したときに、スクリーン 1 2 0 の開口部 1 2 1 上に塗布されたバスバー電極前駆体 1 1 3 a が p 型シリコン基板 1 0 側に押し込まれにくくなる。したがって、迂回部 4 3 とフィンガー電極 1 3 b とが断線しやすくなる。

【 0 0 8 1 】

しかしながら、図 1 0 (b) に示すように、迂回部 4 3 の幅を広くした場合には、迂回部 4 3 に対応する開口部 1 2 1 の幅も広くなるため、スキージ等で加圧したときに、スクリーン 1 2 0 の開口部 1 2 1 上に塗布されたバスバー電極前駆体 1 1 3 a が p 型シリコン基板 1 0 側に押し込まれやすくなる。したがって、迂回部 4 3 とフィンガー電極 1 3 b との接続の確実性が向上し、断線しにくくなる。

10

【 0 0 8 2 】

なお、図 1 0 (a) および図 1 0 (b) は、図 9 に示すフィンガー電極前駆体 1 1 3 b の長手方向に直交する方向から見たときの拡大側面図である。

【 0 0 8 3 】

図 1 1 の模式的拡大平面図に、バスバー電極前駆体 1 1 3 a およびフィンガー電極前駆体 1 1 3 b のスクリーン印刷のパターンの他の一例を示す。ここでは、バスバー電極 1 3 a の迂回部 4 3 に接続されるフィンガー電極 1 3 b の前駆体となるフィンガー電極前駆体 1 1 3 b において、バスバー電極前駆体 1 1 3 a の迂回部 4 3 に対応する部分と重なるフィンガー電極前駆体 1 1 3 b の部分の少なくとも一部の幅が部分的に広がっている幅拡大部 1 1 3 c を有するようにフィンガー電極前駆体 1 1 3 b をスクリーン印刷している。

20

【 0 0 8 4 】

この場合には、フィンガー電極前駆体 1 1 3 b の幅拡大部 1 1 3 c によって、バスバー電極前駆体 1 1 3 a との接触の確実性をより向上することができるため、バスバー電極 1 3 a の迂回部 4 3 とフィンガー電極 1 3 b との接続の確実性が向上して断線しにくくなることから、太陽電池の信頼性が向上する。

【 0 0 8 5 】

すなわち、図 1 2 (a) に示すように、フィンガー電極前駆体 1 1 3 b が幅拡大部 1 1 3 c を有していない場合には、フィンガー電極前駆体 1 1 3 b の近傍においてスクリーン 1 2 0 と p 型シリコン基板 1 0 との間に隙間が形成されるため、スキージ等で加圧したときに、スクリーン 1 2 0 上に塗布されたバスバー電極前駆体 1 1 3 a が p 型シリコン基板 1 0 側に十分に押し込まれない。したがって、この場合には、バスバー電極前駆体 1 1 3 a とフィンガー電極前駆体 1 1 3 b とが十分に接触しないことがある。

30

【 0 0 8 6 】

しかしながら、図 1 2 (b) に示すように、フィンガー電極前駆体 1 1 3 b が幅拡大部 1 1 3 c を有している場合には、スキージ等で加圧したときに、フィンガー電極前駆体 1 1 3 b の近傍において、スクリーン 1 2 0 上に塗布されたバスバー電極前駆体 1 1 3 a が p 型シリコン基板 1 0 側に十分に押し込まれず、バスバー電極前駆体 1 1 3 a がフィンガー電極前駆体 1 1 3 b と十分に接触しないときであっても、幅拡大部 1 1 3 c と接触することが可能となる。したがって、この場合には、バスバー電極 1 3 a の迂回部 4 3 とフィンガー電極 1 3 b との接続の確実性が向上し、断線しにくくなることから、太陽電池の信頼性が向上する。

40

【 0 0 8 7 】

なお、図 1 2 (a) および図 1 2 (b) は、図 8 に示すフィンガー電極前駆体 1 1 3 b の長手方向に平行な方向から見たときの拡大側面図である。

【 0 0 8 8 】

その後、スクリーン印刷されたバスバー電極前駆体 1 1 3 a およびフィンガー電極前駆体 1 1 3 b はたとえば焼成されることによって、バスバー電極前駆体 1 1 3 a はバスバー電極 1 3 a となり、フィンガー電極前駆体 1 1 3 b はフィンガー電極 1 3 b となる。

【 0 0 8 9 】

また、本発明においては、上述で一例を説明した本発明の太陽電池の複数をインターコ

50

ネクタで接続することによって、太陽電池ストリングを構成することができる。

【0090】

図13に、本発明の太陽電池ストリングの構成に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図を示す。ここで、インターコネクタ31は、インターコネクタ31の長手方向に垂直な断面の断面積が部分的に小さくなっている複数の小断面積部41を有している。なお、本発明において、「小断面積部」は、インターコネクタにおいて、インターコネクタの長手方向に直交する断面の面積が部分的に小さくなっている部分のことをいう。また、本発明において、インターコネクタは、導電性を有する部材であれば、その形状および材質は特に限定されない。

【0091】

図14に、図13に示すインターコネクタを用いて図1(a)および図1(b)に示す受光面並びに図2に示す裏面を有する太陽電池を直列に接続した本発明の太陽電池ストリングの一例の模式的な上面図を示す。また、図15に、図14に示す本発明の太陽電池ストリングの迂回部43の近傍の模式的な拡大平面図を示す。また、図16に、図14に示す本発明の太陽電池ストリングの模式的な断面図を示す。

【0092】

ここで、1本の導電性部材からなるインターコネクタ31の一端が第1の太陽電池80の第1接続部51と固定されて接続されており、そのインターコネクタ31の他端が第2の太陽電池81の第2接続部としての銀電極16と固定されて接続されている。また、インターコネクタ31は、インターコネクタ31の小断面積部41が第1の太陽電池80の受光面の第1非接続部42および第2の太陽電池81の裏面の第2非接続部14aに配置されており、太陽電池の第1非接続部42および第2非接続部14aはそれぞれインターコネクタ31に固定されておらず、接続されていない。

【0093】

また、インターコネクタ31は、第1の太陽電池80および第2の太陽電池81の端部において屈曲していることが好ましい。このようにインターコネクタ31が太陽電池の端部で屈曲している場合には、インターコネクタ31の接続後の冷却工程における太陽電池に生じる応力が小さくなる傾向にある。また、図16においては、反射防止膜の記載は省略されている。

【0094】

このような構成の本発明の太陽電池ストリングにおいては、太陽電池の第1非接続部42および第2非接続部14aはそれぞれインターコネクタ31に接続されていないことから、インターコネクタ31と太陽電池の第1接続部51および第2接続部である銀電極16との接続長さを低減することができる。このようにインターコネクタ31と太陽電池の第1接続部51および第2接続部である銀電極16との接続長さを低減した場合には、インターコネクタ31と太陽電池を構成するp型シリコン基板10との熱膨張係数差により発生する応力を低減することができるため、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に生じる反りに起因する太陽電池の受光面の第1接続部51と第1非接続部42との界面部分における太陽電池の割れの発生をさらに低減することができる。

【0095】

また、インターコネクタ31の小断面積部41が第1非接続部42に対応する箇所および第2非接続部14aに対応する箇所の少なくとも1箇所、好ましくはすべての箇所に配置されるようにインターコネクタ31を接続することによって、上述した応力の低減効果に加えて、インターコネクタ31の他の部分と比べて比較的強度が弱い小断面積部41が延伸してさらに応力が緩和する効果が加わることになる。すなわち、インターコネクタ31の小断面積部41が第1非接続部42および第2非接続部14aにそれぞれ配置された場合には、小断面積部41は固定されていないフリーな状態となっているため、自由に変形することができ、延伸による応力緩和効果を十分に発揮することができる。したがって、この場合には、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に生じる反りに起因する太陽電池の受光面の第1接続部51と第1非接続部42との界面部分における太陽

10

20

30

40

50

電池の割れの発生を大幅に低減することができる。

【0096】

また、本発明の太陽電池ストリングにおいて、上述のように、太陽電池の迂回部43の湾曲部と第1接続部51とが接続していることによって、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に反りが生じた際の太陽電池の受光面の第1接続部51と第1非接続部42との界面部分における太陽電池の割れの発生を低減することができる。

【0097】

さらに、本発明の太陽電池ストリングを構成する太陽電池においては、上述したように、バスバー電極13aの迂回部43とフィンガー電極13bとの接続をより確実なものとするため、太陽電池の信頼性をより向上することができ、ひいては本発明の太陽電池ストリングの信頼性も向上することができる。

10

【0098】

図17に、従来のインターコネクタ(幅が一定の平板状のもの)を用いて図6に示す受光面を有する太陽電池を直列に接続した本発明の太陽電池ストリングの一例の模式的な上面図を示す。また、図18に、図17に示す本発明の太陽電池ストリングの模式的な断面図を示す。

【0099】

このような構成の本発明の太陽電池ストリングにおいては、従来のインターコネクタ(幅が一定の平板状のもの)を用いた場合でも、太陽電池の端部においてはバスバー電極13aとインターコネクタ31とが第1非接続部42において固定されておらず、接続されていないことから、インターコネクタ接続後の冷却工程において太陽電池に反りが生じた際に、太陽電池の端部に割れが発生するのを低減することができる傾向にある。

20

【0100】

また、このような構成の本発明の太陽電池ストリングにおいては、インターコネクタ31とバスバー電極13aとの接続面積が大きくなることから、インターコネクタ31とバスバー電極13aとの接続の信頼性が向上させることができる。

【0101】

さらに、この構成の太陽電池ストリングを構成する太陽電池においては、上述したように、バスバー電極13aの迂回部43とフィンガー電極13bとの接続をより確実なものとするため、太陽電池の信頼性をより向上することができ、ひいては本発明の太陽電池ストリングの信頼性も向上させることができる。

30

【0102】

また、本発明の太陽電池ストリングは、上述した構成に限られず、たとえば、図19または図20に示す構成等にもできる。

【0103】

また、上記で説明したような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材に封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを作製することができる。

【0104】

なお、上記の以外の説明は、上記の背景技術の欄における説明と同様であるが、その説明に限定されるものではない。たとえば、本発明においては、単結晶シリコンおよび多結晶シリコン以外の材質からなる半導体基板を用いてもよく、上記の背景技術の欄の説明のp型とn型の導電型を入れ替えてもよい。また、本発明においては、第1接続部および第2接続部、および迂回部は必ずしも銀電極である必要はない。また、第1非接続部は必ずしも空隙部である必要はなく、第2非接続部14aも必ずしもアルミニウム電極である必要はない。

40

【0105】

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

50

る。

【産業上の利用可能性】

【0106】

本発明によれば、インターコネクタ接続後における太陽電池の割れの発生を抑制することができるとともに高い信頼性を有する太陽電池、太陽電池の製造方法、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】(a)は本発明の太陽電池の受光面の一例の模式的な平面図であり、(b)は(a)に示す迂回部の近傍の模式的な拡大平面図である。

10

【図2】図1(a)および図1(b)に示す受光面を有する太陽電池の裏面の一例の模式的な平面図である。

【図3】図1(a)および図1(b)に示す受光面並びに図2に示す裏面を有する本発明の太陽電池の模式的な断面図である。

【図4】図1(a)および図1(b)に示す受光面を有する太陽電池の裏面の他の一例の模式的な平面図である。

【図5】図1(a)および図1(b)に示す受光面並びに図4に示す裏面を有する本発明の太陽電池の模式的な断面図である。

【図6】本発明の太陽電池の受光面の他の一例の模式的な平面図である。

【図7】図6に示す受光面を有する太陽電池の裏面の一例の模式的な平面図である。

20

【図8】図6に示す受光面並びに図7に示す裏面を有する本発明の太陽電池の模式的な断面図である。

【図9】(a)は本発明の太陽電池の製造方法において受光面のフィンガー電極前駆体のスクリーン印刷パターンの模式的な平面図を示し、(b)は本発明の太陽電池の製造方法において受光面のバスバー電極前駆体のスクリーン印刷パターンの模式的な拡大平面図を示す。

【図10】(a)および(b)はそれぞれ本発明の太陽電池の製造方法において受光面のバスバー電極前駆体のスクリーン印刷の一例を図解するための拡大側面図である。

【図11】本発明の太陽電池の製造方法において受光面のバスバー電極前駆体およびフィンガー電極前駆体のスクリーン印刷パターンの他の一例の模式的な拡大平面図である。

30

【図12】(a)および(b)はそれぞれ本発明の太陽電池の製造方法において受光面のバスバー電極前駆体のスクリーン印刷の他の一例を図解するための拡大側面図である。

【図13】本発明の太陽電池ストリングの構成に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図である。

【図14】図13に示すインターコネクタを用いて図1(a)および図1(b)に示す受光面並びに図2に示す裏面を有する太陽電池を直列に接続した本発明の太陽電池ストリングの一例の模式的な上面図である。

【図15】図14に示す本発明の太陽電池ストリングの第1非接続部の近傍の模式的な拡大平面図である。

【図16】図14に示す本発明の太陽電池ストリングの模式的な断面図である。

40

【図17】従来のインターコネクタ(幅が一定の平板状のもの)を用いて図6に示す受光面を有する太陽電池を直列に接続した本発明の太陽電池ストリングの一例の模式的な上面図である。

【図18】図17に示す本発明の太陽電池ストリングの模式的な断面図である。

【図19】本発明の太陽電池ストリングの他の一例の模式的な断面図である。

【図20】本発明の太陽電池ストリングのさらに他の一例の模式的な断面図である。

【図21】従来の太陽電池の一例の模式的な断面図である。

【図22】従来の太陽電池の製造方法の一例を示す図である。

【図23】従来の太陽電池モジュールの製造方法の一例を示す図である。

【図24】図21に示す太陽電池の受光面に形成された銀電極のパターンを示す模式的な

50

平面図である。

【図 2 5】図 2 1 に示す太陽電池の裏面に形成されたアルミニウム電極と銀電極のパターンを示す模式的な平面図である。

【図 2 6】図 2 1 に示す構成の太陽電池を直列に接続した太陽電池ストリングの模式的な断面図である。

【図 2 7】太陽電池の受光面の一例の模式的な平面図である。

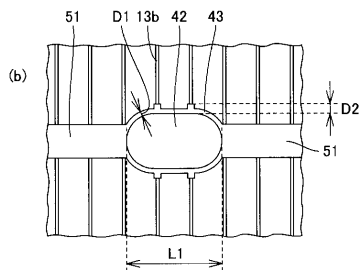
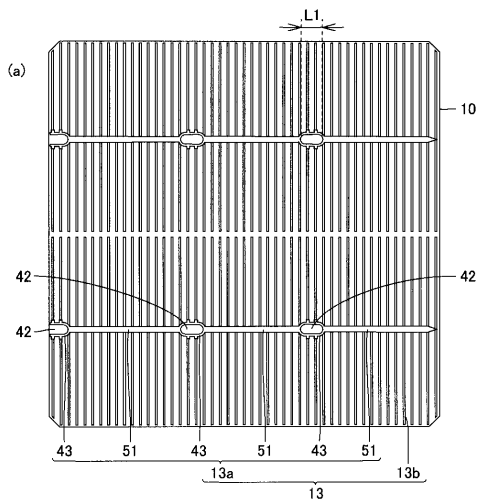
【図 2 8】図 2 7 に示す太陽電池の受光面の第 1 非接続部の近傍の模式的な拡大平面図である。

【符号の説明】

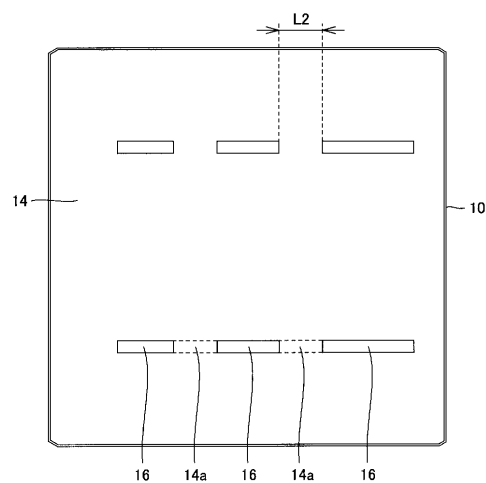
【 0 1 0 8 】

10 p型シリコン基板、11 n+層、12 反射防止膜、13, 16 銀電極、13a バスバー電極、13b フィンガー電極、14 アルミニウム電極、14a 第2非接続部、15 p+層、17 シリコンインゴット、18 シリコンブロック、19 ダメージ層、20 ドーパント液、30 太陽電池、31 インターコネクタ、33 配線材、34 太陽電池ストリング、35 ガラス板、36 EVAフィルム、37 バックフィルム、38 端子ボックス、39 ケーブル、40 アルミニウム枠、41 小断面積部、42 第1非接続部、43 迂回部、51 第1接続部、80 第1の太陽電池、81 第2の太陽電池、113a バスバー電極前駆体、113b フィンガー電極前駆体、113c 幅拡大部、120 スクリーン、121 開口部。

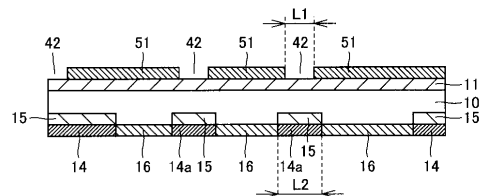
【図 1】



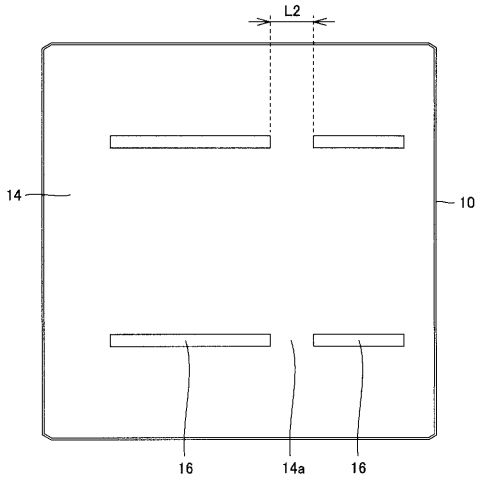
【図 2】



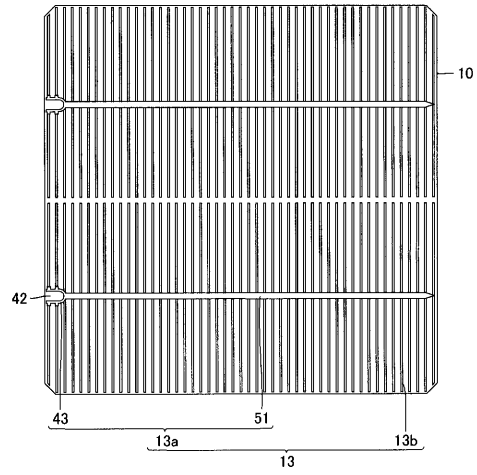
【図 3】



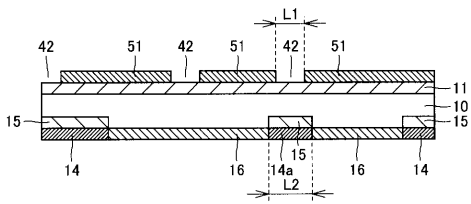
【 図 4 】



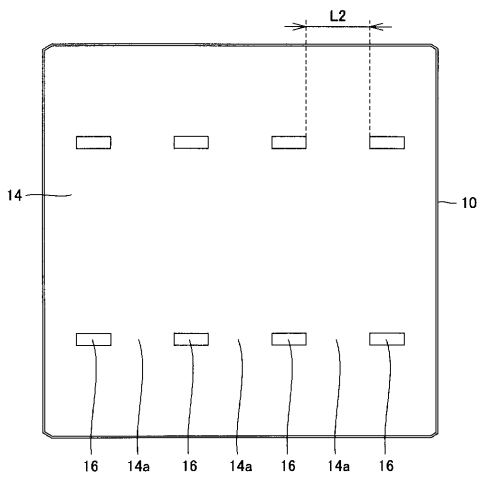
【 図 6 】



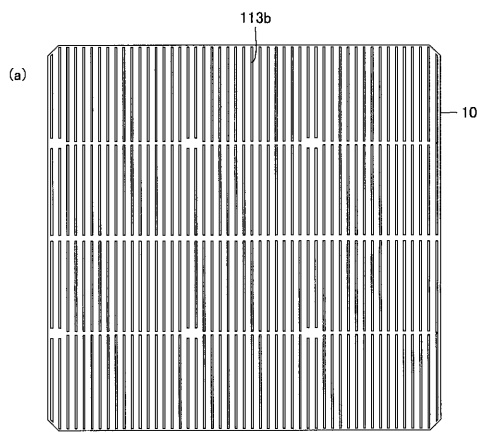
【 図 5 】



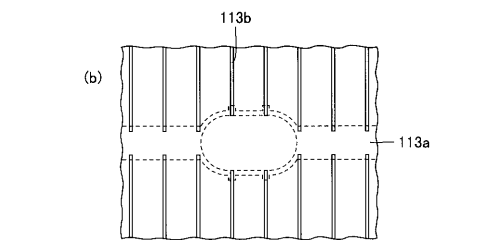
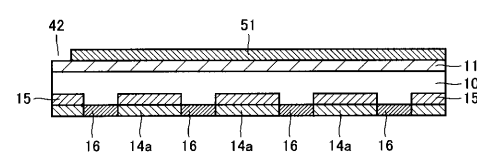
【 図 7 】



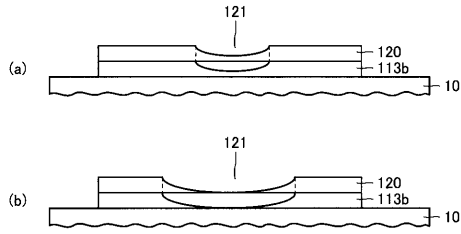
【 図 9 】



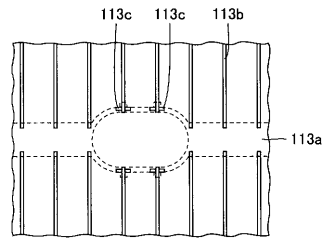
【 図 8 】



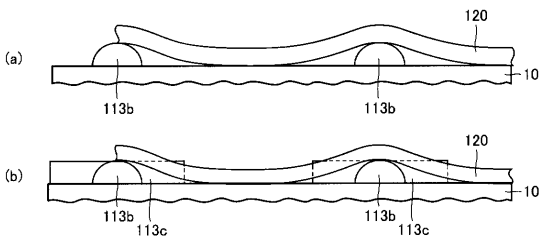
【 図 1 0 】



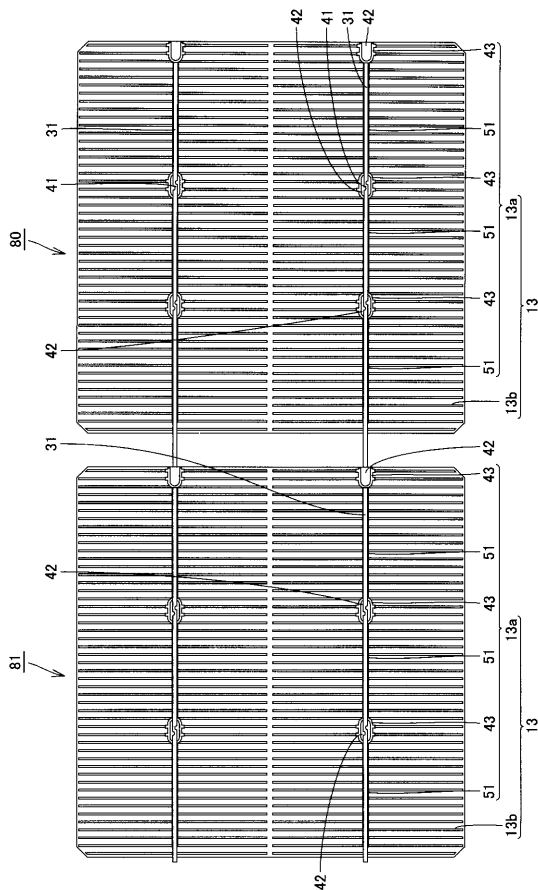
【 図 1 1 】



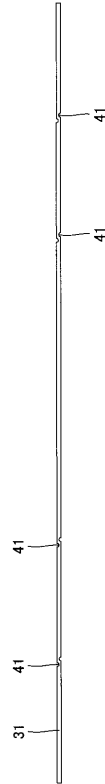
【 図 1 2 】



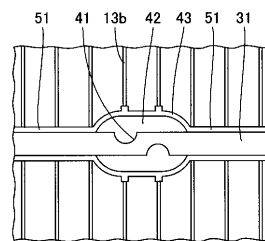
【 図 1 4 】



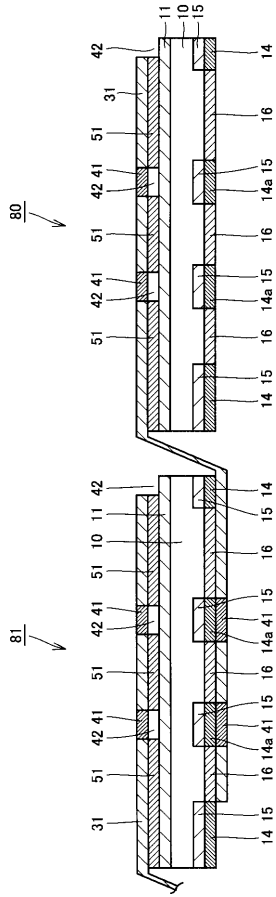
【 図 1 3 】



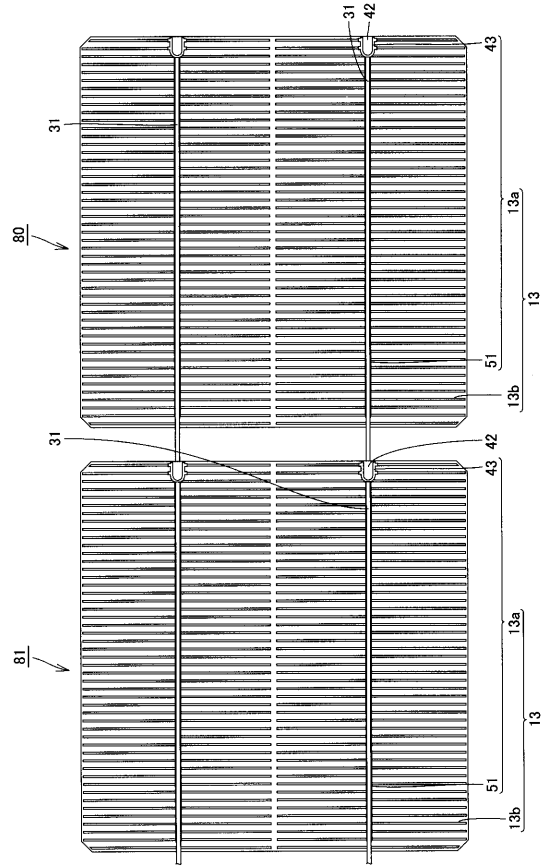
【 図 1 5 】



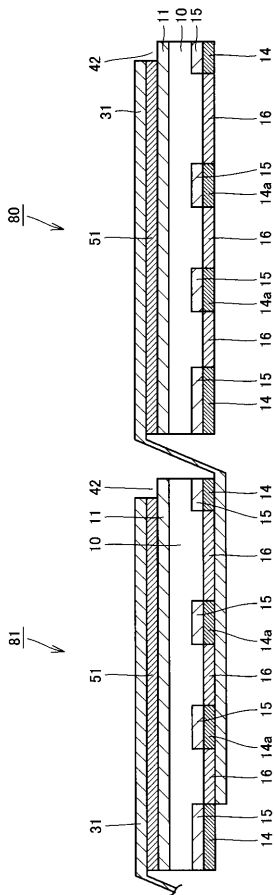
【 図 1 6 】



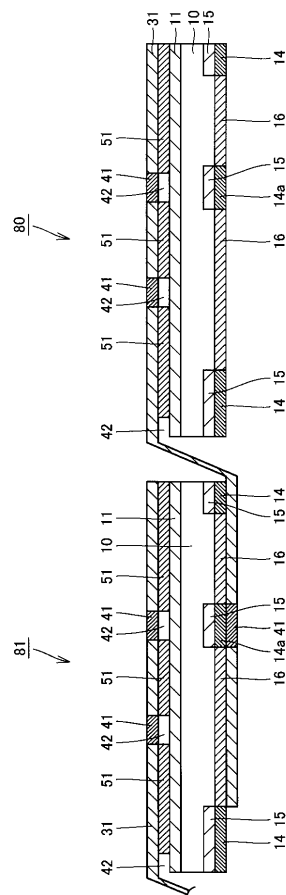
【 図 1 7 】



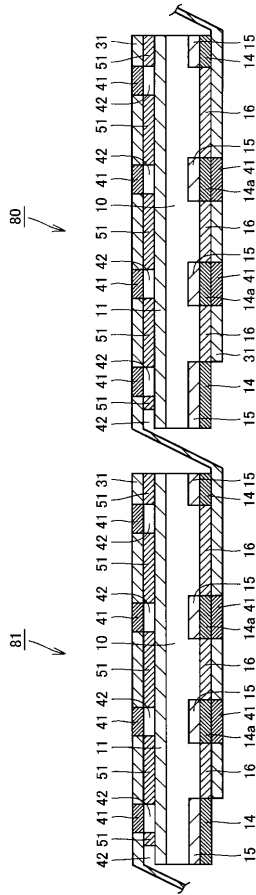
【 図 1 8 】



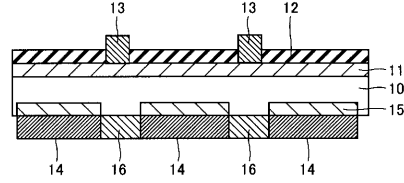
【 図 1 9 】



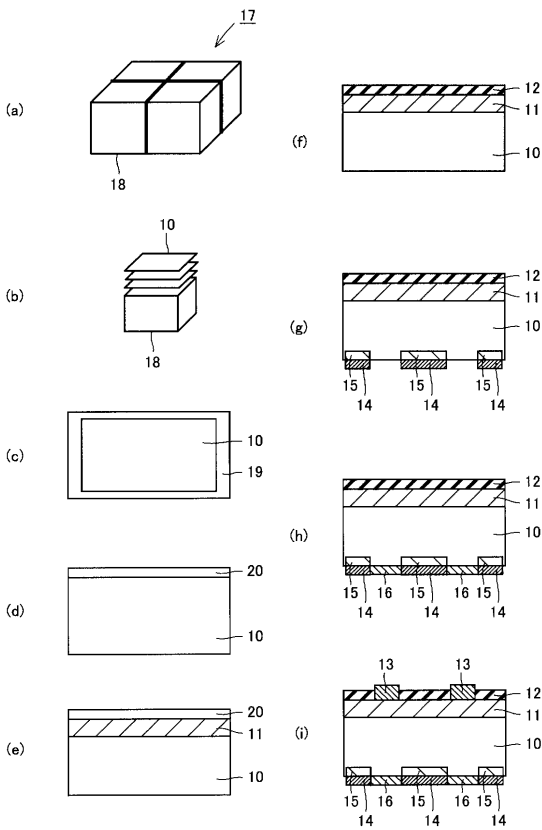
【 図 2 0 】



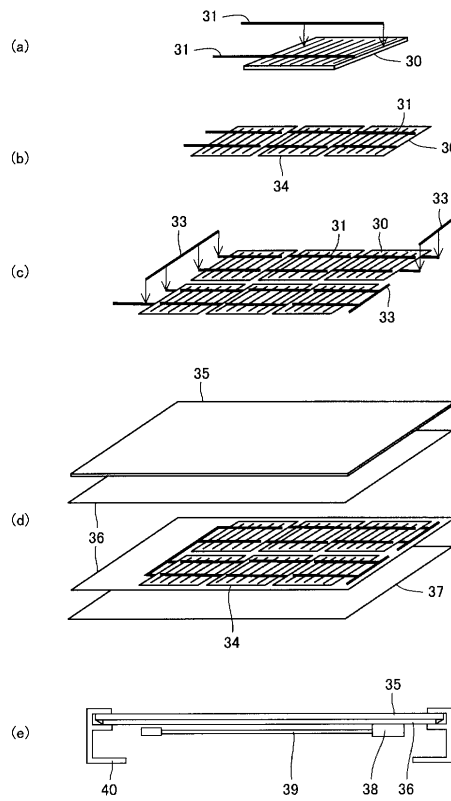
【 図 2 1 】



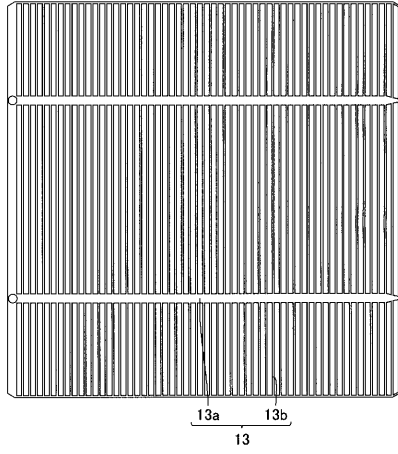
【 図 2 2 】



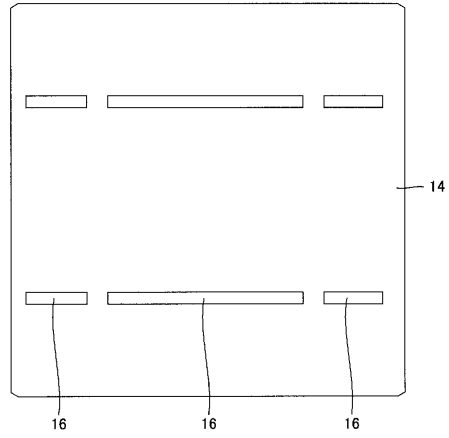
【 図 2 3 】



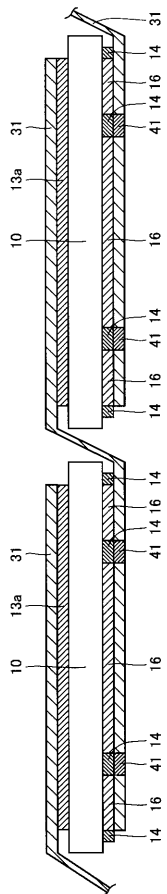
【 図 2 4 】



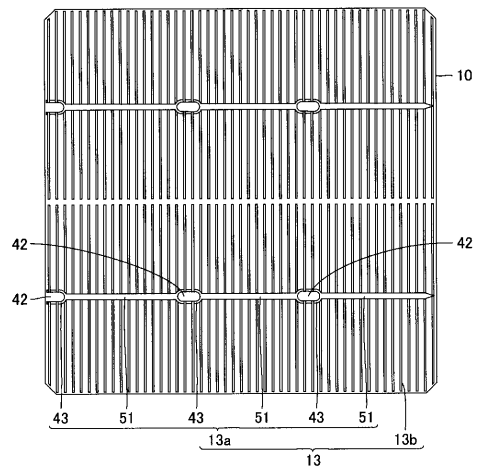
【 図 2 5 】



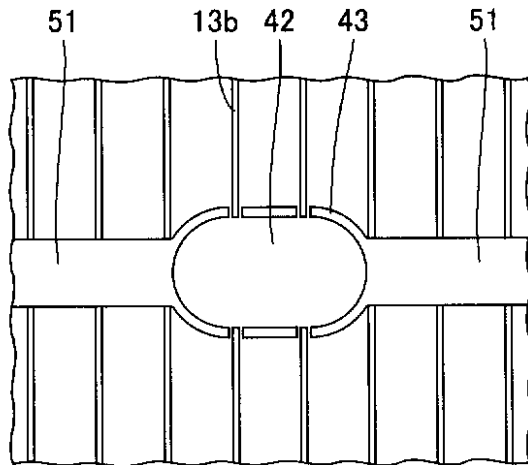
【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



【図 28】



【手続補正書】

【提出日】平成20年6月20日(2008.6.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板の第1主面上に、バスバー電極と、前記バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、が備えられており、

前記バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第1接続部と、前記第1接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、

前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分では、前記迂回部と該迂回部に接続されているフィンガー電極とが部分的に重なるように形成されており、

前記迂回部の幅は、前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分において部分的に広くなっていることを特徴とする、太陽電池。

【請求項2】

前記半導体基板の第1主面上にインターコネクタに接続されない第1非接続部が備えられており、

前記第1非接続部は、前記第1接続部および前記第1接続部に接続されている前記迂回部のそれぞれと隣り合う位置に配置されていることを特徴とする、請求項1に記載の太陽電池。

【請求項3】

半導体基板の第1主面上に、バスバー電極と、前記バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、インターコネクタに接続されない第1非接続部と、が備えられており、

前記バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第1接続部と、前記第1接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、

前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分では、前記迂回部と該迂回部に接続されているフィンガー電極とが部分的に重なるように形成されており、

前記迂回部の幅は、前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分において部分的に広くなっていることを特徴とする、太陽電池。

【請求項4】

前記第1非接続部の両側に前記第1接続部が配置されており、

前記迂回部は、前記第1非接続部を迂回するようにして前記第1非接続部の両側の前記第1接続部同士を接続していることを特徴とする、請求項2または3に記載の太陽電池。

【請求項5】

前記第1接続部は前記半導体基板の第1主面上を直線状に伸びるようにして形成されており、前記第1接続部の一端は前記迂回部と接続されており、他端は前記半導体基板の端部と向かい合っていることを特徴とする、請求項1または3に記載の太陽電池。

【請求項6】

前記バスバー電極の少なくとも一方の端部に前記迂回部が設けられていることを特徴とする、請求項1または3に記載の太陽電池。

【請求項7】

前記半導体基板の前記第1主面と反対側の第2主面上に、インターコネクタに接続するための第2接続部と、インターコネクタに接続されない第2非接続部と、が備えられており、前記第2接続部と前記第2非接続部とが隣り合っていることを特徴とする、請求項1から6のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項8】

前記第2非接続部の両側に前記第2接続部が配置されていることを特徴とする、請求項7に記載の太陽電池。

【請求項9】

前記第1非接続部の長さが、前記第1非接続部に前記半導体基板を挟んで向かい合う前記第2非接続部の長さよりも短いことを特徴とする、請求項7または8に記載の太陽電池。

【請求項10】

前記第1非接続部と前記半導体基板を挟んで向かい合う位置に前記第2非接続部が設けられていない部分を含むことを特徴とする、請求項7または8に記載の太陽電池。

【請求項11】

前記迂回部は、その少なくとも一部が湾曲した湾曲部を有しており、前記湾曲部と前記第1接続部とが接続されていることを特徴とする、請求項1から10のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項12】

半導体基板の第1主面上にバスバー電極と前記バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極とを備え、前記バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第1接続部と、前記第1接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部とを含む太陽電池の製造方法であって、

前記フィンガー電極の前駆体となるフィンガー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、

前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分に対応する部分において前記迂回部に対応する部分の幅が部分的に広がるように、前記バスバー電極の前駆体となるバスバー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、を含み、

前記迂回部と前記フィンガー電極との接続部分に対応する部分をスクリーン印刷する工

程では、前記迂回部に対応する部分と該迂回部に接続されるフィンガー電極に対応する部分とが部分的に重なるように前記前駆体をスクリーン印刷する、太陽電池の製造方法。

【請求項 1 3】

前記フィンガー電極前駆体をスクリーン印刷する工程ではメッシュがないスクリーンを用い、前記バスバー電極前駆体をスクリーン印刷する工程ではメッシュがあるスクリーンを用いることを特徴とする、請求項 1 2 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 1 4】

前記バスバー電極前駆体の前記迂回部に対応する部分と重なる部分における前記フィンガー電極前駆体の少なくとも一部の幅が部分的に広がるように前記フィンガー電極前駆体をスクリーン印刷することを特徴とする、請求項 1 2 または 1 3 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載の太陽電池を含む、太陽電池ストリング。

【請求項 1 6】

請求項 7 から 1 1 のいずれかに記載の太陽電池が複数接続された太陽電池ストリングであって、隣り合う太陽電池において、第 1 の太陽電池の前記第 1 接続部と第 2 の太陽電池の前記第 2 接続部とがインターコネクタに接続されている、太陽電池ストリング。

【請求項 1 7】

前記インターコネクタは、前記第 1 の太陽電池および前記第 2 の太陽電池のそれぞれの端部において屈曲していることを特徴とする、請求項 1 6 に記載の太陽電池ストリング。

【請求項 1 8】

前記インターコネクタは、前記第 1 非接続部に対応する箇所および前記第 2 非接続部に対応する箇所の少なくとも 1 箇所に、前記インターコネクタの断面積が部分的に縮小された小断面積部が配置されていることを特徴とする、請求項 1 6 または 1 7 に記載の太陽電池ストリング。

【請求項 1 9】

請求項 1 5 から 1 8 のいずれかに記載の太陽電池ストリングが封止材によって封止されてなる、太陽電池モジュール。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 1】

本発明は、半導体基板の第 1 主面上に、バスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、が備えられており、バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第 1 接続部と、第 1 接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、迂回部とフィンガー電極との接続部分では、迂回部と迂回部に接続されているフィンガー電極とが部分的に重なるように形成されており、迂回部の幅は、迂回部とフィンガー電極との接続部分において部分的に広がっている太陽電池である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 3】

また、本発明は、半導体基板の第 1 主面上に、バスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極と、インターコネクタに接続されない第 1 非接続部と、が備えられており、バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第 1 接続部と、第 1 接続

部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部と、を含み、迂回部とフィンガー電極との接続部分では、迂回部と迂回部に接続されているフィンガー電極とが部分的に重なるように形成されており、迂回部の幅は、迂回部とフィンガー電極との接続部分において部分的に広がっている太陽電池である。

【手続補正４】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４２

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４２】

また、本発明は、半導体基板の第１主面上にバスバー電極とバスバー電極から伸びる複数のフィンガー電極とを備え、バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第１接続部と、第１接続部に接続されているがその少なくとも一部がインターコネクタに接続されない迂回部とを含む太陽電池の製造方法であって、フィンガー電極の前駆体となるフィンガー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、迂回部とフィンガー電極との接続部分に対応する部分において迂回部に対応する部分の幅が部分的に広がるように、バスバー電極の前駆体となるバスバー電極前駆体をスクリーン印刷する工程と、を含み、迂回部とフィンガー電極との接続部分に対応する部分をスクリーン印刷する工程では、迂回部に対応する部分と迂回部に接続されるフィンガー電極に対応する部分とが部分的に重なるように前駆体をスクリーン印刷する、太陽電池の製造方法である。ここで、太陽電池の製造方法においては、フィンガー電極前駆体をスクリーン印刷する工程ではメッシュがないスクリーンを用い、バスバー電極前駆体をスクリーン印刷する工程ではメッシュがあるスクリーンを用いることができる。

フロントページの続き

- (74)代理人 100111246
弁理士 荒川 伸夫
- (72)発明者 倉橋 孝尚
大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 宮澤 彰
大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 田中 聡
大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 安彦 義哉
大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 廣庭 大輔
大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- Fターム(参考) 5F051 AA02 CB27 FA13 FA14 FA15 FA16 JA06