

(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2012-109600

(P2012-109600A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012. 6. 7)

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

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2012-19946 (P2012-19946)	(71) 出願人	000001889
(22) 出願日	平成24年2月1日 (2012. 2. 1)		三洋電機株式会社
(62) 分割の表示	特願2007-335040 (P2007-335040) の分割	(74) 代理人	100125863 弁理士 大橋 雅昭
原出願日	平成19年12月26日 (2007. 12. 26)	(72) 発明者	西脇 毅 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
(31) 優先権主張番号	特願2007-71232 (P2007-71232)	(72) 発明者	平 茂治 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
(32) 優先日	平成19年3月19日 (2007. 3. 19)	(72) 発明者	丸山 英治 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
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム(参考)	5F151 AA02 AA03 EA19 FA16

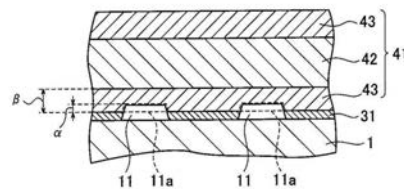
(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュールの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 太陽電池製造時における歩留まり低下を抑制する。

【解決手段】 一主面に接続用電極 11 が配設された太陽電池 1 と、芯材 42 および芯材 42 を囲む導電層 43 を有し、導電層 43 の厚みが接続用電極 11 の厚みよりも大の配線材 41 と、を準備し、接続用電極 11 が導電層 43 にめり込むことができる温度に加熱して、配線材 41 を接続用電極 11 に圧着する工程を含む。

【選択図】 図 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一主面に接続用電極が配設された太陽電池と、
芯材および前記芯材を囲む導電層を有し、前記導電層の厚みが前記接続用電極の厚みよりも大の配線材と、
を準備し、
前記接続用電極が前記導電層にめり込むことができる温度に加熱して、前記配線材を前記接続用電極に圧着する工程
を含む太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項 2】

10

請求項 1 に記載の太陽電池モジュールの製造方法において、
前記導電層と前記接続用電極との間に樹脂接着剤を介在させつつ前記圧着をする。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の太陽電池モジュールの製造方法において、
前記温度は、前記樹脂接着剤が硬化するまで加熱されたものである。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 のいずれかに記載の太陽電池モジュールの製造方法において、
前記接着層は、微粒子を含む樹脂材料である。

【請求項 5】

請求項 1～3 のいずれかに記載の太陽電池モジュールの製造方法において、
前記接続用電極は、前記配線材と交差する複数本の細線電極である。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、隣接する太陽電池の表面上に形成された接続用電極を配線材によって接続することにより互いに接続された複数の太陽電池を備える太陽電池モジュールに関する。

30

【背景技術】**【0002】**

太陽電池は、クリーンで無尽蔵のエネルギー源である太陽からの光を直接電気に変換できることから、新しいエネルギー源として期待されている。

【0003】

このような太陽電池を家屋或いはビル等の電源として用いるにあたっては、太陽電池 1 枚あたりの出力が数 W と小さいことから、通常複数の太陽電池を電氣的に直列或いは並列に接続することで、出力を数 100 W にまで高めた太陽電池モジュールとして使用する。図 17 及び図 18 に、従来の太陽電池モジュールの一部分を示す。図 18 は、図 17 の G - G' 線における断面の、配線材 141 近傍の一部分を拡大して示す拡大断面図である。

40

【0004】

図 17 に示すように、複数の太陽電池 101 は、互いに導電性の配線材 141 により、配線材 141 の幅と略同等若しくはそれ以上の幅に印刷形成されたバスバー電極 121 に半田付けによって電氣的に接続される。なお、太陽電池 101 の主面上には、太陽電池 101 によって生成される光生成キャリアを収集する複数本の細線電極 111 が形成される。バスバー電極 121 は、細線電極 111 から光生成キャリアを収集する。バスバー電極 121 は、上述の通り、配線材 141 を電氣的に接続するための接続用電極である。

【0005】

ここで、配線材 141 は、図 18 に示すように、銅等の金属からなる芯材 142 と、芯材 142 の外周を囲む導電層 143 とによって構成される。導電層 143 は、例えば、芯

50

材 1 4 2 の表面に半田メッキすることにより形成される。また、太陽電池 1 0 1 は、ガラス、透光性プラスチックのような透光性を有する表面部材と、ポリエチレンテレフタレートフィルムなどの樹脂フィルムや鋼板或いはガラス板等からなる裏面部材との間に、E V A 等の透光性を有する充填材により封止されている。そして、図 1 7 に示すように、隣接する太陽電池それぞれは、一方の太陽電池の受光面側に設けられたバスバー電極 1 2 1 と、他方の太陽電池の裏面電極とが配線材 1 4 1 により接続されることで、互いに電氣的に接続される（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 6 】

ところで、太陽電池の低コスト化、低資源化のためには、太陽電池を薄型化することが求められている。太陽電池を薄くすると、太陽電池上のバスバー電極 1 2 1 に半田付けにより配線材 1 4 1 を接続する際に、配線材 1 4 1 と、シリコン基板を含む太陽電池との線膨張係数が大きく異なるために、半田付け作業で加えられる加熱によって素材それぞれの膨張、収縮することにより、反り応力が発生して太陽電池の割れや電極の剥がれなどが発生する。特に、太陽電池の厚さが薄くなるに従い、この問題は顕著になり、太陽電池の割れ等により製造歩留まりが低下してしまう。このため、従来は、太陽電池の厚みを薄くすることが困難であった。

【 0 0 0 7 】

また、配線材 1 4 1 の厚みを大きくすることで、配線材 1 4 1 とバスバー電極 1 2 1 との接触抵抗を低減して太陽電池モジュールの出力を高くしようとする場合にも、同様に物性面での不具合が生じやすくなるという問題があった。

【 0 0 0 8 】

そこで本願出願人は、樹脂接着剤を用いて太陽電池上に配線材を接続する方法を出願している（特願 2 0 0 6 - 2 2 9 2 0 9 ）。図 1 9 乃至図 2 1 は、この方法を用いて配線材を接続した太陽電池モジュールの一部分を示している。図 2 0 は、図 1 9 の H - H ' 線における断面の、配線材 2 4 1 近傍の一部分を拡大して示す拡大断面図である。図 2 1 は、図 1 9 の I - I ' 線における断面の一部を示す拡大断面図である。

【 0 0 0 9 】

複数の太陽電池 2 0 1 は、図 1 9 に示すように、主面上に形成される複数本の細線電極 2 1 1 を有している。また、配線材 2 4 1 は、図 2 0 に示すように、銅等の金属からなる芯材 2 4 2 と、芯材 2 4 2 の外周を囲む導電層 2 4 3 とによって構成される。導電層 2 4 3 は、例えば、芯材 2 4 2 に半田メッキすることにより形成される。そして、図 2 1 に示すように、配線材 2 4 1 は、樹脂接着剤 2 3 1 によって太陽電池 2 0 1 の主面に接続されている。また、図 2 1 に示すように、細線電極 2 1 1 の先端を導電層 2 4 3 中に埋設することによって、配線材 2 4 1 と細線電極 2 1 1 とが電氣的に接続されている。従って、細線電極 2 1 1 は、上述の通り、配線材 2 4 1 を電氣的に接続するための接続用電極である。

【 0 0 1 0 】

また、太陽電池 2 0 1 は、ガラスや透光性プラスチック等の透光性を有する表面部材と、P E T（ポリエチレンテレフタレート）フィルムなどの樹脂フィルムや樹脂フィルムと金属フィルムとの積層フィルム、或いは鋼板やステンレス板等からなる裏面部材との間に E V A 等の透光性を有する充填材により封止されている。

【 0 0 1 1 】

この方法では、配線材 2 4 1 の接続に樹脂接着剤を用いるので、半田による接続に比べ、接着時の温度を低減することができる。このため、前述の熱膨張に起因する影響を低減できるので、太陽電池の厚みを従来に比べて薄くすることが可能となる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 2 - 3 5 9 3 8 8 号公報

【 発明の概要 】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、配線材241を樹脂接着剤により太陽電池201の主面に接続する方法では、細線電極211の先端を導電層243に埋設するために、配線材241を太陽電池201方向に加圧する必要がある。このとき、加圧の圧力が強すぎると細線電極211の先端が、図20及び図21に示すように、芯材242と接してしまう。そのため、加圧の圧力が細線電極211を通して直接太陽電池201の表面に伝わる結果、太陽電池201にクラックや欠けが生じるおそれがある。このため従来は、加圧する際の圧力の最適範囲が狭くなり、生産性を大きく向上させることができなかった。

【0014】

そこで本発明は、生産性を向上でき、太陽電池の厚みを小さくできる太陽電池モジュール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】

【0015】

本発明に係る太陽電池モジュールの製造方法は、一主面に接続用電極が配設された太陽電池と、芯材および前記芯材を囲む導電層を有し、前記導電層の厚みが前記接続用電極の厚みよりも大の配線材と、を準備し、前記接続用電極が前記導電層にめり込むことができる温度に加熱して、前記配線材を前記接続用電極に圧着する工程を含む。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、生産性を向上でき、太陽電池の厚みを小さくできる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】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態に係る太陽電池モジュールの平面図である。

【図2】図1のA-A'断面図である。

【図3】図1の拡大図である。

【図4】図1のA-A'拡大断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態に係る太陽電池モジュールのB-B'断面図である。

【図6】(a)は、本発明の第4実施形態に係る太陽電池モジュールにおける細線電極のパターンを示す図であり、(b)は、枝部の拡大図である(その1)。

【図7】(a)は、本発明の第4実施形態に係る太陽電池モジュールにおける細線電極のパターンを示す図であり、(b)は、枝部の拡大図である(その2)。

【図8】(a)は、本発明の第4実施形態に係る太陽電池モジュールにおける細線電極のパターンを示す図であり、(b)は、枝部の拡大図である(その3)。

【図9】本発明の第5実施形態に係る太陽電池モジュールの平面図である。

【図10】本発明の第5実施形態に係る太陽電池モジュールにおける細線電極及びバスバー電極のパターンを示す図である。

【図11】図9のC-C'断面拡大図である。

【図12】図9のD-D'断面拡大図である。

【図13】本発明の第6実施形態に係る太陽電池モジュールの平面図である。

【図14】図13のE-E'断面拡大図である。

【図15】図13のF-F'断面拡大図である。

【図16】本発明のその他の変更例に係る太陽電池モジュールのA-A'断面を示す断面図である。

【図17】従来の太陽電池モジュール100の平面図である。

【図18】図17のG-G'断面拡大図である。

【図19】従来の太陽電池モジュール200の平面図である。

【図20】図19のH-H'断面拡大図である。

【図21】図19のI-I'断面拡大図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

次に、図面を用いて、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には、同一又は類似の符号を付している。但し、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に留意すべきである。したがって、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。

【0019】

また、以下の説明では、細線電極又はバスバー電極を「接続用電極」の一例として説明する。

10

[第1実施形態]

(太陽電池モジュール)

本発明の第1実施形態に係る太陽電池モジュールについて、図1～図4を参照して説明する。本発明の実施形態に係る太陽電池モジュールは、いわゆるバスバーレス構造の太陽電池を含む。従って、本実施形態における接続用電極は、細線電極である。

【0020】

図1は、太陽電池モジュール中における太陽電池1の平面図であり、図2は、図1のA-A'断面を示し、図3は、図1の配線材41が太陽電池1と接続される領域(接続領域STという)を拡大して示したものであり、図4は、A-A'断面の接続領域ST(受光面側のみ)を拡大したものである。

20

【0021】

本実施形態に係る太陽電池1は、例えば、厚み0.1～0.2mm程度の単結晶シリコンウェハや多結晶シリコンウェハ等の結晶系半導体ウェハからなり、1辺が例えば125mmの略正方形状を有する。この太陽電池1内には、n型半導体領域とp型半導体領域とがあり、n型半導体領域とp型半導体領域との界面部分で半導体接合部が形成されている。n型及びp型半導体領域は、結晶系半導体から構成しても良いし、非晶質半導体から構成しても良い。この他に単結晶シリコン基板と非晶質シリコン層との間に実質的に真性な非晶質シリコン層を挟み、その界面での欠陥を低減し、ヘテロ結合界面の特性を改善した構造、いわゆるHIT構造を有する太陽電池であってもよい。

【0022】

太陽電池1の受光面側表面(以下において、「受光面」という。)には、受光面電極が形成される。この受光面電極は、バスバー電極を含まず、互いに並行に形成された複数本の細線電極11のみからなる。細線電極11は、例えば、電極幅50～150μm、ピッチ1mm、電極厚み10～50μmを有し、太陽電池1の受光面略全域に亘って例えば50本程度形成される。このような受光面電極は、例えば、銀ペーストをスクリーン印刷して百数十度の温度で硬化することによって形成できる。

30

【0023】

また、太陽電池1の受光面の反対側に設けられる裏面側表面(以下において、「裏面」という。)にも同様に裏面電極が設けられている。この裏面電極も、互いに並行に形成された複数本の細線電極(不図示)からなる。裏面に設けられる細線電極は、例えば、電極幅50～150μm、ピッチ2mm、電極厚み10～50μmを有し、太陽電池1の裏面略全域に亘って例えば100本程度形成される。このような裏面電極は、例えば、銀ペーストをスクリーン印刷して百数十度の温度で硬化することによって形成できる。ここで、太陽電池1の裏面には、バスバー電極があってもよい。バスバー電極は、例えば、幅300μm、厚み30μmで形成することができる。なお、本実施形態において、太陽電池1の受光面と裏面とは、それぞれ、太陽電池1の主面である。

40

【0024】

また、太陽電池1の裏面では、受光面積の減少を考慮しなくてもよいことから、受光面電極よりも多くの細線電極を形成することができる。細線電極の本数を増やすことにより、裏面側での抵抗損失を低減することができる。

50

【0025】

受光面側及び裏面側の細線電極には、接続領域ST（図3に示す点線内）において、配線材41が圧着される。細線電極11のうち配線材41が接続される接続部分11aは、図3に示すように、接続領域ST内に位置する。接続部分11aは、図4に示すように、細線電極11のうち導電層43にめり込んだ部分である。接続部分11aの厚み α は、導電層43の厚み β より小さい。

【0026】

接着層31としては、樹脂接着剤を用いることができる。接着層31として、例えば、エポキシ樹脂を主成分とし、180の加熱で急速に架橋が促進され、15秒程度で硬化が完了するような架橋促進剤を配合したものを用いることができる。この接着層31の厚みは、0.01～0.05mmであり、幅は入射光の遮蔽を考慮して、配線材41と同等若しくは導電体厚より小であることが好ましい。本実施形態では、接着層31として、幅1.5mm、厚み0.02mmの帯状フィルムシートに成形された樹脂接着剤を用いる。

【0027】

また、配線材41は、銅等の金属からなる芯材42と、芯材42の外周を囲む導電層43とによって構成される。導電層43は、例えば、芯材42の表面に錫メッキすることにより形成される。配線材41は、例えば、幅1.0mm～2.0mm、厚み0.1mm～0.3mmの板状に形成される。なお、本実施形態では、配線材41をコートしている導電層43の材料として錫を用いたが、細線電極11より軟らかい導電性材料で、かつ接着層31が硬化する温度において細線電極11がめり込むことができる程度に軟化する材料を用いることが望ましい。導電層43としては、錫に限らず、融点を引き下げた共晶半田を含めて、軟らかい導電性金属を使用することができる。

【0028】

また、接着層31を樹脂接着剤としたときには、微粒子を含有させると、太陽電池モジュールの機械的強度を向上させることができる。ここで、微粒子は、2～30 μ mの粒径を有しており、平均粒径10 μ m程度の大きさを有することが好ましい。微粒子は、導電性であっても良く、絶縁性であっても良いが、導電性のものを用いる場合には、ニッケル、金コート付ニッケル、或いは、プラスチックに導電性金属をコートしたもの（例えば、金をコートしたプラスチック）を単体又は混合して用いることができる。これら微粒子を混合することにより、樹脂本来の接着力を損なうことなく、太陽電池の応力耐性を高めることができる。樹脂中に混入させた異種微粒子は、例えば、セメントに骨材、鉄材を加えることで圧縮、伸縮等の耐性を高めることが可能であることと、同様の効果を得ることができ、太陽電池モジュールの長期信頼性を更に高めることができる。

【0029】

太陽電池1の不具合が緩和されることを確認するために、太陽電池1の主面からの細線電極11の厚みを変えた太陽電池モジュールを作製し、歩留まりを評価した。

【0030】

実施例の太陽電池は、ウェハ厚100 μ m、受光面電極（細線電極11）及び裏面電極の幅100 μ m、電極間ピッチを2mmとし、太陽電池の主面からの細線電極11の厚みを30 μ m（実施例1）、20 μ m（実施例2）、15 μ m（実施例3）に変えてそれぞれ作製した。また、配線材41は、導電層43をコートしたときの幅が2.0mmであり、芯材42の厚み150 μ m、その周囲に形成された導電層43（SnAgCuメッキ）の厚みを25 μ mとした。

【0031】

また、比較例1の太陽電池として、図19乃至図21に示す太陽電池を作成した。比較例1の太陽電池201は、ウェハ厚100 μ m、受光面電極（細線電極211）及び裏面電極の幅100 μ m、電極間ピッチ2mm、電極厚み40 μ mで作製した。また、配線材241は、実施例と同様に、導電層243をコートしたときの幅が2.0mmであり、芯材242の厚み150 μ m、その周囲に形成された導電層243（SnAgCuメッキ）の厚みを25 μ mとした。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

圧着条件は、実施例 1 ～ 3、比較例 1 とともに、180 に加熱した熱板で 2 M p a の圧力で 20 秒間圧着した。圧着後の実施例 1 ～ 3 の太陽電池 1 について、接続領域 S T の断面図を図 4 に、また、比較例 1 の太陽電池 201 の断面図を図 21 に示す。

【 0 0 3 3 】

歩留まりの算出は、実施例 1 ～ 3 及び比較例 1 のサンプルに対して、それぞれ 1000 枚の太陽電池を作製し、「E L 発光強度分布」により評価した。太陽電池に 2 A の電流を流すと、1000 nm 近傍の赤外光の発光が観察される。この不可視な発光を捉えることのできる撮像装置と映像化するソフトウェアで構成される E L 発光測定装置を用いて、配線材を圧着した太陽電池を観測する。圧着時に発生したクラック部は、発光しないため、視認不可能なクラックが検出される。1 枚の太陽電池に 1 カ所でもクラックが発見された場合、N G として歩留まりを算出した。また、変換効率を測定した。結果を表 1 に示す。なお、同表中の変換効率は、良品とされたものの平均値である。

【 0 0 3 4 】

【表 1】

	細線電極の厚み (μm)	導電層の厚み (μm)	歩留まり (%)	変換効率 (%)
比較例1	40	25	80	18.71
実施例1	30	25	85	18.67
実施例2	20	25	97	18.59
実施例3	15	25	99	18.50

【 0 0 3 5 】

今回の圧着条件において、比較例 1 では、図 21 に示すように、細線電極 211 は芯材 242 に接触する。そのため、細線電極 211 下における太陽電池 201 への応力が集中し、太陽電池 201 の割れが引き起こされた。このような比較例 1 の歩留まりは、80 % であった。

【 0 0 3 6 】

一方、今回の圧着条件において、実施例 1 ～ 3 の太陽電池モジュールでは、図 4 に示すように、細線電極 11 (接続部分 11 a) は芯材 42 に接触しない。そのため、太陽電池 1 の割れを減少させることができた。また、実施例 1 ～ 3 の太陽電池モジュールは、発電効率の低下を 1 . 1 % 以下に抑えつつ、歩留まりを向上することができた。

【 0 0 3 7 】

また、実施例 2 , 3 のサンプルでは、実施例 1 のサンプルよりも高い歩留まりを得ることができた。これは、細線電極の太陽電池の主面からの厚み (実施例 2 では 20 μm 、実施例 3 では 10 μm) が、芯材 42 の周囲に形成された導電層 43 の厚み (25 μm) よりも小さいため、配線材 41 の圧着時の条件に関わりなく、細線電極 11 と芯材 42 とが直接接触することを抑制できるためである。

【 0 0 3 8 】

なお、本実施形態では、樹脂接着剤として、エポキシ樹脂を主成分としたものを用いると説明した。ただし、樹脂接着剤は、半田接合より低い温度、好ましくは 200 以下の温度で接着できること、及び生産性を著しく阻害しないように 20 秒程度で硬化が完了することが望ましい。例えば、硬化温度が低く、熱ストレスの軽減に寄与できるアクリル系樹脂、柔軟性の高いポリウレタン系などの熱硬化性樹脂接着剤の他に、E V A 樹脂系、合成ゴム系などの熱可塑性接着剤、低温での接合作業が可能となるエポキシ樹脂、アクリル樹脂、或いはウレタン樹脂を主剤にして硬化剤を混ぜ合わせて接着する 2 液反応系接着剤なども用いることができる。

【 0 0 3 9 】

(作用及び効果)

図 4 に示すように、実施例 1 ~ 3 の太陽電池では、細線電極 1 1 の配線材 4 1 との接続部分 1 1 a の厚み α が、導電層 4 3 の厚み β より小さい。換言すると、実施例 1 ~ 3 の太陽電池では、接続部分 1 1 a の頂点と芯材 4 2 の表面との間に導電層 4 3 が介在している。

【 0 0 4 0 】

一方、比較例 1 の太陽電池は、図 2 1 に示すように、細線電極 2 1 1 の配線材 2 4 1 との接続部分の厚みが、導電層 2 4 3 の厚みと等しい。換言すると、比較例 1 の太陽電池では、細線電極 2 1 1 の頂点と芯材 2 4 2 の表面とが接している。

【 0 0 4 1 】

このように、第 1 実施形態に係る太陽電池モジュールは、細線電極 1 1 の配線材 4 1 との接続部分 1 1 a の厚み α を導電層 4 3 の厚み β より小としたことにより、細線電極 1 1 が導電層 4 3 の厚み以上にめり込んで芯材 4 2 に接触することがない。したがって、導電層 4 3 よりも硬質の芯材 4 2 に細線電極 1 1 が押し付けられることにより生じる太陽電池 1 への応力が緩和されるため、太陽電池の割れ等の不具合を抑制することができる。その結果として、太陽電池 1 の機械的強度が高められる。また、これにより、製造時における歩留まり低下を抑止することができる。なお、第 1 実施形態に係る実施例 1 ~ 3 のサンプルは、比較例 1 のサンプルに比べて細線電極 1 1 の断面積が実質的に低下していることになるが、出力特性に殆ど遜色はなく、歩留まりの低下を抑制する効果の方がより優位であるとみなせる。

10

【 0 0 4 2 】

また、比較例 1 のように細線電極 2 1 1 の頂点が芯材 2 4 2 の表面に接触した太陽電池は、接触部下における半導体層に微小なクラックが生じる可能性がある。このような微小なクラックが生じた太陽電池を長時間使用すると、時間経過に伴いクラックが拡大し、或いはクラックに水分が浸入することにより、太陽電池特性が低下するおそれがある。

20

【 0 0 4 3 】

また、一般的に、太陽電池 2 0 1 の膨張係数に比べると、芯材 2 4 2 の膨張係数は大きい。このため、昼夜の温度差、或いは季節間の温度差に伴う芯材 2 4 2 の膨張及び収縮の繰り返しにより、太陽電池 2 0 1 にストレスが加わる。このストレスは、細線電極 2 1 1 に直接伝わるとともに、半導体層にも伝わる。この結果、太陽電池 2 0 1 に微小なクラックなどの欠陥が生じるおそれがある。そのため、比較例 1 の太陽電池 2 0 1 にあっては、前述のように、長時間の使用に伴って太陽電池特性が低下し、太陽電池モジュールの出力が低下するおそれがある。

30

【 0 0 4 4 】

一方、実施例 1 ~ 3 の太陽電池 1 では、細線電極 1 1 の頂点と芯材 4 2 の表面との間に導電層 4 3 が介在している。このため、実施例 1 ~ 3 の太陽電池 1 において製造時に微小なクラックが生じる可能性は、比較例 1 の太陽電池 2 0 1 に比べ低減されている。また、芯材 4 2 の膨張及び収縮の繰り返しにより太陽電池 1 に加わるストレスは、導電層 4 3 によって緩和される。この結果、実施例 1 ~ 3 の太陽電池 1 では、長時間の使用に伴う太陽電池特性の低下を比較例 1 の太陽電池 2 0 1 に比べ抑制することができる。従って、実施例 1 ~ 3 の太陽電池 1 によれば、長時間経過後も高い出力を維持できる太陽電池モジュールを提供することができる。

40

【 0 0 4 5 】

なお、細線電極 1 1 の太陽電池の主面からの厚みを、導電層 4 3 の厚みよりも小さくすることが好ましい。これにより、配線材 4 1 の圧着条件に関わりなく、細線電極 1 1 の配線材 4 1 との接続部分 1 1 a の厚み α を、導電層 4 3 の厚み β よりも小さくすることができる。換言すると、細線電極 1 1 の頂点と芯材 4 2 の表面との間に、導電層 4 3 を介在させることができる。したがって、芯材 4 2 が細線電極 1 1 に押し付けられることによって生じる上述の不具合をより確実に抑制することができる。その結果、製造時における歩留まりを効果的に向上させることができるとともに、長時間経過後においても高い出力を維持できる太陽電池モジュールを提供することができる。

50

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下においては、上述した第 1 実施形態と第 2 実施形態との差異を主として説明する。

【 0 0 4 6 】

第 2 実施形態では、太陽電池 1 の主面から細線電極 1 1 の頂点までの厚みを固定するとともに、導電層 4 3 の厚みを大きくする。これによって、太陽電池 1 の主面から細線電極 1 1 の頂点までの厚みが導電層 4 3 の厚みより相対的に小さくする太陽電池モジュールの一例である。

【 0 0 4 7 】

太陽電池 1 の不具合が緩和されることを確認するために、第 1 実施形態と同一条件で、太陽電池 1 の主面から細線電極 1 1 の頂点までの厚みを $30\ \mu\text{m}$ で固定するとともに、導電層 4 3 の厚みを $20\ \mu\text{m}$ (比較例 2 とする)、 $25\ \mu\text{m}$ (実施例 1)、 $30\ \mu\text{m}$ (実施例 4 とする)、 $35\ \mu\text{m}$ (実施例 5 とする)、 $40\ \mu\text{m}$ (実施例 6 とする) と変えて太陽電池モジュールを作製した。このような各太陽電池モジュールの生産歩留まりを評価した。歩留まりは、第 1 実施形態と同様に「EL 発光強度分布」により評価した。結果を表 2 に示す。

【 0 0 4 8 】

【 表 2 】

	細線電極の厚み (μm)	導電層の厚み (μm)	歩留まり (%)
比較例 2	30	20	80
実施例 1	30	25	85
実施例 4	30	30	90
実施例 5	30	35	99
実施例 6	30	40	95

【 0 0 4 9 】

表 2 に示すように、実施例 4 ~ 6 において、歩留まりが 90 % を超え、改善が認められた。これは、太陽電池 1 の主面から細線電極 1 1 の頂点までの厚みを固定するとともに、導電層 4 3 の厚みを厚くしたことにより、太陽電池 1 の主面から細線電極 1 1 の頂点までの厚みが軟導電体の厚みより小となるようにしたため、導電層 4 3 の層厚が細線電極 1 1 の厚み (ここでは、 $30\ \mu\text{m}$ に固定) よりも大になったためである。

【 0 0 5 0 】

表 2 に示すように、実施例 1、4 ~ 6 では、比較例 2 よりも歩留まりを向上させることができた。これは、今回の圧着条件では、図 4 に示したように、細線電極 1 1 の配線材 4 1 との接続部分 1 1 a の厚み α が導電層 4 3 の厚み β より小であったため、細線電極 1 1 が導電層 4 3 の厚み以上にめり込んで芯材 4 2 に接触しなかったことによる。

【 0 0 5 1 】

また、実施例 5、6 のサンプルでは、実施例 1、4 のサンプルよりも高い歩留まりを得ることができた。これは、実施例 5、6 のサンプルにおいて、細線電極の太陽電池の主面からの厚み ($30\ \mu\text{m}$) が、芯材 4 2 の周囲に形成された導電層 4 3 の厚み (実施例 5 では $35\ \mu\text{m}$ 、実施例 6 では $40\ \mu\text{m}$) よりも小さいため、配線材 4 1 の圧着時の条件に関わりなく、細線電極 1 1 と芯材 4 2 とが直接接触することを抑制できるためである。

【 0 0 5 2 】

(作用及び効果)

上述したように、第 2 実施形態に係る太陽電池モジュールは、太陽電池 1 の主面から細線電極 1 1 の頂点までの厚みを固定とし、導電層 4 3 の厚みを厚くすることで、主面から細線電極 1 1 の頂点までの厚みが導電層 4 3 の厚みより小となるようにした場合であって

も、第 1 実施形態に係る太陽電池モジュールと同様の効果が得られる。すなわち、導電層 4 3 よりも硬質の芯材 4 2 に細線電極 1 1 が押し付けられることにより生じる太陽電池 1 への応力を緩和することができ、太陽電池の割れ等の不具合を抑制することができる。その結果として、太陽電池 1 の機械的強度が高められる。また、これにより、製造時における歩留まり低下を抑止することができる。

【 0 0 5 3 】

また、実施例 1 , 4 ~ 6 では、細線電極 1 1 の頂点と芯材 4 2 の表面との間に導電層 4 3 が介在している。このため、実施例 1 , 4 ~ 6 では、製造時に微小なクラックが生じる可能性は、比較例 2 の太陽電池に比べ低減されている。また、芯材 4 2 の膨張及び収縮の繰り返しにより太陽電池 1 に加わるストレスは、導電層 4 3 によって緩和される。この結果、実施例 1 , 4 ~ 6 では、長時間の使用に伴う太陽電池特性の低下を比較例 2 に比べ抑制することができる。従って、実施例 1 , 4 ~ 6 によれば、長時間経過後も高い出力を維持できる太陽電池モジュールを提供することができる。

10

【 0 0 5 4 】

なお、導電層 4 3 の層厚が $40\ \mu\text{m}$ を超えると、太陽電池 1 上に形成される際、平坦性が悪化するので、実施例 6 では、わずかながら歩留まりが低下したと考えられる。

[第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下においては、上述した第 1 実施形態と第 2 実施形態との差異を主として説明する。なお、第 3 実施形態に係る太陽電池モジュールの平面外観は、第 1 又は第 2 実施形態の太陽電池モジュールと同様であるため、断面の位置関係を示すのに図 1 , 図 2 を用いて説明する。

20

【 0 0 5 5 】

第 3 実施形態において、接続領域 S T にある細線電極 1 1 には、溝部が形成されている。すなわち、細線電極のうち接続領域 S T にある部分は、他の部分よりも低く形成されている。換言すれば、細線電極 1 1 のうち接続領域 S T 以外にある部分は、接続領域 S T にある部分よりも高く形成されている。圧着後の断面の様子を図 5 に示す。図 5 は、図 1 の B - B ' 断面 (細線電極 1 1 上での断面の様子) を示す。

【 0 0 5 6 】

細線電極 1 1 は、例えば、1 回目のスクリーン印刷で細線電極全体を塗布し、2 回目以降は、接続領域 S T に相当する位置のみマスクされたスクリーンを用いて、1 回目に塗布したのと同じの銀ペーストを印刷して厚みを適宜調整することによって形成できる。塗布完了後、百数十度の温度で硬化することにより形成できる。このように、接続領域 S T にある細線電極 1 1 に溝部を形成する以外は、第 1 実施形態と同一条件にて太陽電池モジュールを作製した。

30

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、細線電極のうち接続領域 S T にある部分の太陽電池 1 の主面からの厚みを $15\ \mu\text{m}$ に固定するとともに、細線電極 1 1 のうち接続領域 S T 以外にある部分の太陽電池 1 の主面からの厚みを、 $15\ \mu\text{m}$ (実施例 7)、 $20\ \mu\text{m}$ (実施例 8)、 $30\ \mu\text{m}$ (実施例 9)、 $40\ \mu\text{m}$ (実施例 10) に変化させた。第 1 実施形態と同様にして変換効率を求めた結果を表 3 に示す。

40

【 0 0 5 8 】

【表 3】

	細線電極の厚み (μm)		導電層の厚み (μm)	変換効率 (%)
	ST内	ST外		
実施例7	15	15	25	18.50
実施例8	15	20	25	18.53
実施例9	15	30	25	18.57
実施例10	15	40	25	18.61

10

【0059】

表3に示すように、細線電極11のうち接続領域ST以外にある部分を高くするに連れて、変換効率が高められることが判る。

【0060】

(作用及び効果)

上述したように、第3実施形態に係る太陽電池モジュールでは、細線電極11のうち接続領域STにある部分の太陽電池の主面からの厚みは、導電層43よりも小さくされている。従って、細線電極11のうち導電層43にめり込む部分(接続部分)の厚みは、導電層43の厚みよりも小さくされている。このため、細線電極11の頂点が芯材42に接触することがなく、導電層43よりも硬質の芯材42が細線電極11に押し付けられることにより生じる太陽電池の割れ等の不具合を抑制することができる。

20

【0061】

また、細線電極11のうち接続領域ST以外にある部分の太陽電池1の主面からの厚みが、細線電極11のうち接続領域STにある部分の太陽電池の主面からの厚みよりも大きくされている。このため、接続領域ST以外の領域、すなわち受光領域における細線電極の断面積を増加させ、抵抗を低減できるので、変換効率を向上させることができる。

[第4実施形態]

次に、本発明の第4実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下においては、上述した第1実施形態乃至第3実施形態との差異を主として説明する。

【0062】

30

第4実施形態において、接続領域STにある細線電極には、溝部が形成される。また、細線電極のうち接続領域STにある部分の幅が、細線電極のうち接続領域ST以外にある部分の幅以上である。具体的には、第4実施形態に係る太陽電池モジュールでは、細線電極のうち接続領域STにある部分は、複数本の枝部に分岐する。そして、導電層43との接続部分の単位長さ当たりの面積が、細線電極のうち接続領域ST以外にある部分の単位長さ当たりの面積より大きい。

【0063】

細線電極は、例えば、1回目のスクリーン印刷で、後述するパターンの細線電極全体を塗布し、2回目以降は、接続領域STに相当する位置のみマスクされたスクリーンを用いて、1回目に塗布したのと同じの銀ペーストを印刷して厚みを適宜調整する。そして、塗布完了後、百数十度の温度で硬化させることにより形成できる。

40

【0064】

本実施形態では、細線電極のうち接続領域STにある部分の太陽電池の主面からの厚みは、実施例11～14において共通で $15\mu\text{m}$ とし、細線電極のうち接続領域ST以外にある部分の太陽電池の主面からの厚みを $40\mu\text{m}$ とする。また、細線電極のうち接続領域STにある部分の電極パターンを1本(実施例11)、2本(実施例12)、3本(実施例13)、5本(実施例14)に変更して、それぞれ太陽電池モジュールを作製した。細線電極の電極幅は $100\mu\text{m}$ 、導電層の層厚は $20\mu\text{m}$ とした。

【0065】

図6乃至図8を用いて、第4実施形態に係る太陽電池モジュールの細線電極のパターン

50

を説明する。実施例 1 2 における細線電極 1 3 のパターンを図 6 に、実施例 1 3 における細線電極 1 5 のパターンを図 7 に、実施例 1 4 における細線電極 1 7 のパターンを図 8 に示す。また、各図において、(a) は、太陽電池モジュールの太陽電池上にスクリーン印刷された細線電極の平面図を示し、(b) は、接続領域 S T 付近を拡大した図を示す。

【 0 0 6 6 】

実施例 1 2 では、接続領域 S T において 2 本の枝部 1 3 a , 1 3 b を形成した。実施例 1 3 では、接続領域 S T において 3 本の枝部 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c を形成した。実施例 1 4 では、接続領域 S T において 5 本の枝部 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d , 1 7 e を形成した。細線電極 1 3 , 1 5 , 1 7 は、各図に示すスケールで太陽電池 1 上に、スクリーン印刷により形成した。

10

【 0 0 6 7 】

上述のように、細線電極のうち接続領域 S T にある部分を複数本の枝部に分岐する以外は、第 1 実施形態と同一条件にて太陽電池モジュールを作製した。第 1 実施形態と同様にして変換効率を求めた結果を表 4 に示す。

【 0 0 6 8 】

【表 4】

	細線電極の厚み (μm)		導電層の厚み (μm)	枝部の本数 (本)	幅比率(倍)	変換効率 (%)
	ST内	ST外				
実施例11	15	40	20	1	1	18.61
実施例12	15	40	20	2	2	18.65
実施例13	15	40	20	3	3	18.67
実施例14	15	40	20	5	5	18.71

20

【 0 0 6 9 】

表 4 に示すように、細線電極のうち接続領域 S T にある部分の本数を増やすことにより、接続領域 S T における細線電極の幅比率が本数倍になるので、単位長さ当たりの細線電極と導電層との接触面積が増加した分、変換効率が高められることが判る。

【 0 0 7 0 】

30

(作用及び効果)

上述したように、第 4 実施形態に係る太陽電池モジュールは、細線電極のうち接続領域 S T にある部分を他の部分よりも低くするとともに、複数本の枝部に分岐する。細線電極のうち接続領域 S T にある部分における単位長さ当たりの面積の合計が、細線電極のうち接続領域 S T 以外にある部分の単位長さ当たりの面積以上になるように形成されている。

【 0 0 7 1 】

なお、本実施形態では、接続領域 S T にある部分の幅を接続領域 S T 以外にある部分の幅より大きくするために、接続領域 S T における細線電極の数を増やしたが、これに限らず、接続部分を 1 本とするとともに、その幅を大きくしてもよい。また、細線電極は、接続領域 S T とそれ以外の領域とで同じ厚みであってもよい。この場合にも、細線電極と配線材との間の抵抗を低減することができるので、変換効率を向上することができる。

40

【 0 0 7 2 】

このように、細線電極のうち接続領域 S T にある部分の幅を増やすことにより、単位長さ当たりの細線電極と導電層との接触面積が増加する。そのため、細線電極と配線材との間の抵抗を下げることができ、変換効率を向上することができる。

【 0 0 7 3 】

また、第 4 実施形態に係る太陽電池モジュールは、上記第 1 乃至第 3 実施形態と同様に、細線電極のうち接続領域 S T にある部分の太陽電池 1 の主面からの厚みが、導電層 4 3 の厚みより小さい。そのため、細線電極が導電層 4 3 の厚み以上にめり込んで芯材 4 2 に接触することがない。従って、導電層 4 3 よりも硬質の芯材 4 2 に細線電極が押し付けら

50

れることにより生じる太陽電池の割れ等の不具合を抑制することができる。

【第5実施形態】

次に、本発明の第5実施形態について、図面を参照しながら説明する。図9は、本実施形態に係る太陽電池モジュールの平面図である。同図に示すように、本実施形態に係る太陽電池1a上には、細線電極11とバスバー電極20とが形成されている。本実施形態における接続用電極は、バスバー電極20である。図10は、細線電極11及びバスバー電極20の印刷パターンを示す。細線電極11とバスバー電極20とは交差する。具体的に、バスバー電極20は、配線材41が太陽電池1aに接続される接続領域STにおいて、太陽電池1aが配列される方向に沿って形成される。従って、バスバー電極20上には、配線材41が配置される。バスバー電極20は、細線電極11と同様の材料を用いて形成

10

【0074】

図11は、図9のC-C'断面を示す。図12は、図1のA-A'断面を示す。図11に示すように、バスバー電極20の太陽電池1aの主面からの厚みは、細線電極11の太陽電池1の主面からの厚みよりも小さい。具体的に、バスバー電極20は、上記第3実施形態に記載した細線電極11の溝部と同程度の厚みを有する。

【0075】

また、バスバー電極20の幅は、導電層43の幅よりも小さい。従って、図12に示すように、バスバー電極20は、導電層43にめり込むことにより、接続部分20aが形成される。

20

【0076】

ここで、接続部分20aの厚み γ は、導電層43の厚み ε より小さい。また、接続用電極（バスバー電極20）の太陽電池1aの主面からの厚みは、導電層43の厚みよりも小さい。そのため、接続部分の頂点と芯材42の表面との間には、導電層43が介在している。

【0077】

以下、細線電極11とバスバー電極20との形成方法の例について説明する。

【0078】

まず、1回目のスクリーン印刷において、細線電極11全体を塗布する。続いて、2回目のスクリーン印刷において、接続領域ST内において、バスバー電極20を細線電極11よりも小さい厚みで塗布する。バスバー電極20は、太陽電池1aの主面からの厚み10～50 μm で形成することができる。その後、百数十度の温度でこれらを硬化させる。

30

【0079】

このような手法により、バスバー電極20の太陽電池1aの主面からの厚みを15 μm 、細線電極11の太陽電池1の主面からの厚みを40 μm として実施例15に係る太陽電池モジュールを10枚作製した。また、上記実施例10に係る太陽電池モジュールを10枚作製した。なお、実施例15においても、実施例10と同様に、25 μm 厚の導電層42を有する配線材41を用いた。

【0080】

実施例10及び実施例15について、温度サイクル試験（JIS C 8917）を行い、試験前後での太陽電池モジュールの光電変換効率を比較した。温度サイクル試験では、JIS規格に準拠して、高温（90）から低温（-40）に、又は低温から高温に温度を変化させることを1サイクルとして行った。なお、JIS規格では200サイクル行うことが規定されているが、今回の試験では600サイクル行った。試験前後における光電変換効率を下表に示す。なお、光電変換効率は、1枚の太陽電池1の受光面積で換算した値である。

40

【0081】

【表 5】

	細線電極の厚み (μm)		バスバー 電極の厚み (μm)	導電層の厚み (μm)	試験前 の変換効率 (%)	試験後 の変換効率 (%)	低下率 (%)
	ST内	ST外	ST内				
実施例10	15	40	—	25	18.61	17.68	5.0
実施例15	—	40	15	25	18.62	17.86	4.1

【0082】

10

600サイクル後において、実施例10の光電変換効率は、5.0%低下した。一方、実施例15の光電変換効率は、4.1%低下した。このように、実施例15の光電変換効率の低下を抑制できたのは、バスバー電極20が導電層43にめり込むことにより接続用電極と配線材との接続部分の面積が増大し、機械的かつ電氣的な接合が向上されたためである。

(作用及び効果)

本実施形態に係る太陽電池モジュールでは、導電層43よりも厚みの小さいバスバー電極20が、接続領域STに形成される。バスバー電極20と配線材41との接続部分20aの厚み γ は、導電層43の厚み ε よりも小さい。そのため、バスバー電極20と芯材42との間には導電層43が介在している。接続部分20aが導電層43にめり込むことにより、バスバー電極20と配線材41とは機械的かつ電氣的に接続される。

20

【0083】

従って、配線材41を圧着する際に、圧着による応力を導電層43によって緩和することができる。また、バスバー電極20は、接続領域STの長手方向に沿って形成される。そのため、バスバー電極20略全体を接続用電極とすることができる。その結果、バスバー電極20と配線材41との機械的かつ電氣的な接続を向上させることができる。

【0084】

また、実施例15では、バスバー電極20の頂点と芯材42の表面との間に導電層43が介在している。このため、実施例15において製造時に微小なクラックが生じる可能性が低減される。また、芯材42の膨張及び収縮の繰り返しにより太陽電池1aに加わるストレスは、導電層43によって緩和される。この結果、実施例15では、長時間の使用に伴う太陽電池特性の低下を抑制することができる。従って、実施例15によれば、長時間経過後も高い出力を維持できる太陽電池モジュールを提供することができる。

30

[第6実施形態]

次に、本発明の第6実施形態について、図面を参照しながら説明する。図13は、本実施形態にかかる太陽電池モジュールの平面図である。本実施形態と上記第5実施形態との相違点は、太陽電池1bどうしが、複数本(5本)の配線材41によって、互いに接続される点である。配線材41は、細いワイヤー(電線)状に形成される。ただし、配線材41の断面形状は円形に限らず、楕円形や方形であってもよい。

【0085】

40

図14は、図13のE-E'切断面における断面図である。また、図15は、図13のF-F'切断面における断面図である。

【0086】

図14に示すように、バスバー電極20は、太陽電池1bが配列される方向に沿って形成される。バスバー電極20上には、配線材41が配置される。バスバー電極20は、細線電極11と同様の材料を用いて形成することができる。

【0087】

また、図14に示すように、バスバー電極20の太陽電池1bの主面からの厚みは、細線電極11の太陽電池1の主面からの厚みよりも小さい。具体的に、バスバー電極20は、上記第3実施形態に記載した細線電極11の溝部と同程度の厚みを有する。

50

【0088】

また、バスバー電極20の幅は、導電層43の幅よりも小さい。従って、バスバー電極20は、導電層43にめり込む。すなわち、本実施形態では、バスバー電極20が、配線材41との接続用電極である。ここで、バスバー電極20の太陽電池1bの主面からの厚みは、導電層43の厚みよりも小さい。従って、バスバー電極20のうち導電層43にめり込んだ接続部分の厚みは、導電層43の厚みより小さくなる。そのため、バスバー電極20と芯材42の表面との間には、導電層43が介在している。

【0089】

以下、細線電極11とバスバー電極20との形成方法の例について説明する。

【0090】

まず、1回目のスクリーン印刷において、細線電極11全体を塗布する。続いて、2回目のスクリーン印刷において、接続領域ST内において、バスバー電極20を細線電極11よりも小さい厚みで塗布する。バスバー電極20は、太陽電池1の主面から厚み10～50μmで形成することができる。その後、百数十度の温度でこれらを硬化させる。

(作用及び効果)

本実施形態に係る太陽電池モジュールでは、導電層43よりも厚みの小さいバスバー電極20が、接続領域STに形成される。バスバー電極20と配線材41との接続部分の厚みは、導電層43の厚みよりも小さい。そのため、バスバー電極20と芯材42の間には導電層43が介在している。バスバー電極20は、導電層43にめり込むことにより配線材41と機械的かつ電氣的に接続される。

【0091】

従って、配線材41を圧着する際に、圧着による応力を導電層43によって緩和することができる。また、バスバー電極20は、接続領域STの長手方向に沿って形成される。そのため、バスバー電極20略全体を接続用電極とすることができる。その結果、バスバー電極20と配線材41との機械的かつ電氣的な接続を向上させることができる。

(その他の変更例)

本発明の要旨は、配線材と接続用電極とが接続される接続領域において、接続用電極の配線材との接続部分の厚みを、軟導電体の厚みより小とする点である。したがって、接続用電極として細線電極を用いる場合、細線電極が形成される太陽電池表面に、細線電極の電極幅と略同幅を有する溝部が形成されており、溝部幅に沿って、溝部底面に細線電極をスクリーン印刷することもできる。

【0092】

以下、細線電極が形成される太陽電池表面に、細線電極の電極幅と略同幅を有する溝部が形成され、細線電極をこの溝内部に形成する例について、図16を用いて説明する。なお、以下においては、上述した各実施形態との差異を主として説明する。なお、ここで示す太陽電池モジュールの平面外観は、第1又は第2実施形態の太陽電池モジュールと変わらないため、断面の位置関係を示すのに図1、図2を用いて説明する。

【0093】

図16は、図1におけるA-A'断面の要部を拡大して示したものである。本発明の別の実施形態に係る太陽電池モジュールは、太陽電池1の受光面に細線電極19を埋設するための溝部18が設けられており、溝部18に細線電極19が埋設されている。細線電極19には、接着層31を介して配線材41が圧着されている。

【0094】

このようにした場合、第1～第3実施形態と比較して、細線電極19の太陽電池1表面からの厚みを大きくすることができる。従って、細線電極19の抵抗を小さくできるので、太陽電池の変換効率を向上することができる。

【0095】

本発明は上述した実施形態によって説明したが、この開示の一部をなす論述及び図面は、この発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

10

20

30

40

50

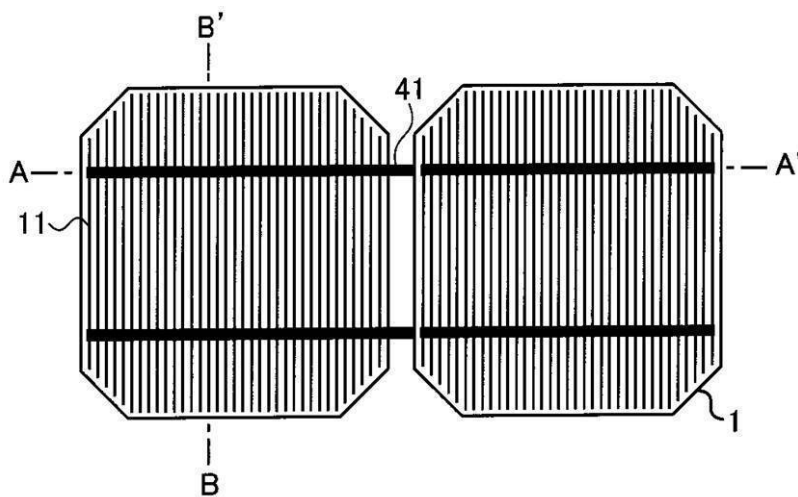
【符号の説明】

【0096】

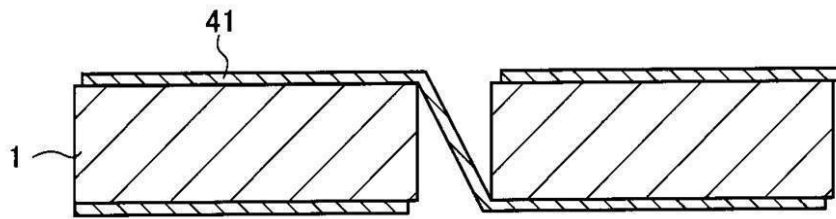
1, 1a, 1b ... 太陽電池、11 ... 細線電極、11a ... 接続部分、13 ... 細線電極、13a, 13b ... 枝部、15 ... 細線電極、15a, 15b, 15c ... 枝部、17 ... 細線電極、17a, 17b, 17c, 17d, 17e ... 枝部、19 ... 細線電極、20 ... バスバー電極、20a ... 接続部分、31 ... 接着層、41 ... 配線材、42 ... 芯材、43 ... 導電層、100 ... 太陽電池モジュール、101 ... 太陽電池、111 ... 細線電極、121 ... バスバー電極、141 ... 配線材、142 ... 芯材、143 ... 導電層、200 ... 太陽電池モジュール、201 ... 太陽電池、211 ... 細線電極、211a ... 接続部分、231 ... 樹脂接着剤、241 ... 配線材、242 ... 芯材、243 ... 導電層、ST ... 接続領域

10

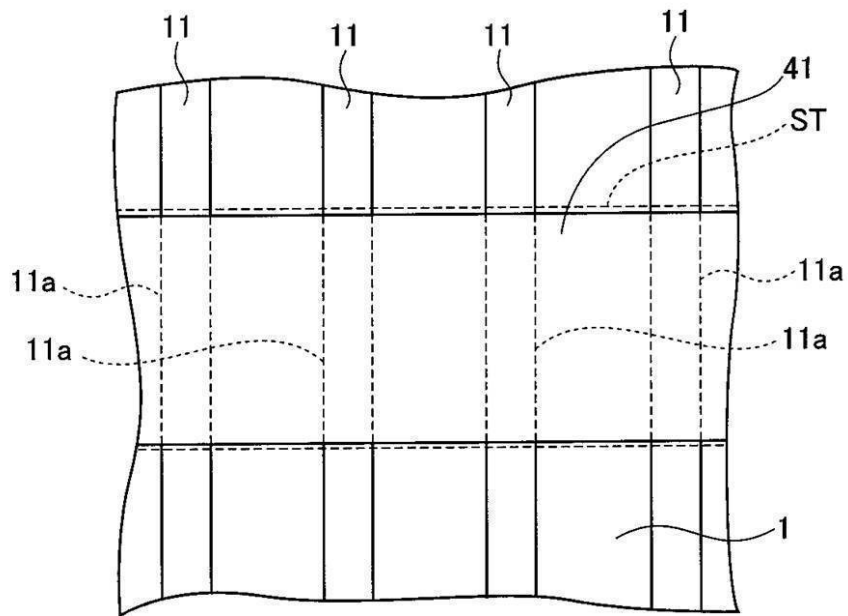
【図1】



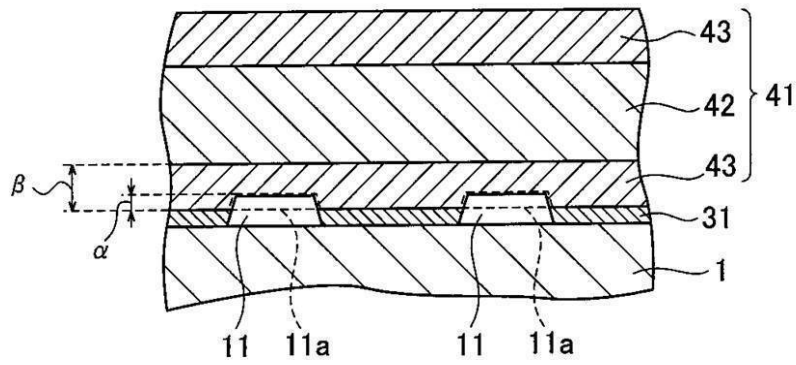
【 図 2 】



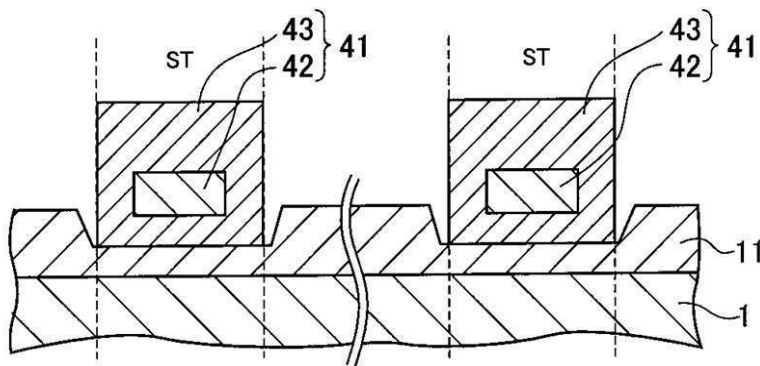
【 図 3 】



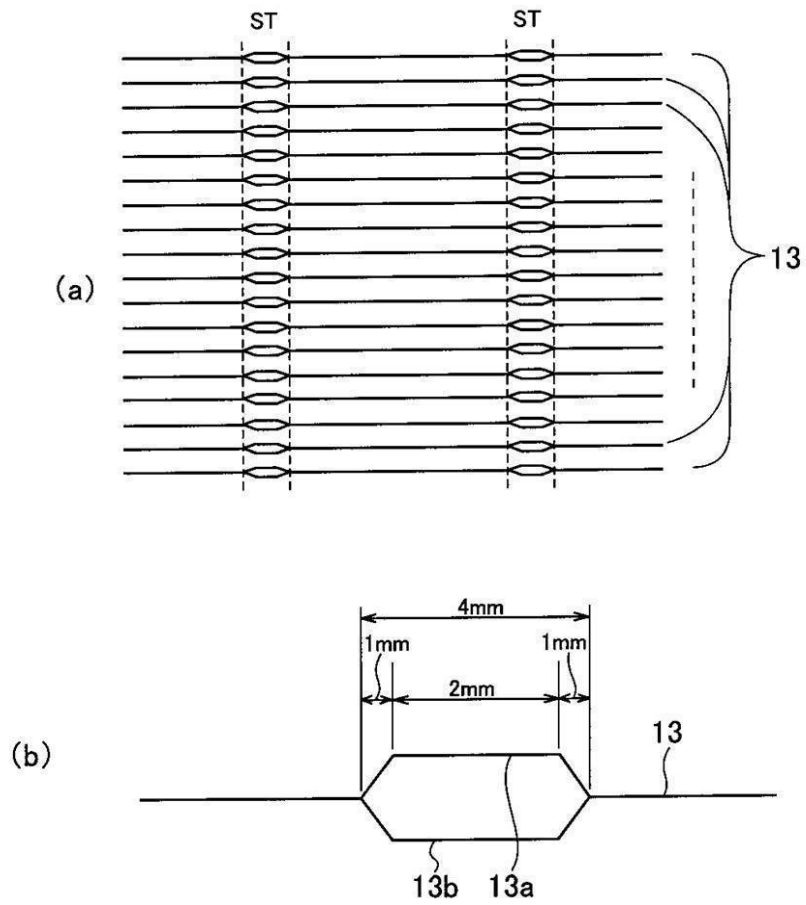
【 図 4 】



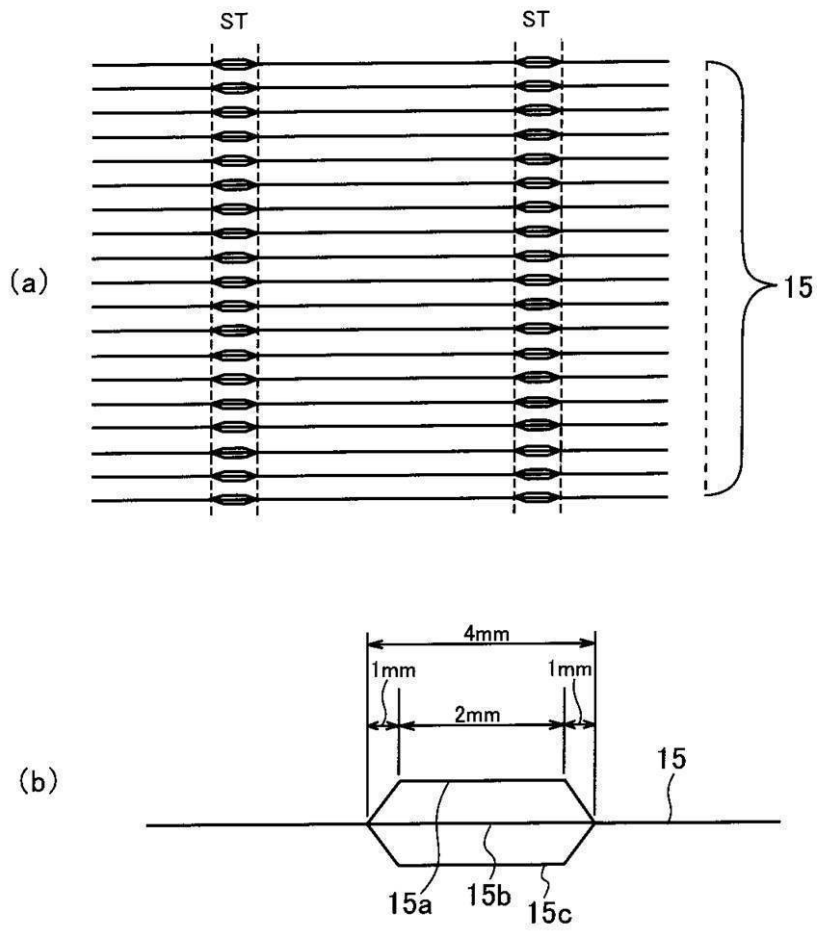
【 図 5 】



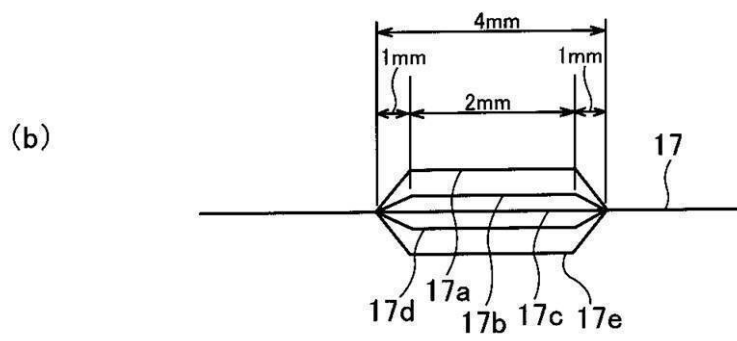
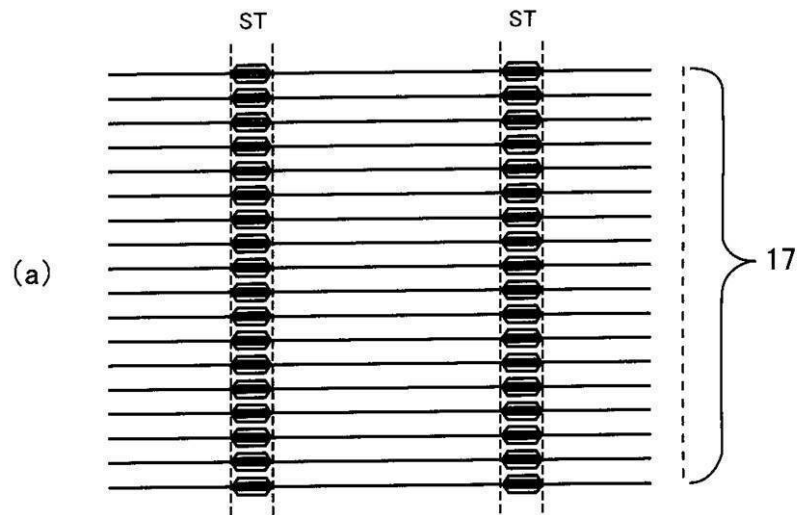
【図 6】



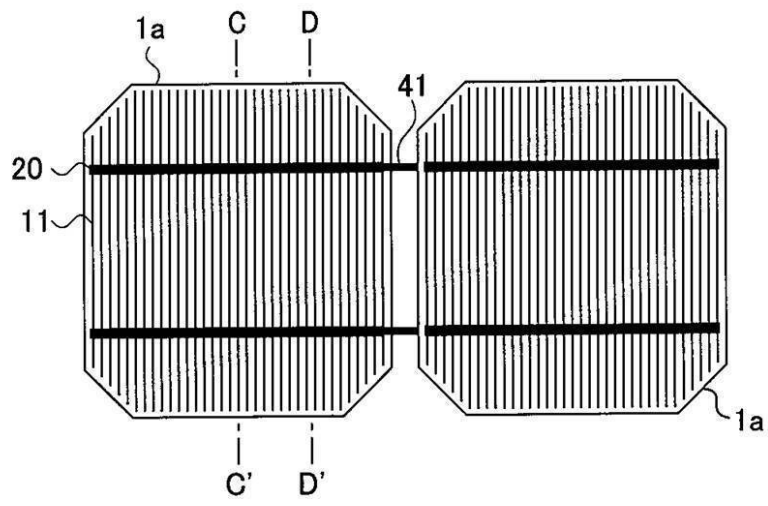
【 図 7 】



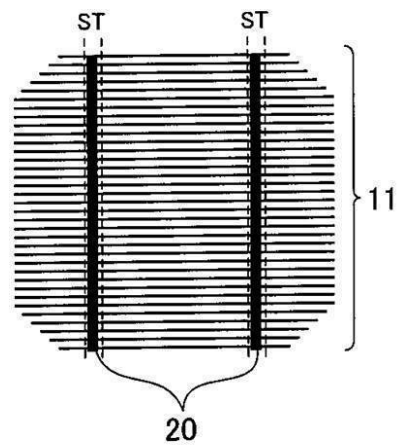
【 図 8 】



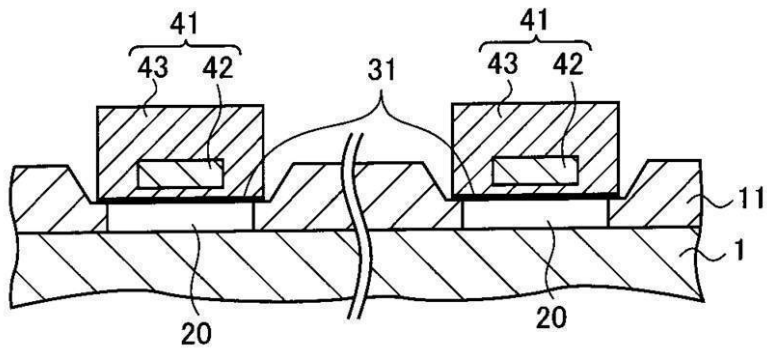
【図 9】



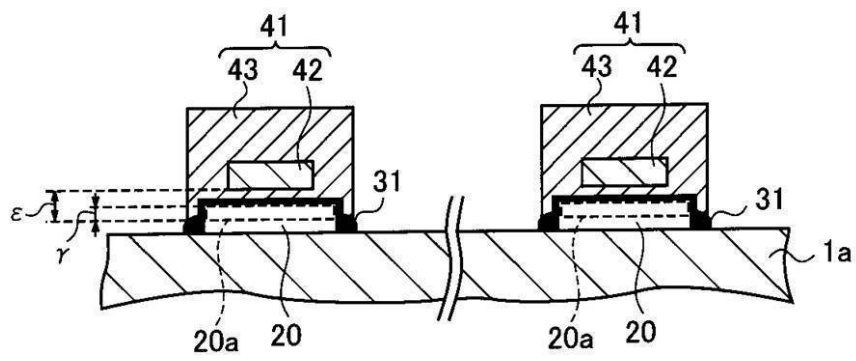
【図 10】



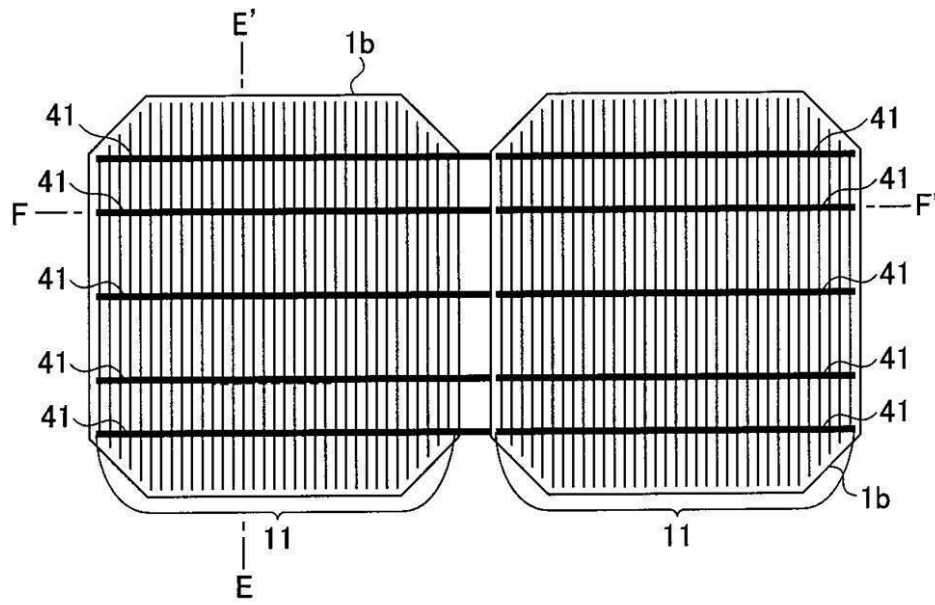
【図 1 1】



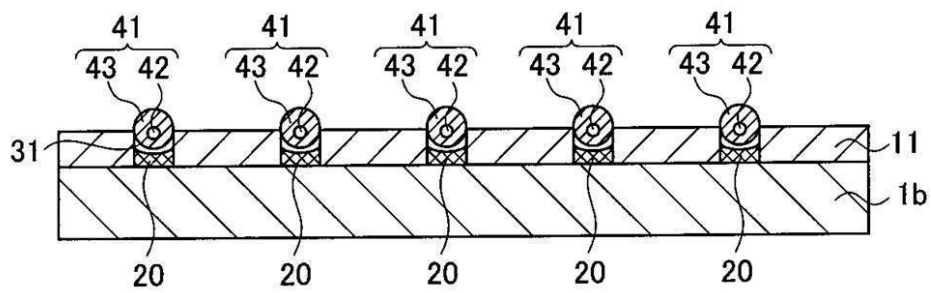
【図 1 2】



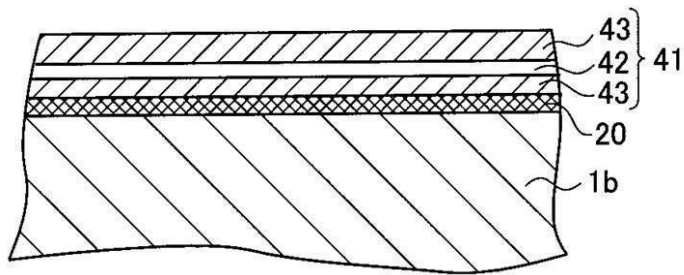
【図 13】



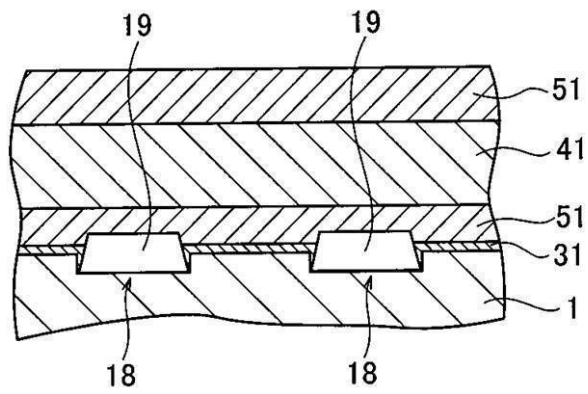
【図 14】



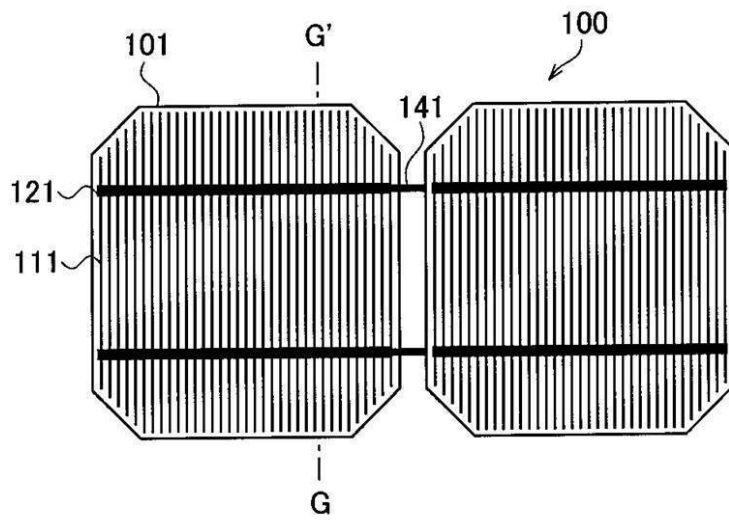
【図 15】



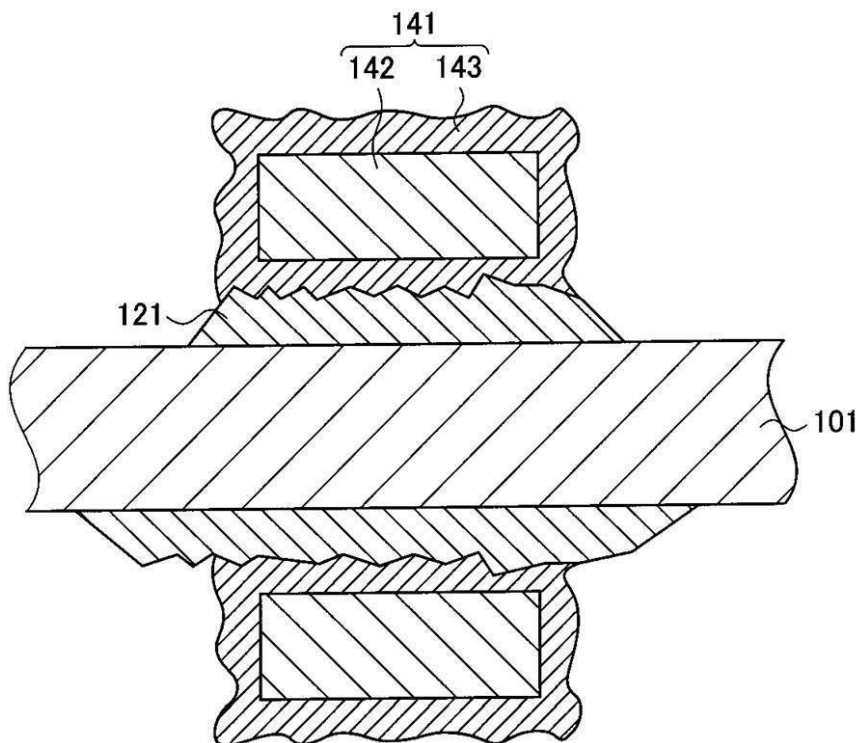
【図 16】



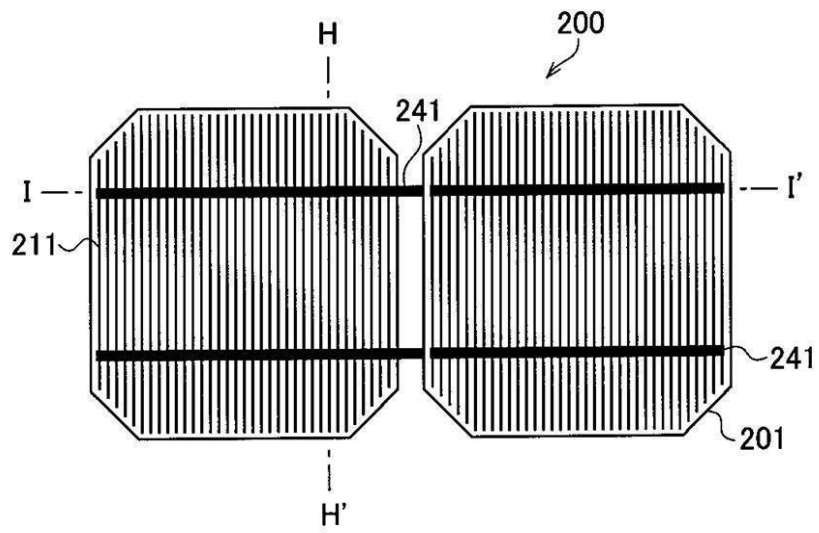
【図 17】



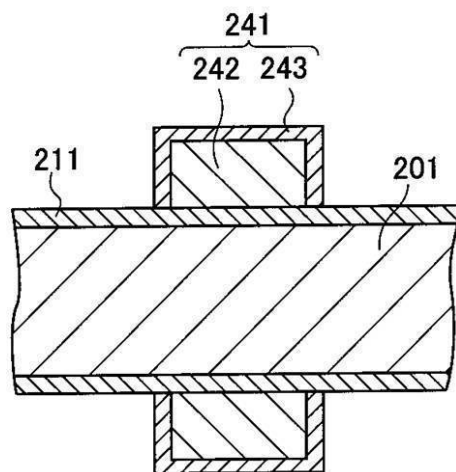
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【図 21】

