

(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2012-134247

(P2012-134247A)

(43) 公開日 平成24年7月12日(2012.7.12)

(51) Int.Cl.
H01L 31/042 (2006.01)

F I
H01L 31/04

テーマコード(参考)
5F151

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-283658 (P2010-283658)
(22) 出願日 平成22年12月20日(2010.12.20)

(71) 出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人 100089118
弁理士 酒井 宏明
(72) 発明者 中村 真之
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
菱電機株式会社内
(72) 発明者 長谷川 裕樹
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
菱電機株式会社内
Fターム(参考) 5F151 CB20 DA03 EA19 FA06 FA14
FA15 GA04 HA03 JA03 JA05
JA07 JA09

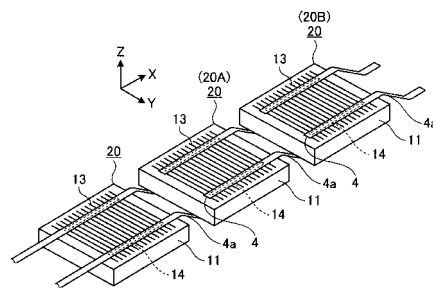
(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール及び太陽電池セル

(57) 【要約】

【課題】 接続信頼性を損なうことなく、リード線のコストを削減できる太陽電池モジュールを提供すること。

【解決手段】 平板状を成し受光面に受光面電極(グリッド電極13、受光面バス電極14)を有し裏面に裏面電極(裏面集電電極、裏面バス電極)を有する太陽電池セル20が複数並設され、第1の太陽電池セル20Aの受光面電極と第1の太陽電池セル20Aに隣接する第2の太陽電池セル20Bの裏面電極とを接続する帯状のリード線4が設けられている。リード線4は、断面矩形の平角導体(平角銅線)の表面がはんだの薄層で覆われたものであり、はんだは、Sn、Ag、Cuの3元素を含んでおり、そのうちAgの重量%が2.7%より小さい。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平板状を成し受光面に受光面電極を有し裏面に裏面電極を有する太陽電池セルが複数並設され、第 1 の太陽電池セルの前記受光面電極と前記第 1 の太陽電池セルに隣接する第 2 の太陽電池セルの前記裏面電極とを接続する帯状のリード線が設けられた太陽電池モジュールにおいて、

前記リード線は、断面矩形の平角導体の表面がはんだの薄層で覆われたものであり、前記はんだは、S n、A g、C u の 3 元素を含んでおり、そのうち前記 A g の重量 % が 2 . 7 % より小さい

ことを特徴とする太陽電池モジュール。

10

【請求項 2】

平板状を成し受光面に受光面電極を有し裏面に裏面電極を有する太陽電池セルが複数並設され、第 1 の太陽電池セルの前記受光面電極と該第 1 の太陽電池セルの第 1 の方向に隣接する第 2 の太陽電池セルの裏面電極とを接続する帯状のリード線が設けられた太陽電池モジュールにおいて、

前記受光面電極は、前記受光面に形成され第 1 の方向と直交する方向に前記第 1 の太陽電池セルの端部まで平行に延びる複数の細線でなるグリッド電極と、前記複数のグリッド電極を接続するように形成され前記第 1 の太陽電池セルの第 1 の方向に平行に沿って延びる受光面バス電極とを有し、

前記リード線は、前記第 1 の太陽電池セルの受光面に前記受光面バス電極に沿って延び前記受光面バス電極と接続された受光面リード線と、前記第 2 の太陽電池セルの裏面に設けられた前記裏面電極と接続された裏面リード線とを含み、

前記受光面リード線及び裏面リード線の少なくとも一方は、表面にはんだメッキされた断面矩形の平角導体であり、前記はんだは、S n、A g、C u の 3 元素を含んでおり、そのうち前記 A g の重量 % が 2 . 7 % より小さい

ことを特徴とする太陽電池モジュール。

20

【請求項 3】

前記はんだの前記 A g の重量 % が、2 . 7 % より小さく 0 . 3 % より大きい

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 4】

前記はんだの前記 A g の重量 % が 0 . 9 % 以上かつ 1 . 1 % 以下である

ことを特徴とする請求項 3 に記載の太陽電池モジュール。

30

【請求項 5】

前記はんだは、前記平角導体の表面にメッキされたものである

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 6】

前記平角導体は、平角銅線である

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 7】

太陽光を受光して電力を発生する半導体基板の受光面側に受光面電極を有し、前記半導体基板の裏面側に裏面電極を有し、前記受光面電極および前記裏面電極にそれぞれ受光面リード線及び裏面リード線を接続されて発生した電力を取り出される太陽電池セルにおいて、

前記受光面リード線及び裏面リード線の少なくとも一方は、表面にはんだメッキされた断面矩形の平角銅線であり、前記はんだは、S n、A g、C u の 3 元素を含んでおり、そのうち前記 A g の重量 % が 2 . 7 % より小さい

ことを特徴とする太陽電池セル。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、太陽電池セルと隣接する他の太陽電池セルを直列接続する帯状のリード線を有する太陽電池モジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、受光面を形成するおもて面に表面電極を有し裏面に裏面電極を有する太陽電池セルが縦横に複数並設され、1つの太陽電池セルとこれに隣接する他の太陽電池セルとを直列に接続するために、1つの太陽電池セルの表面電極と隣接する他の太陽電池セルの裏面電極とを接続する帯状のリード線を有する太陽電池モジュールがある。

【0003】

帯状のリード線は、一般に太陽電池セルの受光面と裏面とに接続方向に延びて配置されている。このリード線は一般的に平角銅線などの導電性の高い金属の全面をはんだ被覆したものが用いられる（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

リード線の接合においては、太陽電池セル上の電極にリード線を配置して加熱し、部分的もしくは全長にわたりリード線と太陽電池セルとを圧着することによりはんだ接合する。近年、環境問題の高まりから鉛を含まないはんだ材料が用いられているが、一般的には錫Sn、銀Ag、銅Cu系のはんだが用いられ、特にAgの重量%が3%のはんだ材料が使用されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-54355号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来用いられているはんだ材料では、はんだに占めるAgの重量%が大きく、はんだのコストが高くなっていった。一方、コストを抑えるためにAgの重量%を0.3%に減じた場合は、はんだ付けの加熱の際に太陽電池セル上のAg電極と反応しはんだ食われが生じ、接続信頼性を損ねる場合があった。

【0007】

本発明では、上記に鑑みてなされたものであって、接続信頼性を損なうことなく、リード線のコストを低減することのできる太陽電池モジュール及び太陽電池セ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】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる太陽電池モジュールは、平板状を成し受光面に受光面電極を有し裏面に裏面電極を有する太陽電池セルが複数並設され、第1の太陽電池セルの受光面電極と第1の太陽電池セルに隣接する第2の太陽電池セルの裏面電極とを接続する帯状のリード線が設けられた太陽電池モジュールにおいて、リード線は、断面矩形の平角導体の表面がはんだの薄層で覆われたものであり、はんだは、Sn、Ag、Cuの3元素を含んでおり、そのうちAgの重量%が2.7%より小さいことを特徴とする。

【0009】

また、本発明にかかる他の太陽電池モジュールは、平板状を成し受光面に受光面電極を有し裏面に裏面電極を有する太陽電池セルが複数並設され、第1の太陽電池セルの受光面電極と該第1の太陽電池セルの第1の方向に隣接する第2の太陽電池セルの裏面電極とを接続する帯状のリード線が設けられた太陽電池モジュールにおいて、受光面電極は、受光面に形成され第1の方向と直交する方向に第1の太陽電池セルの端部まで平行に延びる複数の細線でなるグリッド電極と、複数のグリッド電極を接続するように形成され第1の太陽電池セルの第1の方向に平行に沿って延びる受光面バス電極とを有し、リード線は、第

10

20

30

40

50

1の太陽電池セルの受光面に受光面バス電極に沿って延び受光面バス電極と接続された受光面リード線と、第2の太陽電池セルの裏面に設けられた裏面電極と接続された裏面リード線とを含み、受光面リード線及び裏面リード線の少なくとも一方は、表面にはんだメッキされた断面矩形の平角導体であり、はんだは、Sn、Ag、Cuの3元素を含んでおり、そのうちAgの重量%が2.7%より小さいことを特徴とする。

【0010】

さらに、本発明にかかる太陽電池セルは、太陽光を受光して電力を発生する半導体基板の受光面側に受光面電極を有し、半導体基板の裏面側に裏面電極を有し、受光面電極および裏面電極にそれぞれ受光面リード線及び裏面リード線を接続されて発生した電力を取り出される太陽電池セルにおいて、受光面リード線及び裏面リード線の少なくとも一方は、表面にはんだメッキされた断面矩形の平角銅線であり、はんだは、Sn、Ag、Cuの3元素を含んでおり、そのうちAgの重量%が2.7%より小さいことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

この発明によれば、はんだを構成するAgの重量%が2.7%より小さく、一般的なAg重量3%より小さくなっているため、メッキ構成材の中のコストの高いAgの使用量を減じることにより、リード線のコストを低減できるとともに、はんだの固相温度を変えることなくはんだ付けを可能とする。

【図面の簡単な説明】

【0012】

20

【図1】図1は、太陽電池モジュールの斜視図である。

【図2】図2は、複数の太陽電池セルがリード線により順次接続されてなる太陽電池アレイが太陽電池パネル内に封止されている様子を示す斜視図である。

【図3】図3は、太陽電池セルの上面図である。

【図4】図4は、太陽電池セルの裏面図である。

【図5】図5は、太陽電池セルの受光面側バス電極に受光面リード線を接合した様子を示す上面図である。

【図6】図6は、太陽電池セルの裏面バス電極に裏面リード線を接合した様子を示す裏面図である。

【図7】図7は、複数の太陽電池セルを直列に接続した様子を上方から見た斜視図である。

30

【図8】図8は、複数の太陽電池セルを直列に接続した様子を下方から見た斜視図である。

【図9】図9は、各部品を積層する状態を示す太陽電池セルの分解斜視図である。

【図10】図10は、隣接する2つの太陽電池セルの接続状態を示す断面図である。

【図11】図11は、受光面側リード線の一部を断面とする斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、本発明にかかる太陽電池モジュール及び太陽電池セルの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

40

【0014】

実施の形態.

図1は、太陽電池モジュールの斜視図であり、太陽電池パネルに枠部材を取り付ける様子を示している。図2は、複数の太陽電池セルがリード線により順次接続されてなる太陽電池アレイが太陽電池パネル内に封止されている様子を示す斜視図である。図3は、太陽電池セルの上面図である。図4は、太陽電池セルの裏面図である。図5は、太陽電池セルの受光面側バス電極に受光面リード線を接合した様子を示す上面図である。図6は、太陽電池セルの裏面バス電極に裏面リード線を接合した様子を示す裏面図である。図7は、複数の太陽電池セルを直列に接続した様子を上方から見た斜視図である。図8は、複数の太

50

陽電池セルを直列に接続した様子を下方から見た斜視図である。図 9 は、各部品を積層する状態を示す太陽電池セルの分解斜視図である。図 10 は、隣接する 2 つの太陽電池セルの接続状態を示す断面図である。図 11 は、受光面側リード線の一部を断面とする斜視図である。

【0015】

太陽電池モジュール 90 は、平板状の太陽電池パネル 70 とこの太陽電池パネル 70 の外縁部を全周にわたって囲む枠部材 80 とを有している（図 1）。太陽電池パネル 70 は、縦横に複数配列された太陽電池セル 20 を樹脂封止し、その受光面側を透光性を有する表面カバー材 3 で覆い、裏面側を裏面カバー材 10 で覆って構成されている（図 9、10）。

10

【0016】

複数の太陽電池セル 20 は、受光面側リード線 4 および裏面側リード線 7 により、第 1 の方向である図中 X 方向に直列に接続されている（図 2、7、8、9）。ただし、太陽電池パネル 70 の端部においては、Y 方向に接続されている箇所もある。図 11 に受光面側リード線 4 の斜視図を示す。なお、図 11 には、受光面側リード線 4 を示すが裏面側リード線 7 も同様の構造である。受光面側リード線 4 および裏面側リード線 7 としては、一般にタブ線と呼ばれる帯状のインターコネクタであり、平角銅線（平角導体）4A の表面全体がはんだ 4B の薄層で覆われた構造、つまり、平角銅線 4A が外周面をはんだ 4B で被覆された構造を成している。はんだ 4B は、平角銅線 4A にはんだメッキされることにより平角銅線 4A の外周面全体にわたって薄層を形成している。太陽電池パネル 70 の内部には、複数の太陽電池セル 20 が受光面側リード線 4 および裏面側リード線 7 により順次接続されて太陽電池アレイ 5 が構成され、この太陽電池アレイ 5 が樹脂 8 により封止されている（図 2、9）。

20

【0017】

枠部材 80 は、アルミニウムなどの押出成型にて作製され、断面コの字形を成すコ字状部で太陽電池パネル 70 の外縁部を全周にわたって覆っている（図 1）。枠部材 80 は、ブチル系の封止材またはシリコン系の接着剤などを介して太陽電池パネル 70 に固定され、太陽電池パネル 70 を補強するとともに、太陽電池パネル 70 を住宅やビルなどの建物や地面や構造物に設けられた架台に取り付けるための役割を有する。

【0018】

太陽電池パネル 70 は、受光面側（表面側）から、例えばガラス板である透光性を有する表面カバー材 3 と、複数の太陽電池セル 20 およびこれら太陽電池セル 20 を直列に接続する受光面側リード線 4 および裏面側リード線 7 が EVA（エチレンビニルアセテート）等の樹脂 8（8a、8b）で封止されたセル配置層 9 と、PET（ポリエチレンテレフタレート）や PVF（ポリビニルフルオライド）等である耐候性に優れた裏面カバー材（バックシート）10 とが、この順にて積層された構成となっている（図 9、10）。

30

【0019】

太陽電池セル 20 は、およそ 150 ~ 300 μm ほどの厚みの p 型シリコンを基板として以下のように構成される。p 型層となる p 型シリコン基板（半導体基板）11 の表面側には、リン拡散によって n 型拡散層（不純物層拡散層：図示せず）が形成され、さらに入射光の反射を防止して変換効率を向上させるためのシリコン窒化膜よりなる反射防止膜 11a（図 3）が表面処理により設けられて、太陽電池セル 20 の受光面となっている。また、p 型シリコン基板（以下、単に基板）11 の裏面側には、高濃度不純物を含んだ p+ 層（図示せず）が形成され、さらに入射光の反射および電力の取り出しを目的として裏面のほぼ全面にわたってアルミニウムによる裏面集電電極 12 が設けられている。

40

【0020】

また、基板 11 の受光面には、入射光から変換された電気エネルギーを取り出す受光面側電極として、銀で形成された細線電極であるグリッド電極 13 と同じく銀で形成された所定幅の受光面バス電極（受光面リード接続電極）14 とが形成され、それぞれ底面部において上記 n 型拡散層と電氣的に接続している。受光面バス電極 14 は、太陽電池セル 2

50

0の接続方向である第1の方向に沿って2本が平行に形成されている。なお、受光面バス電極14は3本以上でも良い。グリッド電極13は、受光面バス電極14と直交する方向に多数本が細形に形成されている。グリッド電極13は、受光面にて発電した電力を無駄なく取り出すために、できるだけ細く、また受光面(表面)の全体にわたるように形成されている。太陽光が当たることによって、図3、5の受光面側がマイナス(-)電極、図4、6の裏面側がプラス(+)電極となる。受光面バス電極14は、受光面側リード線4が接続されて、グリッド電極13によって集められた電気エネルギーをさらに外部に取り出すために設けられている(図5)。

【0021】

グリッド電極13と受光面バス電極14とは、グリッド電極13となる100 μ m程度の幅の銀ペーストが線状に2mm程度の間隔で多数本塗布され、また、受光面バス電極14となる2mm幅の銀ペーストが基板11の端辺からセル幅の4分の1の距離にグリッド電極13の銀ペーストと直交するように塗布され、これら銀ペーストが焼成されて形成されている。

【0022】

一方、基板11の裏面には、裏面のほぼ全面を覆うようにしてアルミニウムでなる裏面集電電極12が設けられている。また、太陽電池セル20の裏面のグリッド電極13と対応した位置(グリッド電極13と太陽電池セル20の厚さ方向に重なる位置)には、銀でなる裏面バス電極(裏面リード接続電極)15が太陽電池セル20の接続方向である第1の方向に延びて形成されている。裏面バス電極15は、裏面側リード線7が接続されて、裏面集電電極12によって集められた電気エネルギーをさらに外部に取り出すために設けられている(図4)。

【0023】

基板11の裏面は、全面にわたって銀電極にて覆ってもよいがコストが嵩むため、上記のように特に裏面側リード線7を接続する箇所のみ銀製の裏面バス電極15が設けられている。なお、裏面バス電極15は、本実施の形態のように直線状なものほかに、ドット状(飛び石状)に設けられる場合もある。

【0024】

このように構成された太陽電池セル20では、太陽光が太陽電池セル20の受光面側(反射防止膜側)から照射されて、内部のpn接合面(p型層とn型拡散層との接合面)に到達すると、このpn接合面において合体していたホールと電子が分離する。分離した電子はn型拡散層に向かって移動する。一方、分離したホールはp+層に向かって移動する。これにより、n型拡散層とp+層との間に、p+層の電位が高くなるようにして電位差が発生する。その結果、n型拡散層に接続した表面電極がマイナス極、p+層に接続した裏面電極がプラス極となって、外部回路(図示せず)を接続すれば電流が流れ、太陽電池としての動作を示す。太陽電池セル1枚の出力電圧は小さいが、太陽電池モジュール90においてはこの太陽電池セル20を複数枚直列に接続することにより使用しやすい電圧まで大きくしている。

【0025】

太陽電池セル20の直列接続は、第1の方向に配列された複数の太陽電池セルにおいて、第1の太陽電池セル20(20A)の受光面バス電極14と、これに隣接する第2の太陽電池セル20(20B)の裏面バス電極15とを帯状のリード線4、7により電氣的に接続することによりなされる(図7~10)。

【0026】

本実施の形態においてリード線4、7は、受光面側リード線4と裏面側リード線7とに分割して設けられている。両リード線のうち、受光面側リード線4は、受光面バス電極14の上に延び、当該受光面バス電極14にはんだ接合(機械的および電氣的に接続)されている。なお、受光面側リード線4は、太陽電池セル20より長さを長くされた延長部4aが設けられており、受光面バス電極14上にはんだ接合された際、片側に突出する(図5)。

10

20

30

40

50

【0027】

裏面側リード線7は、裏面バス電極15上に延び、当該裏面バス電極15にはんだ接合（機械的および電氣的に接続）されている。そして、第1の太陽電池セル20（20A）と第2の太陽電池セル20（20B）とを直列接続するために、第1の太陽電池セル20（20A）の受光面側リード線4と第2の太陽電池セル20（20B）の裏面側リード線7とがはんだ接合されている。すなわち、第1の太陽電池セル20（20A）の受光面側リード線4の延長部4aが、隣接する第2の太陽電池セル20（20B）の裏面側にもぐり込み、裏面バス電極15上にはんだ接合されている裏面側リード線7にはんだ接合される。ここでは、隣接する2つの第1の太陽電池セル20（20A）と第2の太陽電池セル20（20B）の接続のみ説明しているが、実際には、同様の接続が繰り返されて複数の太陽電池セル20が直列に接続されている。なお、本実施の形態においては、リード線は、上記のように受光面側リード線4と裏面側リード線7とに分割して設けられているが、連続する1本のリード線により接続されてもよい。

10

【0028】

本実施の形態の受光面側リード線4および裏面側リード線7は、はんだ4Bがメッキされた断面矩形の帯状の平角銅線4Aである（図11）。上記のように、はんだを構成するAgの重量%が2.7%より小さく0.3%より大きい。このAgの重量%の上限の2.7%は、一般的なSn-Ag-Cu系組成のAg重量%である3%より小さい（Sn-Ag-Cu系組成の一般的な重量%である3%より小さい）。このように、はんだ組成の中のコストの高いAgの使用量を減じることにより、リード線4、7のコストを低減するとともに、はんだの固相温度を変えなくはんだ付けを可能とする。また、Agの重量%の下限を0.3%より大きくすることにより、はんだ付け時の太陽電池セル20側のAg電極（裏面集電電極12、受光面バス電極14）のはんだ食われを抑制することが可能である。

20

【0029】

なお、本実施の形態によれば、はんだ4Bは平角銅線4Aにはんだメッキされて平角銅線4Aの表面に薄層を形成しているが、メッキに限らず他の方法により平角銅線4Aに被覆されてもよい。また、本実施の形態の受光面側リード線4および裏面側リード線7は、上記のように基材が銅を材料とする平角銅線であるが、銅に限らず電気伝導性に優れた導体でなる平角導体であれば同じように用いることができる。

30

【0030】

本実施の形態によれば、はんだ4Bを構成するAgの重量%が2.7%より小さく、これは一般的なAg重量%である3%より小さい値である。このように、はんだ構成材の中のコストの高いAgの使用量を減じることにより、リード線4、7の価格を安価すると共に、はんだ4Bの固相温度を変えなくはんだ付けを可能とする。

【0031】

また、Agの重量%を0.3%より大きくすることにより、はんだ付け時の太陽電池セル側のAg電極である受光面バス電極14および裏面バス電極のはんだ食われを抑制することが可能であり、十分な接続信頼性を保つことが可能である。2.7%より小さく0.3%より大きいといった数値の根拠は、発明者等が実験やシミュレーションにて試行錯誤しながら求めた値である。

40

【0032】

なお、Agの重量%とはんだ食われの生じ易さは相関があり、重量%が大きい程、はんだ食われが生じ難く接続信頼性が向上する。一方、上述したようにAgの重量%が小さい程、コストダウンを図ることができる。発明者等が実験やシミュレーションにて確認したところによると、Agの重量%を0.9%以上かつ1.1%以下にすることにより、コストおよび接続信頼性の確保を最も効果的に両立させることが可能であることが明らかになった。

【産業上の利用可能性】

【0033】

50

以上のように、本発明は、太陽電池セルと隣接する他の太陽電池セルを直列接続する帯状のリード線を有する太陽電池モジュールに適用されて好適なものである。

【符号の説明】

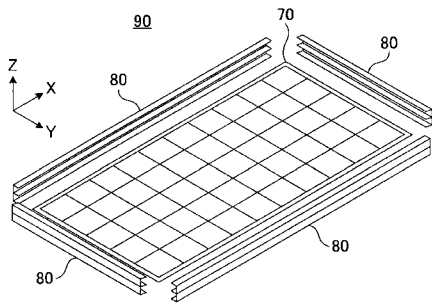
【0034】

- 3 表面カバー材
- 4 受光面側リード線（リード線）
- 4 a 延長部
- 4 A 平角銅線（平角導体）
- 4 B はんだ
- 5 太陽電池アレイ
- 7 裏面側リード線（リード線）
- 8、8 a、8 b 樹脂
- 9 セル配置層
- 10 裏面カバー材
- 11 p型シリコン基板（半導体基板）
- 11 a 反射防止膜
- 12 裏面集電電極（裏面電極）
- 13 グリッド電極（受光面電極）
- 14 受光面バス電極（受光面リード接続電極、受光面電極）
- 15 裏面バス電極（裏面リード接続電極、裏面電極）
- 20、20 A、20 B 太陽電池セル
- 70 太陽電池パネル
- 80 枠部材
- 90 太陽電池モジュール

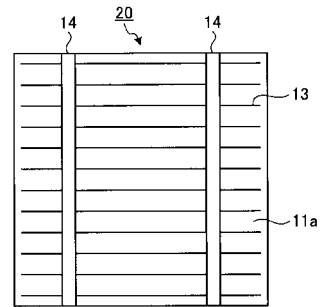
10

20

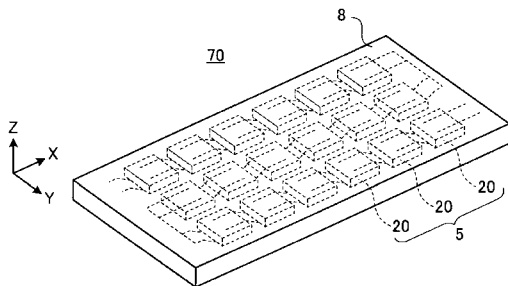
【図1】



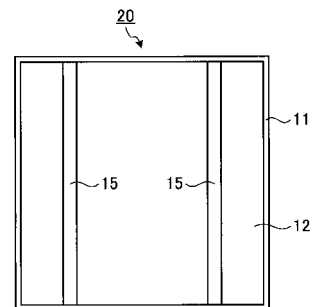
【図3】



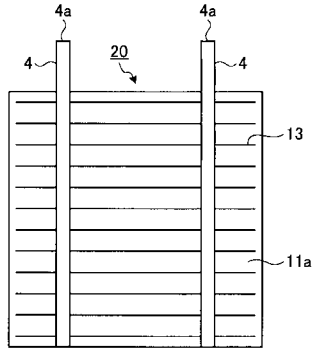
【図2】



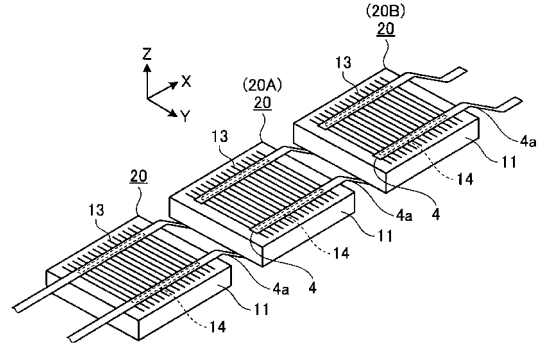
【図4】



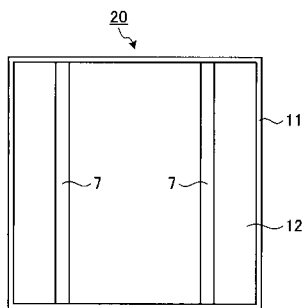
【 図 5 】



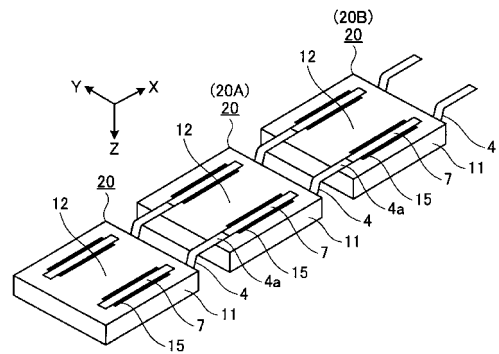
【 図 7 】



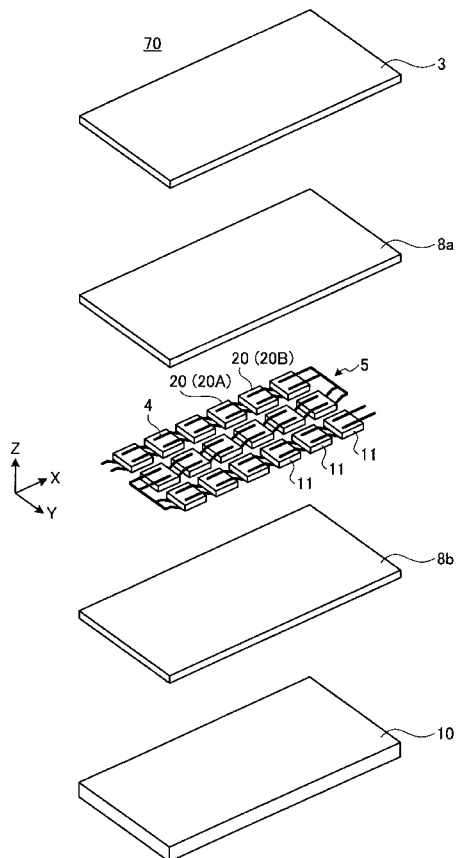
【 図 6 】



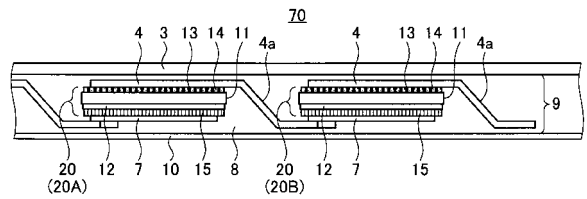
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

