

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6700976号
(P6700976)

(45) 発行日 令和2年5月27日 (2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月8日 (2020.5.8)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 31/04 (2014.01) H O 1 L 31/04 5 6 0

請求項の数 7 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2016-105270 (P2016-105270)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成28年5月26日 (2016.5.26)		京セラ株式会社
(65) 公開番号	特開2016-225624 (P2016-225624A)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(43) 公開日	平成28年12月28日 (2016.12.28)	(74) 代理人	100088672
審査請求日	平成31年3月11日 (2019.3.11)		弁理士 吉竹 英俊
(31) 優先権主張番号	特願2015-108485 (P2015-108485)	(74) 代理人	100088845
(32) 優先日	平成27年5月28日 (2015.5.28)		弁理士 有田 貴弘
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	西尾 佑太
			京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
			京セラ株式会社内
		(72) 発明者	芳村 泰生
			京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
			京セラ株式会社内
		審査官	吉岡 一也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュールおよび太陽電池装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

長形状の第1面と該第1面の裏側に位置する長形状の第2面とをそれぞれ有しており且つ第1方向に並んでいる複数の太陽電池素子と、該複数の太陽電池素子のうちの前記第1方向において隣り合って位置する第1太陽電池素子と第2太陽電池素子とを電氣的に接続している配線材と、をそれぞれ含む複数の太陽電池素子群と、

前記第1面側から前記複数の太陽電池素子群を覆うように位置する透光性基板と、

前記第2面側から前記複数の太陽電池素子群を覆うように位置する裏面保護部材と、

前記透光性基板と前記複数の太陽電池素子群との間に位置する第1封止材と、

前記複数の太陽電池素子群と裏面保護部材との間に位置する第2封止材と、

フレームと、を備え、

前記複数の太陽電池素子群は、前記第1方向と直交する第2方向に並んでおり、

前記複数の太陽電池素子のそれぞれは、前記第1面と前記第2面とをそれぞれ接続している4つの側部を有しており、

前記4つの側部は、第1側部と、該第1側部の裏側に位置する第2側部と、第3側部と、該第3側部の裏側に位置する第4側部と、を含み、

前記第3側部および前記第4側部のそれぞれが、前記第1方向に沿って位置しており、

前記第1側部および前記第2側部のそれぞれが、前記第2方向に沿って位置しており、

前記第1側部の前記第2方向における長さおよび前記第2側部の前記第2方向における長さが、前記第3側部の前記第1方向における長さおよび前記第4側部の前記第1方向に

10

20

おける長さよりも長く、

前記複数の太陽電池素子群のそれぞれにおいて、前記複数の太陽電池素子が、前記第1側部と前記第2側部とが対向して位置しており、

前記配線材は、前記第1太陽電池素子の前記第1面に対して前記第1方向に沿って電氣的に接続されているとともに、前記第2太陽電池素子の前記第2面に対して前記第1方向に沿って電氣的に接続されており、

前記透光性基板は、前記第1方向に沿ってそれぞれ位置している第1短辺および第2短辺と、前記第2方向に沿ってそれぞれ位置している第1長辺および第2長辺と、を有し、

前記フレームは、前記透光性基板と前記第1封止材と前記複数の太陽電池素子群と前記第2封止材と前記裏面保護部材とを含む積層体に対して、前記第1長辺に沿って取り付けられた第1部材と、前記積層体に対して、前記第2長辺に沿って取り付けられた第2部材と、前記積層体に対して、前記第1短辺に沿って取り付けられた第3部材と、前記積層体に対して、前記第2短辺に沿って取り付けられた第4部材と、を含み、

前記第3部材の断面係数および前記第4部材の断面係数は、前記第1部材の断面係数および前記第2部材の断面係数よりも大きい、太陽電池モジュール。

【請求項2】

請求項1に記載の太陽電池モジュールであって、

前記第1部材は、前記積層体の前記第1長辺に沿った第1端部が嵌め込まれた第1凹部を有し、

前記第2部材は、前記積層体の前記第2長辺に沿った第2端部が嵌め込まれた第2凹部を有し、

前記第3部材は、前記積層体の前記第1短辺に沿った第3端部が嵌め込まれた第3凹部を有し、

前記第4部材は、前記積層体の前記第2短辺に沿った第4端部が嵌め込まれた第4凹部を有しており、

前記第1凹部の前記第1方向における深さおよび前記第2凹部の前記第1方向における深さは、前記第3凹部の前記第2方向における深さおよび前記第4凹部の前記第2方向における深さよりも大きい、太陽電池モジュール。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の太陽電池モジュールと、

前記太陽電池モジュールのうちの前記第1長辺に沿った端部に位置する第1支持部材と、
前記太陽電池モジュールのうちの前記第2長辺に沿った端部に位置する第2支持部材と、
を備えた、太陽電池装置。

【請求項4】

長形状の第1面と該第1面の裏側に位置する長形状の第2面とをそれぞれ有しており且つ第1方向に並べられた第1太陽電池素子および第2太陽電池素子と、前記第1太陽電池素子の前記第1面と前記第2太陽電池素子の前記第2面とを電氣的に接続している配線材と、を含む太陽電池素子群と、

前記第1面側から前記太陽電池素子群を覆うように位置する透光性基板と、

前記第2面側から前記太陽電池素子群を覆うように位置する裏面保護部材と、

前記透光性基板と前記太陽電池素子群との間に位置する第1封止材と、

前記太陽電池素子群と裏面保護部材との間に位置する第2封止材と、を備え、

前記第1太陽電池素子および前記第2太陽電池素子のそれぞれは、前記第1面側に位置する第1基板表面と、該第1基板表面の裏側に位置する第2基板表面と、前記第1基板表面と前記第2基板表面とを接続している第1側面と、該第1側面の裏側に位置しており且つ前記第1基板表面と前記第2基板表面とを接続している第2側面と、を有する半導体基板、を含み、

前記第1太陽電池素子の第1側面は、前記第1方向において前記第2太陽電池素子の前記第2側面に対向するように位置しており、

前記第 2 太陽電池素子は、前記第 2 側面を覆っている絶縁層を有し、

前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 側面は、前記第 1 太陽電池素子の外部に対して露出しており、

前記配線材は、前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 側面と前記第 2 太陽電池素子の前記第 2 側面との間の領域において、前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 側面よりも前記第 2 太陽電池素子の前記第 2 側面に近い部位に位置している、太陽電池モジュール。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の太陽電池モジュールであって、

前記配線材は、

前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 面側から前記第 1 方向に沿って前記第 2 太陽電池素子の前記第 1 面側に近づくように位置している第 1 部分と、 10

前記透光性基板側から前記裏面保護部材側に向けて位置している第 2 部分と、

前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 側面よりも前記第 2 太陽電池素子の前記第 2 側面に近い位置において、前記第 1 部分と前記第 2 部分とを接続している第 1 屈曲部と、を有する、太陽電池モジュール。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の太陽電池モジュールであって、

前記配線材は、

前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 面側から前記透光性基板側に向けて位置している第 3 部分と、 20

前記第 3 部分と前記第 1 部分とを接続している第 2 屈曲部と、を有する、太陽電池モジュール。

【請求項 7】

請求項 4 から請求項 6 の何れか 1 つの請求項に記載の太陽電池モジュールであって、

前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 側面と前記第 2 太陽電池素子の前記第 2 側面との間の領域において、前記第 1 太陽電池素子の前記第 1 側面と前記配線材との間に位置する絶縁部材、をさらに備える、太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、太陽電池モジュール、および太陽電池モジュールを用いた太陽電池装置に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池モジュールは、一般に、表面カバー材、太陽電池素子および裏面カバー材を積層してラミネートすることで製造される。

【0003】

太陽電池モジュールには、高出力の特性が求められている。そこで、太陽電池素子を二分割し、二分割された太陽電池素子を直列に接続することによって、太陽電池素子の 1 枚あたりに流れる電流を小さくして抵抗損失を低減することで出力を高めた太陽電池モジュールが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014-33240 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の高出力の太陽電池モジュールおよび該太陽電池モジュールを用いた太陽電池装置については、出力の損失の低減に改善の余地がある。 50

【課題を解決するための手段】

【0006】

太陽電池モジュールおよび太陽電池装置が開示される。

【0007】

太陽電池モジュールの一態様は、複数の太陽電池素子群と、透光性基板と、裏面保護部材と、第1封止材と、第2封止材と、フレームと、を備えている。前記複数の太陽電池素子群は、長形状の第1面と該第1面の裏側に位置する長形状の第2面とをそれぞれ有しており且つ第1方向に並んでいる複数の太陽電池素子と、該複数の太陽電池素子のうちの前記第1方向において隣り合って位置する第1太陽電池素子と第2太陽電池素子とを電氣的に接続している配線材と、をそれぞれ含む。透光性基板は、前記第1面側から前記複数の太陽電池素子群を覆うように位置している。裏面保護部材は、前記第2面側から前記複数の太陽電池素子群を覆うように位置している。第1封止材は、前記透光性基板と前記複数の太陽電池素子群との間に位置している。第2封止材は、前記複数の太陽電池素子群と裏面保護部材との間に位置している。ここで、前記複数の太陽電池素子群は、前記第1方向と直交する第2方向に並んでいる。前記複数の太陽電池素子のそれぞれは、前記第1面と前記第2面とをそれぞれ接続している4つの側部を有している。前記4つの側部は、第1側部と、該第1側部の裏側に位置する第2側部と、第3側部と、該第3側部の裏側に位置する第4側部と、を含んでいる。前記第3側部および前記第4側部のそれぞれが、前記第1方向に沿って位置している。前記第1側部および前記第2側部のそれぞれが、前記第2方向に沿って位置している。前記第1側部の前記第2方向における長さおよび前記第2側部の前記第2方向における長さが、前記第3側部の前記第1方向における長さおよび前記第4側部の前記第1方向における長さよりも長い。前記複数の太陽電池素子群のそれぞれにおいて、前記複数の太陽電池素子が、前記第1側部と前記第2側部とが対向して位置している。前記配線材は、前記第1太陽電池素子の前記第1面に対して前記第1方向に沿って電氣的に接続されているとともに、前記第2太陽電池素子の前記第2面に対して前記第1方向に沿って電氣的に接続されている。そして、前記透光性基板は、前記第1方向に沿ってそれぞれ位置している第1短辺および第2短辺と、前記第2方向に沿ってそれぞれ位置している第1長辺および第2長辺と、を有する。前記フレームは、前記透光性基板と前記第1封止材と前記複数の太陽電池素子群と前記第2封止材と前記裏面保護部材とを含む積層体に対して、前記第1長辺に沿って取り付けられた第1部材と、前記積層体に対して、前記第2長辺に沿って取り付けられた第2部材と、前記積層体に対して、前記第1短辺に沿って取り付けられた第3部材と、前記積層体に対して、前記第2短辺に沿って取り付けられた第4部材と、を含む。前記第3部材の断面係数および前記第4部材の断面係数は、前記第1部材の断面係数および前記第2部材の断面係数よりも大きい。

【0008】

太陽電池装置の一態様は、上記太陽電池モジュールの一態様と、第1支持部材と、第2支持部材と、を備えている。前記第1支持部材は、前記太陽電池モジュールのうちの前記第1長辺に沿った端部に位置している。前記第2支持部材は、前記太陽電池モジュールのうちの前記第2長辺に沿った端部に位置している。

【0009】

太陽電池モジュールの他の一態様は、太陽電池素子群と、透光性基板と、裏面保護部材と、第1封止材と、第2封止材と、を備えている。前記太陽電池素子群は、長形状の第1面と該第1面の裏側に位置する長形状の第2面とをそれぞれ有しており且つ第1方向に並べられた第1太陽電池素子および第2太陽電池素子と、前記第1太陽電池素子の前記第1面と前記第2太陽電池素子の前記第2面とを電氣的に接続している配線材と、を含んでいる。前記透光性基板は、前記第1面側から前記太陽電池素子群を覆うように位置している。前記裏面保護部材は、前記第2面側から前記太陽電池素子群を覆うように位置している。前記第1封止材は、前記透光性基板と前記太陽電池素子群との間に位置している。前記第2封止材は、前記太陽電池素子群と裏面保護部材との間に位置している。ここで、前記第1太陽電池素子および前記第2太陽電池素子のそれぞれは、前記第1面側に位置す

10

20

30

40

50

る第1基板表面と、該第1基板表面の裏側に位置する第2基板表面と、前記第1基板表面と前記第2基板表面とを接続している第1側面と、該第1側面の裏側に位置しており且つ前記第1基板表面と前記第2基板表面とを接続している第2側面と、を有する半導体基板、を含んでいる。前記第1太陽電池素子の第1側面は、前記第1方向において前記第2太陽電池素子の前記第2側面に対向するように位置している。前記第2太陽電池素子は、前記第2側面を覆っている絶縁層を有している。前記第1太陽電池素子の前記第1側面は、前記第1太陽電池素子の外部に対して露出している。そして、前記配線材は、前記第1太陽電池素子の前記第1側面と前記第2太陽電池素子の前記第2側面との間の領域において、前記第1太陽電池素子の前記第1側面よりも前記第2太陽電池素子の前記第2側面に近い部位に位置している。

10

【発明の効果】

【0010】

高出力の太陽電池モジュールにおける出力の損失を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、太陽電池モジュールの一例の構成を示す平面図である。

【図2】図2は、図1のII-II線に沿った太陽電池モジュールの断面を示す断面図である。

。

【図3】図3は、図2の破線A3で囲まれた部分を示す拡大図である。

【図4】図4は、太陽電池素子の一例を受光面側から見た構成を示す平面図である。

20

【図5】図5は、太陽電池素子の一例を非受光面側から見た構成を示す裏面図である。

【図6】図6は、図4のVI-VI線に沿った太陽電池素子の断面を示す断面図である。

【図7】図7は、図4のVII-VII線に沿った太陽電池素子の断面を示す断面図である。

【図8】図8は、太陽電池素子の親基板の一例を受光面側から見た構成を示す平面図である。

【図9】図9は、太陽電池素子の親基板の一例を非受光面側から見た構成を示す裏面図である。

【図10】図10は、太陽電池素子の親基板から太陽電池素子を作製する方法を示す図であり、この図10は、図8のX-X線に沿った太陽電池素子の親基板の断面に対応する部分を示す断面図である。

30

【図11】図11は、太陽電池素子の親基板から太陽電池素子を作製する方法を示す図であり、この図11は、図8のX-X線に沿った太陽電池素子の親基板の断面に対応する部分を示す断面図である。

【図12】図12は、太陽電池モジュールの製造装置であるラミネータの一例を示す図であり、この図12は、加圧によって太陽電池モジュールが生成される前の様子を示す図である。

【図13】図13は、太陽電池モジュールの製造装置であるラミネータの一例を示す図であり、この図13は、加圧によって太陽電池モジュールが生成されている様子を示す図である。

【図14】図14は、太陽電池装置の一例の構成を示す平面図である。

40

【図15】図15は、図14のXV-XV線に沿った太陽電池装置の断面を示す断面図である。

。

【図16】図16は、太陽電池装置に正圧荷重が加わった時における、図14のXV-XV線に沿った太陽電池装置の断面を示す断面図である。

【図17】図17は、実施例に係る太陽電池装置に適用された第1太陽電池モジュールを示す平面図である。

【図18】図18は、参考例に係る太陽電池装置に適用された第2太陽電池モジュールを示す平面図である。

【図19】図19は、実施例に係る太陽電池装置の第1太陽電池モジュールに電流を流した際に生じるEL（エレクトロルミネッセンス）を撮影して得られた写真を示す図である

50

。
【図20】図20は、参考例に係る太陽電池装置の第2太陽電池モジュールに電流を流した際に生じるEL（エレクトロルミネッセンス）を撮影して得られた写真を示す図である。
。

【図21】図21は、実施例に係る太陽電池装置に適用された第1太陽電池モジュールにおいて、クラックが生じた太陽電池素子の外観を示す平面図である。

【図22】図22は、参考例に係る太陽電池装置に適用された第2太陽電池モジュールにおいて、クラックが生じた太陽電池素子の外観を示す平面図である。

【図23】図23は、第2の実施形態に係る太陽電池装置における太陽電池モジュールの一例を示す図であり、この図23は、図1のXXIII-XXIII線に沿った位置に対応する太陽電池モジュールの断面を示す断面図である。

10

【図24】図24は、第2の実施形態に係る太陽電池装置における太陽電池モジュールの一例を示す図であり、この図24は、図1のXXIV-XXIV線に沿った位置に対応する太陽電池モジュールの断面を示す断面図である。

【図25】図25は、第3の実施形態に係る太陽電池装置における太陽電池モジュールの一例を示す図であり、この図25は、図1のXXIII-XXIII線に沿った位置に対応する太陽電池モジュールの断面を示す断面図である。

【図26】図26は、第3の実施形態に係る太陽電池装置における太陽電池モジュールの一例を示す図であり、この図26は、図1のXXIV-XXIV線に沿った位置に対応する太陽電池モジュールの断面を示す断面図である。

20

【図27】図27は、第4の実施形態に係る太陽電池モジュールの断面を示す断面図であり、この図27は、図2の破線A3で囲まれた部分に対応する部分を示す図である。

【図28】図28は、第5の実施形態に係る太陽電池モジュールの断面を示す断面図であり、この図28は、図2の破線A3で囲まれた部分に対応する部分を示す図である。

【図29】図29は、第6の実施形態に係る太陽電池装置の構成を示す平面図である。

【図30】図30は、図29のXXX-XXX線に沿った太陽電池装置の断面を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

<1. 基礎技術>

30

太陽電池モジュールについては、例えば、出力を高めるために、二分割された太陽電池素子を直列に接続する態様が考えられる。このような態様は、例えば、二分割された太陽電池素子の分割面（切断面）同士を対向させて、太陽電池素子同士を配線材で接続することで実現され得る。

【0013】

しかしながら、このような太陽電池モジュールを製造する際のラミネート工程では、例えば、太陽電池素子の分割面に向けて配線材が強く押さえつけられると、分割面と配線材とが近接する状態が生じるおそれがある。そして、例えば、仮に、太陽電池素子の分割面に配線材が過度に近づき過ぎると、分割面から配線材に電流が漏れ出して、出力の損失が生じるおそれがある。

40

【0014】

また、例えば、屋外に設置された太陽電池モジュールに、風あるいは積雪等に応じた圧力が加わると、太陽電池モジュールが撓み、太陽電池素子にクラックが生じる態様も考えられる。ここで、例えば、仮に、太陽電池素子にクラックが生じれば、太陽電池素子において出力に寄与する領域が減少して、出力の損失が生じるおそれがある。

【0015】

そこで、本願発明者らは、高出力の太陽電池モジュールにおける出力の損失を低減することができる技術を創出した。これについて、以下、各種実施形態を図面に基づいて説明する。なお、図面においては同様な構成および機能を有する部分については同じ符号が付されており、下記説明では重複説明が省略される。また、図面は模式的に示されたもので

50

ある。図1から図30には、太陽電池素子群5（図1等）を構成する複数の太陽電池素子2が一直線に並ぶ方向（第1方向ともいう）を $-X$ 方向とし、太陽電池素子2の受光面である第1面2b（図3等）に平行で且つ第1方向と直交する方向（第2方向ともいう）を $+Y$ 方向とし、 $-X$ 方向および $+Y$ 方向に直交する方向を $+Z$ 方向とする、右手系のXYZ座標系が付されている。

【0016】

<2. 第1の実施形態>

<2-1. 太陽電池モジュール>

第1の実施形態に係る太陽電池モジュール1を図1から図13に基づいて説明する。

【0017】

図1から図3で示されるように、太陽電池モジュール1は、透光性基板3と、封止材4と、複数の太陽電池素子2を含む太陽電池素子群5と、裏面保護部材としてのシート部材6と、フレーム7とを備えている。ここでは、封止材4には、太陽電池モジュール1の表面側に配された第1封止材（表面側封止材ともいう）4aと、太陽電池モジュール1の裏面側に配された第2封止材（裏面側封止材ともいう）4bと、が含まれている。フレーム7には、一对の長辺を成す部材7aと、一对の短辺を成す部材7bとが含まれている。一对の部材7aには、第1部材7a1および第2部材7a2が含まれ、一对の部材7bには、第3部材7b1および第4部材7b2が含まれている。このフレーム7は、第1部材7a1と第3部材7b1と第2部材7a2と第4部材7b2とが、この順番で環状に連結された矩形状のフレームである。

【0018】

図2で示されるように、太陽電池モジュール1では、透光性基板3、表面側封止材4a、太陽電池素子群5、裏面側封止材4bおよびシート部材6が、この順に $-Z$ 方向に積層されている。つまり、透光性基板3と、表面側封止材4aと、太陽電池素子群5と、裏面側封止材4bと、シート部材6と、を含む積層体1stが形成されている。また、太陽電池素子群5では、第1方向（ $-X$ 方向）に沿って一直線に並んだ複数の太陽電池素子2が配線材8で直列に接続されている。

【0019】

次に、太陽電池モジュール1における各部材について説明する。

【0020】

<2-1-1. 太陽電池素子>

太陽電池素子2は、入射される太陽光を電気に変換する機能を有している。図4から図7で示されるように、太陽電池素子2は、第1面2bと、該第1面2bの裏側に位置する第2面2cとを有している。また、太陽電池素子2は、一導電型を有する半導体基板2aを有する。ここでは、半導体基板2aの第1表面（第1基板表面ともいう）2a1側に第1面2bが位置している。また、半導体基板2aの第1基板表面2a1の裏側に位置する第2表面（第2基板表面ともいう）2a2側に第2面2cが位置している。そして、太陽電池素子2は、太陽電池素子2の第1面2bにおいて、表面側バスバー電極2hおよびフィンガー電極2jを有する。別の観点から言えば、半導体基板2aの第1基板表面2a1上に表面側バスバー電極2hおよびフィンガー電極2jが配されている。さらに、太陽電池素子2は、太陽電池素子2の第2面2cにおいて、裏面側バスバー電極2iおよび裏面電極2kを有する。別の観点から言えば、半導体基板2aの第2基板表面2a2上に裏面側バスバー電極2iおよび裏面電極2kが配されている。本実施形態においては、太陽電池素子2の第1面2bが主として光が入射される受光面となる。

【0021】

例えば、太陽電池素子2の第1面2bおよび第2面2cは、それぞれ長辺および短辺を有する長形状の外形を有している。つまり、太陽電池素子2が第1面2b側から平面視されると、太陽電池素子2の外形は、長辺および短辺を有する長方形となる。そして、太陽電池素子2の第1面2bの短辺は、表面側バスバー電極2hの長手方向と略平行である。ここで、例えば、半導体基板2aが多結晶シリコンであれば、太陽電池素子2における

10

20

30

40

50

長辺が約120mmから200mmに設定され、太陽電池素子2の短辺が60mmから100mm程度に設定され得る。なお、本明細書では、“略平行である”という記載は、完全に平行である形態だけでなく、実質的に平行である形態も含む意味で使用されている。また、同様に、“略垂直である”という記載は、完全に垂直である形態だけでなく、実質的に垂直である状態も含む意味で使用されている。

【0022】

図6および図7で示されるように、太陽電池素子2は、半導体基板2aの第1基板表面2a1側に、該半導体基板2aの導電型とは逆の導電型を有する逆導電型層2fと、絶縁層2gとを備えている。半導体基板2aは、主として光が入射する面に相当する第1基板表面2a1と、該第1基板表面2a1の裏面に位置する第2基板表面2a2とを有する。逆導電型層2fは、半導体基板2aの第1基板表面2a1側に設けられている。つまり、第1基板表面2a1は、逆導電型層2fによって構成されている。絶縁層2gは、半導体基板2aの第1基板表面2a1側の逆導電型層2f上に設けられている。

10

【0023】

半導体基板2aは、第1基板表面2a1と第2基板表面2a2に加えて、4つの側面を有する。この4つの側面には、第1側面2a3、第2側面2a4、第3側面2a5および第4側面2a6が含まれる。第1側面2a3は、第1基板表面2a1と第2基板表面2a2とを接続している。また、第1側面2a3は、第1基板表面2a1の長辺に沿う面である。また、第2側面2a4は、第1基板表面2a1と第2基板表面2a2とを接続するとともに、第1側面2a3の反対側（裏側）に位置する。そのため、第2側面2a4も第1基板表面2a1の長辺に沿う面である。第3側面2a5および第4側面2a6は、半導体基板2aの側面のうち第1側面2a3および第2側面2a4以外の側面であり、第1側面2a3および第2側面2a4にそれぞれ略直交する。第1側面2a3は、後述する太陽電池素子の親基板9が分割されることによって新たに形成される面である。

20

【0024】

なお、太陽電池素子2の第1面2bは、表面側バスバー電極2hの表面、フィンガー電極2jの表面および第1基板表面2a1側に位置する絶縁層2gの表面によって構成される。また、太陽電池素子2の第2面2cは、裏面側バスバー電極2iの表面および裏面電極2kの表面によって構成される。

【0025】

次に、太陽電池素子2の各構成について、詳細に説明する。

30

【0026】

半導体基板2aとしては、所定のドーパント元素（導電型制御用の不純物）を含有することで一導電型（例えば、p型）を有するシリコン基板が用いられる。このシリコン基板として、例えば、単結晶のシリコン基板および多結晶のシリコン基板等の結晶シリコン基板が用いられる。以下では、半導体基板2aとしてシリコン基板を用いた一例について説明する。半導体基板2aの厚みは、例えば、250μm以下、さらには、150μm以下に設定され得る。第1基板表面2a1および第2基板表面2a2は、長方形である。このため、半導体基板2aが第1基板表面2a1側から平面視されると、半導体基板2aは長方形の外形を有する。本実施形態においては、半導体基板2aとして、p型の導電型を有する結晶シリコン基板が用いられる。ここで、ドーパント元素として、例えば、ボロンあるいはガリウムが用いられれば、結晶シリコン基板からなる半導体基板2aがp型の導電型を有するようになり得る。半導体基板2aは、例えば、シリコンインゴットがワイヤーソーなどでスライスされることで薄板状の結晶シリコン基板として形成され得る。また、半導体基板2aは、例えば、水酸化ナトリウム（NaOH）あるいは水酸化カリウム（KOH）などのアルカリ性水溶液に浸漬されることで、スライス時に生じたダメージ層および微細な汚染物などが除去され得る。ここで、半導体基板2aは、アルカリ水溶液に浸漬されることで表面から10μmから15μm程度の厚さの部分が溶解される。このため、後述する太陽電池素子の親基板9が分割されることで形成される第1側面2a3以外の、第2側面2a4、第3側面2a5および第4側面2a6が、第1基板表面2a1および第

40

50

2 基板表面 2 a 2 と成す稜部は、アルカリエッチングによって面取りされた状態となる。

【0027】

逆導電型層 2 f は、半導体基板 2 a とは逆の導電型を有する層である。この逆導電型層 2 f は、半導体基板 2 a の第 1 基板表面 2 a 1 側の表層として形成されている。半導体基板 2 a が p 型の導電型を有する結晶シリコン基板である場合には、逆導電型層 2 f は、n 型の導電型を有する。一方、半導体基板 2 a が n 型の導電型を有する結晶シリコン基板である場合には、逆導電型層 2 f は、p 型の導電型を有する。そして、p 型の導電型の領域と n 型の導電型の領域との間には、pn 接合領域が形成されている。このような逆導電型層 2 f は、半導体基板 2 a が p 型の導電型を有する結晶シリコン基板であれば、例えば、結晶シリコン基板の受光面になり得る一つの表面にリン等の不純物を拡散させることで形成され得る。なお、逆導電型層 2 f は、第 1 基板表面 2 a 1 に設けられていればよく、第 2 側面 2 a 4、第 3 側面 2 a 5 および第 4 側面 2 a 6 には設けられていなくてもよい。

10

【0028】

絶縁層 2 g は、半導体基板 2 a の複数の面上に設けられた絶縁性の皮膜である。絶縁層 2 g が、第 1 基板表面 2 a 1 に設けられる場合、第 1 基板表面 2 a 1 における所望の波長領域の光の反射率を低減させて、太陽電池素子 2 において受光に応じた光励起によって生成されるキャリアの量を増大させる機能を、絶縁層 2 g に持たせてもよい。このような機能により、太陽電池素子 2 の光電流密度 J_{sc} が向上させられ得る。絶縁層 2 g としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化チタン膜、酸化シリコン膜等を用いることができる。このような絶縁層 2 g は、例えば、PECVD (plasma enhanced chemical vapor deposition) 法、蒸着法およびスパッタリング法等が用いられることで、形成され得る。例えば、窒化シリコン膜からなる絶縁層 2 g が PECVD 法で形成される場合には、500℃程度の反応室内に、窒素 (N_2) で希釈されたシラン (SiH_4) とアンモニア (NH_3) との混合ガスが導入され、この混合ガスがグロー放電分解でプラズマ化されて堆積されることで、絶縁層 2 g が形成され得る。絶縁層 2 g の厚みは、材料によって適宜設定することが可能であり、適当な入射光に対して無反射条件が実現される厚みに設定され得る。例えば、絶縁層 2 g の屈折率が 1.8 から 2.3 程度に設定され、その絶縁層 2 g の厚みが 50 nm から 120 nm 程度に設定され得る。

20

【0029】

太陽電池素子 2 において、半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4、第 3 側面 2 a 5 および第 4 側面 2 a 6 は、絶縁層 2 g で覆われている。一方、半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 は、絶縁層 2 g で覆われてない。すなわち、半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 は、太陽電池素子 2 の外部に対して露出している部分（露出部ともいう）である。より具体的には、半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 では、半導体の部分（本実施形態ではシリコン）が露出した状態である。なお、『半導体部分が露出している』とは、絶縁層等を意図的に配置せずに、敢えて半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 を露出させている状態を示す。そのため、例えば、半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 に自然酸化膜が形成された状態は、半導体基板 2 a が露出している状態に含まれる。また、例えば、半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 に逆導電型層 2 f の一部が形成されている状態も、半導体基板 2 a が露出している状態に含まれる。

30

40

【0030】

絶縁層 2 g は、例えば、半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4、第 3 側面 2 a 5 および第 4 側面 2 a 6 が何によっても覆われていない状態で、PECVD 法が用いられて形成され得る。

【0031】

また、以下の説明では、第 1 側面 2 a 3 側の太陽電池素子 2 の最表面を第 1 側部 2 o、第 2 側面 2 a 4 側の太陽電池素子 2 の最表面を第 2 側部 2 p、第 3 側面 2 a 5 側の太陽電池素子 2 の最表面を第 3 側部 2 q、第 4 側面 2 a 6 側の太陽電池素子 2 の最表面を第 4 側部 2 r とする。つまり、太陽電池素子 2 は、第 1 面 2 b と第 2 面 2 c とをそれぞれ接続している 4 つの側面部として、第 1 側部 2 o、第 2 側部 2 p、第 3 側部 2 q および第 4 側部

50

2 rを有している。ここでは、第1側部2 oおよび第2側部2 pのそれぞれが、第2方向(+Y方向)に沿って延びて位置しており、第3側部2 qおよび第4側部2 rのそれぞれが、第1方向(-X方向)に沿って延びて位置している。そして、第1側部2 oおよび第2側部2 pのそれぞれの第2方向(+Y方向)における長さは、第3側部2 qおよび第4側部2 rのそれぞれの第1方向(-X方向)における長さよりも長い。なお、本実施形態では、第1側部2 oと第1側面2 a 3とは同じ部分を指す。

【0032】

また、図6および図7で示されるように、太陽電池素子2には、半導体基板2 aの第2基板表面2 a 2側の表層部に、p型のドーパント元素の濃度が元の半導体基板2 aよりも高められた(p+を有する)BSF領域2 lが形成されている。このBSF領域2 lは、
10

【0033】

表面側バスバー電極2 hは、太陽電池素子2が第1基板表面2 a 1の側から平面視された場合に、第1側面2 a 3および第2側面2 a 4に直交する方向に延びて位置する線状の電極である。また、このように平面視された場合に、フィンガー電極2 jは、第1側面2 a 3および第2側面2 a 4に平行な方向に延びて位置する線状の電極である。表面側バスバー電極2 hの少なくとも一部は、フィンガー電極2 jと交差している。表面側バスバー電極2 hは、例えば、1.3 mmから2.5 mm程度の幅を有している。フィンガー電極2 jは、例えば、50 μmから200 μm程度の幅を有している。このように、フィンガー電極2 jの幅は、表面側バスバー電極2 hの幅よりも小さい。また、ここでは、複数のフィンガー電極2 jが、互いに1.5 mmから3 mm程度の間隔を空けて設けられている。これらの表面側バスバー電極2 hおよびフィンガー電極2 jの厚みは、10 μmから40 μm程度に設定され得る。表面側バスバー電極2 hおよびフィンガー電極2 jは、例えば、主として銀を含有する導電性ペーストがスクリーン印刷等で所望の形状に塗布された後に焼成されることで、形成され得る。
20

【0034】

裏面側バスバー電極2 iは、太陽電池素子2が第2基板表面2 a 2側から平面透視された場合に、半導体基板2 aを挟んで表面側バスバー電極2 hと相対する位置に設けられている。裏面側バスバー電極2 iは、第1側面2 a 3および第2側面2 a 4に直交する方向に延びて位置する線状の電極である。なお、裏面側バスバー電極2 iの形態は、一連なりの線状の形態以外の形態であってもよい。例えば、図5で示されるように、裏面側バスバー電極2 iは、複数の線分によって構成されていてもよい。裏面側バスバー電極2 iは、例えば、10 μmから30 μm程度の厚みを有し、1.3 mmから7 mm程度の幅を有する。裏面側バスバー電極2 iは、前述の表面側バスバー電極2 hと同等の材質および製法で形成され得る。裏面電極2 kは、例えば、半導体基板2 aの第2基板表面2 a 2のうち、裏面側バスバー電極2 iが形成された領域などを含む一部の領域を除いた半導体基板2 aの第2基板表面2 a 2側の略全面に形成される。裏面電極2 kの厚みは、15 μmから50 μm程度に設定されればよい。この裏面電極2 kは、例えば、主としてアルミニウムを含有する導電性ペーストとしてのアルミニウムペーストが所望の形状に塗布された後に焼成されることで、形成され得る。
30
40

【0035】

本実施形態に係る太陽電池素子2については、親基板9が分割されることで、複数の太陽電池素子2が形成され得る。ここで、大型の太陽電池素子(以下、太陽電池素子の親基板9)が分割されて、太陽電池素子2が形成される方法について、図面を用いて説明する。
。

【0036】

図8および図9で示されるように、親基板9は、複数の太陽電池素子2に分割される前
50

の大型の太陽電池素子である。そのため、親基板 9 は、複数の太陽電池素子 2 を含む構成を有している。例えば、図 8 および図 9 で示されるように、太陽電池素子の親基板 9 は、絶縁層 2 g、表面側バスバー電極 2 h、フィンガー電極 2 j、裏面側バスバー電極 2 i、裏面電極 2 k を備えている。それゆえ、この親基板 9 も、太陽電池素子として使用可能である。

【0037】

まず、太陽電池素子の親基板 9 の第 1 面 2 b における破線 2 m 1 で示された分割線に沿った領域にレーザー光が照射されて、図 10 で示されるように、親基板 9 の第 1 面 2 b 側に分割溝 2 m が形成される。ここで、使用されるレーザー光としては、例えば、YAG レーザー光などが挙げられる。レーザー光の条件としては、例えば、波長が $1.06\mu\text{m}$ 、出力が 10W から 30W、ビーム広がり角が 1mrad から 5mrad 、走査速度が 50mm/秒から 300mm/秒に設定されればよい。分割溝 2 m の深さは、例えば、半導体基板 2 a の厚さの 25% 以上に設定され得る。これにより、分割溝 2 m に沿って容易に太陽電池素子の親基板 9 が分割され得る。

【0038】

次に、図 11 で示されるように、分割溝 2 m に沿って親基板 9 が折り曲げられるように親基板 9 に外力が加えられることで、親基板 9 が二分割され得る。これにより、2 つの太陽電池素子 2 が形成され得る。この分割の工程によって形成された面（分割面）が、半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 が露出されている第 1 側部 2 o となる。

【0039】

また、太陽電池素子 2 の第 1 側部 2 o 以外の側部は、半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4、第 3 側面 2 a 5、第 4 側面 2 a 6 が絶縁層 2 g で覆われた、第 2 側部 2 p、第 3 側部 2 q、第 4 側部 2 r となる。

【0040】

このように親基板 9 の分割によって形成された太陽電池素子 2 では、図 6 で示されるように、第 1 側部 2 o において、半導体基板 2 a、逆導電型層 2 f、BSF 領域 2 l、裏面電極 2 k などの断面を備えた第 1 側面 2 a 3 が露出し、他の側面には、絶縁層 2 g が配置されている。すなわち、上記形成方法によって、前述した半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 が露出された第 1 側部 2 o と、第 2 側面 2 a 4 が絶縁層 2 g で覆われた第 2 側部 2 p とを備える太陽電池素子 2 が形成され得る。

【0041】

<2-1-2. 透光性基板>

透光性基板 3 は、太陽電池素子 2 を保護する部材である。この透光性基板 3 は、太陽電池素子 2 の第 1 面 2 b 側から太陽電池素子群 5 を覆うように配置される。具体的には、透光性基板 3 は、表面側封止材 4 a を介して第 1 面 2 b 側から太陽電池素子群 5 を覆うように配置される。つまり、透光性基板 3 は、主として光が入射される太陽電池素子 2 の第 1 面 2 b 側（受光面側）に配置される。透光性基板 3 は、太陽電池素子 2 に光を入射させることができる硬質の板状の部材であればよい。透光性基板 3 の材料は特に限定されない。透光性基板 3 の材料としては、例えば、2mm から 5mm 程度の厚さの白板ガラス、強化ガラスおよび熱線反射ガラスなどのガラスあるいはポリカーボネート樹脂などといった、光透過率の高い材料が採用され得る。

【0042】

また、透光性基板 3 は、第 2 方向（+Y 方向）に沿ってそれぞれ延びて位置する一対の長辺 3 a、および第 1 方向（-X 方向）に沿ってそれぞれ延びて位置する一対の短辺 3 b をそれぞれ有する長形状の表面および裏面を有している。一対の長辺 3 a には、第 1 長辺 3 a 1 と第 2 長辺 3 a 2 とが含まれる。一対の短辺 3 b には、第 1 短辺 3 b 1 と第 2 短辺 3 b 2 とが含まれる。そのため、図 1 で示されるように、太陽電池モジュール 1 が第 1 面 2 b 側から平面視された場合には、太陽電池モジュール 1 の外形も長形状となる。

【0043】

また、透光性基板 3 の周囲にはフレーム 7 が取り付けられている。フレーム 7 には、一

10

20

30

40

50

対の長辺を成す部材 7 a（具体的には、第 1 部材 7 a 1 および第 2 部材 7 a 2）と、一対の短辺を成す部材 7 b（具体的には、第 3 部材 7 b 1 および第 4 部材 7 b 2）とが含まれている。具体的には、各長辺 3 a に沿って部材 7 a が取り付けられ、各短辺 3 b に沿って部材 7 b が取り付けられている。より具体的には、積層体 1 s t に対して、第 1 長辺 3 a 1 に沿って第 1 部材 7 a 1 が取り付けられている。積層体 1 s t に対して、第 2 長辺 3 a 2 に沿って第 2 部材 7 a 2 が取り付けられている。積層体 1 s t に対して、第 1 短辺 3 b 1 に沿って第 3 部材 7 b 1 が取り付けられている。積層体 1 s t に対して、第 2 短辺 3 b 2 に沿って第 4 部材 7 b 2 が取り付けられている。

【0044】

< 2-1-3. 封止材 >

封止材 4 は、太陽電池素子群 5 を封止することで太陽電池素子 2 を保護することができる部材である。表面側封止材 4 a は、透光性基板 3 と太陽電池素子群 5 との間に配置される。裏面側封止材 4 b は、太陽電池素子群 5 とシート部材 6 との間に配置される。これらの封止材 4 としては、例えば、エチレン酢酸ビニル共重合体（EVA）あるいはポリビニルブチラル（PVB）を主成分とし、押出し機によって厚さが 0.4 mm から 1 mm 程度のシート状に成形されたものが用いられる。また、封止材 4 は、架橋剤を含有していてもよい。この場合、所望の位置に封止材となるシート状の成形体が配置された後に、この成型体に熱処理が施されて、この成型体が硬化させられることで、封止材 4 が形成され得る。

【0045】

< 2-1-4. シート部材 >

シート部材 6 は、裏面側封止材 4 b を保護する機能を有する。このシート部材 6 は、太陽電池素子 2 の第 2 面 2 c 側から太陽電池素子群 5 を覆うように配置される。具体的には、シート部材 6 は、裏面側封止材 4 b を介して第 2 面 2 c 側から太陽電池素子群 5 を覆うように配置される。シート部材 6 は、例えば、透光性基板 3 よりも薄く、透光性基板 3 よりも小さい弾性係数を有する。シート部材 6 の材料としては、例えば、ポリビニルフルオリド（PVF）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、あるいはこれらの 2 種以上が積層された軟質の樹脂製のシートなどが採用され得る。

【0046】

< 2-1-5. 配線材 >

配線材 8 は、例えば、帯状の導電性金属である。この配線材 8 としては、例えば、厚さが 0.1 mm から 0.2 mm 程度であり且つ幅が 1 mm から 2 mm 程度である銅箔の全面に半田が被覆されたものが採用され得る。

【0047】

< 2-1-6. 太陽電池素子群 >

太陽電池素子群 5 は、第 1 方向（-X 方向）に並べられた複数の太陽電池素子 2 と、隣り合う太陽電池素子 2 同士を直列に接続している配線材 8 とを含んでいる。

【0048】

ここで、例えば、太陽電池素子群 5 のうちの、隣り合う一組の太陽電池素子 2 のうちの一方を第 1 太陽電池素子 2 A とし、他方を第 2 太陽電池素子 2 B とする。そして、太陽電池素子群 5 では、第 1 方向（-X 方向）に沿って第 1 太陽電池素子 2 A と第 2 太陽電池素子 2 B とが交互に並んでいる。なお、第 1 太陽電池素子 2 A および第 2 太陽電池素子 2 B は、例えば、図 8 および図 9 で示された 1 つの親基板 9 が分割されることで取得され得る。すなわち、第 1 太陽電池素子 2 A および第 2 太陽電池素子 2 B のそれぞれは、図 11 で示された親基板 9 が二分割されて得られた太陽電池素子 2 に相当する。

【0049】

図 2 および図 3 の例では、1 つの太陽電池素子群 5 において、第 1 方向（-X 方向）に並べられた 6 つの太陽電池素子 2 が直列に接続されている。ここでは、第 1 方向（-X 方向）に並ぶ 1 番目から 6 番目の太陽電池素子 2 のうち、奇数番目の太陽電池素子 2 が第 1

10

20

30

40

50

太陽電池素子 2 A であり、偶数番目の太陽電池が第 2 太陽電池素子 2 B とされている。

【0050】

ここで、例えば、M を 1 から 3 の自然数とすれば、 $(2M - 1)$ 番目の太陽電池素子 2 である第 1 太陽電池素子 2 A と $2M$ 番目の太陽電池素子 2 である第 2 太陽電池素子 2 B との間は、配線材 8 によって、次のように直列に接続される。第 1 太陽電池素子 2 A および第 2 太陽電池素子 2 B は、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 と第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側面 2 a 4 とが対向するように配置される。つまり、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側部 2 o と第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側部 2 p とが対向するように配置される。配線材 8 は、第 1 太陽電池素子 2 A と第 2 太陽電池素子 2 B とが交互に並ぶ方向を長手方向として配置されている。また、配線材 8 の一端部が第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 面 2 b（表面側バスバー電極 2 h の表面）に半田付けされており、配線材 8 の他端部が第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 面 2 c（裏面側バスバー電極 2 i の表面）に半田付けされている。つまり、配線材 8 によって、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 面 2 b と第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 面 2 c とが電氣的に直列に接続されている。より具体的には、例えば、配線材 8 の一端部側の部分が、表面側バスバー電極 2 h の表面に対して、該表面側バスバー電極 2 h の長手方向に沿って、半田付けされている。また、例えば、配線材 8 の他端部側の部分が、裏面側バスバー電極 2 i の表面に対して、該裏面側バスバー電極 2 i の長手方向に沿って、半田付けされている。つまり、配線材 8 は、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 面 2 b に対して第 1 方向（ $-X$ 方向）に沿って電氣的に接続されているとともに、第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 面 2 c に対して第 1 方向（ $-X$ 方向）に沿って電氣的に接続されている。これにより、 $(2M - 1)$ 番目の太陽電池素子 2 である第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 面 2 b と該第 1 太陽電池素子 2 A に隣り合う $2M$ 番目の太陽電池素子 2 である第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 面 2 c とが配線材 8 で電氣的に接続される。

【0051】

一方、例えば、N を 1 から 2 の自然数とすれば、 $2N$ 番目の太陽電池素子 2 である第 2 太陽電池素子 2 B と $(2N + 1)$ 番目の太陽電池素子 2 である第 1 太陽電池素子 2 A との間は、配線材 8 によって、次のように直列に接続される。配線材 8 の一端部が第 2 太陽電池素子 2 B の第 1 面 2 b（表面側バスバー電極 2 h の表面）に半田付けされており、配線材 8 の他端部が第 1 太陽電池素子 2 A の第 2 面 2 c（裏面側バスバー電極 2 i の表面）に半田付けされている。より具体的には、例えば、配線材 8 の一端部側の部分が、表面側バスバー電極 2 h の表面に対して、該表面側バスバー電極 2 h の長手方向に沿って、半田付けされている。また、例えば、配線材 8 の他端部側の部分が、裏面側バスバー電極 2 i の表面に対して、該裏面側バスバー電極 2 i の長手方向に沿って、半田付けされている。これにより、 $2N$ 番目の太陽電池素子 2 である第 2 太陽電池素子 2 B の第 1 面 2 b と該第 2 太陽電池素子 2 B に隣り合う $(2N + 1)$ 番目の太陽電池素子 2 である第 1 太陽電池素子 2 A の第 2 面 2 c とが配線材 8 で電氣的に接続される。

【0052】

本実施形態では、太陽電池モジュール 1 は、前述したように電氣的に接続された電極の配置を含む太陽電池素子群 5 を有する。これにより、図 1 から図 3 で示されるように、太陽電池素子群 5 が第 1 面 2 b 側から平面視された場合に、配線材 8 は第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 および第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側面 2 a 4 に直交し、第 3 側面 2 a 5 および第 4 側面 2 a 6 とは略平行となるよう配置される。

【0053】

また、図 1 から図 3 で示されるように、太陽電池モジュール 1 では、太陽電池素子群 5 の長手方向である第 1 方向（ $-X$ 方向）と直交する第 2 方向（ $+Y$ 方向）に、複数の太陽電池素子群 5 が配列される。そして、第 2 方向において隣接する太陽電池素子群 5 同士は接続部材 10 で電氣的に接続される。なお、接続部材 10 は、配線材 8 と同等の材料で形成され得る。

【0054】

< 2-2. 太陽電池モジュールの製造方法 >

次に、太陽電池モジュール 1 の製造方法について説明する。

【0055】

太陽電池モジュール 1 は、透光性基板 3、表面側封止材 4 a、複数の太陽電池素子群 5、裏面側封止材 4 b およびシート部材 6 が、ラミネート装置（ラミネータ）が用いられて一体化されることで、製造され得る。次に、ラミネータ 20 を用いたラミネート工程について、図 12 および図 13 を用いて説明する。

【0056】

ラミネータ 20 は、相互に開閉可能な関係にある上部ハウジング 20 a および下部ハウジング 20 b から成るハウジングを有する。このハウジングの内部は、ダイヤフラムシート 20 c によって上部真空領域 20 d と下部真空領域 20 e とに分離される。また、下部ハウジング 20 b の内部のほぼ中央には、ヒーター盤 20 f が配置されている。

10

【0057】

上部ハウジング 20 a は、上部真空ポンプ 20 g に接続されており、ダイヤフラムシート 20 c と上部ハウジング 20 a とで囲まれた上部真空領域 20 d の減圧を行うことができるように構成されている。下部ハウジング 20 b には、下部真空領域 20 e の減圧を行うための下部真空ポンプ 20 h が接続されている。ダイヤフラムシート 20 c には、シリコンラバー等の強度と伸縮性に富む樹脂部材が用いられる。

【0058】

ラミネータ 20 は、透光性基板 3、表面側封止材 4 a、複数の太陽電池素子群 5、裏面側封止材 4 b およびシート部材 6 がこの順に積層されることで積層体が形成される。この積層体を、ハウジングの内部が 50 Pa から 150 Pa 程度まで減圧された状態で、15 分から 60 分程度の時間において 100℃ から 200℃ 程度の温度に加熱しながら加圧する。これにより、表面側封止材 4 a および裏面側封止材 4 b が溶融されて、積層体が一体化される。具体的には、ラミネータ 20 では、透光性基板 3 がヒーター盤 20 f に接触するようにヒーター盤 20 f 上に配置された積層体が加熱されつつ、上部真空ポンプ 20 g と下部真空ポンプ 20 h とによって、ハウジングの内部が減圧された後に下部真空領域 20 e よりも上部真空領域 20 d の空気圧が高められる。これにより、ダイヤフラムシート 20 c によって、シート部材 6 側から積層体が加圧されることで、この積層体が一体化される。

20

【0059】

前述のラミネート工程で製造された太陽電池モジュール 1 では、図 2 で示されるように、シート部材 6 が、太陽電池素子 2 および配線材 8 の形状を浮き上がらせるように形成された凹凸を有する。特に、図 3 で示されるように、シート部材 6 は、第 1 太陽電池素子 2 A と第 2 太陽電池素子 2 B との間において、透光性基板 3 側に向けて凹んだ凹部 6 a を有する。このため、第 2 太陽電池素子 2 B の裏面側バスバー電極 2 i に接続された配線材 8 は、第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 面 2 c と第 2 側部 2 p とが成す稜部に沿って延びて位置するように 2 か所の屈曲部 8 a を有する。一方、第 1 太陽電池素子 2 A の表面側バスバー電極 2 h に接続された配線材 8 は、第 1 面 2 b と第 1 側部 2 o（第 1 側面 2 a 3）との成す稜部では屈曲を生じることなく、透光性基板 3 の太陽電池素子群 5 側の面に沿って第 2 太陽電池素子 2 B に向けて延びて位置する。

30

40

【0060】

ここでは、例えば、配線材 8 の 2 つの屈曲部 8 a は、第 1 太陽電池素子 2 A の半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 よりも第 2 太陽電池素子 2 B の半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4 の近くに位置している。また、例えば、配線材 8 の 2 つの屈曲部 8 a の間の部分は、第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側面 2 a 4 の近くに配置され、第 1 太陽電池素子 2 A の半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 よりも第 2 太陽電池素子 2 B の半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4 に近い側に位置している。つまり、配線材 8 は、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3（第 1 側部 2 o）と第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側部 2 p との間の領域において、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3（第 1 側部 2 o）よりも第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側部 2 p に近い部位に位置している。また、第 2 側部 2 p を覆う絶縁層 2 g の厚さが薄いた

50

め、配線材 8 は、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 と第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側面 2 a 4 との間の領域において、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3（第 1 側部 2 o）よりも第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側面 2 a 4 に近い部位に位置している。これにより、配線材 8 が第 1 側面 2 a 3 に接触し難い。

【0061】

また、別の観点から言えば、配線材 8 は、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 面 2 b 側から第 1 方向（－X 方向）に沿って第 2 太陽電池素子 2 B の第 1 面 2 b 側に近づくように延びて位置している第 1 部分 8 1 を有している。また、配線材 8 は、透光性基板 3 側からシート部材 6 側に向けて延びて位置している第 2 部分 8 2 を有している。そして、配線材 8 は、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 よりも第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側面 2 a 4 に近い位置において、第 1 部分 8 1 と第 2 部分 8 2 とを接続している屈曲部（第 1 屈曲部ともいう）8 a を有している。

10

【0062】

また、ここでは、例えば、配線材 8 の 2 つの屈曲部 8 a のうちの透光性基板 3 側の屈曲部 8 a は、透光性基板 3 に接する表面側封止材 4 a と、シート部材 6 に接する裏面側封止材 4 b との境界に位置している。また、配線材 8 の 2 つの屈曲部 8 a のうちのシート部材 6 側の屈曲部 8 a は、裏面側封止材 4 b 中に位置している。なお、屈曲部 8 a における配線材 8 の曲率は適宜調整され得る。つまり、屈曲部 8 a における配線材 8 の曲がり、急峻なものではなく、緩やかなものであってもよい。

【0063】

< 2-3. 太陽電池モジュールの特性 >

本実施形態では、第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側部 2 p 側では、半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4 上に絶縁層 2 g が設けられている。そのため、配線材 8 が第 2 太陽電池素子 2 B の半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4 に近接するように位置しても、配線材 8 と第 2 太陽電池素子 2 B の半導体基板 2 a の第 2 側面 2 a 4 とが直に接触し難くなる。これにより、例えば、配線材 8 と第 2 太陽電池素子 2 B の半導体基板 2 a との接触によるリーク電流の発生が低減され得る。その結果、太陽電池モジュール 1 の出力の損失が低減され得る。

20

【0064】

また、本実施形態では、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側部 2 o では、絶縁層 2 g が設けられずに半導体基板 2 a の第 1 側面 2 a 3 が露出しているが、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 と配線材 8 とが離れている。これにより、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 と配線材 8 とが接触し難い。そのため、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側部 2 o において半導体基板 2 a が露出している、第 1 側部 2 o と配線材 8 との間でリーク電流が生じ難い。また、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側部 2 o と配線材 8 との隙間に絶縁性を有する封止材 4 が入り込むことによって、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側部 2 o と配線材 8 との絶縁がより確保され得る。

30

【0065】

このように、本実施形態では、親基板 9 が分割されることで容易に得られた太陽電池素子 2（第 1 太陽電池素子 2 A および第 2 太陽電池素子 2 B）が用いられて、出力の損失の小さい高出力の太陽電池モジュール 1 が形成され得る。つまり、本実施形態では、第 1 太陽電池素子 2 A と第 2 太陽電池素子 2 B とが対向する側面にそれぞれ絶縁層 2 g が設けられていない部分が存在していても、リーク電流の発生が低減され得る。

40

【0066】

また、本実施形態では、例えば、第 2 太陽電池素子 2 B 側において、配線材 8 が半導体基板 2 a の第 1 面 2 b と第 2 側部 2 p と第 2 面 2 c とが成す稜部に近接するように位置しており、ラミネート工程において半導体基板 2 a の上記稜部に配線材 8 が接触して該稜部に圧力が加えられるおそれがある。しかしながら、前述したように、アルカリ水溶液に半導体基板 2 a が浸漬される処理によって、半導体基板 2 a の第 1 基板表面 2 a 1、第 2 基板表面 2 a 2 および第 2 側面 2 a 4 の成す半導体基板 2 a の稜部が滑らかになっている。このため、配線材 8 によって上記稜部に圧力が加えられることで半導体基板 2 a にクラッ

50

ク等が生じる不具合が発生し難い。一方、第1太陽電池素子2Aの第1側部2oは、親基板9が分割されて形成された破面である。このような破面は、分割で生じた微細な凹凸およびキズなどを持つ。このため、第1太陽電池素子2Aの第1側部2oは、クラックの起点となり易い。しかしながら、本実施形態では、第1太陽電池素子2Aの第1側部2oに配線材8が接触し難い構成である。このため、クラックの進展が生じ難い。その結果、クラックの伸展等に起因する太陽電池素子2の出力の損失が低減され得る。

【0067】

<2-4. 太陽電池装置>

第1の実施形態に係る太陽電池装置30は、図14から図16で示されるように、太陽電池モジュール1と、該太陽電池モジュール1を下方から支持する支持部材31とを有する。

10

【0068】

太陽電池装置30において、太陽電池素子群5は、第1太陽電池素子2Aの長辺（第1側部2o）および第2太陽電池素子2Bの長辺（第2側部2p）が第1方向（-X方向）に直交する第2方向（+Y方向）に沿うように配置されている。また、太陽電池装置30において、太陽電池モジュール1は、長形状の表裏面を持つ透光性基板3を有する。透光性基板3の一对の長辺3aは、それぞれ第2方向（+Y方向）に沿って配置され、透光性基板3の一对の短辺3bは、それぞれ第1方向（-X方向）に沿って配置される。そして太陽電池モジュール1の周囲にはフレーム7が配されている。このフレーム7は、透光性基板3の一对の長辺3aに沿った部分にそれぞれ取り付けられた第1部材7a1および第2部材7a2と、透光性基板3の一对の短辺3bに沿った部分にそれぞれ取り付けられた第3部材7b1と第4部材7b2とによって構成されている。

20

【0069】

支持部材31は、太陽電池モジュール1を支持する部材である。支持部材31は、フレーム7の第1部材7a1および第2部材7a2が延びている第2方向（+Y方向）に沿った長手方向を有している。そして、支持部材31は、第2方向（+Y方向）において、第1部材7a1、第2部材7a2および一对の長辺3aよりも長い長尺の部材（横材ともいう）である。また、支持部材31は、フレーム7の下面と接触することで太陽電池モジュール1を下方から支持する。具体的には、太陽電池装置30は、太陽電池モジュール1のうちの第1長辺3a1に沿った第1部材7a1を支持するように配置された支持部材31（第1支持部材311ともいう）と、太陽電池モジュール1のうちの第2長辺3a2に沿った第2部材7a2を支持するように配置された支持部材31（第2支持部材312ともいう）とを備えている。ここでは、第1支持部材311は、第1部材7a1の長手方向に沿って、該第1部材7a1を下方から支持している。第2支持部材312は、第2部材7a2の長手方向に沿って、該第2部材7a2を下方から支持している。具体的には、例えば、第1部材7a1は、第1支持部材311に対して該第1部材7a1の長手方向に沿って接触した状態で、嵌合、係合、挟み込みおよびネジ止めなどを用いた連結等によって、第1支持部材311に取り付けられ得る。

30

【0070】

一方、本実施形態に係る太陽電池装置30では、フレーム7のうちの太陽電池モジュール1の短辺に沿って配されている第3部材7b1および第4部材7b2は、その両端以外を支持部材31で支持されていない。

40

【0071】

ところで、太陽電池装置30では、積雪あるいは風圧などにより、太陽電池モジュール1に対して、透光性基板3側から押される荷重（正圧荷重）あるいはシート部材6側から押される荷重（負圧荷重）が加わるときがある。このとき、太陽電池モジュール1の短辺に沿った第3部材7b1および第4部材7b2が支持部材31で支持されていないため、例えば、図16で示されるように、太陽電池モジュール1が湾曲する方向が、太陽電池素子2の短手方向（第3側部2qおよび第4側部2rが延びている方向）となる。つまり、第3側部2qおよび第4側部2rが湾曲し得る。

50

【0072】

しかしながら、太陽電池素子2の一对の短辺である第1側部2oと第2側部2pは、太陽電池素子2の一对の長辺である第3側部2qと第4側部2rよりも短い。このため、太陽電池素子2の短辺に沿った方向に太陽電池モジュール1が湾曲されるような応力が該太陽電池モジュール1に付与される場合には、太陽電池素子2の長辺に沿った方向に太陽電池モジュール1が湾曲されるような応力が該太陽電池モジュール1に付与される場合よりも、太陽電池素子2が湾曲し難い。したがって、本実施形態では、いわゆる寸法効果によって、太陽電池モジュール1が第2方向（+Y方向）に沿う方向に湾曲する場合と比較して、クラックの発生が低減され得る。また、太陽電池素子2の一对の長辺のうち一方は、レーザーの照射または折り曲げによる分割工程で形成された辺であることに對して、太陽電池素子2の一对の短辺は加工の履歴を受けていない辺である。よって、太陽電池素子2の短辺は長辺よりも、応力集中の要因となる凹凸が少ない。この点からも、太陽電池素子2の短辺に沿った方向に太陽電池モジュール1が湾曲されるような応力が該太陽電池モジュール1に付与される場合には、太陽電池素子2の長辺に沿った方向に湾曲されるような応力が太陽電池モジュール1に付与される場合よりも、太陽電池素子2のクラックの発生が低減される。

10

【0073】

<2-5. 実施例>

次に、本実施形態の実施例について説明する。

【0074】

本実施形態の実施例に係る太陽電池装置30が備える第1太陽電池モジュール1Sとして、図17で示されるように、太陽電池素子群5の長手方向（第1方向）が太陽電池モジュール1の一对の短辺3bに沿うように、第1方向（-X方向）に11行、第2方向（+Y方向）に8列の太陽電池素子2がマトリックス状に配置されたものが作製された。各太陽電池素子2の第1面2bおよび第2面2cは、横の長さが156mmであり且つ縦の長さが78mmである長方形とされた。また、第1太陽電池モジュール1Sは、フレーム7において一对の長辺を成す部材7aに沿った長さが1305mmであり且つ一对の短辺を成す部材7bに沿った長さが915mmのものとされた。

20

【0075】

また、参考例に係る太陽電池装置が備える第2太陽電池モジュール101として、図18で示されるように、太陽電池素子群5の長手方向（第1方向）が第2太陽電池モジュール101の一对の長辺に沿うように、第1方向（-X方向）に15行、第2方向（+Y方向）に6列の太陽電池素子2がマトリックス状に配置されたものが作製された。各太陽電池素子2の表裏面は、縦の長さが156mmであり且つ横の長さが78mmである長方形とされた。また、第2太陽電池モジュール101は、フレーム7の長辺を成す部材7aに沿った長さが1245mmで有り且つ一对の短辺を成す部材7bに沿った長さが970mmであるものとされた。

30

【0076】

次に、第1太陽電池モジュール1Sおよび第2太陽電池モジュール101のそれぞれにおけるフレーム7の長辺を成す一对の部材7aが、それぞれ下方から支持部材31で支持されることで、太陽電池装置が完成された。そして、第1太陽電池モジュール1Sおよび第2太陽電池モジュール101のそれぞれに、2500Paの正圧荷重および負圧荷重を加えた。ここで、正圧荷重は、第1太陽電池モジュール1Sおよび第2太陽電池モジュール101のそれぞれに対して、透光性基板3側から風を当てることで付与された。また、負圧荷重は、第1太陽電池モジュール1Sおよび第2太陽電池モジュール101のそれぞれに対して、シート部材6側から風を当てることで付与された。その後、第1太陽電池モジュール1Sおよび第2太陽電池モジュール101のそれぞれを対象として、配線材8を用いて電流が流された際に生じる発光（エレクトロルミネッセンス）の分布が、赤外線カメラを用いた撮影によって画像化され、この分布に基づいて、クラックの発生の有無と、配線材8に対する電氣的な接続が断たれた領域の有無と、該領域を生じさせたクラックの

40

50

発生の有無とについての判別が行われた。

【0077】

その結果、第1太陽電池モジュール1Sを備える太陽電池装置30では、図19の太線で囲われた5枚の太陽電池素子2にしかクラックが生じなかった。一方、第2太陽電池モジュール101を備える太陽電池装置では、図20の太線で囲われた36枚もの太陽電池素子2にクラックが生じた。このように、本実施形態に係る太陽電池装置30では、太陽電池モジュール1におけるクラックの発生が低減されたため、出力の損失が小さくなり得ることが分かった。

【0078】

また、図21で示されるように、実施例に係る第1太陽電池モジュール1Sの太陽電池素子2では、太陽電池モジュール1Sが主に湾曲する第1方向（フレーム7の短辺を成す部材7bに沿う方向）に直交する方向（フレーム7の長辺を成す部材7aに沿う方向）にクラックKが生じやすかった。このため、図21で示されるように、実施例に係る第1太陽電池モジュール1Sでは、太陽電池素子2において配線材8がクラックKによって分離された領域同士を接続することができることがわかった。一方、図22で示されるように、参考例に係る第2太陽電池モジュール101の太陽電池素子2では、第2太陽電池モジュール101が主に湾曲する第2方向（フレーム7の短辺を成す部材7bに沿う方向）に直交する方向（フレーム7の長辺を成す部材7aに沿う方向）にクラックKが生じ易かった。このため、図22で示されるように、参考例に係る第2太陽電池モジュール101では、太陽電池素子2においてクラックKによって分離された領域同士が配線材8によって接続され難いことがわかった。したがって、実施例に係る第1太陽電池モジュール1Sでは、仮に太陽電池素子2にクラックが生じた場合であっても太陽電池モジュール1の出力の損失が低減され得ることがわかった。

【0079】

<2-6. 第1の実施形態のまとめ>

第1の実施形態に係る太陽電池モジュール1では、例えば、各太陽電池素子群5において、太陽電池素子2同士が、該太陽電池素子2のうちの第1面2bの長辺に沿った第1側部2oと第2側部2pとが対向している状態で、配線材8によって直列に接続されている。これにより、各太陽電池素子群5において直列に接続される太陽電池素子2の数が増加して、太陽電池モジュール1の出力が高まり得る。そして、複数の太陽電池素子群5を第1面2b側から覆う透光性基板3が、第1方向（-X方向）に延びるように位置する短辺3bと第2方向（+Y方向）に延びて位置する長辺3aとを有する長形状の表面を有する。これにより、例えば、第1支持部材311によって、太陽電池モジュール1のうちの第1長辺3a1に沿った端部が支持され、第2支持部材312によって、太陽電池モジュール1のうちの第2長辺3a2に沿った端部が支持されれば、太陽電池モジュール1に正圧荷重あるいは負圧荷重が加えられても、太陽電池素子2にクラックが生じ難い。また、例えば、仮に、太陽電池素子2にクラックが生じたとしても、太陽電池素子2のうちのクラックによって分離された領域同士が配線材8によって接続が維持され得る。したがって、高出力の太陽電池モジュール1における出力の損失が低減され得る。

【0080】

また、第1の実施形態に係る太陽電池モジュール1では、例えば、第1太陽電池素子2Aの第1側面2a3は、第1方向（-X方向）において第2太陽電池素子2Bの第2側面2a4に対向するように配置されている。また、例えば、第2太陽電池素子2Bは、第2側面2a4を覆っている絶縁層2gを有し、第1太陽電池素子2Aの第1側面2a3は、第1太陽電池素子2Aの外部に対して露出している。そして、配線材8は、第1太陽電池素子2Aの第1側面2a3と第2太陽電池素子2Bの第2側面2a4との間の領域において、第1太陽電池素子2Aの第1側面2bよりも第2太陽電池素子2Bの第2側面2cに近い位置に配されている。これにより、例えば、配線材8と第2太陽電池素子2Bの半導体基板2aの第2側面2a4とが直に接触し難く、第1太陽電池素子2Aの第1側面2a3と配線材8とが接触し難い。このため、第1太陽電池素子2Aの第1側部2oにおいて

半導体基板 2 a が露出しているとしても、第 1 側部 2 o と配線材 8 との間でリーク電流が生じ難い。したがって、高出力の太陽電池モジュール 1 における出力の損失が低減され得る。

【0081】

< 3. 他の実施形態 >

なお、本発明は上記の第 1 の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良等が可能である。

【0082】

< 3-1. 第 2 の実施形態 >

上記第 1 の実施形態の太陽電池モジュール 1 において、例えば、図 23 および図 24 で示されるように、フレーム 7 において、短辺を成す一対の部材 7 b (第 3 部材 7 b 1 および第 4 部材 7 b 2) の断面係数が、長辺を成す一対の部材 7 a (第 1 部材 7 a 1 および第 2 部材 7 a 2) の断面係数よりも大きくなるように構成されてもよい。

10

【0083】

本実施形態の構成によれば、太陽電池装置 30 に正圧荷重あるいは負圧荷重が加えられた際に、一対の支持部材 31 の間に架設されて主として湾曲するように撓みが生じ得る一対の部材 7 b (第 3 部材 7 b 1 および第 4 部材 7 b 2) において、撓みの変位が低減され得る。その結果、太陽電池素子 2 におけるクラックの発生が低減され得る。なお、フレーム 7 を構成する一対の部材 7 a (第 1 部材 7 a 1 および第 2 部材 7 a 2) および一対の部材 7 b (第 3 部材 7 b 1 および第 4 部材 7 b 2) の断面係数は、例えば、C A D (Computer-Aided Design) によって作図された、各部材の長手方向と直交する断面の構造から、算出され得る。

20

【0084】

< 3-2. 第 3 の実施形態 >

上記第 1 の実施形態および上記第 2 の実施形態では、例えば、図 25 で示されるように、フレーム 7 の長辺を成す部材 7 a が、太陽電池モジュール 1 の積層体 1 s t の長辺 3 a に沿った端部 1 e a が嵌められた凹部 7 r a を有している。具体的には、フレーム 7 の第 1 部材 7 a 1 が、太陽電池モジュール 1 の積層体 1 s t における -X 側の長辺 3 a (第 1 長辺 3 a 1) に沿った第 1 端部 1 e a が嵌められた第 1 凹部 7 r a を有している。フレーム 7 の第 2 部材 7 a 2 が、太陽電池モジュール 1 の積層体 1 s t における +X 側の長辺 3 a (第 2 長辺 3 a 2) に沿った第 2 端部 1 e a が嵌められた第 2 凹部 7 r a を有している。つまり、透光性基板 3 の長辺 3 a 側の部分が、凹部 7 r a に嵌められている。

30

【0085】

また、例えば、図 26 で示されるように、フレーム 7 の短辺を成す部材 7 b が、太陽電池モジュール 1 の積層体 1 s t の短辺 3 b に沿った端部 1 e b が嵌められた凹部 7 r b を有している。具体的には、フレーム 7 の第 3 部材 7 b 1 が、太陽電池モジュール 1 の積層体 1 s t における -Y 側の短辺 3 b (第 1 短辺 3 b 1) に沿った第 3 端部 1 e b が嵌められた第 3 凹部 7 r b を有している。フレーム 7 の第 4 部材 7 b 2 が、太陽電池モジュール 1 の積層体 1 s t における +Y 側の短辺 3 b (第 2 短辺 3 b 2) に沿った第 4 端部 1 e b が嵌められた第 4 凹部 7 r b を有している。つまり、透光性基板 3 の短辺 3 b 側の部分が、凹部 7 r b に嵌められている。

40

【0086】

ここで、例えば、図 25 および図 26 で示されるように、第 1 凹部 7 r a の第 1 方向 (-X 方向) における深さおよび第 2 凹部 7 r a の第 1 方向 (-X 方向) における深さが、第 3 凹部 7 r b の第 2 方向 (+Y 方向) における深さおよび第 4 凹部 7 r b の第 2 方向 (+Y 方向) における深さよりも大きくなるように設定されてもよい。これにより、例えば、第 3 部材 7 b 1 と第 4 部材 7 b 2 とによって、太陽電池モジュール 1 の受光部が隠される領域の面積が低減される。また、ここでは、太陽電池装置 30 に正圧荷重および負圧荷重が加えられる際に、撓みによって太陽電池モジュール 1 の第 1 方向 (-X 方向) の長さが短くなるものの、第 1 凹部 7 r a および第 2 凹部 7 r a における第 1 方向 (-X 方向) における深さが深い。これにより、透光性基板 3 およびシート部材 6 を含む積層体 1 s t

50

が、第1部材7a1および第2部材7a2から脱落し難くなり得る。

【0087】

<3-3. 第4の実施形態>

上記各実施形態において、例えば、図27で示されるように、配線材8が、第1太陽電池素子2Aの第1面2b側から透光性基板3側に向けて延びて位置している第3部分83と、該第3部分83と第1部分81とを接続している屈曲部（第2屈曲部ともいう）8bと、を有していてもよい。このとき、第2屈曲部8bは、第2太陽電池素子2Bの第2側面2a4よりも第1太陽電池素子2Aの第1側面（露出部）2a3に近い位置に配される。

【0088】

具体的には、例えば、図27で示されるように、配線材8には、第3部分83のうちの透光性基板3側の端部に第2屈曲部8bが配されており、第3部分83のうちの第1太陽電池素子2A側の端部に第3屈曲部8cが配されている。これにより、配線材8には、第1太陽電池素子2Aの表面側バスバー電極2hに接続される部分と、第1太陽電池素子2Aと第2太陽電池素子2Bとの間の第1部分81と、をつなぐクランク形状の部分が形成されている。このような第2屈曲部8bおよび第3屈曲部8cは、例えば、予め配線材8に対してプレス加工などが施されることで、形成され得る。

【0089】

ここで、第3屈曲部8cは、例えば、配線材8のうちの第1太陽電池素子2Aの表面側バスバー電極2hに接続された部分を第1方向（-X方向）に延ばした延長線上において、第2太陽電池素子2Bの第2側面2a4よりも第1太陽電池素子2Aの第1側面（露出部）2a3に近い位置に配されている。また、例えば、第3部分83が、第2太陽電池素子2Bの第2側面2a4よりも第1太陽電池素子2Aの第1側面（露出部）2a3に近い位置に配されている。このため、例えば、第2屈曲部8bも、第2太陽電池素子2Bの第2側面2a4よりも第1太陽電池素子2Aの第1側面（露出部）2a3に近い位置に配されている。また、例えば、第2屈曲部8bおよび第3屈曲部8cは、透光性基板3と接する表面側封止材4a中に位置する。

【0090】

また、例えば、配線材8において、第1太陽電池素子2Aの表面側バスバー電極2hに接続される部分と、第1太陽電池素子2Aと第2太陽電池素子2Bとの間に位置する第1部分81との間の第1段差（+Z方向におけるずれ量）は、第2太陽電池素子2Bの裏面側バスバー電極2iに接続される部分と、第1部分81との第2段差（+Z方向におけるずれ量）よりも小さい。ここで、例えば、ラミネート工程の前における第1段差が、太陽電池モジュール1の第1太陽電池素子2Aの第1面2bと透光性基板3との間の距離よりも大きければ、ラミネート工程において、表面側封止材4aによって第2屈曲部8bが局所的に強く押され、第1太陽電池素子2Aに対して配線材8を介して過度の応力が加わり、第1太陽電池素子2Aにクラックが生じ易い。このため、ラミネート工程の前における第1段差が、太陽電池モジュール1の第1太陽電池素子2Aの第1面2bと透光性基板3との間の距離よりも小さければ、表面側封止材4aによって第2屈曲部8bが局所的に押される力が低減されるとともに、配線材8が、第1太陽電池素子2Aの第1側面（露出部）2a3から離され得る。このような構成が採用される場合、例えば、第1段差は、例えば、太陽電池素子2の厚みよりも小さく設定され得る。例えば、太陽電池素子2の厚みが、0.18mmの場合、第1段差は、0.1mmに設定され得る。

【0091】

以上のように、本実施形態では、例えば、配線材8が、第3部分83および第2屈曲部8bを有することで、該配線材8が、第1太陽電池素子2Aの第1側面（露出部）2a3から離れている。このため、配線材8と第1側面（露出部）2a3との接触によるリーク電流の発生が低減され得る。その結果、太陽電池モジュール1の出力の損失が低減され得る。

【0092】

＜ 3－4．第 5 の実施形態 ＞

上記各実施形態において、例えば、図 28 で示されるように、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 と第 2 太陽電池素子 2 B の第 2 側面 2 a 4 との間の領域において、第 1 太陽電池素子 2 A の第 1 側面 2 a 3 と配線材 8 との間に、絶縁部材 1 1 がさらに設けられてもよい。これにより、配線材 8 と第 1 側面（露出部）2 a 3 との接触によるリーク電流の発生が低減され得る。その結果、太陽電池モジュール 1 の出力の損失が低減され得る。

【0093】

なお、絶縁部材 1 1 は、例えば、樹脂等の絶縁性を有する材質で構成され得る。また、絶縁部材 1 1 は、例えば、配線材 8 に予め取り付けられていれば、太陽電池モジュール 1 内の適切な配置に配され得る。

10

【0094】

＜ 3－5．第 6 の実施形態 ＞

上記各実施形態において、例えば、図 29 および図 30 で示されるように、太陽電池モジュール 1 において、フレーム 7 が配されていないくてもよい。

【0095】

このとき、例えば、太陽電池装置 30 は、太陽電池モジュール 1 の一対の長辺 3 a に取り付けられた第 1 部材 7 a 1 および第 2 部材 7 a 2 を含むフレーム 7 を有していない。そして、例えば、太陽電池装置 30 は、透光性基板 3 の長辺 3 a の長手方向に沿って配置された長尺の支持部材 3 1 を有し、透光性基板 3 の長辺 3 a に沿った部分が、支持部材 3 1 による接触によって支持される構造である。つまり、例えば、太陽電池装置 30 は、太陽電池モジュール 1 のうちの第 1 長辺 3 a 1 に沿った端部を支持するように配置された支持部材（第 1 支持部材）3 1 と、太陽電池モジュール 1 のうちの第 2 長辺 3 a 2 に沿った端部を支持するように配置された支持部材（第 2 支持部材）3 1 とを備えている。

20

【0096】

このような構成であっても、上記第 1 の実施形態と同様に、太陽電池モジュール 1 における太陽電池素子 2 のクラックの発生が低減され得る。その結果、太陽電池モジュール 1 における出力の損失が低減され得る。

【0097】

なお、上記各実施形態をそれぞれ構成する全部または一部を、適宜、矛盾しない範囲で組み合わせ可能であることは、言うまでもない。

30

【符号の説明】

【0098】

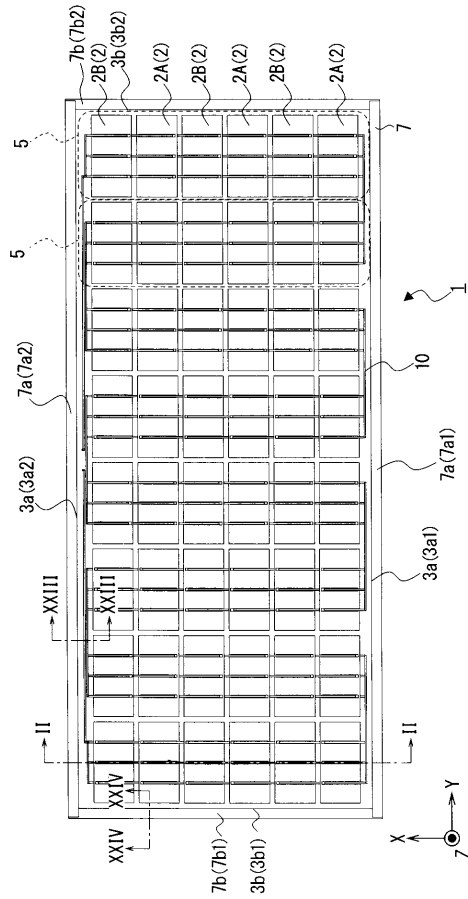
- 1 太陽電池モジュール
- 1 e a 端部，第 1 端部，第 2 端部
- 1 e b 端部，第 3 端部，第 4 端部
- 1 s t 積層体
- 2 太陽電池素子
- 2 A 第 1 太陽電池素子
- 2 B 第 2 太陽電池素子
- 2 a 半導体基板
- 2 a 1 第 1 基板表面
- 2 a 2 第 2 基板表面
- 2 a 3 第 1 側面
- 2 a 4 第 2 側面
- 2 a 5 第 3 側面
- 2 a 6 第 4 側面
- 2 b 第 1 面
- 2 c 第 2 面
- 2 f 逆導電型層
- 2 g 絶縁層

40

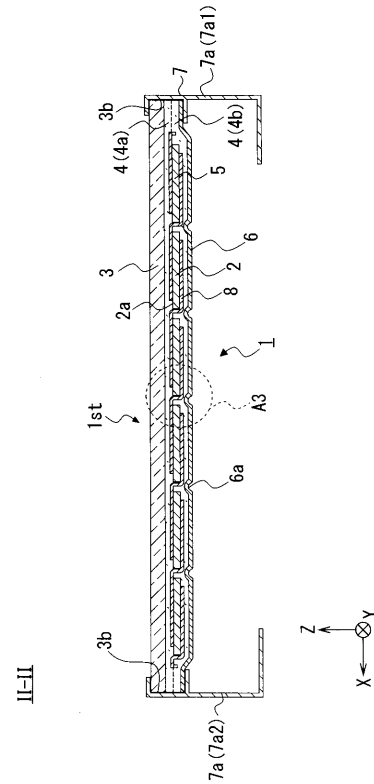
50

2 h	表面側バスバー電極	
2 i	裏面側バスバー電極	
2 j	フィンガー電極	
2 k	裏面電極	
2 l	B S F 領域	
2 o	第 1 側部	
2 p	第 2 側部	
2 q	第 3 側部	
2 r	第 4 側部	
3	透光性基板	10
3 a	長辺	
3 a 1	第 1 長辺	
3 a 2	第 2 長辺	
3 b	短辺	
3 b 1	第 1 短辺	
3 b 2	第 2 短辺	
4	封止材	
4 a	表面側封止材	
4 b	裏面側封止材	
5	太陽電池素子群	20
6	シート部材	
6 a	凹部	
7	フレーム	
7 a 1	第 1 部材	
7 a 2	第 2 部材	
7 b 1	第 3 部材	
7 b 2	第 4 部材	
7 r a	凹部，第 1 凹部，第 2 凹部	
7 r b	凹部，第 3 凹部，第 4 凹部	
8	配線材	30
8 a	屈曲部（第 1 屈曲部）	
8 b	第 2 屈曲部	
8 c	第 3 屈曲部	
1 1	絶縁部材	
3 0	太陽電池装置	
3 1	支持部材	
8 1	第 1 部分	
8 2	第 2 部分	
8 3	第 3 部分	
3 1 1	第 1 支持部材	40
3 1 2	第 2 支持部材	

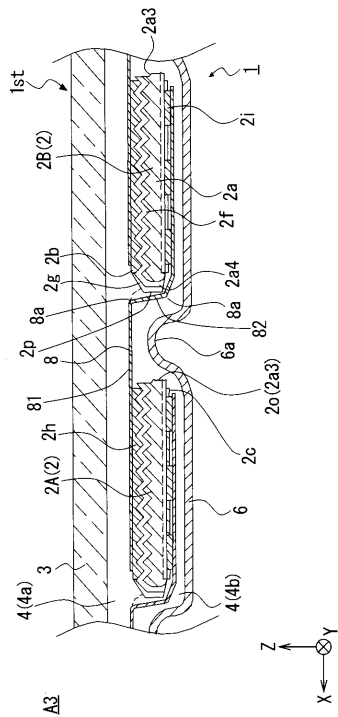
【図 1】



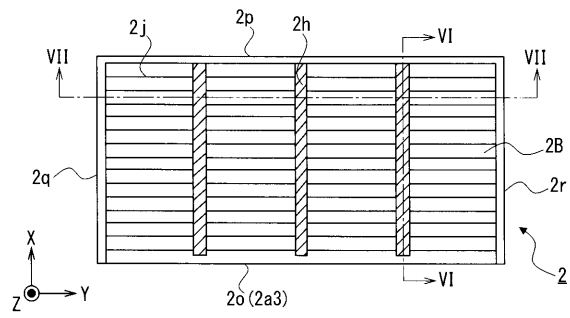
【図 2】



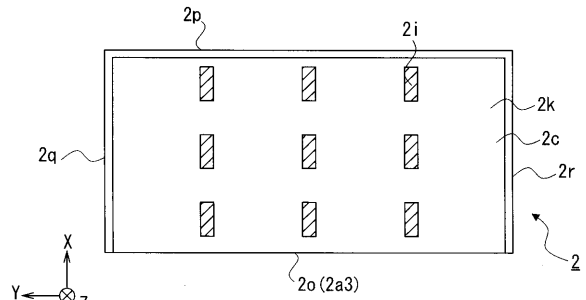
【図 3】



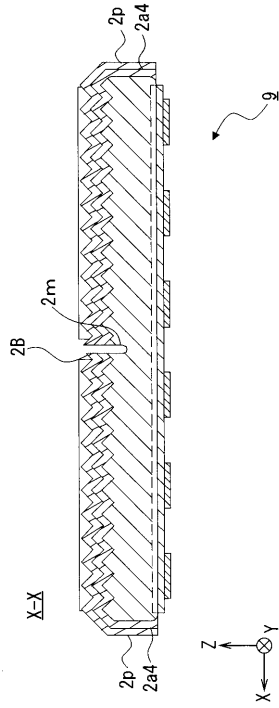
【図 4】



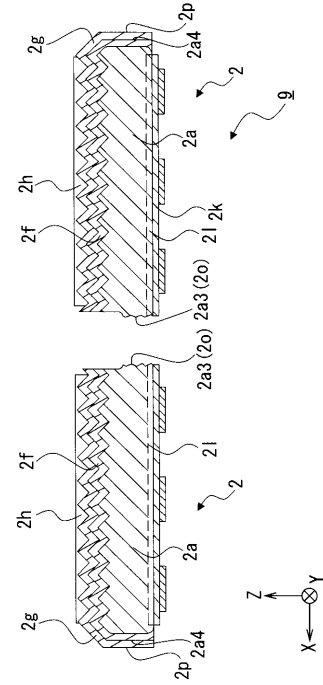
【図 5】



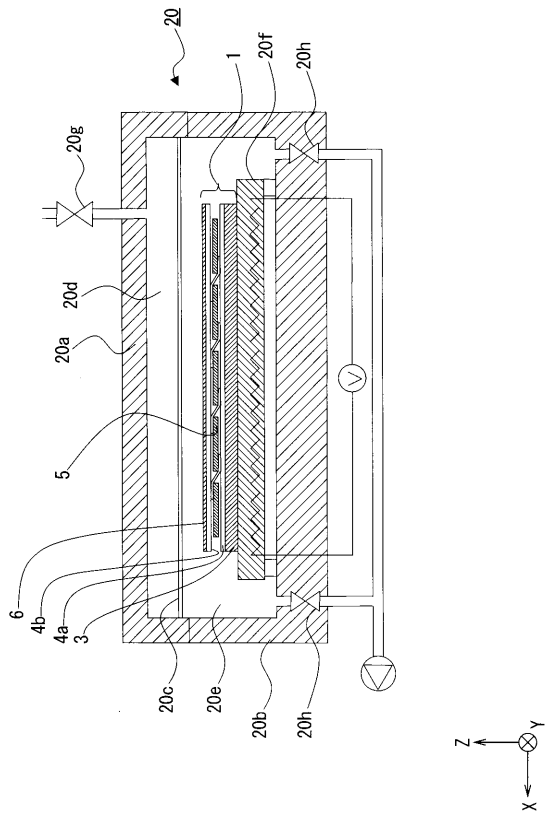
【図 10】



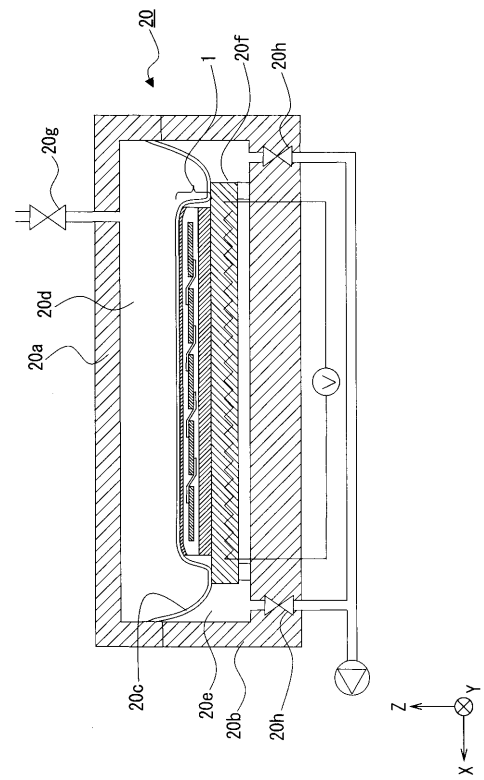
【図 11】



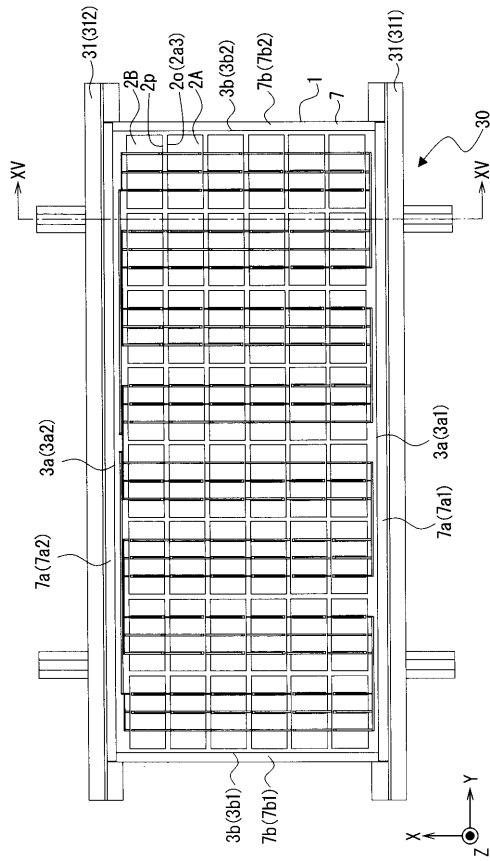
【図 12】



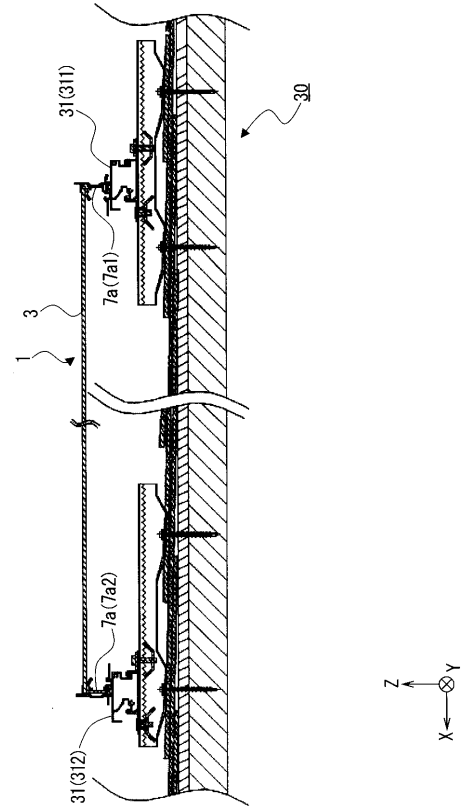
【図 13】



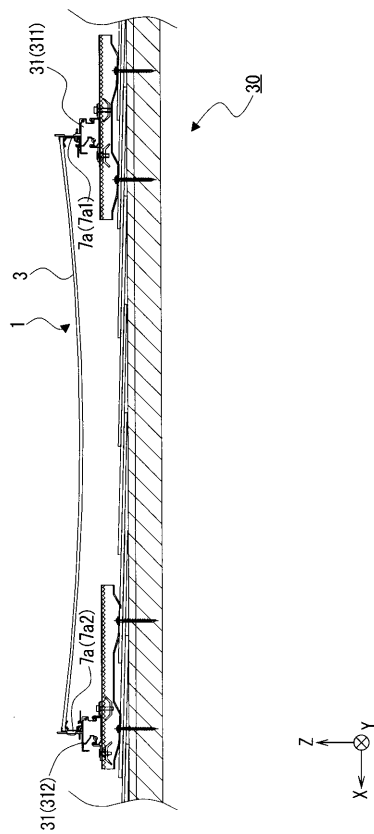
【図 14】



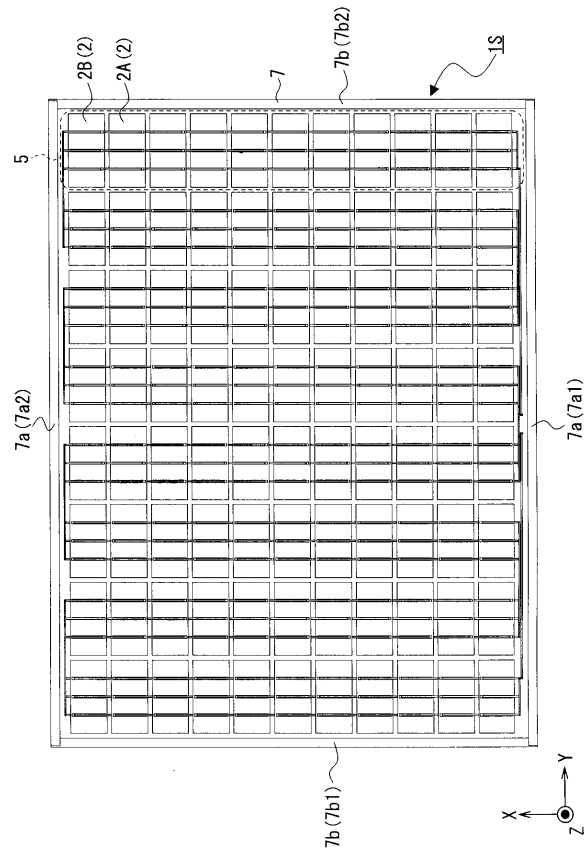
【図 15】



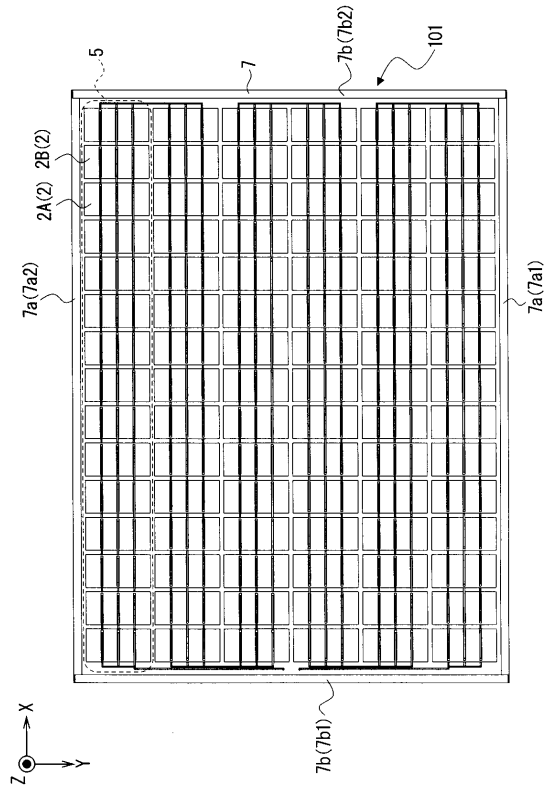
【図 16】



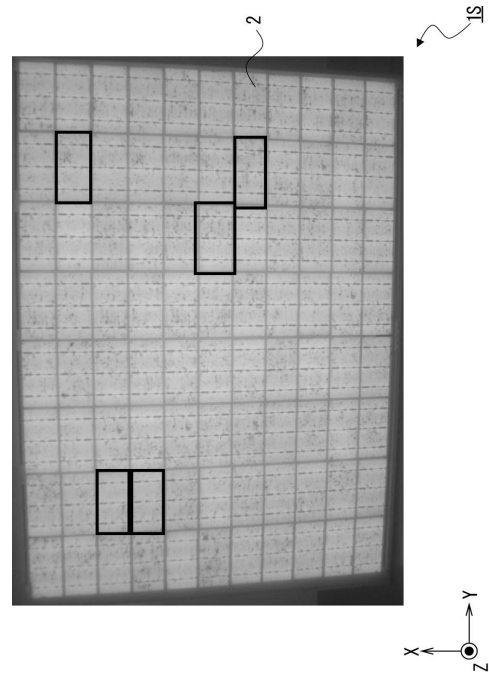
【図 17】



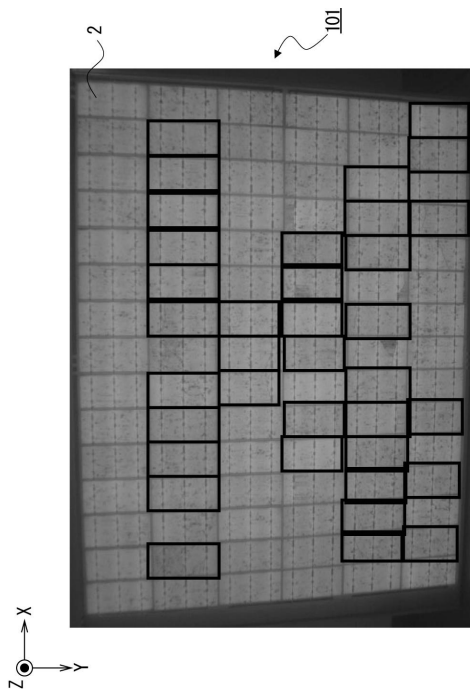
【図 18】



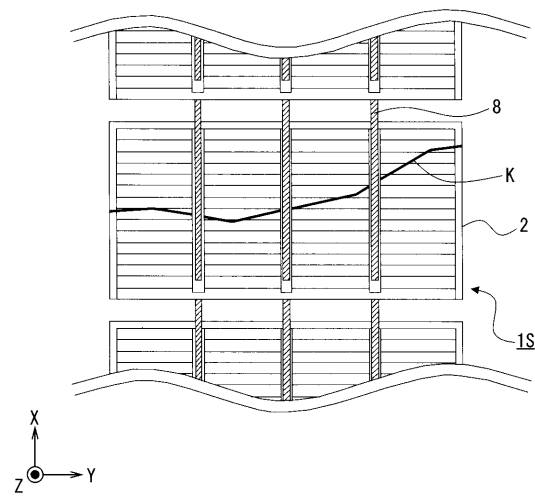
【図 19】



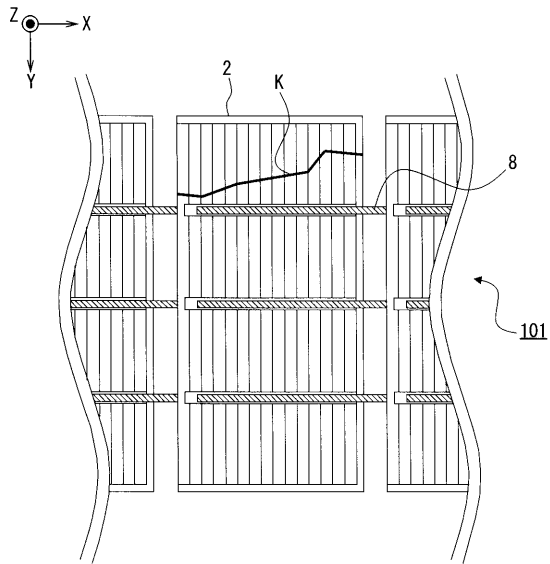
【図 20】



【図 21】

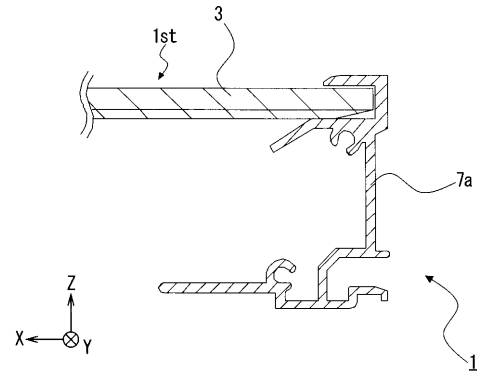


【図 2 2】



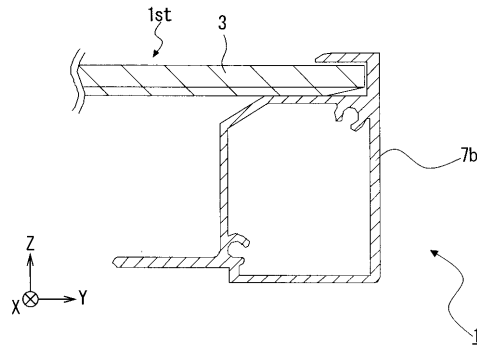
【図 2 3】

XXIII-XXIII



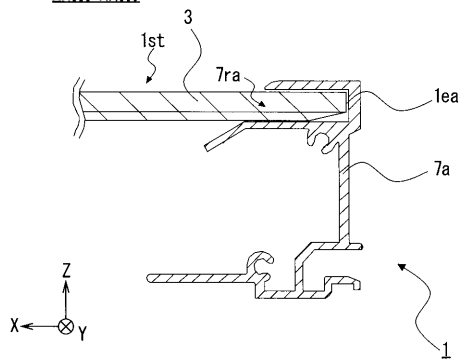
【図 2 4】

XXIV-XXIV



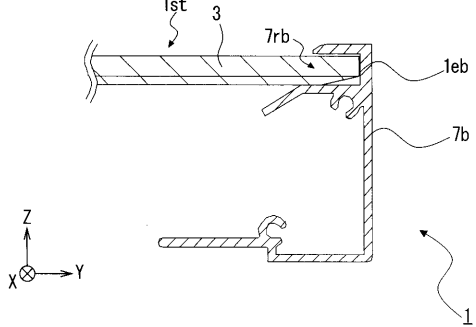
【図 2 5】

XXIII-XXIII

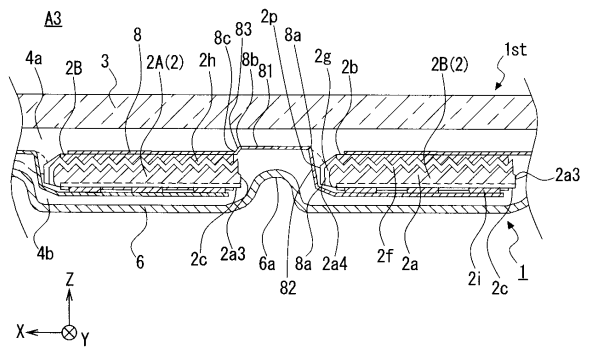


【図 2 6】

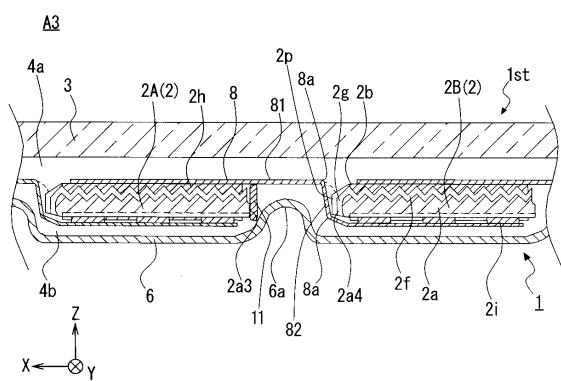
XXIV-XXIV



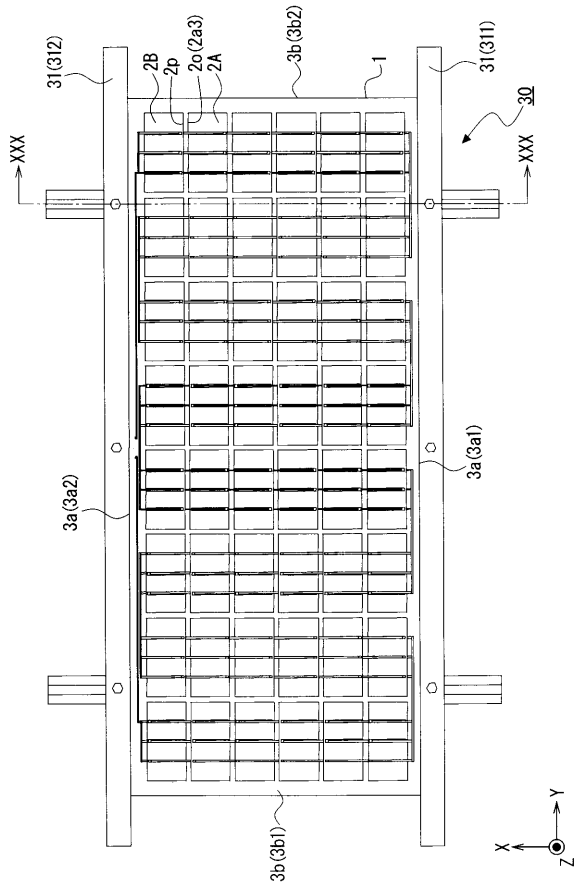
【図 2 7】



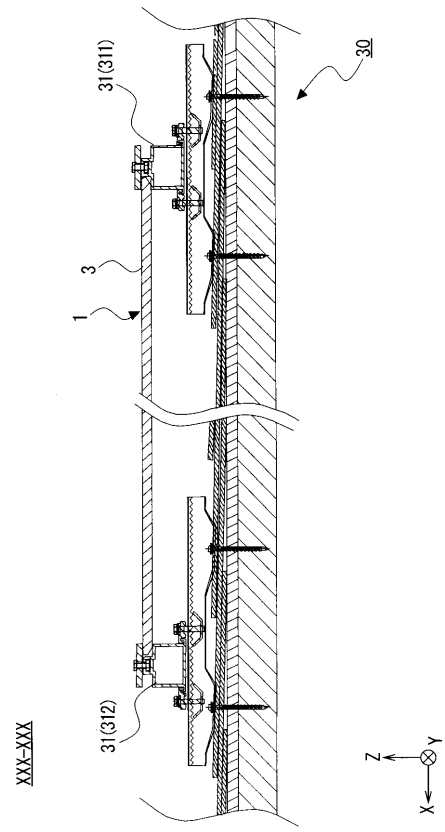
【図 2 8】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-089577 (JP, A)
特開2013-069796 (JP, A)
特開2012-251304 (JP, A)
国際公開第2012/043770 (WO, A1)
米国特許出願公開第2010/0032006 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/04-31/056