

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5247931号
(P5247931)

(45) 発行日 平成25年7月24日 (2013. 7. 24)

(24) 登録日 平成25年4月19日 (2013. 4. 19)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 31/042 (2006. 01)	H O 1 L 31/04 R
B 2 9 C 63/02 (2006. 01)	B 2 9 C 63/02

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-502043 (P2012-502043)	(73) 特許権者	000174862
(86) (22) 出願日	平成23年7月8日 (2011. 7. 8)		三井・デュボンポリケミカル株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/065729		東京都港区東新橋1丁目5番2号
(87) 国際公開番号	W02012/005367	(74) 代理人	100140877
(87) 国際公開日	平成24年1月12日 (2012. 1. 12)		弁理士 西山 崇
審査請求日	平成24年1月12日 (2012. 1. 12)	(74) 代理人	100140545
(31) 優先権主張番号	特願2010-157205 (P2010-157205)		弁理士 早瀬 貴介
(32) 優先日	平成22年7月9日 (2010. 7. 9)	(74) 代理人	100084995
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 加藤 和詳
早期審査対象出願		(72) 発明者	中田 一之
前置審査			千葉県市原市千種海岸6番地 三井・デュ ボンポリケミカル株式会社内
		(72) 発明者	大木 和幸
			千葉県市原市千種海岸6番地 三井・デュ ボンポリケミカル株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュールの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可撓性部材と、該可撓性部材によって仕切られた第1チャンバー及び第2チャンバーと、第2チャンバー内に前記可撓性部材に対向して設けられ加熱手段を有する載置盤と、を備えた二重真空室方式ラミネーターの前記載置盤上に、少なくとも、第1ガラス製部材、エチレン・アクリル酸メチル共重合体 (EMA)、エチレン・アクリル酸エチル共重合体 (EEA)、エチレン・アクリル酸共重合体 (EAA)、エチレン・メタクリル酸共重合体 (EMAA)、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマー、ポリエチレン、変性ポリエチレン、シリコン樹脂、又はウレタン樹脂を含む封止材、太陽電池素子、及び第2ガラス製部材である透光性部材をこの順に有し前記封止材の外周が前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周の内側に位置するモジュール積層体を、前記第1ガラス製部材が前記可撓性部材側となるように載置する第1工程と、

前記第1工程の後、前記第1チャンバー内及び前記第2チャンバー内を減圧する第2工程と、

前記第2工程の後、前記第1チャンバー内の圧力を0.005MPa～0.090MPa (ゲージ圧-0.096MPa～-0.011MPa) に上昇させ、撓み変形した前記可撓性部材によって前記モジュール積層体を加熱された前記載置盤に押圧することにより、前記モジュール積層体を加熱圧着し一体化させて、前記封止材の外周が前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周の内側に位置するか、又は、前記封止材の外周が前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周と重なる、封止材の変形が抑制された太陽電池

10

20

モジュールを得る第3工程と、
を有する太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項2】

前記モジュール積層体に含まれる前記封止材が矩形の封止材シートであり、
前記加熱圧着による前記封止材シートの拡がりの該封止材シート一辺の中での最大値を
封止材シート四辺について平均した平均最大値と、
前記加熱圧着による前記封止材シートの拡がりの該封止材シート一辺の中での最小値を
封止材シート四辺について平均した平均最小値と、
の差の絶対値が2 mm以下である請求項1に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項3】

前記透光性部材の曲げ弾性率が1 GPa以上である請求項1又は請求項2に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項4】

前記封止材が、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマーを含む請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項5】

前記モジュール積層体が、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成された前記透光性部材の該アモルファスシリコン太陽電池素子上に、前記封止材と前記第1ガラス製部材とをこの順に有する請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項6】

前記モジュール積層体が、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成された前記透光性部材の該アモルファスシリコン太陽電池素子上に、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマーを含む封止材と、前記第1ガラス製部材と、をこの順に有する請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項7】

前記第1ガラス製部材の厚みが4 mm以下である請求項1～請求項6のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項8】

前記モジュール積層体は、前記封止材の外周と前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周との距離が1.5 mm～2.5 mmである請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池モジュールの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池素子は、単結晶シリコン基板或多結晶シリコン基板を用いて作製することが多い。また、太陽電池素子を含む太陽電池モジュールの構成は、通常、エチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）などを主成分とする封止材（encapsulant）が透光性基板と裏面保護材との間に封入され、この封止材によって太陽電池素子が封止された構成となっている。太陽電池モジュールを上記構成とする理由は、太陽電池素子が物理的衝撃に弱いためであり、また、太陽電池モジュールを野外に取り付ける場合、風雨による損傷や物理的な損傷から太陽電池素子を保護する必要があるためである。

【0003】

太陽電池モジュールを製造する方法としては、透光性基板、封止材、太陽電池素子、封止材、及び裏面保護材をこの順に重ね合わせたモジュール積層体を準備し、二重真空室方式のラミネーターを用いて前記モジュール積層体を加熱圧着し一体化させて太陽電池モジュールを得る製造方法が一般的である。

図7は、二重真空室方式のラミネーターの一例を示す概略断面図である。

図7に示す二重真空室方式のラミネーターは、ダイヤフラム（以下、「可撓性部材」と表現する場合がある）101（例えば、シリコンゴム製のダイヤフラム）と、ダイヤフラム101によって仕切られた上部チャンバー（以下、「第1チャンバー」と表現する場合がある）102及び下部チャンバー（以下、「第2チャンバー」と表現する場合がある）104と、下部チャンバー104内に設けられた載置盤103と、を備えている。載置盤103にはヒーター133が内蔵されている。載置盤103には、加熱圧着処理の対象となるモジュール積層体207が載置される。

【0004】

図8は、従来のモジュール積層体の一例であるモジュール積層体207を示す概略断面図である。図8に示すように、モジュール積層体207は、透光性基板221、封止材222、太陽電池素子223、封止材224、及び裏面保護材225を、この順に重ねた構成となっている。透光性基板221、封止材222、封止材224、及び裏面保護材225は、これら各部材の法線方向からみたときに、これら各部材の外周が重なるように配置されている（ここで各部材は、法線方向からみた形状及び大きさが同一となっている）。

【0005】

以下、従来の太陽電池モジュールの製造方法の一例として、図7に示すラミネーターを用いた製造方法の一例を説明する。

【0006】

(1) 透光性基板221、封止材222、太陽電池素子223、封止材224及び裏面保護材225を、この順に重ね合わせてモジュール積層体207を形成する。次に、下部チャンバー104を開き、載置盤103上にモジュール積層体207を、透光性基板221が載置盤103側、かつ、裏面保護材225がダイヤフラム101側となるように載置する。その後、下部チャンバー104を閉じる。

(2) 上部チャンバー102を真空減圧する。

(3) 上部チャンバー102の真空減圧を止めると同時に下部チャンバー104についても真空減圧する。

(4) ヒーター133によって載置盤103を加熱することにより、封止材224、222の加熱を行う。封止材224、222の加熱は、封止材224、222を構成する樹脂が軟化または溶融する温度となるまで行う。

(5) 次に、下部チャンバー104を真空減圧したまま上部チャンバー102を大気圧に戻し、下部チャンバー104と上部チャンバー102との圧力差を利用して、ダイヤフラム101でモジュール積層体207を載置盤103に向けて押圧し、モジュール積層体207を加熱圧着する。

(6) 封止材224、222を構成する樹脂が、架橋反応が必要な樹脂（例えば、エチレン酢酸ビニル共重合体（EVA））である場合には、更に架橋反応を起こす温度まで、封止材224、222を加熱し、架橋が終了するまでその温度を維持する。

(7) 十分な圧着時間が経過した後、下部チャンバー104を大気圧に戻す。その後、下部チャンバー104を開放し、モジュール積層体207が一体化して得られた太陽電池モジュールを取り出す。

【0007】

上記のような従来の太陽電池モジュールの製造方法では、製造された太陽電池モジュールの中に気泡が発生する場合がある。気泡の発生は、その箇所からの剥離（delamination）、雨水の浸入、絶縁不良を招くので好ましくない。気泡は、貼り合わせる各部材間に存在する空気の排気（脱気）不足、溶融する封止材に巻き込まれた空気の排気（脱気）不足、各部材を構成する材料中に含まれる揮発成分の排気（脱気）不足など、多種の原因によって生じる。

【0008】

太陽電池モジュールの気泡防止のため、各種の方法が提案されている。

例えば、封止材中に含まれる架橋剤の急激な分解に起因する発泡現象を防止する方法が

10

20

30

40

50

知られている（例えば、特許第4401649号公報参照）。

また、予備加圧してから加熱を開始して、加熱圧着する方法が知られている（例えば、特開2003-282920号公報参照）。

また、加熱前に積層体を真空状態で短時間放置後、加熱圧着する方法が知られている（例えば、特許第2915327号公報参照）が知られている。

また、誘導加熱を用いた二重真空室方式のラミネーターが知られている（例えば、特開2010-23485号公報参照）。

【0009】

また、被ラミネート体を加圧加熱する前に、ダイヤフラムを所定温度に予熱しておくことで、被ラミネート体の加圧加熱時に、載置盤に接する面側と、ダイヤフラムによって加圧される面側とに、大きな温度差が生じるのを防止することができる太陽電池モジュールの封止方法が知られている（例えば、特許4347454号公報参照）。

10

【0010】

また、気泡残り、太陽電池セルの移動あるいは封止樹脂の端面からのはみ出し（squeezing out）を抑制できる外観良好な太陽電池モジュールの製造方法であるとして、封止処理容器内の圧力を0.05MPa以上かつ大気圧以下に調整する太陽電池モジュールの製造方法が知られている（例えば、特許第3875715号公報及び国際公開第2004/038811号パンフレット参照）。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0011】

しかしながら、本発明者らの検討により、二重真空室方式のラミネーターを用い、排気された上部チャンバーを大気圧まで戻すことによりダイヤフラムでモジュール積層体を押圧して太陽電池モジュールを得る方法では、前記モジュール積層体の一部材としてガラス製部材が含まれる場合に、太陽電池モジュールのコーナー部分に気泡が発生し易いことがわかった。

【0012】

また、従来、モジュール積層体としては、図8に示したモジュール積層体207のように、各部材の外周が重なるように構成されたモジュール積層体を用いることが多かった。このような構成のモジュール積層体では、加熱圧着処理後、溶融した封止材が透光性基板及び裏面保護材の外周からはみ出す。そこで従来は、加熱圧着処理後、透光性基板及び裏面保護材の外周からはみ出した封止材を除去することが行われていた。この封止材の除去の操作は、トリミングと呼ばれている。

30

近年では、上記トリミングを省略するために、透光性基板及び裏面保護材よりも小さい封止材を用い、モジュール積層体の構造を、封止材の外周が、透光性基板及び裏面保護材の外周の内側に配置される構造とすることも行われている。これにより、加熱圧着処理による封止材のはみ出し（squeezing out）を防止している。

【0013】

しかしながら、本発明者らの検討により、モジュール積層体の構造を上記「封止材の外周が、透光性基板及び裏面保護材の外周の内側に配置される構造」とし、従来の太陽電池モジュールの製造方法を用いて該モジュール積層体を加熱圧着した場合、加熱圧着処理により封止材の形状が変形し易いことが明らかとなった。

40

【0014】

本発明は上記状況に鑑みなされたものである。上記状況の下、太陽電池モジュールを製造する際、コーナー部分における気泡の発生が抑制され、かつ、加熱圧着処理による封止材の変形が抑制される太陽電池モジュールの製造方法が求められている。

【課題を解決するための手段】

【0015】

前記課題を解決するための具体的手段は以下のとおりである。

<1> 可撓性部材と、該可撓性部材によって仕切られた第1チャンバー及び第2チャン

50

バーと、第2チャンバー内に前記可撓性部材に対向して設けられ加熱手段を有する載置盤と、を備えた二重真空室方式ラミネーターの前記載置盤上に、少なくとも、第1ガラス製部材、エチレン・アクリル酸メチル共重合体（EMA）、エチレン・アクリル酸エチル共重合体（EEA）、エチレン・アクリル酸共重合体（EAA）、エチレン・メタクリル酸共重合体（EMAA）、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマー、ポリエチレン、変性ポリエチレン、シリコン樹脂、又はウレタン樹脂を含む封止材、太陽電池素子、及び第2ガラス製部材である透光性部材をこの順に有し前記封止材の外周が前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周の内側に位置するモジュール積層体を、前記第1ガラス製部材が前記可撓性部材側となるように載置する第1工程と、前記第1工程の後、前記第1チャンバー内及び前記第2チャンバー内を減圧する第2工程と、前記第2工程の後、前記第1チャンバー内の圧力を0.005MPa～0.090MPa（ゲージ圧－0.096～－0.011MPa）に上昇させ、撓み変形した前記可撓性部材によって前記モジュール積層体を加熱された前記載置盤に押圧することにより、前記モジュール積層体を加熱圧着し一体化させて、前記封止材の外周が前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周の内側に位置するか、又は、前記封止材の外周が前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周と重なる、封止材の変形が抑制された太陽電池モジュールを得る第3工程と、を有する太陽電池モジュールの製造方法である。

10

【0016】

<2> 前記モジュール積層体に含まれる前記封止材が矩形の封止材シートであり、前記加熱圧着による前記封止材シートの拡がりの該封止材シート一辺の中での最大値を封止材シート四辺について平均した平均最大値と、前記加熱圧着による前記封止材シートの拡がりの該封止材シート一辺の中での最小値を封止材シート四辺について平均した平均最小値と、の差の絶対値が2mm以下である<1>に記載の太陽電池モジュールの製造方法である。

20

<3> 前記透光性部材の曲げ弾性率が1GPa以上である<1>又は<2>に記載の太陽電池モジュールの製造方法である。

<4> 前記封止材が、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマーを含む<1>～<3>のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法である。

【0017】

<5> 前記モジュール積層体が、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成された前記透光性部材の該アモルファスシリコン太陽電池素子上に、前記封止材と前記第1ガラス製部材とをこの順に有する<1>～<4>のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法である。

30

<6> 前記モジュール積層体が、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成された前記透光性部材の該アモルファスシリコン太陽電池素子上に、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマーを含む封止材と、前記第1ガラス製部材と、この順に有する<1>～<5>のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法である。

<7> 前記第1ガラス製部材の厚みが4mm以下である<1>～<6>のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法である。

<8> 前記モジュール積層体は、前記封止材の外周と前記第1ガラス製部材及び前記透光性部材の外周との距離が1.5mm～2.5mmである<1>～<7>のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールの製造方法である。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、太陽電池モジュールを製造する際、コーナー部分における気泡の発生が抑制され、かつ、加熱圧着処理による封止材の変形が抑制される太陽電池モジュールの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に好適に用いられるラミネーターの一例を示す概略断面図である。

50

【図2】本発明におけるモジュール積層体の一例を示す概略断面図である。

【図3】本発明におけるモジュール積層体の別の一例を示す概略断面図である。

【図4】比較例1に係る太陽電池モジュールのコーナー部分を示す写真である。

【図5】実施例2に係る太陽電池モジュールの全体を示す写真である。

【図6】比較例3に係る太陽電池モジュールの全体を示す写真である。

【図7】従来のラミネーターの一例を示す概略断面図である。

【図8】従来のモジュール積層体の一例を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の太陽電池モジュールの製造方法は、可撓性部材と、該可撓性部材によって仕切られた第1チャンバー及び第2チャンバーと、第2チャンバー内に設けられ加熱手段を有する載置盤と、を備えた二重真空室方式ラミネーターの前記載置盤上に、少なくとも、ガラス製部材、封止材、太陽電池素子、及び透光性部材をこの順に有し前記封止材の外周が前記ガラス製部材及び前記透光性部材の外周の内側に位置するモジュール積層体を、前記ガラス製部材が前記可撓性部材側となるように載置する第1工程と、前記第1チャンバー内及び前記第2チャンバー内を減圧する第2工程と、前記第2工程の後、前記第1チャンバー内の圧力を0.005～0.090MPa（ゲージ圧－0.096～－0.011MPa）に上昇させ、撓み変形した前記可撓性部材によって前記モジュール積層体を、加熱された前記載置盤に押圧することにより、前記モジュール積層体を加熱圧着し一体化させて太陽電池モジュールを得る第3工程と、を有する。

【0021】

本発明の太陽電池モジュールの製造方法によれば、太陽電池モジュールを製造する際、コーナー部分における気泡の発生が抑制され、かつ、加熱圧着処理による封止材の変形が抑制される。

上記効果が得られる理由は、以下のように推測される。但し、本発明は以下の理由によって限定されることはない。

【0022】

従来の太陽電池モジュールの製造方法では、二重真空室方式のラミネーターを用い、裏面保護材、封止材、太陽電池素子、封止材、及び透光性基板をこの順に有するモジュール積層体をダイヤフラムで押圧して加熱圧着する際、上部チャンバーを大気圧（0.101MPa；即ち、ゲージ圧0MPa）まで上昇させていた。

しかしながら、上記従来の製造方法では、裏面保護材としてガラス製部材（ガラスシート）を用いた場合、ガラス製部材が高い剛性（曲げ弾性率）を有すること、及び、圧着力（押圧）が強すぎることに起因して、以下の問題が生じる。

即ち、加熱圧着処理後、下部チャンバーが大気圧に戻されてガラス製部材がダイヤフラムによる押圧から開放される際、ガラス製部材に対し、ダイヤフラムで押圧されて撓んでいる状態から反発してもとの形状に戻ろうとする反発力が強く働く。即ち、ダイヤフラムによる押圧及び該押圧からの開放により、ガラス製部材に大きな応力変化が生じる。このときの応力変化により、特に、該応力変化が集中するガラス製部材のコーナー部分において気泡が発生しやすくなる。

この現象は、モジュール積層体（太陽電池モジュール）の一部材としてガラス製部材が含まれる場合に発生し、モジュール積層体（太陽電池モジュール）にガラス製部材が含まれない場合（例えば、ガラス製部材に代えてプラスチックフィルムを用いた場合）には発生しない、という特異な現象である。

【0023】

上記従来の製造方法に対し、本発明の太陽電池モジュールの製造方法では、第3工程において、第1チャンバー内の圧力を、大気圧よりも低い0.090MPa以下に上昇させる。このため、第3工程において、第1チャンバー内の圧力を大気圧まで上昇させる従来の方法と比較して、第1チャンバー内と第2チャンバー内との圧力差が緩和され、ひいては、モジュール積層体に加わる圧着力が軽減され、ガラス製部材に加わる圧着力も軽減さ

10

20

30

40

50

れる。これにより、第3工程の後、第2チャンバーを大気圧に開放してモジュール積層体を取り出す際にガラス製部材に生じる反発力、及び、ダイヤフラムによる押圧及び該押圧からの開放によって生じる応力変化を、従来の製造方法に比べて小さくすることができる。

従って、本発明の太陽電池モジュールの製造方法によれば、応力変化が集中するガラス製部材のコーナー部分における気泡の発生を抑制できる。

【0024】

更に、上記従来の製造方法では、少なくとも、ガラス製部材、封止材、太陽電池素子、及び透光性部材をこの順に有し前記封止材の外周が前記ガラス製部材及び前記透光性部材の外周の内側に位置するモジュール積層体（例えば、後述の図2、図3、及び図5参照）を一体化させて太陽電池モジュールを得る場合、ガラス製部材が高い剛性（曲げ弾性率）を有すること、及び、押圧（圧着力）が強すぎることに起因して、加熱圧着処理により封止材が変形し、外観上の問題を生じることがある。例えば、加熱圧着処理により、封止材の形状が、コーナー部分が丸みを帯びた形状に変形したり、各辺の中央が内側に入り込んだ形状に変形したりすることがある（例えば、後述の図6参照）。

この現象も、モジュール積層体（太陽電池モジュール）の一部材としてガラス製部材が含まれる場合に発生し、モジュール積層体（太陽電池モジュール）にガラス製部材が含まれない場合（例えば、ガラス製部材に代えてプラスチックフィルムを用いた場合）には発生しない、という特異な現象である。この理由は、プラスチックフィルムはガラス製部材に比べて剛性（曲げ弾性率）が低くフレキシブルであるため、加熱圧着処理時にかかる圧着力を均一に逃がすことができるため、と推測される。

【0025】

上記従来の製造方法に対し、本発明の太陽電池モジュールの製造方法では、第3工程において、第1チャンバー内の圧力を、大気圧よりも低い0.090MPa以下に上昇させるので、封止材に加わる圧着力を低減させることができ、加熱圧着処理による封止材の変形を抑制できる。

【0026】

更に、本発明の太陽電池モジュールの製造方法では、第3工程において、第1チャンバー内の圧力を0.005MPa以上に上昇させるので、モジュール積層体に対する圧着力を十分に確保できる。

この前記第3工程で得られる圧着力は、モジュール積層体内の気体を排気するには十分な圧着力であるので、モジュール積層体内の脱気不足による気泡の発生を抑制できる。その結果、本発明の太陽電池モジュールの製造方法によれば、コーナー部分を含めた太陽電池モジュールの全面にわたる気泡の発生を防止できる。

【0027】

以上の理由により、本発明の太陽電池モジュールの製造方法によれば、コーナー部分における気泡の発生を抑制し、加熱圧着処理による封止材の変形を抑制しながら、太陽電池モジュールを製造できると考えられる。

【0028】

以下、本発明の太陽電池モジュールの製造方法の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0029】

図1は、本発明の太陽電池モジュールの製造方法に好適に用いられる、二重真空室方式のラミネーターの一実施形態を示す概略断面図である。

図1に示すように、本実施形態における二重真空室方式のラミネーターは、可撓性部材としてのダイヤフラム101と、第1チャンバーとしての上部チャンバー102と、第2チャンバーとしての下部チャンバー104と、を備えている。

上部チャンバー102と下部チャンバー104とは、ダイヤフラム101によって仕切られている。即ち、上部チャンバー102の内部空間は、該上部チャンバー102の内壁とダイヤフラム101とによって形成されており、下部チャンバー104の内部空間は、

10

20

30

40

50

該下部チャンバー１０４の内壁とダイヤフラム１０１とによって形成されている。

【００３０】

下部チャンバー１０４は開閉できるように構成されている（図１は、下部チャンバー１０４が開いた状態を示している）。

本実施形態では、下部チャンバー１０４が開いた状態のときにモジュール積層体１０７を出し入れし（例えば、前記第１工程の操作を行い）、下部チャンバー１０４が閉じた状態のときに上部チャンバー１０２内の圧力を変化させる（例えば、前記第３工程の操作を行う）。

【００３１】

図１に示すように、上部チャンバー１０２及び下部チャンバー１０４は、それぞれ、通気口を有しており、この通気口を介した吸気又は排気により、チャンバー内の圧力を上昇又は低下できるようになっている。例えば、チャンバー内の圧力を低下させる場合には、不図示の排気手段（例えば真空ポンプ）によって前記通気口を通じてチャンバー内を排気する。例えば、チャンバー内の圧力を上昇させる場合には、不図示のガス供給手段によって前記通気口を通じてチャンバー内に、空気、窒素等を供給する。

なお、上部チャンバー１０２及び下部チャンバー１０４は図１に示す形態に限定されることはなく、吸気口及び排気口を別個に備えた構成であってもよい。

【００３２】

ダイヤフラム１０１は、上部チャンバー１０２と下部チャンバー１０４との圧力差に応じて撓み変形する可撓性部材であり、例えば、シリコンゴム等により構成される。

撓み変形したダイヤフラム１０１によって、モジュール積層体１０７を載置盤１０３に向けて押圧する。

【００３３】

下部チャンバー１０４には載置盤１０３が設けられている。載置盤１０３の表面は、ダイヤフラム１０１と対向している。

載置盤１０３上には、モジュール積層体１０７が載置される。

更に、載置盤１０３には、モジュール積層体１０７を加熱するためのヒーター１３３（加熱手段）が内蔵されている。

【００３４】

本実施形態に係るラミネーターは、載置盤１０３上にモジュール積層体１０７を載置し、下部チャンバー１０４を閉じたときに、モジュール積層体１０７とダイヤフラム１０１との間に、隙間（クリアランス）が生じるように構成されている。

この隙間、即ち、モジュール積層体１０７とダイヤフラム１０１との距離は、通常５ｍｍ～２００ｍｍ、好ましくは１０ｍｍ～１００ｍｍとなっている。

【００３５】

本発明におけるモジュール積層体（例えば、モジュール積層体１０７）は、少なくとも、ガラス製部材、封止材、太陽電池素子、及び透光性部材をこの順に有し前記封止材の外周が前記ガラス製部材及び前記透光性部材の外周の内側に位置する構成となっている（例えば、後述の図２、図３、及び図５参照）。即ち、封止材の大きさが、ガラス製部材及び透光性部材の大きさよりも小さくなっている。

前記ガラス製部材及び前記透光性部材の大きさ及び形状には特に限定はないが、前記ガラス製部材及び前記透光性部材としては、例えば、一辺２００ｍｍ～３０００ｍｍの四角形（正方形又は長方形）の部材を用いることができる。

前記封止材の大きさ及び形状には特に限定はないが、前記封止材としては、一辺が前記ガラス製部材及び前記透光性部材の一辺よりも３ｍｍ～５０ｍｍ（より好ましくは４～２５ｍｍ）短い、四角形（正方形又は長方形）の部材を用いることができる。

ここで、「大きさ」及び「形状」とは、法線方向からみたときの大きさ及び形状である（以下、同様である）。

前記封止材の外周と前記ガラス製部材及び前記透光性部材の外周との距離は、１．５ｍｍ～２５ｍｍであることが好ましく、２～１２．５ｍｍであることがより好ましい。

前記封止材の外周と前記ガラス製部材及び前記透光性部材の外周との距離が1.5mm以上であれば、加熱圧着処理により前記ガラス製部材及び前記透光性部材の外周から前記封止材がはみ出す現象を抑制できる。このため、従来の太陽電池モジュールの製造方法では加熱圧着処理後の工程として必須であった、はみ出した封止材を除去する工程（トリミング工程）が不要となる。

前記ガラス製部材、前記太陽電池素子、前記封止材、及び前記透光性部材等の好ましい形態については後述する。

【0036】

図2は、モジュール積層体107の一例であるモジュール積層体107Aを示す概略断面図である。

10

図2に示すように、モジュール積層体107Aの構成は、ガラス製部材である裏面保護材25A、封止材24A、太陽電池素子23A、封止材22A、及び透光性部材である透光性基板21Aがこの順に積層され、かつ、前記2つの封止材22A及び24Aの外周が前記裏面保護材25A及び前記透光性基板21Aの外周の内側に位置する構成となっている。太陽電池素子23Aは複数存在しており、太陽電池素子23Aのそれぞれは、導線（インターコネクターとも呼ばれている）で接続されている。

【0037】

本発明において「透光性基板」は、太陽電池モジュール（モジュール積層体）の部材であって、受光面側（太陽光が入射する側）に配置される部材を指す。

また、本発明において「裏面保護材」とは、太陽電池モジュール（モジュール積層体）の部材であって、受光面側の反対側（該反対側の面を「裏面」という）に配置され、他の部材（太陽電池素子や封止材等）を保護するための部材を指す。

20

【0038】

図3は、モジュール積層体107の別の一例であるモジュール積層体107Bを示す概略断面図である。

図3に示すように、モジュール積層体107Bの構成は、ガラス製部材である裏面保護材25B、封止材24B、太陽電池素子23B、及び透光性部材である透光性基板21Bがこの順に積層され、かつ、前記封止材24Bの外周が前記裏面保護材25B及び前記透光性基板21Bの外周の内側に位置する構成となっている。太陽電池素子23Bは複数存在しており、太陽電池素子23Bのそれぞれが、導線（インターコネクターとも呼ばれている）で接続されている。

30

モジュール積層体107Bの形態としては、透光性基板21Bと太陽電池素子23Bとが別個独立の部材である形態であってもよいし、透光性基板21Bと太陽電池素子23Bとが一体の部材である形態であってもよい。

透光性基板21Bと太陽電池素子23Bとが一体の部材である形態としては、透光性基板21B（例えばガラス基板）上に、太陽電池素子23Bとしてのアモルファスシリコン太陽電池素子が形成されている形態が挙げられる。

【0039】

次に、本発明の太陽電池モジュールの製造方法の実施形態として、図1に示すラミネーターを用いた太陽電池モジュールの製造方法を説明する。但し、本発明の太陽電池モジュールの製造方法は以下の実施形態に限定されることはない。

40

【0040】

（第1工程）

前記第1工程の操作として、下部チャンバー104を開き、載置盤103上にモジュール積層体107を、透光性部材が載置盤103側、ガラス製部材がダイヤフラム101側となるように載置する。その後、下部チャンバー104を閉じる。

【0041】

（第2工程）

前記第1工程の後、前記第2工程の操作として、上部チャンバー102内及び下部チャンバー104内を減圧する。

50

このとき、上部チャンバー１０２内及び下部チャンバー１０４内を同時に減圧してもよいし、上部チャンバー１０２内の減圧を下部チャンバー１０４内の減圧よりも先に行いダイヤフラム１０１を上部チャンバー１０２側に吸引しておいてもよい。

上部チャンバー１０２内及び下部チャンバー１０４内の減圧は、それぞれ、図示しない真空ポンプを用い、チャンバー内を真空に近い状態（例えば０．００５ＭＰａ未満、好ましくは０．００４ＭＰａ以下、更に好ましくは０．０００１～０．００４ＭＰａ）まで排気することにより行う。

上部チャンバー１０２内及び下部チャンバー１０４内の圧力が目的とする圧力に到達するまでの時間を利用して、ヒーター１３３により載置盤１０３を加熱することでモジュール積層体１０７を加熱する。

10

このときの加熱温度は、封止材の種類にもよるが、１００℃～２００℃が好ましく、１２０℃～１８０℃がより好ましい。

この第２工程における減圧（排気）により、モジュール積層体１０７を構成する各部材間に取り込まれている気体成分（空気など）や、各部材を構成する素材中に取り込まれている気体成分（空気など）が排出される。

【００４２】

このとき、封止材を構成する樹脂が、架橋が必要な樹脂（例えば、架橋剤を含むＥＶＡ等）である場合には、架橋反応が生じる温度となるまでモジュール積層体１０７が加熱され、架橋反応が終了するまでその温度が維持される。

【００４３】

20

（第３工程）

前記第２工程の後、第３工程の操作として、上部チャンバー１０２内の圧力を０．００５ＭＰａ～０．０９０ＭＰａ（ゲージ圧－０．０９６～－０．０１１ＭＰａ）に上昇させる。具体的には、例えば、下部チャンバー１０４内の排気を継続させながら、上部チャンバー１０２内の排気をとめ、上部チャンバー１０２内の圧力が上記の値となるように、上部チャンバー１０２内に空気や窒素などを供給する。

上部チャンバー１０２内の圧力を上記の値となるように上昇させることにより、上部チャンバー１０２内と下部チャンバー１０４内との間に圧力差が生じ、ダイヤフラム１０１が低圧側の下部チャンバー１０４内に向けて撓み変形する。

撓み変形したダイヤフラム１０１によってモジュール積層体１０７が載置盤１０３に押圧される。モジュール積層体１０７は、この押圧による圧着力と、加熱された載置盤１０３の温度と、によって加熱圧着される。これにより、封止材を構成する樹脂が軟化または熔融し、モジュール積層体１０７が一体化されて太陽電池モジュールが得られる。

30

第３工程における上部チャンバー１０２内の圧力は、封止材の変形をより抑制する観点からは、０．００５ＭＰａ～０．０８０ＭＰａが好ましい。

加熱圧着処理の時間は、１～８分間が好ましく、２～６分間がより好ましい。

【００４４】

本実施形態における太陽電池モジュールの製造方法は、必要に応じ、上記第１～第３工程以外のその他の工程を有していてもよい。

第３工程の後、通常は、下部チャンバー１０４内の圧力が大気圧に戻され、下部チャンバー１０４から太陽電池モジュールが取り出される。

40

例えば、第３工程の後、ヒーター１３３による加熱を止め、上部チャンバー１０２及び下部チャンバー１０４を大気圧に戻し、次いで閉じていた下部チャンバー１０４を開いて、下部チャンバー１０４から太陽電池モジュールを取り出す。その後、太陽電池モジュールを冷却する。

【００４５】

次に、本発明における、前記ガラス製部材、前記太陽電池素子、前記封止材、及び前記透光性部材の好ましい形態について説明する。

【００４６】

（ガラス製部材）

50

前記ガラス製部材としては特に限定はないが、通常、太陽電池モジュールに使用されているガラスシートまたはガラス板を用いることができる。

【0047】

また、例えば、表面圧縮応力が20MPa以上のガラス製部材は、広い面積での日照による温度上昇に伴う熱割れへの耐久性や、飛来物への耐久性の面から好ましい。ガラス製部材の表面圧縮応力は、JIS R3222に準じて測定される値である。

表面圧縮応力が20MPa以上のガラス製部材としては、具体的には倍強度ガラス(double strength glass)、強化ガラス(tempered glass)、超強化ガラス(ultra tempered glass)が挙げられる。

前記倍強度ガラスは表面圧縮応力が通常20~60MPaのものであり、前記強化ガラスは表面圧縮応力が通常90~130MPaのものであり、前記超強化ガラスは表面圧縮応力が通常180~250MPaのものである。

表面圧縮応力を大きくするほど強度は向上するが、そりが大きくなりやすく製造コストも大きくなりやすい。倍強度ガラスは、比較的そりの少ないものを製造しやすく、破損したときには細片になって落下することがないという特長を有する。

【0048】

ガラス製部材の材質としてのガラスには特に限定はないが、例えば、ソーダライムガラスが好適に使用される。また、熱線反射ガラス(heat reflecting glass)、熱線吸収ガラス(heat absorbing glass)などを用いることもできる。

また、前記ガラスとしては、鉄分の含有量が少ないガラス(glass having a low content of iron)(例えば、鉄分の含有量が少ない強化ガラス(non-iron(iron free) tempered glass))を用いてもよいし、鉄分の含有量が比較的多いガラス(glass having a relatively high content of iron)を用いてもよい。

鉄分含有量が少ない強化ガラス(non-iron(iron free) tempered glass)は、高透過ガラス(high transmittance glass)や白板ガラス(white sheet glass)とも呼ばれている。

鉄分含有量が比較的多いガラス(glass having a relatively high content of iron)は、青板ガラス(blue sheet glass)やフロートガラス(float glass)とも呼ばれている。

【0049】

前記ガラス製部材の厚みは特に制限はないが、通常は20mm以下である。太陽電池モジュール全体の薄型化及び軽量化の観点からは、前記ガラス製部材の厚みは好ましくは4mm以下、より好ましくは3mm以下、更に好ましくは2.5mm以下である。

本発明の太陽電池モジュールが、裏面保護材としてのガラス製部材、封止材、太陽電池素子、及び透光性基板をこの順に有する構成である場合、通常は、透光性基板によって太陽電池モジュールの強度が保持される。従って、かかる構成の太陽電池モジュールでは、裏面保護材としてのガラス製部材の厚みは、透光性基板の厚みよりも薄くすることが、太陽電池モジュール全体の薄型化及び軽量化の観点から好ましい。

前記ガラス製部材の下限には制限が無いものの、通常は0.2mm以上、好ましくは0.5mm以上である。

【0050】

(太陽電池素子)

前記太陽電池素子としては、結晶シリコン太陽電池素子、多結晶シリコン太陽電池素子、アモルファスシリコン太陽電池素子、銅インジウムセレンイド太陽電池素子、化合物半導体太陽電池素子、有機色素太陽電池素子など、従来公知の太陽電池素子を目的に応じて選択できる。

前記アモルファスシリコン太陽電池素子は、太陽電池素子としての性能に優れることに加え、透光性部材上に薄膜の形態で容易に形成できるという利点を有する。即ち、アモルファスシリコン太陽電池素子を用いる場合には、前記モジュール積層体において、アモルファスシリコン太陽電池素子及び透光性部材が一体となった部材が用いることができる。

このため、アモルファスシリコン太陽電池素子を用いることで、太陽電池モジュール全体の薄型化及び軽量化が容易に達成される。

【0051】

(透光性部材)

前記透光性部材としては特に限定はないが、前記透光性部材として、曲げ弾性率が1 GPa以上（更には10 GPa以上）の透光性部材を用いたときに、本発明による封止材の変形抑制の効果がより効果的に奏される。

【0052】

前記透光性部材としては、例えば、エンジニアリングプラスチック（スーパーエンジニアリングプラスチックを含む）製部材やガラス製部材を用いることができる。

10

前記エンジニアリングプラスチック（スーパーエンジニアリングプラスチックを含む）製部材の材質としては、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、フッ素系樹脂、ポリカーネート（PC）樹脂、ポリエーテル・エーテル・ケトン（PEEK）樹脂、ポリフェニレンスルフィド（PPS）樹脂、ポリイミド（PI）樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）樹脂、ポリブチレンテレフタレート（PBT）樹脂、等が挙げられる。

前記エンジニアリングプラスチック製部材の曲げ弾性率は、通常1～7 GPaである。

【0053】

透光性部材として用いる場合のガラス製部材の好ましい形態としては、前述の「ガラス製部材」の項で説明した形態と同様の形態が挙げられる。

例えば鉄分の含有量が少ないガラス（glass having a low content of iron）（例えば、鉄分の含有量が少ない強化ガラス（non-iron(iron free) tempered glass））を用いてもよいし、鉄分の含有量が比較的多いガラス（glass having a relatively high content of iron）を用いてもよい。

20

鉄分含有量が少ない強化ガラス（non-iron(iron free) tempered glass）は、高透過ガラス（high transmittance glass）や白板ガラス（white sheet glass）とも呼ばれている。

鉄分含有量が比較的多いガラス（glass having a relatively high content of iron）は、青板ガラス（blue sheet glass）やフロートガラス（float glass）とも呼ばれている。

ガラスの曲げ弾性率は、ガラスの種類にもよるが、例えば73.5 GPaである。

30

【0054】

前記透光性部材としては、封止材の変形抑制の効果が特に顕著に得られる観点から、ガラス製部材であることが好ましい。即ち、本発明におけるモジュール積層体の構成としては、第1ガラス製部材、封止材、太陽電池素子、及び透光性部材としての第2ガラス製部材をこの順に有する構成であることが好ましい。

透光性部材として用いる場合のガラス製部材の材質は、青板ガラス（blue sheet glass）やフロートガラス（float glass）と呼ばれているガラスが通常使用される。太陽電池素子へ到達する光入射量を高めたい場合には、透光性の優れる、鉄分含有量が少ない強化ガラス（即ち、高透過ガラス（high transmittance glass）又は白板ガラス（white sheet glass））が好ましく選択される。

40

【0055】

(封止材)

前記封止材は樹脂製の部材であり、単独で、又は、他の部材（例えば、透光性部材）などと協働して太陽電池素子を封止する（封じ込める）部材である。

前記封止材により、太陽電池素子が、温度変化、湿度、衝撃等から保護される。また、前記封止材を介してモジュール積層体の各部材（例えば、透光性部材及びガラス製部材）が接着され、一体化される。

したがって、前記封止材には、耐候性、接着性、充填性（additive holding capability）、耐熱性、耐寒性、耐衝撃性、必要に応じて透明性等の諸性能が要求される傾向がある。

50

これらの性能を満たす樹脂としては、エチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）、エチレン・アクリル酸メチル共重合体（EMA）、エチレン・アクリル酸エチル共重合体（EEA）、エチレン・アクリル酸共重合体（EAA）、エチレン・メタクリル酸共重合体（EMAA）、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマー、ポリエチレン、変性ポリエチレン、シリコン樹脂、ウレタン樹脂などが挙げられる。また、これらの樹脂の耐熱性を改良するために、必要に応じて、架橋剤、架橋助剤を併用してもよい。

前記封止材としては、封止材の変形抑制の効果をより効果的に奏する観点、及び、水分透過率が小さいためモジュールを構成する金属部材が腐食することを防止できる観点から、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマーが特に好ましい。

【0056】

10

前記エチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマーは、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体をベースポリマーとし、該ベースポリマーに含まれるカルボン酸基が金属イオンによって架橋された構造になっている。

【0057】

前記ベースポリマーであるエチレン・不飽和カルボン酸共重合体は、エチレンと不飽和カルボン酸から選ばれるモノマーとを少なくとも共重合成分として共重合させた共重合体である。前記エチレン・不飽和カルボン酸共重合体には、必要に応じて、不飽和カルボン酸以外のモノマーが共重合されてもよい。

【0058】

前記エチレン・不飽和カルボン酸共重合体中において、エチレンから導かれる構成単位の含有割合は97～75質量%が好ましく、より好ましくは95～75質量%である。前記エチレン・不飽和カルボン酸共重合体中において、不飽和カルボン酸から導かれる構成単位の含有割合は3～25質量%が好ましく、より好ましくは5～25質量%である。

20

前記エチレン・不飽和カルボン酸共重合体は、エチレンと不飽和カルボン酸共重合体との2元ランダム共重合体とするのが好ましい。

前記エチレンから導かれる構成単位の含有割合が75質量%以上であると、共重合体の耐熱性、機械的強度等が良好である。一方、エチレンから導かれる構成単位の含有割合が97質量%以下であると、接着性等が良好である。

前記不飽和カルボン酸から導かれる構成単位の含有割合が3質量%以上であると、透明性や柔軟性が良好である。また、不飽和カルボン酸から導かれる構成単位含有割合が25質量%以下であるものは、ベタ付きが抑えられ、加工性が良好である。

30

【0059】

前記不飽和カルボン酸としては、例えば、アクリル酸、メタクリル酸、エタクリル酸、イタコン酸、無水イタコン酸、フマル酸、クロトン酸、マレイン酸、無水マレイン酸、マレイン酸モノエステル（マレイン酸モノメチル、マレイン酸モノエチル等）、無水マレイン酸モノエステル（無水マレイン酸モノメチル、無水マレイン酸モノエチル等）等の炭素数3～8の不飽和カルボン酸またはハーフエステルが挙げられる。

中でも、アクリル酸、メタクリル酸が好ましい。

【0060】

前記エチレン・不飽和カルボン酸共重合体には、エチレン及び不飽和カルボン酸の合計100質量%に対し、0質量%超30質量%以下、好ましくは0質量%超25質量%以下のその他の共重合性モノマーから導かれる構成単位が含まれていてもよい。

40

前記その他の共重合性モノマーとしては、不飽和エステル、例えば、酢酸ビニル及びプロピオン酸ビニル等のビニルエステル；アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸n-ブチル、アクリル酸2-エチルヘキシル、メタクリル酸メチル及びメタクリル酸イソブチル等の（メタ）アクリル酸エステルなどが挙げられる。その他の共重合体モノマーから導かれる構成単位が上記範囲で含まれていると、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体の柔軟性が向上するので好ましい。

【0061】

前記アイオノマーにおける前記金属イオンとしては、リチウム、ナトリウム、カリウム

50

、セシウムなどの1価金属イオン、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、銅、亜鉛などの2価金属イオン、アルミニウム、鉄などの3価金属イオン等が挙げられる。中でも、ナトリウム、マグネシウム、亜鉛が好ましく、亜鉛が特に好ましい。

【0062】

前記アイオノマーの中和度は、好ましくは80%以下であり、より好ましくは5～80%である。加工性、柔軟性からすると、前記中和度は、5～60%が好ましく、5～30%がより好ましい。

【0063】

前記アイオノマーのベースポリマーであるエチレン・不飽和カルボン酸共重合体は、各重合成分を高温、高圧下にラジカル共重合することによって得ることができる。また、そのアイオノマーは、このようなエチレン・不飽和カルボン酸共重合体と酸化亜鉛、酢酸亜鉛などと反応させることによって得ることができる。

10

【0064】

前記アイオノマーは、加工性及び機械強度を考慮すると、190℃、2160g荷重におけるメルトフローレート(MFR; JIS K7210-1999に準拠)が0.1～150g/10分であるのが好ましく、特に0.1～50g/10分であることがより好ましい。

【0065】

前記アイオノマーの融点は、特に制限はないが、90℃以上、特に95℃以上の融点を有していると、耐熱性が良好になる点で好ましい。

20

【0066】

前記封止材の全固形分に対する前記アイオノマーの含有量は、60質量%以上であることが好ましく、70質量%以上であることがより好ましく、80質量%以上であることが特に好ましい。前記アイオノマーの含有量が上記範囲であると、透明性を高く保ちながら、良好な接着性、耐久性等が得られる。

【0067】

前記封止材の全固形分に対する前記アイオノマーの含有量が100質量%でない場合、前記アイオノマーと一緒に他の樹脂材料が配合されてもよい。この場合に配合される樹脂材料は、前記アイオノマーと相溶性がよく、透明性や機械的物性を損なわないものであれば、いずれのものも使用可能である。中でも、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体、エチレン・不飽和エステル・不飽和カルボン酸共重合体が好ましい。前記アイオノマーと配合される樹脂材料が前記アイオノマーよりも融点の高い樹脂材料であれば、前記封止材の耐熱性や耐久性を向上することも可能である。

30

【0068】

前記封止材には、樹脂以外の他の成分が含まれていてもよい。

他の成分としては、シランカップリング剤、紫外線吸収剤、光安定剤、酸化防止剤、着色剤、光拡散剤、難燃剤、金属不活性剤等が挙げられる。

【0069】

前記封止材の厚みには特に制限はないが、好ましくは100μm～1000μmであり、より好ましくは200μm～800μmである。

40

前記封止材の大きさの好ましい範囲については前述のとおりである。

【実施例】

【0070】

以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0071】

〔実施例1〕

＜太陽電池モジュールの作製＞

図1に示す二重真空室方式のラミネーターと同様の構成のラミネーター((株)エヌ・ピー・シー製の真空貼り合わせ機LM-50×50-S)を用い、図3に示すモジュール

50

積層体107Bと同様の構成のモジュール積層体を一体化させて太陽電池モジュールを製作した。詳細な方法を以下に示す。

【0072】

(第1工程)

300mm×300mm×厚み4mmの白板ガラス (white sheet glass) (non-iron(iron free) tempered glass; 曲げ弾性率73.5GPa) と、250mm×250mm×厚み0.3mmのエチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマー製封止材シート (三井・デュポンポリケミカル(株)製のハイミランES (銘柄PV8615A)) と、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成された300mm×300mm×厚み4mmの白板ガラス (white sheet glass) (non-iron(iron free) tempered glass; 曲げ弾性率73.5GPa) と、をこの順に、アモルファスシリコン太陽電池素子と前記封止材シートとが接する向きに重ね合わせ、モジュール積層体aを得た。このとき、上記の3つの部材の中心が重なるようにして重ね合わせることで、封止材シートの外周が、2枚の白板ガラスの外周の内側に配置されるようにした。

10

【0073】

次に、下部チャンバーを開き、下部チャンバー内の載置盤上に上記モジュール積層体aを、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成されていない白板ガラスと、ダイヤフラムと、が接する向きに (即ち、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成された白板ガラスと、載置盤の表面と、が接する向きに) 載置した。

その後、下部チャンバーを閉じた。下部チャンバーを閉じた状態において、モジュール積層体とダイヤフラムとの距離 (クリアランス) は50mmとなっていた。

20

【0074】

(第2工程)

第1工程の後、上部チャンバー内及び下部チャンバー内を真空ポンプで3分間排気し、上部チャンバー及び下部チャンバーの圧力を、ともに0.001MPa (ゲージ圧-0.100MPa) に調整した。この3分間の排気中に、載置盤を150℃まで加熱した。

【0075】

(第3工程)

第2工程の後、上部チャンバーの排気をとめ、上部チャンバー内に、該上部チャンバー内の圧力が0.071MPa (ゲージ圧-0.030MPa) となるように空気を導入した。これにより、シリコンゴム製のダイヤフラムを下部チャンバー側に撓み変形させ、撓み変形したダイヤフラムによってモジュール積層体aを載置盤に押圧した。

30

この状態を5分間維持し、モジュール積層体を加熱圧着 (ラミネート) して一体化し、太陽電池モジュールを得た。

【0076】

第3工程の後、載置盤の加熱をとめ、下部チャンバー内の圧力が大気圧 (0.101MPa; ゲージ圧0MPa) となるよう下部チャンバー内に空気を導入し、同時に上部チャンバー内の圧力が0.001MPa (ゲージ圧-0.100MPa) となるように上部チャンバー内の排気を行った。

その後、下部チャンバーを開き、太陽電池モジュールを取り出した。

40

【0077】

<評価>

上記太陽電池モジュールについて、以下の評価を行った。

評価結果を下記表1に示す。

【0078】

(気泡の評価)

上記で取り出した太陽電池モジュールについて、0.5mm以上の気泡の有無を目視で確認し、下記評価基準に従って評価した。

【0079】

— 気泡の評価基準 —

50

A … 0.5 mm以上の気泡が確認されなかった。

B … 0.5 mm以上の気泡が確認された。

【0080】

(封止材シートのコーナー部分の形状の評価)

上記で取り出した太陽電池モジュールについて、封止材シートの四隅のコーナー部分を目視で観察し、下記評価基準に従って評価した。

評価結果が「A」であることは、封止材の変形が抑制されていることを示す。

【0081】

ー封止材シートのコーナー部分の形状の評価基準ー

A … 封止材シートの四隅のコーナー部分が、90°の角を維持しているか、曲率半径2 mm以内の丸みを帯びた形状に変形するに留まっていた（例えば、図5参照）。 10

B … 封止材シートの四隅のコーナー部分が、曲率半径2 mmを超える丸みを帯びた形状に変形していた（例えば、図6参照）。

【0082】

(封止材シートの均一拡張性の評価)

第1工程で準備したモジュール積層体aと、該モジュール積層体aが加熱圧着され一体化されて得られた太陽電池モジュールと、を対比し、以下のようにして、加熱圧着処理による封止材シートの均一拡張性（即ち、封止材シートの拡がりの均一性）を測定した。

まず、封止材シートの一つの辺に着目し、加熱圧着処理による封止材シートの拡がり（加熱圧着処理による、当該一つの辺の移動距離）を測定した。このとき、一つの辺の中でも場所によって拡がりの大きさが異なる場合があるため、当該一つの辺について、拡がりの最大値と最小値とをそれぞれ求めた。 20

同様にして、前記封止材シートの他の三辺についても、それぞれ、拡がりの最大値及び最小値を求めた。

以上で得られた4つの最大値の平均を、封止材シートの拡がりの平均最大値（以下、「α値」とする）とし、以上で得られた4つの最小値の平均を、封止材シートの拡がりの平均最小値（以下、「β値」とする）とした。上記α値と上記β値との差の絶対値を求め、下記評価基準に従って、封止材シートの均一拡張性を評価した。

評価結果が「A」であることは、封止材の変形が抑制されていることを示す。

【0083】

ー封止材シートの均一拡張性の評価基準ー

A … 上記α値と上記β値との差の絶対値が2 mm未満であった（例えば、図5参照）。 30

B … 上記α値と上記β値との差の絶対値が2 mm以上であった（例えば、図6参照）。

【0084】

〔実施例2〕

実施例1において、モジュール積層体aを、250 mm×250 mm×厚み3.9 mmの青板ガラス（blue sheet glass）（float glass；曲げ弾性率73.5 GPa）と、210 mm×210 mm×厚み0.3 mmのエチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマー製封止材シート（三井・デュポンポリケミカル（株）製のハイミランES（銘柄PV8615A））と、アモルファスシリコン太陽電池素子が形成された250 mm×250 mm×厚み3.9 mmの青板ガラス（blue sheet glass）（float glass；曲げ弾性率73.5 GPa）と、をこの順に、アモルファスシリコン太陽電池素子と前記封止材シートとが接する向きに重ね合わせて得られたモジュール積層体bに変更したこと以外は実施例1と同様にして太陽電池モジュールを作製し、実施例1と同様の評価を行った。 40

評価結果を表1に示す。

【0085】

〔実施例3及び4〕

実施例2において、アイオノマー製封止材の大きさを245 mm×245 mm×厚み0 50

． 3 mmに変更し（この変更により得られたモジュール積層体を、以下「モジュール積層体 c」とする）、第 3 工程における上部チャンバーの圧力を、下記表 1 に示すように変更したこと以外は実施例 2 と同様にして太陽電池モジュールを作製し、実施例 2 と同様の評価を行った。

評価結果を表 1 に示す。

【0086】

〔実施例 5〕

実施例 3 において、封止材シートを、該封止材シートを 2 枚重ねて得られた総厚み 0.6 mm の封止材シート積層体に変更（この変更により得られたモジュール積層体を、以下「モジュール積層体 d」とする）したこと以外は実施例 3 と同様にして太陽電池モジュールを作製し、実施例 3 と同様の評価を行った。

10

評価結果を表 1 に示す。

【0087】

〔実施例 6〕

実施例 3 において、2 枚の青板ガラスの厚みをそれぞれ 1.1 mm に、アイオノマー製封止材の大きさ 247 mm × 247 mm × 厚み 0.3 mm に変更（この変更により得られたモジュール積層体を、以下「モジュール積層体 e」とする）したこと以外は実施例 3 と同様にして太陽電池モジュールを作製し、実施例 3 と同様の評価を行った。

評価結果を表 1 に示す。

【0088】

20

〔比較例 1〕

実施例 1 において、第 3 工程における上部チャンバーの圧力を、下記表 1 に示すように大気圧（0.101 MPa）に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして太陽電池モジュールを作製し、実施例 1 と同様の評価を行った。

評価結果を表 1 に示す。

【0089】

〔比較例 2〕

実施例 1 において、モジュール積層体 a を、300 mm × 300 mm × 厚み 4 mm の白板ガラス（white sheet glass）（non-iron(iron free) tempered glass；曲げ弾性率 73.5 GPa）と、250 mm × 250 mm × 厚み 0.3 mm の、架橋剤を含むエチレン・酢酸ビニル共重合体シートと、結晶シリコン太陽電池素子と、250 mm × 250 mm × 厚み 0.3 mm の、架橋剤を含むエチレン・酢酸ビニル共重合体シートと、300 mm × 300 mm × 厚み 4 mm の白板ガラス（white sheet glass）（non-iron(iron free) tempered glass；曲げ弾性率 73.5 GPa）と、をこの順に重ね合わせて得られたモジュール積層体 f に変更し、かつ、第 3 工程における上部チャンバーの圧力を、下記表 1 に示すように変更したこと以外は実施例 1 と同様にして太陽電池モジュールを作製し、実施例 1 と同様の評価を行った。

30

評価結果を表 1 に示す。

【0090】

〔比較例 3 及び 4〕

40

実施例 2 において、第 3 工程における上部チャンバーの圧力を、下記表 1 に示すように変更したこと以外は実施例 2 と同様にして太陽電池モジュールを作製し、実施例 2 と同様の評価を行った。

評価結果を表 1 に示す。

【0091】

【表 1】

	ラミネート圧力		モジュール 積層体	評価結果		
	絶対圧 (MPa)	ゲージ圧 (MPa)		気泡	コーナー部分 の形状	均一拡張性
実施例1	0.071	-0.030	a	A	A	A
実施例2	0.071	-0.030	b	A	A	A
実施例3	0.061	-0.040	c	A	A	A
実施例4	0.007	-0.094	c	A	A	A
実施例5	0.061	-0.040	d	A	A	A
実施例6	0.061	-0.040	e	A	A	A
比較例1	0.101	0	a	B	B	B
比較例2	0.094	-0.007	f	A	B	B
比較例3	0.101	0	b	B	B	B
比較例4	0.003	-0.098	b	-	-	-

10

【0092】

表1において、「ラミネート圧力」は、第3工程における上部チャンバーの圧力を指す（以下、同様である）。

【0093】

表1に示すように、ラミネート圧力が0.005MPa～0.090MPaの範囲内である実施例1～6では、気泡の発生が抑制されていた。更に、この実施例1～6では、封止材シートのコーナー部分の形状や均一拡張性に優れており、加熱圧着処理による封止材シートの変形が抑制されていた。特に実施例3～6では、加熱圧着処理後、モジュール積層体の外周において、2枚のガラスの端面と、封止材シートの端面と、が綺麗に揃っていた（即ち、法線方向からみたときに、2枚のガラスの外周と封止材シートの外周とが重なっていた）。

20

また、ラミネート圧力が低すぎる比較例4では、モジュール積層体を一体化させることができなかった。これに対し、比較例4よりもラミネート圧力がわずかに高い実施例4では、気泡の発生を抑制し、封止材シートの変形を抑制しながら、モジュール積層体を一体化させることができた。

【0094】

30

図4は、比較例1に係る太陽電池モジュールにおける、ガラス基板のコーナー部分を示す写真である。

図4に示すように、ガラス基板のコーナー部分に気泡が発生していた。

【0095】

図5は、実施例2に係る太陽電池モジュールの全体を示す写真である。

図5に示すように、実施例2に係る太陽電池モジュールでは、加熱圧着処理後においても、封止材シートのコーナー部分の形状が90°の角に維持されており、加熱圧着処理により封止材シートが均一に広がっていた。このように、実施例2に係る太陽電池モジュールでは、加熱圧着処理による封止材の変形が抑制されていた。

【0096】

40

図6は、比較例3に係る太陽電池モジュールの全体を示す写真である。

図6に示すように、比較例3に係る太陽電池モジュールでは、加熱圧着処理により、封止材シートのコーナー部分の形状が、丸みを帯びた形状に変化していた。また、比較例3に係る太陽電池モジュールでは、加熱圧着処理により封止材シートが不均一に広がっていた。即ち、封止材シートの一辺に着目すると、当該一辺の中央部分では拡がりが小さく、当該一辺の端部では拡がりが大きくなっており、その結果、当該一辺の中央部分が内側に入り込んだ形状となっていた。このように、比較例3に係る太陽電池モジュールでは、加熱圧着処理による封止材の変形が顕著であった。

【0097】

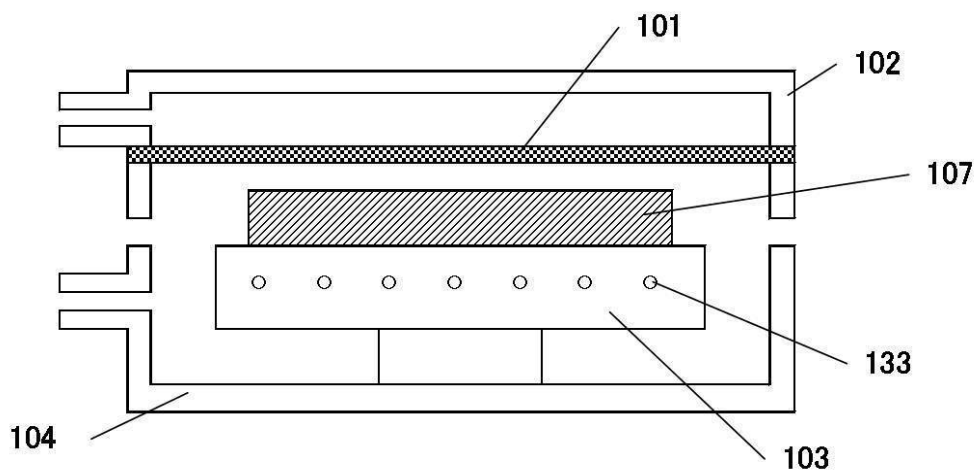
日本出願2010-157205の開示はその全体が参照により本明細書に取り込まれ

50

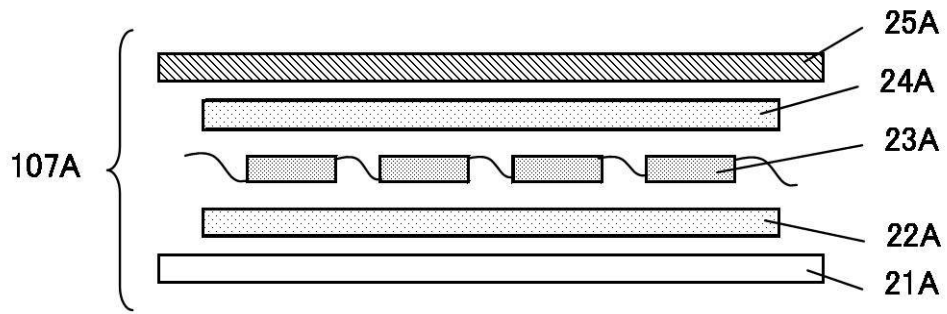
る。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、および技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

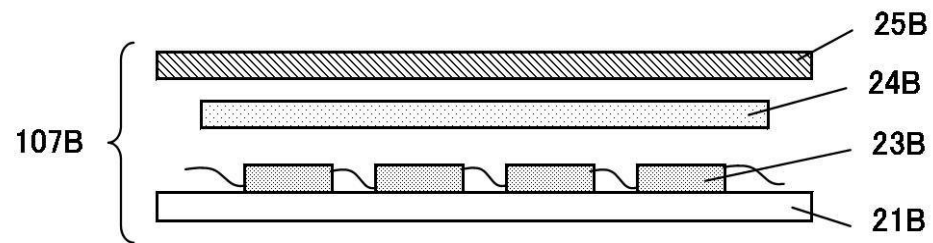
【図 1】



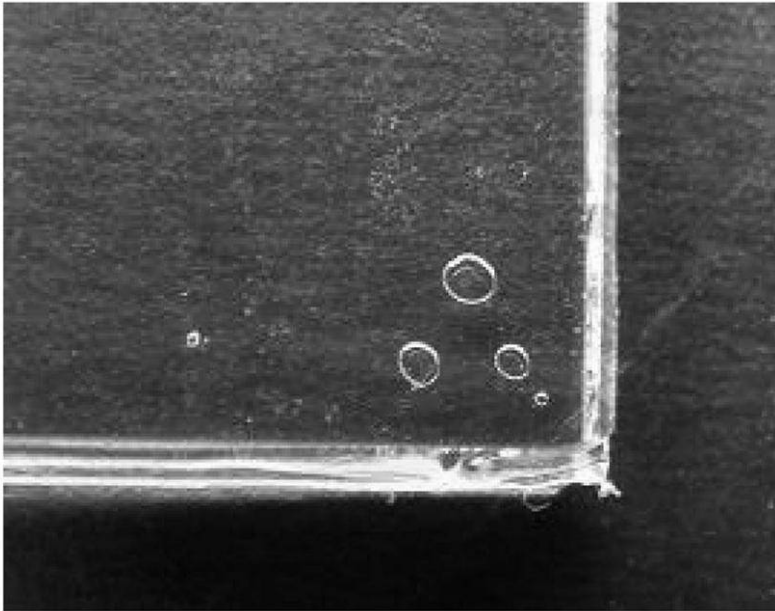
【図 2】



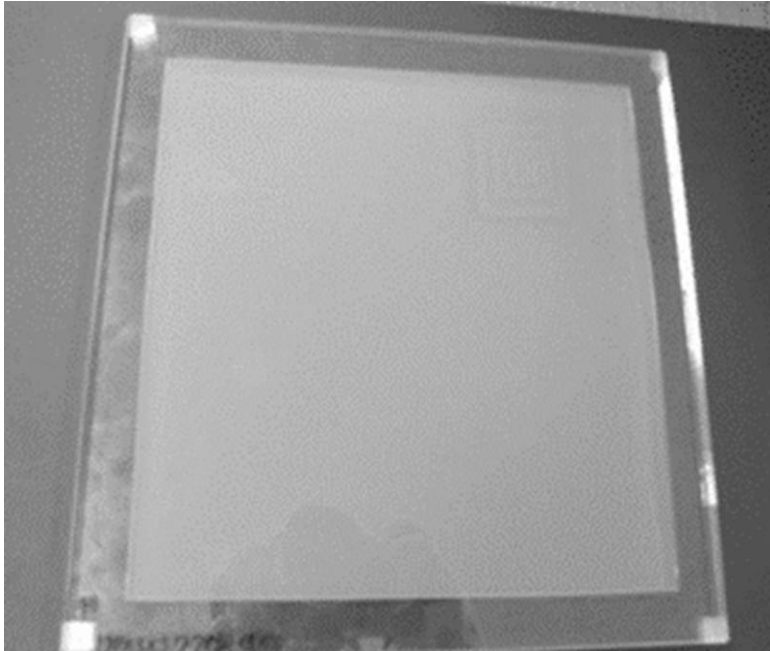
【図 3】



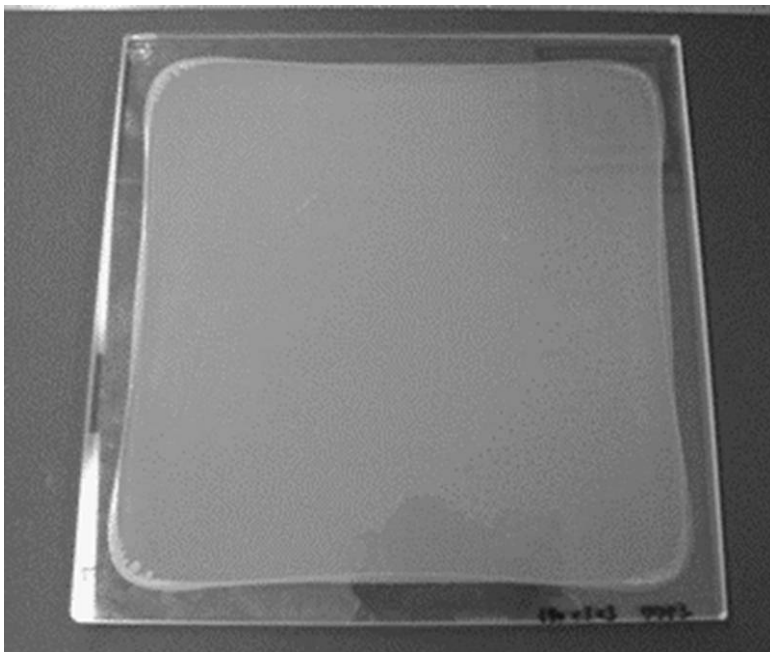
【図 4】



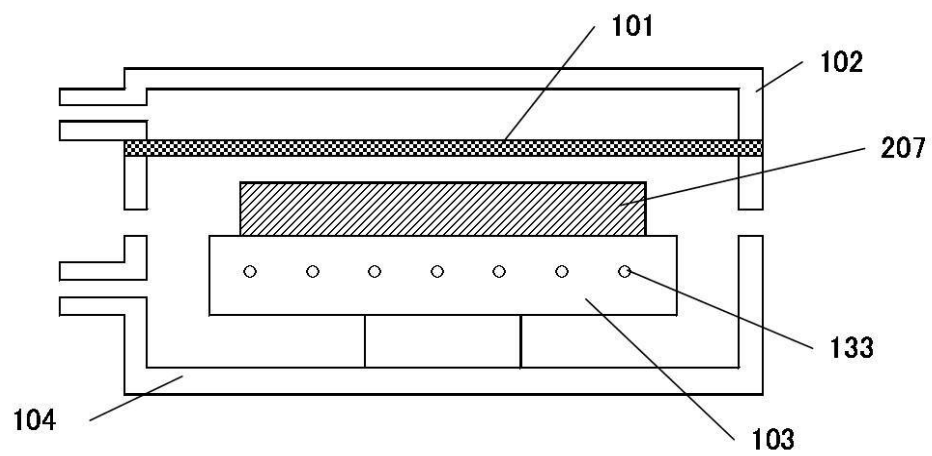
【図 5】



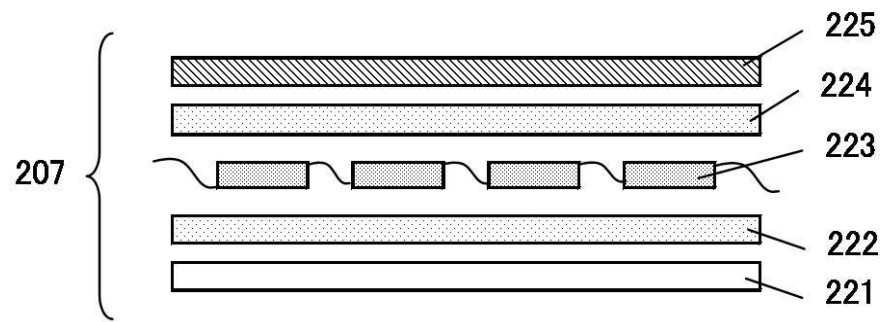
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 結

千葉県市原市千種海岸6番地 三井・デュポンポリケミカル株式会社内

審査官 濱田 聖司

(56)参考文献 特開2002-151710 (JP, A)

特開2003-282920 (JP, A)

国際公開第01/061763 (WO, A1)

国際公開第2009/114189 (WO, A1)

国際公開第2004/038811 (WO, A1)

特開2006-134970 (JP, A)

特開2004-193448 (JP, A)

特開2007-317777 (JP, A)

国際公開第2009/029897 (WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/04-31/078