

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4682237号
(P4682237)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 R

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-230356 (P2008-230356)	(73) 特許権者	501382786 中島硝子工業株式会社
(22) 出願日	平成20年9月8日(2008.9.8)		岡山県井原市木之子町5301番地の2
(62) 分割の表示	特願2006-512652 (P2006-512652) の分割	(74) 代理人	100113181 弁理士 中務 茂樹
原出願日	平成17年4月27日(2005.4.27)	(72) 発明者	勇木 健
(65) 公開番号	特開2009-10419 (P2009-10419A)		広島県福山市久松台2丁目20番37号
(43) 公開日	平成21年1月15日(2009.1.15)	(72) 発明者	秋山 勝
審査請求日	平成20年9月10日(2008.9.10)		岡山県倉敷市真備町辻田533
(31) 優先権主張番号	特願2004-131711 (P2004-131711)	(72) 発明者	政田 圭三
(32) 優先日	平成16年4月27日(2004.4.27)		岡山県倉敷市玉島長尾2627番地の2
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	濱田 聖司

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】

受光面側透明板と裏面板との間に複数の太陽電池セルが樹脂で封止されてなる太陽電池モジュールの製造方法において、複数の太陽電池セルを間隔をあけて配列して相互に導線で接続し、ガラス板からなる受光面側透明板と太陽電池セルとの間に受光面側透明板の実質的に全面を覆う第1封止樹脂シートを配置し、ガラス板からなる裏面板と太陽電池セルとの間に裏面板の実質的に全面を覆う第2封止樹脂シートを配置し、第1封止樹脂シート又は第2封止樹脂シートを複数の封止樹脂シートを積層することによって構成し、電気配線の一部を太陽電池セルと接触することなく上下に重なる位置に太陽電池セルに対して平行に配置し、第1封止樹脂シート又は第2封止樹脂シート内において複数の封止樹脂シートのうちの1枚の封止樹脂シートを前記電気配線の部分で電気配線の幅よりも広く欠落するように配置して、封止操作において電気配線の部分で局所的な荷重が太陽電池セルに掛かることがないようにしながら、受光面側透明板と裏面板との間の空気を排出し、加熱して樹脂を溶融させてから冷却して封止することを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項2】

前記電気配線の部分において封止樹脂シートが欠落した部分に、欠落した封止樹脂シートよりも薄い封止樹脂シートを補填する請求項1記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項3】

前記電気配線と太陽電池セルとの間に絶縁フィルムを配置し、該絶縁フィルムが、太陽

電池セル及び前記電気配線と、それぞれ封止樹脂シートを介して積層される請求項 1 又は 2 記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項 4】

封止処理容器内で封止するに際して、封止処理容器内の圧力を 0.05 MPa 以上に保って封止樹脂を加熱する工程（工程 1）、封止樹脂の融点未満の温度において封止処理容器内を 0.01 MPa 以下の圧力まで減圧する工程（工程 2）、減圧したままで封止樹脂の融点以上の温度まで昇温する工程（工程 3）、前記封止処理容器内の圧力を上昇させる工程（工程 4）及び冷却する工程（工程 6）の各工程からなる封止操作を行う請求項 1～3 のいずれか記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項 5】

前記封止樹脂が、エチレン - 酢酸ビニル共重合体、ポリビニルブチラール及びポリウレタンからなる群から選択される一種の樹脂からなる請求項 1～4 のいずれか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。特に、受光面側透明板と裏面板との間に太陽電池セルが樹脂で封止されてなる太陽電池モジュールの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境保護の意識が高まり、太陽光発電はその重要性を一段と増している。太陽電池セルは、保護材で挟まれ、透明樹脂で封止されて太陽電池モジュールとして屋外で使用される。封止のための透明樹脂としては、エチレン - 酢酸ビニル共重合体（以下、EVA と略することがある。）樹脂などが使用されており、それを保護材と太陽電池セルの間に挟んで、加熱溶融してから固化させることで封止している。太陽電池セルを効率的に配置して配線するためには、複数の太陽電池セルを一つの太陽電池モジュール内に封止することが好ましい。

【0003】

また、太陽電池の設置場所も最近では多様になっており、建築物の屋根の上のみではなく、壁の部分にも使用されるようになってきている。壁に使用する場合には、外壁に取り付けるのみではなく、壁そのものを太陽電池モジュールで構成することも行われている。この場合には、建築物の外観に大きな影響を与えるので、欠陥のない、規則正しく配置された太陽電池モジュールとすることが重要である。また同時に、建築物の構造体としての十分な強度を有する大面積の太陽電池モジュールが要求されている。

【0004】

実用新案登録第 2500974 号公報（特許文献 1）には、2 枚の接着シート間に太陽電池を挟持するように、接着シートを介して 2 枚の板状体を接合してなる積層体において、太陽電池の外側で接着シート間に形成される隙間に、太陽電池と略等しい厚さのシート片を挟み込んだ積層体が記載されている。このような構成にすることによって、積層体の周縁部の厚みを均一にでき、また前記隙間に外部から水分などが浸入しにくいので剥離を防止することができるとしている。接着シートとして EVA を使用し、板状体として両面とも板ガラスを使用することが記載されている。

【0005】

特開 2003 - 110127 号公報（特許文献 2）には、表面カバーと裏面カバーとの間に複数の太陽電池セルを配置して EVA などの透明充填材で封止した太陽電池モジュールにおいて、太陽電池セル間に透光性のスペーサー（セッティングブロック）を配置した太陽電池モジュールが記載されている。このスペーサーとしては、透明充填材と同一の材質で、太陽電池セルと同一厚みであるものを使用することが最適であることが記載されている。このスペーサーは、カバーの自重だけでは変形することなく、空気の流路を確保で

10

20

30

40

50

きるとされている。これによって、内部に空気の残留のない太陽電池モジュールが製造できることが記載されている。

【0006】

特開昭59-022978号公報(特許文献3)には、エチレン系共重合体及び有機過酸化物を含有し、その両面にエンボス模様が施されている太陽電池モジュール用充填接着材シートが記載されている。当該接着材シートは、エンボス模様を有することで、シートのブロッキングを防止でき、モジュール化過程での脱気性に優れ、気泡を生じにくいとされている。該公報の実施例には、真空ラミネータ中で減圧したまま150℃まで昇温し、150℃で1時間減圧を続けてから冷却し、減圧を停止する貼り合せ方法が記載されている。

10

【0007】

特開平09-036405号公報(特許文献4)には、表面部材と裏面部材との間に光起電力素子が封止材樹脂を介して積層体とされ、該積層体が、5 Torr以下の真空度で5~40分間保持された後、5 Torr以下の真空度において加熱圧着され、該加熱圧着後に冷却されて貼り合された太陽電池モジュールが記載されている。このような条件で加熱圧着することによって表面部材の剥離の生じにくい、気泡残りの生じにくいモジュールが提供されるとされている。また、太陽電池セルと封止材樹脂との間に不織布を挿入し、不織布中の空隙を伝って積層体の空気を逃がすことによって気泡残りの問題を改善できることも記載されている。

【0008】

20

特開昭61-069179号公報(特許文献5)には、太陽電池セルを充填材を介してカバーガラスと裏面材料との間に積層した太陽電池パネル積層体を、二重真空方式により脱気し、加熱後加圧による貼り合せ工程を有する太陽電池パネルの製造方法において、充填材としてEVAを使用し、二重真空室を特定の温度範囲に特定の時間保持する太陽電池パネルの製造方法が記載されている。特定の温度条件で貼り合わせることで、EVAを発泡、黄変させることなく、全て架橋させることができるとしている。実施例に記載された条件では、0.3 Torr(約0.0004 MPa)まで減圧してから加熱を開始し、ヒーター側の基板表面の温度が140℃に達したところで真空圧着し、148℃で架橋反応させた後、50℃以下に冷却してから真空圧着を解除している。

【0009】

30

しかしながら、多数のセルを連結して2枚の板の間に挟んで加熱圧着して封止する際には、太陽電池セルの損傷を避けることは困難であった。特に、セル枚数が多くてモジュール全体の面積が大きい場合には、大きな荷重が不均一にかかりやすく、過剰な荷重を受ける一部のセルの破損が避けられなかった。モジュール内では多数のセルは相互に直列に連結されているので、一つのセルが破損すると連結されている一連のセルが機能を果たさなくなる。セルの破損が生じた場合には、単に外観を損なうのみならず、発電性能も大きく低下してしまうので、不良品として廃棄せざるを得ない。したがって、できるだけセルの破損が生じにくい封止方法が望まれているところである。

【0010】

【特許文献1】実用新案登録第2500974号公報

40

【特許文献2】特開2003-110127号公報

【特許文献3】特開昭59-022978号公報

【特許文献4】特開平09-036405号公報

【特許文献5】特開昭61-069179号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、太陽電池セルを樹脂で封止する際に、太陽電池セルの破損を防止することのできる太陽電池モジュールの製造方法を提供することを目的とするものである。

50

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明は、受光面側透明板と裏面板との間に複数の太陽電池セルが樹脂で封止されてなる太陽電池モジュールの製造方法において、複数の太陽電池セルを間隔をあけて配列して相互に導線で接続し、ガラス板からなる受光面側透明板と太陽電池セルとの間に受光面側透明板の実質的に全面を覆う第1封止樹脂シートを配置し、ガラス板からなる裏面板と太陽電池セルとの間に裏面板の実質的に全面を覆う第2封止樹脂シートを配置し、第1封止樹脂シート又は第2封止樹脂シートを複数の封止樹脂シートを積層することによって構成し、電気配線の一部を太陽電池セルと接触することなく上下に重なる位置に太陽電池セルに対して平行に配置し、第1封止樹脂シート又は第2封止樹脂シート内において複数の封止樹脂シートのうちの1枚の封止樹脂シートを前記電気配線の部分で電気配線の幅よりも広く欠落するように配置して、封止操作において電気配線の部分で局所的な荷重が太陽電池セルに掛かることがないようにしながら、受光面側透明板と裏面板との間の空気を排出し、加熱して樹脂を熔融させてから冷却して封止することを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法である。

10

【0019】

太陽電池モジュールの中に封止される太陽電池セルの配列方法は目的や用途によって様々である。通常、複数の隣接する太陽電池セル同士が所定の間隔をあけて配列されて相互に導線で接続される。さらに、それに加えて、隣接しないセル同士や離れた位置にある導線同士を接続する場合や、裏面板に孔を開けて電気配線を外部に引き出す場合などに、電気配線の一部が太陽電池セルと接触することなく垂直方向に重なる位置に配置されることがある。このような場合には、セルの上に電気配線が重なることによって、上下からの荷重を受けた場合に、重なった部分に過剰な荷重がかかってセル割れが発生しやすくなる。これに対し、第1封止樹脂シート又は第2封止樹脂シート内において1枚の封止樹脂シートを電気配線の部分で欠落するように配置することによって、セル割れを防止できるものである。

20

【0020】

本発明において、前記電気配線の部分において封止樹脂シートが欠落した部分に、欠落した封止樹脂シートよりも薄い封止樹脂シートを補填することが好適である。また、前記電気配線と太陽電池セルとの間に絶縁フィルムを配置し、該絶縁フィルムが、太陽電池セル及び前記電気配線と、それぞれ封止樹脂シートを介して積層されることも好適である。

30

【0021】

本発明において、封止処理容器内で封止するに際して、封止処理容器内の圧力を0.05 MPa以上に保って封止樹脂を加熱する工程(工程1)、封止樹脂の融点未満の温度において封止処理容器内を0.01 MPa以下の圧力まで減圧する工程(工程2)、減圧したままで封止樹脂の融点以上の温度まで昇温する工程(工程3)、前記封止処理容器内の圧力を上昇させる工程(工程4)及び冷却する工程(工程6)の各工程からなる封止操作を行うことが好適である。

【0026】

本発明において、前記封止樹脂が、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリビニルブチラル及びポリウレタンからなる群から選択される一種の樹脂からなることが好適である。

40

【発明の効果】

【0027】

本発明の太陽電池モジュールの製造方法によれば、太陽電池セルを配列して透明樹脂で封止する際に、太陽電池セルの破損を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、図面を用いて本発明を詳細に説明する。図1は封止操作後の太陽電池モジュールの一例の断面模式図である。図2及び図3は封止操作前の積層体の一例の断面模式図である。

50

【0029】

本発明の製造方法によって得られる太陽電池モジュール1の一例の断面模式図を図1に示す。太陽電池モジュール1は、受光面側透明板2と裏面板3との間に太陽電池セル4が樹脂5で封止されてなるものである。太陽電池モジュール1中に封止される太陽電池セル4の数は、一つであっても良いが、複数の太陽電池セル4が封止されたものであることが好ましい。通常、隣接する太陽電池セル4の受光面6と裏面7とが、導線8を介して接続される。

【0030】

本発明で使用される太陽電池セル4は、単結晶シリコン太陽電池、多結晶シリコン太陽電池、アモルファスシリコン太陽電池、化合物半導体太陽電池など、各種の太陽電池のセルが使用可能である。これらの太陽電池セル4は一般的には1mm以下、より一般的には0.5mm以下の厚さの薄板であり、1辺が5cm以上の四角形であることが多い。その基板の材質は、シリコンやゲルマニウム等の半導体基板、ガラス基板、金属基板などを使用できるが、シリコン基板の場合、コスト面の要請から薄板化が望まれている一方で、硬くて脆い材質であることから、封止時に特に割れ易く、本発明の製造方法を採用する意義が大きいものである。

10

【0031】

1つの太陽電池モジュール1に封入される太陽電池セル4の個数は、特に限定されず、1枚だけであっても良い。その場合には太陽電池セル4から外部への配線が接続されるだけになる。しかしながら、1つの太陽電池モジュール1に封入される太陽電池セル4の個数が多いほど、太陽電池セル4の破損に由来する不良品率が上昇することから、本発明の製造方法を採用する実益が大きい。したがって、10個以上、好適には30個以上、さらに好適には100個以上の太陽電池セル4が一つの太陽電池モジュール1内に配置されることが好ましい。

20

【0032】

隣接する太陽電池セル4間の間隙部9の幅は特に限定されないが、通常0.5mm以上であり、これ以下の場合には隣接する太陽電池セル4同士が接触して封止する際にセルが破損するおそれがある。採光性を優先するのであれば間隙部9を広くすることが好ましく、光の利用効率を優先するのであれば間隙部9を狭くすることが好ましい。用途やデザイン面の要請などによって適当に調整される。

30

【0033】

複数の太陽電池セル4を封入する場合、複数の太陽電池セル4は、所定の幅を介して配列して相互に導線8で接続されることが好ましい。このとき、隣接する太陽電池セル4同士は、受光面6及び裏面7との間で導線8によって接続され、直列方式で多数の太陽電池セル4が接続される。受光面6あるいは裏面7と導線8との接続は、ハンダ等の導電性接着剤を用いて行われる。また、発生した電流を効率良く集めるために、受光面6上に導電ペーストなどで集電パターンを形成し、それを導線8と導通させるようにすることも好ましい。さらにまた、隣接しないセル同士や離れた位置にある導線8同士を接続する場合や、裏面板3に孔を開けて導線8を外部に引き出す場合もある。

40

【0034】

導線8は、インターコネクタとも呼ばれるものであるが、その材質は特に限定されず、銅線などが使用される。受光面側透明板2と裏面板3との間に挟み込んで配置するため、薄いリボン状の導線8を使用することが好ましく、その厚みは通常0.5mm以下であり、好適には0.3mm以下である。また普通0.05mm以上である。導線8に予めハンダ等の導電性接着剤が塗布されていることが、接続作業が容易になって好ましい。導線8が接続された状態では、太陽電池セル4の表面から導線8の一番高い部分までの高さは、場所によってバラツキがあるが、接続操作によっては、導線8の厚みよりも0.5mm程度厚くなるところもある。

【0035】

受光面側透明板2の材質は、太陽光に対して透明であれば良く、ガラス以外にもポリカ

50

ーボネート樹脂やアクリル樹脂などを使用することもできる。しかしながら、耐久性、硬度、難燃性を考慮するとガラスを使用することが好ましい。広い面積の構造材を構成することも多いことから、表面圧縮応力が20MPa以上のガラス板であることが、強度の面から好ましい。また、面積が広い場合には日照などによる温度上昇に伴う熱割れも生じやすいので、この点からも表面圧縮応力が20MPa以上のガラス板を使用することが好適である。しかしながら、大きい表面圧縮応力を有するガラス板は、通常、フロート板ガラスを加熱、急冷して製造されることから、一定の歪の発生が避けられない。そのために生じるガラスの反りによって、封止時に一部の太陽電池セル4に過剰な荷重がかかりやすく、セル割れを防止できる本発明の製造方法を採用する実益が大きい。

【0036】

ここで、板ガラスの表面圧縮応力は、JIS R3222に準じて測定される値である。表面圧縮応力が20MPa以上のガラス板としては、具体的には、倍強度ガラス、強化ガラス、超強化ガラスなどが挙げられる。倍強度ガラスは表面圧縮応力が通常20~60MPaのものであり、強化ガラスは表面圧縮応力が通常90~130MPaのものであり、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、反りが大きくなりやすく製造コストも大きくなりやすい。また倍強度ガラスは、比較的反りの少ないものを製造しやすく、破損したときに細片になって落下することがない点で好ましい。ガラス板は、用途や目的に応じて選択される。

【0037】

裏面板3は必ずしも透明でなくても良いが、採光を考慮するのであれば裏面板3も太陽光に対して透明である方が良い。また、受光面側透明板2と同じ理由でガラス、特に表面圧縮応力が20MPa以上のガラス板を使用することが好ましい。

【0038】

ガラスの材質は特に限定されず、ソーダ石灰ガラスが好適に使用されるが、なかでも、受光面側透明板2には、高透過ガラス(いわゆる白板ガラス)が好適に使用される。高透過ガラスは、鉄分の含有量の少ないソーダ石灰ガラスであり、光線透過率の高いものである。また、裏面板3のガラスには、前記高透過ガラスや、鉄分の含有量の比較的多いソーダ石灰ガラス(いわゆる青板ガラス)を使用するほかに、熱線反射ガラス、熱線吸収ガラスなどを使用することも用途によっては好ましい。また、表面にエンボス模様を形成した型板ガラスなどを使用することもできる。ガラス板の厚みは、特に限定されないが、構造材として使用するのであれば、3mm以上であることが好ましく、5mm以上であることがより好ましい。このように厚いガラス板を使用する際には自重の影響が大きく、貼り合わせ前にセルの上にガラス板を重ねる際にセルが破損するおそれがあり、本発明の製造方法を採用する実益が大きい。ガラス板の厚みは通常20mm以下である。また、ガラスの面積は用途によって調整されるが、1m²以上である場合に本発明の製造方法を採用する実益が大きい。

【0039】

樹脂5の材質は、透明であって接着性や柔軟性を有するものであればよく、特に限定されないが、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)、ポリビニルブチラール及びポリウレタンからなる群から選択される一種の樹脂が好適に使用される。このとき、架橋された樹脂であることが、強度や耐久性の面から好ましい。したがって、樹脂5の原料は、架橋可能な熱可塑性樹脂、特に加熱することによって架橋反応が進行する樹脂であることが好ましい。このような樹脂をシートの形態で受光面側透明板2と裏面板3との間に挟み、加熱溶解してから、必要に応じて架橋反応を進行させ、その後冷却固化させて太陽電池セル4を封止する。加熱によって架橋されるものを使用することによって、耐久性や接着性に優れたものとなる。架橋可能な熱可塑性樹脂としては、加熱した時に架橋反応が進行するものであれば特に限定されないが、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)、ポリビニルブチラール及びポリウレタンからなる群から選択される一種の樹脂が好適に使用される。例えばEVAであれば架橋剤を配合して加熱することで架橋させることができるし、

10

20

30

40

50

ポリウレタンであればイソシアネート基と水酸基とを反応させることによって架橋させることができる。

【0040】

ポリウレタンの場合には、比較的低温で架橋反応が進行するので、受光面側透明板又は裏面板の少なくとも一方に耐熱性の低い樹脂板を使用する場合などに好適である。また、ポリウレタンは柔軟性にも優れているので、ガラスとプラスチックのように熱膨張係数の大きく異なる材料を組み合わせ、受光面側透明板及び裏面板に使用する場合にも、剥離が生じにくく好適である。さらにポリウレタンは、貫通強度にも優れている。

【0041】

架橋可能な熱可塑性樹脂のうちでも、架橋剤を含有する熱可塑性樹脂を使用することが好適である。このときの熱可塑性樹脂は、架橋剤とともに加熱した時に架橋反応が進行するものであれば特に限定されないが、透明性、柔軟性、耐久性などに優れたエチレン - 酢酸ビニル共重合体 (EVA) が最も好適に使用される。

【0042】

封止樹脂シートを受光面側透明板2と裏面板3との間に挟み、加熱溶融してから冷却固化させて、太陽電池セル4を封止する。封止樹脂シートがEVA樹脂に架橋剤を含有するものであることが好ましく、この場合には、加熱溶融してから架橋反応を進行させ、その後冷却することで架橋されたEVAで封止することができる。封止樹脂シート中のEVAは、DSC法で測定した融点が50～80のものであることが、透明性と形態保持性のバランスの観点から好ましい。

【0043】

封止樹脂シートは、その片面又は両面に適当なエンボスを有することがブロッキングを防止でき、気泡残りも抑制しやすいので好ましい。好適なエンボス深さは10～100 μ mであり、深すぎると逆に気泡が残存するおそれがある。シート厚みは好適には0.2～2mm、より好適には0.3～1mmであり、これを一枚又は複数枚重ねて厚み調節して使用することができる。

【0044】

以下、本発明の製造方法による封止操作方法を説明する。ここでの説明では、受光面側透明板2を下においてから重ねる操作を行ったが、先に裏面板3を下においてから、逆の順番で重ねても構わない。

【0045】

まず、第1の発明の構成について図を用いて説明する。第1の発明の特徴は、複数の太陽電池セル4を5mm以下の狭い間隔をあけて配列し、太陽電池セル4の外側の余白部10に、その合計の厚みが太陽電池セル4の厚みよりも厚い封止樹脂シート片40, 41, 42, 43を配置してから封止することである。図2は、封止操作前の積層体60の一例の断面模式図であり、複数の太陽電池セル4が直列に接続される方向に対して平行に切断した断面を示したものである。

【0046】

最初に、受光面側透明板2の上に、実質的にその全面を覆うように第1封止樹脂シート20を重ねる。このとき、受光面側透明板2はガラス板、特に、反りを有する表面圧縮応力が20MPa以上のガラス板であることが好ましい。そして、受光面側透明板2において、反りの内側、すなわち凹面側が上になるようにして、その上に第1封止樹脂シート20を重ねることが好ましい。このときの受光面側透明板2の反り (JIS R3206に準拠して測定した値) は0.05～0.5%であることが好適である。反りが大きすぎる場合には封止した後にモジュール内部に剥離しようとする力が残存するおそれがあり、より好適には0.4%以下であり、さらに好適には0.3%以下である。一方、反りが小さすぎる場合には、封止操作中に、モジュールの中央付近で太陽電池セル4に裏面板3の荷重が掛かってセル割れが発生するおそれがあり、より好適には0.1%以上であり、さらに好適には0.15%以上である。

【0047】

第1封止樹脂シート20の厚さは0.5mm以上であることが好ましく、1mm以上であることがより好ましい。また、通常5mm以下、好適には3mm以下である。一定以上の厚みとすることで、衝撃を効率的に吸収できて太陽電池セル4を有効に保護することができる。第1封止樹脂シート20を、複数の封止樹脂シートを積層することによって構成することが好ましい。用途や要求性能に応じて第1封止樹脂シート20の厚みを調整することが容易になるからである。図2の例では3枚の封止樹脂シート21, 22, 23を重ねて第1封止樹脂シート20を構成している。第1封止樹脂シート20は、受光面側透明板2の実質的に全面を覆っていればよく、導線の配置などのために一部が欠落していても構わないし、サイド・バイ・サイドに配置された複数枚の封止樹脂シートから構成されていても構わない。

10

【0048】

第1封止樹脂シート20の上に、太陽電池セル4を載置する。このとき、好適には前述の要領で相互に接続した複数の太陽電池セル4を載置して、必要に応じて縦横を揃えて配列する。この場合には、予め接続した太陽電池セル4を載置しても良いし、第1封止樹脂シート20上で接続しても良いし、一部接続したものを載置してから残りを接続しても良い。

【0049】

第1の発明においては、隣接する太陽電池セル4の間の間隙部9の幅は5mm以下であり、好適には4mm以下、さらに好適には3mm以下である。また、間隙部9の幅は、通常0.5mm以上であり、好適には1mm以上である。このように狭い間隔で太陽電池セル4を配列することによって光の利用効率を向上させることができる。ところが、間隙部9が狭い場合には、セル割れを防止するために封止樹脂シート片を隣接する太陽電池セル4の間隙に配置することが困難になるので、太陽電池セル4の外側の余白部10に、その合計の厚みが太陽電池セル4の厚みよりも厚い封止樹脂シート片40, 41, 42, 43を配置することが必要である。

20

【0050】

太陽電池セル4の外側の余白部10に、合計の厚みが太陽電池セル4の厚みよりも厚い封止樹脂シート片40, 41, 42, 43を配置することによって、内部を減圧した際に、表裏両面からの大気圧による荷重が太陽電池セル4に直接かかることがなく、封止樹脂シート片40, 41, 42, 43がその荷重を受ける。したがって、モジュール内に配置された太陽電池セル4に対して直接裏面板3の荷重が掛からないようにすることができる。そして、温度が上昇するにしたがって樹脂は軟化して荷重のかかった封止樹脂シート片40, 41, 42, 43の厚みが減少していき、セル又はセルに接続された導線8の部分と、上下の封止樹脂シートとが接触することになるが、そのときには樹脂シート全体が軟化しているので局所的な荷重がかかることがなく、セル又はセルに接続された導線8が軟化した封止樹脂シートに埋まりこむように密着することができる。これによって、減圧工程でのセル割れを防止することができる。特に、1つの太陽電池モジュール1に封入される太陽電池セル4の個数が多いほど、太陽電池セル4の破損に由来する不良品率が上昇することから、当該封止樹脂シート片40, 41, 42, 43を配置する実益が大きい。

30

【0051】

太陽電池セル4の外側の余白部10に配置される封止樹脂シート片40, 41, 42, 43の厚みは、その合計の厚みが太陽電池セル4の厚みよりも厚いことが必要である。ここで、合計の厚みとは、複数枚の封止樹脂シート片40, 41, 42, 43を重ねて使用した場合には、その合計の厚みということである。例えば、封止樹脂シート片を、第1封止樹脂シート20と第2封止樹脂シート30の間にだけ配置する場合のみならず、第1封止樹脂シート20あるいは第2封止樹脂シート30を構成する複数の封止樹脂シート相互の間に挟持されるように配置する場合も含むものである。図2の例では、第1封止樹脂シート20と第2封止樹脂シート30の間に配置される2枚の封止樹脂シート片40, 41と第2封止樹脂シート30を構成する4枚の封止樹脂シート31, 32, 33, 34相互の間に挟持される2枚の封止樹脂シート片42, 43との合計(4枚)の厚みということ

40

50

である。

【0052】

封止樹脂シート片40, 41, 42, 43の合計の厚みが、太陽電池セル4の厚みと導線8の厚みとの合計値よりも厚いことが好ましく、当該合計値よりも0.2mm以上厚いことがより好ましい。また、封止樹脂シート片40, 41, 42, 43の合計の厚みが、太陽電池セル4の厚みよりも0.3mm以上厚いことが好ましく、0.6mm以上厚いことがより好ましい。具体的には、封止樹脂シート片40, 41, 42, 43の合計の厚みが1~5mmであることが好適である。封止樹脂シート片40, 41, 42, 43の合計の厚みはより好適には1.5mm以上であり、さらに好適には2mm以上である。また、より好適には4mm以下であり、さらに好適には3mm以下である。

10

【0053】

封止樹脂シート片40, 41, 42, 43を、水平方向に相互に間隔をあけて配置し、そこから内部の空気を排出できるようにすることが好ましい。内部の空気を積極的に排出する通路を確保することで、気泡の残存を抑制することができ、外観の良好な太陽電池モジュール1を製造することができる。このとき、封止樹脂シート片同士が直接重ねられた構成である場合には、その少なくとも1枚において樹脂シート片相互の間に水平方向に間隔をあけて、そこから内部の空気を排出できれば良い。

【0054】

図2の例では、太陽電池セル4の外側の余白部10において、第1封止樹脂シート20の上に、余白部10の全周にわたり実質的に連続して配置された封止樹脂シート片40と、それと重ねられて相互に間隔をあけて配置された封止樹脂シート片41とが配置され、その上に第2封止樹脂シート30が重ねられる。太陽電池セル4と同じ高さの位置において全周にわたって連続的に封止樹脂シート片40を配置することで、熔融樹脂の均一な充填が可能であり、気泡の発生を防止できる。この封止樹脂シート片40は、余白部10の50%以上の幅を有することが好ましく、70%以上の幅を有することがより好ましい。封止樹脂シート片40は平行に配置された複数のシート片から構成されていてもよい。封止樹脂シート片40の上に重ねて、相互に間隔をあけて封止樹脂シート片41を配置することが好ましく、これによって内部の空気を円滑に排出できる。

20

【0055】

第1封止樹脂シート20の上に太陽電池セル4を載置し、太陽電池セル4の外側の余白部10に封止樹脂シート片40を載置し、封止樹脂シート片40の上に封止樹脂シート片41を載置してから第2封止樹脂シート30を構成する封止樹脂シート31で全体を覆う。引き続き、余白部10に封止樹脂シート片42を間歇的に載置し、2枚の封止樹脂シート32, 33で全体を覆い、さらに余白部10に封止樹脂シート片43を間歇的に載置し、封止樹脂シート34で全体を覆う。これにより、4枚の封止樹脂シート31, 32, 33, 34で第2封止樹脂シート30が構成されることになる。第2封止樹脂シート30の好適な厚みは、すでに説明した第1封止樹脂シート20の場合と同じである。また、4枚の封止樹脂シート31, 32, 33, 34に挟まれる形で存在する2枚の封止樹脂シート片42, 43も併せて、合計4枚の封止樹脂シート片40, 41, 42, 43が重ねられて、余白部10に存在することになる。ここで、第2封止樹脂シート30は、裏面板3の実質的に全面を覆っておればよく、導線の配置などのために一部が欠落していても構わないし、サイド・バイ・サイドに配置された複数枚の封止樹脂シートから構成されていても構わない。

30

40

【0056】

最後に、第2封止樹脂シート30の上に裏面板3が載置される。このとき、裏面板3はガラス板、特に、反りを有する表面圧縮応力が20MPa以上のガラス板であることが好ましい。そして、裏面板3において、反りの内側、すなわち凹面側が下になるようにして、第2封止樹脂シート30の上に載置することが好ましい。このときの裏面板3の反り(JIS R3206に準拠して測定した値)は0.05~0.5%であることが好適である。反りが大きすぎる場合には封止した後にモジュール内部に剥離しようとする力が残存

50

するおそれがあり、より好適には0.4%以下であり、さらに好適には0.3%以下である。一方、反りが小さすぎる場合には、封止操作中に、モジュールの中央付近で太陽電池セル4に裏面板3の荷重が掛かってセル割れが発生するおそれがあり、より好適には0.1%以上であり、さらに好適には0.15%以上である。

【0057】

このように、受光面側透明板2及び裏面板3として、一定の反りを有するガラス板を用い、しかもその凹面同士を向かい合わせて封止操作を行うことによって、封止される太陽電池セル4の破損を防止することができる。第1の発明では、隣接する太陽電池セル4の間の間隙部9の幅は5mm以下であって、封止樹脂シート片を間隙部9に配置することが困難である。したがって、封止される多数の太陽電池セル4の破損を防止するために、太陽電池セル4の外側の余白部10のみに封止樹脂シート片40, 41, 42, 43を配置する必要がある。ところが、大寸法の板ガラスを周辺部だけで支える場合には、板ガラスの自重による撓みが無視できない。例えば、後述の実施例1で裏面板3として使用している2810mm×1795mm×12mmの板ガラスの重量は、151kgもある。そこで、自重によって裏面板3の中心部が撓んで下方に下がってもなお、直接裏面板3の荷重が太陽電池セル4に掛かることがないように、受光面側透明板2と裏面板3の凹面同士を向かい合わせて封止するものである。通常、内部に何も封止しない合せガラスを製造する場合には、2枚のガラス板の反りの向きを揃えてから貼り合わせる場合が多いのに対して、本発明では、異なった手法を採用するものである。

【0058】

次に、第2の発明の構成について図を用いて説明する。第2の発明の特徴は、電気配線の一部を太陽電池セル4と接触することなく重なる位置に配置し、第1封止樹脂シート20又は第2封止樹脂シート30内において1枚の封止樹脂シート33を当該電気配線の部分で欠落するように配置してから封止することである。図3は封止操作前の積層体60の一例の断面模式図であり、複数の太陽電池セル4が直列に接続される方向に対して垂直に切断した断面を示したものである。

【0059】

受光面側透明板2の上に第1封止樹脂シート20を重ね、その上に、太陽電池セル4を載置するところまでは、第1の発明とほぼ同様である。第1の発明では隣接する太陽電池セル4の間の間隙部9の幅は5mm以下であるが、第2の発明においては間隙部9の幅がさらに広くても構わない。間隙部9の幅が5mmを超える場合には、間隙部9に封止樹脂シート片を配置することも可能であり、この場合には、板ガラスを周辺部だけで支える必要はなく、受光面側透明板2及び裏面板3として、一定の反りを有するガラス板を用いた場合でも、その凹面同士を向かい合わせる必要性は低い。

【0060】

図3の例では、隣接する太陽電池セル4同士を接続する導線8以外に、太陽電池セル4と接触することなく重なる位置に導線50が配置されている。この導線50は、複数の太陽電池セル4が直列に接続される方向に対して平行に配置されており、図3ではその断面が示されている。これは、直列に接続された一群の太陽電池セル4の一端に存在する導線8から他端に存在する導線8までを電氣的に接続し、バイパス回路を形成するためのものである。導線50は、太陽電池セル4と上下に重なる位置に配置されているために、上下からの荷重を受けた場合に、重なった部分に過剰な荷重がかかってセル割れが発生しやすい。図3の例では導線50と太陽電池セル4との間に、導線50よりもはるかに厚い封止樹脂シートが2枚も存在するが、発明者らの経験では、このような場合であってもセル割れを完全に防止することは困難である。このような例以外にも、太陽電池モジュール1から外部に接続される電気配線を、裏面板3に開けた孔から後方に引き出す場合などに、電気配線が太陽電池セル4と接触することなく重なる位置に配置される場合がある。太陽電池モジュール1の用途などに応じて様々な設計手法が考えられ、電気配線と太陽電池セル4とが重なって配置される様々な場合がある。

【0061】

第1封止樹脂シート20の上に太陽電池セル4を載置し、太陽電池セル4の外側の余白部10に封止樹脂シート片40を載置し、封止樹脂シート片40の上に封止樹脂シート片41を載置してから第2封止樹脂シート30を構成する封止樹脂シート31で全体を覆う。この操作は図2の例の時と同じである。封止樹脂シート31の上に、絶縁フィルム55を配置する。絶縁フィルム55は、導線50と太陽電池セル4との間の絶縁性を確保するためのものであり、テープ状の絶縁フィルム55が導線50と重なるように配置される。また同時に、封止樹脂シート31の上には、余白部10に封止樹脂シート片42が間歇的に載置される。そして全体を封止樹脂シート32で覆うことによって、絶縁フィルム55は、太陽電池セル4及び導線50と、それぞれ封止樹脂シート31及び32を介して積層される。このとき、導線50と導線8を接続するために、封止樹脂シート31, 32には、適宜孔や切り込みが設けられてもよい。また、封止樹脂シート31, 32を、サイド・バイ・サイドに配置された複数枚の封止樹脂シートから構成して、その隙間から導線50を引き出してもよい。

10

【0062】

封止樹脂シート32の上に導線50が配置される。導線50としては、導線8と同様のものを使用することができる。続いて、封止樹脂シート33を導線50の部分で欠落するように配置する。ここでは、導線50の部分で封止樹脂シート33が覆わないように、複数枚に分割された封止樹脂シート33を隙間をあけて配置して、積層体の全面を覆うようにしている。このように、第2封止樹脂シート30を構成する1枚の封止樹脂シート33を導線50の部分で欠落するように配置することによって、封止操作において導線50の部分で局所的な荷重が太陽電池セル4に掛かることがなく、セル割れを防止できる。封止樹脂シート33を導線50の部分で欠落させる幅は、導線50の幅よりも広ければ良い。

20

【0063】

このとき、封止樹脂シート33を欠落させた部分には、封止樹脂シート33よりも薄い封止樹脂シート片44を、導線50と重ねるように配置することが好ましい。これによって、導線50付近において気泡残りが発生するのを防止することができる。封止樹脂シート片44の厚みは封止樹脂シート33よりも0.1mm以上薄いことが好ましい。また、封止樹脂シート片44の幅は上記欠落部分の幅と同一又はそれよりも狭ければ良いが、封止樹脂シート33に重ねてはならない。両者が重なった場合には、その部分でセル割れが発生するおそれがある。作業性と気泡の発生防止効果とのバランスを考慮すれば、上記欠落部分の幅よりも0.5~1.0mm程度狭いのが好ましい。

30

【0064】

封止樹脂シート33及び封止樹脂シート片44を配置してから、余白部10に封止樹脂シート片43が間歇的に載置される。そして封止樹脂シート34で全体を覆ってから、その上に裏面板3が載置される。

【0065】

以上、第1の発明及び第2の発明の積層構成について説明した。引き続き、受光面側透明板2と裏面板3との間の空気を排出し、加熱して樹脂を熔融させてから冷却して封止する。このとき、加熱して樹脂を熔融させ、架橋反応を進行させてから冷却して封止することが好ましい。封止に使用される装置は、空気の排出操作と加熱操作の可能なものであれば良く、特に限定されない。積層体60を内部に収容する封止処理容器を有し、空気の排出操作と加熱操作の可能なものが好ましく使用される。このとき、当該封止処理容器はその一部又は全部が気体非透過性の柔軟な膜からなるものであることが好ましい。気体非透過性の柔軟な膜からなる封止処理容器の外側が大気圧に保たれている、いわゆる一重真空方式も採用できるし、気体非透過性の柔軟な膜からなる隔壁を隔てた二室の両側の真空度を調整できる、いわゆる二重真空方式も採用できる。一重真空方式は設備が簡易な点から好ましい。本発明の製造方法によれば、封止樹脂が熔融する前に積層体60の上下から荷重のかかる一重真空方式であってもセル割れを防止できる。前記膜の素材は、気体非透過性の柔軟な膜であれば良く、一定以上の柔軟性と強度があつて、膜の内部が真空になった時に外気圧が積層体全体に均一にかかるようになるものであれば特に限定されず、ゴムや

40

50

樹脂のシートやフィルムが使用できる。

【0066】

一重真空方式の封止処理容器は、ヒーターと一体化されたものであっても良いし、その一部のみが気体非透過性の柔軟な膜からなるものであっても良いが、全体が気体非透過性の柔軟な膜からなる袋61を使用することが好ましい。この場合には、封止処理容器は単なる袋61であるから、様々な形状や寸法の太陽電池モジュールを製造する際に柔軟に対応することが可能であり、建材など、多様な寸法の製品を製造することが要求される用途に対して特に好適である。積層体60を袋61に導入する際には、積層体60の端面の全周を通気性のある素材からなるブリーダー62で覆って、積層体60内部の溶融樹脂が流出するのを防ぐとともに、積層体60内部からの空気の排出ルートを確認することが好ましい。ブリーダー62に使用される素材としては、織布、編地、不織布などの布帛が使用可能である。

10

【0067】

このように、全体が気体非透過性の柔軟な膜からなる袋61を使用する場合には、積層体60が導入された袋61を、加熱装置の中に複数配置することができる。それぞれの袋61には排気可能なパイプ63が接続され、圧力調整弁64を介して真空ポンプ65に接続される。このような方法によって、簡易な装置でまとめて複数の貼り合せ操作が可能である。

【0068】

上述のように配置したところで、受光面側透明板2と裏面板3との間の空気を排出し、加熱して樹脂を溶融させてから冷却して封止する。このときの温度条件は特に限定されるものではなく、樹脂が溶融することの可能な温度まで上昇させれば良く、結晶性の樹脂であればその樹脂の融点以上まで加熱すれば良い。また、封止樹脂が架橋可能な熱可塑性樹脂であれば、架橋可能な温度まで上昇させて、所定の時間架橋可能な温度に保持する。圧力も積層体60内の空気を排出できて気泡残りが低減できるような圧力まで減圧できるのであればその圧力は特に限定されない。

20

【0069】

なかでも、封止処理容器内で封止するに際して、封止処理容器内の圧力を0.05MPa以上に保って封止樹脂を加熱する工程(工程1)、封止樹脂の融点未満の温度において封止処理容器内を0.01MPa以下の圧力まで減圧する工程(工程2)、減圧したままで封止樹脂の融点以上の温度まで昇温する工程(工程3)、前記封止処理容器内の圧力を上昇させる工程(工程4)及び冷却する工程(工程6)の各工程からなる封止操作を行うことが好適である。前述の第1の発明や第2の発明の構成を有する積層体に対してこの方法を用いて封止することが好適であるが、それに限定されるものではない。

30

【0070】

前記工程1は、封止処理容器内の圧力を0.05MPa以上に保って封止樹脂を加熱する工程である。封止処理容器内の圧力を0.05MPa以上に保つことによって、積層体60の上下方向からセルに大きな荷重がかかるのを防止することができる。より好適には当該圧力は0.06MPa以上である。このときの封止処理容器内の圧力は大気圧(0.1MPa)であっても構わないが、例えば0.09MPa以下まで減圧することで、封止処理容器の漏れをチェックすることができる。工程1においては、封止樹脂が未だ溶融していないので、封止処理容器に漏れがあった場合には、この段階で補修することが可能である。特に、封止処理容器として柔軟な袋を用いる場合には、袋を破損しやすいのでこのように少し減圧することが好適である。大気圧から0.05MPa以上の所定の圧力まで減圧する際には、減圧操作に要する時間を10分以上かけることが好ましい。大きな荷重はかからないものの、急激な減圧操作はセル割れを引き起こす可能性があるからである。

40

【0071】

以上のように、封止処理容器内の圧力が高い状態で封止樹脂を加熱することによって、封止樹脂を予め軟化させる。このときの加熱によって到達する温度は、封止樹脂が溶融しない温度でありながら、弾性率が低下する温度である。ここで、封止樹脂が溶融しない温

50

度とは、通常、融点 (T_m) よりも低い温度ということであり、好適には ($T_m - 5$) 以下であり、より好適には ($T_m - 10$) 以下である。封止樹脂が融点を有しない場合には、ここでいう融点をガラス転移点又は軟化点と置き換えて考えればよい。多くの封止樹脂において好適な温度は 65 以下であり、より好適な温度は 60 以下である。当該温度が高すぎると、工程 2 において封止処理容器内の圧力が 0.01 MPa 以下まで下がる前に樹脂の流動が開始してしまい、積層体 60 の内部の空気を排出するための通路が塞がれて、気泡残りが発生するおそれがある。また、前記加熱によって到達する温度は、好適には ($T_m - 30$) 以上であり、より好適には ($T_m - 20$) 以上である。多くの封止樹脂において好適な温度は 40 以上であり、より好適な温度は 45 以上である。当該温度が低すぎる場合には、封止樹脂の弾性率の低下が不十分であり、工程 2 において封止処理容器内の圧力を下げた場合にセル割れが発生するおそれがある。このような温度範囲で 5 分以上維持してから工程 2 の減圧操作を開始することが好ましい。

10

【0072】

工程 2 は、封止樹脂の融点未満の温度において封止処理容器内を 0.01 MPa 以下の圧力まで減圧する工程であり、工程 1 に引き続いて行われる工程である。封止樹脂の融点未満の温度で減圧することによって積層体 60 の内部の空気が排出される通路が確保されるものである。このとき、封止処理容器内の圧力は、好適には 0.005 MPa 以下まで減圧される。十分に減圧することによって封止後の気泡残りを効果的に抑制することができる。工程 2 において 0.05 MPa から 0.01 MPa まで減圧する間の温度は、工程 1 で説明した前記加熱によって到達する温度と同じ温度範囲に維持されることが好ましい。

20

【0073】

工程 3 は、減圧したままで封止樹脂の融点以上の温度まで昇温する工程であり、工程 2 に引き続いて行われる工程である。封止樹脂を昇温すると融点付近で弾性率が大きく低下し高粘度の液体へと変化することになるが、工程 3 は、そのような温度に到達するまで減圧したままにする工程である。弾性率が高いうちに減圧度を下げて昇圧したのでは、積層体 60 の内部へ空気が流入してしまい、封止樹脂中に気泡が残留するおそれがある。ここで、工程 3 の昇温操作で到達する温度の下限値は、好適には ($T_m + 10$) 以上であり、より好適には ($T_m + 20$) 以上である。多くの封止樹脂において好適な下限値は 80 以上であり、より好適には 85 以上である。また上限値は、通常 200 以下である。

30

【0074】

工程 3 で昇温する速度はゆっくりであることが好ましく、室温から上記温度まで昇温するのにかかる時間が 15 分以上であることが好ましく、30 分以上であることがより好ましく、1 時間以上であることがさらに好ましい。ゆっくり昇温することによって、急に荷重がかかることがなく、セル割れを効率的に防止することができる。このとき、途中で昇温速度を変化させてもよいし、昇温を停止して積層体 60 の内部の温度分布を解消させる、バラシング操作を施しても良い。生産性の観点から、昇温時間は通常 20 時間以下である。

40

【0075】

工程 4 は封止処理容器内の圧力を上昇させる工程であり、工程 6 は冷却する工程であり、いずれも工程 3 に引き続いて行われる工程である。工程 4 と工程 6 は、どちらを先に行っても構わないし、両工程を同時に行っても構わない。工程 6 の冷却工程では、通常室温付近まで冷却するが、冷却速度が早すぎるとガラスが割れるおそれがあるので、好適には 10 分以上、より好適には 30 分以上かけて冷却する。

【0076】

工程 4 においては、ゆっくりと昇圧することが好ましく、昇圧にかかる時間は 5 分以上であることが好ましく、10 分以上であることがより好ましく、20 分以上であることがさらに好ましい。生産性の観点から、昇圧時間は通常 5 時間以下であり、好適には 2 時間

50

以下である。昇圧後の圧力は、 0.05 MPa 以上、より好適には 0.07 MPa 以上とすることが好ましく、大気圧と同じ圧力(0.1 MPa)まで昇圧することもできる。このとき、段階的に昇圧しても構わない。工程4において、圧力を上昇させる際の温度が、高すぎる場合には、不必要に熔融樹脂が流動して、セルの移動が生じるおそれがある。通常 120 以下、好適には 100 以下であることが好ましい。

【0077】

また、工程4において、前記封止処理容器内の圧力を上昇させながら同時に昇温する過程を有することが好ましい。こうすることによって、徐々に流動性を増していく過程で、積層体60にかかる圧力を徐々に解除することができ、残留気泡の発生を抑制しながら、不必要に熔融樹脂が流動するのを抑制するのに効果的である。この場合には、昇圧開始時の温度を $(T_m - 10)$ ~ $(T_m + 20)$ 、より好適には $(T_m - 5)$ ~ $(T_m + 15)$ とし、そこから $3 \sim 30$ 、より好適には $5 \sim 20$ 温度を上昇させる間に昇圧させることが望ましい。昇温速度(/分)に対する昇圧速度($\text{MPa} / \text{分}$)の比は、 $0.001 \sim 0.1$ ($\text{MPa} / \text{分}$)であることが好ましく、 $0.002 \sim 0.05$ ($\text{MPa} / \text{分}$)であることがより好ましい。

10

【0078】

封止樹脂として、架橋可能な熱可塑性樹脂を使用する場合には、減圧したままで封止樹脂の融点付近以上まで昇温する工程(工程3)の後に、前記封止処理容器内の圧力を上昇させる工程(工程4)を経て、架橋反応が進行する温度範囲まで昇温して架橋反応を進行させる工程(工程5)、及び冷却する工程(工程6)を有することが好ましい。

20

【0079】

この場合、工程4で封止処理容器内の圧力を上昇させた後、一旦融点以下の温度まで冷却してから、工程5で架橋反応が進行する温度範囲まで昇温することも好ましい。圧力を上昇させた後、そのまま架橋反応が進行する温度範囲まで昇温することも可能であるが、一旦冷却することによって、残留する応力が緩和する時間を確保できて、熔融樹脂のはみ出し、ヒケ(端部で樹脂の欠損した部分)、セルの移動がより効果的に抑制できる。このとき、樹脂が十分に流動性を失うまで冷却することが好ましく、 $(T_m - 10)$ 以下、より好適には $(T_m - 20)$ 以下まで冷却することが好ましい。

【0080】

以上のように、封止処理容器内の圧力を上昇させてから、工程5において架橋反応が進行する温度範囲まで昇温して架橋反応を進行させる。通常 100 以上、好適には 120 以上、より好適には 130 以上、さらに好適には 140 以上に加熱して架橋反応を進行させる。樹脂の劣化を防止するために、通常は 200 以下の架橋温度が採用される。架橋反応が進行する温度範囲に保つ時間は、目指す架橋度などにより異なるが、通常5分~2時間、好適には10分~1時間である。

30

【0081】

工程5で架橋反応を進行させるときの封止処理容器内の圧力は、好適には 0.05 MPa 以上、より好適には 0.06 MPa 以上である。封止処理容器内の圧力を上昇させることによって、上下からかかる圧力を低減させることができる。架橋反応は高温で進行するため、その時の封止樹脂の熔融粘度は、融点付近に比べてかなり低い。そのため、このときに上下から不要な圧力をかけず、セルの移動や、樹脂のはみ出しを抑制することが重要である。しかしながら、大気圧と同じ圧力まで昇圧した場合には、積層体の構成によってはヒケを生じることがあるので、そのようなときには大気圧より低い圧力に設定することが好適である。また、大気圧と同じ圧力まで昇圧した場合には、ブリーダーが積層体の周囲を押えることが困難になり樹脂がはみ出すこともあるので、そのようなときにも大気圧より低い圧力に設定することが好適である。その場合の圧力は大気圧よりも 0.001 MPa 以上低い圧力とすることが好ましく、 0.01 MPa 以上低い圧力(この場合、 0.09 MPa 以下)とすることが好ましい。なお、本発明でいう大気圧とは、積極的に加圧あるいは減圧操作を施していない状態をいい、例えば熱風炉の中にファンで強制的に熱風を吹き込むために若干大気圧よりも高くなってしまうような場合であっても、それは大気

40

50

圧と実質的に同一である。

【0082】

工程5で架橋反応を進行させたあとで、工程6の冷却工程に供する。工程6については、前述したとおりである。

【0083】

こうして得られた太陽電池モジュールは、複数の太陽電池セルが破損されることなく、規則正しく整列されたものである。多数の太陽電池セルを破損することなく樹脂で封止することができるので、大型の太陽電池モジュールを提供することができる。しかも、気泡残りが抑制され、端部からの樹脂のはみ出しも抑制され、正しく整列されて外観が美しいので、各種建築物の外壁、屋根、窓などに好適に使用される。

10

【実施例】

【0084】

以下、実施例を使用して本発明をさらに詳細に説明する。

【0085】

実施例

図4に太陽電池モジュール1の外形と、その中に配列された太陽電池セル4とを示す。太陽電池セル4として、100mm×100mm×0.3mmの正方形の単結晶シリコン太陽電池セルを416枚使用した。四隅は数mm程度面取りがされている。導線8としては、日立電線株式会社製のハンダディップ銅リボン線を使用した。当該リボン線の幅は1.5mmで厚さは0.15mmである。太陽電池セル4の受光面6と裏面7の導線8を接

20

【0086】

受光面側透明板2としては、2810mm×1795mm×12mmのフロート板強化ガラス(白板ガラス)を使用した。当該強化ガラスの表面圧縮応力は100MPaであり、JIS R3206に準拠して測定した反りは0.25%であった。封止樹脂シートとしては、特に断らない限り、ハイシート工業株式会社製「ソーラーエバSC36」の厚さ0.6mmのものを切断して使用した。当該封止樹脂シートは、エチレン-酢酸ビニル共

30

【0087】

図5~図10は、図4における左上の部分と右上の部分(一点鎖線で囲んだ部分)を拡大して示したものである。図5に示すように、長手方向に26枚の太陽電池セル4を直列に接続したものを2mm間隔で平行に16組並べ、合計416枚のセルを、第1封止樹脂シート20の上に配置した。隣接する太陽電池セル4間の間隙部9の幅は、縦横ともに2mmである。直列に配置された太陽電池セル4の端部では、太陽電池セル4に接続されている導線8同士を5mm離れた位置の導線51で接続した。太陽電池セル4の端から受光面側透明板2の端部までの距離、すなわち余白部10の幅は、図4における左右端で80mm、上下端で82.5mmとした。図の左側の余白部10では、導線51同士を導線52で接続した。導線51,52としては、幅4.0mmで厚さ0.25mmのハンダディップ銅リボン線を使用した。

40

【0088】

続いて、図6に示すように、余白部10に封止樹脂シート片40を配置する。封止樹脂シート片40は余白部10の全周にわたり、受光面側透明板2の端部に沿って配置した。

50

左右の余白部 10 (幅が 80 mm) では、封止樹脂シート片 40 の幅は 49 mm であり、上下の余白部 10 (幅が 82.5 mm) では、封止樹脂シート片 40 の幅は 51.5 mm である。封止樹脂シート片 40 の内側には、約 8 mm の間隔をあけて幅 15 mm の封止樹脂シート片 45 を封止樹脂シート片 40 と平行に配置した。封止樹脂シート片 45 と太陽電池セル 4 の端部との距離は約 8 mm である。このとき、左側の余白部 10 においては、導線 52 の上に封止樹脂シート片 45 が重ならないように、他の余白部 10 よりも少しだけ外側にシフトさせて配置した。封止樹脂シート片 40 よりも細幅の封止樹脂シート片 45 が内側に配置されることによって、封止樹脂シート片 40 が加熱によって溶融したときに、太陽電池セル 4 の方向に不均一に流れ込むことを防止することができる。これにより、太陽電池セル 4 の移動や気泡の発生を防止することができる。その後、長さ 100 mm、幅 10 mm の封止樹脂シート片 41 を受光面側透明板 2 の端部に沿って間歇的に配置した。これにより、引き続き積層される封止樹脂シート 31 と封止樹脂シート片 40 との間に間隙を設けることができ、封止樹脂シート 23 と封止樹脂シート 31 の間に形成される空間の空気を円滑に排出することができる。

10

【0089】

引き続き、図 7 に示すように、右側の余白部 10 に存在する導線 51 の部分及び左側の余白部 10 に存在する導線 52 の部分にそれぞれ幅 5 mm の間隙 36 をあけて、ほぼ全面を、3 枚のシートから構成される封止樹脂シート 31 で覆った。間隙 36 を通して、導線 51 及び 52 に導線 50 を接続することが可能である。次に、長さ 100 mm、幅 10 mm の封止樹脂シート片 42 を受光面側透明板 2 の端部に沿って間歇的に配置した。また、後に配置される導線 50 の下側に重なる位置に幅 10 mm で厚さ 0.1 mm の絶縁フィルム 55 を配置した。さらに後に配置される導線 53, 54 の下側に重なる位置にも、幅 30 mm、長さ 100 mm で厚さ 0.1 mm の絶縁フィルム 56 を配置した。

20

【0090】

次に、図 8 に示すように、右側の余白部 10 に存在する導線 51 の部分及び左側の余白部 10 に存在する導線 52 の部分にそれぞれ幅 5 mm の間隙 36 をあけて、ほぼ全面を、3 枚のシートから構成される封止樹脂シート 32 で覆った。次に、図の右側の余白部 10 に存在する導線 51 から、左側の余白部 10 に存在する導線 52 までを、導線 50 で接続し、導線 50 を封止樹脂シート 32 の上に配置した。導線 50 としては、幅 6 mm で厚さ 0.1 mm のハンダディップ銅リボン線を使用した。また、左側の余白部 10 に存在する電気配線 (図示せず) に、端子ボックスに引き出される 2 本の導線 53, 54 を接続した。導線 53, 54 は、導線 50 と同じものである。左側の余白部 10 に存在する電気配線 (図示せず) や導線 52 には、モジュールの仕様などに応じてダイオードなどの素子が組み込まれていても良い。

30

【0091】

続いて、図 9 に示すように、導線 50 の部分が約 20 mm の幅で欠落し、導線 53, 54 の部分が 40 x 130 mm の寸法で欠落した封止樹脂シート 33 で覆い、前記欠落部分の導線 50 の上には、ハイシート工業株式会社製「ソーラーエバ SC36」の厚さ 0.4 mm のものからなる 15 mm 幅の封止樹脂シート片 44 を配置した。また、前記欠落部分の導線 53, 54 の上には、欠落した範囲の実質的に全体を覆うように、0.4 mm の厚さの封止樹脂シート片 46 を配置した。次に、長さ 100 mm、幅 10 mm の封止樹脂シート片 43 を受光面側透明板 2 の端部に沿って間歇的に配置した。

40

【0092】

引き続き、全面を封止樹脂シート 34 で覆った。図 10 に示されるように封止樹脂シート 34 には、長さ 300 mm の切り込み 37 が入れられており、この切り込みから端子ボックスに引き出される 2 本の導線 53, 54 を引き出した。その後、裏面板 3 を重ねた。裏面板 3 としては、2810 mm x 1795 mm x 12 mm のフロート板強化ガラス (青板ガラス) を使用した。当該強化ガラスの表面圧縮応力は 100 MPa であり、JIS R3206 に準拠して測定した反りは 0.25% であった。また、裏面板 3 には端子ボックスに引き出される 2 本の導線 53, 54 を通すための 20 mm 径の円形開口部が設けら

50

れている。裏面板 3 をその凹面が下になるようにして、裏面板 3 に設けられた開口から 2 本の導線 5 3 , 5 4 を引き出して重ねた。

【 0 0 9 3 】

以上のようにして、封止操作に供するための積層体 6 0 が得られた。ここで、第 1 封止樹脂シート 2 0 は 3 枚の封止樹脂シートからなりその合計厚みは 1 . 8 m m である。また、第 2 封止樹脂シート 3 0 は、4 枚の封止樹脂シートからなりその合計厚みは 2 . 4 m m である。また、余白部 1 0 に配置された封止樹脂シート片 4 0 , 4 1 , 4 2 , 4 3 の合計厚みは 2 . 4 m m であった。

【 0 0 9 4 】

こうして得られた積層体 6 0 の端面の全周をブリーダー 6 2 で覆い、封止処理容器であるゴム製の袋 6 1 の中に投入し、袋 6 1 を封じた。積層体 6 0 の端面をブリーダー 6 2 で覆うのは、積層体 6 0 内部の熔融樹脂が流出するのを防ぐとともに、積層体 6 0 内部からの空気の排出ルートを確保するためである。

【 0 0 9 5 】

上記ゴム製の袋 6 1 は熱風炉 6 6 の中に設けられた棚 6 7 に複数セットが並べて配置される。それぞれのゴム製の袋 6 1 には排気可能なパイプ 6 3 が接続されていて、それが圧力調整弁 6 4 を介して真空ポンプ 6 5 に接続されている。封止処理装置の概略図を図 1 1 に示す。

【 0 0 9 6 】

以上のようにセッティングしてから、以下の工程 1 ~ 6 の封止処理操作を行った。このときの温度と圧力は、表 1 及び図 1 2 に示すとおりに制御した。このとき温度は熱風炉 6 6 内の温度であり、圧力は圧力調整弁 6 4 で設定した圧力である。

【 0 0 9 7 】

工程 1 : 「封止処理容器内の圧力を 0 . 0 5 M P a 以上に保って封止樹脂を加熱する工程」

熱風炉 6 6 内の昇温を開始するとともに、封止処理容器内の減圧を開始した。4 5 分かけて圧力を大気圧 (0 . 1 M P a) からゆっくりと 0 . 0 7 M P a まで低下させ、その間、温度を室温 (3 0) からゆっくりと 5 0 まで上昇させた。

【 0 0 9 8 】

工程 2 : 「封止樹脂の融点未満の温度において封止処理容器内を 0 . 0 1 M P a 以下の圧力まで減圧する工程」

熱風炉 6 6 内の温度を 3 0 分間 5 0 に維持し、その間、封止処理容器内の圧力を 0 . 0 7 M P a から 0 . 0 0 5 M P a 未満までゆっくりと減圧した。

【 0 0 9 9 】

工程 3 : 「減圧したままで封止樹脂の融点以上の温度まで昇温する工程」

熱風炉 6 6 内の温度を、5 0 から 6 0 まで 1 2 0 分かけて昇温し、6 0 から 7 1 (封止樹脂の融点) まで 1 5 0 分かけて昇温し、7 1 で 1 0 分間維持してから、7 1 から 7 8 まで 4 5 分かけて昇温した。この間、封止処理容器内の圧力を 0 . 0 0 5 M P a 未満に維持した。

【 0 1 0 0 】

工程 4 : 「前記封止処理容器内の圧力を上昇させる工程」

前記工程 3 において、熱風炉 6 6 内の温度が 7 8 になったところで昇圧を開始し、封止処理容器内の圧力を 0 . 0 0 5 M P a 未満から 0 . 0 7 M P a まで 7 0 分かけてゆっくりと昇圧した。この間、温度は 7 8 から 9 0 まで 7 5 分かけてゆっくりと上昇させた。このときの昇温速度 (/ 分) に対する昇圧速度 (M P a / 分) の比は、0 . 0 0 6 3 (M P a /) であった。この後、9 0 で 3 0 分間維持し、3 0 分かけて 3 0 まで冷却し、3 0 で 5 分間維持し、その間 0 . 0 7 M P a の圧力を維持した。

【 0 1 0 1 】

工程 5 : 「架橋反応が進行する温度範囲まで昇温して架橋反応を進行させる工程」

引き続き、9 0 分かけて 3 0 から 1 5 5 まで昇温し、1 5 5 で 3 6 分間維持して

10

20

30

40

50

架橋反応を進行させた。その間 0.07 MPa の圧力を維持した。

【0102】

工程6：「冷却する工程」

続いて、0.07 MPa の圧力を維持しながら60分かけて155 から30 まで冷却し、30 になったところで、約1分かけて封止処理容器内の圧力を0.1 MPa（大気圧）まで上昇させ、熱風炉66から取り出した。

【0103】

【表1】

	処理時間 (分)	処理時間 (積算:分)	温度 (°C)	圧力 (MPa)
工程1	45	45	30→50	0.1→0.07
工程2	30	75	50	0.07→<0.005
工程3	120	195	50→60	<0.005
	150	345	60→71	
	10	355	71	
	45	400		
工程4	70	470	71→90	<0.005→0.07
	5	475		
	30	505	90	0.07
	30	535	90→30	
	5	540	30	
工程5	90	630	30→155	0.07
	36	666	155	
工程6	60	726	155→30	0.07→0.1
	1	727	30	

【0104】

得られた太陽電池モジュールは、セルの割れや欠け、導線の断線は一切なく、気泡残りも観察されず、周辺部での封止樹脂のはみ出しやヒケも観察されなかった。また、太陽電池セルは、規則正しく配列されて封止されていた。

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図1】封止操作後の太陽電池モジュールの一例の断面模式図である。

【図2】封止操作前の積層体の一例の断面模式図である。

【図3】封止操作前の積層体の他の一例の断面模式図である。

【図4】実施例で製造された太陽電池モジュールの外形とその中に配列された太陽電池セルとを示した模式図である。

【図5】実施例における積層体の製造工程を示した図（その1）である。

【図6】実施例における積層体の製造工程を示した図（その2）である。

【図7】実施例における積層体の製造工程を示した図（その3）である。

- 【図 8】 実施例における積層体の製造工程を示した図（その 4）である。
- 【図 9】 実施例における積層体の製造工程を示した図（その 5）である。
- 【図 10】 実施例における積層体の製造工程を示した図（その 6）である。
- 【図 11】 封止処理装置の概略図である。
- 【図 12】 実施例における封止処理時の温度と圧力を示した図である。

【符号の説明】

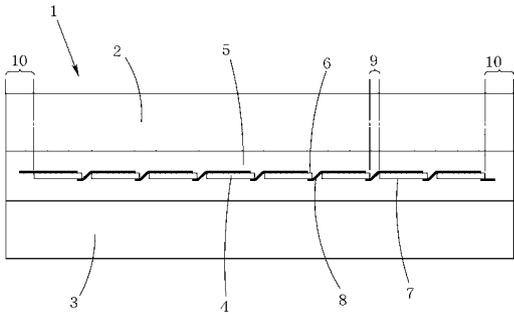
【 0 1 0 6 】

- 1 太陽電池モジュール
- 2 受光面側透明板
- 3 裏面板
- 4 太陽電池セル
- 5 樹脂
- 8 導線
- 9 間隙部
- 10 余白部
- 20 第 1 封止樹脂シート
- 30 第 2 封止樹脂シート
- 40 ~ 46 封止樹脂シート片
- 50 ~ 54 導線
- 55, 56 絶縁フィルム
- 60 積層体
- 61 袋
- 66 熱風炉

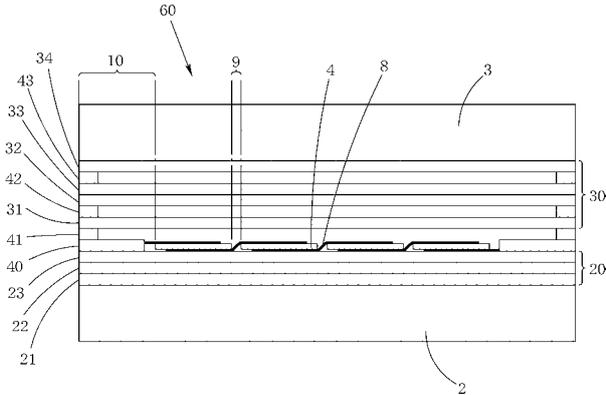
10

20

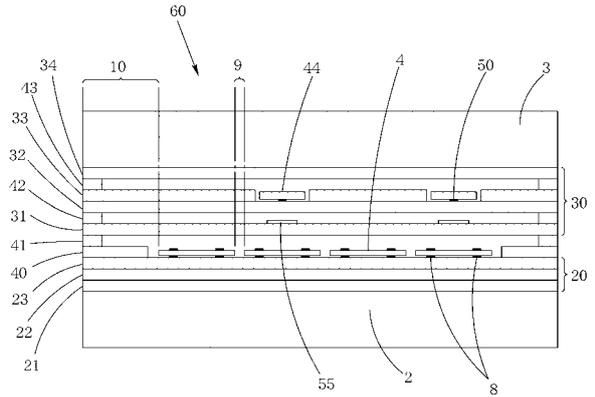
【 図 1 】



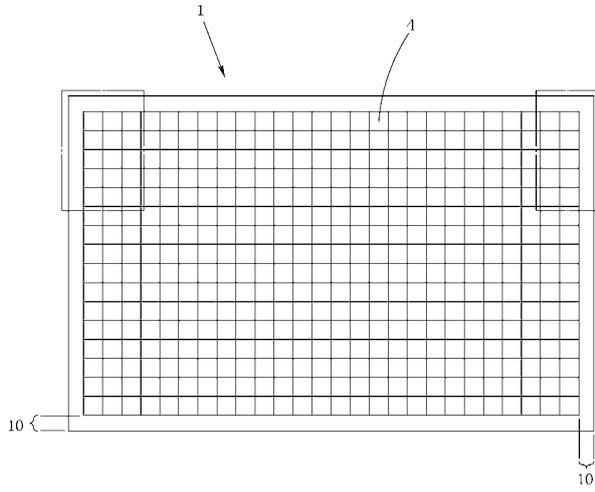
【 図 2 】



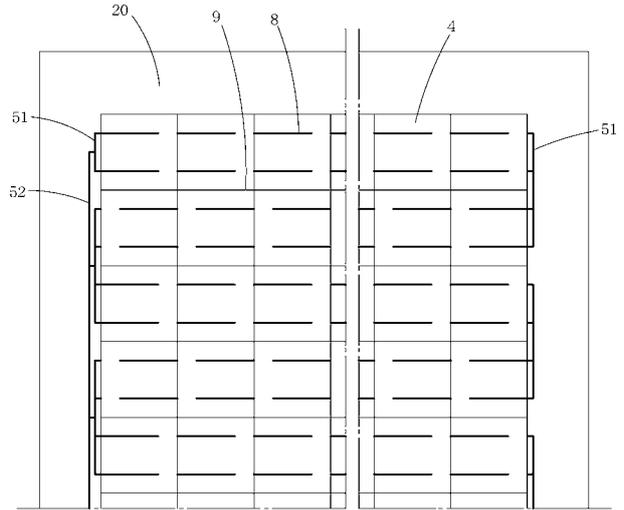
【 図 3 】



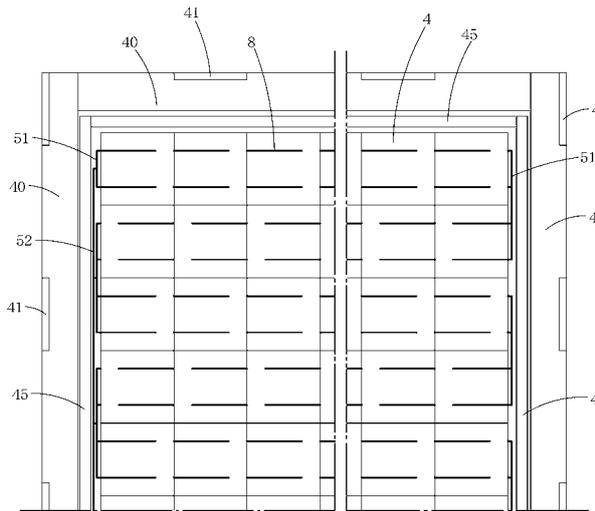
【図4】



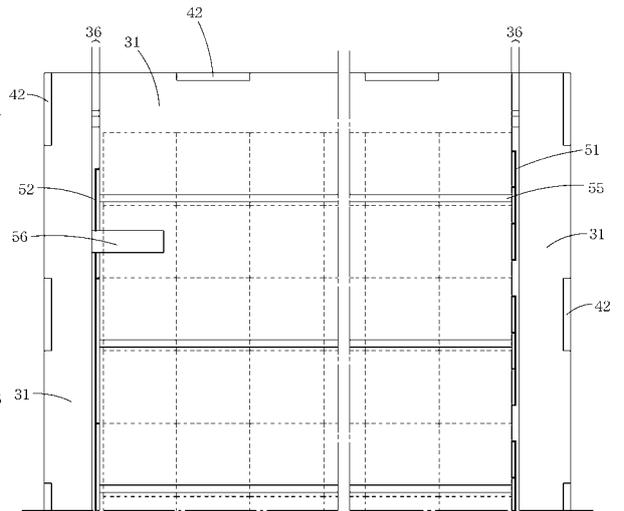
【図5】



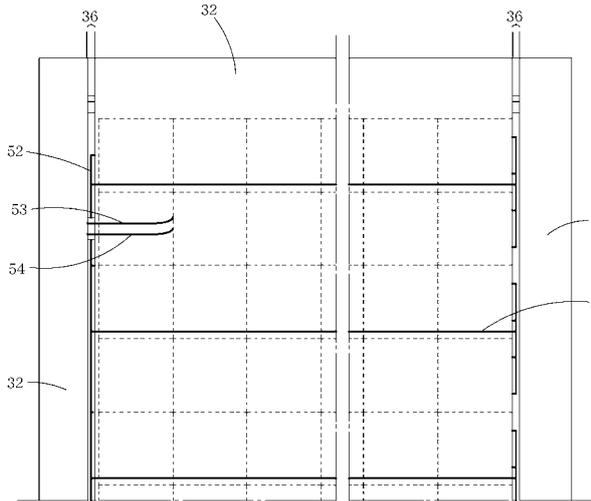
【図6】



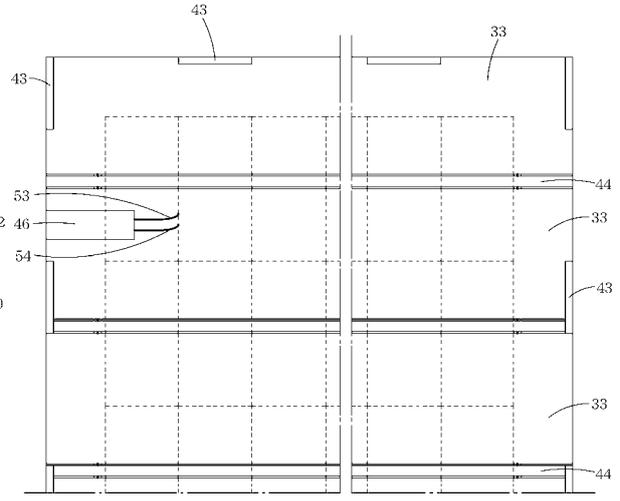
【図7】



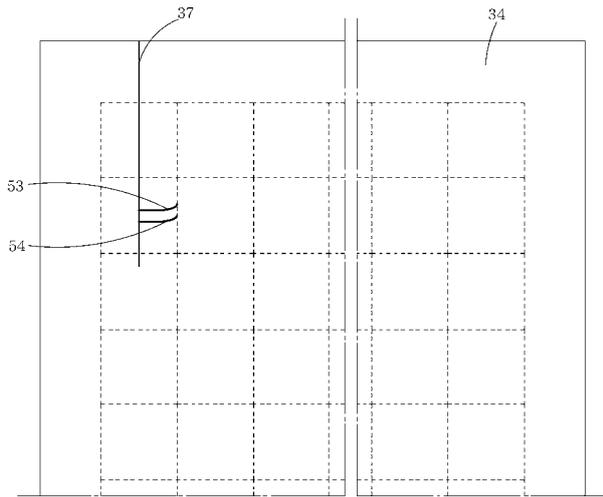
【図8】



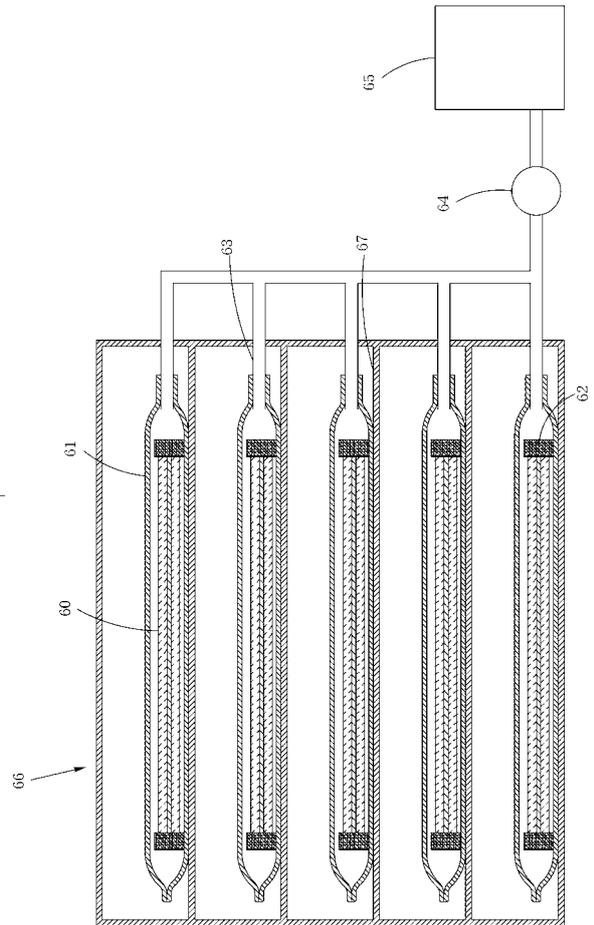
【図9】

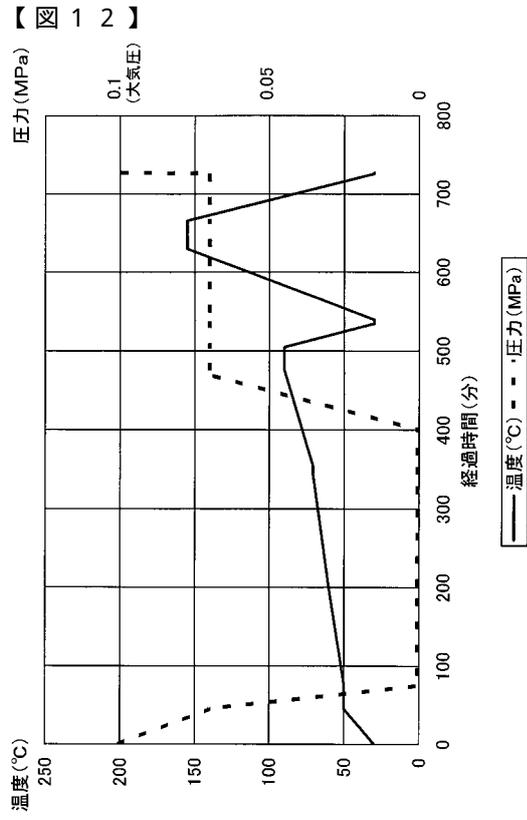


【図10】



【図11】





フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平5 - 82819 (JP, A)
特開昭55 - 13998 (JP, A)
米国特許第5733382 (US, A)
国際公開第97 / 50130 (WO, A1)
実用新案登録第2500974 (JP, Y2)
特開2002 - 319694 (JP, A)
特開2003 - 110127 (JP, A)
特開昭61 - 69179 (JP, A)
特開平9 - 92867 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31