

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3825843号

(P3825843)

(45) 発行日 平成18年9月27日(2006.9.27)

(24) 登録日 平成18年7月7日(2006.7.7)

| | | | | |
|---------------|-----------|--------------|--|---|
| (51) Int. Cl. | | F I | | |
| HO 1 L 31/04 | (2006.01) | HO 1 L 31/04 | | F |
| HO 1 L 31/042 | (2006.01) | HO 1 L 31/04 | | C |

請求項の数 14 (全 21 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平8-242399 | (73) 特許権者 | 000001007 |
| (22) 出願日 | 平成8年9月12日(1996.9.12) | | キヤノン株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開平10-93124 | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (43) 公開日 | 平成10年4月10日(1998.4.10) | (74) 代理人 | 100088096 |
| 審査請求日 | 平成14年11月26日(2002.11.26) | | 弁理士 福森 久夫 |
| | | (72) 発明者 | 小森 綾子 |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 山田 聡 |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 森 隆弘 |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光起電力素子の受光面側が、表面から順に、表面樹脂フィルムと、繊維状無機化合物を含有した透明有機高分子樹脂と、で封止され、前記光起電力素子の非受光面側に前記光起電力素子よりも大きな面積の補強材を貼り付けて設けた太陽電池モジュールにおいて、前記光起電力素子を設けた領域が、受光面側に凸形状であり、前記光起電力素子と前記補強材との間に接着剤層を介して硬質フィルムが設けられており、前記光起電力素子が前記硬質フィルムの端部よりも外側に位置せず、前記補強材が、前記接着剤層、前記硬質フィルム、前記繊維状無機化合物と比較して大きな面積を有することを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項2】

前記補強材が金属であることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池モジュール。

【請求項3】

前記補強材の端部が、折り曲げ加工されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の太陽電池モジュール。

【請求項4】

前記硬質フィルムが、前記補強材の折り曲げ部に位置しないことを特徴とする請求項3に記載の太陽電池モジュール。

【請求項5】

前記表面樹脂フィルムが、フッ化物重合体フィルムであることを特徴とする請求項1乃至

10

20

4のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項6】

前記フッ化物重合体フィルムは、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体(E T F E)であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項7】

前記フッ化物重合体フィルムは、前記透明有機高分子樹脂と接する面に、コロナ放電処理あるいはプラズマ放電処理が施されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項8】

前記透明有機高分子樹脂が、エチレン-酢酸ビニル重合体(E V A)であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項9】

前記エチレン-酢酸ビニル共重合体(E V A)が、有機過酸化物によって架橋されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項10】

前記透明有機高分子樹脂が、シランカップリング処理されていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項11】

前記繊維状無機化合物が、シランカップリング処理されていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項12】

前記繊維状無機化合物が、ガラス繊維不織布であることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項13】

前記硬質フィルムが、絶縁破壊電圧10kV以上のフィルムであることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項14】

前記硬質フィルムが、ポリカーボネート、ポリエチレンテフタレート、ナイロンの中から選ばれることを特徴とする請求項1乃至13のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、太陽電池モジュールに係る。より詳細には、モジュールの折り曲げ加工が容易で、難燃性に優れ、モジュール内部へ侵入する水分を抑制できる、太陽電池モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、導電性金属基板上に、例えばシリコンからなる半導体光活性層、透明導電層を順次重ねて設けた、アモルファスシリコン太陽電池を代表とする薄膜太陽電池は、軽量で、かつ、耐衝撃性やフレキシブル性に富んでいるため、太陽電池モジュールを構成する光起電力素子として有望視されている。

【0003】

しかし、ガラス基板上に半導体光活性層を設けた太陽電池では、ガラス基板が光入射側となるため、ガラス基板上に保護層を設ける必要はないのに対して、導電性金属基板上に薄膜からなる半導体光活性層を有する太陽電池では、半導体光活性層の光入射側表面を透明な被覆材で覆い、太陽電池を保護する必要がある。

【0004】

従来、この被覆材としては、4フッ化エチレン-エチレン共重合体、ポリフッ化ビニル等

10

20

30

40

50

からなるフッ素系樹脂フィルムや、フッ素系樹脂塗料等を用いた透明なフッ化物重合体薄膜が用いられている。このフッ化物重合体は、耐候性・撥水性に優れているため、樹脂の劣化による黄変・白濁あるいは表面の汚れによる光透過率の減少に起因する太陽電池モジュールの変換効率の低下を少なくすることができる。特に、半導体光活性層がアモルファスシリコンの場合には、そのフレキシブル性を十分に活かした、柔軟性を有する太陽電池モジュールが得られる。

【0005】

また、被覆材の内側には、種々の透明有機高分子樹脂からなる充填材が設けられる。この透明有機高分子樹脂は、安価であり内部の光起電力素子を保護するための充填材として大量に用いることができ、耐熱性および耐候性に優れた、特性を有する必要があるため、例えばエチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)が好適に用いられる。

10

【0006】

ところが、光入射側最表面の被覆材としてフッ化物重合体薄膜等からなる樹脂フィルムを用いた太陽電池モジュールは、光入射側最表面がガラス基板である太陽電池モジュールに比べて、耐スクラッチ性が劣る。そのため、充填材として用いられる有機高分子樹脂中に、ガラス繊維不織布などの繊維状無機化合物を含浸させ表面被覆材として用いることが多い。この繊維状無機化合物を含浸させた表面被覆材は、屋根や壁設置タイプの大型の太陽電池モジュールの場合にも用いられるが、この場合の繊維状無機化合物にはラミネーション時のモジュール内部の脱気性を向上させる働きも大きい。

【0007】

20

図5は、上述した従来の太陽電池モジュールの一例を示す概略構成図である。図5(a)は、積層する前の各構成物を示す模式的な断面図である。図5(b)は、図5(a)の各構成物を積層した後、折り曲げ加工した状態を示す模式的な断面図である。

【0008】

図5において、503はフッ化物重合体薄膜層、502は透明有機高分子樹脂、501は光起電力素子、504は絶縁体層、505は補強材である。

【0009】

フッ化物重合体薄膜層503としては、例えばETFE(エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体)フィルム、PVF(ポリフッ化ビニル)フィルム等のフッ素樹脂フィルムが用いられる。透明有機高分子樹脂502としては、例えばEVA(エチレン-酢酸ビニル共重合体)、ブチラル樹脂等が挙げられる。また、絶縁体層504としては、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ナイロンフィルム、アルミラミネートテドラフィルムをはじめとする種々の有機樹脂硬質フィルムが使用でき、補強材505としては、塗装亜鉛鋼板のような絶縁処理した金属、カーボンファイバー、FRP(ガラス繊維強化プラスチック)等が好適に用いられる。

30

【0010】

図5に示した熱可塑性透明有機樹脂502は、1 光起電力素子501とフッ素樹脂フィルム503及び絶縁体層504との接着剤としての役割と、2 絶縁体層504と補強材505との接着剤としての役割と、3 外部からの引っかかり、衝撃等から太陽電池を保護する充填材の役割をはたしている。

40

【0011】

しかしながら、ガラス繊維等の繊維状無機化合物を太陽電池モジュールの端部に露出している場合、外部からの水分が侵入し、電気絶縁性が低下したり、剥離等が発生して外観不良を起こすという問題があった。これは、ガラス等の無機化合物とそれを含浸している透明有機高分子樹脂との密着力が低いため、ガラス繊維をつたって水分が侵入してしまうと考えられる。

【0012】

この防止策としては、ガラス繊維を太陽電池モジュール端部に露出させないことや、末端部分の少ないガラス繊維を用いることが開示されている。例えば、特公昭62-33756号公報では、外部から被覆材中への水分の侵入を少なくする為に、末端部の少ないガラ

50

ス繊維を太陽電池素子の両面に配置し、さらにその末端部分は充填材用樹脂内に封止した太陽電池モジュールが開示されている。

【0013】

しかし、特公昭62-33756号公報に開示された技術では、使用できるガラス繊維が、コンティニアスストランドマット、ガラスクロス、ローリングクロスなど末端部分の少ない長繊維ガラス繊維に限定される。また、絶縁フィルムとガラス繊維との関係については何も記載されていない。

【0014】

また、密着力を向上させる為、ガラス繊維表面にシランカップリング処理などの表面処理を施し、さらにそれを充填する透明有機高分子樹脂にもシランカップリング処理を施すことにより水分の侵入は抑制できる。

10

【0015】

ところで、補強材を折り曲げ加工する太陽電池モジュールでは、補強材が光起電力素子よりも大きいことが加工上望ましい。しかし、従来の太陽電池モジュール(例えば、図5(b))では、表面は平滑であり、被覆材の厚みは同じであった。すなわち、光起電力素子の存在する領域と、光起電力素子が存在しない折り曲げ加工部分とが、同じ厚みであった。したがって、従来の太陽電池モジュールの場合、被覆材として使用する燃焼エネルギーの高い有機高分子樹脂の量が非常に多くなり、難燃性を低下させている状況にあった。特に、屋根や壁設置型タイプの太陽電池モジュールの場合、日本においては、建築大臣より“不燃材”としての指定を受けなければならない、アメリカ合衆国内では、UL1703で規定される燃焼性試験でクラスAに合格しなければならないため、この難燃性の低下は解決すべき非常に大きな問題であった。

20

【0016】

さらに、上述した構成、すなわち、光起電力素子の上部と、光起電力素子が存在しない折り曲げ加工部分とが、同じ厚みの構成からなる太陽電池モジュールの場合、折り曲げ加工の工程が行ないにくいばかりでなく、折り曲げ加工後も被覆材の挫屈が大きく、折り曲げ部分が剥離してくるといった問題があった。この対策としては、折り曲げ加工部分には絶縁層としての硬質フィルムを存在させず、薄膜を用いる方法が提案されている。すなわち、硬質フィルムは光起電力素子よりも大きく、補強材よりも小さいことが望ましい。しかしながら、このような構成を持つ太陽電池モジュールにおいては、ガラス繊維末端部をモジュール端部に出さず、さらにガラス繊維および透明有機高分子樹脂にシランカップリング処理を行なっても、長期屋外使用および温湿度サイクル試験後の電気絶縁性の低下を防ぐことはできなかった。

30

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、太陽電池モジュールの折り曲げ加工が容易で、かつ、長期屋外使用および温湿度サイクル試験に際しても、太陽電池モジュール内部へ侵入する水分を抑制できる、太陽電池モジュールを提供することを目的とする。その結果、電気絶縁性が確保されるため、高い信頼性を有する太陽電池モジュールが得られる。

【0018】

40

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記課題を解決するために鋭意研究開発を重ねた結果、次のような太陽電池モジュールが最良であることを見いだした。

【0019】

(1)本発明に係る太陽電池モジュールは、光起電力素子の受光面側が繊維状無機化合物を含有した透明有機高分子樹脂で封止され、前記光起電力素子の非受光面側に前記光起電力素子よりも大きな面積の補強材を貼り付けて設けた太陽電池モジュールにおいて、前記光起電力素子を設けた領域が、受光面側に凸形状であるため、以下の2つの作用が期待できる。

【0020】

50

第1には、難燃性に優れた太陽電池モジュールが得られる。すなわち、光起電力素子のない部分のみ樹脂量を減らすことにより、光起電力素子の保護能力を低下させることなく、燃焼エネルギーの高い有機高分子樹脂量を減らすことができる。その結果、優れた難燃性が確保できる。

【0021】

第2には、太陽電池モジュールの発電量が増加する。すなわち、光起電力素子を設けた領域が凸形状になっているため、折り曲げ部分等の陰になりにくく、実使用時の太陽電池モジュールへの日射時間が増加する。その結果、発電量も増加する。

【0022】

(2) 前記光起電力素子と前記補強材の間に接着層を介して硬質フィルムを設け、前記繊維状無機化合物が前記硬質フィルムの端部よりも外部に位置しないことから、温湿度サイクル試験、長期屋外使用に際しても電気絶縁性の低下のない信頼性の高い太陽電池モジュールが得られる。すなわち、繊維状無機化合物を絶縁層である硬質フィルムの端部よりも外部に位置しないような被覆材とすることにより、温湿度サイクル試験や長期屋外使用の後でも、水分の侵入のない太陽電池モジュールとすることができる。

10

【0023】

(3) 前記補強材が金属であるため、耐候性、耐摩耗性に優れた太陽電池モジュールが得られる。また、フレキシブルな太陽電池モジュールとすることもできる。

【0024】

(4) 前記補強材の端部が折り曲げ加工されているため、フレームを取りつける必要なく、屋根や壁へ設置できる太陽電池モジュールが得られる。すなわち、フレームおよびその付属品に必要な原料コストの削減、フレーム取り付けの工程減少により、より安易かつ安価な太陽電池モジュールを作製、設置することが可能となる。

20

【0025】

(5) 前記硬質フィルム層が前記補強材の折り曲げ部分に位置しないため、曲げ加工性に優れた太陽電池モジュールが得られる。すなわち、曲げ部分に硬質フィルムが存在しないことにより、曲げ加工部分での応力が少ない。その結果、長期屋外使用に際しても被覆材が剥離することがない。

【0026】

(6) 前記補強材が、前記透明有機高分子樹脂、及び前記太陽電池モジュールの受光面側の最表面に設けた透明な表面樹脂フィルムを除く、全ての被覆材よりも大きな面積を有することにより、折り曲げ加工が容易な太陽電池モジュールが得られる。また、初期外観および長期屋外使用後にも、折り曲げ部分での剥離、白化等の問題のない、高い信頼性をもった太陽電池モジュールとなる。すなわち、折り曲げ部分を薄くすることにより複雑な折り曲げ加工も可能になり、ガラス繊維や硬質フィルムなどが折り曲げ部分に存在しないことにより、剥離や白化等の外観異常が発生しない。

30

【0027】

(7) 前記表面樹脂フィルムが、フッ化物重合体フィルムであることにより、耐候性、防汚性に優れた被覆が可能となる。すなわち、充填材の透明有機高分子樹脂とあいまって、フッ化物重合体の有する耐候性が期待でき、さらにフッ化物重合体の高い撥水性により表面の汚れも軽減できる。

40

【0028】

(8) 前記フッ化物重合体フィルムが、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体(ETFE)であることにより、耐候性、透明性および機械的強度の優れた被覆材が得られる。

【0029】

(9) 前記フッ化物重合体フィルムは、前記透明有機高分子樹脂と接する面に、コロナ放電処理あるいはプラズマ放電処理が施されているため、接着力の優れた長期信頼性の高い被覆材が得られる。すなわち、樹脂フィルムと透明有機高分子樹脂を適正化し、初期における樹脂フィルムと透明有機高分子樹脂との接着力接着力を向上することはもちろん、長

50

期屋外暴露後の接着力においても高い信頼性の持てる被覆材となる。

【0030】

(10) 前記透明有機高分子樹脂が、エチレン - 酢酸ビニル共重合体 (EVA) であるため、従来から太陽電池モジュールの被覆材として多用された高い実績が利用でき、かつ、現在の被覆材構成を大きく変更することなしに上述した効果を得ることができる。

【0031】

(11) 前記エチレン - 酢酸ビニル共重合体 (EVA) が、有機過酸化物によって架橋されているため、高温状況下での使用に際しても EVA が熱変形することなく、初期の内部保護能力を維持することができる。

【0032】

(12) 前記透明有機高分子樹脂が、シランカップリング処理されているため、繊維状無機化合物および導電性基板、補強材との接着力が向上し、水分の侵入を抑制できる。

【0033】

(13) 前記繊維状無機化合物が、シランカップリング処理されているため、有機高分子樹脂との接着力がさらに向上する。すなわち、水分の侵入の抑制がさらに確実に行なえる。

【0034】

(14) 前記繊維状無機化合物が、ガラス繊維不織布であることから、安価な材料で太陽電池モジュールを作製できる。

【0035】

(15) 前記硬質フィルムが、絶縁破壊電圧 10 kV 以上のフィルムであることから、外部との電気絶縁性が確保でき、安全性の高い太陽電池モジュールとすることができる。

【0036】

(16) 前記硬質フィルムが、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ナイロンの中から選ばれるため、安価な汎用樹脂フィルムとすることにより、大きな材料コストの上昇なしに太陽電池モジュールを作製できる。

【0037】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明に係る太陽電池モジュールの一例を示す概略構成図である。図 1 (a) は、積層する前の各構成物を示す模式的な断面図である。図 1 (b) は、図 1 (a) の各構成物を積層した後、折り曲げ加工した状態を示す模式的な断面図である。

【0038】

図 1 において、101 は光起電力素子、102 は繊維状無機化合物として設けたガラス繊維不織布、103 は充填材として設けた透明有機高分子樹脂、104 は最表面に位置する透明な表面樹脂フィルム、105 は光起電力素子の裏面に設けた接着剤層、106 は絶縁層として設けた硬質フィルム、107 は補強材である。外部から入射する光は、表面被覆材 (104、103 及び 102) を透過して、光起電力素子 101 に到達し、生じた起電力は出力端子 (不図示) から外部に取り出される。

【0039】

(光起電力素子)

本発明に係る光起電力素子 101 としては、例えば、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、銅インジウムセレン化物太陽電池、化合物半導体太陽電池など、従来公知な素子を目的に応じて種々選択して用いて構わない。図 1 における光起電力素子 101 は、その一例であり、導電性基体上に光変換部材としての半導体光活性層と透明導電層が形成されたものである。

【0040】

図 2 は、光起電力素子 101 の概略構成図であり、201 は導電性基体、202 は裏面反射層、203 は半導体光活性層、204 は透明導電層、205 は集電電極、206 は出力端子である。

【0041】

10

20

30

40

50

導電性基体 201 は光起電力素子の基体になると同時に、下部電極の役割も果たす。その材料としては、例えばシリコン、タンタル、モリブデン、タングステン、ステンレス、アルミニウム、銅、チタン、カーボンシート、鉛メッキ鋼板、導電層が形成してある樹脂フィルムやセラミックスなどが挙げられる。このような導電性基体 201 の上に、裏面反射層 202 として、金属層、金属酸化物層、又は金属層と金属酸化物層を形成しても良い。金属層には、例えば Ti、Cr、Mo、W、Al、Ag、Ni などが用いられ、金属酸化物層には、例えば ZnO、TiO₂、SnO₂ などが用いられる。上記金属層及び金属酸化物層の形成方法としては、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法などが挙げられる。

【0042】

半導体光活性層 203 は光電変換を行う部分である。その具体的な材料としては、例えば pn 接合型多結晶シリコン、pin 接合型アモルファスシリコン、あるいは CuInSe₂、CuInS、GaAs、CdS/Cu₂S、CdS/CdTe、CdS/InP、CdTe/Cu₂Te をはじめとする化合物半導体などが挙げられる。上記半導体光活性層の形成方法としては、多結晶シリコンの場合は溶融シリコンのシート化、あるいは非晶質シリコンの熱処理法、アモルファスシリコンの場合はシランガスなどを原料とするプラズマ CVD 法、化合物半導体の場合はイオンプレーティング法、イオンビームデポジション法、真空蒸着法、スパッタ法、電析法などがある。

【0043】

透明導電層 204 は太陽電池の上部電極の役目を果たしている。その具体的な材料としては、例えば In₂O₃、SnO₂、In₂O₃-SnO₂(ITO)、ZnO、TiO₂、Cd₂SnO₄、高濃度不純物をドーブした結晶性半導体などが挙げられる。透明導電層の形成方法としては、抵抗加熱蒸着、スパッタ法、スプレー法、CVD 法、不純物拡散法などがある。

【0044】

透明導電層の上には電流を効率よく集電するために、格子状の集電電極 205 (グリッド) を設けてもよい。集電電極の具体的な材料としては、例えば Ti、Cr、Mo、W、Al、Ag、Ni、Cu、Sn、あるいは銀ペーストをはじめとする導電性ペーストなどが挙げられる。集電電極の形成方法としては、マスクパターンを用いたスパッタリング法、抵抗加熱法、CVD 法や、全面に金属膜を蒸着した後で不必要な部分をエッチングで取り除きパターニングする方法、光 CVD により直接グリッド電極パターンを形成する方法、グリッド電極パターンのネガパターンのマスクを形成した後にメッキする方法、導電性ペーストを印刷する方法などがある。導電性ペーストは、通常微粉末状の銀、金、銅、ニッケル、カーボンなどをバインダーポリマーに分散させたものが用いられる。バインダーポリマーとしては、例えばポリエステル、エポキシ、アクリル、アルキド、ポリビニルアセテート、ゴム、ウレタン、フェノールなどの樹脂が挙げられる。

【0045】

最後に、起電力を取り出すための出力端子 206 を、導電性基体と集電電極に取り付ける。導電性基体に取り付ける方法としては、例えば銅タブ等の金属体をスポット溶接や半田で接合する方法が用いられ、集電電極に取り付ける方法としては、例えば金属体を導電性ペーストや半田によって電氣的に接続する方法が取られる。

【0046】

上述した手法で作製した光起電力素子は、所望の電圧あるいは電流に応じて直列か並列に接続される。また、これとは別に絶縁化した基板上に光起電力素子を集積化して所望の電圧あるいは電流を得ることもできる。

【0047】

(太陽電池モジュール)

本発明に係る太陽電池モジュールとしては、例えば図 1 に示した被覆材の構成からなるものが挙げられる。

【0048】

10

20

30

40

50

図1において、101は前述した光起電力素子、102は繊維状無機化合物、103は透明有機高分子樹脂、104は表面樹脂フィルム、105は接着剤、106は硬質フィルム、107は補強材である。これらを、図1(a)に示すような順序で積層し、図1(b)の構成からなる太陽電池モジュールを作製した。

【0049】

このとき、各被覆材の相対的な大きさは、光起電力素子101 < 繊維状無機化合物102 < 硬質フィルム106 = 接着剤105 < 補強材107 = 透明有機高分子樹脂103 = 表面樹脂フィルム104、という関係が望ましい。

【0050】

以下では、各構成物について詳細に述べる。

10

【0051】

(繊維状無機化合物)

繊維状無機化合物102は、光起電力素子101よりも大きい方がよい。繊維状無機化合物102が光起電力素子101よりも小さいと、素子を外部の衝撃から守ることができず、またラミネーション時にモジュール内部の脱気が十分に行えず気泡を残すことになる。また、繊維状無機化合物102は、補強材108よりも小さく、モジュール端部に存在しないことが望ましい。繊維状無機化合物102が補強材108と同じかあるいは大きくモジュール端部に露出している場合、外部から繊維をつたわって水分が侵入し、被覆材の劣化を促進し、剥離が生じる。また、水分が侵入することによって内部の光起電力素子と外部との電気的絶縁性が低下する。これは、繊維状無機化合物102と透明有機高分子樹脂103との密着力が弱く、その界面が流路となり繊維状無機化合物102をつたうような形で水分が侵入してくるためである。

20

【0052】

繊維状無機化合物102と透明有機高分子樹脂103との密着力は、シランカップリング処理等の表面処理をどちらか一方あるいは両方に行なうことにより飛躍的に向上する。しかし、その程度には限界があり、長期屋外暴露や温湿度サイクル試験後には表面処理剤が劣化し、密着力も低下する傾向がある。特に、硬質フィルム106を補強材107よりも小さくした本件のような構成においては、繊維状無機化合物102が光起電力素子101上から補強材107上に連続している場合、繊維状無機化合物102を水分が伝わり補強材107と光起電力素子101間を導通させてしまい、電気絶縁性が確保できなくなる。したがって、硬質フィルム106よりも繊維状無機化合物102を小さくしなければならない。これにより、光起電力素子101と硬質フィルム106を接着している接着層105には繊維状無機化合物102は存在しない。すなわち、光起電力素子101と補強材107を導通するような連続した流路は存在しないため、長期屋外使用および温湿度サイクル試験後にも電気絶縁性が確保でき、外部に発電した電気が漏れることもなく実使用の際にも安全性の高い太陽電池モジュールとして設置できる。

30

【0053】

本発明で用いられる繊維状無機化合物102は、充填材の量を減少させて、耐スクラッチ性を確保しつつ難燃性材料とするために必要である。さらに、屋根や壁設置タイプの大型の太陽電池モジュールでは、ラミネーション時のモジュール内部の脱気を十分に行なうためにも非常に有効である。使用する繊維状無機化合物としては、ガラス繊維不織布を用いるのが一般的である。

40

【0054】

さらに、繊維状無機化合物と充填材の密着力を向上させるために繊維状無機化合物の表面にシランカップリング処理することが望ましい。

【0055】

(透明有機高分子樹脂)

充填材として用いた透明有機高分子樹脂103は、光起電力素子101の凹凸を樹脂で被覆し、素子を温度変化、湿度、衝撃などの過酷な外部環境から守りかつ表面フィルムと素子との接着を確保するために必要である。したがって、耐候性、接着性、充填性、耐熱性

50

、耐寒性、耐衝撃性が要求される。これらの要求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)、ポリビニルブチラール樹脂などのポリオレフィン系樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂などが挙げられる。なかでも、EVAは太陽電池用途としてバランスのとれた物性を有しており、好んで用いられる。ただ、そのままでは熱変形温度が低いために容易に高温使用下で変形やクリープを呈するので、架橋して耐熱性を高めておくことが望ましい。EVAの場合は有機過酸化物で架橋するのが一般的である。有機過酸化物による架橋は有機過酸化物から発生する遊離ラジカルが樹脂中の水素やハロゲン原子を引き抜いてC - C結合を形成することによって行われる。有機過酸化物の活性化方法には、熱分解、レドックス分解およびイオン分解が知られている。一般には熱分解法が好んで行われている。有機過酸化物の化学構造の具体例としては、ヒドロペルオキシド、ジアルキル(アリル)ペルオキシド、ジアシルペルオキシド、ペルオキシケタール、ペルオキシエステル、ペルオキシカルボネートおよびケトンペルオキシドなどが挙げられる。なお、有機過酸化物の添加量は封止材樹脂100重量部に対して0.5乃至5重量部である。

10

【0056】

上記有機過酸化物を封止材に併用し、真空下で加圧加熱しながら架橋および熱圧着を行うことが可能である。加熱温度ならびに時間は各々の有機過酸化物の熱分解温度特性で決定することができる。一般には熱分解が90%より好ましくは95%以上進行する温度と時間をもって加熱加圧を終了する。

20

【0057】

封止材樹脂の架橋を確かめるにはゲル分率を測定する方法が一般的である。

【0058】

ここで、ゲル分率とは以下の式でもとめられる。

ゲル分率 = [未溶解分の質量 / 資料の元の質量] × 100 (%)

【0059】

すなわち、透明有機高分子樹脂をキシレンなどの溶媒で抽出した場合、架橋してゲル化した部分は溶出せず、架橋していないゾル部分のみ溶出する。すなわちゲル分率100%とは架橋が完全に完了したことを示す。抽出後残った試料を取り出しキシレンを蒸発させることにより、未溶解のゲル分のみを得ることができる。このようにして得た未溶解分の重量と試料の元の重量を上記の式に入れてゲル分率を計算する。

30

【0060】

また、高温下での封止材樹脂の変形を防ぐためには、このようにして算出したゲル分率が70wt%であることが望ましい。

【0061】

上記架橋反応を効率良く行うためには、架橋助剤と呼ばれるトリアリルイソシアヌレート(TAIC)を用いることも可能である。一般には封止材樹脂100重量部に対して1乃至5重量部の添加量である。

【0062】

本発明に用いられる封止材の材料は耐候性において優れたものであるが、更なる耐候性の改良、あるいは、封止材下層の保護のために、紫外線吸収剤を併用することもできる。紫外線吸収剤としては、公知の化合物が用いられるが、太陽電池モジュールの使用環境を考慮して低揮発性の紫外線吸収剤を用いることが好ましい。具体的にはサリチル酸系、ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系、シアノアクリレート系の各種有機化合物を挙げることができる。

40

【0063】

紫外線吸収剤の他に光安定化剤も同時に添加すれば、光に対してより安定な封止材となる。代表的な光安定化剤はヒンダードアミン系光安定化剤である。ヒンダードアミン系光安定化剤は紫外線吸収剤のように紫外線を吸収しないが、紫外線吸収剤と併用することによって著しい相乗効果を示す。もちろんヒンダードアミン系以外にも光安定化剤として機

50

能するものはあるが、着色している場合が多く本発明の封止材には望ましくない。

【0064】

上記紫外線吸収剤および光安定化剤の添加量は、封止材樹脂に対してそれぞれ0.1～1.0wt%、0.05～1.0wt%が望ましい。

【0065】

さらに、耐熱性・熱加工性改善のために酸化防止剤を添加することも可能である。酸化防止剤の化学構造としてはモノフェノール系、ビスフェノール系、高分子型フェノール系、硫黄系、燐酸系がある。酸化防止剤の添加量は充填材樹脂に対して0.05～1.0wt%であることが好ましい。

【0066】

より厳しい環境下で太陽電池モジュールの使用が想定される場合には充填材と光起電力素子あるいは表面樹脂フィルムとの接着力を向上することが好ましい。さらに、表面被覆材として繊維状無機化合物を使用する場合には、これとの接着力を向上させる必要がある。そのためには、シランカップリング処理が有効であり、シランカップリング剤の具体例としては、ビニルトリクロロシラン、ビニルトリス(メトキシエトキシ)シラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン、N-(2-アミノエチル)プロピルトリメトキシシラン、N-(2-アミノエチル)プロピルメチルジメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、N-フェニル- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 γ -クロロプロピルトリメトキシシラン等が挙げられる。

【0067】

添加量は、封止材樹脂100重量部に対して0.1乃至3重量部が好ましく、0.25乃至1重量部がより好ましい。

【0068】

一方、光起電力素子に到達する光量の減少をなるべく抑えるために、表面封止材は透明でなくてはならず、具体的には光透過率が400nm以上800nm以下の可視光波長領域において80%以上であることが望ましく、90%以上であることがより望ましい。また、大気からの光の入射を容易にするために、摂氏25度における屈折率が1.1から2.0であることが好ましく、1.1から1.6であることがより好ましい。

【0069】

上記添加剤を配合したEVAをシート状に成型した太陽電池用のEVAシートが上市されている。例えば、ハイシート工業(株)製のソーラーEVAや(株)ブリヂストン製のEVASAFE WGシリーズやSPRINGBORN LABORATORIES INC.製のPHOTOCAPなどである。これらを光起電力素子と表面部材との間に挿入し加熱圧着することにより容易に太陽電池モジュールを作製できる。

【0070】

(表面樹脂フィルム)

本発明に係る表面樹脂フィルム104は、太陽電池モジュールの最表層に位置するため透明性、耐候性、耐汚染性、機械強度をはじめとして、太陽電池モジュールの屋外暴露における長期信頼性を確保するための性能が必要である。本発明に好適に用いられる材料としては白板強化ガラス、フッ素樹脂フィルム、アクリル樹脂フィルムなどがある。白板強化ガラスは透明性が高く、衝撃にも強く割れにくいいため太陽電池モジュールの表面部材として広く用いられている。

【0071】

しかし、最近ではモジュールに軽量性、フレキシブル性が求められる場合も多く、そのような場合には樹脂フィルムが表面部材として用いられる。なかでもフッ素樹脂フィルムは耐候性、耐汚染性に優れているため好んで用いられる。具体的にはポリフッ化ビニリデン樹脂、ポリフッ化ビニル樹脂あるいは四フッ化エチレン-エチレン共重合体などがある。

10

20

30

40

50

耐候性の観点ではポリフッ化ビニリデン樹脂が優れているが、耐候性および機械的強度の両立と透明性では四フッ化エチレン - エチレン共重合体が優れている。表面樹脂フィルムの厚さは機械的強度の確保のためにある程度厚くなければならず、またコストの観点からはあまり厚すぎるのにも問題がある。具体的には、20乃至200 μm が好ましく、より好適には30乃至100 μm である。

【0072】

なお、前記封止材との接着性の改良のために、コロナ処理、プラズマ処理、オゾン処理、UV照射、電子線照射、火炎処理等の表面処理を樹脂フィルムの片面に行うことが望ましい。この中でもコロナ放電処理は処理速度が速く比較的簡易な装置で接着力の大きな向上が図れるので好適に用いられる。

10

【0073】

(接着剤)

非受光面側に使用する接着剤105としては、受光面側に用いられものと同様の透明有機高分子樹脂であってもよい。しかし、非受光面側に使用される接着層に必要とされる性能としては、受光面側に必要とされる光や熱等により着色しないことよりも、光や熱、屋外での使用、温湿度サイクル試験などにおいて光起電力素子と硬質フィルムおよび補強材との接着力が低下しないことである。

【0074】

補強材107として、耐候性、防錆性に優れた表面が有機高分子で被覆された塗装亜鉛鋼板などを用いた場合等は特に接着力が弱く、長期信頼性に大きな問題がある。従って、有機高分子樹脂すなわちエチレン - 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)、ポリエチレン、ブチラール樹脂などのポリオレフィン系樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、柔軟性を有するエポキシ接着剤の表面に、接着力強化のために以下の材料をコーティングあるいは貼り合わせることが望ましい。

20

【0075】

材料としては、接着剤すなわちエチレン - 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)、ブチラール樹脂などのポリオレフィン系樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂などに、粘着性付与樹脂すなわちタッキファイヤー、クマロンインデン樹脂、フェノール・ホルムアルデヒド樹脂、ポリペンテン樹脂、キシレン・ホルムアルデヒド樹脂、ポリブテン、ロジン、ロジンペンタエリスリトールエステル、ロジングリセリンエステル、水素添加ロジン、水素添加ロジンメチルエステル、水素添加ロジンペンタエリスリトールエステル、水素添加ロジントリエチレングリコールエステル、重合ロジンエステル、脂肪族石油樹脂、脂肪環石油樹脂、合成ポリテルテン、ペンタジエン樹脂、 α -ピネン、 β -ピネン、ジペンテン系樹脂、テルペン - フェノール樹脂等を混合したものが好ましい。

30

【0076】

さらに、工程の簡略化のために、硬質フィルムの両側に、上記のような接着剤層をあらかじめ一体積層した材料を用いても良い。

【0077】

(硬質フィルム)

硬質フィルム106は光起電力素子101の導電性基板と外部との電氣的絶縁を保つために必要である。材料としては、導電性基板と十分な電気絶縁性を確保でき、しかも長期耐久性に優れ熱膨張、熱収縮に耐えられる、柔軟性を兼ね備えた材料が好ましい。好適に用いられるフィルムとしては、ナイロン、ポリエチレンテレフタレートが挙げられる。

40

【0078】

(補強材)

補強材107は、太陽電池モジュールの機械的強度を増すために、あるいは、温度変化による歪、ソリを防止するために必要である。具体的には、鋼板、プラスチック板、FRP(ガラス繊維強化プラスチック)板が好ましい。特に鋼板を用いたものは、折り曲げ加工

50

等の加工製に優れ、従来行なわれているようなフレーム付けを行なわなくても製品化することができる。屋根や壁材として一体化された太陽電池モジュールとして使用可能であり、このことは、コストダウンおよび製造工程の簡略化という意味でも非常に有効である。さらに、補強材として、有機高分子樹脂で塗装された鋼板を用いることにより耐候性、防錆性に優れた高信頼性の太陽電池モジュールとすることができる。

【0079】

(太陽電池モジュールの形成方法)以下では、上述した光起電力素子101、繊維状無機化合物102、透明有機高分子樹脂103、表面樹脂フィルム104、接着剤105、硬質フィルム106、補強材107を用いて太陽電池モジュールを形成する方法について説明する。

10

【0080】

従来の太陽電池モジュールでは、光起電力素子101の受光面を被覆するには、シート状に成型した透明有機高分子樹脂103を素子の表裏に加熱圧着する方法が一般的に採用されている。

【0081】

これに対して、本発明に係る太陽電池モジュールの被覆構成は、図1に示されるような構成である。すなわち、光起電力素子101、繊維状無機化合物102、透明有機高分子樹脂103、表面樹脂フィルム104、接着剤105、硬質フィルム106、接着剤105、補強材107が図の順、あるいは逆の順で積層し、加熱圧着されている。

【0082】

しかし、少量の充填材により光起電力素子を被覆できることから、樹脂フィルムを上にした図1の順で積層した方がより好ましい。

20

【0083】

なお、圧着時の加熱温度及び加熱時間は架橋反応が十分に進行する温度・時間をもって決定する。

【0084】

加熱圧着の方法としては、従来公知である2重真空排気方式、1重真空排気方式、ロールラミネーションなどを種々選択して用いることができる。中でも、1重真空排気方式による加熱圧着は、低コストな装置で、簡易に太陽電池モジュールを作製できるため好ましい方法である。

30

【0085】

【実施例】

以下、実施例に基づき本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0086】

(実施例1)

本例では、光起電力素子として図2に示した層構成のアモルファスシリコン(以下a-Siと呼称する)太陽電池を作製し、これを用いて図3に示した太陽電池セルブロックを形成した。その後、この太陽電池セルブロックを被覆して、図4に示した太陽電池モジュールを形成した。

40

【0087】

以下では、まず光起電力素子の作製方法について説明する。

【0088】

(1)洗淨したステンレス基板201上に、スパッタ法で裏面反射層202として、Al層(膜厚500nm)とZnO層(膜厚500nm)を順次形成した。

【0089】

(2)プラズマCVD法により、SiH₄とPH₃とH₂の混合ガスからn型a-Si層を、SiH₄とH₂の混合ガスからi型a-Si層を、SiH₄とBF₃とH₂の混合ガスからp型微結晶μc-Si層を形成し、n層膜厚15nm/i層膜厚400nm/p層膜厚10nm/n層膜厚10nm/i層膜厚80nm/p層膜厚10nmの層構成のタンデム型

50

a - Si 光電変換半導体層 203 を形成した。

【0090】

(3) 透明導電層 204 として、 In_2O_3 薄膜 (膜厚 70 nm) を、 O_2 雰囲気下で In を抵抗加熱法で蒸着する事によって形成した。

【0091】

(4) 集電用のグリッド電極 205 を、銀ペーストのスクリーン印刷により形成した。

【0092】

(5) マイナス側端子 206b として、銅タブをステンレス基板に半田 207 を用いて取り付け付けた。また、プラス側端子 206a として、絶縁テープ 208 を貼った後銅タブを集電電極に取り付けた。このように 2 つの出力端子を形成し、光起電力素子の作製を終えた

10

【0093】

以下では、上記工程 (5) で作製した光起電力素子を、複数個直列に接続して外形寸法 300 mm x 1200 mm のセルブロックを形成する方法について、図 3 を用いて説明する。

【0094】

(6) 各光起電力素子を並べた後、隣り合う光起電力素子において、一方の光起電力素子のプラス側端子 305a と他方の光起電力素子のマイナス側端子 305b とを、銅タブ 306 で半田を用いて接続した。同様にして、5 個の光起電力素子を直列化した太陽電池セルブロックを作製した。この際、一番端に接続された光起電力素子の出力端子に接続した

20

銅タブは、裏面に回して後に述べる裏面被覆層の穴から出力を取り出せるようにした。

【0095】

以下では、上記工程 (6) で作製したセルブロックを被覆して太陽電池モジュールを作製する方法について、図 4 を用いて説明する。

【0096】

(7) セルブロック 401 を挟むように、受光面側には、繊維状無機化合物 402、透明有機高分子樹脂 403、及び、表面樹脂フィルム 404 を用意し、非受光面側には、裏面一体積層フィルム 405、補強材 406 を用意して、これらを重ねた積層体を作製した。

【0097】

(8) この積層体を、一重真空室方式のラミネート装置内にあるプレート上に、表面樹脂フィルム 404 の側を上にして置き、積層体の上にシリコンラバーシートを重ねた。

30

【0098】

(9) シリコンラバーシートの中に穴の空いたパイプを通して、真空ポンプを用いてその中を排気し、シリコンラバーシートをプレートに吸着させた。その際、シリコンラバーシート内部は 76 Torr / 秒の排気速度で減圧し、シリコンラバーシート内部を 5 Torr の圧力で 30 分間排気した。

【0099】

(10) このプレートを、あらかじめ 150 度雰囲気とした熱風オーブンの中に投入し、プレート温度が 150 度に昇温してから 30 分間その温度を保持することにより EVA の溶融と架橋反応を行った。

40

【0100】

(11) その後、プレートをオーブンより取り出し、ファンで風を送りプレートを 40 度程度にまで冷却してから排気を止め、積層体すなわち太陽電池モジュールを取り出した。

【0101】

(12) 補強材より大きい被覆材は、補強材の端部に合わせてカットし、さらに、補強材の長辺側端部を折り曲げ加工した。

【0102】

(13) 出力端子はあらかじめ光起電力素子裏面にまわしておき、ラミネート後、ガルバリウム鋼板に予め開けておいた端子取り出し口から出力が取り出せるようにした。

【0103】

50

上記工程(1)～(13)により、本例の太陽電池モジュールを作製した。

【0104】

以下では、本例の工程(7)で用いたセルブロック401の各被覆物に関して説明する。

【0105】

受光面側に設けた繊維状無機化合物402としては、目付量が 80 g/m^2 、厚さが $400\text{ }\mu\text{m}$ 、結着剤アクリル樹脂を4.0%含有し、線径 $10\text{ }\mu\text{m}$ のガラス不織布を用いた。また、繊維状無機化合物402は、セルブロックよりも各辺 5 mm 大きいものを用意した。

【0106】

透明有機高分子樹脂403は、充填剤としてエチレン-酢酸ビニル(酢酸ビニル33重量%、メルトフローレート30)100重量部、架橋剤として2,5-ジメチル-2,5-ビス(t-ブチルパーオキシ)ヘキサンを1.5重量部、UV吸収剤として2-ヒドロキシ-4-n-オクトキシベンゾフェノン 0.3 重量部、酸化防止剤としてトリス(モノ-ノニルフェニル)フォスファイト 0.2 重量部、光安定化剤として(2,2,6,6-テトラメチル-4-ピペリジル)セパケート 0.1 重量部を混合したものであり、厚さが $460\text{ }\mu\text{m}$ のシート状にして用いた。また、透明有機高分子樹脂403は、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きいものを用いた。

【0107】

透明な表面樹脂フィルム404としては、無延伸のエチレン-テトラフルオロエチレンフィルム(厚さ $50\text{ }\mu\text{m}$)を用意し、透明有機高分子樹脂403との接着面には、あらかじめプラズマ処理を施した。また、表面樹脂フィルム404は、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きいものを用いた。

【0108】

裏面一体積層フィルム405は、接着剤と絶縁フィルムを積層したものである。接着剤としては、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ のエチレン-アクリル酸エチル共重合体(以下EEAと呼称する)と、厚さ $25\text{ }\mu\text{m}$ のポリエチレン樹脂(以下PEと呼称する)とを用い、絶縁フィルムとしては、硬質フィルムの一つである厚さ $50\text{ }\mu\text{m}$ の2軸延伸のポリエチレンテレフタレートフィルム(以下PETと呼称する)を用いた。これらを、EEA/PE/PET/PE/EEAの順で積み重ね、総厚さが $500\text{ }\mu\text{m}$ の一体積層フィルムを用意した。また、裏面一体積層フィルム407は、セルブロックよりも各辺 15 mm 大きいものを用いた。

【0109】

補強材408としては、ガルバリウム鋼板(アルミニウム55%、亜鉛43.4%、シリコン1.6%が一体となったアルミ・亜鉛合金メッキ鋼板)を用意し、一方の面にはポリエステル系塗料を、他方の面にはガラス繊維を添加したポリエステル系塗料を、それぞれコーティングした鋼板を用いた。その鋼板の厚みは、 $400\text{ }\mu\text{m}$ とした。また、補強材は、セルブロックよりも各辺 80 mm 大きいものを用意した。

【0110】

(実施例2)

本例では、裏面一体積層フィルムの代わりに、受光面側透明有機高分子樹脂として使用しているEVAとポリエチレンテレフタレートフィルムを用い、EVA/PET/EVAの順で積層して裏面被覆材とし、太陽電池モジュールを作製した点が実施例1と異なる。他の点は、実施例1と同様とした。

【0111】

(実施例3)

本例では、各被覆材の大きさは次のように変更し、太陽電池モジュールを作製した点が実施例1と異なる。

【0112】

繊維状無機化合物402としては、セルブロックよりも各辺 15 mm 大きい物を用意した。裏面一体積層フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 45 mm 大きいものを用意した。補強材としては、セルブロックよりも各辺 80 mm 大きいものを用意した。透明有機

高分子樹脂および表面樹脂フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きいものを用意した。他の点は、実施例 1 と同様とした。

【0113】

(実施例 4)

本例では、素子をさらに直列化し、外形寸法 300 mm × 2400 mm のセルブロックを形成し、これを用いて太陽電池モジュールを作製した点が実施例 1 と異なる。このとき、セルブロックサイズが大きくなり、モジュール内部の脱気がしにくくなるため、脱気性を向上させるために、セルブロックと裏面一体積層フィルムとの間に、繊維状無機化合物(目付量 20 g/m²、厚さ 100 μm、結着剤アクリル樹脂 4.0% 含有、線径 10 μm のガラス不織布、大きさ光起電力素子よりも各辺 5 mm 大きい)を用いた。他の点は、実施例 1 と同様とした。

10

【0114】

(比較例 1)

本例では、実施例 1 において、被覆材の大きさを以下のように変更したこと以外は同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0115】

補強材としては、セルブロックより各辺 80 mm 大きいものを用意した。それ以外の被覆材としては、セルブロックより各辺 90 mm 大きいものを用意した。

【0116】

(比較例 2)

本例では、実施例 1 において、被覆材の大きさを以下のように変更したこと以外は同様にして太陽電池モジュールを作製した。

20

【0117】

繊維状無機化合物としては、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きい物を用意した。裏面一体積層フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 15 mm 大きいものを用意した。補強材としては、セルブロックよりも各辺 80 mm 大きいものを用意した。透明有機高分子樹脂および表面樹脂フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きいものを用意した。

【0118】

(比較例 3)

本例では、実施例 1 において、被覆材の大きさを以下のように変更したこと以外は同様にして太陽電池モジュールを作製した。

30

【0119】

繊維状無機化合物としては、セルブロックよりも各辺 30 mm 大きい物を用意した。裏面一体積層フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 15 mm 大きいものを用意した。補強材としては、セルブロックよりも各辺 80 mm 大きいものを用意した。透明有機高分子樹脂および表面樹脂フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きいものを用意した。

【0120】

(比較例 4)

本例では、実施例 1 において、被覆材の大きさを以下のように変更したこと以外は同様にして太陽電池モジュールを作製した。

40

【0121】

繊維状無機化合物としては、セルブロックよりも各辺 5 mm 大きい物を用意した。裏面一体積層フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きいものを用意した。補強材としては、セルブロックよりも各辺 80 mm 大きいものを用意した。透明有機高分子樹脂および表面樹脂フィルムとしては、セルブロックよりも各辺 90 mm 大きいものを用意した。

【0122】

(実施例 5)

50

本例では、実施例 1 において、補強材として FRP (ガラス繊維強化プラスチック) を使用した以外は同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0123】

以上述べた実施例及び比較例で作製した太陽電池モジュールについて、下記項目の評価を行った。その結果は、表 1 に示した。

【0124】

(1) 初期外観

太陽電池モジュールの初期外観を目視により評価した。評価結果は、以下のような基準で表 1 に示す。すなわち、○：外観上の欠陥が全くない場合、△：外観上の欠陥が多少あるが実用上さしつかえない場合、×：脱気不良、モジュールの湾曲等外観上の欠陥が非常に大きい場合。

10

【0125】

(2) 折り曲げ加工後の外観

太陽電池モジュールの長辺側を折り曲げ加工した後、外観を目視により評価した。折り曲げ加工としては、2種類 [受光面側に90度曲げ(上曲げ)、非受光面側に90度曲げ(下曲げ)] を検討した。評価結果は、以下のような基準で表 1 に示す。すなわち、○：外観上の欠陥が全くない場合、△：外観上の欠陥が多少あるが実用上さしつかえない場合、×：白化、剥離等外観上の欠陥が非常に大きい場合。

【0126】

(3) 高温高湿度試験

折り曲げ加工した太陽電池モジュールを、85度/85%(相対湿度)下に、1000時間投入した後、太陽電池モジュールを取り出し、外観上の変化を目視により行なった。

20

【0127】

また、取り出してから2時間後の漏れ電流を測定した。漏れ電流の測定は、dry hi-pot および wet hi-pot の両方を行なった。ここで、dry hi-pot とは、素子と補強材との間に、2200Vの電圧を印加した時の漏れ電流の測定を意味する。wet hi-pot とは、太陽電池モジュールを伝導度3000・cmの電界溶液に浸して、素子と溶液との間に、2200Vの電圧を印加した時の漏れ電流の測定を意味する。

【0128】

表 1 における、外観上の変化に関する評価結果を示す各記号は、次のような基準を表す。

30

印は外観上の欠陥が全くない場合、△印は外観上の欠陥が多少あるが実用上さしつかえない場合、×印は剥離、変色、モジュールの湾曲等外観上の欠陥が非常に大きい場合である。

【0129】

表 1 における、漏れ電流に関する評価結果を示す各記号は、次のような基準を表す。印は漏れ電流が0μA以上1μA未満の場合、△印は漏れ電流が1μA以上50μA未満の場合、×印は漏れ電流が50μA以上の場合、である。

【0130】

(4) 温湿度サイクル

太陽電池モジュールを放置する雰囲気の温湿度を、-40 (1時間)と85 / 85% RH (20時間) に交互に変化させ(これを、1サイクルとする)、100サイクル行った後、太陽電池モジュールの外観上の変化を観察した。

40

【0131】

また、取り出してから2時間後の漏れ電流を測定した。漏れ電流の測定は、高温高湿度試験と同様に、dry hi-pot および wet hi-pot の両方を行なった。

【0132】

表 1 において温湿度サイクルの結果を示す各記号の意味は、上述した高温高湿度試験において説明したものと同様である。

【0133】

50

【表 1】

| | 初期 外観 | 折り 曲げ工 後 外観 | 高温高湿度試験 | | | | 温湿度サイクル試験 | | | | 燃 焼 試 験 |
|-------|----------|----------------------|---------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------|---|---|------------------|
| | | | 外 観 | 漏れ電流 | | 外 観 | 漏れ電流 | | | | |
| | | | | dry hi-pot | wet hi-pot | | dry hi-pot | wet hi-pot | | | |
| 実施例 1 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 実施例 2 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 実施例 3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 実施例 4 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 比較例 1 | ○ | × | × | ○ | × | × | ○ | × | × | × | |
| 比較例 2 | ○ | × | × | × | × | △ | × | × | × | ○ | |
| 比較例 3 | ○ | ○ | ○ | × | × | ○ | × | × | × | ○ | |
| 比較例 4 | △ | ○ | × | × | × | × | × | × | × | × | |
| 実施例 5 | ○ | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ | ○ | ○ | ○ | |

10

20

【 0 1 3 4 】

表 1 から、以下の点が明らかとなった。

(イ) 実施例の太陽電池モジュールは、いずれも高温高湿度環境および温湿度サイクル試験後にも漏れ電流は 1 μ A 以下であり電気絶縁性は確保できた。初期外観、試験後の外観も脱気不良や剥離等はなく良好であった。曲げ加工性にも優れ、量産性に優れたモジュールであった。また、難燃性にも優れており、屋根や壁に設置するタイプの太陽電池モジュールとしても十分に使用可能であった。

【 0 1 3 5 】

(ロ) 全ての被覆材を補強材端部にまで用いた比較例 1 は、折り曲げ加工後に剥離および白化が見られた。また、ガラス繊維がモジュール端部にまであるため、高温高湿度試験および温湿度サイクル試験後の w e t 環境での電気絶縁性は著しく低下していた。また、使用している裏面の接着層が端部にまであるため、燃焼性試験では燃えやすく不合格となった。

30

【 0 1 3 6 】

(ハ) ガラス繊維不織布を補強材端部にまで使用した比較例 2 は、折り曲げ加工後下曲げ部分に白化が見られた。さらに、高温高湿度試験および温湿度サイクル試験後の電気絶縁性は著しく低下していた。

【 0 1 3 7 】

(ニ) ガラス繊維不織布が、裏面一体積層フィルムよりも大きい比較例 3 は、外観上は何の不良もなく良好であったが、比較例 1 同様高温高湿度試験および温湿度サイクル試験後の電気絶縁性は著しく低下していた。

40

【 0 1 3 8 】

(ホ) 裏面遺体積層フィルムを補強材端部にまで使用した比較例 4 は、表面充填材の E V A と裏面の接着層がガラス繊維不織布を間に介せず貼り合わされる面積が大きくなるため初期におきる脱気不良が発生した。また、高温高湿度試験後および温湿度サイクル試験後において、折り曲げ部分で絶縁フィルムとして使用している P E T の応力により、補強材と接着剤層が剥離した。

【 0 1 3 9 】

(ヘ) 補強材として F R P を使用した実施例 5 は、折り曲げ加工ができなかった。

【 0 1 4 0 】

50

したがって、本発明に係る各実施例の太陽電池モジュールは、長期の使用に際しても高い信頼性が確保できると考えられる。

【0141】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光起電力素子の受光面側が繊維状無機化合物を含有した透明有機高分子樹脂で封止され、前記光起電力素子の非受光面側に前記光起電力素子よりも大きな面積の補強材を貼り付けて設けた太陽電池モジュールにおいて、前記光起電力素子を設けた領域が、受光面側に凸形状であることを特徴とする太陽電池モジュールとしたことにより、折り曲げ加工が容易で、難燃性に優れ、さらに、高温高湿度試験および温湿度サイクル試験によるモジュール内部への水分の侵入を抑制し、電気絶縁性の低下のない、信頼性の高い太陽電池モジュールが得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る太陽電池モジュールの一例を示す概略断面図である。

【図2】図1の太陽電池モジュールで用いた、光起電力素子の基本構成を示す概略断面図である。

【図3】本発明に係る直列化した太陽電池モジュールの一例を示す断面図である。

【図4】本発明に係る太陽電池モジュールの他の例を示す概略断面図である。

【図5】従来の一般的な太陽電池モジュールを示す概略断面図である。

【符号の説明】

- 101 光起電力素子、
- 102 繊維状無機化合物、
- 103 透明有機高分子樹脂、
- 104 表面樹脂フィルム、
- 105 接着剤、
- 106 硬質フィルム、
- 107 補強材、
- 201 導電性基体、
- 202 裏面反射層、
- 203 半導体光活性層、
- 204 透明導電層、
- 205 集電電極（プラス側）、
- 206 a 出力端子（プラス側）、
- 206 b 出力端子（マイナス側）、
- 207 半田、
- 208 絶縁テープ、
- 301 光起電力素子、
- 302 透明有機高分子樹脂、
- 303 表面樹脂フィルム、
- 304 硬質フィルム、
- 305 a 集電電極（プラス側）、
- 305 b 集電電極（マイナス側）、
- 306 銅タブ、
- 307 絶縁テープ、
- 308 半田、
- 401 セルブロック、
- 402 繊維状無機化合物、
- 403 透明有機高分子樹脂、
- 404 表面樹脂フィルム、
- 405 裏面一体積層フィルム、
- 406 補強材、

20

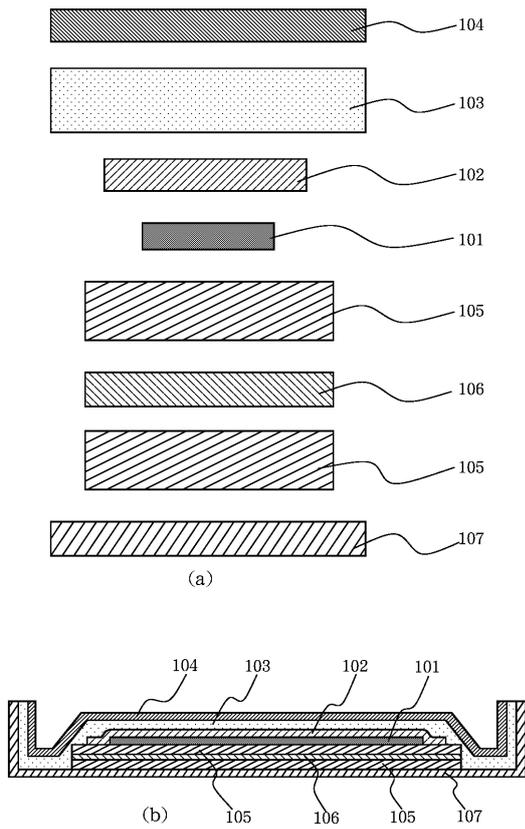
30

40

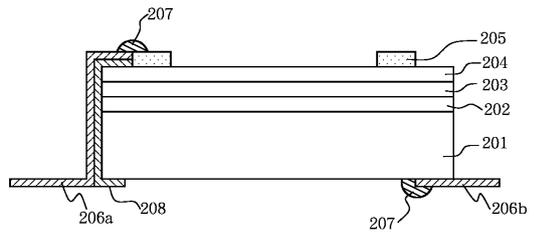
50

- 5 0 1 光起電力素子、
- 5 0 2 透明有機高分子樹脂、
- 5 0 3 フッ化物重合体薄膜層、
- 5 0 4 絶縁層、
- 5 0 5 補強材。

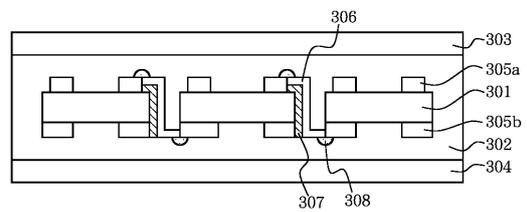
【 図 1 】



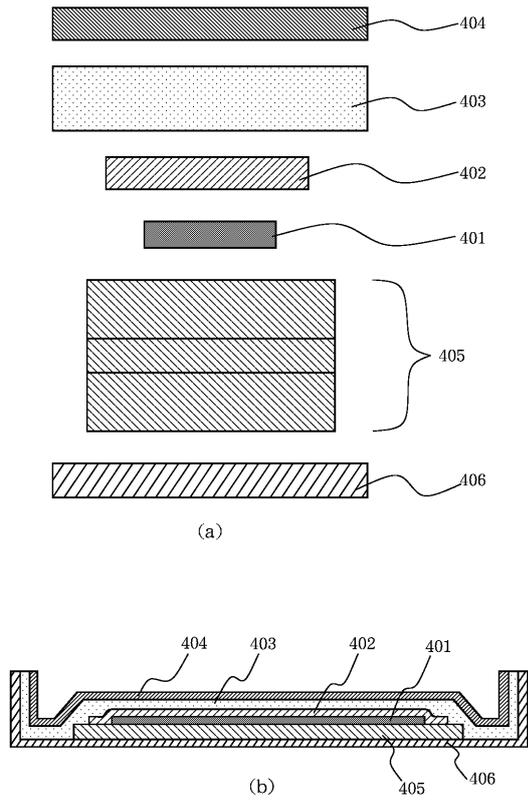
【 図 2 】



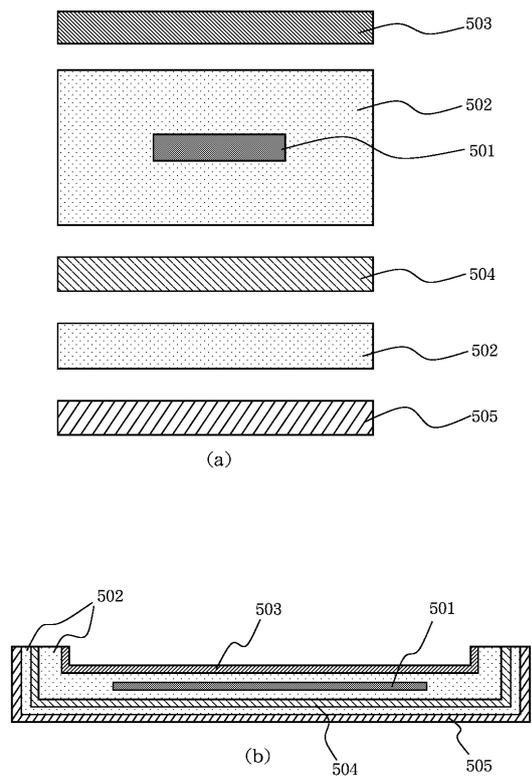
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 片岡 一郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
- (72)発明者 塩塚 秀則
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

審査官 濱田 聖司

- (56)参考文献 特開平7-211932(JP,A)
特開平7-297440(JP,A)
特開平7-122770(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/04-31/078