

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4234111号
(P4234111)

(45) 発行日 平成21年3月4日 (2009.3.4)

(24) 登録日 平成20年12月19日 (2008.12.19)

(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 R

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-104262 (P2005-104262)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成17年3月31日 (2005.3.31)		三菱重工株式会社
(65) 公開番号	特開2006-286893 (P2006-286893A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成18年10月19日 (2006.10.19)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	平成19年7月20日 (2007.7.20)		弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(74) 代理人	100102864
			弁理士 工藤 実
		(74) 代理人	100117617
			弁理士 中尾 圭策
		(72) 発明者	堀岡 電治
			長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工 株式会社長崎造船所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜太陽電池及び薄膜太陽電池の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明基板と、
 前記透明基板の片面に形成された太陽電池素子と、
 前記太陽電池素子を被覆する保護材と、
 前記保護材の端部を覆うように設けられた水蒸気透過性を有するシール材と、
 を具備し、
前記シール材の水蒸気透過率が $60 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以上である
 薄膜太陽電池。

【請求項2】

請求項1に記載された薄膜太陽電池であって、
 前記保護材は
 前記太陽電池素子を覆うように形成された第1保護材と、
 前記第1保護材上に形成された第2保護材と、
 を備え、
前記第2保護材が防湿性を有する
 薄膜太陽電池。

【請求項3】

請求項2に記載された薄膜太陽電池であって、
 前記第2保護材は、前記第1保護材を覆うように形成され、

10

20

前記シール材は、前記第 2 保護材の端部を覆うように設けられている
薄膜太陽電池。

【請求項 4】

請求項 2 に記載された薄膜太陽電池であって、
前記第 2 保護材は、前記第 1 保護材上の少なくとも一部に形成され、
前記シール材は、前記第 1 保護材の端部を覆うように設けられている
薄膜太陽電池。

【請求項 5】

請求項 4 に記載された薄膜太陽電池であって、
前記シール材は、前記第 1 保護材の端部、前記第 1 保護材の前記第 2 保護材により被覆 10
されていない部分、及び前記第 2 保護材の端部、を覆うように設けられている
薄膜太陽電池。

【請求項 6】

請求項 4 に記載された薄膜太陽電池であって、
前記シール材は、前記第 1 保護材の端部を中心に、前記透明基板の一部と、前記第 1 保
護材の端部と、前記第 1 保護材の前記第 2 保護材により被覆されていない部分の一部、を
覆うように設けられている
薄膜太陽電池。

【請求項 7】

請求項 6 に記載された薄膜太陽電池であって、 20
前記シール材は、前記第 2 保護材の端部を中心に、前記第 2 保護材の一部と、前記第 2
保護材の端部と、前記第 1 保護材の前記第 2 保護材により被覆されていない部分の一部、
を覆うように設けられている
薄膜太陽電池。

【請求項 8】

請求項 2 乃至 7 のいずれかに記載された薄膜太陽電池であって、
前記第 1 保護材はエチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）を含み、
前記第 2 保護材は金属箔を含む
薄膜太陽電池。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載された薄膜太陽電池であって、 30
前記シール材の体積抵抗率が $2 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である
薄膜太陽電池。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載された薄膜太陽電池であって、
前記透明基板が、一辺が 1 m 以上とされ、
前記太陽電池素子から前記シール材の表面までの電気抵抗が $5 \times 10^9 \Omega$ 以上である
薄膜太陽電池。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載された薄膜太陽電池であって、 40
前記シール材はガラスよりも撥水性に優れ、
塗布初期状態における前記シール材の接触角が 60 度以上である
薄膜太陽電池。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載された薄膜太陽電池であって、
前記シール材は、
シリル基を含有した高分子化合物を含む
薄膜太陽電池。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載された薄膜太陽電池であって、 50

前記透明基板が、一辺が1 m以上とされ、
前記太陽電池素子からの地絡電流が60 nA以下である
薄膜太陽電池。

【請求項14】

透明基板を与えるステップと、
前記透明基板の片面に太陽電池素子を形成するステップと、
前記太陽電池素子を被覆する保護材を形成するステップと、
前記保護材の端部に、水蒸気透過性を有するシール材を塗布するステップと、
を具備し、
前記シール材の水蒸気透過率が60 g/m²・day以上である

10

薄膜太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アモルファスシリコン系太陽電池、微結晶シリコン系太陽電池、及びアモルファスシリコン系太陽電池と微結晶シリコン系太陽電池とを積層させたタンデム型太陽電池など薄膜シリコン系太陽電池の太陽電池モジュール及び太陽電池モジュールの製造方法に関し、特に耐久性を向上させた薄膜太陽電池及び薄膜太陽電池の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

透明基板上にシリコン系薄膜を積層して形成された薄膜シリコン系太陽電池（以下、薄膜太陽電池と称する）が知られている。なお、ここで、シリコン系とはシリコン(Si)やシリコンカーバイド(SiC)やシリコンゲルマニウム(SiGe)を含む総称であり、微結晶シリコン系とは、アモルファスシリコン系即ち非結晶質シリコン系以外のシリコン系を意味するものであり、多結晶シリコン系や非晶質を含んだ結晶質シリコン系も含まれる。また、薄膜シリコン系とは、アモルファスシリコン系、微結晶シリコン系、アモルファスシリコン系と微結晶シリコン系とを積層させたタンデム型を含むものを指す。

20

【0003】

薄膜太陽電池は屋外で使用される発電機器であり、紫外線、風雪、塩害、酸性雨、凍結、汚れの堆積、微生物の発生など、非常に過酷な条件下での耐久性を要求される。なかでも薄膜太陽電池内部への水の浸入は薄膜太陽電池の寿命を左右する最も深刻な問題である。

30

【0004】

薄膜太陽電池内部に水分が浸入すると、発電に伴う対地電圧の発生により、太陽電池素子と外部の間に地絡電流が流れる。この地絡電流は、電荷移動を伴う太陽電池素子の化学反応によるものである。即ち、地絡電流が流れることにより、太陽電池素子は腐食する。太陽電池素子の腐食は、変色や発電能力の低下、漏電電流の増大、短絡による発電システム停止などの問題に繋がることがある。

【0005】

このような問題の発生を防ぐ為、従来の薄膜太陽電池は、排水穴や排水溝等を設けて排水性をもたせ、太陽電池素子の周囲に水分が保持されない構造にするとともに、太陽電池素子を水分から保護する保護材を太陽電池素子を覆うように配置することがある。

40

【0006】

しかしながら、近年、薄膜太陽電池は2年～5年の瑕疵保証、10年～20年の出力保証を要求される商品となっており、より信頼性の高い耐蝕性構造が必要となっている。より具体的には、20年間使用後に、太陽電池素子の腐食により、発電能力を失った面積が、発電面積の0.1%以下である事が望まれている。

【0007】

一般に保護材には、水蒸気透過率の低い材料を使用するが、材料や施工方法の限界から、水蒸気透過率をゼロにすることはできない。従って、従来は水分の浸入をある程度許容

50

し、湿潤状態の場合は水分が浸入し、乾燥状態の場合は水分が排出されることにより耐蝕性を維持していた。

【0008】

但し、屋外での20年の使用を考えると、排水穴や排水溝に蓄積した汚泥や、こけ・草等の生育により経年的に薄膜太陽電池の排水性が阻害され、保護材が乾燥状態にならず、浸入した水分が排出されなくなることが想定される。従って、より信頼性の高い耐蝕性構造が望まれている。

【0009】

上記と関連して、特許文献1は、透明絶縁基板と、前記透明絶縁基板状に順次積層された透明電極層、半導体光変換層及び裏面電極層からなる太陽電池セルと、前記太陽電池セルの裏面を封止する封止材とを備えた薄膜太陽電池において、前記封止材は、太陽電池セルの裏面の中央部を覆う主封止材と、前記太陽電池セルの裏面の周縁部を覆う水蒸気バリア材料とからなり、前記水蒸気バリアの水蒸気透過率が膜圧100 μm で $1\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 以下であることを特徴とする薄膜太陽電池、を開示している。

10

【0010】

更に、特許文献2は、表面保護部材と裏面保護部材との間に、複数個の太陽電池素子を直列または並列接続した太陽電池を接着性樹脂封止材により封止してなる薄膜太陽電池において、薄膜太陽電池周縁部における前記接着性樹脂封止材の外周部は、有機ポリマーもしくは有機ポリマーと前記接着性樹脂封止材との混合物からなる耐候性保護層を有してなり、且つ、前記耐候性保護層外周部と表面保護部材外周部と、裏面保護部材外周部とは、薄膜太陽電池側面部において、略同一平面状に形成してなることを特徴とする薄膜太陽電池、を開示している。

20

【0011】

更に、特許文献3は、透明基板と、前記透明基板の片面に積層される透明電極層と、前記透明電極層上に積層される光変換素子層と、前記光変換素子層上に積層される金属電極層と、前記金属電極層上の周縁部の所定の幅を被覆しないように、前記金属電極層上に密着される充填層と、前記充填層上に密着される保護膜と、前記保護膜の周縁部と重なり、前記金属電極層上の周縁部を覆う防水層と、を具備する薄膜太陽電池、を開示している。

【0012】

しかしながら、上述の技術はいずれも防水材料を用いることで薄膜太陽電池内部へ浸入する水分を防止する発想であった。

30

【特許文献1】特開2001-148496号 公報

【特許文献2】特開2003-209273号 公報

【特許文献3】特開2004-134572号 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、耐蝕性が高い薄膜太陽電池を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

40

以下に、[発明の実施の形態]で使用される番号・符号を用いて、課題を解決する為の手段を説明する。これらの番号・符号は[特許請求の範囲]の記載と[発明の実施の形態]の記載との対応関係を明らかにする為に付加されている。但し、付加された番号・符号は[特許請求の範囲]に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0015】

本発明に係る薄膜太陽電池(1)は、
透明基板(2)と、
透明基板(2)の片面に形成された太陽電池素子(3)と、
太陽電池素子(3)を被覆する保護材(6)と、
保護材(6)の端部を覆うように設けられた水蒸気透過性を有するシール材(7)と、

50

を備える。

水蒸気透過性を有するシール材（７）を用いることで、一旦太陽電池内部に浸入した水分を外部へ排出する作用が得られる。また、シール材（７）は太陽電池素子（３）と外部との間に流れる地絡電流を遮断する。よって、地絡電流によって太陽電池素子（３）が化学変化を起こす事を抑制できる。即ち、薄膜太陽電池（１）の耐蝕性が向上する。

【００１６】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
保護材（６）は
太陽電池素子（３）に密着する第１保護材（４）と、
第１保護材（４）に密着する第２保護材（５）と、
を有する。

10

【００１７】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
シール材（７）は、第２保護材（５）の端部を覆うように設けられている。

【００１８】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
シール材（７）は、第１保護材（４）の端部を覆うように設けられている。

【００１９】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
第２保護材（５）は、第１保護材（４）の周縁部を被覆しないように設けられ、
シール材（７）は、第２保護材（５）の第１保護材（４）により被覆されていない部分を
覆うように設けられている。

20

【００２０】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
第２保護材（５）は金属箔を含んでいる。

【００２１】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
シール材（７）の水蒸気透過率は $60\text{g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以上である。
このようなシール材（７）は、保護材（６）へ浸入した水分を、更に効率よく外部へ排出
する。

30

【００２２】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
太陽電池素子（３）からシール材（７）の表面までの電気抵抗が $5 \times 10^9 \Omega$ 以上である。

このような電気抵抗を有することにより、太陽電池素子（３）からの地絡電流が 60nA
以下に抑えることが出来る。

【００２３】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
シール材（７）はガラスよりも撥水性に優れている。

撥水性に優れたシール材（７）を用いることにより、保護材６に水分が浸入し凝縮して
も、水分が太陽電池素子（３）から外部まで連続した膜を形成することが防止される。こ
れにより、太陽電池素子（３）から外部へ流れる地絡電流が抑制できる。

40

【００２４】

本発明にかかる薄膜太陽電池（１）において、
シール材（７）は、
シリル基を含有した高分子化合物を含む。

シリル基を含有した高分子化合物を用いる事で、撥水性に優れ、且つ、電気絶縁性に優
れるシール材（７）が提供される。これにより、地絡電流が、更に抑制される。

【００２５】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）において、
太陽電池素子（３）からの地絡電流が 60nA 以下である。

50

太陽電池素子（３）からの地絡電流が60nA以下であることにより、１日の平均日照時間を４時間とした場合に、太陽電池素子（３）からの地絡電流により太陽電池素子（３）から移動する電子数を２０年間で 4×10^{19} 個以下に抑えることができる。太陽電池素子（３）の地絡電流による腐食は、太陽電池素子（３）を構成するシリコン原子１個あたりに２個の電子が関与する化学反応である。よって、太陽電池素子（３）から移動する電子数を 4×10^{19} 個以下に抑えることで、一般的な薄膜太陽電池である、発電面積が 1m^2 であり、シリコン層の厚さが $0.4\mu\text{m}$ 以上の薄膜太陽電池において、地絡電流により太陽電池素子（３）が化学変化を起こす部分の面積を0.1%以下に抑える事ができる。即ち、太陽電池素子（３）からの地絡電流が60nA以下に抑える事により、２０年以上の耐久性を有する薄膜太陽電池が提供される。

10

【００２６】

本発明に係る薄膜太陽電池（１）の製造方法は、
透明基板（２）を与えるステップと、
透明基板（２）の片面に太陽電池素子（３）を形成するステップと、
太陽電池素子（３）を被覆する保護材（６）を形成するステップと、
保護材（６）の端部に、水蒸気透過性を有するシール材（７）を塗布するステップと、
を具備する。

【発明の効果】**【００２７】**

本発明の目的は、耐蝕性が高い薄膜太陽電池を提供することにある。

20

【発明を実施するための最良の形態】**【００２８】**

（第１の実施形態）

本発明の第１の実施形態について、以下に図面を参照して説明する。

【００２９】

（構成）

図１は第１の実施形態における薄膜太陽電池の側断面図を示している。薄膜太陽電池１は、透明基板２、太陽電池素子３、第１保護材４、第２保護材５、及びシール材７を備えている。

【００３０】

30

透明基板２は矩形のガラス基板や透明樹脂が用いられる。太陽電池素子３は透明基板２の片面に形成され、透明基板２に密着している。尚、透明基板２の周縁部には太陽電池素子３が形成されておらず、太陽電池素子３と透明基板２の縁部とは電氣的に絶縁されている。太陽電池素子３は、透明基板２の片面に形成された透明電極層８と、透明電極層８上に形成された厚さ約 $0.4\mu\text{m}$ の光変換素子層９と、光変換素子層９上に形成された金属電極層１０と、を備えている。透明電極層８、光変換素子層９、及び金属電極層１０電池が複数個、直列又は並列に並ぶようにパターンニングされて太陽電池素子３を形成している。

【００３１】

光変換素子層９は、薄膜シリコンのp層、i層、n層を積層したもの、更には、個の積層したものを複数積層したタンデム型、トリプル型太陽電池を構成している。

40

【００３２】

第１保護材４は、太陽電池素子３上に、太陽電池素子３を被覆するように設けられている。更に、第１保護材４は、透明基板２の端部から所定の間隔を被覆しないように形成される。第１保護材４はエチレンー酢酸ビニル共重合体（EVA）等の絶縁性の樹脂であり、太陽電池素子３の絶縁や保護を行う機能を果たしている。

【００３３】

第２保護材５は、第１保護材４の上に形成されている。第２保護材５の端部は、第１保護材４の端部の上に配置されている。第２保護材５は金属箔をPET膜で挟んだ構造をしている。これにより、第１保護材４に水分が浸入することが防止される。

50

【0034】

シール材7は第1保護材4及び第2保護材5の端部を被覆するように枠状に設けられている。即ち、シール材7の外側の端部は透明基板2と密着しており、シール材7の内側の端部は第2保護材と密着している。また、図1(b)に示すように、シール材7は透明基板2の端部を被覆するように設けられていてもよいし、図1(a)に示すように、シール材7は透明基板2の端部を被覆していなくてもよい。シール材7は撥水性に優れた高電気抵抗材料である。シール材7の撥水性としては、ガラスよりも接触角が大きいことが好ましい。シール材7の撥水性としては、塗布初期状態において接触角60度以上であることが好ましく、より好ましくは90度以上である。シール材7は、薄膜太陽電池内部に浸入した水分を外側へ排出する効果を有していることが必要である。本実施の形態におけるシール材7の水蒸気透過率は $60\text{g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以上である。また、シール材7は、体積抵抗率が $2 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であるか、又は、太陽電池素子(3)からシール材(7)の表面までの電気抵抗が $5 \times 10^9 \Omega$ 以上となる電気抵抗を有している。シール材7としては、シリル基含有特殊ポリマー接着剤、液状シリコンシーリング剤、液状シリコン接着剤、液状シリコンポットング材、液状シリコンガasket及びシリコンオイルコンパウンドが挙げられる。そのシリル基含有特殊ポリマー接着剤としては、株式会社スリーボンド社製1530(商品名)、セメダイン株式会社社製スーパーX8008(商品名)が挙げられる。液状シリコン接着・シーリング剤としては、信越化学工業株式会社社製KE200(商品名)、信越化学工業株式会社社製KE402、信越化学工業株式会社社製KE4896が挙げられる。液状シリコンポットング材としては、信越化学工業株式会社社製KE4897が挙げられる。シリコンオイルコンパウンドとしては、信越化学工業株式会社社製HIVAC-Gが挙げられる。液状シリコンガasketとしては株式会社スリーボンド社製1209が挙げられる。これらは、撥水性が高く、且つ、高い電気抵抗を有しておりシール材7として好適である。

10

20

【0035】

このような構成を有する薄膜太陽電池1において、太陽電池素子3からの地絡電流を測定した。測定には、JIS C 8991に規定の湿潤漏れ電流試験に準じて、体積抵抗率 $3500 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、表面張力 0.03 N/m^2 以下、温度 $22^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ の溶液が入れられた水槽を使用した。枠状に設けられたシール材7の一边を前記水槽の溶液中に浸漬し、薄膜太陽電池の短絡した出力端子を、直流電圧印加装置の負極端子に接続し、前記水槽の溶液中に浸漬した電極を、直流電圧印加装置の正極端子に接続し、印加電圧と地絡電流の関係を測定した。この測定をシール材7の全ての辺に対して行い、印加電圧300Vの際の周長約4mの1m角薄膜太陽電池1枚当たりの太陽電池素子3からの地絡電流をもとめたところ、60nA以下であった。

30

【0036】

(製造方法)

続いて、本実施の形態に係る薄膜太陽電池の製造方法について説明する。ここでは、透明基板2としてのガラス基板上に単層アモルファスシリコン太陽電池を用いた例について説明する。図4～図5は、本発明の薄膜太陽電池の製造方法の実施の形態を示す概略図である。

40

【0037】

(1) 太陽電池素子の形成 図4(a)

透明基板2としてソーダフロートガラス基板(1.4m×1.1m×板厚:4mm)を使用する。基板端面は破損防止にコーナー面取りやR面取り加工されている事が望ましい。

(2) 図4(b)

透明電極層8として酸化錫膜(SnO_2)を主成分とする透明電極膜を約500nm～800nm、熱CVD装置にて約500℃で製膜処理する。この際、透明電極膜の表面は適当な凹凸のあるテクスチャーが形成される。透明電極層2として、透明電極膜に加えて、透明基板2と透明電極膜との間にアルカリバリア膜(図示されず)を形成しても良い。アルカリバリア膜は、酸化シリコン膜(SiO_2)を50～150nm、熱CVD装置にて約500℃で

50

製膜処理する。

(3) 図4(c)

その後、透明基板2をX-Yテーブルに設置して、レーザーダイオード励起YAGレーザーの第1高調波(1064nm)を、図の矢印に示すように、透明電極膜の膜面側から入射する。パルス発振：5～20kHzとして加工速度に適切になるようにレーザーパワーを調整して、透明電極膜を太陽電池素子3の直列接続方向に対して垂直な方向に、溝11を形成するように幅約6～10mmの短冊状にレーザーエッチングする。

(4) 図4(d)

プラズマCVD装置により、減圧雰囲気：30～150Pa、約200℃にて光変換素子9としてのアモルファスシリコン薄膜からなるp層膜/i層膜/n層膜を順次製膜する。光変換素子9は、SiH₄ガスとH₂ガスを主原料に、透明電極層8の上に製膜される。太陽光の入射する側からp層、i層、n層がこの順で積層される。光変換素子9は、本実施形態では、p層：BドーピングしたアモルファスSiを主とし膜厚10～30nm、i層：アモルファスSiを主とし膜厚250～350nm、n層：pドーピングした微結晶Siを主とし膜厚30～50nmである。またp層膜とi層膜の間には界面特性向上のためにバッファ層を設けても良い。尚、光変換素子層9の厚さとしては約0.4μmとなる。

(5) 図4(e)

透明基板2をX-Yテーブルに設置して、レーザーダイオード励起YAGレーザーの第2高調波(532nm)を、図の矢印に示すように、光変換素子9の膜面側から入射する。パルス発振：10～20kHzとして加工速度に適切となるようにレーザーパワーを調整して、透明電極層8のレーザーエッチングラインの約100～150μmの横側を、溝12を形成するようにレーザーエッチングする。

(6) 図5(a)

金属電極層10としてAg膜/Ti膜をスパッタリング装置により減圧雰囲気、約150℃にて順次製膜する。金属電極層10は本実施形態では、Ag膜：200～500nm、これを保護するものとして防食効果の高いTi膜：10～20nmをこの順に積層する。n層と金属電極層10との接触抵抗低減と光反射向上を目的に、光変換素子層9と金属電極層10との間にGZO(GaドーピングZnO膜)を膜厚：50～100nm、スパッタリング装置により製膜して設けても良い。

(7) 図5(b)

透明基板2をX-Yテーブルに設置して、レーザーダイオード励起YAGレーザーの第2高調波(532nm)を、図の矢印に示すように、透明基板2側から入射する事で、レーザー光が光変換素子層9で吸収され、この時発生する高いガス蒸気圧を利用して金属電極層10が爆裂して除去される。パルス発振：1～10kHzとして加工速度に適切となるようにレーザーパワーを調整して、透明電極層8のレーザーエッチングラインの約250μm～400μmの横側を、溝13を形成するようにレーザーエッチングする。

(8) 保護材の形成

端子箱取付け部分はバックシートに開口貫通窓を設けて集電板を取り出す。この開口貫通窓部分には絶縁材を複数層を設置して外部からの湿分などの浸入を抑制する。直列に並んだ一方端の太陽電池素子3と、他方端部の太陽電池素子3とから銅箔を用いて集電して薄膜太陽電池の端子箱部分から電力が取り出せるように処理する。銅箔は各部との短絡を防止する為に銅箔幅よりも広い絶縁シートを配置する。集電用銅箔などが所定位置に配置された後に、薄膜太陽電池の全体を覆い、透明基板2からはみ出さないようにEVA(エチレン酢酸ビニル共重合体)等による第1保護材4を配置する。第1保護材4の上に、防水効果の高いバックシートである第2保護材5を設置する。この時に、第1保護材4の端部が第2保護材の端部と重なるように第2保護材5が設置される。第2保護材5は本実施形態では防水防湿効果が高いようにPETシート/金属箔としてのアルミニウム箔/PETシートの3層構造よりなる。第2保護材までを所定位置に配置したものを、ラミネータにより減圧雰囲気内で内部の脱気を行い、約150～160℃でプレスしながらEVAを架橋させて密着させる。

10

20

30

40

50

(9) シール材の形成

続いて、第1保護材4、及び第2保護材の端部に、シール材を塗布し、乾燥する。これにより、シール材7が第1保護材4及び第2保護材の端部を覆うように形成される。粘度の異なるシール材をしようすることによりシール材7の幅や厚さを調整することができる。

(10) 端子箱の取り付け

薄膜太陽電池の裏側に端子箱を接着剤で取り付ける。

(11) 端子箱との接続

銅箔と端子箱の出力ケーブルとを半田などで接続する。これで薄膜太陽電池1が完成する。

10

【0038】

(作用・効果)

本実施の形態による効果を以下に説明する。

第1の実施形態に係る薄膜太陽電池においては、保護材6の端部がシール材により被覆されることで、保護材6の内部に浸入した水によって、太陽電池素子3から外部まで連続した膜が形成されることを防止できる。よって、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流を抑制することが出来る。

【0039】

更に、シール材7が、シリル基含有特殊ポリマー接着剤、液状シリコン接着剤、液状シリコンシーリング材、液状シリコンポッティング材、シリコンオイルコンパウンド、及び液状シリコンガasketのうちのいずれかにを含むことにより、シール材7の撥水性が向上する。よって、シール材7と保護材6との界面において、保護材6の内部に浸入した水が連続した膜を形成することが防止できる。即ち、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流を更に抑制することが出来る。

20

【0040】

更に、シール材7が60g/m²・day以上の水蒸気透過率を有することにより、一旦保護材6の内部に浸入した水分は蓄積されずにシール材7を介して外部へ排出される。よって、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流が更に抑制される。

【0041】

また、シール材7が、体積抵抗率が $2 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であるか、又は、太陽電池素子からシール材の表面までの電気抵抗が $5 \times 10^9 \Omega$ 以上であることにより、地絡電流が60nA以下に抑制される。これにより、1m²の薄膜太陽電池が地絡電流により変質する面積を、20年で全体の0.1%以下に抑制することができる。

30

【0042】

上記実施の形態では光変換素子層9としてアモルファスシリコン薄膜太陽電池を用いたものについて説明したが、本発明は、微結晶シリコン太陽電池、並びにアモルファスシリコン太陽電池と微結晶シリコン太陽電池を各1～複数層に積層させたタンデム型太陽電池のようなほかの種類の薄膜太陽電池にも同様に適用可能である。更に、本発明は、金属基板などの上に、裏面電極（光入射と反対という意味で裏面という）を形成し、その上に光変換素子層、光入射側透明電極層を形成するタイプの太陽電池にも同様に適用することができる。

40

【0043】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態について、以下に図面を参照して説明する。

【0044】

(構成)

図2は第2の実施形態における薄膜太陽電池の側断面図を示している。薄膜太陽電池1は、透明基板2、太陽電池素子3、第1保護材4、第2保護材5、及びシール材7を備えている。

【0045】

50

第2の実施形態に係る太陽電池素子3の構造は、第1の実施形態に係る太陽電池素子3の構造と同じであるので、説明は割愛する。

【0046】

第1保護材4は、太陽電池素子3上に、太陽電池素子3を被覆するように設けられている。更に、第1保護材4は、透明基板2の端部から所定の間隔を被覆しないように形成される。第1保護材4はエチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）等の絶縁性の樹脂であり、太陽電池素子3の絶縁や保護を行う機能を果たしている。

【0047】

第2保護材5は、第1保護材4の上に第1保護材4を被覆するように設けられている。第2保護材5の端部は、第1保護材4の端部と透明基板2の端部との間に配置されている。第2保護材5は金属箔をPET膜で挟んだ構造をしている。これにより、第1保護材4に水分が浸入することが防止される。

10

【0048】

シール材7は第2保護材5の端部を被覆するように枠状に設けられている。尚、シール材7は透明基板2の端部を更に被覆するように設けられていても良い。シール材7を構成する材料の性質は第1の実施形態と同様である。

【0049】

このような構成を有する薄膜太陽電池において、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流を測定したところ、60nA以下であった。

【0050】

20

（製造方法）

続いて、本実施の形態に係る薄膜太陽電池の製造方法について説明する。本実施の形態に係る薄膜太陽電池1の製造方法において、太陽電池素子3を形成するまでは第1の実施形態と同様である。

【0051】

太陽電池素子3が形成された後に、第1保護材4が太陽電池素子3を覆う様に設置される。更に、第2保護材5が第1保護材4を覆う様に設置される。第2保護材までを所定位置に配置したものを、ラミネータにより減圧雰囲気下で内部の脱気を行い、約150～160℃でプレスしながらEVAを架橋させて密着させる。

【0052】

30

続いて、第2保護材5の端部を覆う様にシール材7が形成される。シール材7の形成方法は、第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0053】

続いて、

薄膜太陽電池の裏側に端子箱を接着剤で取り付ける。最後に、銅箔と端子箱の出力ケーブルとを半田などで接続する。これで薄膜太陽電池1が完成する。

【0054】

（作用・効果）

本実施の形態による効果は第1の実施形態における効果と同様である。即ち、第2の実施形態に係る薄膜太陽電池においては、保護材6の端部がシール材により被覆されることで、保護材6の内部に浸入した水によって、太陽電池素子3から外部まで連続した膜が形成されることを防止できる。よって、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流を抑制することが出来る。

40

【0055】

更に、シール材7が、シリル基含有特殊ポリマー接着剤、液状シリコン接着剤、液状シリコンシーリング材、液状シリコンポッティング材、シリコンオイルコンパウンド、液状シリコンガasketのうちのいずれかにを含むことにより、シール材7の撥水性が向上する。よって、シール材7と保護材6との界面において、保護材6の内部に浸入した水が連続した膜を形成することが防止できる。即ち、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流を更に抑制することが出来る。

50

【0056】

更に、シール材7が60g/m²・day以上の水蒸気透過率を有することにより、一旦保護材6の内部に浸入した水分は蓄積されずにシール材7を介して外部へ排出される。よって、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流が更に抑制される。

【0057】

また、シール材7が、体積抵抗率が $2 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であるか、又は、太陽電池素子からシール材の表面までの電気抵抗が $5 \times 10^9 \Omega$ 以上であることにより、地絡電流が60nA以下に抑制される。これにより、1m²の薄膜太陽電池が、地絡電流により変質する面積を、20年で全体の0.1%以下に抑制することができる。

【0058】

上記実施の形態では光変換素子層9としてアモルファスシリコン薄膜太陽電池を用いたものについて説明したが、本発明は、微結晶シリコン太陽電池、並びにアモルファスシリコン太陽電池と微結晶シリコン太陽電池を各1～複数層に積層させたタンデム型太陽電池のようなほかの種類の薄膜太陽電池にも同様に適用可能である。更に、本発明は、金属基板などの上に、裏面電極（光入射と反対という意味で裏面という）を形成し、その上に光変換素子層、光入射側透明電極層を形成するタイプの太陽電池にも同様に適用することができる。

【0059】

（第3の実施形態）

本発明の第3の実施形態について、以下に図面を参照して説明する。

【0060】

（構成）

図3は第3の実施形態における薄膜太陽電池の側断面図を示している。薄膜太陽電池1は、透明基板2、太陽電池素子3、第1保護材4、第2保護材5、及びシール材7を備えている。

【0061】

第3の実施形態に係る太陽電池素子3の構造は、第1の実施形態に係る太陽電池素子3の構造と同じであるので、説明は割愛する。

【0062】

第1保護材4は、太陽電池素子3上に、太陽電池素子3を被覆するように設けられている。更に、第1保護材4は、透明基板2の端部から所定の間隔を被覆しないように形成される。第1保護材4はエチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）等の絶縁性の樹脂であり、太陽電池素子3の絶縁や保護を行う機能を果たしている。

【0063】

第2保護材5は、第1保護材4の上に形成されている。第2保護材は、第1保護材4の端部が、第2保護材5の端部と透明基板2の端部との間に存在するように設けられている。即ち、第1保護材の周縁部は第1保護材により被覆されてはいない。第2保護材5は金属箔をPET膜で挟んだ構造をしている。これにより、第1保護材4に水分が浸入することが防止される。

【0064】

シール材7は、第1保護材の端部と、第1保護材における第2保護材により被覆されていない部分と、第2保護材5の端部とを被覆するように枠状に設けられている。なお、シール材7は、更に、透明基板2を覆う様に設けられていても良い。シール材7を構成する材料の性質は第1の実施形態と同様である。

【0065】

このような構成を有する薄膜太陽電池において、太陽電池素子3から外部へ流れる地絡電流を測定したところ、60nA以下であった。

【0066】

（製造方法）

続いて、本実施の形態に係る薄膜太陽電池の製造方法について説明する。本実施の形態

10

20

30

40

50

に係る薄膜太陽電池 1 の製造方法において、太陽電池素子 3 を形成するまでは第 1 の実施形態と同様である。

【0067】

太陽電池素子 3 が形成された後に、第 1 保護材 4 が太陽電池素子 3 を覆う様に設置される。更に、第 2 保護材 5 が第 1 保護材 4 の少なくとも一部を覆う様に設置される。第 2 保護材 5 を所定位置に配置したものを、ラミネータにより減圧雰囲気中で内部の脱気を行い、約 150～160℃でプレスしながら EVA を架橋させて密着させる。

【0068】

続いて、第 2 保護材 5 の端部を覆う様にシール材 7 が形成される。シール材 7 の形成方法は、第 1 の実施形態と同様であるので説明を省略する。

10

【0069】

続いて、薄膜太陽電池の裏側に端子箱を接着剤で取り付ける。最後に、銅箔と端子箱の出力ケーブルとを半田などで接続する。これで薄膜太陽電池 1 が完成する。

【0070】

(作用・効果)

本実施の形態による効果は第 1 の実施形態における効果と同様である。即ち、第 3 の実施形態に係る薄膜太陽電池においては、保護材 6 の端部がシール材により被覆されることで、保護材 6 の内部に浸入した水によって、太陽電池素子 3 から外部まで連続した膜が形成されることを防止できる。よって、太陽電池素子 3 から外部へ流れる地絡電流を抑制することが出来る。

20

【0071】

更に、シール材 7 が、シリル基含有特殊ポリマー接着剤、液状シリコン接着剤、液状シリコンシーリング材、液状シリコンポッティング材、シリコンオイルコンパウンド、液状シリコンガasketのうちのいずれかにを含むことにより、シール材 7 の撥水性が向上する。よって、シール材 7 と保護材 6 との界面において、保護材 6 の内部に浸入した水が連続した膜を形成することが防止できる。即ち、太陽電池素子 3 から外部へ流れる地絡電流を更に抑制することが出来る。

【0072】

更に、シール材 7 が 60g/m²・day 以上の水蒸気透過率を有することにより、一旦保護材 6 の内部に浸入した水分は蓄積されずにシール材 7 を介して外部へ排出される。よって、太陽電池素子 3 から外部へ流れる地絡電流が更に抑制される。

30

【0073】

また、シール材 7 が、体積抵抗率が $2 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であるか、又は、太陽電池素子 3 からシール材 7 の表面までの電気抵抗が $5 \times 10^9 \Omega$ 以上であることにより、地絡電流が 60 nA 以下に抑制される。これにより、1m²の薄膜太陽電池が地絡電流により変質する面積は、20年で全体の0.1%以下に抑制することができる。

【0074】

上記実施の形態では光変換素子層 9 としてアモルファスシリコン薄膜太陽電池を用いたものについて説明したが、本発明は、微結晶シリコン太陽電池、並びにアモルファスシリコン太陽電池と微結晶シリコン太陽電池を各 1～複数層に積層させたタンデム型太陽電池のようなほかの種類の薄膜太陽電池にも同様に適用可能である。更に、本発明は、金属基板などの上に、裏面電極（光入射と反対という意味で裏面という）を形成し、その上に光変換素子層、光入射側透明電極層を形成するタイプの太陽電池にも同様に適用することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図 1 A】第 1 の実施形態に係る薄膜太陽電池の側断面図を示す。

【図 1 B】第 1 の実施形態に係る薄膜太陽電池の側断面図を示す。

【図 2】第 2 の実施形態に係る薄膜太陽電池の側断面図を示す。

【図 3】第 3 の実施形態に係る薄膜太陽電池の側断面図を示す。

50

【図 4】太陽電池素子 3 を形成する方法を示す側断面図を示す。

【図 5】太陽電池素子 3 を形成する方法を示す側断面図を示す。

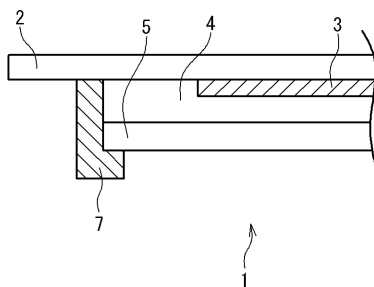
【符号の説明】

【 0 0 7 6 】

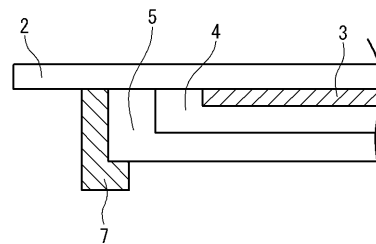
- 1 薄膜太陽電池
- 2 透明基板
- 3 太陽電池素子
- 4 第 1 保護材
- 5 第 2 保護材
- 6 保護材
- 7 シール材
- 8 透明電極層
- 9 光変換素子層
- 10 金属電極層
- 11 溝
- 12 溝
- 13 溝

10

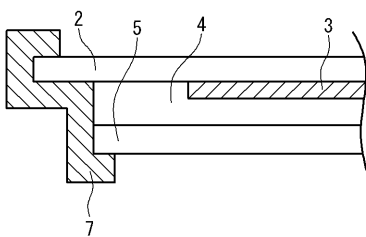
【図 1 A】



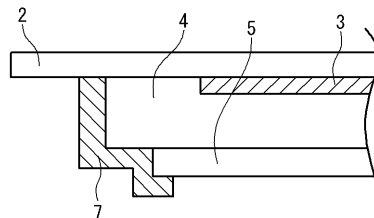
【図 2】



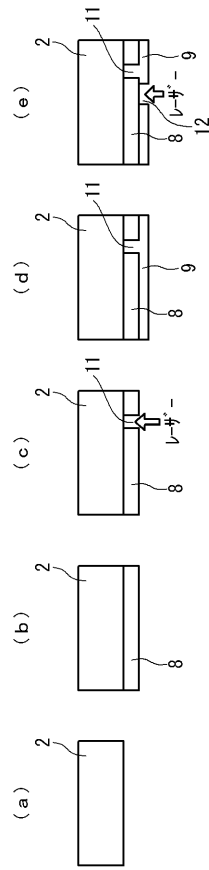
【図 1 B】



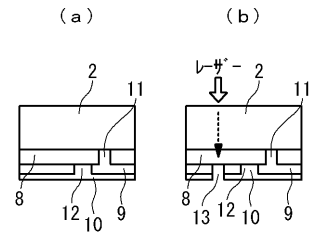
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 石田 信久
長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎造船所内
- (72)発明者 浦方 久隆
長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎造船所構内長菱設計株式会社内
- (72)発明者 間々瀬 慎一郎
長崎県長崎市深堀町5丁目717番地1 長菱エンジニアリング株式会社内

審査官 加藤 昌伸

- (56)参考文献 特開2001-102615 (JP, A)
特開2003-142717 (JP, A)
特開2004-134572 (JP, A)
特開平05-299686 (JP, A)
特開平06-077513 (JP, A)
特開平07-273361 (JP, A)
特開昭61-271150 (JP, A)
特開昭62-265772 (JP, A)
特開2001-053320 (JP, A)
特開2001-148496 (JP, A)
特開2003-209273 (JP, A)
実開昭51-081671 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/04