

明 細 書

発明の名称：

太陽電池モジュール、その製造方法、及びそれを用いた建築用外壁材

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池モジュール、その製造方法、及びそれを用いた建築用外壁材に関する。

背景技術

[0002] 屋上又は屋根に太陽電池アレイが設置された建築物が増えている。ここで、太陽電池アレイを構成する太陽電池モジュールを受光面側から見た場合に、太陽電池セルが視認されることがある。具体的には、ビルの壁面又は窓等に太陽電池モジュールを設置した際に、太陽電池セルの視認によって、ビル等の外観デザインに影響する場合がある。

特許文献1～3には、太陽電池モジュールを受光面側から見た場合において、太陽電池セルが視認されることによる意匠性の改善のために、太陽電池セルの視認側をナノ粒子や顔料等を含む層で被覆することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第8404967号明細書

特許文献2：米国特許第9276141号明細書

特許文献3：国際公開第2018/212988号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 太陽電池モジュールは、例えば、太陽電池モジュールを構成する各層を積層した積層体を加熱圧着して得られる。

本発明者らが、特許文献1～3に記載されているような意匠層を含む太陽電池モジュールを製造したところ、加熱圧着時に意匠層を形成するための層

が変形又は破断してしまう場合があり、太陽電池モジュールの製造時における加工性に改善の余地があるのを知見した。

[0005] 本発明は、上記課題に鑑みて、製造時の加工性に優れた太陽電池モジュール、その製造方法、及びそれを用いた建築用外壁材の提供を課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らは、上記課題について鋭意検討した結果、太陽電池モジュールの受光面から、第1封止層、意匠層、第2封止層及び太陽電池セルをこの順に有する太陽電池モジュールの製造方法において、第1封止層、意匠層及び第2封止層の厚さが所定範囲内であり、かつ、第1封止層に含まれる第1樹脂及び第2封止層に含まれる第2樹脂の融点又はガラス転移温度と、意匠層に含まれるフッ素樹脂の融点と、が所定の関係にあれば、製造時における加工性に優れることを見出し、本発明に至った。

[0007] すなわち、発明者らは、以下の構成により上記課題が解決できることを見出した。

[1] カバーガラスと、第1樹脂を含む第1封止材と、フッ素樹脂を含む意匠材と、第2樹脂を含む第2封止材と、太陽電池セルとをこの順に配置し、加熱圧着して太陽電池モジュールを製造する方法であって、

前記太陽電池モジュールの受光面側から順に、

前記カバーガラスと、

前記第1封止材から形成された、厚さが $50 \sim 2,000 \mu\text{m}$ である第1封止層と、

前記意匠材から形成された、厚さが $10 \sim 1,000 \mu\text{m}$ である意匠層と、

前記第2封止材から形成された、厚さが $50 \sim 2,000 \mu\text{m}$ である第2封止層と、

前記太陽電池セルとをこの順に有し、

前記フッ素樹脂の融点を T_{mf} [°C]、前記第1樹脂の融点を T_{m1} [°C]、前記第2樹脂の融点を T_{m2} [°C]とした場合、前記 T_{mf} から前記 T

m 1 を差し引いた値、及び、前記 T m f から前記 T m 2 を差し引いた値がいずれも 30℃以上である、太陽電池モジュールの製造方法。

[2] 前記第 1 樹脂及び前記第 2 樹脂の少なくとも一方が、エチレン-酢酸ビニル共重合体及びポリビニルブチラル樹脂からなる群より選択される少なくとも 1 種を含む、[1] に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

[3] 前記フッ素樹脂が、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体、エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体、ポリクロロトリフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリビニリデンフルオリドからなる群より選択される少なくとも 1 種を含む、[1] 又は [2] に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

[4] 前記加熱圧着における加熱温度が、前記 T m f 以下であり、前記 T m 1 及び前記 T m 2 よりも高い、[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。

[5] 前記太陽電池セルが、単結晶シリコンもしくは多結晶シリコンから構成されるシリコン系太陽電池セル、又は、CISもしくはCIGSから構成される化合物系太陽電池セルである、[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。

[6] 前記 T m f が 170℃以上であり、前記 T m 1 及び前記 T m 2 が 200℃以下である、[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。

[7] 第 1 樹脂が架橋されていて、且つ、第 2 樹脂が架橋されている、[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。

[8] 意匠層の厚さが、第 1 封止層の 0.1 ～ 0.9 倍であるか、および／または、意匠層の厚さが、第 2 封止層の 0.1 ～ 0.9 倍である、[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。

[9] 太陽電池モジュールの受光面側から、カバーガラスと、第 1 樹脂を含み厚さが 50 ～ 2,000 μm である第 1 封止層と、フッ素樹脂を含み厚さが 10 ～ 1,000 μm である意匠層と、第 2 樹脂を含み厚さが 50 ～

2, 000 μm である第2封止層と、太陽電池セルと、をこの順に有し、

前記フッ素樹脂の融点を T_{mf} [$^{\circ}\text{C}$]、前記第1樹脂の融点を T_{m1} [$^{\circ}\text{C}$]、前記第2樹脂の融点を T_{m2} [$^{\circ}\text{C}$]とした場合、前記 T_{mf} から前記 T_{m1} を差し引いた値、及び、前記 T_{mf} から前記 T_{m2} を差し引いた値がいずれも30 $^{\circ}\text{C}$ 以上であることを特徴とする太陽電池モジュール。

[10] 前記 T_{mf} が170 $^{\circ}\text{C}$ 以上であり、前記 T_{m1} 及び前記 T_{m2} が200 $^{\circ}\text{C}$ 以下である、[9]に記載の太陽電池モジュール。

[11] 太陽電池モジュールの受光面側から、カバーガラスと、第1樹脂の架橋物を含み厚さが50～2, 000 μm である第1封止層と、フッ素樹脂を含み厚さが10～1, 000 μm である意匠層と、第2樹脂の架橋物を含み厚さが50～2, 000 μm である第2封止層と、太陽電池セルと、をこの順に有し、

前記フッ素樹脂の融点を T_{mf} [$^{\circ}\text{C}$]、前記第1樹脂の架橋物のガラス転移温度を T_{g1} [$^{\circ}\text{C}$]、前記第2樹脂の架橋物のガラス転移温度を T_{g2} [$^{\circ}\text{C}$]とした場合、前記 T_{mf} から前記 T_{g1} を差し引いた値、及び、前記 T_{mf} から前記 T_{g2} を差し引いた値がいずれも80 $^{\circ}\text{C}$ 以上であることを特徴とする太陽電池モジュール。

[12] 前記 T_{mf} が170 $^{\circ}\text{C}$ 以上であり、前記 T_{g1} 及び前記 T_{g2} が120 $^{\circ}\text{C}$ 以下である、[11]に記載の太陽電池モジュール。

[13] 前記第1樹脂及び前記第2樹脂の少なくとも一方が、エチレン-酢酸ビニル共重合体及びポリビニルブチラル樹脂からなる群より選択される少なくとも1種を含む、[9]～[12]のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

[14] 前記フッ素樹脂が、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体、エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体、ポリクロロトリフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリビニリデンフルオリドからなる群より選択される少なくとも1種を含む、[9]～[13]のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

〔15〕 〔9〕～〔14〕のいずれか1項に記載の太陽電池モジュールを有する、建築用外壁材。

発明の効果

〔0008〕 本発明によれば、製造時の加工性に優れた太陽電池モジュール、その製造方法、及びそれを用いた建築用外壁材を提供できる。

図面の簡単な説明

〔0009〕〔図1〕地上での太陽光スペクトルと単結晶シリコンの太陽電池の分光感度曲線を示すグラフである。

〔図2〕本製造方法によって得られる太陽電池モジュールの一態様を示す概略断面図である。

〔図3〕本製造方法によって得られる太陽電池モジュールの一態様を示す概略断面図である。

〔図4〕本発明の太陽電池モジュールによって構成された太陽電池アレイの一態様を示す概略平面図である。

発明を実施するための形態

〔0010〕 本発明における用語の意味は以下の通りである。

「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

単位とは、単量体が重合して直接形成された、上記単量体1分子に由来する原子団と、上記原子団の一部を化学変換して得られる原子団との総称である。なお、重合体が含む全単位に対する、それぞれの単位の含有量（モル％）は、重合体を核磁気共鳴スペクトル（NMR）法により分析して求められる。

（メタ）アクリレートとは、アクリレート及びメタクリレートの総称であり、（メタ）アクリルとは、アクリルとメタクリルの総称である。

加水分解性シリル基とは、加水分解によってシラノール基となる基である。

〔0011〕 各材の表面自由エネルギーは、J I S - K 6 7 8 8 に従って測定される値

である。なお、本明細書の実施例においては、測定に際して和光純薬社製濡れ張力試験用混合液を用いた。

樹脂の融点は、示差走査熱量測定（DSC）法で測定した融解による吸熱ピークにおける温度である。

樹脂のガラス転移温度（ T_g ）は、示差走査熱量測定（DSC）法で測定される中間点ガラス転移温度である。

太陽電池モジュールにおける層の厚さは、太陽電池モジュールの製造時に使用する各層の厚さを、ミットヨ社製 クーラントブルーフマイクロメーター MDC-25MXを用いて測定して得られる厚さの算術平均値である。

[0012] 本発明の太陽電池モジュールの製造方法（以下、本製造方法ともいう。）は、カバーガラスと、第1樹脂を含む第1封止材と、フッ素樹脂を含む意匠材と、第2樹脂を含む第2封止材と、太陽電池セルとをこの順に配置し加熱圧着して、太陽電池モジュールを製造する方法である。

本製造方法において、上記フッ素樹脂の融点を T_{mf} [°C]、上記第1樹脂の融点を T_{m1} [°C]、上記第2樹脂の融点を T_{m2} [°C]とした場合、 T_{mf} から T_{m1} を差し引いた値、及び、 T_{mf} から T_{m2} を差し引いた値がいずれも30°C以上である。

本製造方法によれば、太陽電池モジュールの受光面側から、カバーガラスと、第1封止材から形成された、厚さが50～2,000 μm である第1封止層と、意匠材から形成された、厚さが10～1,000 μm である意匠層と、第2封止材から形成された、厚さが50～2,000 μm である第2封止層と、太陽電池セルとをこの順に有する太陽電池モジュールを製造できる。

[0013] 本製造方法によれば、太陽電池モジュールの製造時の加工性が優れる。ここで、太陽電池モジュールの製造時の加工性に優れるとは、太陽電池モジュールを製造する際に、意匠材の変形及び破断を防止できることを意味する。

製造時の加工性が優れる理由は必ずしも明らかではないが、以下のように推測される。

意匠材に含まれるフッ素樹脂の融点が、第1封止材に含まれる第1樹脂及び第2封止材に含まれる第2樹脂の融点よりも高いことで、加熱圧着時に第1樹脂及び第2樹脂が熔融した場合であっても、第1封止材と第2封止材との間に意匠材が安定して配置されることが考えられる。また、加熱圧着時の第1封止材及び第2封止材の流動に伴う応力による、意匠材の変形を防ぐことができると考えられる。また、加熱圧着後の第1封止層、意匠層及び第2封止層の厚さが所定範囲内であれば、加熱圧着時において、意匠材が積層体中で歪んだり、意匠材にシワが入ったりすることを抑制できると考えられる。これらの作用が相乗的に機能して、太陽電池モジュールを製造する際に、意匠材の変形及び破断を抑制できたと推測される。

[0014] 本製造方法では、カバーガラス、第1封止材、意匠材、第2封止材及び太陽電池セルをこの順に配置して積層体を得て、加熱圧着することが好ましい。なお、これらの材のうち一部をあらかじめ積層し加熱圧着したのちに、残りの材と積層し加熱圧着してもよい。

[0015] カバーガラスとしては、ガラス板が挙げられる。ガラス板を構成する材料の具体例としては、ソーダライムシリケートガラス、石英ガラス、クリスタルガラス、無アルカリガラス、アルミノシリケートガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラスが挙げられ、透明性が高い点から、ソーダライムシリケートガラスが好ましい。

ソーダライムシリケートガラスの具体例としては、酸化物基準で60～75質量%の SiO_2 、0～3質量%の Al_2O_3 、0～15質量%の CaO 、0～12質量%の MgO 、及び、5～20質量%の Na_2O の組成を持つガラスが挙げられる。ここで、 SiO_2 は、ソーダライムシリケートガラスの主成分である。

ソーダライムシリケートガラスは、上記材料の他に、 K_2O 、 TiO_2 、 ZrO_2 及び LiO_2 からなる群より選択される少なくとも1種の材料を更に含んでいてもよい。

また、ソーダライムシリケートガラスは、清澄剤（例えば、 SO_3 、 SnO

2、 Sb_2O_3)を更に含んでいてもよい。

[0016] カバーガラスは、強化処理が施された強化ガラス板であってもよい。強化ガラス板は、強化処理が施されていないカバーガラスと比較して割れ難くなる点で好ましい。強化ガラス板には、例えば、残留圧縮応力を有する表面層と、残留圧縮応力を有する裏面層と、表面層と裏面層との間に形成され残留引張応力を有する中間層と、を有するガラス板が用いられる。

強化処理の具体例としては、公知のイオン交換法等によって行われる化学強化処理、及び、公知の風冷強化法等によって行われる物理強化処理が挙げられる。化学強化処理したガラス板は、板厚が薄い場合であっても、表面層又は裏面層の残留圧縮応力の値を大きくできるので、十分な強度を有する。

[0017] カバーガラスは、第1封止材との密着性の点から、表面処理されていてもよい。表面処理方法としては、公知の方法を使用でき、活性化処理（プラズマ法、蒸着法、酸処理、塩基処理等）、化成処理、材料表面の研磨、サンダー処理、封孔処理、ブラスト処理、プライマー処理等が挙げられる。

プライマー剤の具体例としては、シランカップリング剤（特に、アルコキシシラン等）、エポキシ樹脂、（メタ）アクリル樹脂、ポリエステル樹脂が挙げられる。

[0018] カバーガラスは、酸化物基準の質量百分率表示で Fe_2O_3 を0.3質量%以下含むことが好ましく、0.1質量%以下含むことがより好ましく、0.03質量%以下含むことが特に好ましい。 Fe_2O_3 の含有量が0.3質量%以下であれば、 Fe_2O_3 による近赤外光の吸収を抑制できるため、発電効率が向上する。したがって、 Fe_2O_3 の含有量が0.3質量%以下のカバーガラスは、近赤外光に対する分光感度が高い太陽電池セルを有する太陽電池モジュールに好適である。

ここで、本明細書における Fe_2O_3 の含有量は、カバーガラスに含まれる全鉄の含有量を Fe_2O_3 に換算した場合の含有量を意味し、蛍光X線測定法によって求められる。

[0019] カバーガラスの厚さは、建造物の設計風圧等から任意に設定できる。カバ

ーガラスの厚さとしては、1～30mmが好ましく、3～20mmがより好ましく、3～15mmが特に好ましい。厚さが1mm以上であれば、耐久性が高く、カバーガラスが割れにくくなる。厚さが30mm以下であれば、本カバーガラスが軽量になるため、本太陽電池モジュールがビルの壁面や窓により好適に用いられる。

カバーガラスの厚さは、厚み計を用いてカバーガラスを測定して得られる厚さの算術平均値である。

[0020] 第1封止材は、第1樹脂を含み、加熱圧着によって、太陽電池モジュールに含まれる第1封止層を形成する材である。第1樹脂は、架橋されていても架橋されていなくてもよい。第1封止層における樹脂は、架橋されていることが好ましい。

同様に、第2封止材は、第2樹脂を含み、加熱圧着によって、太陽電池モジュールに含まれる第2封止層を形成する材である。第2樹脂は、架橋されていても架橋されていなくてもよい。第2封止層における樹脂は、架橋されていることが好ましい。第1封止材と第2封止材とは、同一であってもよく、異なってもよい。

以下、第1封止材と第2封止材との共通事項をまとめて説明する。説明にあたり、第1封止材と第2封止材とを総称して封止材ともいい、第1樹脂と第2樹脂とを総称して封止樹脂ともいう。また、第1封止層と第2封止層とを総称して封止層ともいう。

[0021] 封止材は、封止樹脂を含む。封止樹脂としては、オレフィン樹脂（特に、エチレンー酢酸ビニル共重合体（EVA樹脂））、ポリビニルブチラル樹脂（PVB樹脂）、アイオノマー樹脂及びシリコン樹脂からなる群より選択される少なくとも1種の樹脂が好ましく、カバーガラスと意匠層との密着性、耐久性及び透明性の点で、エチレンー酢酸ビニル共重合体及びポリビニルブチラル樹脂からなる群より選択される少なくとも1種の樹脂が特に好ましい。

[0022] 封止樹脂の融点としては、太陽電池モジュールの製造時の加工性の点並び

に封止材の取り扱い及び保管安定性の点から、200℃以下が好ましく、40～200℃がより好ましく、50～170℃が更に好ましく、60～150℃が特に好ましい。

封止樹脂は、2種以上を併用してもよい。

封止材における封止樹脂の含有量としては、太陽電池モジュールの製造時の加工性がより優れる点で、封止材の全質量に対して、50質量%以上が好ましく、70質量%以上がより好ましく、90質量%以上が特に好ましい。

封止材における樹脂の含有量の上限値は、通常99.99質量%である。

[0023] 封止材は、紫外線吸収剤、架橋剤等を含んでいても含んでいなくてもよい。封止材は、封止層の耐久性の点から、紫外線吸収剤、架橋剤等を含むことが好ましい。また、封止材は、後述する無機粒子等の成分を含んでもよい。

[0024] 紫外線吸収剤としては、サリチル酸エステル系、ベンゾトリアゾール系、ベンゾフェノン系、シアノアクリレート系、トリアジン系等の紫外線吸収剤が好ましい。

紫外線吸収剤の具体例としては、BASF製の「Tinuvin 326」、「Tinuvin 400」、「Tinuvin 405」、「Tinuvin 460」、「Tinuvin 900」、「Tinuvin 928」、Clariant製の「Sanduvor VSU powder」、Clariant製の「Hastavin PR-25 Gran」等が挙げられる。紫外線吸収剤は、2種以上を併用してもよい。

紫外線吸収剤は、特に、第1封止材に含まれるのが好ましい。第1封止材は、太陽電池モジュールにおいて、意匠層よりも太陽光の受光面側に配置された第1封止層を形成するため、第1封止材に紫外線吸収剤が含まれれば、意匠層の耐候性により優れた太陽電池モジュールを製造できる。

紫外線吸収剤の含有量としては、太陽電池モジュールの耐候性がより優れる点で、封止層の全質量に対して、0.01～5質量%が好ましく、0.2～3質量%が特に好ましい。

[0025] 架橋剤としては、有機過酸化物等の公知の架橋剤が挙げられる。架橋剤は

、2種以上を併用してもよい。

[0026] 封止材の厚さは、太陽電池モジュールに含まれる封止層の厚さ以下である。

封止材の厚さは、 $50 \sim 2,000 \mu\text{m}$ であり、 $100 \sim 1,500 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $200 \sim 1,000 \mu\text{m}$ が特に好ましい。封止材の厚さが $50 \mu\text{m}$ 以上であれば、太陽電池モジュールの製造時の加工性が優れる。

太陽電池モジュールにおいては、各層の熱膨張差により接着界面に強い応力が発生することが、各層の剥離の原因となりやすい。封止材の厚みが $50 \mu\text{m}$ 以上であれば、この応力を低減することができ、耐久性が優れる。封止材の厚さが $2,000 \mu\text{m}$ 以下であれば、経済性に優れ、また封止層の変形が抑制されることから建材としての堅牢性に優れる。

封止材は、1種のみからなってもよいし、2種以上が積層されていてもよい。封止材において2種以上が積層されている場合、各層は、組成や厚さ等が同一であっても異なってもよい。封止材が2層以上からなる場合、上記封止材の厚さは、封止材を構成する各層の厚さの合計を意味する。

[0027] 封止材は、積層される際において、フィルム状又はシート状であるのが好ましい。

[0028] 意匠材は、加熱圧着によって、太陽電池モジュールに含まれる意匠層を形成する材である。

[0029] 意匠材は、常温（ 23°C ）で固体であるフッ素樹脂を含む。フッ素樹脂としては、フッ素原子を有する単位（以下、単位Fともいう。）を含む含フッ素重合体が好ましい。

含フッ素重合体は、単位Fとして、フルオロオレフィンに基づく単位（以下、単位F1ともいう。）を含むのが好ましい。

フルオロオレフィンとは、水素原子の1個以上がフッ素原子で置換されたオレフィンである。フルオロオレフィンとは、フッ素原子で置換されていない水素原子の1個以上が塩素原子で置換されていてもよい。フルオロオレフィンの炭素数としては、 $2 \sim 8$ が好ましく、 $2 \sim 6$ がより好ましく、 $2 \sim 4$ が特

に好ましい。

フルオロオレフィンの具体例としては、 $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ (TFE)、 $\text{CF}_2=\text{CFCI}$ (CTFE)、 $\text{CF}_2=\text{CHF}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ (VDF)、 $\text{CF}_2=\text{CFCF}_3$ (HFP)、 $\text{CF}_2=\text{CHCF}_3$ 、 $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ 、 $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCF}_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$ (PFBE) 等の単量体が挙げられる。フルオロオレフィンとしては、本太陽電池モジュールの耐候性がより優れる点から、TFE、CTFE、VDF、HFP、PFBE等が好ましい。フルオロオレフィンは、2種以上を併用してもよい。

[0030] 単位F1の含有量は、含フッ素重合体が含む全単位に対して、本太陽電池モジュールの耐候性の点から、20～100モル%が好ましく、30～100モル%がより好ましく、40～60モル%が特に好ましい。

[0031] 含フッ素重合体は、単位F1のみを含んでもよく、更に単位Fとしてフルオロオレフィン以外のフッ素原子を含む単量体（以下、単量体F2ともいう。）に基づく単位（以下、単位F2ともいう。）を含んでもよく、またフッ素原子を含まない単量体（以下、単量体Dともいう。）に基づく単位（以下、単位Dともいう。）等を含んでもよい。

[0032] 単量体F2としては、フルオロビニルエーテル、フッ素原子を含む脂肪族環又は脂肪族ヘテロ環構造を有する単量体、（メタ）アクリル酸フルオロアルキル等が挙げられ、フルオロビニルエーテルが好ましい。

フルオロビニルエーテルの具体例としては、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ (PPVE)、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_3\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O})_2(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}=\text{CF}_2$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}=\text{CF}_2$ が挙げられる。フルオロビニルエーテルは、 $-\text{SO}_2\text{F}$ 、 $-\text{CO}_2\text{CH}_3$ 等の官能基を有していてもよい。

フッ素原子を含む脂肪族環又は脂肪族ヘテロ環構造を有する単量体の具体例としては、ペルフルオロ（2，2－ジメチル－1，3－ジオキソール）、2，2，4－トリフルオロ－5－トリフルオロメトキシ－1，3－ジオキソール、ペルフルオロ（2－メチレン－4－メチル－1，3－ジオキソラン）が挙げられる。

[0033] 単量体Dとしては、オレフィン、ビニルエーテル、カルボン酸ビニル、アリルエーテル、（メタ）アクリル酸エステル、重合性不飽和基を有するカルボン酸、不飽和酸無水物等が挙げられる。単量体Dは、官能基を有していてもよい。官能基としては、ヒドロキシ基、カルボキシ基、アミノ基、加水分解性シリル基が挙げられ、意匠層の強度がより向上する点から、ヒドロキシ基又はカルボキシ基が好ましい。

[0034] オレフィンとしては、エチレン、プロピレン、イソブテン等が挙げられ、エチレンが好ましい。

ビニルエーテルとしては、エチルビニルエーテル、tert－ブチルビニルエーテル、2－エチルヘキシルビニルエーテル、シクロヘキシルビニルエーテル、2－ヒドロキシエチルビニルエーテル、4－ヒドロキシブチルビニルエーテル等が挙げられる。

カルボン酸ビニルとしては、酢酸ビニル、ピバル酸ビニル、ネオノナン酸ビニル、ネオデカン酸ビニル、安息香酸ビニル、tert－ブチル安息香酸ビニル、バーサチック酸ビニル等が挙げられ、酢酸ビニルが好ましい。

アリルエーテルとしては、2－ヒドロキシエチルアリルエーテル等が挙げられる。

（メタ）アクリル酸エステルとしては、（メタ）アクリル酸tert－ブチル、（メタ）アクリル酸ベンジル、（メタ）アクリル酸2－ヒドロキシエチル等が挙げられる。

重合性不飽和基を有するカルボン酸としては、ウンデシレン酸、クロトン酸等が挙げられる。

不飽和酸無水物としては、無水マレイン酸、無水イタコン酸、無水シトラ

コン酸、無水ハイミック酸（５－ノルボルネン－２，３－ジカルボン酸無水物）等が挙げられる。

単量体Dとしては、本太陽電池モジュールの製造時の加工性の点から、エチレン又はビニルエーテルが好ましい。

[0035] 単量体Dは、２種以上を併用してもよい。

含フッ素重合体が単位Dを含む場合、単位Dの含有量は、含フッ素重合体が含む全単位に対して、０モル％超８０モル％以下が好ましく、０モル％超７０モル％以下がより好ましく、４０～６０モル％が特に好ましい。

[0036] 単位F１のみを含む含フッ素重合体としては、フルオロオレフィンの単体重合体、フルオロオレフィンの２種以上の共重合体が挙げられる。単位F１のみを含む含フッ素重合体としては、具体的には、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、テトラフルオロエチレン－ヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）、ポリビニリデンフルオリド（PVDF）が挙げられ、本太陽電池モジュールの製造時の加工性の点から、PCTFE、FEP又はPVDFが好ましく、PCTFE又はFEPが特に好ましい。

[0037] 単位F１と、単位Dとを含む含フッ素重合体としては、エチレン－テトラフルオロエチレン共重合体（ETFE）、エチレン－クロロトリフルオロエチレン共重合体（ECTFE）、クロロトリフルオロエチレン－ビニルエーテル共重合体（FEVE）、テトラフルオロエチレン－カルボン酸ビニル共重合体（FEVEs）等が挙げられ、本太陽電池モジュールの製造時の加工性の点から、ETFE、ECTFE又はFEVEが好ましい。

[0038] ETFEとしては、TFE単位及びエチレン単位を含み、TFE単位とエチレン単位とのモル比（TFE単位／エチレン単位）が４０／６０～６０／４０であることが好ましい。ETFEは、TFE単位及びエチレン単位以外の単位を含んでもよく、該単位を含む場合の含有量は、ETFEが含む全単位に対して０．５～１０モル％であることが好ましい。TFE単位及びエチレン単位以外の単位としては、HFPE単位、PFBE単位、PPVE単位等

が好ましい。

- [0039] フッ素樹脂の融点 ($T_m f$) は、太陽電池モジュールの製造時の加工性がより優れる点で、 170°C 以上が好ましく、 190°C 以上がより好ましく、 200°C 以上が特に好ましい。 $T_m f$ の上限値は、特に限定されない。

意匠材は、フッ素樹脂の2種以上を含んでもよい。

意匠材におけるフッ素樹脂の含有量としては、本太陽電池モジュールの耐候性の点から、意匠層の全質量に対して、5～100質量%が好ましく、10～90質量%が特に好ましい。

- [0040] 意匠材は、無機粒子を含むのが好ましい。これにより、本太陽電池モジュールの耐候性を維持しながら高い意匠性を付与できる。

無機粒子の具体例としては、クロム、チタン、アンチモン、鉄、アルミニウム、ニッケル、バリウム、鉛、バナジウム、ビスマス、亜鉛、コバルト、マンガンからなる群より選択される2種以上の金属原子を含む複合酸化物が挙げられる。より具体例には、クロム、チタン及びアンチモンの複合酸化物（オレンジ色）、鉄、アルミニウム及びチタンの複合酸化物（オレンジ色）、ニッケル、チタン及びアンチモンの複合酸化物（黄色）、チタン、ニッケル及びバリウムの複合酸化物、クロム及び鉛の複合酸化物（黄色）、バナジウム及びビスマスの複合酸化物（黄色）、ニッケル、コバルト、亜鉛及びチタンの複合酸化物（緑色）、コバルト、亜鉛及びチタンの複合酸化物（緑色）、亜鉛、ニッケル及びチタンの複合酸化物（茶色）、マンガン、アンチモン及びチタンの複合酸化物（茶色）、アルミニウム及びコバルトの複合酸化物（青色）、コバルト、鉄及びクロムの複合酸化物（黒色）等が挙げられる。

金属の複合酸化物以外の無機粒子の具体例としては、酸化ケイ素、酸化チタン（白色）、酸化ジルコニウム（白色）、酸化鉄（赤色）、リン酸コバルトリチウム（紫色）が挙げられる。

無機粒子としては、太陽電池モジュールの意匠性の点から、上述した無機粒子のうち具体的に色を記載した有色の無機粒子（無機顔料）であることが

好ましい。

意匠材が無機粒子を含む場合、無機粒子の含有量としては、太陽電池セルの隠蔽性と、意匠層の強度及び柔軟性がバランスする点から、フッ素樹脂 100 質量部に対して、1～100 質量部が好ましく、3～60 質量部がより好ましく、10～50 質量部が特に好ましい。

[0041] 無機粒子の形状は特に限定されず、球状、楕円状、針状、板状、棒状、円すい状、円柱状、立方体状、長方体状、ダイヤモンド状、星状、鱗片状、不定形状等のいずれの形状の粒子であってもよい。また、無機粒子は、中空粒子であってもよく、中実粒子であってもよい。また、無機粒子は、多孔質粒子であってもよい。

意匠材は、2 種以上の無機粒子を含んでもよい。

[0042] 意匠材は、非フッ素樹脂を含んでもよい。非フッ素樹脂とは、フッ素原子を含まない、常温（23℃）で固体の樹脂である。非フッ素樹脂の具体例としては、アルキッド樹脂、アミノアルキッド樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、エポキシポリエステル樹脂、酢酸ビニル樹脂、アクリル樹脂、塩化ビニル樹脂、フェノール樹脂、変性ポリエステル樹脂、アクリルシリコン樹脂、シリコン樹脂が挙げられる。

[0043] 意匠材は、必要に応じて上記以外の成分を含んでもよい。このような成分としては、例えば、硬化触媒、有機フィラー、有機顔料（銅フタロシアニン（青色、緑色）、ペリレン（赤色）等）、光安定剤、紫外線吸収剤、つや消し剤、レベリング剤、脱ガス剤、充填剤、熱安定剤、増粘剤、分散剤、界面活性剤、帯電防止剤、防錆剤、シランカップリング剤、防汚剤、低汚染化処理剤等が挙げられる。

[0044] 意匠材の厚さは、ラミネート時の変形を防ぐ点から、10～1,000 μm が好ましく、20～800 μm がより好ましく、40～500 μm が特に好ましい。

意匠材は、1 種のみからなってもよいし、2 種以上が積層されていてもよい。意匠材において 2 種以上が積層されている場合、各層は、組成や厚さ等

が同一であっても異なってもよい。意匠材が2層以上からなる場合、上記意匠材の厚さは、意匠材を構成する各層の厚さの合計を意味する。

- [0045] 意匠材の製造方法の具体例としては、フッ素樹脂及び必要に応じて使用する無機粒子等を混練機で混練した後、混練物を加熱ロールプレス機等によって延伸して、フィルム状又はシート状にする方法が挙げられる。この場合、意匠材は、積層される際において、フィルム状（シート状）である。なお、意匠材は、フッ素樹脂を含む組成物を第1封止材又は第2封止材上に塗布して製造してもよい。

意匠材には、表面自由エネルギーを調整して第1封止層や第2封止層との密着性を向上する点から、プラズマ処理、コロナ放電処理、高周波スパッタによる表面処理、RFボンバード処理、直流ボンバード処理、グロー放電処理等が施されていてもよい。

- [0046] フッ素樹脂の融点（ T_{mf} ）から第1樹脂の融点（ T_{m1} ）を差し引いた値（ $T_{mf} - T_{m1}$ ）、及び、フッ素樹脂の融点（ T_{mf} ）から第2樹脂の融点（ T_{m2} ）を差し引いた値（ $T_{mf} - T_{m2}$ ）はいずれも、30℃以上であり、太陽電池モジュールの製造時の加工性がより優れる点で、40℃以上が好ましく、50℃以上がより好ましい。

$T_{mf} - T_{m1}$ 及び $T_{mf} - T_{m2}$ の上限値に特に限定はないが、第1樹脂及び第2樹脂の取り扱いがより優れる点で、300℃以下が好ましく、250℃以下がより好ましく、230℃以下がさらに好ましい。

- [0047] 第1封止材、意匠材および第2封止材の合計の厚さは、150～3000 μm 、さらに300～1500 μm であることが歪みや耐久性の面で好ましい。また、意匠材は、第1封止材よりも薄いことが好ましく、具体的には、意匠材の厚さが、第1封止材の0.1～0.9倍であることが歪みや加工性の面で好ましい。同様に、意匠層は、第2封止材よりも薄いことが好ましく、具体的には、意匠層の厚さが、第2封止層の0.1～0.9倍であることが歪みや加工性の面で好ましい。意匠材の厚さが、第1封止材の0.1倍以上であれば、加工後の外観に優れる。意匠材の厚さが、第1封止材の0.9

倍以下であれば、太陽電池モジュールの形状に合わせた意匠材の切断が容易になり、加工性に優れる。

[0048] 太陽電池セルは、太陽電池セルの受光面で受光した光エネルギーを電気エネルギーに変換する機能を有する。太陽電池セルは、一方の受光面のみに該機能を有してもよく、他方の受光面にも該機能を有してもよい。

[0049] 太陽電池セルは、単結晶シリコンもしくは多結晶シリコン等により構成されるシリコン系太陽電池セル、アモルファスシリコン型太陽電池セル、GaAs、CIS、CIGS、CdTe、InP、 Zn_3P_2 もしくは Cu_2S （好ましくは、CIS又はCIGS）により構成される化合物系太陽電池セル、ペロブスカイト型太陽電池セルなど、公知の太陽電池セルを用いることができる。

太陽電池セルは、意匠性と発電効率の両立が容易であることから、近赤外領域に分光感度を有する材料であることが好ましい。具体的には、単結晶シリコンもしくは多結晶シリコン等により構成されるシリコン系太陽電池セル、及び、GaAs、CIS、CIGS、CdTe、InP、 Zn_3P_2 もしくは Cu_2S （好ましくは、CIS又はCIGS）により構成される化合物系太陽電池セルが挙げられ、近赤外光領域における発電により優れる点から、単結晶シリコン系太陽電池セル、CIS系太陽電池セル及びCIGS系太陽電池セルが特に好ましい。また、配線がないために本太陽電池モジュールの意匠性により優れ、外壁材として好適に使用できる点から、CIS系太陽電池セル及びCIGS系太陽電池セルが特に好ましい。また、太陽電池セルが配線を有する場合は、本太陽電池モジュールの意匠性の点から、配線は着色されていることが好ましく、黒色に着色されていることが特に好ましい。

[0050] 太陽電池セルの分光感度のピークは、波長780～1,200nmの範囲内に存在するのが好ましく、波長780～1,000nmの範囲内に存在するのが特に好ましい。

[0051] ここで、図1は、地上での太陽光スペクトル（日射エネルギー）と単結晶シリコン系太陽電池の分光感度曲線を示すグラフである。

図1に示す通り、単結晶シリコン系太陽電池は波長780nmよりも長波長領域にも高い分光感度を有する。従って、可視光領域の光を散乱することで意匠性を発現させ、かつ近赤外光を透過させることで良好な発電効率を示すことができる。つまり、長波長領域で高い透過率を示すカバーガラスを用いることで、意匠性と発電効率を具備できる太陽電池モジュールが得られることを意味する。

[0052] 本製造方法においては、上記積層体において、上述した以外の材を、各材の間もしくは上記積層体の外側に配置してもよい。

本製造方法において、例えば、太陽電池セルに対し第2封止材とは反対の面側に、第3封止材を更に有する積層体を用いることもできる。この場合、カバーガラスと、第1封止材と、意匠材と、第2封止材と、太陽電池セルと、第3封止材とがこの順に配置された積層体を用いればよい。

[0053] 第3封止材は、第3樹脂を含み、加熱圧着によって、太陽電池モジュールに含まれ得る第3封止層を形成する。第3封止材及び第3樹脂に関する具体例及び好適態様は、上述した封止材及び封止樹脂と同様である。第3封止材及び第3樹脂は、他の封止材及び封止樹脂と同一であってもよく、異なってもよい。

[0054] 本製造方法において、例えば、太陽電池セルに対し第2封止材とは反対の面側に、バックガラス又はバックシートを更に有する積層体を用いることもできる。バックガラス又はバックシートとともに、更に上述した第3封止材を有する積層体を用いてもよい。この場合、例えば、カバーガラスと、第1封止材と、意匠材と、第2封止材と、太陽電池セルと、第3封止材と、バックガラス又はバックシートとがこの順に配置された積層体を用いればよい。

バックガラスの好適態様については、カバーガラスと同様である。

バックシートは、樹脂を含む。バックシートにおける樹脂としては、ポリフッ化ビニル、ポリビニリデンフルオリド、テトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリエチレンテレフタレート共重合体などが挙げられる。

なお、図1の例では、バックガラス17を用いた態様を示したが、バックガラスの代わりに、バックシートを用いてもよい。

本製造方法においては、太陽電池モジュールが建材として優れた堅牢性及び耐久性を備えることから、バックガラスを使用することが好ましい。

バックガラス又はバックシートは、黒色であるか黒色の着色層（黒色層）を更に有していてもよい。これにより、太陽電池セルを透過した光が、太陽電池セルにおける第1封止層が設けられた側とは反対側から太陽電池セルに入射することを抑制できる。その結果、太陽電池モジュールの耐候性がより向上する。

黒色層は黒色の外観を呈し、具体的には、黒色着色剤のL*値が、0～40であるのが好ましく、0～20であるのがより好ましく、0～10であるのが特に好ましい。

[0055] 以上の説明においては、太陽電池セルの一方の側のみに、カバーガラス、第1封止材、意匠材及び第2封止材を積層する態様を示したが、本製造方法はこれに限定されない。

例えば、本製造方法においては、太陽電池セルの一方の側だけでなく、太陽電池セルの他方の側についても、太陽電池セルの一方の側と同様の構成を設けてもよい。

[0056] 加熱圧着は、例えば、熱圧着装置や真空熱圧着装置等を用いて実施できる。

加熱圧着における加熱温度は、太陽電池モジュールの製造時の加工性がより優れる点で、 T_{mf} 以下であり（好ましくは、 T_{mf} 未満）、かつ、 T_{m1} 及び T_{m2} よりも高いことが好ましい。

加熱圧着における加熱温度は、120～200℃が好ましく、130～180℃がより好ましく、140～165℃が特に好ましい。

[0057] 本製造方法によれば、積層体を加熱圧着することによって、太陽電池モジュールの受光面側から、カバーガラスと、第1封止層と、意匠層と、第2封止層と、太陽電池セルと、をこの順に有する太陽電池モジュールが得られる。

。

図2は、本製造方法によって得られた太陽電池モジュールの一態様を示す概略断面図である。図2に示すように、太陽電池モジュール10は、太陽電池モジュール10の受光面側から、カバーガラス11と、第1封止層12と、意匠層13と、第2封止層14と、複数の太陽電池セル15と、第3封止層16と、バックガラス17と、をこの順に有する。複数の太陽電池セル15はいずれも、第2封止層14及び第3封止層16によって封止されている。

。

[0058] 本製造方法により得られた太陽電池モジュールに含まれるカバーガラス及び太陽電池セルは、本製造方法で用いたカバーガラス及び太陽電池セルと同様である。

[0059] 第1封止層は、上述の第1樹脂を含むか、第1樹脂の架橋物を含み、積層体に含まれる第1封止材に対応する層である。そのため、第1封止層に含まれる成分及びその含有量は、第1封止材と同様である。

第1封止層の厚さの範囲及び好適態様は、上述した封止材の厚さの範囲及び好適態様と同様である。

第1封止層が第1樹脂の架橋物を含む場合、第1樹脂の架橋物のガラス転移温度としては、太陽電池モジュールの製造時の加工性の点並びに第1封止材の取り扱い及び保管安定性の点から、120℃以下が好ましく、-40～100℃がより好ましく、-35～80℃が特に好ましい。

第1封止層は、後述する意匠層を紫外線から保護する点から、意匠層よりも太陽光の受光面側に配置されていればよいが、意匠層及びカバーガラスとの密着性の点から、一方の面で意匠層と接し、且つ他方の面でカバーガラスと接するように積層されていることが好ましい。

[0060] 意匠層は、上述のフッ素樹脂を含み、積層体に含まれる意匠材に対応する層である。

意匠層は、太陽電池セルを隠蔽し、太陽電池モジュールの意匠性を向上させることができる。意匠層は、有色であることが好ましい。意匠層が有色で

あるとは、具体的には、波長380～780nmの可視光領域において、5nm刻みの反射率の算術平均値を可視光平均反射率としたときに、意匠層の可視光平均反射率が10%以上であることを意味する。意匠層の可視光平均反射率が10%以上であれば、入射光が意匠層で反射・散乱しその反射・散乱光を視認するため、有色と認識される。意匠層の可視光平均反射率は、求める色調に応じて任意に変更することができる。

意匠層は、一様に有色であってもよく、部分的に有色であり模様を呈しているもよいが、太陽電池モジュールの発電効率の点からは、一様に有色であることが好ましい。

意匠層におけるフッ素樹脂の含有量は、意匠材に含まれるフッ素樹脂の含有量と同様であるのが好ましい。

意匠層に含まれるフッ素樹脂以外の成分及びその含有量は、意匠材と同様である。

意匠層の厚さの範囲及び好適態様は、上述した意匠材の厚さの範囲及び好適態様と同様である。

[0061] 第2封止層は、上述の第2樹脂を含むか、第2樹脂の架橋物を含み、積層体に含まれる第2封止材に対応する層である。そのため、第2封止層に含まれる成分及びその含有量は、第2封止材と同様である。

第2封止層の厚さの範囲及び好適態様は、上述した封止材の厚さの範囲及び好適態様と同様である。

第2封止層が第2樹脂の架橋物を含む場合、第2樹脂の架橋物のガラス転移温度としては、太陽電池モジュールの製造時の加工性の点並びに第2封止材の取り扱い及び保管安定性の点から、120℃以下が好ましく、-40～100℃がより好ましく、-35～80℃が特に好ましい。

第2封止層は、太陽電池セルを封止するために、意匠層よりも太陽電池セル側に配置されていればよいが、意匠層及び太陽電池との密着性の点から、一方の面で意匠層と接し、且つ他方の面で太陽電池セルと接するように積層されていることが好ましい。特に、本発明の意匠層はフッ素樹脂を含むので

、層間の密着性が課題となる場合があることを、本発明者らは知見している。このように、第1封止層と第2封止層との間に意匠層が存在することにより、太陽電池モジュールにおける層間密着性は大幅に改善する。

[0062] 第3封止材を有する積層体を用いた場合、本製造方法により得られた太陽電池モジュールは、第3封止層を含む。

第3封止層は、上述の第3樹脂を含むか、第1樹脂の架橋物を含み、積層体に含まれる第3封止材に対応する層である。そのため、第3封止層に含まれる成分及びその含有量は、第3封止材と同様である。

第3封止層の厚さの範囲及び好適態様は、上述した封止材の厚さの範囲及び好適態様と同様である。

第3封止層は、第2封止層と共に太陽電池セルを封止する点から、太陽電池セルと接するように積層されていることが好ましい。

[0063] バックガラスを有する積層体を用いた場合、本製造方法により得られた太陽電池モジュールは、バックガラスを含む。この場合、太陽電池モジュールに含まれるバックガラスは、積層体に含まれるバックガラスと同様である。

[0064] また、太陽電池セルの一方の側だけでなく、太陽電池セルの他方の側についても、太陽電池セルの一方の側と同様の層構成を有する積層体を用いた場合、図3に示すように、太陽電池セルの両側の面が上述の構成である太陽電池モジュールが得られる。

図3は、本製造方法によって得られた太陽電池モジュールの他の態様を示す概略断面図である。

図3に示すように、太陽電池モジュール100は、複数の太陽電池セル150を有し、太陽電池セル150の第1受光面150A側に、第2封止層140Aと、意匠層130Aと、第1封止層120Aと、カバーガラス110Aと、をこの順に有し、太陽電池セル150の第2受光面150B側に、第2封止層140Bと、意匠層130Bと、第1封止層120Bと、カバーガラス110Bと、をこの順に有する。

カバーガラス110A、第1封止層120A、意匠層130A、第2封止

層 1 4 0 A 及び太陽電池セル 1 5 0 はそれぞれ、上述の図 2 におけるカバーガラス 1 1、第 1 封止層 1 2、意匠層 1 3、第 2 封止層 1 4 及び太陽電池セル 1 5 と同様であるので、その説明を省略する。

カバーガラス 1 1 0 B、第 1 封止層 1 2 0 B、意匠層 1 3 0 B 及び第 2 封止層 1 4 0 B はそれぞれ、上述の図 2 におけるカバーガラス 1 1、第 1 封止層 1 2、意匠層 1 3 及び第 2 封止層 1 4 と同様であるので、その説明を省略する。

太陽電池モジュール 1 0 0 は、例えばフェンス等の、いずれの面からも太陽光が入射する場合において好適に用いられる。

[0065] 本発明の太陽電池モジュールの一態様は、太陽電池モジュールの受光面側から、カバーガラスと、第 1 樹脂を含み厚さが $50 \sim 2,000 \mu\text{m}$ である第 1 封止層と、フッ素樹脂を含み厚さが $10 \sim 1,000 \mu\text{m}$ である意匠層と、第 2 樹脂を含み厚さが $50 \sim 2,000 \mu\text{m}$ である第 2 封止層と、太陽電池セルと、をこの順に有する。

また、本発明の太陽電池モジュールにおいて、フッ素樹脂の融点を T_{mf} [°C]、上記第 1 樹脂の融点を T_{m1} [°C]、上記第 2 樹脂の融点を T_{m2} [°C] とした場合、上記 T_{mf} から上記 T_{m1} を差し引いた値、及び、上記 T_{mf} から上記 T_{m2} を差し引いた値がいずれも、 30°C 以上であり、 40°C 以上であるのが好ましく、 50°C 以上であるのが特に好ましい。

また、加工性が良好であり加工後の外観に優れる点から、 T_{mf} が 170°C 以上であり、かつ T_{m1} 及び T_{m2} が 200°C 以下であるのが好ましい。

本発明の太陽電池モジュールは、上述の太陽電池モジュールの製造方法によって得られた太陽電池モジュールであるのが好ましい。

本発明の太陽電池モジュールの構成は、上述の太陽電池モジュールの製造方法によって得られた太陽電池モジュールの構成と同様であるので、その説明を省略する。

[0066] 本発明の太陽電池モジュールの一態様は、太陽電池モジュールの受光面側から、カバーガラスと、第 1 樹脂の架橋物を含み厚さが $50 \sim 2,000 \mu\text{m}$

mである第1封止層と、フッ素樹脂を含み厚さが $10 \sim 1,000 \mu\text{m}$ である意匠層と、第2樹脂の架橋物を含み厚さが $50 \sim 2,000 \mu\text{m}$ である第2封止層と、太陽電池セルと、をこの順に有する。

第1封止層、意匠層および第2封止層の合計の厚さは、 $150 \sim 3000 \mu\text{m}$ 、さらに $300 \sim 1500 \mu\text{m}$ であることが歪みや耐久性の面で好ましい。また、意匠層は、第1封止層よりも薄いことが好ましく、具体的には、意匠層の厚さが、第1封止層の $0.1 \sim 0.9$ 倍であることが歪みや加工性の面で好ましい。同様に、意匠層は、第2封止層よりも薄いことが好ましく、具体的には、意匠層の厚さが、第2封止層の $0.1 \sim 0.9$ 倍であることが歪みや加工性の面で好ましい。意匠層の厚さが、第1封止層の 0.1 倍以上であれば、加工後の外観に優れる。意匠層の厚さが、第1封止層の 0.9 倍以下であれば、太陽電池モジュールの形状に合わせた意匠層の切断が容易になり、加工性に優れる。

また、本発明の太陽電池モジュールにおいて、フッ素樹脂の融点を T_{mf} [$^{\circ}\text{C}$]、上記第1樹脂の架橋物のガラス転移温度を T_{g1} [$^{\circ}\text{C}$]、上記第2樹脂の架橋物のガラス転移温度を T_{g2} [$^{\circ}\text{C}$]とした場合、上記 T_{mf} から上記 T_{g1} を差し引いた値、及び、上記 T_{mf} から上記 T_{g2} を差し引いた値がいずれも、 80°C 以上であり、 90°C 以上であるのが好ましく、 100°C 以上であるのが特に好ましい。

また、加工性が良好であり加工後の外観に優れる点から、 T_{mf} が 170°C 以上であり、かつ T_{g1} 及び T_{g2} が 120°C 以下（好ましくは 100°C 以下）であるのが好ましい。

本発明の太陽電池モジュールは、上述の太陽電池モジュールの製造方法によって得られた太陽電池モジュールであるのが好ましい。

本発明の太陽電池モジュールの構成は、上述の太陽電池モジュールの製造方法によって得られた太陽電池モジュールの構成と同様であるので、その説明を省略する。

[0067] 図4は、本発明の太陽電池モジュールによって構成された太陽電池アレイ

の一例を示す概略平面図である。

図4に示すように、太陽電池アレイ20は、複数枚の矩形状の太陽電池モジュール10を平面的に配列し、直並列に接続して構成される。

太陽電池アレイの設置場所の具体例としては、ビルの屋上、屋根、外壁（例えば、壁面、窓）が挙げられる。

本発明の太陽電池モジュールを有する太陽電池アレイは、建築用外壁材（例えば、ビルの壁面、窓）に用いるのが好ましい。

図4では、太陽電池アレイが矩形状である態様を示したが、太陽電池アレイの形状は、特に制限されない。

[0068] 本発明の建築用外壁材は、本発明の太陽電池モジュールを有する。建築用外壁材の具体例としては、カーテンウォール、壁材、窓が挙げられる。

実施例

[0069] 以下、例によって本発明を詳細に説明するが、本発明は以下の例に限定されない。例1～10、13、15及び16は実施例であり、例11、12及び14は比較例である。

[0070] <封止材E1～E4>

E1：紫外線吸収剤（以下、UVAともいう。）及びエチレン－酢酸ビニル共重合体（以下、EVAともいう。）を含むフィルム（STR社製 PHOTPCAP 15585PHL、融点：70℃、厚さ：400μm、表面自由エネルギー：40dyn/cm）

E2：E1を加熱ロールプレス機により厚さ40μmに延伸して形成したフィルム

E3：E1を加熱ロールプレス機により厚さ100μmに延伸して形成したフィルム

E4：ポリビニルブチラル樹脂を含むフィルム（Aldrich社製 182567、融点：130℃、厚さ：400μm、表面自由エネルギー：40dyn/cm）

[0071] <意匠材D1～D4>

D1：エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体（以下、E T F Eともいう。）（シグマアルドリッチ社製 品番4 2 7 2 0 9、融点：2 7 0℃）1 0 0 gと、酸化チタン（堺化学社製 S T R - 1 0 0 A - L P）2 0 gを、東洋精機社製 ラボプラストミルを用い混練したのちに加熱ロールプレス機により延伸し、プラズマ処理して形成したフィルム（厚さ：3 0 0 μm、表面自由エネルギー：5 0 d y n / c m）

D2：D1において、厚さを1 5 0 μmに変更する以外は同様にして形成したフィルム

D3：D1において、厚さを5 0 μmに変更する以外は同様にして形成したフィルム

D4：D1において、厚さを2 0 μmに変更する以外は同様にして形成したフィルム

D5：D1において、E T F Eの代わりにポリクロロトリフルオロエチレン（以下、P C T F Eともいう。）（シグマアルドリッチ社製 品番4 5 4 7 1 0、融点：2 1 0℃、T g：1 0 3℃）を用い、厚さを1 5 0 μmに変更する以外は同様にして形成したフィルム

D6：D1において、E T F Eの代わりにテトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体（以下、F E Pともいう。）（ダイキン社製 品番N P - 1 2 0、融点：2 6 0℃）を用い、厚さを1 5 0 μmに変更する以外は同様にして形成したフィルム

D7：D1において、E T F Eの代わりにエチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体（以下、E C T F Eともいう。）（S o l v a y社製 品番H a l a r 9 3 0 L C、融点：2 4 5℃）を用い、厚さを1 5 0 μmに変更する以外は同様にして形成したフィルム

D8：D1において、E T F Eの代わりにポリビニリデンフルオリド（以下、P V D Fともいう。）（シグマアルドリッチ社製 品番4 2 7 1 4 4、融点：1 7 0℃）を用い、厚さを1 5 0 μmに変更する以外は同様にして形成したフィルム

D9 : D1において、E T F Eの代わりにポリメタクリル酸メチル（以下、PMMAともいう。）（シグマアルドリッチ社製 品番182230、融点：160℃）を用い、厚さを150 μ mに変更する以外は同様にして形成したフィルム

[0072] なお、封止材の厚さ、及び、意匠材の厚さは、ミットヨ社製 クーラント プルーフマイクロメーター MDC-25MXを用いて測定した。

[0073] （例1）

黒色層を有するバックガラス（AGC社製 L a c o b e l - T D E E P B L A C K、サイズ：297mm×210mm、厚さ：5mm）の1枚、第3封止材としてE1の2枚、結晶シリコン太陽電池セル（単結晶片面、NSP社製5BB-PERC）の1枚、第2封止材としてE1の1枚、意匠材としてD1の1枚、第1封止材としてE1の1枚、カバーガラスとしてのソーダライム強化ガラス板（厚さ：2.8mm、Fe₂O₃含量0.1質量%）をこの順に重ね、圧力：700bar、温度：150℃で18分加熱圧着し、太陽電池モジュールM1を得た。得られたM1につき、後述の通り評価した。

[0074] （例2～16）

第1封止材、意匠材、及び第2封止材の構成を表1に示すように変更し、加熱圧着時の加熱温度を表1に示すようにした以外は、例1と同様にして太陽電池モジュールM2～M16を得て、後述の通り評価した。

[0075] <評価方法>

（加工性）

太陽電池モジュールの外観を目視観察し、下記基準でモジュール化に際する加工性を判定した。結果を表1に示す。

A：意匠層にシワ、歪み及び破断が確認されなかった。

B：意匠層にシワ又は歪みが確認されたが、破断は確認されなかった。

C：意匠層にシワ又は歪み、及び破断が確認された。

[0076]

[表1]

例	太陽電池 モジュール	第1封止材 (第1封止層)				意匠材 (意匠層)				第2封止材 (第2封止層)				加熱温度 (℃)	加工性
		種類	融点 (℃)	厚さ (μm)		種類	融点 (℃)	厚さ (μm)		種類	融点 (℃)	厚さ (μm)			
1	M1	E1	EVA	70	400	D1	ETFE	270	300	E1	EVA	70	400	150	A
2	M2	E1	EVA	70	400	D2	ETFE	270	150	E1	EVA	70	400	150	A
3	M3	E1	EVA	70	400	D3	ETFE	270	50	E1	EVA	70	400	150	A
4	M4	E1	EVA	70	400	D4	ETFE	270	20	E1	EVA	70	400	150	B
5	M5	E1	EVA	70	800	D1	ETFE	270	300	E1	EVA	70	800	150	A
6	M6	E1	EVA	70	400	D2	ETFE	270	150	E1	EVA	70	400	170	A
7	M7	E1	EVA	70	400	D5	PCTFE	210	150	E1	EVA	70	400	150	A
8	M8	E1	EVA	70	400	D6	FEP	260	150	E1	EVA	70	400	150	A
9	M9	E1	EVA	70	400	D7	ECTFE	245	150	E1	EVA	70	400	150	A
10	M10	E1	EVA	70	400	D8	PVDF	170	150	E1	EVA	70	400	170	B
11	M11	E1	EVA	70	400	D9	PMMA	160	150	E1	EVA	70	400	170	C
12	M12	E2	EVA	70	40	D2	ETFE	270	150	E1	EVA	70	400	150	C
13	M13	E3	EVA	70	100	D2	ETFE	270	150	E1	EVA	70	400	150	B
14	M14	E1	EVA	70	400	D2	ETFE	270	150	E2	EVA	70	40	150	C
15	M15	E1	EVA	70	400	D2	ETFE	270	150	E3	EVA	70	100	150	B
16	M16	E4	PVB	140	400	D2	ETFE	270	150	E4	PVB	140	400	150	A

[0077] 第1封止材及び第2封止材として厚さ400～800μmのEVA、意匠材として厚さ20～300μmのETFEを用い、圧着温度150℃で作製した太陽電池モジュールM1～M5は良好な外観を示した。また、意匠層の厚さが20μmである太陽電池モジュールM4、第1封止層の厚さが100μmのM13、第2封止層の厚さが100μmの太陽電池モジュールM15は意匠層の微小な歪みが確認された。一方、第1封止層又は第2封止層の厚さが50μm未満である太陽電池モジュールM12及びM14は、意匠層の顕著なシワ及び歪み、並びに微小な破断が確認され、特に太陽電池モジュールM14は意匠層の伸びによる色むらが確認された。また、M2と同じ部材を用い圧着温度を170℃とした太陽電池モジュールM6も良好な外観を示した。

意匠材としてETFEを用いた太陽電池モジュールM2、PCTFE、FEP、ECTFEを用いた太陽電池モジュールM7～M9は、意匠材における樹脂の融点が圧着時の加熱温度よりも十分に高いため、良好な外観のモジュールが得られた。一方、意匠材としてPVDFを用い、PVDFの融点と同程度の温度で圧着した太陽電池モジュールM10は微小なシワ及び歪みが確認された。また、意匠材としてPMMAを用い、PMMAの融点よりも高い温度で圧着した太陽電池モジュールM11は、意匠層の顕著なシワ及び歪

み並びに微小な破断が確認され、また意匠層の変形による色むらが確認された。

符号の説明

- [0078] 10、100 太陽電池モジュール
11、110A、110B カバーガラス
12、120A、120B 第1封止層
13、130A、130B 意匠層
14、140A、140B 第2封止層
15、150 太陽電池セル
15A、150A 第1受光面
16 第3封止層
17 バックガラス
20 太陽電池アレイ
150B 第2受光面

- [0079] なお、2019年11月25日に出願された日本特許出願2019-212142号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本発明の明細書の開示として、取り入れるものである。