

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、多様な環境下で使用されるため、耐候性に優れることも求められる。

本発明者らが、特許文献1～3に記載されているような太陽電池モジュールを評価したところ、太陽電池セルが視認されにくくなって、太陽電池モジ

ジュールの意匠性は改善するものの、太陽電池モジュールの耐候性については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、意匠性及び耐候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、をこの順に有し、第1封止層が紫外線吸収剤を含み、第1封止層の厚さが50～2,000 μm であり、意匠層がフッ素樹脂を含む場合、所望の効果が得られることを見出し、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] 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、をこの順に有し、

前記第1封止層が紫外線吸収剤を含み、

前記第1封止層の厚さが50～2,000 μm であり、

前記意匠層がフッ素樹脂を含む、太陽電池モジュール。

[2] 前記第1封止層と、前記意匠層との表面自由エネルギーの差の絶対値が、0～30dyne/cmである、[1]に記載の太陽電池モジュール。

[3] 前記意匠層が無機粒子を含む、[1]又は[2]に記載の太陽電池モジュール。

[4] 前記第1封止層及び前記第2封止層が、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]～[3]のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

[5] 前記紫外線吸収剤の含有量が、前記第1封止層の全質量に対して、0.01～5質量%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。

〔6〕 前記第2封止層の厚さが50～2,000 μm 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。

〔7〕 前記カバーガラスが、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、〔1〕～〔6〕のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

〔8〕 前記太陽電池セルがシリコン系太陽電池セルであり、
前記太陽電池セルにおける前記第2封止層が設けられた側とは反対側に黒色層を有する、〔1〕～〔7〕のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

〔9〕 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、および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〕～〔8〕のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

〔10〕 前記紫外線吸収剤が、サリチル酸エステル系紫外線吸収剤、ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤、ベンゾフェノン系紫外線吸収剤、シアノアクリレート系紫外線吸収剤、およびトリアジン系紫外線吸収剤からなる群より選択される少なくとも1種を含む、〔1〕～〔9〕のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

〔11〕 前記意匠層が、プラズマ処理された意匠材から形成された意匠層である、〔1〕～〔10〕のいずれか1項に記載の太陽電池モジュール。

〔12〕 カバーガラスと、紫外線吸収剤を含む第1封止材と、フッ素樹脂を含む意匠材と、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が、前記第1封止材から形成された、厚さが50～2,000 μm である第1封止層を有する、太陽電池モジュールの製造方法。

〔13〕 〔1〕～〔11〕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。

〔14〕 前記建築用外壁材が、屋根のスレート、外壁のサイディング、カーテンウォールのパネル及び窓のいずれかである、〔13〕に記載の建築用外壁材。

発明の効果

〔0008〕 本発明によれば、意匠性及び耐候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〕本発明の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〕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3〕本発明の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分子に基づく原子団と、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。

「単量体に基づく単位」は、単に「単量体単位」とも称する。例えば、単量体Aに基づく単位を、A単位とも称する。

（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（D S C）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は、示差走査熱量測定（D S C）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各層の厚さは、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 M D C - 2 5 M X 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、をこの順に有し、上記第1封止層が紫外線吸収剤を含み、上記第1封止層の厚さが50～2,000 μ mであり、上記意匠層がフッ素樹脂を含む。

本発明の太陽電池モジュールは、耐候性に優れる。この理由としては、フッ素樹脂を意匠層に含ませたこと、紫外線吸収剤を第1封止層に含ませたこと、第1封止層の厚さを所定値以上としたことによる作用が相乗的に機能して、太陽電池セルの劣化を抑制できたことによると推測される。

[0013] 以下、図面を用いて、本発明の太陽電池モジュールの一例について説明する。なお、本発明の太陽電池モジュールを、本太陽電池モジュールともいう。

。

[0014] 図1は、本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1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。

[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ので好ましい。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封止層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、1～30 mm が好ましく、3～20 mm がより好ましく、3～15 mm が特に好ましい。厚さが 1 mm 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 30 mm 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 封止層は、透明であるのが好ましい。第 1 封止層が透明であると、例えば図 1 の場合においては、カバーガラス 11 を透過した光が、太陽電池セル 15 の第 1 受光面 15A に到達しやすくなる。

第 1 封止層が透明であるとは、具体的には、波長 380～780 nm の可視光領域及び波長 780～1,500 nm の近赤外光領域において、5 nm 刻みの透過率の算術平均値を可視光及び近赤外光平均透過率としたときに、

第1封止層の可視光及び近赤外光平均透過率が80%以上であることを意味する。第1封止層の可視光及び近赤外光平均透過率としては、85%以上が好ましく、90%以上が特に好ましい。第1封止層の可視光及び近赤外光平均透過率の上限は100%である。

第1封止層の可視光及び近赤外光平均透過率は、分光光度計を用いて、積分球の受光部に接触させるように設置し、波長380～1,500nmの範囲を5nm刻みで、1,200nm/minのスキャン速度でカバーガラスの全光透過率を測定して得る。なお、本明細書の実施例においては、分光光度計として日立ハイテクノロジーズ社製の「U-4100」を使用した。

[0021] 第1封止層は、紫外線から太陽電池セルを保護するために、紫外線吸収剤を含む。また、第1封止層は、後述する意匠層よりも太陽光の受光面側に存在するため、意匠層の紫外線劣化を抑制でき、太陽電池モジュールの外観を長期間保持することができる。

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、第1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。

[0022] 第1封止層は、樹脂を含む。第1封止層における樹脂としては、オレフィン樹脂（特に、エチレン-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から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-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から選択される少なくとも1種の樹脂が特に好ましい。

[0023] 第1封止層における樹脂は、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、第1封止層の耐候性の点から、架橋されていることが好ましい。

第1封止層における樹脂が未架橋樹脂である場合、樹脂の融点としては、40～200℃が好ましく、50～170℃がより好ましく、60～150℃が特に好ましい。

第1封止層における樹脂が架橋樹脂である場合、樹脂のガラス転移温度としては、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。

樹脂は、2種以上を併用してもよい。

第1封止層の樹脂の含有量としては、第1封止層の全質量に対して、85質量%以上が好ましく、90質量%以上がより好ましい。第1封止層の樹脂の含有量の上限値は、通常99.99質量%である。

[0024] 第1封止層の厚さは、50～2,000μmであり、70～1,500μmであることが好ましく、100～1,200μmであることがより好ましく、150～1,000μmであることが特に好ましい。第1封止層の厚さが50μm以上であれば、紫外線の吸収効率に優れ耐久性が優れる。また、カバーガラスと、意匠層との熱膨張差により接着界面に強い応力が発生し、剥離の原因となる場合において、この応力を低減することができ耐久性が優れる。第1封止層の厚さが2,000μm以下であれば、経済性に優れ、また第1の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。

第1封止層は、1層のみからなってもよいし、2層以上が積層された層であってもよい。第1封止層が2層以上からなる場合、各層は、組成や厚さ等

が同一であっても異なってもよい。第1封止層が2層以上からなる場合、上記第1封止層の厚さは、第1封止層を構成する各層の厚さの合計を意味する。

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。

[0025] 第1封止層は、第1封止材を他の材と積層し加熱圧着することで形成される。第1封止材は、上述した樹脂を含んでいればよい。第1封止材は、第1封止層の耐候性の点から、未架橋樹脂及び架橋剤を含むことが好ましい。この場合、加熱圧着により第1封止材における未架橋樹脂及び架橋剤が反応し、架橋樹脂を含む第1封止層が得られる。

架橋剤としては、有機過酸化物等の公知の架橋剤を使用できる。

第1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ことが好ましい。

[0026] 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。

[0027] 意匠層は、常温（23℃）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F 1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、2～8が好ましく、2～6がより好ましく、2～4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）、 $\text{CF}_2=\text{CFCl}$ （CTFE）、 $\text{CF}_2=\text{CHF}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ （VDF）、 $\text{CF}_2=\text{CFClCF}_3$ （HFPP）、 $\text{CF}_2=\text{CHClCF}_3$ 、 $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ 、 $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHClCF}_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHClCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$ （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、HFPP、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。

[0028] 単位F 1の含有量は、含フッ素重合体を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。

[0029] 含フッ素重合体は、単位F 1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F 2ともいう。）に基づく単位（以下、単位F 2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。

[0030] 単量体F 2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、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_3$ 、 $\text{CF}_2=$

$\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ (PPVE)、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_3\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O})_2(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}=\text{CF}_2$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}=\text{CF}_2$ 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。

[0031] 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。

[0032] 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耐候性の点から、エチレン又はビニルエーテルが好ましい。

[0033] 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。

[0034] 単位 F 1 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 F 1 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、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が挙げられ、本太陽電池モジュールの耐候性、成形性、並びに、第 1 封止層及び／又は第 2 封止層との密着性がより優れる点から、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリビニリデンフルオリドが好ましい。

[0035] 単位 F 1 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 (E T F E)、エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体、クロロトリフルオロエチレン-ビニルエーテル共重合体 (F E V E)、テトラフルオロエチレン-カルボン酸ビニル共重合体 (F E V E s) 等が挙げられ、本太陽電池モジュールの耐候性、成形性、並びに、第

1 封止層及び／又は第2封止層との密着性がより優れる点から、E T F E又はF E V Eが好ましい。

[0036] E T F Eとしては、T F E単位及びエチレン単位を含み、T F E単位とエチレン単位とのモル比（T F E単位／エチレン単位）が40／60～60／40であることが好ましい。E T F Eは、T F E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、E T F E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。T F E単位及びエチレン単位以外の単位としては、H F P単位、P F B E単位、P P V E単位等が好ましい。

[0037] 意匠層におけるフッ素樹脂は、架橋されていても架橋されていなくてもよい。

意匠層は、フッ素樹脂の2種以上を含んでもよい。

意匠層中の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。

[0038] 意匠層は、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。

意匠層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と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。

[0039] 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。

意匠層は、2 種以上の無機粒子を含んでもよい。

[0040] 意匠層は、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。

[0041] 意匠層は、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。

[0042] 意匠層の厚さは任意に設定できる。意匠層の厚さとしては、ラミネート時の意匠層の変形を防ぐ点から、 $10\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $40\mu\text{m}$ 以上が特に好ましい。意匠層の厚さの上限値は、通常 $1,000\mu\text{m}$ である。

意匠層は、1層のみからなってもよいし、2層以上が積層された層であってもよい。意匠層が2層以上からなる場合、各層は、組成や厚さ等が同一であっても異なってもよい。意匠層が2層以上からなる場合、上記意匠層の厚さは、意匠層を構成する各層の厚さの合計を意味する。

[0043] 意匠層は、意匠材を用いて形成される。意匠層の製造方法は特に限定されない。例えば、フィルム状又はシート状の意匠材を、他の材と積層し、適宜加熱圧着させればよい。又は、フッ素樹脂を含む組成物を封止材上に塗布して意匠材である塗膜を形成し、更に他の材と積層し、適宜加熱圧着させればよい。意匠材は、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。

意匠材は、フッ素樹脂を含んでいればよい。意匠材は、意匠層が含んでよい成分として上述した、無機顔料等の成分を更に含んでいてもよい。

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顔料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、フィルム状にする方法が挙げられる。

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。特に、プラズマ処理を施すことによって、密着性を向上できる。

[0044] 第2封止層は、第1封止層と同様の理由から、透明であるのが好ましい。第2封止層が透明であることの定義は、第1封止層が透明であることの定義

と同様である。

第2封止層に含まれる材料の具体例としては、樹脂、紫外線吸収剤が挙げられる。第2封止層における樹脂及び紫外線吸収剤の種類及び含有量等の好適態様は、第1封止層と同様である。

特に、第2封止層が紫外線吸収剤を含む場合、第1封止層及び意匠層で吸収しきれなかった紫外線が吸収され、太陽電池セルを保護するため、太陽電池モジュールの耐候性がより優れる。

[0045] 第2封止層の厚さは特に限定されないが、 $50\sim 2,000\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $70\sim 1,500\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $100\sim 1,200\mu\text{m}$ であることが更に好ましく、 $150\sim 1,000\mu\text{m}$ であることが特に好ましい。第2封止層の厚さが $50\mu\text{m}$ 以上であれば、太陽電池セルや配線の凹凸への追従が容易となり、意匠層の変形や破断、剥離を抑制することができる。また、カバーガラスと、意匠層との熱膨張差により接着界面に強い応力が発生し、剥離の原因となる場合において、この応力を低減することができ耐久性が優れる。第2封止層の厚さが $2,000\mu\text{m}$ 以下であれば、経済性に優れ、また第2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。

第2封止層は、1層のみからなってもよいし、2層以上が積層された層であってもよい。第2封止層が2層以上からなる場合、各層は、組成や厚さ等が同一であっても異なってもよい。第2封止層が2層以上からなる場合、上記第2封止層の厚さは、第2封止層を構成する各層の厚さの合計を意味する。

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。

[0046] 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。

[0047] 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、Zn₃P₂もしくはCu₂S（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、Zn₃P₂もしくはCu₂S（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系太陽電池セルが更に好ましく、単結晶シリコン系太陽電池セルが最も好ましい。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。

[0048] 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。

[0049] ここで、図3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3に示す通り、単結晶シリコン系太陽電池は波長780nmよりも長波長領域の近赤外光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意匠層を用いることで、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。

[0050] 本太陽電池セルがシリコン系太陽電池セルである場合、本太陽電池モジュールは、太陽電池セルにおける第2封止層が設けられた側とは反対側に、黒色層を有するのが好ましい。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2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。

黒色層としては、黒色のガラス板又は黒色のコーティングが施されたガラス板が好ましく、後述するバックガラス又はバックシートが黒色層を兼ねていてもよい。

[0051] 本太陽電池モジュールは、太陽電池セルにおける第2封止層が設けられた側とは反対の側に、第3封止層を有していてもよい。第3封止層は、第2封止層とともに太陽電池セルを封止する役割を果たす。

第3封止層は、第1封止層と同様の理由から、透明であるのが好ましい。第3封止層が透明であることの定義は、第1封止層が透明であることの定義と同様である。

第3封止層に含まれる材料の具体例としては、樹脂が挙げられる。第3封止層における樹脂の種類及び含有量等の好適態様は、第1封止層と同様である。

[0052] 第3封止層の厚さは特に限定されないが、50～2,000μmであるこ

とが好ましく、 $70 \sim 1,500 \mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $100 \sim 1,200 \mu\text{m}$ であることが更に好ましく、 $150 \sim 1,000 \mu\text{m}$ であることが特に好ましい。第3封止層の厚さが $50 \mu\text{m}$ 以上であれば、太陽電池セルや配線の凹凸への追従が容易となり、意匠層の変形や破断、剥離を抑制することができる。また、カバーガラスと、意匠層との熱膨張差により接着界面に強い応力が発生し、剥離の原因となる場合において、この応力を低減することができ耐久性が優れる。第3封止層の厚さが $2,000 \mu\text{m}$ 以下であれば、経済性に優れ、また第3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。

第3封止層は、1層のみからなってもよいし、2層以上が積層された層であってもよい。第3封止層が2層以上からなる場合、各層は、組成や厚さ等が同一であっても異なってもよい。第3封止層が2層以上からなる場合、上記第3封止層の厚さは、第3封止層を構成する各層の厚さの合計を意味する。

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。

[0053] 本太陽電池モジュールは、太陽電池セルにおける第2封止層が設けられた側とは反対側に、バックガラスを有していてもよい。バックガラスは、例えば、本太陽電池モジュールを保護する役割を果たす。

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。

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、バックシートとして樹脂フィルムを用いてもよい。

バックガラス又はバックシートは、黒色であることが好ましい。バックガラス又はバックシートが黒色であることの定義は、黒色層が黒色であることの定義と同様である。

[0054] 本太陽電池モジュールは、建材としての堅牢性及び耐久性に優れることから、バックガラスを有することが好ましい。

[0055] 第1封止層と、意匠層との表面自由エネルギーの差の絶対値は、 $0 \sim 30$

dyn/cm が好ましく、 $0 \sim 20 \text{ dyn/cm}$ がより好ましく、 $0 \sim 10 \text{ dyn/cm}$ が特に好ましい。第1封止層と意匠層との表面自由エネルギーの差の絶対値が上記範囲内にあれば、第1封止層と意匠層との密着性が向上して、太陽電池モジュールの製造時における加工性が優れる。また、両層の密着性が長期間維持されるので、太陽電池モジュールの耐候性がより向上する。

第2封止層と、意匠層との表面自由エネルギーの差の絶対値は、 $0 \sim 30 \text{ dyn/cm}$ が好ましく、 $0 \sim 20 \text{ dyn/cm}$ がより好ましく、 $0 \sim 10 \text{ dyn/cm}$ が特に好ましい。第2封止層と意匠層との表面自由エネルギーの差の絶対値が上記範囲内にあれば、第2封止層と意匠層との密着性が向上して、太陽電池モジュールの製造時における加工性が優れ、また、両層の機能がより発揮されるので、太陽電池モジュールの耐候性がより向上する。

第1封止層の表面自由エネルギーは、 $20 \sim 60 \text{ dyn/cm}$ が好ましく、 $30 \sim 50 \text{ dyn/cm}$ が特に好ましい。

第2封止層の表面自由エネルギーは、 $20 \sim 60 \text{ dyn/cm}$ が好ましく、 $30 \sim 50 \text{ dyn/cm}$ が特に好ましい。

意匠層の表面自由エネルギーは、 $20 \sim 60 \text{ dyn/cm}$ が好ましく、 $30 \sim 50 \text{ dyn/cm}$ が特に好ましい。

[0056] 図1の例は、太陽電池セル15の一方の側のみに、カバーガラス11、第1封止層12、意匠層13、第2封止層14が設けられた例を示したが、本発明の太陽電池モジュールは、太陽電池セルの一方の側だけでなく、図3に示すように、太陽電池セルの他方の側も受光面と同様の層構成を有しているもよい。

図3は、本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140A及び太陽電池セル150はそれぞれ、上述の図1におけるカバーガラス11、第1封止層12、意匠層13、第2封止層14及び太陽電池セル15と同様であるので、その説明を省略する。

カバーガラス110B、第1封止層120B、意匠層130B及び第2封止層140Bはそれぞれ、上述の図1におけるカバーガラス11、第1封止層12、意匠層13及び第2封止層14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100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。

[0057] 本太陽電池モジュールの製造方法は、特に限定されないが、カバーガラスと、紫外線吸収剤を含む第1封止材と、フッ素樹脂を含む意匠材と、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（但し、前記太陽電池モジュールが、前記第1封止材から形成された、厚さが50～2,000 μ mである第1封止層を有する。）が挙げられる。

これにより、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、がこの順に積層された本太陽電池モジュールが得られる。

なお、本太陽電池モジュールの製造方法において、必要に応じて、第3封止材やバックガラス等の他の層を用いてもよい。

加熱圧着する際の加熱温度としては、100～200℃が好ましく、130～170℃が特に好ましい。

加熱圧着の時間は、2～120分が好ましく、5～60分が特に好ましい。

[0058] 図4は、本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。

本太陽電池モジュールを有する太陽電池アレイは、意匠性及び耐候性に優れる。このように、意匠性及び耐候性に優れる点で、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。

[0059] 本発明の建築用外壁材は、上述した本太陽電池モジュールを有する。したがって、本発明の建築用外壁材は、意匠性及び耐候性に優れる。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、屋根のスレート、外壁のサイディング、及びカーテンウォールのパネルが挙げられる。

実施例

[0060] 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、2及び5～8は実施例であり、例3、4及び9は比較例である。

[0061] [封止材E1～E3]

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（Bridge Stone社製 S88、厚さ：400 μ m、表面自由エネルギー：38dyn/cm）

E2：UVA及びEVAを含むフィルム（E1を加熱ロールプレス機により延伸して形成、厚さ：40 μ m、表面自由エネルギー：40dyn/cm）

E3：UVAを含まずEVAを含むフィルム（ALDRICH社 品番181064を加熱ロールプレス機により延伸して形成、厚さ：400 μ m、表面自由エネルギー：40dyn/cm）

[0062] [意匠材D1～D6]

D1：E T F E（シグマアルドリッチ社製 品番427209）100gと、酸化チタン（堺化学社製 STR-100A-LP）20gを、東洋精機株式会社製 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て形成したフィルム（厚さ：100 μ m、表面自由エネルギー：23dyn/cm）

D2：D1をプラズマ処理して形成したフィルム（厚さ：100 μ m、表面自由エネルギー：44dyn/cm）

D3：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454710）を用いる以外は同様にして形成したフィルム（厚さ：100 μ m、表面自由エネルギー：26dyn/cm）

D4：D3をプラズマ処理して形成したフィルム（厚さ：100 μ m、表面自由エネルギー：44dyn/cm）

D5：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 品番427144）を用いる以外は同様にして形成した層をプラズマ処理して形成したフィルム（厚さ：100 μ m、表面自由エネルギー：44dyn/cm）

D6：ポリアクリル酸メチル（以下、アクリル樹脂ともいう。）（シグマアルドリッチ社製 品番182214・トルエン溶液）166gと、酸化チタン（堺化学社製 STR-100A-LP）20gを、シンキー社製 泡取り練太郎を用い混練して調製した塗料を、P E Tフィルム上に塗布・乾燥させたのちに剥離することで形成したフィルム（厚さ：100 μ m、表面自由エネルギー：44dyn/cm）

[0063] 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。

[0064] [例1]

黒色の着色層を有するバックガラス（A G C社製 L a c o b e l - T、

サイズ：297mm×210mm、厚さ：5mm）の1枚、Bridgestone社製 S88の2枚、結晶シリコン太陽電池セル（単結晶片面、N S P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%）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。

[0065] [例2～9]

第1封止材及び意匠材の構成を表1に示すように変更した以外は、例1と同様にして太陽電池モジュールM2～M9を得て、後述の通り評価した。

[0066] [評価方法]

<製造直後の外観特性>

製造直後の太陽電池モジュールの外観を目視観察し、下記基準で太陽電池モジュールの製造時外観特性を判定した。

A：外観が良好である。

B：第1封止層と意匠層との間の層間剥離又は意匠層の変形が見られる。

[0067] <耐候性>

Accelerated Weather Tester (Q-PANEL LAB PRODUCT社製、モデルQUV/SE)を用いて耐候性試験を行い、耐候性試験後の発電効率保持率及び外観特性について以下の通り評価した。なお、発電効率保持率がAかつ外観特性がB以上であれば耐候性良好と判断した。

[0068] (発電効率保持率)

耐候性試験直前の太陽電池モジュールの発電量と、耐候性試験2,000時間後における太陽電池モジュールの発電量を、ソーラーシュミレーターを用いて測定し、試験直前の発電量に対する、試験2,000時間後の発電量

の割合を発電効率保持率（単位：％）として算出した。上記方法で得られた結果に基づき、下記基準で耐候性試験後の発電効率保持率を判定した。

A：発電効率保持率が95％以上であった。

B：発電効率保持率が70％以上95％未満であった。

C：発電効率保持率が70％未満であった。

[0069]（外観特性）

耐候性試験2，000時間後の太陽電池モジュールの外観を目視観察し、下記基準で太陽電池モジュールの耐候性試験後の外観特性を判定した。

A：外観が良好である。

B：第1封止層と意匠層との間に、多少の層間剥離又は意匠層の変形が見られる。

[0070] 結果を表1に示す。なお、表中、 ΔE は、加熱圧着して太陽電池モジュールを製造する前の、単体の第1封止層における表面自由エネルギーと、単体の意匠層における表面自由エネルギーとの差の絶対値を表す。

[0071] [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)		ΔE (dyn/cm)	製造時 外観特性	耐候性	
		種類	厚さ (μm)	UVA	種類		種類	厚さ (μm)			発電効率 保持率	外観特性
1	M1	E1	400	有	D1	ETFE	E1	400	15	A	A	B
2	M2	E1	400	有	D2	ETFE	E1	400	6	A	A	A
3	M3	E2	40	有	D1	ETFE	E1	400	17	A	B	B
4	M4	E3	400	無	D2	ETFE	E1	400	4	A	B	B
5	M5	E1	400	有	D2	ETFE	E2	40	6	B	A	B
6	M6	E1	400	有	D3	PCTFE	E1	400	12	A	A	B
7	M7	E1	400	有	D4	PCTFE	E1	400	6	A	A	A
8	M8	E1	400	有	D5	PVDF	E1	400	6	A	A	A
9	M9	E1	400	有	D6	アクリル樹脂	E1	400	6	A	C	A

[0072] 表1に示す通り、第1封止層が紫外線吸収剤を含み、第1封止層の厚さが50～1000 μm であり、意匠層がフッ素樹脂を含む例1、2及び5～8の太陽電池モジュールは、耐候性に優れることが確認された。

なお、製造直後の例1～9の太陽電池モジュールの外観を目視にて観察したところ、いずれもセルを視認できず、意匠性に優れていた。

符号の説明

- [0073] 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

- [0074] なお、2019年11月25日に出願された日本特許出願2019-212150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。