

明 細 書

発明の名称：太陽電池封止用シートセット

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池封止用シートセットに関する。

背景技術

[0002] 太陽電池モジュールは、受光面側保護部材、太陽電池封止シート、太陽電池セル、太陽電池封止シート及び裏面側保護部材をこの順で積層し、該積層体を加熱加圧して太陽電池封止シートを架橋硬化させることにより製造される。

[0003] 太陽電池封止シートとして、エチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）膜は、透明性、柔軟性及び接着性などに優れていることから、広く用いられている。

[0004] また、特許文献1には、エチレン・酢酸ビニル共重合体とエチレン・不飽和カルボン酸共重合体のアイオノマーと有機過酸化物を含有し、高温高湿条件下で長期間に亘って使用した場合にあっても、腐食による太陽電池素子の劣化がなく、太陽電池素子の発電性能の低下の生じない太陽電池用封止シートが提案されている。

[0005] また、特許文献2には、エチレン・ α -オレフィン共重合体、エチレン官能基含有モノマー共重合体及び有機過酸化物を含有し、押出生産性、透明性、耐熱性及びガラスへの接着性に優れる太陽電池封止材用樹脂組成物が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-59259号公報

特許文献2：特開2011-153286号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 近年、メガソーラーなど発電システムの大規模化により、システムの高電圧化が進んでいる。太陽電池モジュールのフレームは一般に接地されていることから、フレームとセルとの間の電位差がそのままシステム電圧となるため、システム電圧が上昇することにより、フレームとセルとの間の電位差が大きくなる。また、受光面側保護部材に用いられるガラスは、太陽電池封止シートから形成された封止層に比較して電気抵抗が低く、フレームを介して受光面側保護部材とセルとの間にも高電圧が発生する。すなわち、直列接続されたモジュールは、セルとモジュールフレーム間、及びセルとガラス面との電位差が接地側から順次大きくなり、最も大きいところではほぼシステム電圧の高電圧の電位差が維持されてしまう。このような状態で用いられた太陽電池モジュールは、出力が大きく低下し、特性劣化が起こるPID（Potential Induced Degradationの略）現象が発生しやすくなる。そこで、この問題の解決するために、太陽電池封止シートの体積固有抵抗の改良が要望されている。

[0008] しかしながら、本発明者らの検討によれば、特許文献1に記載された太陽電池用封止シートは、エチレン・酢酸ビニル共重合体の含有量が多く、気泡の発生は十分に抑制できるが、体積固有抵抗が不十分であるため、PID現象を抑制することができていない。

[0009] 特許文献2に記載された太陽電池封止材用樹脂組成物は、モジュールでの気泡の発生を十分に抑制できないため、太陽電池素子から剥離したり、太陽電池素子の割れが生じたりすることがある。

[0010] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、モジュールでのPID発生抑制と、気泡の発生抑制とを両立できる太陽電池封止用シートを提供するものである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは上記課題を達成すべく鋭意検討し、受光面側保護部材と太陽電池素子との間に配置させる太陽電池封止用シートの加熱加圧処理（架橋反応を伴う場合は、架橋処理とも呼ぶ。）後の体積固有抵抗を相対的に高くす

ること、モジュールでのP I D発生を抑制できることを見出した。また、極性基を有する太陽電池封止用シートにより気泡の発生を抑制できることを見出した。したがって、体積固有抵抗が相対的に高い太陽電池封止用シートと極性基を有する太陽電池封止用シートを組み合わせて用いて太陽電池素子とを封止することで、P I D発生を抑制し、気泡の発生を抑制し、両立できることを見出して、本発明を完成させた。

[0012]

本発明によれば、

受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に配置させて、太陽電池素子を封止させるために用いられる、第一封止シートと第二封止シートとを備える太陽電池封止用シートセットであって、

150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより、上記第一封止シート及び上記第二封止シートを加熱加圧処理したとき、JIS K 6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで測定される、上記第一封止シートの体積固有抵抗は、上記第二封止シートの体積固有抵抗よりも高く、

上記第一封止シートが上記受光面側保護部材と上記太陽電池素子との間に配置されるものであり、

上記第二封止シートが、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含む、太陽電池封止用シートセットが提供される。

[0013]

本発明によれば、

受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に封止層を有し、該封止層内に太陽電池素子が封止されてなる太陽電池モジュールであって、

上記封止層が、第一封止層と第二封止層とを有し、

JIS K 6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで測定される、上記第一封止層の体積固有抵抗は、上記第二封止層の体積固有抵抗よりも高く、

上記第二封止層が、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及

び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含み、

上記第一封止層が上記受光面側保護部材と上記太陽電池素子との間に設けられている、太陽電池モジュールが提供される。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、モジュールでのPID発生の抑制と、気泡の発生の抑制とを両立できる太陽電池封止用シートが提供される。

図面の簡単な説明

[0015] 上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

[0016] [図1]本発明の太陽電池モジュールの一実施形態を模式的に示す断面図である。

[図2]本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。

[図3]本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。

[図4]本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。

[図5]本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。

[図6]太陽電池素子の受光面及び裏面の一構成例を模式的に示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0018] 本発明は、受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に配置させて、太陽電池素子を封止させるために用いられる、第一封止シートと第二封止シート

とを備える太陽電池封止用シートセットである。第一封止シートの体積固有抵抗は、第二封止シートの体積固有抵抗よりも高くなるように構成されている。

また、第一封止シートは、受光面側保護部材と太陽電池素子との間に配置されるものである。第二封止シートは、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含む。

[0019] 本発明において「体積固有抵抗」は、JIS K6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで測定したものである。第一封止シート及び第二封止シートの体積固有抵抗は、150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより加熱加圧処理したものをを用いて測定される。

[0020] 具体的には、加熱加圧処理された第一封止シートの体積固有抵抗 R_1 ($\Omega \text{ cm}$) と、加熱加圧処理された第二封止シートの体積固有抵抗 R_2 ($\Omega \text{ cm}$) との比 (R_1/R_2) は、 $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^{10}$ が好ましく、 $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^5$ である事がより好ましい。こうすることで、太陽電池モジュールにおいてPIDの発生を抑制し、かつ気泡の発生を低減することが出来る。

[0021] 加熱加圧処理された第一封止シートの体積固有抵抗 (R_1) は、好ましくは $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{18} \Omega \text{ cm}$ であり、より好ましくは $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \Omega \text{ cm}$ である。また、加熱加圧処理された第二封止シートの体積固有抵抗 (R_2) は、好ましくは $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{15} \Omega \text{ cm}$ であり、より好ましくは $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15} \Omega \text{ cm}$ である。 R_1 及び R_2 をこの範囲とすることで、太陽電池モジュールにおけるPIDの発生の抑制をより長期化することができる。

[0022] 150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより、加熱加圧処理された第二封止シートのアセトンの吸収率 (A_2) は、アセトンに浸漬する前の加熱加圧処理した第二封止シートの重量に対して7～400重量%であることが好ましく、8～2

00重量%であることがより好ましい。こうすることで、有機過酸化物の分解物を十分に吸収することができ、太陽電池モジュールに気泡が発生しにくくすることができ、かつ、100℃での体積固有抵抗が向上し、PID現象の発生を抑制することができる。加熱加圧処理された第二封止シートのアセトンの吸収率(A_2)は、より好ましくは10~50重量%であり、15~30重量%であると更に好ましい。アセトンの吸収率を50重量%以下にすることで、モジュールのラミネート時の冷却過程における気泡の発生をいっそう確実に抑制することができる。

[0023] 本発明においてアセトンの吸収率とは、太陽電池封止シートの加熱加圧処理（架橋処理）により生じる有機過酸化物の分解物を、どの程度太陽電池封止シート中に吸収（溶解）できるかを表す指標である。この加熱加圧処理後のアセトンの吸収率を求めるには、第一、第二封止シートを150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより加熱加圧処理し、例えば、100mlの密閉容器にアセトンを10ml入れ、精密天秤で秤量した加熱加圧処理後の第一、第二封止シート約1gをそれぞれアセトンに十分浸漬するように切断して入れる。試験片の厚みは0.3~1.2mmにすることが好ましい。次いで、第一、第二封止シートを含む密閉容器をインキュベーターなどの恒温槽に30℃で1時間入れておく。その後、キムワイプなどでシート表面に付着しているアセトンをふき取り、ふき取り後5分以内に精密天秤で試験後のシートを秤量し、アセトン浸漬前後の重量差から、各シートのアセトン吸収量を算出する。加熱加圧処理後アセトン吸収前の第一、第二封止シートの各重量に対する、算出したアセトン吸収量の百分率をアセトンの吸収率とする。

[0024] 上記の加熱加圧処理された第二封止シートのアセトンの吸収率(A_2)は、150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより加熱加圧処理された第一封止シートのアセトンの吸収率(A_1)よりも高いことが好ましい。具体的には、加熱加圧処理された第二封止シートのアセトンの吸収率(A_2)と、加熱加圧処理された第

一封止シートのアセトンの吸収率 (A_1) との差 ($A_2 - A_1$) は、10～170であることが好ましく、12～120であることがより好ましく、15～100であることが更に好ましい。

[0025] 150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより加熱加圧処理された第二封止シートのt-ブチルアルコールの吸収率 (B_2) は、t-ブチルアルコールに浸漬する前の加熱加圧処理した第二封止シートの重量に対して4～30重量%であることが好ましい。こうすることで、有機過酸化物の分解物を十分に吸収することができ、太陽電池モジュールに気泡が発生しにくくすることができ、かつ、100℃での体積固有抵抗が向上し、PID現象の発生を抑制することができる。加熱加圧処理された第二封止シートのt-ブチルアルコールの吸収率 (B_2) は、より好ましくは4～25重量%であり、7.5～20重量%であると更に好ましい。t-ブチルアルコールの吸収率を25重量%以下にすることで、モジュールのラミネート時の冷却過程における気泡の発生をいっそう確実に抑制することができる。

[0026] 本発明においてt-ブタノールの吸収率も、アセトンの吸収率と同様に、太陽電池封止シートの加熱加圧処理により生じる有機過酸化物の分解物を、どの程度太陽電池封止シート中に吸収（溶解）できるかを表す指標である。この加熱加圧処理後のt-ブタノールの吸収率を求める場合も、アセトンの吸収率と同様に、第一、第二封止シートを150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより加熱加圧処理し、例えば、100mlの密閉容器にt-ブタノールを10ml入れ、精密天秤で秤量した加熱加圧処理後の第一、第二封止シート約1gをそれぞれt-ブタノールに十分浸漬するように切断して入れる。試験片の厚みは0.3～1.2mmにすることが好ましい。t-ブタノールの吸収率を測定する場合は、第一、第二封止シートを含む密閉容器を恒温機などに入れて、30℃で1時間保温する。その後、キムワイプなどでシート表面に付着しているt-ブタノールをふき取り、ふき取り後5分以内に精密天秤で試

験後のシートを秤量し、 t -ブタノール浸漬前後の重量差から、各シートの t -ブタノール吸収量を算出する。加熱加圧処理後 t -ブタノール吸収前の第一、第二封止シートの各重量に対する、算出した t -ブタノール吸収量の百分率を、 t -ブタノールの吸収率とする。

[0027] 上記の加熱加圧処理された第二封止シートの t -ブタノールの吸収率 (B_2) は、 150°C 、 250 Pa で3分間加熱減圧した後、 150°C 、 100 kPa で15分間加熱加圧することにより加熱加圧処理された第一封止シートの t -ブタノールの吸収率 (B_1) よりも高いことが好ましい。具体的には、加熱加圧処理された第二封止シートの t -ブタノールの吸収率 (B_2) と、加熱加圧処理された第一封止シートの t -ブタノールの吸収率 (B_1) との差 ($B_2 - B_1$) は、 $5 \sim 40$ であることが好ましく、 $5 \sim 30$ であることがより好ましく、 $7 \sim 20$ であることが更に好ましい。

[0028] 第一封止シートは、架橋性樹脂として、エチレン系共重合体を含むことが好ましく、エチレン・ α -オレフィン共重合体及びエチレン・極性モノマー共重合体からなる群から選択される樹脂であることがより好ましい。

[0029] 第一封止シートは、エチレン・ α -オレフィン共重合体又はエチレン・極性モノマー共重合体を単独で用いてもよいし、ブレンドして用いてもよい。エチレン・ α -オレフィン共重合体とエチレン・極性モノマー共重合体とをブレンドして用いる場合は、エチレン・ α -オレフィン共重合体とエチレン・極性モノマー共重合体との合計 100 重量部に対して、エチレン・ α -オレフィン共重合体が $50 \sim 99$ 重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が $1 \sim 50$ 重量部であることが好ましく、より好ましくはエチレン・ α -オレフィン共重合体が $50 \sim 98$ 重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が $2 \sim 50$ 重量部であり、更に好ましくはエチレン・ α -オレフィン共重合体が $50 \sim 95$ 重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が $5 \sim 50$ 重量部であり、特に好ましくはエチレン・ α -オレフィン共重合体が $75 \sim 95$ 重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が $5 \sim 25$ 重量部である。

[0030] 第二封止シートは、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及

び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含むものであるが、カルボキシル基及びエステル基から選択される少なくとも一種の極性基を含むとモジュールでの気泡の発生をより効果的に抑制できるため好ましい。具体的には、これら極性基を一種又は二種以上含む架橋性樹脂を含んだシートとすることができる。

[0031] 第二封止シートに用いられる架橋性樹脂として、エチレン・極性モノマー共重合体、ポリビニルアセタール及びポリビニルブチラールからなる群から選択される樹脂を含むことが好ましく、エチレン・極性モノマー共重合体を含むことがより好ましい。エチレン・極性モノマー共重合体としては、エチレン・酢酸ビニル共重合体、エチレン・アクリル酸エステル共重合体、エチレン・アクリル酸共重合体、エチレン・メタクリル酸エステル共重合体、エチレン・メタクリル酸共重合体、エチレン・アクリル酸アイオノマー、エチレン・メタクリル酸アイオノマー、エチレン・マレイン酸共重合体、エチレン・ビニルアルコール共重合体などがあげられるが、エチレン・酢酸ビニル共重合体を含むことがより好ましい。これらは一種又は二種以上用いることもできる。エチレン・極性モノマー共重合体は、エチレン・ α -オレフィン共重合体とブレンドして用いることもできる。この場合、エチレン・ α -オレフィン共重合体とエチレン・極性モノマー共重合体との合計100重量部に対して、エチレン・ α -オレフィン共重合体が1～50重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が50～99重量部であることが好ましく、より好ましくはエチレン・ α -オレフィン共重合体が2～50重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が50～98重量部であり、更に好ましくはエチレン・ α -オレフィン共重合体が5～50重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が50～95重量部であり、特に好ましくはエチレン・ α -オレフィン共重合体が5～25重量部、エチレン・極性モノマー共重合体が75～95重量部である。

[0032] 本発明の太陽電池封止用シートセットは、架橋性樹脂として、第一封止シートにエチレン・ α -オレフィン共重合体、第二封止シートにポリビニルブ

チラールを用いる組み合わせ、第一封止シートにエチレン・ α -オレフィン共重合体、第二封止シートにエチレン・極性モノマー共重合体を用いる組み合わせ、第一、第二封止シートのいずれにもエチレン・極性モノマー共重合体を用いる組み合わせ、第一、第二封止シートのいずれにもエチレン・ α -オレフィン共重合体を用いる組み合わせが好ましく、中でも、第一封止シートにエチレン・ α -オレフィン共重合体、第二封止シートにエチレン・極性モノマー共重合体を用いる組み合わせが好ましい。

[0033] 本発明の太陽電池封止用シートセットには、第一、第二封止シートをそれぞれ一つずつ備えていてもよいし、第一、第二封止シートの少なくとも一方を複数備えていてもよいし、第一、第二封止シートをいずれも複数備えていてもよい。また、第一、第二封止シートは積層されていてもよいし、第一、第二封止シートの積層体と、第一、第二封止シートの少なくとも一方とを備えてもよい。

[0034] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体は、エチレンと、炭素数3～20の α -オレフィンとを共重合することによって得られる。 α -オレフィンとしては、通常、炭素数3～20の α -オレフィンを1種類単独で又は2種類以上を組み合わせ用いることができる。炭素数3～20の α -オレフィンとしては、直鎖状又は分岐状の α -オレフィン、例えばプロピレン、1-ブテン、2-ブテン、1-ペンテン、3-メチル-1-ブテン、3,3-ジメチル-1-ブテン、1-ヘキセン、4-メチル-1-ペンテン、3-メチル-1-ペンテン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセンなどを挙げることができる。中でも好ましいのは、炭素数が10以下である α -オレフィンであり、とくに好ましいのは炭素数が3～8の α -オレフィンである。入手の容易さからプロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、4-メチル-1-ペンテン及び1-オクテンが好ましい。なお、エチレン・ α -オレフィン共重合体はランダム共重合体であっても、ブロック共重合体であってもよいが、柔軟性の観点からランダム共重合体が好ましい。

[0035] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体は、エチレンと、炭素数3～20の α -オレフィンと非共役ポリエンからなる共重合体であってもよい。 α -オレフィンは前述と同様であって、非共役ポリエンとしては、5-エチリデノ-2-ノルボルネン (ENB)、5-ビニル-2-ノルボルネン (VNB)、ジシクロペンタジエン (DCPD) などが挙げられる。これら非共役ポリエンを1種単独、又は2種以上を組み合わせて用いることができる。

[0036] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体は、芳香族ビニル化合物、例えば、スチレン、 α -メチルスチレン、 m -メチルスチレン、 p -メチルスチレン、 o 、 p -ジメチルスチレン、メトキシスチレン、ビニル安息香酸、ビニル安息香酸メチル、ビニルベンジルアセテート、ヒドロキシスチレン、 p -クロロスチレン、ジビニルベンゼンなどのスチレン類；3-フエニルプロピレン、4-フエニルプロピレン、 α -メチルスチレン、炭素数が3～20の環状オレフィン類、例えば、シクロペンチン、シクロヘプテン、ノルボルネン、5-メチル-2-ノルボルネン、などを併用してもよい。

[0037] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体は、以下a1)～a4)の少なくとも一つを満たすことが好ましく、以下a1)～a4)の二以上を満たすことがより好ましく、以下a1)～a4)の三以上を満たすことが更に好ましく、以下a1)～a4)の全てを満たすことが特に好ましい。

a1) エチレンに由来する構成単位の含有割合が80～90m.o1%であるとともに、炭素数3～20の α -オレフィンに由来する構成単位の含有割合が10～20m.o1%である。

a2) ASTM D1238に準拠し、190℃、2.16kg荷重の条件で測定されるMFRが0.1～50g/10分である。

a3) ASTM D1505に準拠して測定される密度が0.865～0.884g/cm³である。

a 4) ASTM D 2240 に準拠して測定されるショアA 硬度が 60 ~ 85 である。

[0038] a 1) α -オレフィン単位

本発明の第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれる、エチレンに由来する構成単位の含有割合は、80 ~ 90 mol % であることが好ましく、より好ましくは 80 ~ 88 mol %、更に好ましくは 82 ~ 88 mol %、特に好ましくは 82 ~ 87 mol % である。エチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれる、炭素数 3 ~ 20 の α -オレフィンに由来する構成単位 (以下、「 α -オレフィン単位」とも記す) の割合は 10 ~ 20 mol % であり、好ましくは 12 ~ 20 mol %、より好ましくは 12 ~ 18 mol %、さらに好ましくは 13 ~ 18 mol % である。

[0039] エチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれる α -オレフィン単位の含有割合が 10 mol % 以上であると、高い透明性が得られる。また、低温での押出成形を容易に行うことができ、例えば 130 °C 以下の押出成形が可能である。このため、エチレン・ α -オレフィン共重合体に有機過酸化物を練り込む場合においても、押出機内での架橋反応が進行することが抑制でき、第一、第二封止シートの外観を良好にすることができる。また、適度な柔軟性が得られるため、太陽電池モジュールのラミネート成形時に太陽電池素子の割れや、薄膜電極のカケなどの発生を防ぐことができる。

エチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれる α -オレフィン単位の含有割合が 20 mol % 以下であると、エチレン・ α -オレフィン共重合体の結晶化速度が適度になるため、押出機より押し出されたシートがベタつかず、冷却ロールでの剥離が容易であり、本発明の太陽電池封止用シートを効率的に得ることができる。また、シートにベタツキが発生しないのでブロッキングを防止でき、シートの繰り出し性が良好にある。また、耐熱性の低下を防ぐこともできる。

[0040] a 2) MFR

第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体のメルトフローレート（MFR）は、通常0.1～50 g／10分、好ましくは2～50 g／10分、より好ましくは5～50 g／10分、更に好ましくは10～40 g／10分、より更に好ましくは10～27 g／10分、最も好ましくは15～25 g／10分である。なお、エチレン・ α -オレフィン共重合体のMFRは、重合温度、重合圧力、並びに重合系内のエチレン及び α -オレフィンのモノマー濃度と水素濃度のモル比率などを調整することにより、調整することができる。

本発明において、エチレン・ α -オレフィン共重合体のMFRは、ASTM D1238に準拠し、190℃、2.16 kg荷重の条件で測定される。

MFRが0.1～10 g／10分の範囲にあると、カレンダー成形によって第一、第二封止シートを製造することができる。MFRが0.1～10 g／10分の範囲にあると、エチレン・ α -オレフィン共重合体を含む樹脂組成物の流動性が低いため、第一、第二封止シートを電池素子とラミネートする際にはみ出した溶融樹脂によるラミネート装置の汚れを防止できる点で好ましい。

さらに、MFRが2 g／10分以上であると、樹脂組成物の流動性が向上し、シート押出成形によって生産することも可能である。さらに、MFRが10 g／10分以上であると、押出成形によって第一、第二封止シートを製造する場合に、エチレン・ α -オレフィン共重合体を含む樹脂組成物の流動性が向上し、シート押出成形時の生産性を向上させることができる。

また、MFRを50 g／10分以下にすると、分子量が大きくなるため、チルロールなどのロール面への付着を抑制できるため、剥離が不要となり、均一な厚みの第一、第二封止シートに成形することができる。さらに、「コシ」がある樹脂組成物となるため、0.3 mm以上の厚い第一、第二封止シートを容易に成形することができる。また、太陽電池モジュールのラミネート成形時の架橋特性が向上するため、十分に架橋させて、耐熱性の低下を抑

制することができる。MFRが27g/10分以下であると、さらに、シート成形時のドロウダウンを抑制できるため、幅の広い第一、第二封止シートを成形でき、また架橋特性および耐熱性がさらに向上し、最も良好な第一、第二封止シートを得ることができる。

[0041] a 3) 密度

第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体の密度は、好ましくは0.865~0.884 g/cm³であるが、より好ましくは0.866~0.883 g/cm³、更に好ましくは0.866~0.880 g/cm³、特に好ましくは0.867~0.880 g/cm³である。エチレン・ α -オレフィン共重合体の密度は、エチレン単位の含有割合と α -オレフィン単位の含有割合とのバランスにより調整することができる。すなわち、エチレン単位の含有割合を高くすると結晶性が高くなり、密度の高いエチレン・ α -オレフィン共重合体を得ることができる。一方、エチレン単位の含有割合を低くすると結晶性が低くなり、密度の低いエチレン・ α -オレフィン共重合体を得ることができる。

本発明において、エチレン・ α -オレフィン共重合体の密度は、ASTM D1505に準拠して測定されたものである。

[0042] エチレン・ α -オレフィン共重合体の密度が0.884 g/cm³以下であると、結晶性が低くなり、透明性を高くすることができる。さらに、低温での押出成形が容易となり、例えば130℃以下で押出成形を行うことができる。このため、エチレン・ α -オレフィン共重合体に有機過酸化物を練り込んでも、押出機内での架橋反応が進行するのを防ぎ、太陽電池封止用シートの外観を良好にすることができる。また、柔軟性が高いため、太陽電池モジュールのラミネート成形時に太陽電池素子であるセルの割れや薄膜電極のカケなどの発生を防ぐことができる。

一方、エチレン・ α -オレフィン共重合体の密度が0.865 g/cm³以上であると、エチレン・ α -オレフィン共重合体の結晶化速度を速くできるため、押出機より押し出されたシートがベタつきにくく、冷却ロールでの剥

離が容易になり、本発明の太陽電池封止用シートを容易に得ることができる。また、シートにベタツキが発生しにくくなるのでブロッキングの発生を抑制し、シートの繰り出し性を向上させることができる。また、十分に架橋させられるため、耐熱性の低下を抑制することができる。

[0043] a 4) ショアA硬度

第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体のショアA硬度は、60～85であることが好ましく、より好ましくは62～83、更に好ましくは62～80、特に好ましくは65～80である。エチレン・ α -オレフィン共重合体のショアA硬度は、エチレン・ α -オレフィン共重合体のエチレン単位の含有割合や密度を制御することにより、調整することができる。

本発明において、エチレン・ α -オレフィン共重合体のショアA硬度は、ASTM D2240に準拠して測定されるものである。

[0044] ショアA硬度が60以上であると、エチレン・ α -オレフィン共重合体の結晶化速度が適度になるため、押出機より押し出されたシートがベタつかず、冷却ロールでの剥離が容易であり、本発明の太陽電池封止用シートを効率的に得ることができる。また、シートにベタツキが発生しないのでブロッキングを防止でき、シートの繰り出し性が良好にある。また、耐熱性の低下を防ぐこともできる。

一方、ショアA硬度が85以下であると、高い透明性が得られる。また、低温での押出成形を容易に行うことができ、例えば130℃以下での押出成形が可能である。このため、エチレン・ α -オレフィン共重合体に有機過酸化物を練り込む場合においても、押出機内での架橋反応が進行することが抑制でき、本発明の太陽電池封止用シートの外観を良好にすることができる。また、適度な柔軟性が得られるため、太陽電池モジュールのラミネート成形時に太陽電池素子の割れや、薄膜電極のカケなどの発生を防ぐことができる。

[0045] また、第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重

合体は、更に以下 a 5) を満たすことがより好ましい。

a 5) エチレン・ α -オレフィン共重合体中のアルミニウム元素の含有量が 10~500 ppm である。

[0046] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれる、アルミニウム元素（以下、「Al」とも記す）の含有量（残渣量）は、好ましくは 10~500 ppm であり、より好ましくは 20~400 ppm、さらに好ましくは 20~300 ppm である。Al 含有量は、エチレン・ α -オレフィン共重合体の重合過程において添加する有機アルミニウムオキシ化合物や有機アルミニウム化合物の濃度に依存する。

[0047] Al 含有量が 10 ppm 以上の場合は、エチレン・ α -オレフィン共重合体の重合過程において有機アルミニウムオキシ化合物や有機アルミニウム化合物が、メタロセン化合物の活性が十分発現させられる程度の濃度で添加できるので、メタロセン化合物と反応してイオン対を形成する化合物の添加が不要となる。該イオン対を形成する化合物が添加される場合、該イオン対を形成する化合物がエチレン・ α -オレフィン共重合体中に残留することにより、電気特性の低下を起こすことがある（例えば 100℃などの高温での電気特性が低下する傾向にある）が、こうした現象を防ぐことが可能である。また、Al 含有量を少なくするためには、酸やアルカリでの脱灰処理が必要となり、得られるエチレン・ α -オレフィン共重合体中に残留する酸やアルカリが電極の腐食を起こす傾向にあり、脱灰処理を施すために、エチレン・ α -オレフィン共重合体のコストも高くなるが、こうした脱灰処理が不要となる。

また、Al 含有量が 500 ppm 以下であると、押出機内での架橋反応の進行を防止できるため、太陽電池封止用シートの外観を良好にすることができる。

[0048] 上記のような、エチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれるアルミニウム元素をコントロールする手法としては、例えば、後述のエチレン・ α -オレフィン共重合体の製造方法に記載の（I I-1）有機アルミニウムオキシ

化合物及び（１１－２）有機アルミニウム化合物の製造工程における濃度、又は、エチレン・ α -オレフィン共重合体の製造条件のメタロセン化合物の重合活性を調整することによって、エチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれるアルミニウム元素をコントロールすることができる。

[0049] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体は、 ^{13}C -NMRスペクトル及び下記式（１）から求められるＢ値が０．９～１．５であることが好ましく、０．９～１．３であることが更に好ましく、０．９５～１．３であることがより更に好ましく、０．９５～１．２であることが特に好ましく、１．０～１．２であることが最も好ましい。Ｂ値は、エチレン・ α -オレフィン共重合体を重合する際の重合触媒を変更することにより調整可能である。より具体的には、後述するメタロセン化合物を用いることで、Ｂ値が上記の数値範囲にあるエチレン・ α -オレフィン共重合体を得ることができる。

$$\text{B 値} = [\text{P}_{\text{OE}}] / (2 \times [\text{P}_\text{O}] \times [\text{P}_\text{E}]) \quad (1)$$

〔式（１）中、 $[\text{P}_\text{E}]$ はエチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれるエチレンに由来する構成単位の割合（モル分率）を示し、 $[\text{P}_\text{O}]$ はエチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれる炭素数３～２０の α -オレフィンに由来する構成単位の割合（モル分率）を示し、 $[\text{P}_{\text{OE}}]$ は全 dyad 連鎖に含まれる α -オレフィン・エチレン連鎖の割合（モル分率）を示す〕

このＢ値は、エチレン・ α -オレフィン共重合体中における、エチレン単位と α -オレフィン単位の分布状態を表す指標であり、J. C. Randall (Macromolecules, 15, 353 (1982))、J. Ray (Macromolecules, 10, 773 (1977))らの報告に基づいて求めることができる。

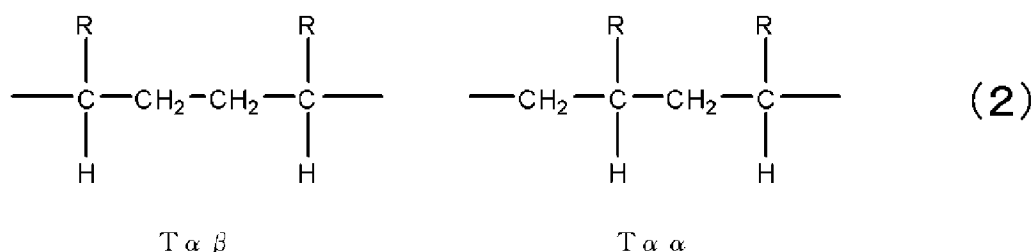
[0050] Ｂ値が０．９以上であると、低温での押出成形が容易となり、例えば１３０℃以下で押出成形を行うことができるので、押出機内での架橋反応が進行するのを抑制して、シートの外観が悪化するのを防ぐことができる。

[0051] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体の

、 ^{13}C -NMRスペクトルにおける、 $T_{\alpha\alpha}$ に対する $T_{\alpha\beta}$ の強度比（ $T_{\alpha\beta}/T_{\alpha\alpha}$ ）は、好ましくは1.5以下であり、1.2以下であることが更に好ましく、1.0以下であることがより更に好ましく、0.7以下であることが特に好ましい。 $T_{\alpha\beta}/T_{\alpha\alpha}$ は、エチレン・ α -オレフィン共重合体を重合する際の重合触媒を変更することにより調整可能である。

ここで、 ^{13}C -NMRスペクトルにおける $T_{\alpha\alpha}$ と $T_{\alpha\beta}$ は、炭素数3以上の α -オレフィンに由来する構成単位中の「 CH_2 」のピーク強度に対応する。より具体的には、下記の一般式（2）に示すように、第3級炭素に対する位置が異なる2種類の「 CH_2 」のピーク強度をそれぞれ意味している。

[0052] [化1]



[0053] $T_{\alpha\beta}/T_{\alpha\alpha}$ は以下のようにして求めることができる。エチレン・ α -オレフィン共重合体の ^{13}C -NMRスペクトルをNMR測定装置（例えば、日本電子社製の商品名「JEOL-GX270」）を使用して測定する。測定は、試料濃度が5重量%になるように調整されたヘキサクロロブタジエン/ d_6 -ベンゼン=2/1（体積比）の混合溶液を用いて、67.8MHz、25℃、 d_6 -ベンゼン（128ppm）基準で行う。測定された ^{13}C -NMRスペクトルを、リンデマンアダムスの提案（Analysis Chemistry, 43, p1245（1971））、J. C. Randall（Review Macromolecular Chemistry Physics, C29, 201（1989））に従って解析し、 $T_{\alpha\beta}/T_{\alpha\alpha}$ を求める。

[0054] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体の

、ゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）で測定した重量平均分子量（ M_w ）と数平均分子量（ M_n ）との比で表される分子量分布 M_w/M_n は、1.2～3.5の範囲にあることが好ましく、1.7～3.0の範囲にあることがさらに好ましく、1.7～2.7の範囲にあることがより好ましく、1.9～2.4の範囲にあることがとくに好ましい。エチレン・ α -オレフィン共重合体の分子量分布 M_w/M_n は、エチレン・ α -オレフィン共重合体を重合する際の重合触媒を変更することにより調整可能である。

[0055] M_w/M_n を1.2以上にすると、リビング重合的にエチレン・ α -オレフィン共重合体を重合するため触媒活性を得ることができる。あるいは、従来公知の重合方法で得られたエチレン・ α -オレフィン共重合体の低分子量成分、高分子量成分の分離が不要となるため、製造コストを低くすることができる。また、成形できる温度幅も狭く、さらに押出機での吐出量も均一になるため、均一な厚みのシートを得ることができ、シート成形が容易になる。

[0056] 一般に、分子量分布 M_w/M_n が広くなると組成分布も広くなることが知られているが、 M_w/M_n が3.5以下であると、低分子量成分が少なくなるのでシートがベタつかずブロッキングしにくくなるため、シートの繰り出し性を向上させることができる。また、低分子量成分がシート表面にブリードしてくるのを防げるため、接着性の低下を抑制することができる。

[0057] 本明細書において、重量平均分子量（ M_w ）と数平均分子量（ M_n ）との比（ M_w/M_n ）は、Waters社製のゲル浸透クロマトグラフ（商品名「Alliance GPC-2000型」）を使用し、以下のようにして測定したものである。分離カラムには、商品名「TSK gel GMH6-HT」を2本、及び商品名「TSK gel GMH6-HTL」を2本使用する。カラムサイズは、いずれも内径7.5mm、長さ300mmとし、カラム温度は140℃とし、移動相にはo-ジクロロベンゼン（和光純薬工業社製）及び酸化防止剤としてBHT（武田薬品社製）0.025重量%を用いる。移動相を1.0ml/分の速度で移動させ、試料濃度は15mg/1

0 m l とし、試料注入量は 5 0 0 μ l とし、検出器として示差屈折計を用いる。標準ポリスチレンは、分子量が $M_w < 1000$ 及び $M_w > 4 \times 10^6$ については東ソー社製のものをを用いる。また、分子量が $1000 \leq M_w \leq 4 \times 10^6$ についてはプレッシャーケミカル社製のものをを用いる。分子量は、ユニバーサル校正して、用いた各 α -オレフィンに合わせエチレン・ α -オレフィン共重合体に換算した値である。

[0058] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体の、固相抽出処理後の抽出液からイオンクロマトグラフィーにより検出される塩素イオンの含有割合は、2 p p m 以下であることが好ましく、1.5 p p m 以下であることが更に好ましく、1.2 p p m 以下であることが特に好ましい。塩素イオンの含有割合は、エチレン・ α -オレフィン共重合体を重合する際の重合触媒を変更したり、重合条件を調整したりすることにより調整することができる。

エチレン・ α -オレフィン共重合体中の塩素イオンの含有割合を 2 p p m 以下にすることで、銀などで構成される電極の腐食により、太陽電池モジュールの長期信頼性が低下する問題を防ぐことができる。なお、塩素原子を含まない重合触媒を用いることで、実質的に塩素イオンを含まないエチレン・ α -オレフィン共重合体を得ることができる。

[0059] エチレン・ α -オレフィン共重合体中の塩素イオンの含有割合は、例えば、オートクレーブなどを用いて滅菌洗浄されたガラス容器にエチレン・ α -オレフィン共重合体を約 10 g 精秤し、超純水を 100 m l 加えて密閉した後、常温で 30 分間超音波 (38 k H z) 抽出を行って得られる抽出液を使用し、ダイオネクス社製のイオンクロマトグラフ装置 (商品名「ICS-2000」) を用いて測定することができる。

[0060] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体の、酢酸メチルへの抽出量は 5.0 重量% 以下であることが好ましく、4.0 重量% 以下であることが更に好ましく、3.5 重量% 以下であることがより更に好ましく、2.0 重量% 以下であることが特に好ましい。酢酸メチルへ

の抽出量が多いことは、エチレン・ α -オレフィン共重合体に低分子量成分が多く含まれており、分子量分布又は組成分布が広がっていることを示している。そのため、エチレン・ α -オレフィン共重合体を重合する際の重合触媒を変更したり、重合条件を調整したりすることにより、酢酸メチルへの抽出量が少ないエチレン・ α -オレフィン共重合体を得ることができる。

酢酸メチルへの抽出量は、例えばエチレン・ α -オレフィン共重合体を約 10 g 程度精秤し、酢酸メチルを用いて、酢酸メチルの沸点以上の温度でソックスレー抽出を行い、抽出前後のエチレン・ α -オレフィン共重合体の重量差又は抽出溶媒を揮発させた残渣量より算出される。

[0061] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・ α -オレフィン共重合体の、示差走査熱量測定（DSC）に基づく融解ピークは30～90℃の範囲に存在することが好ましく、33～90℃の範囲に存在することがさらに好ましく、33～88℃の範囲に存在することがとくに好ましい。融解ピークが90℃以下であると、結晶化度が低くなり、得られるシートの柔軟性が高まるため、太陽電池モジュールをラミネート成形する際にセルの割れや、薄膜電極のカケの発生を防止することができる。一方、融解ピークが30℃以上であると、樹脂組成物の柔軟性を適度に高くできるため、押出成形にて封止シートを容易に得ることができる。また、シートがベタついてブロッキングするのを防止して、シートの繰り出し性の悪化を抑制することができる。

[0062] エチレン・ α -オレフィン共重合体は、チーグラ化合物、バナジウム化合物、メタロセン化合物などを触媒として用いて製造することができる。中でも以下に示す種々のメタロセン化合物を触媒として用いて製造することが好ましい。メタロセン化合物としては、例えば、特開2006-077261号公報、特開2008-231265号公報、特開2005-314680号公報などに記載のメタロセン化合物を用いることができる。ただし、これらの特許文献に記載のメタロセン化合物とは異なる構造のメタロセン化合物を使用してもよいし、二種以上のメタロセン化合物を組み合わせ使用してもよい。

[0063] メタロセン化合物を用いる重合反応としては、例えば以下に示す態様を好適例として挙げることができる。

[0064] 従来公知のメタロセン化合物（Ⅰ）と、有機アルミニウムオキシ化合物（ⅠⅠ－１）、化合物（Ⅰ）と反応してイオン対を形成する化合物（ⅠⅠ－２）、及び有機アルミニウム化合物（ⅠⅠ－３）からなる群より選択される少なくとも一種の化合物（ⅠⅠ）（助触媒ともいう）と、からなるオレフィン重合用触媒の存在下に、エチレンと α -オレフィンなどから選ばれる一種以上のモノマーを供給する。

[0065] 化合物（ⅠⅠ）としても、例えば、特開２００６－０７７２６１号公報、特開２００８－２３１２６５号公報、及び特開２００５－３１４６８０号公報などに記載のメタロセン化合物を用いることができる。ただし、これらの特許文献に記載のメタロセン化合物とは異なる構造のメタロセン化合物を使用してもよい。これら化合物は、個別に、あるいは予め接触させて重合雰囲気投入してもよい。さらに、例えば特開２００５－３１４６８０号公報などに記載の微粒子状無機酸化物担体に担持して用いてもよい。

なお、好ましくは、化合物（ⅠⅠ－２）を実質的に使用せずに製造することで、電気特性に優れるエチレン・ α -オレフィン共重合体を得ることができる。

[0066] エチレン・ α -オレフィン共重合体の重合は、従来公知の気相重合法、及びスラリー重合法、溶液重合法などの液相重合法のいずれでも行うことができる。好ましくは溶液重合法などの液相重合法により行われる。上記のようなメタロセン化合物を用いて、エチレンと炭素数３～２０の α -オレフィンとの共重合を行ってエチレン・ α -オレフィン共重合体を製造する場合、（Ⅰ）のメタロセン化合物は、反応容積１リットル当り、通常 10^{-9} ～ 10^{-1} モル、好ましくは 10^{-8} ～ 10^{-2} モルになるような量で用いられる。

[0067] 化合物（ⅠⅠ－１）は、化合物（ⅠⅠ－１）と、化合物（Ⅰ）中の全遷移金属原子（Ｍ）とのモル比〔（ⅠⅠ－１）／Ｍ〕が通常１～１００００、好ましくは１０～５０００となるような量で用いられる。化合物（ⅠⅠ－２）

は、化合物（１）中の全遷移金属（Ｍ）とのモル比 $[(11-2)/M]$ が、通常 0.5～50、好ましくは 1～20 となるような量で用いられる。化合物（１１－３）は、重合容積 1 リットル当り、通常 0～5 ミリモル、好ましくは約 0～2 ミリモルとなるような量で用いられる。

[0068] 溶液重合法では、上述のようなメタロセン化合物の存在下で、エチレンと炭素数 3～20 の α -オレフィンとの共重合を行うことによって、モノマー含量が高く、組成分布が狭く、分子量分布が狭いエチレン・ α -オレフィン共重合体を効率よく製造できる。ここで、エチレンと、炭素数 3～20 の α -オレフィンとの仕込みモル比は、通常、エチレン： α -オレフィン＝10：90～99.9：0.1、好ましくはエチレン： α -オレフィン＝30：70～99.9：0.1、さらに好ましくはエチレン： α -オレフィン＝50：50～99.9：0.1 である。

[0069] 「溶液重合法」とは、後述の不活性炭化水素溶媒中にポリマーが溶解した状態で重合を行う方法の総称である。溶液重合法における重合温度は、通常 0～200℃、好ましくは 20～190℃、さらに好ましくは 40～180℃である。溶液重合法においては、重合温度が 0℃に満たない場合、その重合活性は極端に低下し、重合熱の除熱も困難となり生産性の点で実用的でない。また、重合温度が 200℃を超えると、重合活性が極端に低下するので生産性の点で実用的でない。

[0070] 重合圧力は、通常、常圧～10MPa ゲージ圧、好ましくは常圧～8MPa ゲージ圧の条件下である。共重合は、回分式、半連続式、連続式のいずれの方法においても行うことができる。反応時間（共重合反応が連続法で実施される場合には、平均滞留時間）は、触媒濃度、重合温度などの条件によっても異なり、適宜選択することができるが、通常 1 分間～3 時間、好ましくは 10 分間～2.5 時間である。さらに、重合を反応条件の異なる 2 段以上に分けて行うことも可能である。得られるエチレン・ α -オレフィン共重合体の分子量は、重合系中の水素濃度や重合温度を変化させることによっても調節することができる。さらに、使用する化合物（１１）の量により調節す

ることができる。水を添加する場合、その量は、生成するエチレン・ α -オレフィン共重合体 1 kg あたり 0.001~5, 0.00NL 程度が適当である。また、得られるエチレン・ α -オレフィン共重合体の分子末端に存在するビニル基及びビニリデン基は、重合温度を高くすること、水素添加量を極力少なくすることで調整できる。

[0071] 溶液重合法において用いられる溶媒は、通常、不活性炭化水素溶媒であり、好ましくは常圧下における沸点が 50℃~200℃の飽和炭化水素である。具体的には、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、灯油などの脂肪族炭化水素；シクロペンタン、シクロヘキサン、メチルシクロペンタンなどの脂環族炭化水素が挙げられる。なお、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素類や、エチレンジクロリド、クロルベンゼン、ジクロロメタンなどのハロゲン化炭化水素も「不活性炭化水素溶媒」の範疇に入り、その使用を制限するものではない。

[0072] 前記したように、溶液重合法においては、従来繫用されてきた芳香族炭化水素に溶解する有機アルミニウムオキシ化合物のみならず、脂肪族炭化水素や脂環族炭化水素に溶解する MMAO のような修飾メチルアルミノキサンを使用できる。この結果、溶液重合用の溶媒として脂肪族炭化水素や脂環族炭化水素を採用すれば、重合系内や生成するエチレン・ α -オレフィン共重合体中に芳香族炭化水素が混入する可能性をほぼ完全に排除することが可能となる。すなわち、溶液重合法は、環境負荷を軽減化でき、人体健康への影響を最小化できるという特徴も有する。なお、物性値のばらつきを抑制するため、重合反応により得られたエチレン・ α -オレフィン共重合体、及び所望により添加される他の成分は、任意の方法で溶解され、混練、造粒などを施されるのが好ましい。

[0073] 第二封止シートに用いられるポリビニルチラールのマルチプロレート (MFR) が、0.05~2 g / 10 分であることが好ましく、0.1~1 g / 10 分であることがより好ましい。この MFR は、可塑性を加えた樹脂でよい。

本発明において、ポリビニルブチラルのMFRは、DIN 53735に準じて、120℃で10kg荷重をかける条件で、10分間に溶出する樹脂量を測定されるものである。

[0074] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・極性モノマー共重合体は、エチレンと極性モノマーとのランダム共重合体である。極性モノマーとしては、アクリル酸、メタクリル酸、フマル酸、イタコン酸、マレイン酸モノメチル、マレイン酸モノエチル、無水マレイン酸、無水イタコン酸などの不飽和カルボン酸、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸イソプロピル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸nブチル、アクリル酸イソオクチル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸イソブチル、マレイン酸ジメチルなどの不飽和カルボン酸エステル、アクリル酸グリシジルエステル、メタアクリル酸グリシジルエステルなどの不飽和カルボン酸グリシジルエステル、アクリル酸グリシジリエーテル、メタアクリル酸グリシジリエーテルなどの不飽和カルボン酸グリシジリエーテル、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニルのようなビニルエステルなどの一種又は二種以上などを例示することができる。

[0075] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・極性モノマー共重合体は、具体的には、エチレン・メタクリル酸共重合体のようなエチレン・不飽和カルボン酸共重合体、エチレン・無水マレイン酸共重合体、エチレン・無水イタコン酸共重合体のようなエチレン・不飽和カルボン酸無水物共重合体、エチレン・アクリル酸メチル共重合体、エチレン・アクリル酸エチル共重合体、エチレン・メタクリル酸メチル共重合体、エチレン・アクリル酸イソブチル共重合体、エチレン・アクリル酸nブチル共重合体のようなエチレン・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・アクリル酸イソブチル・メタクリル酸共重合体、エチレン・アクリル酸nブチル・メタクリル酸共重合体のようなエチレン・不飽和カルボン酸エステル・不飽和カルボン酸共重合体、エチレン・アクリル酸グリシジルエステル共重合体のようなエチレン・不飽和グリシジルエステル共重合体、エチレン・アクリル酸グリシジリエーテ

ル共重合体のようなエチレン・不飽和グリシジルエーテル共重合体、エチレン・アクリル酸グリシジルエステル・アクリル酸メチル共重合体のようなエチレン・不飽和グリシジルエステル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・アクリル酸グリシジルエーテル・アクリル酸メチル共重合体のようなエチレン・不飽和グリシジルエーテル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・酢酸ビニル共重合体のようなエチレン・ビニルエステル共重合体などが挙げられ、一種又は２種以上を混合して用いることができる。中でも、エチレン・不飽和グリシジルエステル共重合体、エチレン・不飽和グリシジルエーテル共重合体、エチレン・不飽和グリシジルエステル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・不飽和グリシジルエーテル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・ビニルエステル共重合体などが好ましい。

[0076] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・極性モノマー共重合体の極性モノマーの含有量は、１５～５０重量%であることが好ましく、より好ましくは１５～４０重量%、更に好ましくは２０～４０重量%である。極性モノマーの含有量がこの範囲にあれば、第一、第二の封止シートのアセトン及びｔ－ブチルアルコールの吸収率とショアＡ硬度とのバランスを向上し、押出成形が可能である。

[0077] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・極性モノマー共重合体は、中でも、エチレン・酢酸ビニル共重合体が好ましく、エチレン・酢酸ビニル共重合体の酢酸ビニル含有量は１５～４７重量%が好ましく、より好ましくは２０～４０重量%である。エチレン・酢酸ビニル共重合体の酢酸ビニル含有量がこの範囲であれば、第一、第二の封止シートのアセトン及びｔ－ブチルアルコールの吸収率とショアＡ硬度とのバランスを向上し、押出成形が可能である。

[0078] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・酢酸ビニル共重合体のメルトフローレート（ＭＦＲ）は５～５０ｇ／１０分であることが好ましく、より好ましくは５～３０ｇ／１０分、更に好ましくは５～２５ｇ／１０分であ

る。エチレン・極性モノマー共重合体のMFRが上記範囲であると、押出成形性が優れる。エチレン・極性モノマー共重合体のMFRは、重合反応の際の重合温度、重合圧力、並びに重合系内の極性モノマーのモノマー濃度と水素濃度のモル比率などを調整することにより、調整することができる。

本発明において、エチレン・酢酸ビニル共重合体のMFRは、ASTM D 1238に準拠し、190℃、2.16kg荷重の条件で測定されるものである。

[0079] 第二の封止シートにエチレン・酢酸ビニル共重合体を用いる場合は、エチレン・酢酸ビニル共重合体の酢酸ビニル含有量を15～47重量%、好ましくは20～40重量%とし、MFRを5～50g/10分とし、好ましくは5～30g/分にすることが特に好ましい。こうすることで、アセトン吸収率（A₂）及びt-ブチルアルコール吸収率（B₂）を好適な範囲とすることができる。

[0080] 第一、第二封止シートに用いられるエチレン・極性モノマー共重合体は、上記のようなモノマー単位を含有するものであるが該共重合体は、例えば、ラジカル発生剤の存在下、500～4000気圧、100～300℃で溶媒や連鎖移動剤の存在下又は不存在下に共重合させることにより製造し得る。またポリエチレンとグリシジル基を有する不飽和化合物とラジカル発生剤等からなる混合物を、押出機等を用いることにより溶融グラフト重合することにより製造することもできる。

[0081] 第一、第二封止シートを構成する樹脂組成物は、シランカップリング剤を含有させることもできる。シランカップリング剤は、第一、第二封止シート中、架橋性樹脂100重量部に対して0.1～2重量部を含有することが好ましく、より好ましくは0.1～1.8重量部であり、0.1～1.5重量部含有されることが更に好ましい。この範囲にすることで、接着性を向上させつつ、より確実に気泡の発生を抑制することができる。

[0082] シランカップリング剤としては、例えば、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリス（β-メトキシエトキシシラン）、

2- (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、3-グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルメチルジトリエトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、p-スチリルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、N-2- (アミノエチル) -3-アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N-2- (アミノエチル) -3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-トリエトキシシリル-N- (1, 3-ジメチルブチリデン) プロピルアミン、N-フェニル-3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-ウレイドプロピルトリエトキシシラン、3-イソシアネートプロピルトリエトキシシラン、3-メタクロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクロキシプロピルトリエトキシシラン、3-メタクロキシプロピルメチルジエトキシシラン、3-アクロキシプロピルトリメトキシシランなどを使用することができる。3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-メタクロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクロキシプロピルトリエトキシシラン、3-アクロキシプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシランは、接着性が向上するためより好ましい。

[0083] 第一、第二封止シートを構成する樹脂組成物は、有機過酸化物を含有させることもできる。本発明の太陽電池封止用シートに好ましく用いられる有機過酸化物は、押出シート成形での生産性と太陽電池モジュールのラミネート成形時の架橋速度のバランスから、有機過酸化物の1分間半減期温度が100～170℃であるものが好ましい。有機過酸化物の1分間半減期温度が100℃以上であると、シート成形を容易にし、かつ、シートの外観を良好にすることができる。また、絶縁破壊電圧の低下を防ぐことができ、透湿性の低下も防止でき、更に接着性も向上する。有機過酸化物の1分間半減期温度

が170℃以下であると、太陽電池モジュールのラミネート成形時の架橋速度の低下を抑制できるため、太陽電池モジュールの生産性の低下を防ぐことができる。また、太陽電池封止用シートの耐熱性、接着性の低下を防ぐこともできる。

[0084] 1分間半減期温度が100～170℃の範囲にある有機過酸化物の好ましい具体例としては、ジラウロイルパーオキサイド、1, 1, 3, 3-テトラメチルブチルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート、ジベンゾイルパーオキサイド、t-アミルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート、t-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート、t-ブチルパーオキシイソブチレート、t-ブチルパーオキシマレイン酸、1, 1-ジ(t-アミルパーオキシ)-3, 3, 5-トリメチルシクロヘキサン、1, 1-ジ(t-アミルパーオキシ)シクロヘキサン、t-アミルパーオキシイソノナノエート、t-アミルパーオキシノルマルオクトエート、1, 1-ジ(t-ブチルパーオキシ)-3, 3, 5-トリメチルシクロヘキサン、1, 1-ジ(t-ブチルパーオキシ)シクロヘキサン、t-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネート、t-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキシルカーボネート、2, 5-ジメチル-2, 5-ジ(ベンゾイルパーオキシ)ヘキサン、t-アミルパーオキシベンゾエート、t-ブチルパーオキシアセテート、t-ブチルパーオキシイソノナノエート、2, 2-ジ(t-ブチルパーオキシ)ブタン、t-ブチルパーオキシベンゾエート、などが挙げられる。好ましくは、ジラウロイルパーオキサイド、t-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネート、t-ブチルパーオキシアセテート、t-ブチルパーオキシイソノナノエート、t-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキシルカーボネート、t-ブチルパーオキシベンゾエートなどが挙げられる。

[0085] 第一、第二封止シートは、有機過酸化物を含有することで優れた架橋特性を有しているため、真空ラミネーターと架橋炉の二段階の接着工程を経る必要はなく、高温で短時間に完結することができる。

[0086] 第一、第二封止シート中の有機過酸化物の含有量は、架橋性樹脂100重

量部に対し、0.1～1.2重量部であることが好ましく、より好ましくは0.2～1.0重量部であり、更に好ましくは0.2～0.8重量部とすることができる。有機過酸化物の含有量が0.1重量部以上であると、太陽電池封止用シートの架橋特性の低下を抑制し、シランカップリング剤のエチレン系共重合体の主鎖へのグラフト反応を良好にして、耐熱性、接着性の低下を抑制することができる。また、有機過酸化物の含有量が1.2重量部以下であると、アセトン、*t*-ブチルアルコールその他有機過酸化物の分解生成物などの発生量がいっそう低下し、気泡の発生を確実に防止することができる。

[0087] 第一、第二封止シートを構成する樹脂組成物には、紫外線吸収剤、光安定化剤、及び耐熱安定剤からなる群より選択される少なくとも一種の添加剤が含有されることが好ましく、少なくとも二種の添加剤を含有することがより好ましく、上記三種の全てが含有されていることが更に好ましい。

[0088] これら三種の添加剤の含有量は、第一、第二封止シート中、架橋性樹脂100重量部に対して、0.005～5重量部であることが好ましい。この範囲とすることで、恒温恒湿への耐性、ヒートサイクルの耐性、耐候安定性、及び耐熱安定性を向上する効果を十分に確保し、かつ、シートの透明性や接着性の低下を防ぐことができる。

[0089] 紫外線吸収剤としては、具体的には、2-ヒドロキシ-4-ノルマル-オクチルオキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2,2-ジヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-メトキシ-4-カルボキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-N-オクトキシベンゾフェノンなどのベンゾフェノン系；2-(2-ヒドロキシ-3,5-ジ-*t*-ブチルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2-ヒドロキシ-5-メチルフェニル)ベンゾトリアゾールなどのベンゾトリアゾール系；フェニルサルチレート、*p*-オクチルフェニルサルチレートなどのサリチル酸エステル系のものが用いられる。

[0090] 光安定化剤としては、ビス(2,2,6,6-テトラメチル-4-ピペリ

ジル) セバケート、ポリ [{6- (1, 1, 3, 3-テトラメチルブチル) アミノ-1, 3, 5-トリアジン-2, 4-ジイル} { (2, 2, 6, 6-テトラメチル-4-ピペリジル) イミノ} ヘキサメチレン { (2, 2, 6, 6-テトラメチル-4-ピペリジル) イミノ}] などのヒンダードアミン系、ヒンダードピペリジン系化合物などのものが好ましく使用される。

[0091] 耐熱安定剤としては、具体的には、トリス (2, 4-ジ-tert-ブチルフェニル) ホスファイト、ビス [2, 4-ビス (1, 1-ジメチルエチル) -6-メチルフェニル] エチルエステル亜リン酸、テトラキス (2, 4-ジ-tert-ブチルフェニル) [1, 1-ビフェニル] -4, 4'-ジイルビスホスフォナイト、及びビス (2, 4-ジ-tert-ブチルフェニル) ペンタエリスリトールジホスファイトなどのホスファイト系耐熱安定剤；3-ヒドロキシ-5, 7-ジ-tert-ブチルフラン-2-オンとオキシレンとの反応生成物などのラクトン系耐熱安定剤；3, 3', 3'', 5, 5', 5''-ヘキサ-tert-ブチル-a, a', a''-(メチレン-2, 4, 6-トリイル) トリーパークレゾール、1, 3, 5-トリメチル-2, 4, 6-トリス (3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) ベンジルベンゼン、ペンタエリスリトールテトラキス [3- (3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート]、オクタデシル-3- (3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート、チオジエチレンビス [3- (3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート] などのヒンダードフェノール系耐熱安定剤；硫黄系耐熱安定剤；アミン系耐熱安定剤などを挙げることができる。また、これらを一種単独で又は二種以上を組み合わせることもできる。中でも、ホスファイト系耐熱安定剤、及びヒンダードフェノール系耐熱安定剤が好ましい。

[0092] 第一、第二封止シートは、架橋助剤を含有する樹脂組成物からなるものであってもよい。第一、第二封止シート中、架橋助剤の含有量は、架橋性樹脂100重量部に対して、0.05～5重量部であると、適度な架橋構造を有

することができ、耐熱性、機械物性、接着性を向上できるため好ましい。

[0093] 架橋助剤としては、分子内に二重結合を二個以上有する化合物を用いることができ、具体的には、 α -ブチルアクリレート、ラウリルアクリレート、セチルアクリレート、ステアリルアクリレート、2-メトキシエチルアクリレート、エチルカルビトールアクリレート、メトキシトリプロピレングリコールアクリレートなどのモノアクリレート； α -ブチルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、セチルメタクリレート、ステアリルメタクリレート、メトキシエチレングリコールメタクリレート、メトキシポリエチレングリコールメタクリレートなどのモノメタクリレート；1, 4-ブタンジオールジアクリレート、1, 6-ヘキサジオールジアクリレート、1, 9-ノナンジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、テトラエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレートなどのジアクリレート；1, 3-ブタンジオールジメタクリレート、1, 6-ヘキサジオールジメタクリレート、1, 9-ノナンジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、トリエチレングリコールジメタクリレート、ポリエチレングリコールジメタクリレートなどのジメタクリレート；トリメチロールプロパントリアクリレート、テトラメチロールメタントリアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレートなどのトリアクリレート；トリメチロールプロパントリメタクリレート、トリメチロールエタントリメタクリレートなどのトリメタクリレート；ペンタエリスリトールテトラアクリレート、テトラメチロールメタンテトラアクリレートなどのテトラアクリレート；ジビニルベンゼン、ジ- i -プロペニルベンゼンなどのジビニル芳香族化合物；トリアリルシアヌレート、トリアリルイソシアヌレートなどのシアヌレート；ジアリルフタレートなどのジアリル化合物；トリアリル化合物： p -キノンジオキシム、 p - p' -ジベンゾイルキノンジオキシ

ムなどのオキシム：フェニルマレイミドなどのマレイミドが挙げられる。これらの架橋助剤の中でより好ましいのは、ジアクリレート、ジメタクリレート、ジビニル芳香族化合物、トリメチロールプロパントリアクリレート、テトラメチロールメタントリアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレートなどのトリアクリレート；トリメチロールプロパントリメタクリレート、トリメチロールエタントリメタクリレートなどのトリメタクリレート；ペンタエリスリトールテトラアクリレート、テトラメチロールメタンテトラアクリレートなどのテトラアクリレート、トリアリルシアヌレート、トリアリルイソシアヌレートなどのシアヌレート、ジアリルフタレートなどのジアリル化合物；トリアリル化合物：p-キノンジオキシム、p-p'-ジベンゾイルキノンジオキシムなどのオキシム：フェニルマレイミドなどのマレイミドである。中でも、トリアリルイソシアヌレートが、太陽電池封止用シート中の気泡発生や架橋特性のバランスが優れるため、より好ましい。

[0094] 第一、第二封止シートを構成する樹脂組成物には、以上詳述した諸成分以外の各種成分を、本発明の目的を損なわない範囲において、適宜含有させることができる。例えば、エチレン系共重合体以外の各種ポリオレフィン、スチレン系やエチレン系ブロック共重合体、プロピレン系重合体などが挙げられる。これらは、第一、第二封止シート中、架橋性樹脂100重量部に対して、0.0001～50重量部、好ましくは0.001～40重量部含有させることができる。また、ポリオレフィン以外の各種樹脂、及び／又は各種ゴム、可塑剤、充填剤、顔料、染料、帯電防止剤、抗菌剤、防黴剤、難燃剤、及び分散剤などから選ばれる一種以上の添加剤を適宜含有することができる。

[0095] 第一、第二封止シートの厚みは、0.01～2mmが好ましく、より好ましくは、0.05～1.5mm、更に好ましくは0.1～1.2mm、より更に好ましくは0.2～1mm、特に好ましくは0.2～0.8mm、中でも0.25～0.6mmが好ましい。厚みがこの範囲内であると、ラミネート工程における、受光面側保護部材、太陽電池素子、薄膜電極などの破損が抑

制でき、かつ、十分な光線透過率を確保することにより高い光発電量を得ることができる。さらには、低温での太陽電池モジュールのラミネート成形ができるので好ましい。

[0096] 第一、第二封止シートの製造方法としては通常用いられている方法が利用できるが、カレンダール、ニードー、バンバリミキサー、押出機などにより熔融ブレンドすることにより製造することが好ましい。とくに、連続生産が可能な押出機での製造が好ましい。

[0097] 第一、第二封止シートの成形方法にはとくに制限は無いが、公知の各種の成形方法（キャスト成形、押出シート成形、インフレーション成形、射出成形、圧縮成形など）を採用することが可能である。とくに、押出機中でエチレン系共重合体と、シラソカップリング剤、有機過酸化物、紫外線吸収剤、光安定化剤、耐熱安定剤、及び必要に応じてその他添加剤を、例えば、ポリ袋などの袋の中で人力でのブレンドや、ヘンシェルミキサー、タンブラー、スパーミキサーなどの攪拌混合機を用いて、架橋性樹脂と各種添加剤を配合した組成物を、押出シート成形のホッパーに投入し、熔融混練を行いつつ押出シート成形を行い、太陽電池封止用シートを得ることが、接着性を向上させることができ、かつ、光安定剤の劣化を防いで耐候性や耐熱性などの長期信頼性が低下できるため、より好ましい。

[0098] 押出温度範囲としては、 $100 \sim 130^{\circ}\text{C}$ が好ましい。この範囲にすることで、シートの生産性を向上させつつ、外観が良好で接着性に優れた太陽電池封止用シートを得ることができる。

また、エチレン・ α -オレフィン共重合体のMFRが例えば $10\text{g}/10$ 分以下の場合、熔融樹脂を加熱した金属ロール（カレンダール）で圧延することによって所望の厚さのシートやフィルムを作製するカレンダール成形機を使用し、エチレン・ α -オレフィン共重合体と、必要に応じてシラソカップリング剤、有機過酸化物、紫外線吸収剤、光安定剤、耐熱安定剤、およびその他添加剤と、の熔融混練を行いつつカレンダール成形を行い、第一、第二封止シートを得ることができる。カレンダール成形機としては、公知の各

種カレンダー成形機を用いることができ、ミキシングロール、三本カレンダーロール、四本カレンダーロールを用いることができる。四本カレンダーロールとしては、とくに、I型、S型、逆L型、Z型、斜Z型などを用いることができる。また、カレンダーロールに掛ける前に、エチレン系樹脂組成物を適度な温度まで熱しておくことも好ましく、例えば、バンバリーミキサー、ニーダー、押出機などを設置することも好ましい実施形態の一つである。カレンダー成形の温度範囲は、ロール温度を、通常40～100℃とすることが好ましい。

[0099] 第一、第二封止シートの製造方法の一例として、架橋性樹脂を、ヘンシェルミキサーやタンブラーミキサーで、有機過酸化物を含む添加剤と共に混合して押出機に供給し、シート状に成形する方法が挙げられる。架橋性樹脂及び添加剤を、別々に押出成形機に供給し、成形機中で溶融混合しても良い。さらには、架橋性樹脂を、一度溶融混練して混合ペレットを作成し、このペレットを再度押出機に供給してシート成形しても良い。

[0100] また、第一、第二封止シートの表面には、エンボス加工が施されてもよい。エンボス加工は、第一、第二封止シートの片面に施されていても、両面に施されていてもよい。第一、第二封止シートのシート表面を、エンボス加工によって装飾することで、太陽電池封止用シート同士又は太陽電池封止用シートと他のシートなどとのブロッキングを防止しうる。さらに、エンボスが、太陽電池封止用シートの貯蔵弾性率を低下させるため、太陽電池封止用シートと太陽電池素子とをラミネートする時に太陽電池素子などに対するクッションとなって、太陽電池素子の破損を防止することができる。

[0101] 太陽電池封止用シートの単位面積当りの凹部の合計体積 V_H と、太陽電池封止用シートの見掛けの体積 V_A との百分比 $V_H/V_A \times 100$ で表される空隙率 P (%) が、10～50%であることが好ましく、10～40%であることがより好ましく、15～40%であることがさらに好ましい。なお、太陽電池封止用シートの見掛けの体積 V_A は、単位面積に太陽電池封止用シートの最大厚みを乗じることにより得られる。

[0102] 空隙率 P が10%以上であると、太陽電池封止用シートの弾性率を十分低下させることができるため、十分なクッション性を得ることができる。このため、ラミネート加工時に、例えばシリコンセルなどに対して局所的に大きな圧力が加わったとしてもシリコンセルが割れてしまうのを防止することができる。また、空隙率 P が80%以下であると、ラミネート加工の加圧時に空気を良好に脱気できるため、太陽電池モジュールの外観の悪化や電極の腐食を防ぎ、太陽電池封止用シートと被着体との接着面積が増えて、十分な接着強度を得ることができる。

[0103] 空隙率 P は、次のような計算により求めることができる。エンボス加工が施された太陽電池封止用シートの、見掛けの体積 V_A (mm^3) は、太陽電池封止用シートの最大厚み t_{max} (mm) と単位面積（例えば $1\text{ m}^2 = 1000 \times 1000 = 10^6\text{ mm}^2$ ）との積によって、下記式（3）のようにして算出される。

$$V_A (\text{mm}^3) = t_{\text{max}} (\text{mm}) \times 10^6 (\text{mm}^2) \quad (3)$$

一方、この単位面積の太陽電池封止用シートの実際の体積 V_0 (mm^3) は、太陽電池封止用シートを構成する樹脂の比重 ρ (g/mm^3) と単位面積（ 1 m^2 ）当りの太陽電池封止用シートの実際の重さ W (g) と、を下記式（4）に当てはめることにより算出される。

$$V_0 (\text{mm}^3) = W / \rho \quad (4)$$

太陽電池封止用シートの単位面積当りの凹部の合計体積 V_H (mm^3) は、下記式（5）に示されるように、「太陽電池封止用シートの見掛けの体積 V_A 」から「実際の体積 V_0 」を差し引くことによって算出される。

$$V_H (\text{mm}^3) = V_A - V_0 = V_A - (W / \rho) \quad (5)$$

したがって、空隙率（%）は次のようにして求めることができる。

$$\begin{aligned} \text{空隙率 } P (\%) &= V_H / V_A \times 100 \\ &= (V_A - (W / \rho)) / V_A \times 100 \\ &= 1 - W / (\rho \cdot V_A) \times 100 \\ &= 1 - W / (\rho \cdot t_{\text{max}} \cdot 10^6) \times 100 \end{aligned}$$

- [0104] 空隙率(%)は、上記の計算式によって求めることができるが、実際の太陽電池封止用シートの断面やエンボス加工が施された面を顕微鏡撮影し、画像処理などすることによって求めることもできる。
- [0105] 第一、第二封止シートは、それぞれ太陽電池モジュールサイズに合わせて裁断された枚葉形式、又は太陽電池モジュールを作製する直前にサイズに合わせて裁断可能なロール形式にて用いることもできる。
- [0106] 本発明の太陽電池封止シートを構成する第一、第二封止シートは、一層であってもよいし、二層以上であってもよいが、構造を単純にしてコストを下げる観点、及び層間での界面反射を極力小さくし、光を有効に活用する観点などからは、それぞれ一層であることが好ましい。第一、第二封止シートは、第一、第二封止シートのみから構成されていてもよいし、第一、第二封止シート以外の層（以下、「その他の層」とも記す）を有していてもよい。その他の層の例としては、目的で分類するならば、受光面又は裏面保護のためのハードコート層、接着層、反射防止層、ガスバリア層、防汚層などを挙げることができる。材質で分類するならば、紫外線硬化性樹脂からなる層、熱硬化性樹脂からなる層、ポリオレフィン樹脂からなる層、カルボン酸変性ポリオレフィン樹脂からなる層、フッ素含有樹脂からなる層、環状オレフィン（共）重合体からなる層、無機化合物からなる層などを挙げることができる。
- [0107] このようにして製造された第一封止シートと第二封止シートとを備える太陽電池封止用シートセットは、受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に配置させて、太陽電池素子を封止させるために用いられる。第一封止シートと第二封止シートとは、モジュールの用途に照らして種々組み合わせることができる。
- [0108] 例えば、本発明の太陽電池封止用シートセットは、受光面側封止シートと裏面側封止シートとを備える一对の封止シートセットとしてもよい。この一对の封止シートセットは、受光面側封止シートと裏面側封止シートとの構成が同一であってもよいし、受光面側封止シート及び裏面側封止シートの少な

くとも一方が複数のシートから構成されていてもよい。PID発生抑制の観点からは、少なくとも受光面側封止シートが第一封止シートを備えることが好ましく、気泡発生抑制の観点からは裏面側封止シートが第二封止シートを備えるとより好ましい。

[0109] また、第二封止シートの有する極性基は接着性に優れるため、第二封止シートが受光面側保護部材（特に、ガラス）と接して配置されるとさらに好ましい。第二封止シートが太陽電池素子や裏面側保護部材に接して配置されることで、各部材の接着性がいっそう優れた太陽電池モジュールを得ることができる。

[0110] 本発明の封止用セットには、例えば、下記例1～5のものが挙げられる。

[0111] (例1)

この例は、受光面側封止シートとして1枚の第一封止シートと、裏面側封止シートとして1枚の第二封止シートとからなる一对のシートセットである。第一封止シートを受光面側保護部材と太陽電池素子との間に配置させ、第二封止シートを太陽電池素子と裏面側保護部材との間に配置させる。第一封止シートは受光面側保護部材と太陽電池素子とそれぞれ接していることが好ましく、第二封止シートは、裏面側保護部材と太陽電池素子とそれぞれ接していることが好ましい。第一封止シート及び第二封止シートの厚みは、それぞれ0.01～2mmが好ましく、より好ましくは、0.05～1.5mm、更に好ましくは0.1～1.2mm、より更に好ましくは0.2～1mm、特に好ましくは0.2～0.8mm、中でも0.25～0.6mmが好ましい。

[0112] (例2)

この例は、受光面側封止シートとして相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートと、裏面側封止シートとして相対的に厚みの厚い第二封止シートとからなる3枚のシートセットである。この例において相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートは、受光面側保護部材と太陽電池素子との間に積層して配置されるためのものである。この場合において、相対的に厚みの薄い第一、

第二封止シートが互いに接して配置されることが好ましい。また、相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートがあらかじめ積層されたものを用いると、モジュールの製造時間を短くできるため好ましい。相対的に厚みの厚い第二封止シートは太陽電池素子と裏面側保護部材との間に配置される。相対的に厚みの厚い第二封止シートの厚みは、0.01～2mmが好ましく、より好ましくは、0.05～1.5mm、更に好ましくは0.1～1.2mm、より更に好ましくは0.2～1mm、特に好ましくは0.2～0.8mm、中でも0.25～0.6mmが好ましい。相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートは、積層したときの厚みが、0.01～2mmであることが好ましく、より好ましくは、0.05～1.5mm、更に好ましくは0.1～1.2mm、より更に好ましくは0.15～1mm、特に好ましくは0.2～0.8mm、中でも0.25～0.6mmが好ましい。

[0113] 例2のシートセットでは、第一封止シートが受光面側保護部材に接して配置され、第二封止シートが太陽電池素子の表面に接して配置されてもよいし、第二封止シートが受光面側保護部材に接して配置され、第一封止シートが太陽電池素子の表面に接して配置されてもよい。この例では、第二封止シートが太陽電池素子の受光面側に設けられているため、受光面側に発生したガスを第二封止シートに吸収させることができ、特に大型の太陽電池素子を用いた場合において受光面側における気泡の発生をより確実に抑制することができる。

[0114] (例3)

この例は、受光面側封止シートとして相対的に厚みの厚い第一封止シートと、裏面側封止シートとして相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートとからなる3枚のシートセットである。この例において、相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートは、太陽電池素子と裏面側保護部材との間に積層して配置されるためのものである。相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートは互いに接して配置されることが好ましい。また、相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートはあらかじめ積層されたものを用いると、モジュールの製造時

間を短くできるため好ましい。相対的に厚みの厚い第一封止シートは受光面側保護部材と太陽電池素子との間に配置される。相対的に厚みの厚い第一封止シートの厚みは、0.01～2mmが好ましく、より好ましくは、0.05～1.5mm、更に好ましくは0.1～1.2mm、より更に好ましくは0.2～1mm、特に好ましくは0.2～0.8mm、中でも0.25～0.6mmが好ましい。相対的に厚みの薄い第一、第二封止シートは、積層したときの厚みが、0.01～2mmであることが好ましく、より好ましくは、0.05～1.5mm、更に好ましくは0.1～1.2mm、より更に好ましくは0.15～1mm、特に好ましくは0.2～0.8mm、中でも0.25～0.5mmが好ましい。

[0115] 例3のシートセットでは、第一封止シートが裏面側保護部材に接して配置され、第二封止シートが太陽電池素子の裏面に接して配置されることが好ましい。

[0116] (例4)

この例は、1枚の第一封止シートと2枚の第二封止シートからなる3枚のシートセットである。このシートセットは、少なくとも受光面側封止シートがこのように構成されていればよく、任意の太陽電池封止用シートを裏面側封止シートとして組み合わせても良いし、この3枚のシートセット2組から構成されるシートセットとし、2組のうち一方を受光面側封止シートとし、他方を裏面側封止シートしても良い。この例において、これら3枚のシートセットは、受光面側保護部材と太陽電池素子との間に、第二封止シート、第一封止シート、第二封止シートの順で積層して配置されるものである。この場合において、3枚のシートは互いに接して配置されることが好ましい。また、受光面保護部材及び太陽電池素子は、それぞれ第二封止シートに接していることが好ましい。また、3枚のシートはあらかじめ積層されたものを用いると、モジュールの製造時間を短くできるため好ましい。第一、第二封止シートの厚みは、3枚積層したとき0.01～2mmであることが好ましく、より好ましくは、0.05～1.5mm、更に好ましくは0.1～1.2

mm、より更に好ましくは0.2～1mm、特に好ましくは0.2～0.8mm、中でも0.25～0.6mmが好ましい。この例においては、上記例2と同様に第二封止シートが太陽電池素子の受光面側に設けられているため、受光面側に発生したガスを第二封止シートに吸収させることができ、特に大型の太陽電池素子を用いた場合において受光面側における気泡の発生をより確実に抑制することができる。

[0117] 本発明の他の態様は、太陽電池モジュールである。図1は、本発明の太陽電池モジュールの一実施形態を模式的に示す断面図である。図1で示す太陽電池モジュール10は、上記例1で示す太陽電池封止用シートセットを用いて形成されるものである。受光面側保護部材14と裏面側保護部材15との間に封止層1を有し、該封止層1内に太陽電池素子13が封止されてなる。封止層1は、第一封止層11と、第二封止層12とを有する。第一封止層11及び第二封止層12の体積固有抵抗をJIS K6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで測定したとき、第一封止層11の体積固有抵抗は、第二封止層12の体積固有抵抗よりも高い。また、第二封止層12は、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基及びアセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含んでいる。また、第一封止層11が受光面側保護部材14と太陽電池素子13との間に設けられている

[0118] 第一封止層11（受光面側封止層11とも呼ぶ。）と、第二封止層12（裏面側封止層12とも呼ぶ。）の体積固有抵抗は、具体的には次のようにして測定することができる。すなわち、図示するように複数の太陽電池素子13を複数備える場合は、一つの太陽電池素子13を含む試験片を、ウォータージェットカッターなどを用いて切り出す。ついで裏面側保護部材15を剥離する。こうして受光面側保護部材14／第一封止層11／太陽電池素子13／第二封止層12の構成を有する試験片が得られる。

抵抗測定器の一方の電極を太陽電池素子13に接続し、もう片方を第二封止層12に接触することにより、第二封止層12の体積固有抵抗を測定することができる。太陽電池素子13への接続は、測定値が安定しない場合には

、太陽電池素子 13 の表面（受光面側）と裏面を短絡して接続する。

抵抗測定器の一方の電極を、上記と同様に太陽電池素子 13 に接続し、もう片方を受光面側保護部材 14 に電極サイズに合わせた導電性ゴムを介して接触することにより、第一封止層 11 の体積固有抵抗を測定することができる。この場合厳密には受光面側保護部材 14 と第一封止層 11 とをあわせた抵抗を測定していることになるが、受光面側保護部材 14 として通常用いられているソーダガラスの体積固有抵抗は $10^{10} \Omega \text{ cm}$ オーダー程度であり、本発明において好適に用いられる第一封止層 11 の抵抗は $10^{13} \Omega \text{ cm}$ オーダー以上であるから、測定値は実質的に第一封止層 11 の抵抗と等しい。

ただし、第一封止層 11 及び第二封止層 12 いずれの測定も電圧印加した後、測定値が安定せず抵抗値の増加傾向が続く場合には、1000 秒後の値を用いる。

また体積抵抗を算出する際には、第一封止層 11 及び第二封止層 12 の膜厚に関しては、それぞれ太陽電池素子 13 から剥がして、接触式の厚み測定し、5 点測定の平均値とする。剥がせない場合には、レーザ変位計を用いて封止層の 2 つの反射面の光学膜厚を測定し、封止層の実測屈折率を用いて、膜厚換算により求めても良い。また、第一封止層 11 の場合には、同様に、ガラスなど受光面側保護部材 14 ごしに、レーザ変位計を用いて封止層の 2 つの反射面を同様に計測して、屈折率は別に封止層を剥がして測定し、膜厚換算してもよい。用いるレーザ変位計はそれぞれ、封止層の 2 つの反射面間の距離が測定できる装置であれば特に指定しないが、例えばキーエンス社製レーザ変位計 LT-9000 などを用いてもよい。

[0119] 図 1 の例では、第一封止シートを受光面側保護部材 14 と太陽電池素子 13 との間に配置させて、第一封止層 11 が形成されている。また、第二封止シートを太陽電池素子 13 と裏面側保護部材 15 との間に配置させて、第二封止層 12 が形成されている。

[0120] 図 2 は、本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。図 2 で示す太陽電池モジュール 20 は、上記例 2 で示す太陽電池

封止用シートセットを用いて形成されるものである。図2の例では、第一封止シートを受光面側保護部材14に接して配置させて第一封止層11を形成し、相対的に薄い第二封止シートを太陽電池素子13の受光面に接して配置させて第二封止層12Aを形成している。相対的に厚い第二封止シートは、太陽電池素子13と裏面側保護部材15との間に配置させて、第二封止層12Bが形成されている。その他は、図1で示す太陽電池モジュール10と同じである。

[0121] 図3は、本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。図3で示す太陽電池モジュール30は、上記例2で示す太陽電池封止用シートセットを用いて形成されるものである。図3の例では、相対的に薄い第二封止シートを受光面側保護部材14に接して配置させて第二封止層12Aを形成し、相対的に薄い第一封止シート11を太陽電池素子13の受光面に接して配置させている。その他は、図2で示す太陽電池モジュール20と同じである。

[0122] 図4は、本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。図4で示す太陽電池モジュール40は、上記例3で示す太陽電池封止用シートセットを用いて形成されるものである。図4の例では、相対的に厚い第一封止シートを受光面側保護部材14と太陽電池素子13との間に配置させて第一封止層11Aを形成し、相対的に薄い第二封止シートを太陽電池素子13の裏面に接して配置させて第二封止層12を形成し、相対的に薄い第一封止シートを裏面側保護部材15に接して配置させて第一封止層11Aが形成されている。その他は、図1で示す太陽電池モジュール10と同じである。

[0123] 図5は、本発明の太陽電池モジュールの他の実施形態を模式的に示す断面図である。図5で示す太陽電池モジュール50は、上記例4で示す太陽電池封止用シートセットを2組用いて形成されるものである。図5の例では、第二、第一、第二封止シートをこの順で積層し、受光面側保護部材14と太陽電池素子13との間に配置させて、第二封止層12A、第一封止層11A、

第二封止層 1 2 B を形成する。また、太陽電池素子 1 3 と裏面側保護部材 1 5 との間にも、第二、第一、第二封止シートをこの順で積層したものを配置させて、第二封止層 1 2 C、第一封止層 1 1 B、第二封止層 1 2 D を形成する。その他は、図 1 で示す太陽電池モジュール 1 0 と同じである。

[0124] 第一封止層 1 1 (1 1 A ~ B) の体積固有抵抗 R_1 ($\Omega \text{ cm}$) と、第二封止層 1 2 (1 2 A ~ D) の体積固有抵抗 R_2 ($\Omega \text{ cm}$) との比 (R_1 / R_2) は、 $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^{10}$ が好ましく、 $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^5$ であることがより好ましい。こうすることで、太陽電池モジュール 1 0 ~ 5 0 において、P I D の発生を抑制し、かつ気泡の発生を低減することができる。

[0125] 第一封止層 1 1 (1 1 A ~ B) の体積固有抵抗 (R_1) は、好ましくは $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{18} \Omega \text{ cm}$ であり、より好ましくは $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{17} \Omega \text{ cm}$ である。また、第二封止層 1 2 の体積固有抵抗 (R_2) は、好ましくは $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{15} \Omega \text{ cm}$ であり、より好ましくは $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15} \Omega \text{ cm}$ である。 R_1 及び R_2 をこの範囲とすることで、太陽電池モジュールにおける P I D の発生をより長期化することができる。ここで受光面側の第 1 層と第 2 層を直列接続と考えた体積固有抵抗が、 $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{17} \Omega \text{ cm}$ であり、より好ましくは $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15} \Omega \text{ cm}$ であることで、太陽電池モジュール 1 0 ~ 5 0 において、P I D の発生をより長期化することができる。

[0126] 前述のとおり、第一封止層 1 1 は第一封止シートから形成し、第二封止層 1 2 は第二封止シートから形成させることができるが、架橋後の第一封止シートの体積固有抵抗が第二封止シートよりも大きくなるように第一封止シートと第二封止シートとを組み合わせることで封止層 1 を形成することで、第一封止層 1 1 の体積固有抵抗が第二封止層 1 2 の体積固有抵抗よりも高い封止層 1 を形成させることができる。

なお、体積固有抵抗を測定する際の第一封止シート及び第二封止シートの加熱加圧処理は、 150°C 、 250 Pa で 3 分間加熱減圧した後、 150°C 、 100 kPa で 15 分間加熱加圧することにより行う。また、前述のとおり

り、本明細書において体積固有抵抗は、J I S K 6 9 1 1 に準拠し、温度 1 0 0 °C、印加電圧 5 0 0 V で測定したものである。

[0127] 第二封止層 1 2 (1 2 A ~ D) は、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含んでいればよく、前述した第二封止シートを架橋させて形成させたものであればよい。

[0128] 図 1 ~ 5 で示す太陽電池モジュール 1 0 ~ 5 0 は、具体的には、結晶シリコン系の太陽電池モジュールの一例である。太陽電池素子 1 3 は、インターコネクタ 1 6 により電氣的に接続された複数の結晶シリコン系の太陽電池素子であり、受光面側保護部材 1 4 と裏面側保護部材 1 5 とで挟持されている。太陽電池素子 1 3 の受光面及び裏面には、電極（集電部材）がそれぞれ形成されており、太陽電池素子 1 3 の受光面及び裏面に形成された電極と封止層 1 とが接している。集電部材には、後述する集電線、タブ付用母線、及び裏面電極層などが含まれる。

[0129] 図 1 で示す太陽電池モジュール 1 0 は、具体的には、結晶シリコン系の太陽電池モジュールの一例である。太陽電池素子 1 3 は、インターコネクタ 1 6 により電氣的に接続された複数の結晶シリコン系の太陽電池素子であり、受光面側保護部材 1 4 と裏面側保護部材 1 5 とで挟持されている。受光面側保護部材 1 4 と複数の太陽電池素子 1 3 との間に、第一封止層 1 1 が充填されており、裏面側保護部材 1 5 と複数の太陽電池素子 1 3 との間に、第二封止シートから形成された第二封止層 1 2 が充填されている。第一封止層 1 1 及び第二封止層 1 2 は、J I S K 6 9 1 1 に準拠し、温度 1 0 0 °C、印加電圧 5 0 0 V で測定した体積固有抵抗が、第二封止層 1 2 よりも第一封止層 1 1 が高くなっていればよいが、第一封止層 1 1 は、前述した第一封止シートを架橋させて形成させることが好ましく、裏面側保護部材 1 5 は、前述した第二封止シートを架橋させて形成させることが好ましい。太陽電池素子 1 3 の受光面に形成された電極と第一封止層 1 1 が接しており、太陽電池素子 1 3 の裏面に形成された電極と第二封止層 1 2 とが接している。電極とは、

太陽電池素子 1 3 の受光面及び裏面にそれぞれ形成された集電部材であり、後述する集電線、タブ付用母線、及び裏面電極層などを含む。

[0130] 図 6 は、太陽電池素子の受光面と裏面の一構成例を模式的に示す平面図である。図 6 においては、太陽電池素子 1 3 の受光面 1 3 A と裏面 1 3 B の構成の一例が示されている。図 6 (A) に示されるように、太陽電池素子 1 3 の受光面 1 3 A には、ライン状に多数形成された集電線 3 2 と、集電線 3 2 から電荷を収集するとともに、インターコネクタ 1 6 (図 1 ~ 5) と接続されるタブ付用母線 (バスバー) 3 4 A と、が形成されている。また、図 6 (B) に示されるように、太陽電池素子 1 3 の裏面 1 3 B には、全面に導電層 (裏面電極) 3 6 が形成され、その上に導電層 3 6 から電荷を収集するとともに、インターコネクタ 1 6 (図 1 ~ 5) と接続されるタブ付用母線 (バスバー) 3 4 B が形成されている。集電線 3 2 の線幅は、例えば 0.1 mm 程度であり；タブ付用母線 3 4 A の線幅は、例えば 2 ~ 3 mm 程度であり；タブ付用母線 3 4 B の線幅は、例えば 5 ~ 7 mm 程度である。集電線 3 2、タブ付用母線 3 4 A 及びタブ付用母線 3 4 B の厚みは、例えば 20 ~ 50 μ m 程度である。

[0131] 集電線 3 2、タブ付用母線 3 4 A、及びタブ付用母線 3 4 B は、導電性が高い金属を含むことが好ましい。このような導電性の高い金属の例には、金、銀、銅などが含まれるが、導電性や耐腐食性が高い点などから、銀や銀化合物、銀を含有する合金などが好ましい。導電層 3 6 は、導電性の高い金属だけでなく、受光面で受けた光を反射させて太陽電池素子の光電変換効率を向上させるという観点などから、光反射性の高い成分、例えばアルミニウムを含むことが好ましい。集電線 3 2、タブ付用母線 3 4 A、タブ付用母線 3 4 B、及び導電層 3 6 は、太陽電池素子 1 3 の受光面 1 3 A 又は裏面 1 3 B に、上記導電性の高い金属を含む導電材塗料を、例えばスクリーン印刷により 50 μ m の塗膜厚さに塗布した後、乾燥し、必要に応じて例えば 600 ~ 700 °C で焼き付けすることにより形成される。

[0132] 受光面側保護部材 1 4 は、受光面側に配置されることから、透明である必

要がある。表面側保護部材 14 の例には、透明ガラス板や透明樹脂フィルムなどが含まれる。一方、裏面側保護部材 15 は透明である必要はなく、その材質はとくに限定されない。裏面側保護部材 15 の例にはガラス基板やプラスチックフィルムなどが含まれる。プラスチックフィルムの材料としては、ポリエステル樹脂、フッ素樹脂、アクリル樹脂、環状オレフィン（共）重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体などからなる樹脂フィルムが挙げられる。

[0133] 樹脂フィルムは、好ましくは、透明性、強度、コストなどの点で優れたポリエステル樹脂、とくにポリエチレンテレフタレート樹脂や、耐候性のよいフッ素樹脂などである。フッ素樹脂の例としては、四フッ化エチレン-エチレン共重合体（ETFE）、ポリフッ化ビニル樹脂（PVF）、ポリフッ化ビニリデン樹脂（PVDF）、ポリ四フッ化エチレン樹脂（TFE）、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体（FEP）、ポリ三フッ化塩化エチレン樹脂（CTFE）がある。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、耐候性及び機械的強度の両立では四フッ化エチレン-エチレン共重合体が優れている。また、他の層を構成する材料との接着性の改良のために、コロナ処理、プラズマ処理を受光面側保護部材に行うことが望ましい。また、機械的強度向上のために延伸処理が施してあるシート、例えば 2 軸延伸のポリプロピレンシートを用いることも可能である。

[0134] 表面側保護部材 14 としてガラス基板を用いる場合、ガラス基板は、波長 350～1400 nm の光の全光線透過率が 80% 以上であることが好ましく、90% 以上であることがより好ましい。かかるガラス基板としては、赤外部の吸収の少ない白板ガラスを使用するのが一般的であるが、青板ガラスであっても厚さが 3 mm 以下であれば太陽電池モジュールの出力特性への影響は少ない。また、ガラス基板の機械的強度を高めるために熱処理により強化ガラスを得ることができるが、熱処理無しのフロート板ガラスを用いてもよい。また、ガラス基板の受光面側に反射を抑えるために反射防止のコーティングをしてもよい。

[0135] 太陽電池モジュール 10～50 に用いられる裏面側保護部材 15 は、とくに制限はないが、太陽電池モジュール 10～50 の最表層に位置するため、上述の受光面側保護部材 14 と同様に、耐候性、機械強度などの諸特性を求められる。したがって、受光面側保護部材 14 と同様の材質で裏面側保護部材 15 を構成してもよい。すなわち、受光面側保護部材 14 として用いられる上述の各種材料を、裏面側保護部材 15 としても用いることができる。とくに、ポリエステル樹脂、及びガラスを好ましく用いることができる。また、裏面側保護部材 15 は、太陽光の通過を前提としないため、受光面側保護部材 14 で求められる透明性は必ずしも要求されない。そこで、太陽電池モジュール 10 の機械的強度を増すために、あるいは温度変化による歪、反りを防止するために、補強板を張り付けてもよい。補強板は、例えば、鋼板、プラスチック板、FRP（ガラス繊維強化プラスチック）板などを好ましく使用することができる。

[0136] 裏面側保護部材 15 は、本発明の太陽電池封止用シートのうち第二封止シートと一体化していてもよい。第二封止シートと裏面側保護部材 15 とを一体化させることにより、モジュール組み立て時に第二封止シート及び裏面側保護部材 15 をモジュールサイズに裁断する工程を短縮できる。また、第二封止シートと裏面側保護部材 15 とをそれぞれレイアップする工程を、一体化したシートでレイアップする工程にすることで、レイアップ工程を短縮・省略することもできる。第二封止シートと裏面側保護部材 15 とを一体化させる場合における、第二封止シートと裏面側保護部材 15 の積層方法は、とくに制限されない。積層方法には、キャスト成形機、押出シート成形機、インフレーション成形機、射出成形機などの公知の溶融押出機を用いて共押出して積層体を得る方法や、予め成形された一方の層上に、他方の層を溶融あるいは加熱ラミネートして積層体を得る方法が好ましい。

[0137] 太陽電池モジュール 10～50 に用いられる電極の構成及び材料は、とくに限定されないが、具体的な例では、透明導電膜と金属膜の積層構造を有する。透明導電膜は、 SnO_2 、ITO、ZnO などからなる。金属膜は、銀、

[0140] 工程 (i) において、第一、第二封止シートに凹凸形状（エソボス形状）が形成されている場合は、凹凸面が太陽電池素子 13 側になるように配置す

ることが好ましい。

[0141] 工程 (ii) においては、工程 (i) で得られた積層体を、常法に従って真空ラミネーター、又は熱プレスを用いて、加熱及び加圧して一体化（封止）する。

真空ラミネーターを用いる場合、例えば、温度 $125 \sim 160^{\circ}\text{C}$ 、真空圧 300 Pa 以下の条件で $3 \sim 6$ 分間真空・加熱し、次いで、 100 kPa で加圧を $1 \sim 15$ 分間程度行う。その後に、例えば、トンネル式の連続式架橋炉又は棚段式のバッチ式架橋炉を用いて、 $130 \sim 155^{\circ}\text{C}$ で $20 \sim 60$ 分程度で、第一、第二封止シートの架橋処理を行っても良い。又は、真空ラミネーターにおける加熱温度を $145 \sim 170^{\circ}\text{C}$ とし、大気圧による加圧時間を $6 \sim 30$ 分として、真空ラミネーターで架橋処理も行うこともできる。さらに、この後に、上記と同様にして架橋処理を行っても良い。この架橋処理工程は、工程 (ii) と同時に行ってもよいし、工程 (ii) の後に行ってもよい。

[0142] 第一、第二封止シートの架橋処理工程を工程 (ii) の後に行う場合、工程 (ii) において温度 $125 \sim 160^{\circ}\text{C}$ 、真空圧 1.33 kPa 以下の条件で $3 \sim 6$ 分間真空・加熱し、次いで、大気圧による加圧を $1 \sim 15$ 分間程度行い、上記積層体を一体化する。工程 (ii) の後に行う架橋処理は、一般的な方法により行うことができ、例えば、トンネル式の連続式架橋炉を用いてもよいし、棚段式のバッチ式架橋炉を用いてもよい。また、架橋条件は、通常、 $130 \sim 155^{\circ}\text{C}$ で $20 \sim 60$ 分程度である。

[0143] 一方、架橋処理工程を工程 (ii) と同時に行う場合、工程 (ii) における加熱温度を $145 \sim 170^{\circ}\text{C}$ とし、大気圧による加圧時間を $6 \sim 30$ 分とすること以外は、架橋処理工程を工程 (ii) の後に行う場合と同様にして行うことができる。

[0144] 太陽電池モジュール 10 の製造は、架橋剤が実質的に分解せず、かつ本発明の第一、第二封止シートが溶融するような温度で、太陽電池素子 13 及び受光面側保護部材 14 に第一封止シートを仮接着し、太陽電池素子 13 及び

裏面保護部材 15 に第二封止シートを仮接着し、次いで昇温して十分な接着と封止シートの架橋を行えばよい。諸条件を満足できるような添加剤処方を選べばよく、例えば、上記架橋剤及び上記架橋助剤などの種類及び含浸量を選択すればよい。

[0145] このようにして製造した太陽電池モジュール 10 の外枠にアルミフレームなどを設けて強度を保持してもよい。また、安全上の観点からアルミフレームはアース（接地）させることが好ましい。前述の太陽電池モジュールは、数台から数十台を直列につなぎ、住宅用の小規模な太陽電池システムや、メガソーラーと呼ばれる大規模な太陽電池システムを構築することもできる。

[0146] 本発明の太陽電池モジュールは、本発明の目的を損なわない範囲で、任意の部材を適宜有してもよい。典型的には、接着層、衝撃吸収層、コーティング層、反射防止層、裏面再反射層、光拡散層などを設けることができるが、これらに限定されない。これらの層を設ける位置にはとくに限定はなく、そのような層を設ける目的、及び、そのような層の特性を考慮し、適切な位置に設けることができる。

[0147] また、適当な接着剤（例えば、無水マレイン酸変性ポリオレフィン樹脂（三井化学社製の商品名「アトマー」（登録商標））、三菱化学社製の商品名「モザイク」（登録商標）など）、不飽和ポリオレフィンなどの低（非）結晶性軟質重合体、エチレン／アクリル酸エステル／無水マレイン酸三元共重合体（住化シーアイエフ化学社製の商品名「ボンダイン」（登録商標））など）をはじめとするアクリル系接着剤、エチレン／酢酸ビニル系共重合体、又はこれらを含む接着性樹脂組成物など）を用いたドライラミネート法、あるいはヒートラミネート法などにより積層してもよい。

[0148] 接着剤としては、120～150℃程度の耐熱性があるものが好ましく、具体的にはポリエステル系又はポリウレタン系接着剤などが好ましい。また、二つの層の接着性を向上させるために、少なくとも一方の層に、例えばシリコン系カップリング処理、チタン系カップリング処理、コロナ処理、プラズマ処理などを施してもよい。

[0149] 本発明の太陽電池モジュールは、生産性、発電効率、寿命などに優れている。このため、このような太陽電池モジュールを用いた発電設備は、コスト、発電効率、寿命などに優れ、実用上高い価値を有する。上記の発電設備は、家屋の屋根に設置する、キャンプなどのアウトドア向けの移動電源として利用する、自動車バッテリーの補助電源として利用するなどの、屋外、屋内を問わず長期間の使用に好適である。

[0150] この太陽電池モジュールによれば、極性基を有する封止層を有するため、使用時に温度上昇することで発生するガスを封止層で吸収することができるため、封止層が変形したりするようなトラブルを回避することができ、太陽電池の外観を損なうこともなく、セルの割れを防止することができ、コストなどの経済性にも優れる。また、この太陽電池モジュールによれば、受光面側に抵抗の高い封止層を有するため、太陽電池アレイとした際に、フレームと太陽電池素子間に高電圧を印加した状態を維持しても、PIDの発生を大幅に抑制することができる。

[0151] 以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

実施例 1

[0152] 以下、本発明を実施例に基づいて具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0153] (1) 測定方法

[MFR]

ASTM D1238に準拠し、190℃、2.16kg荷重の条件にて測定した。

[0154] [アルミニウム元素の含有量]

エチレン・ α -オレフィン共重合体を湿式分解した後、純水にて定容し、ICP発光分析装置（島津製作所社製、ICPS-8100）により、アルミニウムを定量し、アルミニウム元素の含有量を求めた。

[0155] [ショアA硬度]

エチレン・ α -オレフィン共重合体を190℃、加熱4分、10MPaで加圧した後、10MPaで常温まで5分間加圧冷却して3mm厚のシートを得た。得られたシートを用いて、ASTM D2240に準拠してエチレン・ α -オレフィン共重合体のショアA硬度を測定した。

[0156] [密度]

ASTM D1505に準拠して、エチレン・ α -オレフィン共重合体の密度を測定した。

[0157] [B値]

上述の ^{13}C -NMRスペクトルより、下記式(1)に従ってエチレン・ α -オレフィン共重合体の「B値」を算出した。

$$\text{B値} = [\text{P}_{\text{OE}}] / (2 \times [\text{P}_0] \times [\text{P}_\text{E}]) \quad \dots (1)$$

(式(1)中、 $[\text{P}_\text{E}]$ はエチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれるエチレンに由来する構成単位の割合(モル分率)を示し、 $[\text{P}_0]$ はエチレン・ α -オレフィン共重合体に含まれる炭素数3~20の α -オレフィンに由来する構成単位の割合(モル分率)を示し、 $[\text{P}_{\text{OE}}]$ は全 dyad 連鎖に含まれる α -オレフィン・エチレン連鎖の割合(モル分率)を示す)

[0158] [$\text{T}\alpha\beta/\text{T}\alpha\alpha$]

前述の文献の記載を参考にし、上述の ^{13}C -NMRスペクトルよりエチレン・ α -オレフィン共重合体の「 $\text{T}\alpha\beta/\text{T}\alpha\alpha$ 」を算出した。

[0159] [分子量分布 Mw/Mn]

Waters社製のゲル浸透クロマトグラフ(商品名「Alliance GPC-2000型」)を使用し、以下のようにして測定した。分離カラムには、商品名「TSKgel GMH6-HT」を2本、及び商品名「TSKgel GMH6-HTL」を2本使用した。カラムサイズは、いずれも内径7.5mm、長さ300mmとし、カラム温度は140℃とし、移動相には o -ジクロロベンゼン(和光純薬工業社製)及び酸化防止剤としてBHT(武田薬品社製)0.025重量%を用いた。移動相を1.0ml/分の速度で移動させ、試料濃度は15mg/10mlとし、試料注入量は50

0 μlとし、検出器として示差屈折計を用いた。標準ポリスチレンは、分子量が $M_w < 1000$ 及び $M_w > 4 \times 10^6$ については東ソー社製のものを用いた。また、分子量が $1000 \leq M_w \leq 4 \times 10^6$ についてはプレッシャーケミカル社製のものを用いた。分子量は、ユニバーサル校正して、用いた各 α -オレフィンに合わせエチレン・ α -オレフィン共重合体に換算した。

[0160] [塩素イオンの含有割合]

オートクレーブを用いて滅菌洗浄されたガラス容器にエチレン・ α -オレフィン共重合体を約10g精秤し、超純水を100ml加えて密閉した後、常温で30分間超音波（38kHz）抽出を行って得られる抽出液を使用し、ダイオネクス社製のイオンクロマトグラフ装置（商品名「ICS-2000」）を用いて測定した。

[0161] [酢酸メチルへの抽出量]

エチレン・ α -オレフィン共重合体を約10g程度精秤し、酢酸メチルを用いて、温水バス温度90℃でソックスレー抽出を3時間行い、抽出前後のエチレン・ α -オレフィン共重合体の重量差又は抽出溶媒を揮発させた残渣量より算出した。

[0162] [体積固有抵抗]

太陽電池封止用シートの第一、第二封止シートをそれぞれ10cm×10cmのサイズに裁断した後、150℃、真空圧250Paで3分、150℃、加圧圧力100kPaで15分の条件下、ラミネート装置（NPC社製、LM-110X160S）でラミネートして測定用の架橋シートを作製した。作製した架橋シートの体積固有抵抗（ $\Omega \cdot \text{cm}$ ）を、JIS K6911に準拠し、印加電圧500Vで測定した。なお、測定時、高温測定チャンバー「12708」（アドバンスト社製）を用いて温度 $100 \pm 2^\circ\text{C}$ とし、微小電流計「R8340A」（アドバンスト社製）を使用した。

[0163] [アセトン、*t*-ブタノールの吸収率]

太陽電池封止シートの第一、第二封止シートをそれぞれ10cm×10cmのサイズに裁断した後、150℃、真空圧250Paで3分、加圧圧力1

00kPaで15分の条件下、ラミネート装置（NPC社製、LM-110X160S）でラミネートして測定用の厚さ0.5mmの架橋シートを作製した。得られた架橋処理後のシートを密閉容器の入るように入断し、精密天秤で約1gを秤量した。秤量後、シートを100mlの密閉容器にアセトンを10mlに、23℃、1時間浸漬した。1時間後、キムワイプなどでシート表面に付着しているアセトンをふき取り、試験後のシートを精密天秤で秤量した。この試験前後の重量差より、アセトンの吸収率を算出した。t-ブタノールについては、t-ブタノールの浸漬温度を30℃に変更した以外は同様にして、t-ブタノールの吸収率を算出した。

[0164] (2) エチレン・ α -オレフィン共重合体の合成

(合成例1)

攪拌羽根を備えた内容積50Lの連続重合器の一つの供給口に、共触媒としてメチルアルミノキサンのトルエン溶液を8.0mmol/hr、主触媒としてビス(1,3-ジメチルシクロペンタジエニル)ジルコニウムジクロライドのヘキサンスラリーを0.025mmol/hr、トリイソブチルアルミニウムのヘキサノール溶液を0.5mmol/hrの割合で供給し、触媒溶液と重合溶媒として用いる脱水精製したノルマルヘキサンの合計が20L/hrとなるように脱水精製したノルマルヘキサンを連続的に供給した。同時に重合器の別の供給口に、エチレンを3kg/hr、1-ブテンを15kg/hr、水素を5NL/hrの割合で連続供給し、重合温度90℃、全圧3MPaG、滞留時間1.0時間の条件下で連続溶液重合を行った。重合器で生成したエチレン・ α -オレフィン共重合体のノルマルヘキサン/トルエン混合溶液は、重合器の底部に設けられた排出口を介して連続的に排出させ、エチレン・ α -オレフィン共重合体のノルマルヘキサン/トルエン混合溶液が150~190℃となるように、ジャケット部が3~25kg/cm²スチームで加熱された連結パイプに導いた。なお、連結パイプに至る直前には、触媒失活剤であるメタノールが注入される供給口が付設されており、約0.75L/hrの速度でメタノールを注入してエチレン・ α -オレフィン共重

合体のノルマルヘキサン／トルエン混合溶液に合流させた。スチームジャケット付き連結パイプ内で約190℃に保温されたエチレン・ α -オレフィン共重合体のノルマルヘキサン／トルエン混合溶液は、約4.3 MPa Gを維持するように、連結パイプ終端部に設けられた圧力制御バルブの開度の調整によって連続的にフラッシュ槽に送液された。なお、フラッシュ槽内への移送においては、フラッシュ槽内の圧力が約0.1 MPa G、フラッシュ槽内の蒸気部の温度が約180℃を維持するように溶液温度と圧力調整バルブ開度設定が行われた。その後、ダイス温度を180℃に設定した単軸押出機を通し、水槽にてストランドを冷却し、ペレットカッターにてストランドを切断し、ペレットとしてエチレン・ α -オレフィン共重合体を得た。収量は2.2 kg/h rであった。物性を表1に示す。

[0165] (合成例2)

主触媒としての[ジメチル(t-ブチルアミド)(テトラメチルー η 5-シクロペンタジエニル)シラン]チタンジクロライドのヘキサン溶液を0.012 mmol/h r、共触媒としてのトリフェニルカルベニウム(テトラキスペンタフルオロフェニル)ボレートのトルエン溶液を0.05 mmol/h r、トリイソブチルアルミニウムのヘキサン溶液を0.4 mmol/h rの割合でそれぞれ供給するとともに、1-ブテンを5 kg/h r、水素を100 NL/h rの割合で供給した以外は、前述の合成例1と同様にしてエチレン・ α -オレフィン共重合体を得た。収量は1.3 kg/h rであった。物性を表1に示す。

[0166] (合成例3)

主触媒としてビス(p-トリル)メチレン(シクロペンタジエニル)(1, 1, 4, 4, 7, 7, 10, 10-オクタメチルー1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10-オクタヒドロジベンズ(b, h)-フルオレニル)ジルコニウムジクロライドのヘキサン溶液を0.003 mmol/h r、共触媒としてのメチルアルミノキサンのトルエン溶液を3.0 mmol/h r、トリイソブチルアルミニウムのヘキサン溶液を0.6 mmol/h rの割合でそれぞれ

れ供給したこと；エチレンを4.3 kg/h rの割合で供給したこと；1－ブテンの代わりに1－オクテンを6.4 kg/h rの割合で供給したこと；1－オクテンと触媒溶液と重合溶媒として用いる脱水精製したノルマルヘキサンの合計が20 L/h rとなるように脱水精製したノルマルヘキサンを連続的に供給したこと；水素を60 NL/h rの割合で供給したこと；及び重合温度を130℃にしたこと以外は、合成例1と同様にしてエチレン・ α －オレフィン共重合体を得た。収量は4.3 kg/h rであった。物性を表1に示す。

[0167] [表1]

表1

	合成例1	合成例2	合成例3
α －オレフィンの種類	1－ブテン	1－ブテン	1－オクテン
α －オレフィン単位の含有割合[mol%]	14	17	11
エチレン単位の含有割合[mol%]	86	83	89
MFR[g/10分]	20	11	48
Al残渣量[ppm]	102	8	23
密度[g/cm ³]	0.870	0.866	0.884
ショアA硬度[－]	70	62	84
B値[－]	1.11	1.07	1.16
T $\alpha\beta$ /T $\alpha\alpha$ [－]	<0.01	0.4	<0.01
Mw/Mn[－]	2.2	2.2	2.1
塩素イオン含有割合[ppm]	1	0.4	0.1
酢酸メチル抽出量[重量%]	0.7	1.8	0.8

[0168] (3) 変性ポリビニルブチラル樹脂の合成

(合成例4)

エチレン含有量15モル%、けん化度98モル%、平均重合度1700のポリビニルアルコール（クラレ社製、PVA-117）100gを蒸留水に溶解し、濃度10重量%のポリビニルアルコール水溶液を得た。この水溶液を40℃にした状態でアンカー型攪拌翼を用いて攪拌しながら35重量%塩酸を32g添加後、ブチルアルデヒド60gを滴下した。水溶液中にポリビニルブチラル樹脂が析出したことを確認した後、さらに35重量%塩酸を64g添加しながら50℃まで昇温して4時間攪拌して反応を完結させ、変

性ポリビニルブチラル樹脂の分散液を得た。得られた分散液を冷却し、30重量%水酸化ナトリウム水溶液により分散液のpHを7.5まで中和し、ろ過後、対ポリマー20倍量の蒸留水で水洗／乾燥して平均重合度1700、アセタール化度65モル%の変性ポリビニルブチラル樹脂を得た。

[0169] (4) 第一、第二封止シート

(製造例1)

合成例1のエチレン・ α -オレフィン共重合体100重量部に対し、エチレン性不飽和シラン化合物として γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシランを0.5重量部、有機過酸化物として1分間半減期温度が166℃のt-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキシルカーボネートを1.0重量部、架橋助剤としてトリアリルイソシアヌレート1.2重量部、紫外線吸収剤として2-ヒドロキシ-4-ノルマル-オクチルオキシベンゾフェノン0.4重量部、ラジカル捕捉剤としてビス(2,2,6,6-テトラメチル-4-ピペリジル)セバケート0.2重量部、及び耐熱安定剤1としてトリス(2,4-ジ-tert-ブチルフェニル)ホスファイト0.05重量部、耐熱安定剤2としてオクタデシル-3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート0.1重量部を配合した。サーモ・プラスチック社製の単軸押出機(スクリー径20mm ϕ 、L/D=28)にコートハンガー式T型ダイス(リップ形状:270 $\times$ 0.8mm)を装着し、ダイス温度100℃の条件下、ロール温度30℃、巻き取り速度1.0m/minで、第1冷却ロールにエンボスロールを用いて成形を行い、厚み0.5mmのエンボス加工された封止シートを得た。得られたシートの空隙率は28%であった。

[0170] (製造例2)

ビニル酢酸を26重量%含有し、MFRが15g/10分であるエチレン・ビニル酢酸重合体100重量部に対し、下記に示す添加剤を配合し、100℃で5分間、30rpmの条件で、ラボプラストミル(東洋精機社製)で混練し、エチレン・ビニル酢酸重合体を含む樹脂組成物(表2中EVA)を

得た。真空ラミネーターを用いて、得られた組成物を厚み0.5 mmの25×25センチの開口部をもつSUS製の金属枠を用いて枠の内部のシートをセットし、熱盤温度100℃で真空時間3分、加圧時間10分にて、厚み0.5 μmの平坦な封止シートを作製した。

＜有機過酸化物＞ 2,5-ジメチル-2,5-ビス(t-ブチルパーオキシ)ヘキサン 1.3重量部

＜架橋助剤＞ トリアリルイソシアヌレート 1.5重量部

＜エチレン性不飽和シラン化合物＞ γ-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン 0.3重量部

＜ラジカル捕捉剤＞ ビス(2,2,6,6-テトラメチル-4-ピペリジル)セバケート 0.1重量部

＜紫外線吸収剤＞ 2-ヒドロキシ-4-n-オクチルオキシベンゾフェノン 0.2重量部

＜耐熱安定剤1＞ ブチルヒドロキシトルエン 0.01重量部

[0171] (製造例3、4)

表2に示す配合とした以外は実施例1と同様にしてエンボス加工された封止シートを得た。得られたシートの空隙率はいずれも28%であった。

[0172] (製造例5)

合成例4の変性ポリビニルブチラル樹脂100質量部、可塑剤としてトリエチレングリコールジ-2-エチルヘキサネート45質量部を160℃で10分間、100rpmの条件で、ラボプラストミル(東洋精機社製)で混練し、変性ポリビニルブチラル樹脂組成物(表2中PVB)を得た。得られた組成物のMFRは0.6g/10分であった。空ラミネーターを用いて、得られた組成物を厚み0.5 mmの25×25センチの開口部をもつSUS製の金属枠を用いて枠の内部のシートをセットし熱盤温度100℃で真空時間3分、加圧時間10分にて、厚み0.5 mmの平坦なシートを作製した。

[0173]

[表2]

表2

			製造例1	製造例2	製造例3	製造例4	製造例5
配合 (重量部)	エチレン・ α -オレフィン共重合体	合成例1	100				
		合成例2			100		
		合成例3				100	
	EVA			100			
	PVB(合成例4)						100
	エチレン性不飽和シラン化合物		0.5	0.3	0.5	0.5	
	有機過酸化化物		1.0	1.3	1.0	1.0	
	架橋助剤		1.2	1.5	1.2	1.2	
	紫外線吸収剤		0.4	0.2	0.4	0.4	
	ラジカル捕捉剤		0.2	0.1	0.2	0.2	
	耐熱安定剤1		0.05	0.01	0.05	0.1	
	耐熱安定剤2		0.1		0.1	0.1	
評価	100°Cでの体積固有抵抗値($\Omega \cdot \text{cm}$)		2.0×10^{15}	3.2×10^{12}	1.2×10^{15}	4.2×10^{15}	$\leq 1 \times 10^6$
	アセトン吸収率(重量%)		3.2	22.4	3.6	3.0	163
	t-ブタノール吸収率(重量%)		2.3	11.2	2.5	2.2	22.5

[0174] (実施例1～4、比較例1、2)

製造例1～5の封止シートを表3で示すように組み合わせて一対の太陽電池封止用シートを用意し、下記で示すようにモデルのモジュールを作製して、「PID評価」、「気泡」、「太陽電池素子の割れ」について評価した。結果を表3に示す。また、第一封止シートの体積固有抵抗 R_1 と第二封止シートの体積固有抵抗 R_2 との比(R_1/R_2)、第二封止シートのアセトンの吸収率(A_2)と第一封止シートのアセトンの吸収率(A_1)との差($A_2 - A_1$)、及び、第二封止シートのt-ブタノールの吸収率(B_2)と第一封止シートのt-ブタノールの吸収率(B_1)との差($B_2 - B_1$)も合わせて表3に示した。

[0175] (5) 評価

[PID評価]

第一封止シートを受光面側保護部材と太陽電池素子との間にセットし、太陽電池素子と裏面側保護部材との間には、第二封止シートをセットして、真空ラミネータを用いて太陽電池モジュールを作製し、PID評価を実施した。評価用モジュールに用いた構成は、太陽電池素子として単結晶セルを用い18セル直列接続した小モジュールとした。受光面側保護部材には、24×

21 cmにカットした旭硝子ファブリテック社製の白板フロートガラス3.2 mm厚みのエンボス付き熱処理ガラスを用いた。太陽電池素子は、受光面側のバスバー銀電極を中央にして5×3 cmにカットしたセル（Shinsung Solar社製の単結晶セル）を用いた。このセルを銅箔に共晶ハンダを表面コートされた銅リボン電極を用いて18セル直列接続した。裏面側保護部材として、シリカ蒸着PETを含むPET系バックシートを用い、バックシートの一部にセルからの取り出し部位にカッターナイフで約2 cm切り込みを入れ18セル直列接続したセルのプラス端子とマイナス端子を取り出し、真空ラミネータ（NPC社製：LM-110×160-S）を用いて熱盤温度150℃、真空時間3分、加圧時間15分にてラミネートした。その後、ガラスからはみ出した封止シート、バックシートをカットし、ガラスエッジには端面封止材を付与して、アルミフレームを取り付けた後、バックシートから取り出した端子部分の切れ込み部位はRTVシリコーンを付与して硬化させた。このミニモジュールのプラス端子とマイナス端子を短絡し、電源の高圧側ケーブルを接続した。また電源の低圧側のケーブルはアルミフレームに接続し、アルミフレームは接地した。このモジュールを85℃、85%rhの恒温恒湿槽内にセットし、温度上昇を待った後、-600Vを印加し、24時間電圧を印加したまま保持した。高圧電源には、松定プレシジョン社製HARB-3R10-LFを用い、恒温恒湿槽にはエタック社製FS-214C2を用いた。試験後、このモジュールをAM（エアマス）1.5クラスAの光強度分布を有するキセノン光源を用いIV特性を評価した。IV評価には日清紡メカトロニクス社製のPVS-116i-Sを用いた。

評価結果は、以下の通りに分類した。

試験後のIV特性の最大出力電力 P_{max} が初期値と比べて

出力電力の低下が5%以下 : ○

出力電力の低下が5%超過 : ×

[0176] なお、実施例及び比較例の評価用モジュールについて、第一封止シートか

ら形成された第一封止層及び第二封止シートから形成された第二封止層の体積固有抵抗を測定したところ、実施例1～4の太陽電池封止用シートセットから作製した評価用モジュールにおいて、第一封止層の体積固有抵抗は、第二封止シートから形成された第二封止層の体積固有抵抗より高い一方、比較例1、2の第一封止層及び第二封止層の体積固有抵抗は同じであることを確認した。なお、第一封止層及び第二封止層の体積固有抵抗は、実施の形態で説明した方法で、試験片を切り出した後、JIS K 6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで測定した。

[0177] [気泡]

青色ガラス（3mm厚み×12cm×7.5cm）の上に、第一封止シートを置き、ついでその上に、3cm角に切った厚さ0.2mmのアルミ板を2cmの間隔をおいて2枚置き、1cm幅×3cm長さのポリテトラフルオロエチレン基材製の粘着テープで止めた。次いでその上に、第二封止シートをさらに置き、最後にPET系バックシートを重ねて、150℃、真空圧250Paで3分、加圧圧力100kPaで15分の条件下、ラミネート装置（NPC社製、LM-110X160S）で貼り合わせを行い架橋・接着をした後の外観を観察した（初期膨れ）。さらに、130℃のオーブンに入れ、1時間の耐熱試験を実施した後の外観を観察した（耐熱試験後膨れ）。以下の基準に従って気泡発生を評価した。

○：とくに外観変化無し

△：粘着テープを貼った箇所にわずかな形状変化が発生

×：粘着テープを貼った箇所に膨れが発生

[0178] [太陽電池素子の割れ]

厚さ150μmのシリコン型太陽電池素子をインゴットより切削採取し、白板ガラス／第一封止シート／シリコン型太陽電池素子／第二封止シート／PET製バックシートの構成で、150℃、真空圧250Paで3分、加圧圧力100kPaで15分の条件下、ラミネート装置（NPC社製、LM-110X160S）で張り合わせを行い積層体を得た。得られた積層体内の

シリコン型太陽電池素子を目視観察し、割れを評価した。

[0179] [表3]

表 3

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	比較例 1	比較例 2
第一封止シート	製造例 1	製造例 3	製造例 4	製造例 1	製造例 2	製造例 5
第二封止シート	製造例 2	製造例 2	製造例 2	製造例 5	製造例 2	製造例 5
R_1/R_2	6.3×10^2	3.8×10^2	1.3×10^3	$\geq 2 \times 10^5$	1	1
$A_2 - A_1$	19.2	18.8	19.4	159.8	0	0
$B_2 - B_1$	8.9	8.7	9.0	20.2	0	0
PID	○	○	○	○	×	×
気泡	○	○	○	○	○	△
太陽電池素子の割れ	○	○	○	○	○	○

[0180] 実施例 1 ～ 4 の太陽電池モジュールは、P I D 現象がみられず、気泡の発生や素子の割れもなかった。これに対し、比較例 1 では、P I D 現象がみられた。比較例 2 では、P I D 現象のほかに気泡の発生もみられた。

[0181] また、製造例 1 のシートを第一封止シートとし、製造例 2 の第二封止シートとして、図 2 ～ 5 で示す構造を有する太陽電池モジュールを作製すると、実施例 1 ～ 4 のモジュールと同様に P I D 現象がみられず、気泡の発生や素子の割れもなかった。図 3、5 のモジュールでは、ガラスと封止層との接着性が特に優れている。

[0182] この出願は、2012 年 2 月 29 日に出願された日本特許出願特願 2012-044739 および 2012 年 4 月 6 日に出願された日本特許出願特願 2012-087734 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

[0183] 本発明は以下の態様を含む。

[A 1]

受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に配置させて、太陽電池素子を封止させるために用いられる、第一封止シートと第二封止シートとを備える太陽電池封止用シートセットであって、

150℃、250Pa で 3 分間加熱減圧した後、150℃、100kPa で 15 分間加熱加圧することにより、前記第一封止シート及び前記第二封止

シートを架橋処理したとき、J I S K 6 9 1 1 に準拠し、温度 1 0 0 ℃、印加電圧 5 0 0 V で測定される、架橋処理された前記第一封止シートの体積固有抵抗は、前記第二封止シートの体積固有抵抗よりも高く、

前記第二封止シートが、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含む、太陽電池封止用シートセット。

[A 2]

前記第一封止シートが前記受光面側保護部材と前記太陽電池素子との間に配置される、[A 1] に記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 3]

前記極性基が、カルボキシル基及びエステル基から選択される少なくとも一種を含む、[A 1] 又は [A 2] に記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 4]

前記受光面側保護部材と前記太陽電池素子との間に、前記第一封止シートと前記第二封止シートとを積層させて配置される、[A 1] 乃至 [A 3] いずれか一つに記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 5]

前記第一封止シートと前記第二封止シートとが接して配置される、[A 4] に記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 6]

前記第二封止シートが前記受光面側保護部材に接して配置される、[A 1] 乃至 [A 5] いずれか一つに記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 7]

前記第一封止シートと前記第二封止シートとが積層されている、[A 1] 乃至 [A 6] いずれか一つに記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 8]

複数の前記第一封止シートを含み、前記第二封止シートが前記第一封止シートに挟んで前記受光面側保護部材と前記裏面側保護部材との間に配置され

る、[A 1] 乃至 [A 7] いずれか一つに記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 9]

複数の前記第二封止シートを含み、前記第一封止シートが前記第二封止シートに挟んで前記受光面側保護部材と前記裏面側保護部材との間に配置される、[A 1] 乃至 [A 7] いずれか一つに記載の太陽電池封止用シートセット。

[A 10]

受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に封止層を有し、該封止層内に太陽電池素子が封止されてなる太陽電池モジュールであって、

前記封止層が、第一封止層と第二封止層とを有し、

J I S K 6 9 1 1 に準拠し、温度 1 0 0 °C、印加電圧 5 0 0 V で測定される、前記第一封止層の体積固有抵抗は、前記第二封止層の体積固有抵抗よりも高く、

前記第二封止層が、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含む、太陽電池モジュール。

[A 11]

前記封止層は、[A 1] 乃至 [A 9] いずれか一つに記載の太陽電池封止用シートセットにより形成されたものであり、

前記第一封止層が、前記第一封止シートを架橋させてなり、

前記第二封止層が、前記第二封止シートを架橋させてなる、[A 10] 記載の太陽電池モジュール。

[A 12]

前記第一封止層が前記受光面側保護部材と前記太陽電池素子との間に設けられている、[A 10] 又は [A 11] に記載の太陽電池モジュール。

[0184] [B 1]

太陽電池の受光面側に配置されるための第一封止シートと、

太陽電池の裏面側に配置されるための第二封止シートと、
 を有し、前記第一封止シート及び前記第二封止シートが架橋性樹脂を含む樹脂組成物からなる一対の太陽電池封止シートであって、
 150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより、前記第一封止シート及び前記第二封止シートを架橋処理したとき、JIS K6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで測定される、架橋処理された前記第一封止シートの体積固有抵抗が、架橋処理する一対の太陽電池封止シート、
 ことを特徴とする一対の太陽電池封止シート。

[B2]

架橋処理された前記第一封止シートの体積固有抵抗 R_1 ($\Omega \cdot \text{cm}$) と、架橋処理された前記第二封止シートの体積固有抵抗 R_2 ($\Omega \cdot \text{cm}$) との比 (R_1/R_2) が、 $1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{10}$ であることを特徴とする [B1] 記載の太陽電池封止シート。

[B3]

150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより、架橋処理された前記第二封止シートを23℃で1時間アセトンに浸漬したとき、架橋処理された前記第二封止シートのアセトンの吸収率が、アセトンに浸漬する前の架橋処理された前記第二封止シートの重量に対して7～400重量%であることを特徴とする [B1] 又は [B2] 記載の太陽電池封止シート。

[B4]

架橋処理された前記第二封止シートの前記アセトンの吸収率が、150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより、架橋処理された前記第一封止シートを23℃で1時間アセトンに浸漬したときの、架橋処理された前記第一封止シートのアセトンの吸収率よりも高いことを特徴とする [B3] 記載の太陽電池封止シート。

[B 5]

架橋処理された前記第二封止シートのアセトンの吸収率 (A_2) と、架橋処理された前記第一封止シートのアセトンの吸収率 (A_1) との差 ($A_2 - A_1$) が、10～170であることを特徴とする [B 4] に記載の太陽電池封止シート。

[B 6]

150℃、250 Pa で3分間加熱減圧した後、150℃、100 kPa で15分間加熱加圧することにより、架橋処理された前記第二封止シートを30℃で1時間 t-ブタノールに浸漬したとき、架橋処理された第二封止シートの t-ブタノールの吸収率が、t-ブタノールに浸漬する前の架橋処理された前記第二封止シートの重量に対して4～30重量%であることを特徴とする [B 1] 乃至 [B 5] いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 7]

架橋処理された前記第二封止シートの前記 t-ブタノールの吸収率が、150℃、250 Pa で3分間加熱減圧した後、150℃、100 kPa で15分間加熱加圧することにより、架橋処理された前記第一封止シートを30℃で1時間 t-ブタノールに浸漬したときの、架橋処理された前記第一封止シートの t-ブタノールの吸収率よりも高いことを特徴とする [B 6] に記載の太陽電池封止シート。

[B 8]

架橋処理された前記第二封止シートの t-ブタノールの吸収率 (B_2) と、架橋処理された前記第一封止シートの t-ブタノールの吸収率 (B_1) との差 ($B_2 - B_1$) が、5～40であることを特徴とする [B 7] に記載の太陽電池封止シート。

[B 9]

架橋処理された前記第一封止シートの前記体積固有抵抗が、 $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{18} \Omega \text{ cm}$ であることを特徴とする [B 1] 乃至 [B 8] いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 1 0]

架橋処理された前記第二封止シートの前記体積固有抵抗が、 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{16} \Omega \text{ cm}$ であることを特徴とする [B 1] 乃至 [B 9] いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 1 1] 前記第一封止シートが、前記架橋性樹脂として、エチレン系共重合体を含むことを特徴とする [B 1] 乃至 [B 1 0] いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 1 2]

前記第二封止シートが、前記架橋性樹脂として、エチレン・ α -オレフィン共重合体、エチレン・極性モノマー共重合体及びポリビニルブチラールからなる群から選択される樹脂を含むことを特徴とする [B 1] 乃至 [B 1 1] いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 1 3]

前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、前記架橋性樹脂としてエチレン系共重合体を含み、前記エチレン系共重合体が、エチレン・ α -オレフィン共重合体及びエチレン・極性モノマー共重合体からなる群から選択される樹脂であることを特徴とする [B 1 1] 又は [B 1 2] に記載の太陽電池封止シート。

[B 1 4]

前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、前記架橋性樹脂としてエチレン・ α -オレフィン共重合体を含み、該エチレン・ α -オレフィン共重合体が、以下 a 1) ~ a 4) を満たすことを特徴とする [B 1 3] 記載の太陽電池封止シート。

a 1) エチレンに由来する構成単位の含有割合が 80 ~ 90 mol % であるとともに、炭素数 3 ~ 20 の α -オレフィンに由来する構成単位の含有割合が 10 ~ 20 mol % である。

a 2) ASTM D 1238 に準拠し、190℃、2.16 kg 荷重の条件で測定される MFR が 5 ~ 50 g / 10 分である。

a 3) ASTM D 1 5 0 5 に準拠して測定される密度が 0. 8 6 5 ~ 0. 8 8 4 g / c m³ である。

a 4) ASTM D 2 2 4 0 に準拠して測定されるショア A 硬度が 6 0 ~ 8 5 である。

[B 1 5]

前記エチレン・ α -オレフィン共重合体が、更に以下 a 5) を満たすことを特徴とする [B 1 4] に記載の太陽電池封止シート。

a 5) 前記エチレン・ α -オレフィン共重合体中のアルミニウム元素の含有量が 1 0 ~ 5 0 0 p p m である。

[B 1 6]

前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、前記架橋性樹脂としてエチレン・極性モノマー共重合体を含み、該エチレン・極性モノマー共重合体が、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体、エチレン・不飽和カルボン酸無水物共重合体、エチレン・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・不飽和カルボン酸エステル・不飽和カルボン酸共重合体、エチレン・不飽和グリシジルエステル共重合体、エチレン・不飽和グリシジールエーテル共重合体、エチレン・不飽和グリシジルエステル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・不飽和グリシジールエーテル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、及び、エチレン・ビニルエステル共重合体の群から選ばれる少なくとも 1 種であることを特徴とする [B 1 3] 乃至 [B 1 5] いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 1 7]

前記エチレン・極性モノマー共重合体が、エチレン・酢酸ビニル共重合体であることを特徴とする [B 1 6] に記載の太陽電池封止シート。

[B 1 8]

前記エチレン・酢酸ビニル共重合体中の酢酸ビニル含有量が、前記エチレン・酢酸ビニル共重合体全体に対して、 1 5 ~ 4 7 重量%であることを特徴とする [B 1 7] に記載の太陽電池封止シート。

[B 1 9]

ASTM D 1 2 3 8に準拠し、190℃、2.16kg荷重の条件で測定される、前記エチレン・極性モノマー共重合体のMFRが5～50g/10分であることを特徴とする[B 1 6]乃至[B 1 8]いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 2 0]

前記樹脂組成物は、シランカップリング剤を含み、前記シランカップリング剤の含有量が、前記架橋性樹脂100重量部に対して、0.1～2.0重量部であることを特徴とする[B 1]乃至[B 1 9]いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 2 1]

前記樹脂組成物は、有機過酸化物を含み、前記有機過酸化物の含有量が、前記架橋性樹脂100重量部に対して、0.1～1.2重量部であることを特徴とする[B 1]乃至[B 2 0]いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 2 2]

前記樹脂組成物は、紫外線吸収剤、光安定化剤及び耐熱安定剤からなる群より選択される少なくとも一種を含み、前記紫外線吸収剤、前記光安定化剤及び前記耐熱安定剤からなる群より選択される少なくとも一種の含有量が、前記架橋性樹脂100重量部に対して、0.005～5重量部であることを特徴とする[B 1]乃至[B 2 1]いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 2 3]

前記樹脂組成物は、架橋助剤を含み、前記架橋助剤の含有量が、前記架橋性樹脂100重量部に対して、0.05～5重量部であることを特徴とする[B 1]乃至[B 2 2]いずれか一つに記載の太陽電池封止シート。

[B 2 4]

受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に封止層を有し、該封止層内に

太陽電池素子が封止されてなる太陽電池モジュールであって、

前記封止層が、

前記受光面側保護部材と前記太陽電池素子との間に配置させて形成された受光面側封止層と、

前記裏面側保護部材と前記太陽電池素子との間に配置させて形成された裏面側封止層と、

を有し、

J I S K 6 9 1 1 に準拠し、温度 1 0 0 °C、印加電圧 5 0 0 V で、前記受光面側封止層及び前記裏面側封止層の体積固有抵抗を測定したとき、前記受光面側封止層の前記体積固有抵抗が、前記裏面側封止層の前記体積固有抵抗よりも高いことを特徴とする太陽電池モジュール。

[B 2 5]

前記封止層は、[B 1] 乃至 [B 2 3] いずれか一つに記載の太陽電池封止シートにより形成されたものであり、

前記受光面側封止層が、前記第一封止シートを架橋させてなり、

前記裏面側封止層が、前記第二封止シートを架橋させてなることを特徴とする [B 2 4] 記載の太陽電池モジュール。

請求の範囲

- [請求項1] 受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に配置させて、太陽電池素子を封止させるために用いられる、第一封止シートと第二封止シートとを備える太陽電池封止用シートセットであって、
- 150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより、前記第一封止シート及び前記第二封止シートを加熱加圧処理したとき、JIS K6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで測定される、前記第一封止シートの体積固有抵抗は、前記第二封止シートの体積固有抵抗よりも高く、
- 前記第一封止シートが前記受光面側保護部材と前記太陽電池素子との間に配置されるものであり、
- 前記第二封止シートが、カルボキシル基、エステル基、水酸基、アミノ基、及び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含む、太陽電池封止用シートセット。
- [請求項2] 前記極性基が、カルボキシル基及びエステル基から選択される少なくとも一種を含む、請求項1に記載の太陽電池封止用シートセット。
- [請求項3] 加熱加圧処理された前記第一封止シートの体積固有抵抗 R_1 ($\Omega \text{ cm}$) と、加熱加圧処理された前記第二封止シートの体積固有抵抗 R_2 ($\Omega \text{ cm}$) との比 (R_1/R_2) が、 $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^{10}$ であることを特徴とする請求項1または2に記載の太陽電池封止用シートセット。
- [請求項4] 150℃、250Paで3分間加熱減圧した後、150℃、100kPaで15分間加熱加圧することにより、加熱加圧処理された前記第二封止シートを23℃で1時間アセトンに浸漬したとき、加熱加圧処理された前記第二封止シートのアセトンの吸収率が、アセトンに浸漬する前の加熱加圧処理された前記第二封止シートの重量に対して7～400重量%であることを特徴とする請求項1乃至3いずれか一項

に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項5] 加熱加圧処理された前記第二封止シートの前記アセトンの吸収率が、 150°C 、 250Pa で3分間加熱減圧した後、 150°C 、 100kPa で15分間加熱加圧することにより、加熱加圧処理された前記第一封止シートを 23°C で1時間アセトンに浸漬したときの、加熱加圧処理された前記第一封止シートのアセトンの吸収率よりも高いことを特徴とする請求項4に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項6] 150°C 、 250Pa で3分間加熱減圧した後、 150°C 、 100kPa で15分間加熱加圧することにより、加熱加圧処理された前記第二封止シートを 30°C で1時間t-ブタノールに浸漬したとき、加熱加圧処理された第二封止シートのt-ブタノールの吸収率が、t-ブタノールに浸漬する前の加熱加圧処理された前記第二封止シートの重量に対して4～30重量%であることを特徴とする請求項1乃至5いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項7] 加熱加圧処理された前記第二封止シートの前記t-ブタノールの吸収率が、 150°C 、 250Pa で3分間加熱減圧した後、 150°C 、 100kPa で15分間加熱加圧することにより、加熱加圧処理された前記第一封止シートを 30°C で1時間t-ブタノールに浸漬したときの、加熱加圧処理された前記第一封止シートのt-ブタノールの吸収率よりも高いことを特徴とする請求項6に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項8] 加熱加圧処理された前記第一封止シートの前記体積固有抵抗が、 $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$ であり、

加熱加圧処理された前記第二封止シートの前記体積固有抵抗が、 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする請求項1乃至7いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項9] 前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、架橋性樹脂としてエチレン系共重合体を含み、前記エチレン系共重合

体が、エチレン・ α -オレフィン共重合体及びエチレン・極性モノマー共重合体からなる群から選択される樹脂であることを特徴とする請求項1乃至8いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項10] 前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、有機過酸化物を含み、前記有機過酸化物の含有量が、前記架橋性樹脂100重量部に対して、0.1～1.2重量部であることを特徴とする請求項9に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項11] 前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、前記架橋性樹脂としてエチレン・ α -オレフィン共重合体を含み、該エチレン・ α -オレフィン共重合体が、以下a1)～a4)を満たすことを特徴とする請求項9または10に記載の太陽電池封止用シートセット。

a1) エチレンに由来する構成単位の含有割合が80～90mol%であるとともに、炭素数3～20の α -オレフィンに由来する構成単位の含有割合が10～20mol%である。

a2) ASTM D1238に準拠し、190℃、2.16kg荷重の条件で測定されるMFRが0.1～50g/10分である。

a3) ASTM D1505に準拠して測定される密度が0.865～0.884g/cm³である。

a4) ASTM D2240に準拠して測定されるショアA硬度が60～85である。

[請求項12] 前記エチレン・ α -オレフィン共重合体が、更に以下a5)を満たすことを特徴とする請求項11に記載の太陽電池封止用シートセット。

a5) 前記エチレン・ α -オレフィン共重合体中のアルミニウム元素の含有量が10～500ppmである。

[請求項13] 前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、前記架橋性樹脂としてエチレン・極性モノマー共重合体を含み、該エ

チレン・極性モノマー共重合体が、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体、エチレン・不飽和カルボン酸無水物共重合体、エチレン・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・不飽和カルボン酸エステル・不飽和カルボン酸共重合体、エチレン・不飽和グリシジルエステル共重合体、エチレン・不飽和グリシジリエーテル共重合体、エチレン・不飽和グリシジルエステル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、エチレン・不飽和グリシジリエーテル・不飽和カルボン酸エステル共重合体、及び、エチレン・ビニルエステル共重合体の群から選ばれる少なくとも1種であることを特徴とする請求項9乃至12いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項14] 前記エチレン・極性モノマー共重合体が、エチレン・酢酸ビニル共重合体であり、前記エチレン・酢酸ビニル共重合体中の酢酸ビニル含有量が、前記エチレン・酢酸ビニル共重合体全体に対して、15～47重量%であることを特徴とする請求項13に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項15] ASTM D1238に準拠し、190℃、2.16kg荷重の条件で測定される、前記エチレン・極性モノマー共重合体のMFRが5～50g/10分であることを特徴とする請求項13または14に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項16] 前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、シランカップリング剤を含み、前記シランカップリング剤の含有量が、前記架橋性樹脂100重量部に対して、0.1～2.0重量部であることを特徴とする請求項9乃至15いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項17] 前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、紫外線吸収剤、光安定化剤及び耐熱安定剤からなる群より選択される少なくとも一種を含み、前記紫外線吸収剤、前記光安定剤及び前記耐熱安定剤からなる群より選択される少なくとも一種の含有量が、前記

架橋性樹脂 100重量部に対して、0.005～5重量部であること
を特徴とする請求項9乃至16いずれか一項に記載の太陽電池封止用
シートセット。

[請求項18]

前記第一封止シート及び前記第二封止シートの少なくとも一方が、
架橋助剤を含み、前記架橋助剤の含有量が、前記架橋性樹脂 100重
量部に対して、0.05～5重量部であることを特徴とする請求項9

乃至17いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセット。
前記第二封止シートが前記裏面側保護部材と前記太陽電池素子との
間に配置されるものである、請求項1乃至18いずれか一項に記載の

[請求項19]

太陽電池封止用シートセット。

前記受光面側保護部材と前記太陽電池素子との間に、前記第一封止
シートと前記第二封止シートとを積層させて配置される、請求項1乃至
19いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセット。

[請求項20]

複数の前記第一封止シートを含み、前記第二封止シートが前記第一

封止シートに挟んで前記受光面側保護部材と前記裏面側保護部材との
間に配置される、請求項1乃至20いずれか一項に記載の太陽電池封
止用シートセット。

[請求項21]

複数の前記第二封止シートを含み、前記第一封止シートが前記第二
封止シートに挟んで前記受光面側保護部材と前記裏面側保護部材との
間に配置される、請求項1乃至21いずれか一項に記載の太陽電池封
止用シートセット。

[請求項22]

受光面側保護部材と裏面側保護部材との間に封止層を有し、該封止
層内に太陽電池素子が封止されてなる太陽電池モジュールであって、

[請求項23]

前記封止層が、第一封止層と第二封止層とを有し、
JIS K6911に準拠し、温度100℃、印加電圧500Vで
測定される、前記第一封止層の体積固有抵抗は、前記第二封止層の体
積固有抵抗よりも高く、

前記第二封止層が、カルボキシ基、エスチル基、水酸基、アミノ

基、及び、アセタール基から選択される少なくとも一種の極性基を含み、

前記第一封止層が前記受光面側保護部材と前記太陽電池素子との間に設けられている、太陽電池モジュール。

[請求項24] 前記封止層は、請求項 1 乃至 2 2 いずれか一項に記載の太陽電池封止用シートセットにより形成されたものであり、

前記第一封止層が、前記第一封止シートを架橋させてなり、

前記第二封止層が、前記第二封止シートを架橋させてなる、請求項 2 3 に記載の太陽電池モジュール。

[請求項25] 前記第二封止層が前記裏面側保護部材と前記太陽電池素子との間に設けられている、請求項 2 3 または 2 4 に記載の太陽電池モジュール。
。