

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-76898

(P2009-76898A)

(43) 公開日 平成21年4月9日(2009.4.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 R 5 F O 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L 外国語出願 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2008-220186 (P2008-220186)	(71) 出願人	505422707
(22) 出願日	平成20年8月28日 (2008.8.28)		ランクセス・ドイツランド・ゲーエムベ ーハー
(31) 優先権主張番号	102007041055.9		ドイツ・5 1 3 6 9・レーフェルクーゼン (番地なし)
(32) 優先日	平成19年8月29日 (2007.8.29)	(74) 代理人	100064908
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソーラーモジュールにおける E V M

(57) 【要約】

【課題】ソーラーモジュールにおける E V Mを提供する。

【解決手段】本発明は、 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの全重量を基準にして 40 重量%以上の酢酸ビニル含有率を有するとともに、100 ~ 700 パールの圧力で溶液重合法によって調製される少なくとも1種の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから構成される少なくとも1層の層を含むソーラーモジュール、ソーラーモジュールにおける前述した - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの使用、固定発電または移動発電のための本発明のソーラーモジュールの使用に関し、本発明による少なくとも1つのソーラーモジュールを含む太陽光発電施設にも関連する。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 種の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから構成される少なくとも 1 層の層を含むソーラーモジュールであって、前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが、前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの全重量を基準にして 40 重量%以上の酢酸ビニル含有率を有するとともに、100～700バールの圧力において溶液重合法によって調製されることを特徴とするソーラーモジュール。

【請求項 2】

前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが、前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの全重量を基準にして 50 重量%以上、好ましくは 60 重量%以上、特に好ましくは 80 重量%以上の酢酸ビニル含有率を有することを特徴とする請求項 1 に記載のソーラーモジュール。

10

【請求項 3】

前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー中の - オレフィンが、エテン、プロペン、ブテン、ペンテン、ヘキセン、ヘプテンおよびオクテン、好ましくはエテンおよびプロペンの中から選択され、特に好ましくはエテンであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のソーラーモジュール。

【請求項 4】

前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが、ISO 1133 に準拠して 21.1 N の荷重下で 190 で測定して 1～40、好ましくは 1～10、特に好ましくは 2～6 の MFI (g/10 分) を有することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載のソーラーモジュール。

20

【請求項 5】

前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが、DIN 53 523 に準拠して測定して 100 で 3～50 ムーニー単位、好ましくは 4～35 ムーニー単位のムーニー粘度 ML 1 + 4 を有することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項に記載のソーラーモジュール。

【請求項 6】

GPC によって決定される前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの数平均分子量が 5000 g/mol～200000 g/mol であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載のソーラーモジュール。

30

【請求項 7】

前記 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが非架橋形態で存在することを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載のソーラーモジュール。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 種の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから構成される前記少なくとも 1 層の層が、老化抑制剤および/または接合剤を含有しないことを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一項に記載のソーラーモジュール。

【請求項 9】

i) 前面および背面を有し、前記前面が、完成ソーラーモジュールにおいて太陽の方を向く面であるガラス基材 A、

40

ii) 前記ガラス基材の背面に適用される透明ポリマー層 B、

iii) 前記ポリマー層 B に適用される 1 つ以上の太陽電池 C、

iv) 前記太陽電池の上に適用される更なる透明ポリマー層 D、

v) 保護層 E

から構成され、前記太陽電池 C が前記透明ポリマー層 B および D に埋め込まれた、請求項 1～8 のいずれか一項に記載のソーラーモジュールであって、前記透明ポリマー層 B および/または D の少なくとも一方、好ましくは前記透明ポリマー層 B と D の両方が、請求項 1～7 のいずれか一項に記載の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから構成されることを特徴とするソーラーモジュール。

50

【請求項 10】

接続ソケットおよび接続端子、ならびにフレーム、好ましくはアルミニウム型材フレームが更に存在することを特徴とする請求項 9 に記載のソーラーモジュール。

【請求項 11】

ソーラーモジュールにおける請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの使用。

【請求項 12】

固定発電および移動発電のための請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載のソーラーモジュールの使用。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の少なくとも 1 つのソーラーモジュールを含む太陽光発電施設。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの全重量を基準にして 40 重量 % 以上の酢酸ビニル含有率を有するとともに、100 ~ 700 バールの圧力において溶液重合法によって調製される少なくとも 1 種の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから構成される少なくとも 1 層の層を含むソーラーモジュール、ソーラーモジュールにおける前述した - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの使用、固定発電または移動発電のための本発明のソーラーモジュールの使用に関し、本発明による少なくとも 1 つのソーラーモジュールを含む太陽光発電施設にも関連する。

【背景技術】

【0002】

太陽の光を電気エネルギーに直接変換するソーラーモジュールは、天然資源を発電のために用いることを可能にする。

【0003】

ソーラーモジュールの最も重要な構成要素は、日光を電気エネルギーに直接変換する太陽電池である。ソーラーモジュールは、しばしば屋外、例えば、建物上で用いられる。従って、ソーラーモジュールの中に存在する太陽電池は、環境による影響から保護されなければならない。太陽電池に水分が浸透すると腐食により太陽電池、従ってソーラーモジュールの寿命が大幅に短縮する可能性があるので、太陽電池を耐久性のあるカプセルに封入すること（埋め込み）は特に重要である。太陽電池のカプセル封入のために用いられる材料は太陽光に対して透明でなければならず、同時にソーラーモジュールを安価に製造することを可能にしなければならない。太陽電池を埋め込むために先行技術でしばしば用いられた材料はエチレン - 酢酸ビニルコポリマーである。

【0004】

例えば、（特許文献 1）は、紫外線に関する吸収剤成分を含まず、ポリマー成分および架橋剤から構成される本質的に透明で無色の埋め込み材料に関する。（特許文献 1）によると、エチレン - 酢酸ビニルコポリマーは、好ましくはポリマー成分として用いられる。（特許文献 1）の実施例 1 においては、67 重量 % のエチレンおよび 33 重量 % の酢酸ビニルから構成されたランダムエチレン - 酢酸ビニルコポリマーが用いられている。

【0005】

（特許文献 2）には、エチレン - 酢酸ビニルコポリマー（EVA）、架橋剤および重合開始剤を含むカプセル封入材料が開示されている。（特許文献 2）によると、EVA は 5 ~ 50 重量 % の酢酸ビニル含有率を有する。（特許文献 2）によると、50 重量 % を上回る含有率では、EVE の機械的特性は低下し、EVA フィルムを製造することが困難になる。（特許文献 2）は、（特許文献 2）で用いられる EVA を製造する方法に関する情報を記載していない。26 重量 % の酢酸ビニルを含有する EVA コポリマーが、（特許文献 2）の実施例 1 および 2 において用いられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

(特許文献3)は、同様に、エチレン - 酢酸ビニルコポリマー (EVA) から構成される太陽電池のための埋め込み材料に関する。(特許文献3)によると、EVAコポリマーの酢酸ビニル含有率は10 ~ 40重量%である。40重量%を上回る酢酸ビニルの含有率は(特許文献3)によると好ましくない。40重量%を上回る酢酸ビニルの含有率を有するEVAコポリマーが容易に流れ、従って、太陽電池のための埋め込みプロセスをより困難にするからである。更に、(特許文献3)によると、40重量%を上回る酢酸ビニルの含有率を有するEVAコポリマーは粘着性であるため、埋め込むために用いられるEVAフィルムの取り扱いが困難である。(特許文献3)により好ましく用いられるEVAフィルムは架橋されている。

10

【 0 0 0 7 】

(特許文献4)には、有機過酸化物、シランカップリング剤および安定剤と混合されているEVAコポリマーから構成されるソーラーモジュールのためのフィルムが開示されている。(特許文献4)によるEVAコポリマーの酢酸ビニル含有率は27%以上である。実施例において、28%の酢酸ビニル含有率を有するEVAコポリマーが用いられている。

【 0 0 0 8 】

(特許文献5)は、架橋のない太陽電池の埋め込みのために適する可撓性フィルムに関する。可撓性フィルムは、好ましくは、エチレンポリマー、エチレン - オレフィンコポリマーまたはエチレンアクリレートコポリマーから構成される。(特許文献5)の説明によると、EVA系の代替系を入手できるようにすべきである。

20

【特許文献1】国際公開第A - 97 / 22637号パンフレット

【特許文献2】EP 1 164 167 A1

【特許文献3】EP 1 184 912 A1

【特許文献4】JP - A 2003 - 051605

【特許文献5】JP - A 2003 - 049004

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

先行技術から前進して、本発明の目的は、長い寿命、優れた耐UV性および太陽電池の単純化された固定を示す太陽電池のためのソーラーモジュールまたは埋め込み材料を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この目的は、少なくとも1種の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから構成される少なくとも1層の層を含むソーラーモジュールによって達成される。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明のソーラーモジュールは、 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの全重量を基準にして40重量%以上の酢酸ビニル含有率を有するとともに、100 ~ 700バールの圧力において溶液重合法によって調製されることを特徴とする。

40

【 0 0 1 2 】

100 ~ 700バールの圧力において溶液重合法によって調製される本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが、先行技術、例えば、EP 1 164 167 A1およびEP 1 184 912 A1において有利でないと記載された高い酢酸ビニル含有率にもかかわらず、ソーラーモジュール内での使用に非常に適することが意外にも見出された。

【 0 0 1 3 】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは、先行技術において用いられたエチレン - 酢酸ビニルコポリマーと比べて優れた耐UV性を有し、太陽電池の

50

単純化された固定を可能にし、その結果として、本発明のソーラーモジュールの製造の積層プロセスにおいて時間およびエネルギーを節減することが可能である。

【0014】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは、 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの全重量を基準にして40重量%以上、好ましくは50重量%以上、特に好ましくは60重量%以上の高い酢酸ビニル含有率を有する。本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの酢酸ビニル含有率は、通常は40重量%以上~98重量%、好ましくは50重量%以上~98重量%、特に好ましくは60重量%以上~98重量%であり、 - オレフィン含有率は、通常は2重量%~60重量%以下、好ましくは2重量%~50重量%以下、特に好ましくは2重量%~40重量%以下であり、酢酸ビニルと - オレフィンの合計量は100重量%である。

10

【0015】

更なる実施形態において、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは、 - オレフィンおよび酢酸ビニルに基づくモノマー単位のみでなく、1種以上の更なるコモノマー単位（例えば、ターポリマー）、例えば、ビニルエステルおよび/または（メタ）アクリレートに基づくコモノマー単位も含むことが可能である。更なるコモノマー単位が - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー中に存在する場合、更なるコモノマー単位は、 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの全重量を基準にして10重量%以下の割合で存在する。 - オレフィンに基づくモノマー単位の割合は対応して減少する。従って、例えば、40重量%以上~98重量%の酢酸ビニル、2重量%~60重量%以下の - オレフィンおよび0~10重量%の少なくとも1種の更なるコモノマーから構成された - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを使用することが可能である。この場合、酢酸ビニル、 - オレフィンおよび更なるコモノマーの全量は100重量%である。

20

【0016】

- オレフィンとして、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー中で既知のすべての - オレフィンを用いることが可能である。 - オレフィンは、好ましくは、エテン、プロペン、ブテン、特にn - ブテンおよびi - ブテン、ペンテン、ヘキセン、特に1 - ヘキセン、ヘプテンおよびオクテン、特に1 - オクテンの中から選択される。本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー中で - オレフィンとして前述した - オレフィンのより高級な同族体を用いることも可能である。更に、 - オレフィンは、置換基、特にC₁~C₅アルキル基を保持することが可能である。しかし、 - オレフィンは、好ましくは、更なる置換基を全く保持しない。本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー中で2種以上の異なる - オレフィンの混合物を用いることも可能である。しかし、種々の - オレフィンの混合物を用いないことが好ましい。好ましい - オレフィンはエテンおよびプロペンであり、エテンは、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー中で - オレフィンとして特に好ましく用いられる。従って、本発明のソーラーモジュール中で用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは、好ましくはエチレン - 酢酸ビニルコポリマーである。

30

【0017】

特に好ましくは、エチレン - 酢酸ビニルコポリマーは、40重量%以上~98重量%、好ましくは50重量%以上~98重量%、特に好ましくは60重量%以上~98重量%の酢酸ビニル含有率および2重量%~60重量%以下、好ましくは2重量%~50重量%以下、特に好ましくは2重量%~40重量%以下のエチレン含有率を有し、酢酸ビニルとエチレンの合計量は100重量%である。

40

【0018】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー、好ましくはエチレン - 酢酸ビニルコポリマーは、100~700バール、好ましくは100~400バールの圧力において溶液重合法によって調製される。溶液重合法は、一般にラジカル開始剤を用いて、好ましくは50~150の温度で行われる。

【0019】

50

本発明により好ましく用いられる高い酢酸ビニル含有率を有するエチレン - 酢酸ビニルコポリマーは、通常はE V Mコポリマーと呼ばれ、ここで略号中の「M」は、E V Mのメチレン主鎖の飽和幹 (backbone) を示している。

【0020】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを調製するために適する方法は、例えば、E P - A 0 3 4 1 4 9 9、E P - A 0 5 1 0 4 7 8およびD E - A 3 8 2 5 4 5 0に記載されている。

【0021】

高い酢酸ビニル含有率を有するとともに100～700バールの圧力において溶液重合法によって調製され、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは、特に、低い分岐度、従って低い粘度を有する。更に、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは、構成単位 (- オレフィンおよび酢酸ビニル) のランダム均一分布を有する。

10

【0022】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマー、好ましくはエチレン - 酢酸ビニルコポリマーは、一般に、ISO 1133に準拠して21.1Nの荷重下で190 で測定して1～40、好ましくは1～10、特に好ましくは2～6のMFI値 (g / 10分) を有する。

【0023】

DIN 53 523に準拠して測定された100 でのムーニー粘度ML 1 + 4は、一般に3～50ムーニー単位、好ましくは4～35ムーニー単位である。

20

【0024】

GPCによって測定された数平均分子量は、一般に5000g / モル～200000g / モル、好ましくは10000g / モル～100000g / モルである。

【0025】

本発明のソーラーモジュールにおいて、例えば、ランクセス (Lanxess AG) から「レバプレ (Levapren)」 (登録商標)、「レバメルト (Levamelet)」 (登録商標) という商品名で得ることができるエチレン - 酢酸ビニルコポリマーを用いることが特に好まれる。

【0026】

特に好ましく用いられる - オレフィンコポリマーは、それぞれ60 ± 1.5重量%の酢酸ビニル、70 ± 1.5重量%の酢酸ビニル、80 ± 2重量%の酢酸ビニルおよび90 ± 2重量%の酢酸ビニルを含有するエチレン - 酢酸ビニルコポリマー、「レバメルト (Levamelet)」 (登録商標) 600、「レバメルト (Levamelet)」 (登録商標) 700、「レバメルト (Levamelet)」 (登録商標) 800および「レバメルト (Levamelet)」 (登録商標) 900である。

30

【0027】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを用いるとき、より低い酢酸ビニル含有率を有するエチレン - 酢酸ビニルコポリマーを含むソーラーモジュールより長い動作寿命を有するソーラーモジュールおよび異なる調製方法により他の製品特性が得られる。

40

【0028】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを架橋してもよく、または架橋しなくてもよい。本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの特定の利点は、本発明の好ましい実施形態において、本発明のソーラーモジュール中で - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを用いるとき、 - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの架橋を不要にすることである。従って、好ましい実施形態において、本発明は、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーが非架橋形態で存在する本発明によるソーラーモジュールを提供する。

【0029】

50

これは、ソーラーモジュール中で通常用いられ、より低い酢酸ビニル含有率を有するとともに過酸化物によって架橋されなければならないEVAコポリマーと比べて大きな利点である。

【0030】

特にソーラーモジュールの生産において本発明により用いられる好ましくは架橋されなかった - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを用いるときに得られる以下の利点について述べる。

- エネルギー：好ましい実施形態において過酸化物架橋の工程が不要になるので、より低い温度で積層を行うことが原則的に可能である。反応を開始させるために活性化温度を達成することが必要ないからである。

- ソーラーモジュールの生産におけるサイクルタイム：上述した架橋工程が不要になるため、より短い。これは、より高い処理量を意味する。

- より低い保守要件：架橋工程を実施する機械が攻撃的な分解生成物にさらされない。機械および機械の中の可動部品は、寿命がより長くなり、整備がより少なくて済む。これは、再び、材料コストとダウンタイムコストの両方の節減を意味する。

【0031】

前述した - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの本発明による使用の更なる利点は、前述した - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーをソーラーモジュール中で用いるとき、接合剤も老化抑制剤も必要がないことである。本発明により用いられる材料の固有の粘性が使用のために十分であり、先行技術において用いられたEVAと比較してEVM中のVAの割合がより高いためUVに対する固有の保護が得られるからである。

【0032】

従って、本発明は、本発明により用いられる前述した - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの少なくとも1種から構成された少なくとも1層の層を含む本発明によるソーラーモジュールであって、層が老化抑制剤、特にUV安定剤および/または接合剤、特にシラン接合剤を含有せず、特に好ましくは老化抑制剤も接合剤も含有しないソーラーモジュールを更に提供する。

【0033】

本発明の重要な態様は、ソーラーモジュールにおける前述した - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの使用である。本発明によるソーラーモジュールは、本発明により用いられるタイプの少なくとも1種の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーの少なくとも1層の層を含む限り、当業者に知られているいかなるソーラーモジュールであることも可能である。適するソーラーモジュールを以下で述べる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

好ましい実施形態において、本発明のソーラーモジュールは、以下の層から構成される。

i) 前面および背面を有し、前面が、完成ソーラーモジュールにおいて太陽の方を向く面であるガラス基材A、

ii) ガラス基材の背面に適用される透明ポリマー層B、

iii) ポリマー層Bに適用される1つ以上の太陽電池C、

iv) 太陽電池の上に適用される更なる透明ポリマー層D、

v) 保護層E。

ここで、太陽電池Cは透明ポリマー層BおよびDに埋め込まれ、透明ポリマー層Bおよび/またはDの一方は本発明により用いられる少なくとも1種の - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから構成される。

【0035】

本発明により用いられる、適するとともに好ましい - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを上述してきた。

【0036】

本発明のソーラーモジュールは、好ましくは更に、接続ソケットおよび接続端子、ならびにソーラーモジュールが硬質ソーラーモジュールである場合、フレームも、好ましくはアルミニウム型材フレームも有する。

【0037】

ガラスプレートはガラス基材Aとして適する。単一プレート安全ガラス(SSG)を用いることが好まれる。当業者に知られているすべてのガラス基材が適しており、「ガラス基材」という用語は、ポリカーボネートなどの他の透明基材も包含する。

【0038】

適する透明ポリマー層BおよびDは、 α -オレフィン-酢酸ビニルコポリマー、特にエチレン-酢酸ビニルコポリマーであり、少なくとも1層のポリマー層BまたはD、好ましくはポリマー層BとDの両方は、上記の本発明により用いられる α -オレフィン-酢酸ビニルコポリマーから構成される。

【0039】

太陽電池Cとして、当業者に知られているすべての太陽電池を用いることが可能である。適する太陽電池は、厚膜電池(単結晶電池または多結晶電池)または薄膜電池(アモルファスシリコンまたは結晶シリコン)であってもよいシリコン電池、III-V半導体太陽電池(Ga-As電池)、II-VI半導体太陽電池(CdTe電池)、CIS電池(銅-インジウムジセレンドまたは銅-インジウムジスルフィド)またはCIGS電池(銅-インジウム-ガリウムジセレンド)、有機太陽電池、染料電池(Gratzel電池)または半導体電解質電池(例えば、酸化銅/NaCl溶液)である。シリコン電池を用いることが好まれる。ここで、当業者に知られているシリコン電池のすべてのタイプ、例えば、単結晶電池、多結晶電池、アモルファス電池、マイクロ結晶電池または例えば、多結晶電池とアモルファス電池の組み合わせから構成されるタンデム太陽電池を用いることが可能である。単結晶電池およびアモルファス電池を用いることが好まれる。

【0040】

厚膜電池に加えて、薄膜電池、コンセントレータ電池、電気化学染料太陽電池、有機太陽電池または蛍光電池を用いることが可能である。可撓性太陽電池も用いることが可能である。太陽電池中で通常用いられるEVAコポリマーとは異なり、本発明により用いられる α -オレフィン-酢酸ビニルコポリマーはエラストマーであり、従って、可撓性太陽電池の中で用いるために特に適する。上述した太陽電池の構造は当業者に知られている。

【0041】

太陽電池Cを製造する適する方法は当業者に知られている。

【0042】

本発明のソーラーモジュールは、例えば、はんだ片によって互いに電気的に接続されている複数の太陽電池を通常は含む。太陽電池Cは透明ポリマー層BおよびD中に埋め込まれる。

【0043】

更に、本発明のソーラーモジュールは、透明ポリマー層Dの上に適用される保護層Eを含む。保護層Eは、一般に、ソーラーモジュールの背面(背面積層)を形成する耐候性保護層である。これは、通常、例えば、ポリフッ化ビニル、例えば、デュポン(DuPont)製の「テドラー(Tedlar)」(登録商標)、またはポリエステルから構成されたポリマーフィルム、特に複合ポリマーフィルムである。

【0044】

本発明のソーラーモジュール中に好ましく更に存在する接続ソケットは、例えば、リカバリーダイオードまたはバイパスダイオードを有する接続ソケットである。これらのリカバリーダイオードまたはバイパスダイオードは、例えば、シェーディングまたは欠陥によりソーラーモジュールによって電流が供給されない場合にソーラーモジュールを保護するために必要である。

【0045】

更に、ソーラーモジュールは、好ましくは、ソーラーモジュールの太陽光発電施設への

10

20

30

40

50

接続を可能にする接続端子を有する。

【 0 0 4 6 】

最後に、ソーラーモジュールが硬質ソーラーモジュールである場合、好ましい実施形態において、ソーラーモジュールは、ソーラーモジュールの安定性を増すためにフレーム、例えば、アルミニウム型材フレームを有する。

【 0 0 4 7 】

ソーラーモジュールの上述した個々のエレメントおよびこれらのエレメントの好ましい実施形態は当業者に知られている。

【 0 0 4 8 】

本発明のソーラーモジュールは、当業者に知られている従来の方法によって製造される。一般に、適切で一般に清浄化されたガラス基材 A を最初に提供し、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから好ましくは構成される透明ポリマー層 B をこれに適用する。透明ポリマー層 B は、通常、ガラス基材に適用する前に一定の大きさに切断される。太陽電池 C は、後で透明ポリマー層 B 上に配置される。太陽電池 C は、一般に、はんだ片によって予め互いに接合されて個々の列を形成する。その後、個々の列を互いに接合するとともに接続ソケットに導く横断コネクタを通常は適所に詰め、そして適切ならば、はんだ付けする。最後に、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーから好ましくは構成され、適用前に通常一定の大きさに切断される更なる透明ポリマー層 D を適用する。この後に、保護層 E を適用する。

10

【 0 0 4 9 】

個々の層の適用後に、本発明のソーラーモジュールを積層する。積層は、例えば、減圧および高温（例えば、100 ~ 200 ）下で当業者に知られている方法によって行われる。積層は、透明ポリマー層 B および D に埋め込まれ、そしてガラス基材 A および保護層 E に強く接合された太陽電池をもたらし。その後、接続ソケットを一般に設置し、モジュールにフレームを提供する。

20

【 0 0 5 0 】

本発明のソーラーモジュールを製造するための個々のプロセス工程は当業者に知られている方法により行われる。

【 0 0 5 1 】

本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは、前述した好ましい構造とは異なる構造を有するソーラーモジュール中でも用いることが可能である。本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを用いることが可能であるソーラーモジュールの更なるタイプは当業者に知られている。例は、積層ガラス - ガラスモジュール、注入可能な樹脂技術によって製造されたガラス - ガラスモジュール、複合安全フィルム技術によって製造されたガラス - ガラスモジュール、ガラス背後のまたは例えば銅片上の軟質塗料としての薄膜モジュール、より小さいソーラーモジュール上に光学素子によって日光を集中させるコンセントレータモジュールであり、そしてまた蛍光コレクタである。

30

【 0 0 5 2 】

ソーラーモジュール中で通常用いられるエチレン - 酢酸ビニルコポリマー（EVA）と比べて、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーは有利な特性、例えば、製造プロセスにおけるより低い機械損傷放出物、優れた耐老化性、特に耐 UV 性、太陽電池の単純化された固定（その結果として、時間およびエネルギーの節減が積層プロセスにおいて達成される）を有する。更に、従来の EVA コポリマーを用いるときに比べて、本発明により用いられる - オレフィン - 酢酸ビニルコポリマーを用いると、より長い動作寿命を達成することが可能である。

40

【 0 0 5 3 】

本発明は固定発電および移動発電のための本発明のソーラーモジュールの使用を更に規定している。

【 0 0 5 4 】

50

発電は、太陽の光エネルギーを電気エネルギーおよび少なくとも１つの電気負荷に変換する本発明による少なくとも１つのソーラーモジュールを有する太陽光発電施設において通常行われる。

【００５５】

従って、本発明は、本発明による少なくとも１つのソーラーモジュールを含む太陽光発電施設を更に提供する。

【００５６】

適する電気負荷は太陽光発電施設のタイプに応じて異なる。例えば、負荷は、ＤＣ負荷またはＡＣ負荷であることが可能である。ＡＣ負荷が接続される場合、ソーラーモジュールから得られた直流をＤＣ－ＡＣコンバータによって交流に変換することが必要である。ＤＣ負荷とＡＣ負荷の両方を含む太陽光発電施設を用いることが同様に可能である。

10

【００５７】

太陽光発電施設は、電力ネットワークへの（直接）接続をもたない孤立系であることも可能である。孤立系内で発生した電力は、通常、エネルギーストレージャ（本願の目的のために負荷）としてアキュムレータ中で緩衝される。適する孤立系は当業者に知られている。

【００５８】

更に、太陽光発電施設は、独立電力ネットワークに接続されるネットワーク－連結発電施設であることが可能であり、電気エネルギーはこの電力ネットワークに給電される。この場合、従って、負荷は電力ネットワークである。適するネットワーク－連結発電施設は、当業者に同様に知られている。

20

【００５９】

図１は本発明による好ましいソーラーモジュールの例を示している。

【００６０】

図１の参照文字は以下の意味を有する。

A：ガラス基材

B：本発明により用いられるタイプの少なくとも１種の－オレフィン－酢酸ビニルコポリマー、好ましくは本発明により用いられるタイプのエチレン－酢酸ビニルコポリマー、特に好ましくはランクセス（Lanxess AG）製の「レバプレ（Levapren）」（登録商標）エチレン－酢酸ビニルコポリマーから構成された透明ポリマー層

30

C：太陽電池

D：本発明により用いられるタイプの少なくとも１種の－オレフィン－酢酸ビニルコポリマー、好ましくは本発明により用いられるタイプのエチレン－酢酸ビニルコポリマー、好ましくはランクセス（Lanxess AG）製の「レバプレ（Levapren）」（登録商標）エチレン－酢酸ビニルコポリマーから構成された透明ポリマー層

E：保護層

F：フレーム、好ましくはアルミニウム型材フレーム

G：シール

【００６１】

図１は本発明のソーラーモジュールの好ましい実施形態を描いている。本発明は、構成材FおよびGを有さないソーラーモジュールも包含する。特に、構成材Fは、可撓性ソーラーモジュールの場合に省くことが可能である。

40

【００６２】

適する構成材A、B、C、D、EおよびFは既に詳しく上述してきた。適するシールGは当業者に知られている。

【図面の簡単な説明】

【００６３】

【図１】本発明のソーラーモジュールの好ましい実施形態を示す。

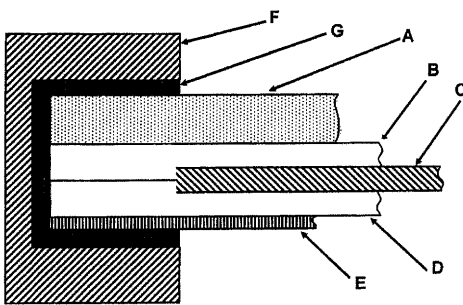
【符号の説明】

【００６４】

50

- A ガラス基材
- B 透明ポリマー層
- C 太陽電池
- D 透明ポリマー層
- E 保護層
- F フレーム
- G シール

【 図 1 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ゲルト・ベルクマン
ドイツ・D - 5 0 6 7 6・ケルン・クイリンシュトラッセ・1 5
- (72)発明者 ゲルト・ダイメル
ドイツ・D - 5 1 3 7 5・レーフェールクーゼン・ベートーベンシュトラッセ・7
- (72)発明者 ミヒャエル・ヘルマン
ドイツ・D - 5 0 8 2 9・ケルン・レルヒェンヴェーク・2 7
- (72)発明者 アント・クレマース
ドイツ・D - 5 2 1 4 6・ヴィルゼレン・アイフェルブリック・1 7
- (72)発明者 マルティン・メッツガー
ドイツ・D - 5 1 3 9 9・ブルシャイト・ベニングハウゼン・5 5
- (72)発明者 ハリー・ツマケ
ドイツ・D - 5 0 9 6 8・ケルン・コブレンツァー・シュトラッセ・4 8
- Fターム(参考) 5F051 BA18 JA04

【 外国語明細書 】

EVM in solar modules

The present invention relates to a solar module containing at least one layer made up of at least one α -olefin-vinyl acetate copolymer which has a vinyl acetate content of $\geq 40\%$ by weight, based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer, and has been prepared by a solution polymerization process at a pressure of from 100 to 700 bar, the use of the α -olefin-vinyl acetate copolymer mentioned in solar modules, the use of the solar module of the invention for stationary or mobile power generation and also a solar power plant containing at least one solar module according to the invention.

Solar modules which convert the light of the sun directly into electric energy enable natural resources to be utilized for power generation.

The most important constituent of solar modules are solar cells by means of which the direct conversion of sunlight into electric energy is effected. The solar modules are frequently used outdoors, e.g. on buildings. The solar cells present in the solar modules therefore have to be protected against environmental influences. Since moisture penetrating into the solar cells can greatly shorten the life of the solar cells and thus of the solar module as a result of corrosion, durable encapsulation (embedding) of the solar cells is of particular importance. The material used for encapsulation of the solar cells has to be transparent to sunlight and at the same time make it possible for the solar modules to be produced inexpensively. Material which has frequently been used in the prior art for embedding the solar cells are ethylene-vinyl acetate copolymers.

For example, WO-A-97/22637 relates to an essentially transparent and colourless embedding material which is free of absorber components for ultraviolet light and is made up of a polymer component and a crosslinking reagent. According to WO-A-97/22637 ethylene-vinyl acetate copolymer is preferably used as polymer component. In Example 1 in WO-A-97/22637, a random ethylene-vinyl acetate copolymer made up of 67% by weight of ethylene and 33% by weight of vinyl acetate is used.

EP 1 164 167 A1 discloses encapsulation materials comprising an ethylene-vinyl acetate copolymer (EVA), a crosslinker and a polymerization inhibitor. According to EP 1 164 167 A1, the EVA has a vinyl acetate content of from 5 to 50% by

weight. At contents above 50% by weight, the mechanical properties of the EVA deteriorate and it becomes difficult to produce EVA films, according to EP 1 164 167 A1. EP 1 164 167 A1 gives no information about the method of producing the EVA used in EP 1 164 167 A1. An EVA copolymer containing 26% by weight of vinyl acetate is used in Examples 1 and 2 in EP 1 164 167 A1.

EP 1 184 912 A1 likewise relates to an embedding material for solar cells which is made up of an ethylene-vinyl acetate copolymer (EVA). According to EP 1 184 912 A1, the vinyl acetate content of the EVA copolymer is from 10 to 40% by weight. Contents of more than 40% by weight of vinyl acetate are unfavourable according to EP 1 184 912 A1 since EVA copolymers having contents of more than 40% by weight of vinyl acetate flow easily and thus make the embedding process for the solar cells more difficult. Furthermore, according to EP 1 184 912 A1, EVA copolymers having a vinyl acetate content of more than 40% by weight are sticky so that the EVA film used for embedding is difficult to handle. The EVA films which are preferably used according to EP 1 184 912 A1 are crosslinked.

JP-A 2003-051605 discloses a film for a solar module which is made up of an EVA copolymer which is mixed with an organic peroxide, a silane coupling reagent and stabilizers. The vinyl acetate content of the EVA copolymer according to JP-A 2003-051605 is 27% or more. In the examples, an EVA copolymer having a vinyl acetate content of 28% is used.

JP-A 2003-049004 relates to a flexible film which is suitable for the embedding of solar cells without crosslinking. The flexible film is preferably made up of an ethylene polymer or an ethylene- α -olefin copolymer or an ethylene-acrylate copolymer. According to the description in JP-A 2003-049004, alternative systems to EVA systems should be made available.

Proceeding from the prior art, it is an object of the present invention to provide solar modules or embedding materials for solar cells which display a long life, excellent UV resistance and simplified fixing of the solar cells.

This object is achieved by a solar module containing at least one layer made up of at least one α -olefin-vinyl acetate copolymer.

The solar module of the invention is then characterized in that the α -olefin-vinyl acetate copolymer has a vinyl acetate content of $\geq 40\%$ by weight, based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer, and has been prepared by a solution polymerization process at a pressure of from 100 to 700 bar.

It has surprisingly been found that the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention, which have been prepared by a solution polymerization process at a pressure of from 100 to 700 bar, are, despite the high vinyl acetate content described as disadvantageous in the prior art, e.g. in EP 1 164 167 A1 and EP 1 184 912 A1, highly suitable for use in solar modules.

The α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention have excellent UV resistance and make simplified, compared to the ethylene-vinyl acetate copolymers used in the prior art, fixing of the solar cells possible, as a result of which time and energy can be saved in the lamination process in the production of the solar modules of the invention.

The α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention have high vinyl acetate contents of $\geq 40\%$ by weight, based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer, preferably have vinyl acetate contents of $\geq 50\%$ by weight, particularly preferably $\geq 60\%$ by weight, in each case based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymers. The vinyl acetate content of the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention is usually from $\geq 40\%$ by weight to 98% by weight, preferably from $\geq 50\%$ by weight to 98% by weight, particularly preferably from $\geq 60\%$ by weight to 98% by weight, and the α -olefin content is usually from 2% by weight to $\leq 60\%$ by weight, preferably from 2% by weight to $\leq 50\%$ by weight, particularly preferably from 2% by weight to $\leq 40\%$ by weight, with the total amount of vinyl acetate and α -olefin being 100% by weight.

In a further embodiment, the α -olefin-vinyl acetate copolymer used according to the invention can comprise not only the monomer units based on the α -olefin and vinyl acetate but also one or more further comonomer units (e.g. terpolymers), e.g. comonomer units based on vinyl esters and/or (meth)acrylates. The further comonomer units are, if further comonomer units are present at all in the α -olefin-vinyl acetate copolymer, present in a proportion of up to 10% by weight, based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer, with the proportion of the

monomer units based on the α -olefin being reduced correspondingly. Thus, for example, it is possible to use α -olefin-vinyl acetate copolymers made up of from $\geq 40\%$ by weight to 98% by weight of vinyl acetate, from 2% by weight to $\leq 60\%$ by weight of α -olefin and from 0 to 10% by weight of at least one further comonomer, with the total amount of vinyl acetate, α -olefin and the further comonomer being 100% by weight.

As α -olefins, it is possible to use all known α -olefins in the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention. The α -olefin is preferably selected from among ethene, propene, butene, in particular n-butene and i-butene, pentene, hexene, in particular 1-hexene, heptene and octene, in particular 1-octene. It is also possible to use higher homologues of the α -olefins mentioned as α -olefins in the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention. Furthermore, the α -olefins can bear substituents, in particular C_1 - C_5 -alkyl radicals. However the α -olefins preferably do not bear any further substituents. It is also possible to use mixtures of two or more different α -olefins in the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention. However, it is preferred that mixtures of various α -olefins are not used. Preferred α -olefins are ethene and propene, with ethene being particularly preferably used as α -olefin in the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention. Thus, the α -olefin-vinyl acetate copolymer used in the solar module of the invention is preferably an ethylene-vinyl acetate copolymer.

Particularly preferably ethylene-vinyl acetate copolymers have a vinyl acetate content of from $\geq 40\%$ by weight to 98% by weight, preferably from $\geq 50\%$ by weight to 98% by weight, particularly preferably from $\geq 60\%$ by weight to 98% by weight, and an ethylene content of from 2% by weight to $\leq 60\%$ by weight, preferably from 2% by weight to $\leq 50\%$ by weight, particularly preferably from 2% by weight to $\leq 40\%$ by weight, with the total amount of vinyl acetate and ethylene being 100% by weight.

The α -olefin-vinyl acetate copolymer, preferably ethylene-vinyl acetate copolymer, used according to the invention is prepared by a solution polymerization process at a pressure of from 100 to 700 bar, preferably at a pressure of from 100 to 400 bar. The solution polymerization process is preferably carried out at temperatures of from 50 to 150°C , generally using free-radical initiators.

The ethylene-vinyl acetate copolymers having high vinyl acetate contents which are preferably used according to the invention are usually referred to as EVM copolymers, where the "M" in the abbreviation indicates the saturated backbone of the methylene main chain of the EVM.

Suitable processes for preparing the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention are mentioned, for example, in EP-A 0 341 499, EP-A 0 510 478 and DE-A 38 25 450.

The α -olefin-vinyl acetate copolymers which have a high vinyl acetate content and are prepared by the solution polymerization process at a pressure of from 100 to 700 bar, which are used according to the invention, have, in particular, low degrees of branching and thus low viscosities. Furthermore, the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention have a random uniform distribution of their building blocks (α -olefin and vinyl acetate).

The α -olefin-vinyl acetate copolymers, preferably ethylene-vinyl acetate copolymers, used according to the invention generally have MFI values (g/10 min) measured in accordance with ISO 1133 at 190°C under a load of 21.1 N of from 1 to 40, preferably from 1 to 10, particularly preferably from 2 to 6.

The Mooney viscosities ML 1 + 4 at 100°C, measured in accordance with DIN 53 523, are generally from 3 to 50 Mooney units, preferably from 4 to 35 Mooney units.

The number average molecular weight, determined by means of GPC, is generally from 5000 g/mol to 200 000 g/mol, preferably from 10 000 g/mol to 100 000 g/mol.

Particular preference is given to using ethylene-vinyl acetate copolymers which are obtainable, for example, under the trade names Levapren® or Levamelt® from Lanxess AG in the solar module of the invention.

α -Olefin copolymers which are particularly preferably used are the ethylene-vinyl acetate copolymers Levamelt® 600, Levamelt® 700, Levamelt® 800 and Levamelt® 900 containing $60 \pm 1.5\%$ by weight of vinyl acetate, $70 \pm 1.5\%$ by weight of vinyl acetate, $80 \pm 2\%$ by weight of vinyl acetate and $90 \pm 2\%$ by weight

of vinyl acetate, respectively.

When the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention are employed, solar modules which have a longer operating life than solar modules containing ethylene-vinyl acetate copolymers which have lower vinyl acetate contents and, owing to the different method of preparation, other product properties are obtained.

The α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention can be crosslinked or uncrosslinked. A particular advantage of the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention is that, in a preferred embodiment of the present invention, crosslinking of the α -olefin-vinyl acetate copolymers is dispensed with when they are used in the solar module of the invention. In a preferred embodiment, the present invention thus provides a solar module according to the invention in which the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention are present in uncrosslinked form.

This is a great advantage over the EVA copolymers which are usually used in solar modules and have lower vinyl acetate contents and have to be crosslinked by means of peroxides.

In particular, mention may be made of the following advantages which are obtained when using the preferably uncrosslinked α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention, especially in the production of the solar modules:

- **Energetic:** Since the step of peroxidic crosslinking is dispensed with in a preferred embodiment, it is in principle possible to carry out lamination at lower temperatures since it is not necessary to attain an activation temperature in order to start the reaction;
- **Cycle time in the production of the solar modules:**
This is shorter since the abovementioned crosslinking step is dispensed with. This means a higher throughput.
- **Lower maintenance requirement:**

The machines in which the crosslinking step is carried out are not exposed to the aggressive dissociation products. The machine and the moveable components therein have a longer life and require less maintenance. This again means a saving in both material costs and downtime costs.

A further advantage of the use according to the invention of the α -olefin-vinyl acetate copolymers mentioned is that neither bonding agents nor ageing inhibitors are required when the α -olefin-vinyl acetate copolymers mentioned are used in solar modules, since the intrinsic stickiness of the material used according to the invention is sufficient for the use and the higher proportion of VA in the EVM compared to EVAs used in the prior art gives inherent protection against UV.

The present invention therefore further provides a solar module according to the invention containing at least one layer made up of at least one of the abovementioned α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention, wherein the layer contains no ageing inhibitors, in particular no UV stabilizers, and/or no bonding agents, in particular no silane bonding agents, particularly preferably neither ageing inhibitors nor bonding agents.

The key aspect of the invention is the use of the abovementioned α -olefin-vinyl acetate copolymers in solar modules. The solar module according to the invention can be any solar module known to those skilled in the art as long as this contains at least one layer of at least one α -olefin-vinyl acetate copolymer of the type used according to the invention. Suitable solar modules are mentioned below.

In a preferred embodiment, the solar module of the invention is made up of the following layers:

- i) a glass substrate A having a front side and a rear side, with the front side being the side facing the sun in the finished solar module;
- ii) a transparent polymer layer B applied to the rear side of the glass substrate;
- iii) one or more solar cells C applied to the polymer layer B;
- iv) a further transparent polymer layer D applied on top of the solar cells;
- v) a protective layer E;

where the solar cells C are embedded in the transparent polymer layers B and D and one of the transparent polymer layers B and/or D is made up of at least one

α -olefin-vinyl acetate copolymer used according to the invention.

Suitable and preferred suitable α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention have been mentioned above.

The solar module of the invention preferably additionally has a connection socket and a connection terminal and also, if the solar module is a rigid solar module, a frame, preferably an aluminium profile frame.

Glass plates are suitable as glass substrate A, with preference being given to using a single-plate safety glass (SSG). All glass substrates known to those skilled in the art are suitable, with the term "glass substrate" also encompassing other transparent substrates such as polycarbonate.

Suitable transparent polymer layers B and D are α -olefin-vinyl acetate copolymers, in particular ethylene-vinyl acetate copolymers, with at least one polymer layer B or D, preferably both polymer layers B and D, being made up of the α -olefin-vinyl acetate copolymer used according to the invention, as has been defined above.

As solar cells C, it is possible to use all solar cells known to those skilled in the art. Suitable solar cells are silicon cells which may be thick-film cells (monocrystalline or polycrystalline cells) or thin-film cells (amorphous silicon or crystalline silicon); III-V semiconductor solar cells (Ga-As cells); II-VI semiconductor solar cells (CdTe cells); CIS cells (copper-indium diselenide or copper-indium disulphide) or CIGS cells (copper-indium-gallium diselenide); organic solar cells, dye cells (Grätzel cells) or semiconductor electrolyte cells (e.g. copper oxide/NaCl solution); with preference being given to using silicon cells. Here, it is possible to use all types of silicon cells known to those skilled in the art, e.g. monocrystalline cells, polycrystalline cells, amorphous cells, microcrystalline cells or tandem solar cells which are, for example, made up of a combination of polycrystalline and amorphous cells. Preference is given to using polycrystalline and amorphous cells.

Apart from thick-film cells, it is possible to use thin-film cells, concentrator cells, electrochemical dye solar cells, organic solar cells or fluorescence cells. Flexible solar cells can also be used. The α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention are, in contrast to EVA copolymers usually employed in solar cells, elastomers and therefore particularly suitable for use in flexible solar cells. The structures of the abovementioned solar cells are known to those skilled in the

art.

Suitable methods of producing the solar cells C are known to those skilled in the art.

The solar module of the invention usually contains a plurality of solar cells which are, for example, electrically connected to one another by solder strips. The solar cells C are embedded in the transparent polymer layers B and D.

Furthermore, the solar module of the invention contains a protective layer E which is applied on top of the transparent polymer layer D. The protective layer E is generally a weathering-resistant protective layer which forms the rear side (rear side lamination) of the solar module. This is usually a polymer film, in particular a composite polymer film, for example made up of polyvinyl fluoride, e.g. Tedlar® from DuPont, or polyester.

The connection socket which is preferably additionally present in the solar module of the invention is, for example, a connection socket having a recovery diode or bypass diode. These recovery or bypass diodes are necessary for protecting the solar module in the event of no current being supplied by the solar module, for example as a result of shading or a defect.

In addition, the solar module preferably has a connection terminal which makes connection of the solar module to a solar power plant possible.

Finally, if the solar module is a rigid solar module it has, in a preferred embodiment, a frame, for example an aluminium profile frame, to increase the stability of the solar module.

The individual abovementioned elements of the solar module and preferred embodiments of these elements are known to those skilled in the art.

The solar module of the invention is produced by conventional methods known to those skilled in the art. In general, the appropriate, generally cleaned, glass substrate A is firstly provided and the transparent polymer layer B, which is preferably made up of the α -olefin-vinyl acetate copolymer used according to the invention, is applied to this. The transparent polymer layer B is usually cut to size

before application to the glass substrate. The solar cells C are subsequently positioned on the transparent polymer layer B. They are generally joined to one another beforehand by means of solder strips to form individual strings. Transverse connectors which join the individual strings to one another and lead to the connection socket are then usually put in place and, if appropriate, soldered. Finally, the further transparent polymer layer D, which is preferably made up of the α -olefin-vinyl acetate copolymer used according to the invention and is generally cut to size before application, is applied. This is followed by application of the protective layer E.

After application of the individual layers, the solar module of the invention is laminated. Lamination is carried out by methods known to those skilled in the art, for example under subatmospheric pressure and at elevated temperature (for example from 100 to 200°C). Lamination results in the solar cells being embedded in the transparent polymer layers B and D and joined firmly to the glass substrate A and the protective layer E. The connection socket is then generally installed and the module is provided with a frame.

The individual process steps for producing the solar module of the invention are carried out according to methods known to those skilled in the art.

The α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention can also be used in solar modules which have a structure different from the abovementioned preferred structure. Further types of solar modules in which the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention can be employed are known to those skilled in the art. Examples are laminated glass-glass modules, glass-glass modules produced by the pourable resin technique, glass-glass modules produced by the composite safety film technology, thin-film modules behind glass or as flexible coating, for example, on copper strip, concentrator modules in which the sunlight is concentrated by means of optics onto smaller solar cells, and also fluorescence collectors.

Compared to ethylene-vinyl acetate copolymers (EVA) which are usually used in solar modules, the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention have advantageous properties, e.g. lower machine-damaging emissions in the production process, excellent ageing resistance, in particular UV resistance, and simplified fixing of the solar cells, as a result of which time and energy

savings are achieved in the lamination process. Furthermore, longer operating lives can be achieved when using the α -olefin-vinyl acetate copolymers used according to the invention than when using conventional EVA copolymers.

The present invention further provides for the use of the solar module of the invention for stationary and mobile power generation.

The generation of power usually takes place in a solar power plant which has at least one solar module according to the invention in which the light energy of the sun is converted into electric energy and at least one electrical load.

The present invention therefore further provides a solar power plant containing at least one solar module according to the invention.

Suitable electrical loads are dependent on the type of solar power plant. For example, the load can be a DC load or an AC load. If an AC load is connected, it is necessary to convert the direct current obtained from the solar modules into alternating current by means of a DC-AC converter. It is likewise possible to use solar power plants which contain both DC loads and AC loads.

The solar power plant can also be an island system which does not have a (direct) connection to a power network. The power generated in an island system is usually buffered in accumulators as energy storager (loads for the purposes of the present application). Suitable island systems are known to those skilled in the art.

Furthermore, the solar power plants can be network-coupled plants which are connected to an independent power network and the electric energy is fed into this power network. In this case, the load is thus the power network. Suitable network-coupled plants are likewise known to those skilled in the art.

Figure 1 shows an example of a preferred solar module according to the invention.

The reference letters in Figure 1 have the following meanings:

A glass substrate

B transparent polymer layer made up of at least one α -olefin-vinyl acetate

copolymer of the type used according to the invention, preferably an ethylene-vinyl acetate copolymer of the type used according to the invention, particularly preferably a Levamelt® ethylene-vinyl acetate copolymer from Lanxess AG;

- C solar cells;
- D transparent polymer layer made up of at least one α -olefin-vinyl acetate copolymer of the type used according to the invention, preferably an ethylene-vinyl acetate copolymer of the type used according to the invention, preferably a Levamelt® ethylene-vinyl acetate copolymer from Lanxess AG;
- E a protective layer;
- F frame, preferably an aluminium profile frame;
- G seal.

Figure 1 depicts a preferred embodiment of the solar module of the invention. The invention also encompasses solar modules which do not have components F and G. In particular, the component F can be omitted in the case of flexible solar modules.

Suitable components A, B, C, D, E and F have already been described in detail above. Suitable seals G are known to those skilled in the art.

1. Solar module containing at least one layer made up of at least one α -olefin-vinyl acetate copolymer, characterized in that the α -olefin-vinyl acetate copolymer has a vinyl acetate content of $\geq 40\%$ by weight, based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer, and has been prepared by a solution polymerization process at a pressure of from 100 to 700 bar.
2. Solar module according to Claim 1, characterized in that the α -olefin-vinyl acetate copolymer has a vinyl acetate content of $\geq 50\%$ by weight, preferably $\geq 60\%$ by weight, particularly preferably $\geq 80\%$ by weight, in each case based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer.
3. Solar module according to Claim 1 or 2, characterized in that the α -olefin in the α -olefin-vinyl acetate copolymer is selected from among ethene, propene, butene, pentene, hexene, heptene and octene, preferably ethene and propene, particularly preferably ethene.
4. Solar module according to any of Claims 1 to 3, characterized in that the α -olefin-vinyl acetate copolymer has an MFI (g/10 min) measured in accordance with ISO 1133 at 190°C under a load of 21.1 N of from 1 to 40, preferably from 1 to 10, particularly preferably from 2 to 6.
5. Solar module according to any of Claims 1 to 4, characterized in that the α -olefin-vinyl acetate copolymer has a Mooney viscosity ML 1 + 4 at 100°C measured in accordance with DIN 53 523 of from 3 to 50 Mooney units, preferably from 4 to 35 Mooney units.
6. Solar module according to any of Claims 1 to 5, characterized in that the number average molecular weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer determined by means of GPC is from 5000 g/mol to 200 000 g/mol.
7. Solar module according to any of Claims 1 to 6, characterized in that the α -olefin-vinyl acetate copolymer is present in uncrosslinked form.
8. Solar module according to any of Claims 1 to 7, characterized in that the at least one layer made up of the at least one α -olefin-vinyl acetate copolymer

contains no ageing inhibitors and/or no bonding agents.

9. Solar module according to any of Claims 1 to 8 which is made up of
 - i) a glass substrate A having a front side and a rear side, with the front side being the side facing the sun in the finished solar module;
 - ii) a transparent polymer layer B applied to the rear side of the glass substrate;
 - iii) one or more solar cells C applied to the polymer layer B;
 - iv) a further transparent polymer layer D applied on top of the solar cells;
 - v) a protective layer E;where the solar cells C are embedded in the transparent polymer layers B and D,
characterized in that at least one of the transparent polymer layers B and/or D, preferably both transparent polymer layers B and D, is/are made up of an α -olefin-vinyl acetate copolymer as defined in any of Claims 1 to 7.
10. Solar module according to Claim 9, characterized in that a connection socket and a connection terminal and a frame, preferably an aluminium profile frame, are additionally present.
11. Use of an α -olefin-vinyl acetate copolymer as defined in any of Claims 1 to 7 in solar modules.
12. Use of a solar module according to any of Claims 1 to 10 for stationary and mobile power generation.
13. Solar power plant containing at least one solar module according to any of Claims 1 to 10.

1 Abstract

The present invention relates to a solar module containing at least one layer made up of at least one α -olefin-vinyl acetate copolymer which has a vinyl acetate content of $\geq 40\%$ by weight, based on the total weight of the α -olefin-vinyl acetate copolymer, and has been prepared by a solution polymerization process at a pressure of from 100 to 700 bar, the use of the α -olefin-vinyl acetate copolymer mentioned in solar modules, the use of the solar module of the invention for stationary or mobile power generation and also a solar power plant containing at least one solar module according to the invention.

2 Representative Drawing

None

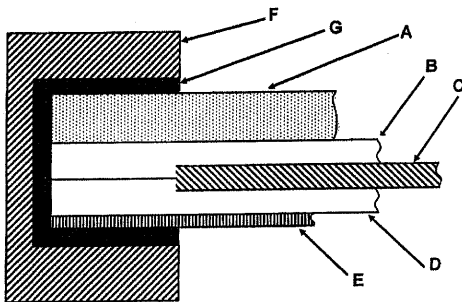


FIG. 1