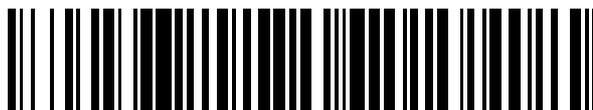


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 448 599**

51 Int. Cl.:

**C08G 81/02** (2006.01)

**B32B 27/06** (2006.01)

**H01L 31/00** (2006.01)

**B32B 27/28** (2006.01)

**H01L 31/048** (2006.01)

**H01L 31/05** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2009 E 09745998 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 2285869**

54 Título: **Composición a base de polímero injertado con poliamida y su utilización en módulos fotovoltaicos**

30 Prioridad:

**28.04.2008 FR 0852849**

**16.05.2008 US 53781 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**14.03.2014**

73 Titular/es:

**ARKEMA FRANCE (100.0%)**

**420, rue d'Estienne d'Orves**

**92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**JOUSSET, DOMINIQUE;**

**BIZET, STÉPHANE y**

**CARTIER, LAURENT B.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 448 599 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Composición a base de polímero injertado con poliamida y su utilización en módulos fotovoltaicos

Campo de la invención

5 La invención tiene por objeto una película de protección inferior de un módulo fotovoltaico, conteniendo el módulo fotovoltaico esta película de protección, así como el procedimiento de fabricación de este módulo fotovoltaico.

10 El calentamiento climático, vinculado a los gases de efecto invernadero liberados por las energías fósiles, ha llevado al desarrollo de soluciones energéticas alternativas que no emiten dichos gases en su funcionamiento, como por ejemplo los módulos solares. Un módulo solar comprende una «pila fotovoltaica», siendo capaz dicha pila de transformar la energía luminosa en electricidad. En la Figura 1 se ha representado una pila fotovoltaica clásica; esta pila fotovoltaica (10) comprende células (12), conteniendo cada célula un captador fotovoltaico (14), generalmente a base de silicio tratado con el fin de obtener propiedades fotovoltaicas, en contacto con colectores de electrones (16) situados por encima (colectores superiores) y por debajo (colectores inferiores) del captador fotovoltaico. Los colectores (16) superiores de la célula están conectados a los colectores (16) inferiores de otra célula (12) mediante varillas conductoras (18), constituidas generalmente por una aleación de metales. Todas estas células (12) están conectadas entre sí, en serie y/o en paralelo, para conformar la pila fotovoltaica (10). Cuando la pila fotovoltaica (10) se coloca bajo una fuente luminosa, suministra una corriente eléctrica continua que se puede recuperar en los bornes (19) de la pila (10).

20 En referencia a la Figura 2, el módulo solar (20) incluye la pila fotovoltaica (10) de la Figura 1 recubierta por un «encapsulante» (22). Una capa protectora superior (24) y una película de protección inferior (26), denominada «lámina de soporte», se disponen a una y otra parte de la pila encapsulada.

25 El encapsulante (22) debe ajustarse perfectamente a la forma del hueco que existe entre la pila fotovoltaica (10) y las capas protectoras (24) y (26) para evitar la presencia de aire, lo que limitaría el rendimiento del módulo solar. Análogamente, el encapsulante (22) debe evitar el contacto de las células (12) con el agua y el oxígeno del aire, para limitar la corrosión. Por lo general, este encapsulante es una composición que comprende un copolímero de etileno y acetato de vinilo reticulado.

La protección contra los golpes y la humedad de la pila fotovoltaica (10) queda garantizada por la capa protectora superior (24), por lo general de vidrio.

La película de protección inferior (26) contribuye a la protección contra la humedad del módulo solar (20) y al aislamiento eléctrico de las células (12) para evitar todo contacto con el ambiente exterior.

30 Estado de la técnica

Las diferentes capas (pilas fotovoltaicas, capa protectora superior, encapsulante, lámina de respaldo) deben adherirse a sus respectivas interfases para garantizar un buen rendimiento del módulo solar y para evitar que los gases o el agua se infiltren y causen un envejecimiento prematuro de este módulo.

35 Una posible solución es utilizar una capa de adhesivo o de aglutinante entre las diferentes capas. Por ejemplo, se puede citar la solicitud WO2004091901, que describe una estructura de lámina de respaldo para módulos solares, en la que un adhesivo basado en poliéster o poliuretano está comprendido entre una capa de un copolímero etileno-acetato de vinilo (EVA) y una capa de un polímero barrera, para permitir la adherencia de estas dos capas.

40 Otra solución es utilizar un encapsulante, del que se van a describir algunos ejemplos en lo sucesivo del estado de la técnica de la presente memoria descriptiva, este encapsulante debe mostrar adherencia con la capa protectora superior, la lámina de respaldo y la pila fotovoltaica.

45 En presencia de radiación solar, aparece un calentamiento en el interior del módulo solar y se pueden alcanzar temperaturas de 70°C (o más). Las propiedades termomecánicas, y en particular la resistencia a la deformación por fluencia, del adhesivo, del aglutinante o del encapsulante deben mantenerse, por tanto, a dichas temperaturas para que no se deformen. La resistencia a la deformación por fluencia es más particularmente importante en el caso del encapsulante: de este modo, en caso de fluencia, la pila puede entrar en contacto con el aire y/o las capas protectoras superior y/o inferior, lo que conlleva una disminución del rendimiento del módulo solar, es decir, una degradación de la pila y del módulo solar.

50 Además, para que no disminuya el rendimiento del módulo solar, es necesario que el encapsulante permita la transmisión de las ondas luminosas de la radiación solar hacia las células. Siempre para no reducir el rendimiento, es deseable que estas ondas resulten poco difractadas, es decir, que el encapsulante debe ser, a simple vista,

transparente o ligeramente translúcido, cuantificándose la transparencia por su «nivel de turbidez» o también «Haze», que debe ser bajo. Es también necesario que el encapsulante tenga buenas propiedades de aislamiento eléctrico para evitar cortocircuitos en el interior del módulo.

5 La utilización en los módulos solares de un encapsulante basado en copolímero de etileno - acetato de vinilo (EVA) descrito por ejemplo, en la solicitud JP19870174967, constituye la solución más extendida en la actualidad. El EVA tiene una buena transparencia. Sin embargo, Su adherencia a las capas protectoras no es satisfactoria y, por tanto, deben añadirse agentes que ayuden a la adherencia, denominados habitualmente «agentes de acoplamiento». Estos agentes son productos generalmente seleccionados entre silanos o titanatos orgánicos. Además, el EVA se degrada bajo la influencia de la radiación solar y de la temperatura; en ese momento se observa un desprendimiento de ácido acético que corroe las células fotovoltaicas. Además, se observa igualmente un envejecimiento del encapsulante con el paso del tiempo, que se materializa especialmente por un amarilleamiento importante, que origina una disminución del rendimiento del módulo solar.

15 Además, la resistencia a la deformación por fluencia del EVA no es suficiente en las condiciones de utilización de los módulos solares. Es necesario, por tanto, que este copolímero esté reticulado; que deje de ser termoplástico. Sin embargo, después de esta etapa de reticulación del encapsulante, los módulos son más difíciles de reciclar. Además, esta etapa de reticulación constituye una etapa adicional en el procedimiento de fabricación de los módulos solares, lo que ocasiona, por tanto, una pérdida de productividad.

20 En la fabricación de los módulos solares, las diferentes capas protectoras y de encapsulante se pueden montar por laminado. En este procedimiento, el montaje de las diferentes capas que constituyen el módulo solar se lleva a cabo con frecuencia mediante extracción a vacío. Esta extracción a vacío se lleva a cabo mediante una membrana de silicona que se aplica al módulo solar. Cuando se hace el vacío, los agentes de acoplamiento, que son volátiles, se aspiran y se depositan sobre la membrana. Sin embargo, la silicona se degrada al entrar en contacto con los agentes de acoplamiento; por tanto, es necesario eliminar o limitar su uso para permitir la utilización de la membrana de silicona durante un periodo de tiempo más prolongado para la fabricación en serie de varios módulos solares.

25 Además, en el ámbito del vidrio laminado, se utilizan capas de vidrio o/y de PMMA que están asociadas a aglutinantes basados en EVA o en polivinilbutilal (PVB); por las mismas razones de resistencia a la deformación por fluencia y de adherencia, estos aglutinantes deben estar reticulados y contener agentes de acoplamiento. Vuelven a aparecer los mismos problemas de posibilidad de reciclado, productividad y envejecimiento que para los módulos solares.

30 Para el vidrio laminado se utiliza el mismo tipo de procedimiento de fabricación y, en particular, las mismas temperaturas que los utilizados para la fabricación de los módulos solares.

35 Para evitar una etapa de reticulación y para resolver los problemas en las propiedades termomecánicas del encapsulante, especialmente la resistencia a la deformación por fluencia, se ha previsto, en la solicitud publicada con el número WO95/22843, la utilización de un ionómero como encapsulante en módulos solares. Este ionómero es un copolímero termoplástico no reticulado de etileno y ácido (met)acrílico parcialmente neutralizado por cationes de elementos de los grupos I, II o III de la tabla periódica (por ejemplo, cationes cinc o calcio). La adherencia de este encapsulante a la pila fotovoltaica y a las capas de protección es adecuada. Estos ionómeros presentan, análogamente, buena transparencia a simple vista. Sin embargo, aunque las propiedades termomecánicas sean mejores que las de los EVA no reticulados, la resistencia a la deformación por fluencia no es suficiente. En efecto, la formación de una red iónica permite al ionómero mantener cierta cohesión pasada su temperatura de fusión, pero sin que su resistencia a la deformación por fluencia sea completamente satisfactoria. Otro problema importante del ionómero es su elevada viscosidad a las temperaturas habituales de fabricación de los módulos solares (normalmente comprendidas en el intervalo de 120°C a 160°C). Sin embargo, esta viscosidad elevada es un freno a la productividad: de este modo, En un procedimiento continuo de fabricación de película, por ejemplo un procedimiento de fabricación por extrusión, el caudal de película a la salida de la extrusora disminuye cuando la viscosidad aumenta.

45 En la patente US6414236, el encapsulante es un terpolímero de etileno - acrilato de alquilo -anhídrido maleico. Este encapsulante está destinado a mejorar la resistencia al envejecimiento del módulo solar. Sin embargo, su resistencia a la fluencia sigue siendo mala y por tanto, su reticulación es necesaria: el encapsulante deja de ser termoplástico.

50 Además, se conocen los documentos FR 2878265, WO 2008/043958, WO 02/28959 y FR 2882060 que divulgan composiciones termoplásticas.

Es por tanto necesario encontrar una composición que se puede utilizar como aglutinante o como encapsulante, en particular en módulos solares, que sea termoplástica y que no requiera obligatoriamente una reticulación. Asimismo, debe poder también presentar durante su fabricación una viscosidad baja para permitir una productividad óptima.

Todo o parte de los inconvenientes y problemas presentes anteriormente se aplican no solo a cualquier tipo de módulo solar de vidrio laminado, sino también a cualquier otro tipo de célula fotovoltaica y circuito integrado que utilice silicio como semiconductor.

Resumen de la invención

- 5 También, la invención tiene por objeto la utilización como aglutinante y/o como encapsulante o en los módulos solares de al menos una composición termoplástica de acuerdo con la reivindicación 1.

10 De forma sorprendente, la composición de acuerdo con la invención combina propiedades suficientes de aislamiento eléctrico, propiedades de barrera contra el agua y el oxígeno, capacidad adhesiva y resistencia a la deformación por fluencia a temperaturas de utilización de aproximadamente 70°C o más, incluso sin etapa de reticulación, permitiendo estas propiedades su uso ventajoso en módulos solares. Otra ventaja de la composición es su baja viscosidad en comparación con los ionómeros, lo que facilita su aplicación y la productividad de estructuras de acuerdo con la invención.

El experto en la materia podrá seleccionar fácilmente el polímero injertado de poliamida que tenga el punto de fluidez adaptado a la temperatura máxima de utilización deseada, es decir, superior a dicha temperatura.

- 15 En la solicitud US 2004/0144415 se describe una lámina de respaldo que incluye un ionómero disperso en una fase poliamida, siendo esta fase continua o co-continua en oposición a la invención. La película no se utiliza como encapsulante. Además, se trata de una mezcla simple y la poliamida no está injertada al ionómero. Esta lámina de respaldo no es transparente. No se ha descrito ninguna propiedad de adherencia de esta película.

- 20 En la solicitud EP1342764 se describe una mezcla de un polímero injertado de poliamida con una resina adherente (al menos un 20% en peso del total de la composición). Ese documento se refiere a la aplicación de colas «Hot melt [fundidas en caliente]», que es un ámbito muy alejado de los aglutinantes, los encapsulantes y paneles solares.

25 Ventajosamente, la composición contiene menos del 20% en peso de resina adherente con respecto al peso total de la composición, preferentemente de 0 a 10%, por ejemplo, de 0 a 5%. La falta de resina adherente o un contenido bajo en la misma permite conferir a la composición una transparencia y/o un turbidez a la luz visible y/o una resistencia a la deformación por fluencia adaptada para su utilización en un módulo solar y/o un vidrio laminado. De forma sorprendente, incluso cuando la composición no contiene resina adherente, la capacidad adherente de la composición es suficiente para poderse utilizar como aglutinante o como encapsulante.

Aunque la composición de acuerdo con la invención tenga una capacidad adherente suficiente sin que se añadan agentes de acoplamiento, puede incluirlos de manera ventajosa.

- 30 La capacidad adherente de la composición se ve aumentada en comparación con una composición de acuerdo con la invención que no los incluye, pero conservando sin reticulación las propiedades satisfactorias para su uso en módulos solares o vidrio laminado. Para conseguir una adherencia equivalente, la cantidad de agentes de acoplamiento necesaria es menor comparada con las formulaciones basadas en EVA.

35 De forma ventajosa, la composición comprende hasta un 20% del peso total de la composición, por ejemplo de 0,01 a 10% en peso y preferentemente de 0,1 a 5%.

De forma ventajosa, el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida es la temperatura de fusión o la temperatura de transición vítrea de los injertos de poliamida.

De acuerdo con una primera realización de la invención, el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida está comprendido en el intervalo de 115 a 160°C.

- 40 En este intervalo de punto de fluidez preferido, la composición tiene una resistencia a la deformación por fluencia excepcional a las temperaturas de utilización de los módulos solares. Cuando se utiliza en la fabricación de estructuras tales como módulos solares o vidrio laminado, los intervalos de temperatura de fabricación de estas estructuras son idénticos a las habitualmente utilizadas.

45 De acuerdo con una segunda realización, el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida está comprendido en el intervalo de 75 a 115°C, y ventajosamente de 85 a 115°C.

En esta realización, la viscosidad y/o la temperatura de aplicación del polímero injertado con poliamida es particularmente baja, lo que permite mejorar la productividad y/o los costes de fabricación de la composición de acuerdo con la invención y de las estructuras realizadas a partir de esta última. Aunque la resistencia a la

deformación por fluencia sea algo menos elevada que la observada para la primera realización, esta composición conserva una resistencia muy buena a las temperaturas de utilización en los módulos solares.

5 De manera preferida, la composición de la invención transmite la luz visible y/o es transparente a la luz visible. De acuerdo con la invención, la composición transmite luz visible cuando presenta una transmisión superior o igual al 80%; la composición es transparente a la luz visible cuando presenta un nivel de turbidez inferior o igual al 10%. La transmisión y el nivel de turbidez de la composición se evalúan según la norma ASTM D1003, en una película de dicha composición de 500 [mu]m de espesor y para al menos una longitud de onda del intervalo visible (de 380 a 780 nm). Esta composición se utiliza ventajosamente como encapsulante en los módulos solares o como aglutinante para la fabricación de un vidrio laminado.

10 De manera preferida, la composición de la invención está nanoestructurada. De acuerdo con la invención, se entiende por composición nanoestructurada una composición que comprende al menos dos fases no miscibles y donde al menos una de estas fases tiene una de sus dimensiones (o más de una) inferior a 780 nm. De forma ventajosa, esta dimensión es inferior a 380 nm, por ejemplo, en el intervalo comprendido entre 60 y 380 nm, y mejor de 60 a 300 nm. El experto en la materia puede medir fácilmente las dimensiones de las fases con la técnica conocida de microscopía electrónica de transmisión y un programa informático normalizado de tratamiento de imágenes. De forma ventajosa, para obtener una buena nanoestructuración del polímero injertado con poliamida, se utiliza como peso molecular de los injertos de poliamida un peso molecular promedio en número comprendido en un intervalo entre 1000 y 5000g/mol, preferentemente en un intervalo entre 2000 y 3000 g.mol<sup>-1</sup>.

15 De forma sorprendente, cuando la composición está nanoestructurada, se obtiene una composición que transmite la luz visible y/o es transparente a la luz visible de acuerdo con la definición de la invención, adhesiva y que tiene una resistencia a la deformación por fluencia muy buena a temperaturas que pueden alcanzar los 70°C, e incluso más. Junto con sus propiedades de barrera contra el agua, barrera contra los gases y sus propiedades eléctricas, esta composición termoplástica se puede utilizar muy ventajosamente como encapsulante en el ámbito de los módulos solares, sin que sea obligatorio llevar a cabo una reticulación de la composición.

25 Se prefiere que los injertos de poliamida comprendan al menos un injerto de copoliamida. La composición de acuerdo con la invención transmite entonces la luz visible de manera más importante y/o es más transparente a la luz visible comparada con un polímero injertado con poliamida cuyos injertos son de una homopoliamida.

30 De manera ventajosa, la temperatura de fusión de la estructura de poliolefina es inferior a 100°C. La composición de acuerdo con la invención transmite entonces la luz visible de manera más importante y/o es más transparente que para una estructura de poliolefina que tiene una temperatura de fusión superior a 100°C. De acuerdo con una realización particular, la estructura de poliolefina no tiene temperatura de fusión, lo que aumenta aún más la transparencia.

35 De manera preferida, la estructura de poliolefina comprende en promedio un número de restos de monómeros (X) superior o igual a 1,3 y/o preferentemente inferior o igual a 10. Las dimensiones de la (o de las) fase(s) nanoestructurada(s) de la composición disminuyen cuando se cumplen estas condiciones, lo que mejora aún más las propiedades de transparencia y resistencia a la deformación por fluencia.

El monómero insaturado (X) incluido en o sobre la estructura de poliolefina es preferentemente el anhídrido maleico.

El rendimiento de la reacción de condensación de los injertos de poliamida en la estructura de poliolefina se ve mejorado entonces con respecto a las estructuras de poliolefina sin injertar.

40 De manera ventajosa, la estructura de poliolefina es un copolímero.

La composición de acuerdo con la invención es ahora más ligera que cuando la estructura de poliolefina es un homopolímero; está mejor adaptada para su uso como encapsulante, por ejemplo en módulos solares.

De forma ventajosa, la estructura de poliolefina que comprende el resto de (X) del polímero injertado con poliamida es un copolímero etileno-(met)acrilato de alquilo.

45 La composición tiene, entonces, un mejor comportamiento de envejecimiento debido al efecto de la luz visible y de la temperatura que EVA.

Los extremos del injerto de poliamida incluyen ventajosamente al menos una función amina.

El rendimiento de la reacción de condensación de los injertos de poliamida en la estructura de poliolefina se ve mejorado entonces.

La composición puede incluir también otro polímero, denominado complementario, que difiere de una resina adherente. Preferentemente, este polímero complementario es miscible o parcialmente miscible con el polímero injertado con poliamida. Este polímero complementario puede representar menos del 55% del peso total de la composición y preferentemente menos del 20% de la composición.

- 5 Se puede reducir por tanto el precio de la composición. Cuando el polímero complementario es miscible o parcialmente miscible, la composición presenta entonces un equilibrio excelente entre coste y transmisión de la luz visible y/o transparencia a la luz visible.

Preferentemente, la composición comprende menos del 10% en masa de elastómero y, por ejemplo, de 0 a 5% en peso.

- 10 Preferentemente, la composición comprende al menos el 75% en peso del polímero injertado con poliamida.

Presenta, entonces, una mejor resistencia a la deformación por fluencia que la que comprende menos del 75% del polímero injertado con poliamida; la composición presenta también una mayor transparencia y/o deja pasar la luz visible mejor.

- 15 La composición puede incluir, además, al menos uno de los componentes adicionales seleccionados entre agentes reticulantes, absorbentes UV, cargas minerales, plastificantes, aditivos retardantes de llama, compuestos colorantes o blanqueadores.

- 20 Durante el uso de la composición como aglutinante en un vidrio laminado o como encapsulante en un módulo solar, la naturaleza y/o la concentración de estos componentes deben ser tales que la composición final siga siendo transparente y/o transmita la luz visible. A modo de ejemplo, estos compuestos pueden representar de 0 a 20% del peso total de la composición, por ejemplo, de 0 a 10%.

Según una realización particular de la invención, la composición contiene, con respecto al peso total de la composición,

- 25 i) de 41 a 100% en peso de polímero injertado con poliamida,  
 ii) de 0 a 20% en peso de un agente de acoplamiento y no polimérico,  
 iii) de 0 a 20% en peso de componentes adicionales,  
 iv) de 0 a 19 % en peso de un polímero distinto de una resina adherente.

La invención se refiere también a una estructura que comprende la composición, teniendo preferentemente esta estructura un espesor comprendido entre 5  $\mu\text{m}$  y 2 mm.

- 30 Esta estructura puede ser multicapa y comprender al menos un soporte sobre el cual se aplica la composición termoplástica de acuerdo con la invención. Si la estructura se utiliza como módulo solar, el soporte puede constituir la capa superior o inferior de protección o incluso la pila fotovoltaica. Este soporte puede estar constituido por vidrio, de polímero y en particular de PMMA, de metal o de cualquier tipo de captador fotovoltaico.

- 35 La invención tiene también por objeto un módulo solar o un vidrio laminado, en particular vidrio laminado, que son estructuras específicas de acuerdo con la invención. En el caso del vidrio laminado, la composición puede desempeñar el papel de aglutinante entre dos capas de un vidrio laminado.

La composición de acuerdo con la invención puede utilizarse ventajosamente como aglutinante y/o como encapsulante. También puede utilizarse ventajosamente en módulos solares o en vidrios laminados.

Descripción de las figuras anexas

- 40 La descripción que sigue a continuación se proporciona únicamente a título ilustrativo y no limitativo en referencia a las figuras anexas, En las que:

La Figura 1, ya descrita, representa un ejemplo de pila fotovoltaica, siendo las partes (a) y (b) vistas de 3/4, mostrando la parte (a) una célula antes de la conexión y la parte (b) una vista después de la conexión de 2 células; la parte (c) es una vista desde arriba de una pila fotovoltaica completa.

La Figura 2, ya descrita, representa una corte transversal de un módulo solar.

Descripción detallada de la invención

En lo que respecta a la estructura de poliolefina, se trata de un polímero que comprende como monómero una  $\alpha$ -olefina.

Se prefieren  $\alpha$ -olefinas que contienen de 10 a 30 átomos de carbono.

5 Como ejemplo de  $\alpha$ -olefina, se pueden citar etileno, propileno, t-buteno, t-pentano, 3-metil-t-buteno, t-hexano, 4-metil-t-penteno, 3-metil-t-penteno, t-octeno, t-deceno, t-dodeceno, t-tetradeceno, t-hexadeceno, t-octadeceno, t-eicoceno, t-dococeno, t-tetracoceno, t-hexacoceno, t-octacoceno, y t-triaconteno. En el contexto de la presente invención, el término  $\alpha$ -olefina comprende también el estireno. Como  $\alpha$ -olefina se prefiere el propileno y muy especialmente el etileno.

10 Esta poliolefina puede ser un homopolímero cuando una sola  $\alpha$ -olefina se polimeriza en la cadena de polímero. Como ejemplos, se pueden citar polietileno (PE) o polipropileno (PP).

Esta poliolefina también puede ser un copolímero cuando al menos dos comonómeros se copolimerizan en la cadena polímero, siendo uno de los comonómeros, denominado el «primer comonómero» una  $\alpha$ -olefina y el otro comonómero, denominado «segundo comonómero», es un monómero que se puede polimerizar con el primer monómero.

15

Como ejemplo de segundo comonómero, se pueden citar:

- una de las  $\alpha$ -olefinas ya citadas, que sea diferente del primer comonómero de  $\alpha$ -olefina,
- dienos tales como, por ejemplo, t,4-hexadieno, etilideno norborneno, butadieno,
- los ésteres de ácidos carboxílicos insaturados tales como, por ejemplo, los acrilatos de alquilo o los metacrilatos de alquilo agrupados bajo el término (met)acrilatos de alquilo. Las cadenas de alquilo de estos (met)acrilatos pueden tener hasta 30 átomos de carbono. Como cadenas de alquilo, se pueden citar metilo, etilo, propilo, n-butilo, sec-butilo, isobutilo, terc-butilo, pentilo, hexilo, heptilo, octilo, 2-etilhexilo, nonilo, decilo, undecilo, dodecilo, tridecilo, tetradecilo, pentadecilo, hexadecilo, heptadecilo, octadecilo, nonadecilo, eicosilo, hencosilo, docosilo, tricosilo, tetracosilo, pentacosilo, hexacosilo, heptacosilo, octacosilo, nonacosilo. Se prefieren los (met)acrilato de metilo, etilo y butilo como ésteres de ácido carboxílico insaturados.
- los ésteres vinílicos de ácidos carboxílicos. A modo de ejemplos de ésteres vinílicos de ácido carboxílico, se pueden citar acetato de vinilo, versatato de vinilo, propionato de vinilo, butirato de vinilo, o maleato de vinilo. Como éster vinílico de ácido carboxílico se prefiere el acetato de vinilo.

20

25

De forma ventajosa, la estructura de poliolefina comprende al menos el 50% en moles del primer comonómero; su densidad puede estar ventajosamente comprendida entre 0,91 y 0,96.

30

Las estructuras de poliolefina preferidas están constituidas por un copolímero de etileno-(met)acrilato de alquilo. Si se utiliza esta estructura de poliolefina se obtiene una resistencia excelente al envejecimiento a la luz y a la temperatura.

No se supera el marco de la invención si se copolimerizan «segundos comonómeros» en la estructura de poliolefina.

35 De acuerdo con la presente invención, la estructura de poliolefina contiene al menos un resto de monómero insaturado (X) que puede reaccionar con una función ácido y/o amina del injerto de poliamida mediante una reacción de condensación. De acuerdo con la definición de la invención, el monómero insaturado (X) no es un «segundo comonómero».

Como monómero insaturado (X) incluido en la estructura de poliolefina se pueden citar:

- los epóxidos insaturados. Entre éstos se encuentran, por ejemplo, los ésteres y éteres de glicidilo alifáticos tales como alil glicidil éter, vinil glicidil éter, maleato e itaconato de glicidilo, acrilato y metacrilato de glicidilo. Se encuentran también, por ejemplo, los ésteres y éteres de glicidilo alicíclicos tales como 2-ciclohexeno-1-glicidil éter, ciclohexeno-4,5-diglicidilcarboxilato, ciclohexeno-4-glicidil carboxilato, carboxilato de 5-norborneno-2-metil-2-glicidilo y dicarboxílico de endocis-biciclo(2,2,1)-5-hepteno-2,3-diglicidilo. Como epóxido insaturado se prefiere utilizar el metacrilato de glicidilo.
- los ácidos carboxílicos insaturados y sus sales, por ejemplo, el ácido acrílico o ácido metacrílico y las sales de estos mismos ácidos.
- los anhídridos de ácido carboxílico. Se pueden seleccionar, por ejemplo entre los anhídridos maleico, itacónico, citracónico, alilsuccínico, ciclohex-4-eno-1,2-dicarboxílico, 4-metilenciclohex-4-eno-1,2-dicarboxílico, biciclo(2,2,1)hept-5-eno-2,3-dicarboxílico, y x-metilbiciclo(2,2,1)hept-5-eno-2,2-dicarboxílico. Como anhídrido de

40

45

50

ácido carboxílico se prefiere utilizar el anhídrido maleico.

5 El monómero insaturado (X) se selecciona preferentemente entre un anhídrido de ácido carboxílico insaturado y un epóxido insaturado. En particular, para llevar a cabo la condensación del injerto de poliamida con la estructura de poliolefina, cuando el extremo reactivo del injerto de poliamida es una función ácido carboxílico, el monómero insaturado (X) es preferentemente un epóxido insaturado. Cuando el extremo reactivo del injerto de poliamida es una función amina, el monómero insaturado (X) es ventajosamente un epóxido insaturado y preferentemente un anhídrido de ácido carboxílico insaturado:

De acuerdo con una versión ventajosa de la invención, el número preferido de monómeros insaturados (X) fijados en la estructura de poliolefina, en promedio, es superior o igual a 1,3, y/o preferentemente inferior o igual a 10.

10 De este modo, si (X) es anhídrido maleico y el peso molecular en número de la poliolefina es 15 000 g/mol, se ha encontrado que esto corresponde a una proporción de anhídrido de al menos un 0,8 % en peso de la totalidad de la estructura de poliolefina, un máximo del 6,5%. Estos valores asociados al peso de los injertos de poliamida determinan la proporción de poliamida y estructura en el polímero injertado con poliamida.

15 La estructura de poliolefina que contiene el resto del monómero insaturado (X) se obtiene mediante polimerización de monómeros (primer comonómero, segundo comonómero en su caso, y en su caso monómero insaturado (X)). Esta polimerización se puede llevar a cabo mediante un procedimiento radicalario a alta presión o mediante un procedimiento en disolución, en reactor autoclave o tubular, siendo estos procedimientos y reactores bien conocidos del experto en la materia. Cuando el monómero insaturado (X) no está copolimerizado en la estructura de poliolefina, está injertado en la estructura de poliolefina. El injerto es también una operación conocida por sí misma. La composición será de acuerdo con la invención si varios monómeros funcionales (X) diferentes se copolimerizan y/o se injertan en la estructura de poliolefina.

20 Según los tipos y relaciones de monómeros, la estructura de poliolefina puede ser semicristalina o amorfa. En el caso de poliolefinas amorfas, solo se cumple la temperatura de transición vítrea, mientras que en el caso de las poliolefinas semicristalinas, se cumple la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión (que será necesariamente superior). Será suficiente que el experto en la técnica seleccione las relaciones de monómero y los pesos moleculares de la estructura de poliolefina para poder obtener fácilmente los valores deseados de la temperatura de transición vítrea, en su caso tanto la temperatura de fusión como la viscosidad de la estructura de poliolefina.

25 De manera preferida, la poliolefina tiene un índice de flujo en fundido (IFF) comprendido entre 3 y 400/10min (190°C, 2,16 kg, ASTM D 1238).

Los injertos de poliamida pueden ser tanto homopoliamidas como copoliamidas.

La expresión "injertos de poliamida" se dirige especialmente a las homopoliamidas alifáticas resultantes de la policondensación:

- de una lactama,
- 35 • o de un ácido alfa,omega-aminocarboxílico alifático,
- o de una diamina alifática y de un diácido alifático.

A modo de ejemplos de lactama, se pueden citar caprolactama, oenantolactama y laurilactama.

A modo de ejemplo de ácido alfa,omega-aminocarboxílico alifático, se puede citar el ácido aminocaproico, ácido amino-7-heptanoico, ácido 11-aminoundecanoico y ácido 12-aminododecanoico.

40 A modo de ejemplos de diamina alifática, se pueden citar hexametildiamina, dodecametildiamina y trimetilhexametildiamina.

A modo de ejemplos de diácido alifático, se pueden citar los ácidos adípico, azelaico, subérico, sebácico y dodecanodicarboxílico.

45 Entre las homopoliamidas alifáticas, se pueden citar, a modo de ejemplo y de forma no limitativa, las siguientes poliamidas: policaprolactama (PA6); poliundecanamida (PA11, comercializada por ARKEMA con bajo la marca Rilsan<sup>®</sup>); polilaurilactama (PA12, igualmente comercializada por ARKEMA con bajo la marca Rilsan<sup>®</sup>); polibutileno adipamida (PA4.6); polihexametileno adipamida (PA6.6); polihexametileno azelamida (PA6.9); polihexametileno sebacamida (PA-6.10); polihexametileno dodecanamida (PA6.12); polidecametileno dodecanamida (PA10.12); polidecametileno sebacanamida (PA10.10) y polidodecametileno dodecanamida (PA12.12).

En la expresión "poliamidas semicristalinas" también se incluyen las homopoliamidas cicloalifáticas.

Se pueden citar, concretamente, las homopoliamidas cicloalifáticas que son el resultado de la condensación de una diamina cicloalifática con un diácido alifático.

5 A modo de ejemplos de diamina cicloalifática, se puede citar la 4,4'-metileno-bis(ciclohexilamina), que también se denomina para-bis(aminociclo-hexil)metano o PACM, 2,2'-dimetil-4,4'metileno-bis(ciclo-hexil-amina), que también se denomina bis-(3-metil-4-aminociclohexil)-metano o BMACM.

De este modo, entre las homopoliamidas cicloalifáticas, se pueden citar las poliamidas PACM.12, que son el resultado de la condensación de PACM con el diácido en C12, las BMACM.10 y BMACM.12 que son el resultado de la condensación de BMACM con, respectivamente, los diácidos alifáticos, C10 y C12.

10 La expresión "injeritos de poliamida" incluye análogamente a las homopoliamidas semiaromáticas que son el resultado de la policondensación:

- de una diamina alifática y de un diácido aromático, tales como el ácido tereftálico (T) y el ácido isoftálico (I). Las poliamidas obtenidas se denominan entonces habitualmente "poliftalamidas" o PPA;
  - de una diamina aromática, tal como la xililendiamina, y más particularmente la metaxililendiamina (MXD) y de un diácido alifático.
- 15

De este modo, y de manera no limitativa, se pueden citar las poliamidas 6.T, 6.1, MXD.6 o incluso MXD.10.

Los injeritos de poliamida que se ponen en juego en la composición de acuerdo con la invención son preferentemente copoliamidas. Estos son el resultado de la policondensación de al menos dos de los grupos de monómeros anteriormente citados para la obtención de homopoliamidas. El término « monómero » en la presente descripción de las copoliamidas debe tomarse en el sentido de «unidad repetitiva». En efecto, cuando una unidad repetitiva de PA está constituida por la asociación de un diácido con una diamina es un caso particular. Se considera que la asociación de una diamina y un diácido, es decir, la pareja diamina.diácido (en cantidad equimolar), es la que corresponde al monómero. Esto se explica por el hecho de que, individualmente, el diácido o la diamina representan una unidad estructural, que no puede polimerizar por sí misma para constituir una poliamida.

20

25 De este modo, las copoliamidas se refieren, especialmente, a los productos de condensación:

- de al menos dos lactamas,
  - de al menos dos ácidos alfa,omega-aminocarboxílicos alifáticos,
  - de al menos una lactama y al menos un ácido alfa,omega-aminocarboxílico alifático,
  - de al menos dos diaminas y de al menos dos diácidos,
  - de al menos una lactama con al menos una diamina y al menos un diácido,
  - de al menos un ácido alfa,omega-aminocarboxílico alifático con al menos una diamina y al menos un diácido, la(s) diamina(s) y el(los) diácido(s) pueden ser, independientemente entre sí, alifáticos, cicloalifáticos o aromáticos.
- 30

Según los tipos y relaciones de monómeros, las copoliamidas pueden ser semicristalinas o amorfas. En el caso de copoliamidas amorfas, solo se cumple la temperatura de transición vítrea, mientras que en el caso de las copoliamidas semicristalinas, se cumple la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión (que será necesariamente superior).

35

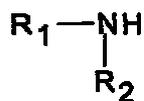
Entre las copoliamidas amorfas que se pueden utilizar en el ámbito de la invención, se pueden citar por ejemplo las copoliamidas que contienen monómeros semiaromáticos.

40 Entre las copoliamidas, se podrán utilizar análogamente las copoliamidas semicristalinas y, concretamente, las de tipo PA 6/11, PA6/12 y PA6/11/12.

El grado de polimerización puede variar en grandes proporciones, de acuerdo con su valor, se trata de una poliamida o un oligómero de poliamida.

De forma ventajosa, los injeritos de poliamida son monofuncionales.

45 Para que el injerto de poliamida tenga un extremo monoamina, es suficiente con utilizar un limitador de cadena de fórmula:



donde:

- R1 es hidrógeno o un grupo alquilo lineal o ramificado que tiene hasta 20 átomos de carbono,
- R2 es un grupo que tiene hasta 20 átomos de carbono alquilo o alqueno lineal o ramificado, un radical cicloalifático saturado o no saturado, un radical aromático o una combinación de los anteriores. El limitador puede ser, por ejemplo, laurilamina u oleilamina.

Para que el injerto de poliamida tenga un extremo monoácido carboxílico, es suficiente con utilizar un limitador de cadena de fórmula R'1-COOH, R'1-CO-O-CO-R'2 o un diácido carboxílico.

R'1 y R'2 son grupos alquilo lineales o ramificados que tienen hasta 20 átomos de carbono.

- 10 De forma ventajosa, el injerto de poliamida tiene un extremo con una funcionalidad amina. Los limitadores monofuncionales de la polimerización preferidos son laurilamina y oleilamina.

De forma ventajosa, los injertos de poliamida tienen un peso molecular comprendido entre 1000 y 5000 g/mol y preferentemente entre 2000 y 3000 g/mol.

- 15 La policondensación definida anteriormente se lleva a cabo de acuerdo con los procedimientos habitualmente conocidos, por ejemplo a una temperatura comprendida en general entre 200 y 300°C, a vacío o bajo atmósfera inerte, con agitación de la mezcla de reacción. La longitud de la cadena de injerto promedio viene determinada por la relación molar inicial entre el monómero policondensable o la lactama y el limitador monofuncional de la polimerización. Para calcular la longitud de la cadena de injerto promedio se suele contar una molécula de limitador de cadena por cada cadena de injerto.

- 20 Será suficiente que el experto en la técnica seleccione los tipos y la relación de monómeros, así como los pesos moleculares, de los injertos de poliamida para poder obtener fácilmente los valores deseados de la temperatura de transición vítrea, en su caso tanto la temperatura de fusión como la viscosidad del injerto de poliamida.

- 25 La reacción de condensación del injerto de poliamida en la estructura de poliolefina que contiene el resto (X) se lleva a cabo por reacción de una función amina o ácido del injerto de poliamida sobre el resto (X). De forma ventajosa, se utilizan injertos de poliamida monoamina y se crean enlaces amida o imida haciendo reaccionar la función amina con la función del resto (X).

- 30 Se realiza la condensación preferentemente en estado fundido. Para fabricar la composición de acuerdo con la invención, se pueden utilizar técnicas convencionales de mezcla y/o de extrusión. Los componentes de la composición se mezclan de esta forma para conformar un compuesto que, en su caso, se puede granular a la salida de la boquilla. De forma ventajosa, durante la composición se añaden agentes de acoplamiento.

- 35 Para obtener una composición nanoestructurada, también se pueden mezclar el injerto de poliamida y la estructura en una extrusora, a una temperatura generalmente comprendida entre 200 y 300 °C. El tiempo medio de permanencia del material fundido dentro de la extrusora puede estar comprendido entre 5 segundos y 5 minutos, y preferentemente entre 20 segundos y 1 minuto. El rendimiento de esta reacción de condensación se evalúa mediante extracción selectiva de los injertos de poliamida libres, es decir, los que no han reaccionado para formar el polímero injertado con poliamida.

La preparación de los injertos de poliamida con extremo amina así como su adición a una estructura de poliolefina que contiene el resto d(X) se ha descrito en las patentes US3976720, US3963799, US5342886 y FR2291225.

- 40 El polímero injertado con poliamida de la presente invención muestra ventajosamente una organización nanoestructurada. Para obtener este tipo de organización, se utilizarán preferentemente, por ejemplo, injertos que tengan un peso molecular en número  $M_n$  comprendido entre 1000 y 5000/mol y más preferentemente entre 2000 y 3000 g/mol. También se utilizarán, preferentemente, del 15 al 30% en peso de injertos de poliamida y un número de monómeros (X) comprendido entre 1,3 y 10.

- 45 De forma ventajosa, el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida es inferior o igual a 160°C, lo que permite una temperatura de uso especialmente bien adaptada a las técnicas actuales de fabricación de paneles solares.

Gracias a los elementos proporcionados en esta memoria descriptiva, el experto en la materia podrá ajustar los diferentes parámetros (selección de los injertos, proporciones, selección de la poliolefina) para seleccionar las propiedades finales del punto de fluidez, la fluidez, las propiedades termomecánicas, de transmisión de la luz y transparencia.

- 5 La composición también será de acuerdo con la invención si comprende una mezcla de polímero injertado con poliamida tal como se ha definido anteriormente.

No se supera el marco de la invención si se añade a la composición al menos otro polímero con el fin de disminuir el coste de la composición. De manera preferida, se utilizará un polímero parcialmente miscible o miscible con el polímero injertado con poliamida. El experto en la materia sabrá seleccionar los polímeros miscibles o parcialmente miscibles con el polímero injertado con poliamida. Por ejemplo, se puede utilizar una poliolefina o una poliamida de tipo similar al utilizado para fabricar el polímero injertado con poliamida. De este modo se podrá conservar la nanoestructura si el polímero injertado con poliamida está nanoestructurado. La composición comprende de manera ventajosa al menos el 25%, preferentemente al menos un 41% y de manera aún más preferida al menos el 75% en peso de polímero injertado con poliamida.

- 15 De forma ventajosa, el punto de fluidez de la composición, que se define como la temperatura más alta entre el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida y las temperaturas de fusión y de transición vítrea del resto de polímeros de la composición, es inferior a 160°C. De manera preferida, la temperatura más alta entre el punto de fluidez de la composición es igual al punto de fluidez del polímero injertado con poliamida.

Para determinar los puntos de fluidez del polímero injertado con poliamida y de la composición, el experto en la materia podrá medir fácilmente las temperaturas de fusión y de transición vítrea de la estructura de poliolefina, de los injertos de poliamida y del resto de polímeros mediante calorimetría diferencial de barrido, habitualmente denominada DSC, usando una velocidad de calentamiento de 10°C por minuto.

Entre la lista de aditivos siguientes, el experto en la materia sabrá seleccionar fácilmente sus cantidades para obtener las propiedades deseadas de la composición.

- 25 Se pueden añadir ventajosamente agentes de acoplamiento con el fin de mejorar la capacidad adherente de la composición cuando esta debe ser particularmente elevada. De acuerdo con la invención, el agente de acoplamiento es un ingrediente no polimérico; puede ser orgánico, cristalino, mineral y más preferentemente semi-mineral semi-orgánico. Entre éstos se pueden citar los titanatos o los silanos orgánicos, como por ejemplo los titanatos de monoalquilo, los triclorosilanos y los trialcóxidosilanos.

- 30 Aunque la reticulación no sea obligatoria, es posible para mejorar adicionalmente las propiedades termomecánicas del encapsulante, en particular cuando la temperatura es muy elevada. No se supera el marco de la invención si se añaden agentes reticulantes. Como ejemplos, se pueden citar los isocianatos o los peróxidos orgánicos. Esta reticulación también se puede llevar a cabo mediante las técnicas conocidas de irradiación.

Preferentemente, la composición comprende un máximo del 10% de resina adherente y, preferentemente, no incluye nada. En efecto, cuando este tipo de resinas se añaden al polímero injertado con poliamida, la transparencia de la composición y su resistencia a la fluencia disminuyen. Las resinas adherentes son, por ejemplo, las colofonias y sus derivados, los politerpenos y sus derivados. De forma sorprendente, no se necesita ninguna resina adherente para conferir a la composición las propiedades de adherencia a los distintos soportes de módulos solares.

- 40 Puesto que la radiación UV ocasiona el amarilleamiento del encapsulante, se pueden añadir estabilizantes de UB con el fin de garantizar la transparencia del encapsulante durante su vida útil. Estos compuestos pueden estar, por ejemplo, basados en benzofenona o benzotriazol. Se pueden añadir en cantidades inferiores al 10 % en peso del peso total de la composición y, preferentemente, del 0,1 al 5%.

Se pueden añadir cargas, en especial cargas minerales, para mejorar la resistencia termomecánica de la composición. De manera no limitativa, se proporcionan como ejemplos la sílice, la alúmina o los carbonatos de calcio o los nanotubos de carbono. De forma ventajosa, se utilizan arcillas modificadas o no modificadas que se mezclarán a escala nanométrica; esto permite obtener una composición más transparente.

- 50 Se pueden añadir plastificantes para facilitar la aplicación y mejorar la productividad del procedimiento de fabricación de la composición y de las estructuras. Como ejemplos, se citarán los hidrocarburos parafínicos inorgánicos aromáticos o naftalénicos que pueden también mejorar la capacidad adherente de la composición de acuerdo con la invención. Como plastificante, también se pueden citar los ftalatos, azelatos, adipatos, el fosfato de ticsililo.

También se pueden añadir agentes retardantes de la propagación de llamas.

Análogamente, se podrán añadir compuestos colorantes o blanqueadores.

La invención también tiene por objeto estructuras que incluyen la composición de acuerdo con la invención. Preferentemente, la estructura tiene un espesor comprendido entre 5  $\mu\text{m}$  y 2 mm, preferentemente entre 100  $\mu\text{m}$ ] y 1 mm y aún más preferentemente entre 300 y 500  $\mu\text{m}$ . Estas estructuras pueden conformarse concretamente como una película. Estas películas se podrán utilizar ventajosamente para encapsular las células solares. Estas estructuras pueden ser de una sola capa o de capas múltiples. Para estas últimas, se puede asociar, por ejemplo, un soporte a la capa de composición de acuerdo con la invención, pudiendo este soporte comprender polímeros. Como ejemplo de polímeros se pueden citar las poliolefinas, como por ejemplo EVA, comprendiendo estas poliolefinas, o no comprendiendo, un monómero insaturado, ionómeros, las poliamidas, los polímeros de flúor (como polifluoruro de vinilo PVF o el polifluoruro de divinilo PVDF) o el polimetacrilato de metilo (PMMA). También se pueden citar como soporte adicional los formados a partir de metales o de cualquier tipo de célula fotovoltaica.

Estas estructuras se pueden obtener a partir del compuesto descrito anteriormente con técnicas convencionales de prensado, inyección, extrusión con soplado de vaina, extrusión con laminación, extrusión con revestimiento, extrusión con placa (también denominada extrusión con moldeo) o de extrusión de láminas por calandrado, a continuación, todas estas estructuras se pueden termoconformar, en su caso. No se sobrepasará el marco de la invención si la estructura o la película de acuerdo con la invención se obtienen directamente sin pasar por la etapa de composición.

En general, para conformar un módulo solar, se colocan sucesivamente sobre una lámina de respaldo, una primera capa de encapsulante inferior, una pila fotovoltaica, una segunda capa de encapsulante superior y a continuación una capa protectora superior. Se pueden colocar además capas adicionales y, en particular, capas aglutinantes o adhesivas. Estas diferentes capas se ensamblan para formar el módulo. Se precisa que los módulos fotovoltaicos de acuerdo con la invención pueden estar constituidos por cualquier estructura fotovoltaica que comprenda una capa de la composición de acuerdo con la invención y evidentemente no están limitados a los que se han mostrado en esta memoria descriptiva.

De este modo, se puede utilizar la composición de acuerdo con la invención como aglutinante de estos diferentes soportes, o como encapsulante para conformar módulos solares. En una versión muy ventajosa, las capas de encapsulante (y en particular la capa de encapsulante superior) son transparentes de conformidad con los parámetros dados en la presente memoria descriptiva. Un medio de obtener esta transparencia es utilizar una composición donde los injertos de poliamida y la poliolefina estén nanoestructuradas.

Para conformar la pila fotovoltaica, se pueden utilizar cualquier tipo de captadores fotovoltaicos, entre los que se citan los captadores denominados «másicos» basados en silicio dopado, monocristalino o policristalino; los captadores de capa fina formados por ejemplo de silicio amorfo, de telururo de cadmio, de diseleniuro de cobre-indio o de materiales orgánicos.

Como ejemplos de lámina de respaldo que se puede utilizar en los módulos solares, se pueden citar de manera no exhaustiva películas monocapa o multicapa basadas en poliéster, polímero de flúor (PVF o PVDF).

También se pueden citar como lámina de respaldo las películas que comprenden poliolefinas, por ejemplo, polietileno o polipropileno, estas poliolefinas pueden estar modificadas o no. Como ejemplo de poliolefinas modificadas se pueden citar los copolímeros de etileno que incluyen al menos un monómero funcional, como por ejemplo los ésteres (met) acrílicos insaturados, los ácidos carboxílicos insaturados o los anhídridos de ácido carboxílico como el anhídrido maleico. Estas poliolefinas modificadas también pueden ser una mezcla de poliolefina con otro polímero como por ejemplo poliamidapoliamida.

Como estructura particular de lámina de respaldo, se pueden citar, por ejemplo, las películas multicapa de polímero de flúor/ tereftalato de polietileno/polímero de flúor o también de polímero de flúor/tereftalato de polietileno/EVA.

La capa de lámina de respaldo también se puede asociar a la capa de encapsulante mediante las técnicas convencionales de fabricación de películas multicapa. Se pueden citar, por ejemplo, la coextrusión de la película por extrusión con soplado de vaina, extrusión-laminado, extrusión-revestimiento, extrusión con placa (también denominada extrusión con moldeo) o incluso mediante calandrado. La coextrusión de una capa de la composición de acuerdo con la invención como encapsulante con una capa de poliolefina como lámina de respaldo.

La placa protectora tiene propiedades de resistencia a la abrasión y al choque, es transparente y protege los captadores fotovoltaicos de la humedad exterior. Para formar esta capa se pueden citar el vidrio, el PMMA o cualquier otra composición de polímero que reúna estas propiedades.

Para ensamblar las diferentes capas del módulo solar se puede utilizar cualquier tipo de técnica de prensado como por ejemplo el prensado en caliente, el prensado a vacío o el laminado, en particular el termolaminado. El experto en

la materia puede determinar fácilmente las condiciones de fabricación ajustando la temperatura y la presión al punto de fluidez de la composición.

Para fabricar los módulos solares de acuerdo con la invención, el experto en la materia puede consultar, por ejemplo, I Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, Wiley, 2003.

- 5 También se puede producir un vidrio laminado, en particular cristal laminado, utilizando la composición de acuerdo con la invención junto con las técnicas y condiciones de aplicación presentadas para los paneles solares.

La presente invención se va a ilustrar ahora con ejemplos concretos de realización descritos a continuación. Se precisa que estos ejemplos no pretenden limitar en ningún caso el alcance de la presente invención.

### Ejemplos

- 10 Para fabricar los ejemplos de la composición y las estructuras según la invención se han utilizado los productos siguientes:

LOTADER<sup>®</sup> 7500: Copolímero de etileno, acrilato de etilo (17,5 % en peso) y anhídrido maleico (2,8 % en peso) producido por ARKEMA con un MFI de 70g/10 minutos (190°C con 2,16 kg medida según la norma ASTM D 1238) y una T<sub>f</sub> igual al 85°C.

- 15 LOTADER<sup>®</sup> 8200: Copolímero de etileno, acrilato de etilo (6,5 % en peso) y anhídrido maleico (2,8 % en peso) producido por ARKEMA con un MFI de 200g/10 minutos (190°C con 2,16 kg medida según la norma ASTM D 1238) y una T<sub>f</sub> igual al 100°C.

PA6/12: Copoliamida de caprolactama y laurilactama que comprende un 80 % en peso masa de laurilactama y un 20% en masa de caprolactama. Esta copoliamida está monofuncionalizada con amina primaria, con un peso molecular promedio en número de 2500 g.mol<sup>-1</sup> y tiene una T<sub>f</sub> igual a 145°C.

- 20 LACQTENE<sup>®</sup> 1020 FN 24: PE de baja densidad fabricado por Total Petrochemicals cuyo MFI es de 2,1g/10min (ASTM D 1238 - 190°C - 2,16 kg).

Las composiciones de acuerdo con la invención (EJ1 y EJ2) y comparativa (CP1), así como sus relaciones másicas, se presentan en la Tabla 1:

- 25 Tabla 1

| Constituyentes            | EJ1 | EJ2 | CP1 |
|---------------------------|-----|-----|-----|
| LOTADER <sup>®</sup> 7500 | 0,8 | /   | /   |
| LOTADER <sup>®</sup> 8200 | /   | 0,8 | 1   |
| PA6/12                    | 0,2 | 0,2 | /   |

Estas composiciones se sometieron a extrusión a 240°C a 300 vueltas/min con un husillo con una dimensión L/D igual a 44 para formar un compuesto. Los dos compuestos obtenidos están nanoestructurados.

Para demostrar las propiedades interesantes de las composiciones de acuerdo con la invención y su utilización ventajosa en los módulos solares, también se han utilizado las composiciones comparativas siguientes:

- 30 CP2: Composición basada en ionómero.  
 CP3: Composición basada en copolímero EVA que comprende un 33% en peso de acetato de vinilo y que tiene un MFI de 45 g/10 min (ASTM D 1238 - 190°C - 2,16 kg) y un peróxido orgánico.

Para evaluar las propiedades de los ejemplos y composiciones comparativas, se han fabricado películas mediante extrusión con moldeo que tienen un espesor de 0,5 mm en una extrusora de laboratorio de tipo Randcastle.

- 35 La película de la composición CP3 se reticuló posteriormente por tratamiento térmico a 150°C durante 20 min en prensa.

La transparencia de las películas se evaluó midiendo la transmisión de probetas de 560 nm y el nivel de turbidez o haze según la norma ASTM D1003 con un iluminante C, a 2°.

- 40 La resistencia a la deformación por fluencia a 120°C se determinó en probetas de tipo IFC recortadas de las películas. El ensayo consiste en aplicar un esfuerzo de 0,5 MPa durante 15 min a una temperatura determinada y medir el alargamiento residual después de volver a temperatura ambiente.

5 El comportamiento reológico para una isoterma de 150°C de las composiciones se determinó mediante un viscosímetro Physica MCR 301 de geometría plano/plano. Para todas las muestras, se aplicó una rampa de temperatura de 5°C/min de 90 °C a 150°C/min y a continuación se lleva a cabo un escalón isoterma a 150°C durante 30 min. Durante este ciclo de temperatura se midieron las propiedades viscoelásticas y reológicas con una frecuencia de oscilación de 1 Hz. Se notifican las viscosidades dinámicas a 150°C al inicio del escalón isoterma (a t=0) y al cabo de 10 minutos cuando la viscosidad se estabiliza.

10 La resistividad eléctrica transversal se determinó a 23°C mediante un espectrómetro dieléctrico de tipo Novocontrol Concept 40. Se llevó a cabo un barrido de frecuencia para cada temperatura entre 0,1 Hz y 10<sup>6</sup> Hz. Se ha notificado la resistividad eléctrica de las muestras de baja frecuencia (0,1 Hz), ya que dicha resistividad es independiente de la frecuencia.

15 Se ha evaluado también la adhesión del EJ1 sobre vidrio de acuerdo con el protocolo siguiente: una película bicapa de LACQTENE<sup>®</sup> 1020 FN 24/EJ1 se extruyó simultáneamente mediante extrusión con moldeo con espesores respectivos de 200 mm y 20 mm. Esta película se presionó, por el lado del EJ1, contra una placa de vidrio de dimensiones 200 (longitud) x 50 (anchura) x 3 (espesor) mm<sup>3</sup> a 150°C con 3 bares (300 kPa) de presión durante 20 min. La adhesión se evaluará mediante un ensayo de despegado a 90° realizado a 100 mm/min con un dinamómetro Zwyck 1445 y según la norma ISO8510-1. La anchura del brazo de despegado es 15 mm. En los ensayos no se observó ninguna rotura de adherencia entre el PE y el aglutinante: así, se mide únicamente la resistencia al despegado entre el soporte de vidrio y la composición EJ1.

Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 2.

20 Los ejemplos de las composiciones de acuerdo con la invención (EJ1 y EJ2) muestran que las composiciones de acuerdo con la invención tienen una resistencia a la deformación por fluencia a 120°C muy superior a la de los ionómeros (CP2), que son también materiales termoplásticos, sin que el ensayo permitiera medir el alargamiento, puesto que el ionómero tiene una fluencia demasiado alta (>300%). Otra ventaja es la viscosidad más baja cuando se aplican las composiciones de acuerdo con la invención. Esto permite mejorar la productividad durante la fabricación del compuesto y las películas o estructuras que utilizan esta composición.

Además, la transparencia de las composiciones está próxima a la de los ionómeros. Si se compara EJ1 con CP1, se observa que la transparencia ha mejorado ligeramente, y que el nivel de turbidez es mucho mejor con la composición de acuerdo con la invención.

La resistividad es también similar a la observada para la composición comparativa basada en EVA reticulado.

30 Las composiciones de acuerdo con la invención satisfacen, por tanto, los criterios para poder utilizarse muy ventajosamente como aglutinante o encapsulante en los módulos solares.

Asimismo, cabe señalar que no es necesario ningún agente de acoplamiento para que la composición tenga capacidad adherente.

Tabla 2

| Ejemplos | Transmisión | Nivel de turbidez | Resistencia a la fluencia | Viscosidad dinámica t=0 (Pa.s) | Viscosidad dinámica t=10 min (Pa.s) | Resistividad eléctrica transversal (Ω.cm) a 23°C | Adhesión al vidrio (fuerza de despegado en N/15 mm) |
|----------|-------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| EJ1      | 90,6%       | 3%                | 10%                       | 990                            | 980                                 | 5.10 <sup>13</sup>                               | 11.2  |
| EJ2      | 88,8%       | 5%                | 12.5%                     | 810                            | 620                                 | 10 <sup>14</sup>                                 | No medido   |
| CP1      | 87.1%       | 40%               | No medido                 | No medido                      | No medido                           | No medido  | No medido   |
| CP2      | 90,4%       | No medido         | (>300%)                   | 3100                           | 3300                                | No medido  | No medido   |
| CP3      | No medido   | No medido         | No medido                 | No medido                      | No medido                           | 10 <sup>13</sup>                                 | No medido   |

35

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Uso como aglutinante y/o como encapsulante o en los módulos solares de al menos una composición termoplástica que comprende un polímero injertado con poliamida, comprendiendo este polímero injertado con poliamida una estructura de poliolefina que contiene un resto de al menos un monómero insaturado (X) y al menos un injerto de poliamida donde:
- el injerto de poliamida está unido a la estructura de poliolefina mediante el resto del monómero insaturado (X) que comprende una función capaz de reaccionar mediante una reacción de condensación con una poliamida que tiene al menos un extremo amina y/o al menos un extremo ácido carboxílico,
  - el resto del monómero insaturado (X) está fijo en la estructura por medio de injerto o copolimerización,
- 10 comprendiendo dicho polímero injertado con poliamida:
- de 50 a 95 % en peso de estructura de poliolefina que comprende el monómero insaturado (X),
  - de 5 a 50 % en peso de injertos de poliamida,
- 15 y el punto de fluidez de este polímero injertado con poliamida es superior o igual a 75°C, definiéndose este punto de fluidez como la temperatura más alta entre las temperaturas de fusión  $T_f$  y las temperaturas de transición vítrea  $T_g$  del injerto de poliamida y de la estructura de poliolefina, conteniendo dicha composición menos del 20% en peso de resina adherente con respecto al peso total de la composición.
2. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el polímero injertado con poliamida comprende de 15 a 30% en peso de injertos de poliamida.
- 20 3. Uso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque dicha composición comprende, además, al menos un agente de acoplamiento.
4. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida es la temperatura de fusión o la temperatura de transición vítrea del injerto de poliamida.
5. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida está comprendido en el intervalo de 115 a 160°C.
- 25 6. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el punto de fluidez del polímero injertado con poliamida está comprendido en el intervalo de 75 a 115°C. y ventajosamente de 85 a 115°C.
- 30 7. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque, para una película con un espesor de 500  $\mu\text{m}$  de espesor y una onda electromagnética con una longitud de onda en el intervalo comprendido entre 400 y 700 nm, la transmisión de dicha onda es superior o igual al 80% y/o el nivel de turbidez es inferior o igual al 10 %, cuando la transmisión y el nivel de turbidez de la película se han determinado según la norma ASTM D1003.
8. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la composición está nanoestructurada.
- 35 9. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 8, caracterizado porque el peso molecular en número de los injertos de poliamida está comprendido en el intervalo de 1000 a 5000g/mol, preferentemente en un intervalo entre 2000 y 3000  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
10. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque los injertos de poliamida comprenden al menos una copoliamida.
11. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la estructura de poliolefina no tiene una temperatura de fusión o tiene una temperatura de fusión inferior o igual a 100°C.
- 40 12. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el número de monómeros (X) fijados en la estructura de poliolefina es superior o igual a 1,3, y/o inferior o igual a 10.
13. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el monómero insaturado (X) es anhídrido maleico.
- 45 14. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque la estructura de poliolefina es un copolímero que comprende un monómero insaturado (X).

15. Uso de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado porque el copolímero es un copolímero de etileno-(met)acrilato de alquilo que comprende un monómero insaturado (X).
16. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque los extremos del injerto de poliamida son una o varias funciones amina.
- 5 17. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque comprende, además, un polímero complementario diferente a una resina adherente.
18. Uso de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizado porque el otro polímero es miscible o parcialmente miscible con el polímero injertado con poliamida.
- 10 19. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porque comprende al menos el 75% en peso del polímero injertado con poliamida.
20. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque comprende, además, al menos uno de los componentes adicionales seleccionados entre agentes reticulantes, absorbentes UV, cargas minerales, plastificantes, materiales colorantes, blanqueadores ópticos y agentes retardantes de llamas.
21. Módulo fotovoltaico que comprende una composición utilizada en una de las reivindicaciones 1 a 20.

15

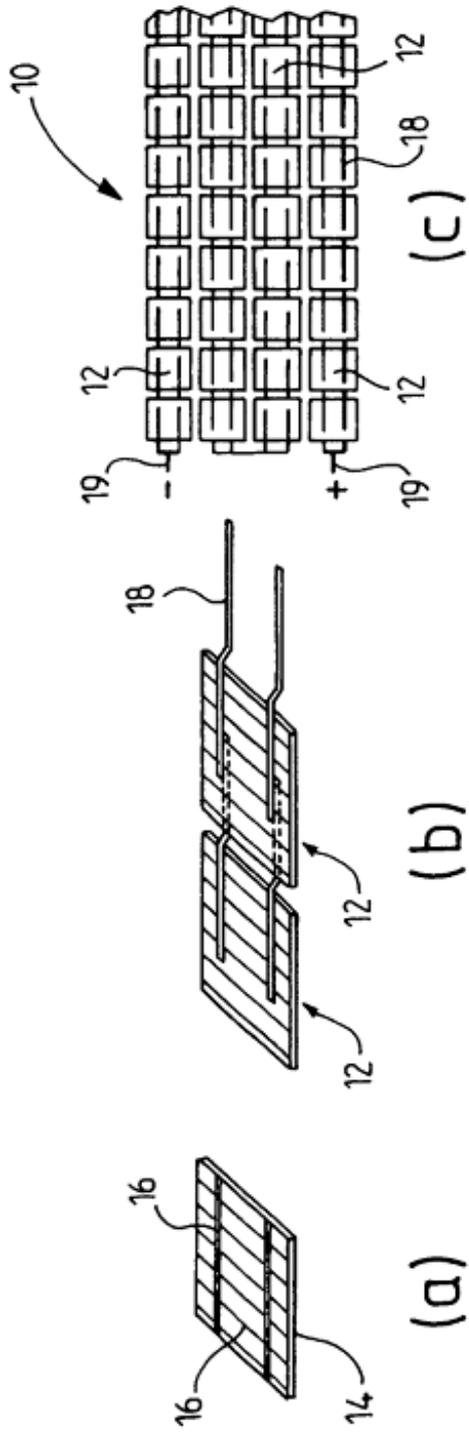


FIG. 1

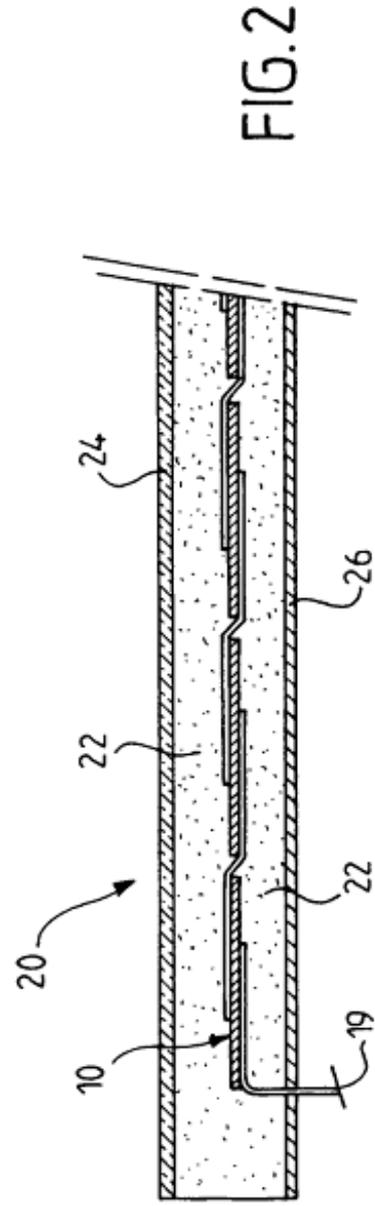


FIG. 2