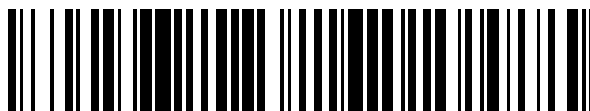


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 029**

51 Int. Cl.:  
**B32B 27/00** (2006.01) **B32B 27/08** (2006.01)  
**C08L 23/08** (2006.01) **B32B 17/10** (2006.01)  
**C08L 31/04** (2006.01) **H01L 31/042** (2006.01)  
**C08L 35/00** (2006.01) **C03C 27/12** (2006.01)  
**C08L 51/06** (2006.01)  
**C09J 123/00** (2006.01)  
**H01L 31/00** (2006.01)  
**C09J 7/00** (2006.01)  
**C08J 5/12** (2006.01)  
**B32B 27/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09711062 .1**  
96 Fecha de presentación: **13.02.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2242647**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.10.2010**

54 Título: **Aglomerante a base de copolímero etileno-éster vinílico de ácido carboxílico y de poliolefina que contiene un monómero funcional**

30 Prioridad:  
**13.02.2008 FR 0850908**  
**04.03.2008 US 33452 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.04.2012**

73 Titular/es:  
**ARKEMA FRANCE**  
**420, rue d'Estienne d'Orves**  
**92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:  
**CARTIER, Laurent B.;**  
**COLLAS, Olivier;**  
**CORFIAS-ZUCCALLI, Catherine y**  
**DEVISME, Samuel**

74 Agente/Representante:  
**Carvajal y Urquijo, Isabel**

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).

ES 2 378 029 T3

## DESCRIPCIÓN

Aglomerante a base de copolímero etileno-éster vinílico de ácido carboxílico y de poliolefina que contiene un monómero funcional.

Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con un aglomerante a base de una mezcla de copolímero etileno/éster vinílico de ácido carboxílico y de poliolefina que tiene propiedades adhesivas.

Más particularmente, este aglomerante puede ventajosamente ser utilizado como encapsulante en los módulos fotovoltaicos.

Estado de la técnica

- 10 Se conocen aglomerantes constituidos de copolímero etileno/éster vinílico que permiten la adherencia a ciertos materiales polímeros (como por ejemplo polietileno, poliestireno, o incluso metales). Estos aglomerantes tienen la ventaja de ser de bajo coste, transparentes y fáciles de utilizar. Entre los copolímeros de este tipo, se pueden citar los copolímeros etileno/acetato de vinilo (EVA). Se encuentran en numerosos campos, como por ejemplo los de los paneles solares (llamados incluso "módulo fotovoltaico") o de vidrio laminado.

- 15 Sin embargo, la adherencia a algunos soportes (vidrio, poli-metacrilato de metilo (PMMA)) no es suficiente para algunas aplicaciones.

- En particular, en el campo de los módulos fotovoltaicos, el EVA se utiliza como aglomerante con el fin "de encapsular" las celdas fotovoltaicas. Estas celdas fotovoltaicas están generalmente unidas entre ellas por hilos metálicos. El aglomerante a base de EVA tiene propiedades de adherencia al metal y a los cristales de silicio, lo que  
20 permita evitar el contacto de la celda con el dióxigeno del aire y limitar la corrosión. Tiene entonces la función de "encapsulante". Estas celdas fotovoltaicas encapsuladas están situadas en un soporte de protección inferior del módulo (llamado "back sheet"), del cual cuya función principal es proteger las celdas fotovoltaicas de la humedad. Este back sheet puede estar formado por una estructura del tipo multicapa polímero fluorado/polietileno tereftalato/polímero fluorado o del tipo polímero fluorado/polietileno tereftalato/EVA. Una placa de vidrio o polímero  
25 transparente se aplica del otro lado del aglomerante con el fin de permitir la protección de la celda a los choques y a la humedad exterior, siendo esta capa de protección superior corrientemente llamada "front sheet". Si el encapsulante no se adhiere suficientemente a los diferentes soportes de la estructura (celdas, back sheet, front sheet), la presencia de humedad o de aire con el contacto de las celdas y del aglomerante se hace en el interior del panel solar, lo que provoca su envejecimiento acelerado por el adormecimiento de las celdas y por el  
30 desprendimiento en la interfaz *back sheet*/encapsulante o en la interfaz encapsulante/*front sheet*.

Igualmente, en el caso del vidrio laminado, el EVA puede servir de aglomerante entre las láminas de vidrio. Un desprendimiento de las láminas puede ser observado en el transcurso del tiempo cuando el EVA se utiliza puro.

Además, estos aglomerantes constituidos de EVA presentan poca adherencia con el PMMA. Ahora bien, para los paneles solares, es posible reemplazar la capa de protección en vidrio por una placa de PMMA.

- 35 Es también posible en el caso de vidrios laminados que al menos una de las capas sea en PMMA, para permitir por ejemplo la elaboración de estructuras coloreadas para adición de pigmentos orgánicos en la masa de la capa de PMMA.

- Para remediar estos problemas de adhesión, agentes de acoplamiento son a menudo mezclados al aglomerante a base de EVA. Estos agentes, que van a permitir mejorar la adherencia entre el aglomerante y el soporte son  
40 productos escogidos entre silanos y titanos orgánicos. Durante la utilización de los paneles solares, los compuestos son ensamblados por laminado, y el panel es arrastrado bajo vacío por intermedio de una membrana en silicona. Ahora bien, esta membrana en silicona tiene tendencia a degradarse al contacto de estos agentes de acoplamiento; es por lo tanto necesario limitar el uso. Este es un problema mayor para los fabricantes de módulos fotovoltaicos en el momento actual pues estas membranas en silicona son costosas y que una detención de la producción es  
45 necesaria durante el tiempo de su reemplazo. Además, los agentes de acoplamiento tienen tendencia a hidrolizarse al contacto de la humedad y a perder su actividad en el transcurso del tiempo.

Además, en el caso del PMMA, el efecto de estos agentes de acoplamiento es muy bajo, lo que no permite asegurar una adherencia suficiente para su utilización en los campos de los paneles solares y del vidrio laminado.

Soluciones alternativas a estos aglomerantes EVA han sido ya descritos en la técnica anterior.

La solicitud WO2006/09393 describe un encapsulante cuya resistencia al envejecimiento se mejora por adición de absorbentes con el fin de aumentar la resistencia de vida de los paneles solares. No se relaciona con la mejora de la adherencia entre los diferentes compuestos del panel.

5 La solicitud de Estados Unidos 2006/0165929 describe una estructura de capas múltiples que comprende al menos 3 capas, siendo la capa interior una capa de polímero colocada en "sánduche" entre dos capas de ionómero. Esta estructura sirve de aglomerante con un soporte en vidrio. Sin embargo, este aglomerante necesita la elaboración de una capa múltiple, lo que hace el procedimiento de fabricación más complejo y aumenta los costes de producción.

10 La patente de los Estados Unidos 6,414,236 describe un aglomerante constituido de un terpolímero etileno/éster de ácido graso insaturado/ácido graso insaturado. Este aglomerante permite obtener una mejor resistencia al envejecimiento con el calor y la humedad.

15 En la solicitud de patente de los Estados Unidos 2005/0069710 la solicitante, describe una película de capas múltiples útil para revestir sustratos, estando compuesta esta película de una capa de una mezcla de fluoropolímero y de polímero funcionalizado que puede ser de PMMA funcionalizado, adherente con una capa de aglomerante formada de un copolímero etileno/(met)acrilato/epóxidos. Este aglomerante no se adhiere a la capa de la mezcla como sí el PMMA estuviera funcionalizado. Además, el prensado debe ser realizado a temperatura y bajo presión elevada (240°C, 40 MPa) para provocar la adherencia, lo que puede implicar una degradación térmica de los diferentes componentes del soporte, así como su deformación. Por ejemplo, esta temperatura impide la utilización de agentes de acoplamiento que pueden implicar una desgasificación a esta temperatura.

20 Para que el aglomerante pueda ser utilizado en los módulos fotovoltaicos y en particular como encapsulantes de las celdas solares, es ventajoso que este aglomerante presente buenas propiedades de transparencia. En efecto, cuando la radiación solar es poco disminuida durante su paso en las capas que recubren las celdas solares, el rendimiento de las celdas solares encapsuladas es superior.

25 Preferiblemente, un aglomerante transparente presenta un nivel de turbulencia inferior o igual a 20%, o incluso al 10%, siendo evaluado este nivel de turbulencia (o turbidez) según la norma ASTM D1003, en una película de 500 µm de espesor del dicho aglomerante y por al menos una longitud de onda del campo visible (de 380 a 780 nm).

30 Es igualmente preferible que la resistividad eléctrica del aglomerante sea suficientemente elevada. Cuando la resistividad es elevada, se puede disminuir el espesor de la película encapsulante sin riesgo de un corto circuito del módulo fotovoltaico. Ventajosamente, el aglomerante presenta una resistividad eléctrica transversal superior o igual a  $10^{13}$  ohm.cm, incluso a  $10^{14}$  cuando se mide a 23°C esta resistividad en una película de 100 µm y a una frecuencia de 0,01 Hz.

Es por tanto necesario desarrollar un aglomerante que permita asociar soportes de naturaleza química y de energía de superficie muy diferente (vidrio, plásticos, metales, cristales de silicio, etc...) y que respondan a los problemas antes mencionados.

#### Resumen de la invención

35 El objeto de la presente invención es suministrar un aglomerante que pueda tomar la forma de una película de capas múltiples, y que muestre, con respecto a los aglomerantes plásticos a base de EVA, una adherencia mejorada en los soportes también diversos como el vidrio, metales, cristales de silicio, o incluso materiales polímeros, y en particular con el PMMA, funcionalizado o no. De manera preferida, la fabricación del aglomerante de la invención es más económica que las soluciones antes mencionadas.

40 Según la invención, un aglomerante comprende una mezcla de un copolímero etileno/éster vinílico de ácido carboxílico (A) y de una poliolefina (B) que comprende un monómero funcional (X). La relación de masa de (B)/((A) + (B)) está preferiblemente comprendida en la gama que va de 0,05 a 1, por ejemplo entre 0,05 y 1, y más preferiblemente entre 0,05 y 0,5.

45 La mezcla de estos dos polímeros permite la formación de un aglomerante que, pudiendo formar una película monocapa, tiene propiedades de adherencia con soportes también diversos como el vidrio, metales, cristales de silicio, o incluso materiales polímeros, y en particular el PMMA.

Más particularmente, la invención trata sobre su utilización de este aglomerante en los módulos fotovoltaicos, en particular como encapsulantes<sup>1</sup> de las celdas fotovoltaicas. Otra ventaja de este aglomerante es que presenta una buena adhesión, incluso sin utilizar agentes de acoplamiento como los silanos.

Por otro lado, el aglomerante se adhiere a los diferentes soportes del módulo fotovoltaico, incluso cuando este aglomerante es presionado a baja temperatura y/o bajo presión reducida. Por baja temperatura, se entiende una temperatura ventajosamente inferior a 160°C, incluso a 150°C. Por presión reducida, se entiende una presión de preferencia inferior a 10 MPa.

- 5 Además, este aglomerante presenta una transparencia y una resistividad eléctrica que le permite ser ventajosamente utilizado como encapsulante en los módulos fotovoltaicos.

Según el modo de invención en donde  $(B)/((A)+(B))$  es igual a 1, la composición no comprende copolímero etileno/éster vinílico de ácido carboxílico (A).

- 10 Ventajosamente, la relación de masa de  $(B)/((A)+(B))$  está comprendida entre 0,05 y 0,4, y preferiblemente comprendida entre 0,15 y 0,4.

Esta aglomerante presenta además un compromiso precio/comportamiento que lo hace económicamente rentable.

Es preciso que, en la presente descripción de la invención, cuando el polímero, es decir el copolímero (A) o la poliolefina (B) comprende un monómero, esto significa que este monómero está bajo forma polimerizada en el polímero.

- 15 Se puede por ejemplo medir las cantidades de cada monómero en el interior de la poliolefina (B) y el copolímero (A) utilizando las técnicas conocidas de espectroscopía infrarroja con transformadas de Fourier y la norma ISO8985. Tratándose de la poliolefina (B) es un polímero que comprende como monómero una alfa-olefina. Preferiblemente, la alfa-olefina es del etileno.

Según un primer modo de realización, el monómero funcional (X) es injertado en la poliolefina (B).

- 20 Según un segundo modo de realización, el monómero funcional (X) es copolimerizado en la cadena de la poliolefina (B).

La cantidad del monómero funcional (X) contenido en la poliolefina (B) está comprendido de manera preferida entre 0,05 y 10% en masa, que este monómero sea injertado o copolimerizado.

Tal monómero funcional (X) contenido en la poliolefina (B) es ventajosamente anhídrido maleico.

- 25 Uno de los aglomerantes preferidos de la invención comprende un copolímero etileno-(met) acrilato de alquilo-anhídrido maleico como poliolefina funcional (B).

Otro aglomerante particularmente preferido de la invención comprende un copolímero etileno-acetato de vinilo-anhídrido maleico como poliolefina funcional (B).

- 30 La poliolefina (B) puede comprender igualmente un epóxido insaturado como monómero funcional (X), siendo éste preferiblemente metacrilato de glicidilo. A título de ejemplo de poliolefina (B) que comprende metacrilato de glicidilo, se pueden citar los copolímeros de etileno y de metacrilato de glicidilo o los copolímeros de etileno, de (met)acrilato de alquilo y de metacrilato de glicidilo.

- 35 Cuando la poliolefina (B) comprende un epóxido insaturado, la resistividad de la composición y su transparencia son excelentes. La adhesión es particularmente mejorada con los soportes de tipo vidrio, PMMA o back sheet clásicamente utilizados en los módulos fotovoltaicos. Estos aglomerantes particularmente preferidos son así útiles como encapsulantes.

De manera ventajosa, el copolímero (A) es un copolímero etileno-acetato de vinilo.

La tasa de éster vinílico de ácido carboxílico en el copolímero (A) está ventajosamente comprendido entre 15 y 60% en masa de éster de vinilo y más preferiblemente entre 25 y 45%.

- 40 Según la invención, la composición puede tomar la forma de una película. En las gamas de éster vinílico del copolímero (A) anteriormente mencionado, la película tiene propiedades de adherencia incluso mejoradas y se facilita su conformación por los procedimientos de utilización conocidos.

Incluso, es ventajoso que el aglomerante tenga un *Melt Flow Index* (MFI) comprendido entre 1 a 400 g/10 min (ASTM D 1238-190°C - 2,16 kg), preferiblemente de 40 a 300 g/10 min. El experto en la técnica podrá fácilmente

5 fabricar este aglomerante seleccionando los polímeros (A) y (B) que tengan una masa molar y una tasa de comonomero adecuados o modificando la relación de masa  $(B)/((A) + (B))$ . El aglomerante tiene en esta gama de fluidez una adhesividad superior, pudiendo ser extrudido bajo forma de película por técnicas clásicas de extrusión de soplado, extrusión por laminado, extrusión por satinado, calandraje o extrusión "por fusión". Preferiblemente, se utiliza la extrusión por soplado, la extrusión por fundido o el calandrado para formar la película según la invención. El experto en la técnica podrá fácilmente determinar las condiciones de operación de estas técnicas de extrusión (temperatura en el extrudido, velocidad de rotación del tornillo, velocidad de los rodillos) para poder formar una película a partir del aglomerante de la invención.

10 Cuando la composición toma la forma de una película, su espesor está preferiblemente comprendido entre 50  $\mu\text{m}$  y 2000  $\mu\text{m}$ .

El aglomerante puede contener además aditivos como por ejemplo un agente reticulante, un agente de acoplamiento o un estabilizante ultravioleta (UV) o incluso colorantes.

15 La presente invención lleva también en una estructura de capas múltiples que comprende un aglomerante tal como se define anteriormente y al menos un soporte constituido de vidrio, polímero, metal o cristales de silicio, estando el aglomerante en contacto directo con el soporte.

Otra estructura preferida, al menos un soporte es en PMMA.

De manera sorprendente, si bien las superficies de vidrio y de PMMA tengan propiedades de superficie muy diferentes, el aglomerante se adhiere en los dos soportes. Esta polivalencia es una de las ventajas de la invención, sin que sea necesario proceder con un tratamiento de superficie previo de los soportes.

20 La invención se relaciona también con un procedimiento de fabricación de una estructura de capas múltiples obtenida a partir de una película de aglomerante según la invención.

La invención tiene igualmente por objeto la utilización del aglomerante para la fabricación de paneles solares, en particular como encapsulante de las celdas fotovoltaicas. Otro objeto de la invención es un módulo fotovoltaico que comprende este aglomerante.

25 Finalmente, la invención se relaciona también con la utilización de las estructuras de la invención para la fabricación de paneles solares o de vidrio laminado.

Descripción detallada de la invención

30 El aglomerante de la presente invención comprende una mezcla de un copolímero/éster vinílico (A) y de una poliolefina (B) que comprende un monómero funcional (X), la relación de masa de  $(B)/((A)+(B))$  estando comprendida entre 0,05 y 1, preferiblemente inferior a 1, y más preferiblemente entre 0,05 y 0,5. Tratándose de la poliolefina (B) es un polímero que comprende como monómero una alfa-olefina.

Se prefieren las alfa-olefinas que tengan de 2 a 30 átomos de carbono.

35 A título de alfa-olefina, se pueden citar etileno, le propileno, 1-buteno, 1-penteno, 3-metil-1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno, 1-tetradeceno, 1-hexadeceno, 1-octadeceno, 1-eicoceno, 1-dococeno, 1-tetracoceno, 1-hexacoceno, 1-octacoceno, y 1-triaconteno. Se prefiere etileno como alfa-olefina. Esta poliolefina puede ser un homopolímero cuando una sola alfa-olefina está polimerizada en la cadena polimérica. Se pueden citar como ejemplos el polietileno (PE) o el polipropileno (PP).

Esta poliolefina puede también ser un copolímero cuando al menos dos comonomeros son copolimerizados en la cadena polimérica, siendo una alfa-olefina uno de los dos componentes llamado "primer comonomero".

40 A título de segundo comonomero, se pueden citar:

- una de las alfa-olefinas ya citadas, siendo ésta diferente del primer comonomero alfa-olefina,
- los dienos tales como por ejemplo el 1,4-hexadieno o etilideno norborneno,
- los ésteres de ácidos carboxílicos insaturados tales como por ejemplo acrilatos de alquilo o metacrilatos de alquilo reagrupados bajo el término (met)acrilatos de alquilo. Las cadenas alquiladas de estos (met)acrilatos pueden tener hasta 30 átomos de carbono, ventajosamente de 1 a 12 átomos de carbono, preferiblemente de 1 a 6 átomos de carbono. Se pueden citar como cadena alquilo el metilo, etilo, propilo, n-butilo, sec-butilo, isobutilo, tert-butilo, pentilo, hexilo, heptilo, octilo, 2-ethylhexilo, 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)acrilatos de metilo, etilo y butilo como ésteres de ácidos carboxílicos instaurados.

- los ésteres vinílicos de ácidos carboxílicos. A título de ejemplos de ésteres vinílicos de ácidos carboxílicos, se pueden citar acetato de vinilo, versatato de vinilo, propionato de vinilo, butirato de vinilo, o maleato de vinilo. Se prefiere el acetato de vinilo como éster vinílico de ácido carboxílico.

No se saldrá del marco de la invención si diferentes "segundos comonómeros" son copolimerizados en la poliolefina (B).

En el marco de la presente invención, la poliolefina (B) que contiene al menos un monómero funcional (X).

Como monómero funcional (X) comprendido en la poliolefina (B), se pueden citar:

- los epóxidos insaturados. Entre ellos, están por ejemplo ésteres y éteres de glicidilo alifáticos tales como alilglicidiléter, vinilglicidiléter, maleato y itaconato de glicidilo, acrilato y le metacrilato de glicidilo. Son también por ejemplo los ésteres y éteres de glicidilo alicíclicos tales como 2-ciclohexeno-1-glicidiléter, ciclohexeno-4,5-diglicidilcarboxilato, ciclohexeno-4-glicidil carboxilato, 5-norborneno-2-metil-2-glicidil carboxilato y endocis-biciclo(2,2,1)-5-hepteno-2,3-diglicidil dicarboxilato.
- los ácidos carboxílicos insaturados y sus sales, por ejemplo ácido acrílico o ácido metacrílico y las sales de estos mismos ácidos.
- los anhídridos de ácido carboxílico. Pueden ser escogidos por ejemplo entre los anhídridos maleico, itacónico, citracónico, alilsuccínico, ciclohex-4-eno-1,2-dicarboxylique, 4-metilenociclohex-4-eno-1,2-dicarboxylique, biciclo(2,2,1)hept-5-eno-2,3-dicarboxylique, y x-metilbiciclo(2,2,1)hept-5-eno-2,2-dicarboxylique.

Se prefiere utilizar el metacrilato de glicidilo.

Se prefiere igualmente utilizar el anhídrido maleico como monómero funcional (X).

El monómero funcional (X) puede ser copolimerizado en la cadena de la poliolefina (B) por procedimiento autoclave o tubular, o/y ser injertado en la poliolefina (B). La polimerización por procedimiento autoclave o tubular de los diferentes monómeros (alfa-olefina, comonómeros) con el monómero funcional (X) es conocido del experto en la técnica. Incluso, el injerto es una operación conocida en sí.

La poliolefina (B) que contiene el monómero funcional (X) estaría conforme a la invención si varios monómeros funcionales (X) diferentes son copolimerizados o/y injertados.

No se saldrá del marco de la invención si la poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X) está constituida de una mezcla de poliolefinas (B) de las cuales al menos una contiene un monómero funcional (X) copolimerizado y/o injertado. Según un primer modo de realización en donde la poliolefina (B) es injertada por un monómero funcional (X), se prefiere particularmente como poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X), los copolímeros etileno-(met)acrilato de alquilo injertados por el monómero (X). La cadena alquilo puede tener de manera preferencial hasta 9 átomos de carbono. Estos copolímeros comprenden ventajosamente hasta 50% en masa de (met)acrilato y preferiblemente entre 25% y 45%.

Se prefiere incluso más particularmente como poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X), los copolímeros etileno-éster vinílico de ácido carboxílico injertados por el monómero (X). Estos copolímeros comprenden ventajosamente hasta 50% en masa de éster vinílico y preferiblemente entre 25 y 45%.

Según un segundo modo de realización en donde el monómero funcional (X) es copolimerizado en la poliolefina (B), se prefiere utilizar como poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X), los copolímeros etileno-(met)acrilato de alquilo-anhídrido maleico obtenidos por copolimerización de tres comonómeros. La cadena alquilo puede tener de manera preferencial hasta 9 átomos de carbono. Estos copolímeros comprenden ventajosamente hasta 50% y preferiblemente entre 25% y 45% en masa de (met)acrilato de alquilo y ventajosamente entre 0,05 y 10% en masa de anhídrido maleico.

De manera Incluso más preferencial, se prefiere utilizar como poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X), los copolímeros etileno-acetato de vinilo-anhídrido maleico obtenidos por copolimerización de tres comonómeros, comprendiendo ventajosamente estos copolímeros hasta 50% y preferiblemente entre 25 y 45% en masa de (met)acrilato, ventajosamente entre 0,05 y 10% en masa de anhídrido maleico y preferiblemente entre 0,05 y 2%.

Otro ejemplo de realización en donde el monómero funcional (X) es copolimerizado en la poliolefina (B) es un copolímero que comprende un epóxido insaturado (X), por ejemplo metacrilato de glicidilo. Esta poliolefina

comprende preferiblemente, con respecto a la masa total de la poliolefina (B) de 70% a 99,9% en masa de alfa-olefina y de 0,1% a 30% en masa de epóxido insaturado (X). Esta poliolefina (B) puede ser un copolímero de etileno y de metacrilato de glicidilo.

- 5 La poliolefina (B) puede igualmente ser un copolímero de alfa-olefina, de (met)acrilato de alquilo y de metacrilato de glicidilo. Esta poliolefina comprende preferiblemente, con respecto a la masa total de la poliolefina (B) de 45% a 84,9% en masa de alfa-olefina, de 15% a 35% en masa de (met)acrilato de alquilo y de 0,1% a 20% en masa de epóxido insaturado (X). La alfa-olefina es preferiblemente el etileno.

- 10 En lo que se relaciona con el copolímero el etileno-éster vinílico de ácido carboxílico (A), se pueden citar los mismos ésteres vinílicos del ácido carboxílico como los descritos más arriba como segundo comonomero cuando (B) es un copolímero. Se prefiere el copolímero etileno-acetato de vinilo

El aglomerante puede igualmente comprender al menos un polímero adicional diferente de la poliolefina (B) y eventualmente del copolímero (A) y en particular al menos una poliolefina adicional. A título no limitativo, se pueden citar como ejemplos de poliolefinas el polietileno, polipropileno o los copolímeros del etileno tales como el copolímero etileno-(met)acrilato de alquilo.

- 15 El copolímero (A) y/o la poliolefina (B) son preferiblemente polímeros estadísticos. Son ventajosamente obtenidos y pueden ser obtenidos por polimerización a alta presión de los monómeros con los procedimientos conocidos del experto en la técnica. Esta polimerización se realiza por ejemplo en un reactor tubular o autoclave. Los procedimientos de copolimerización utilizables son por ejemplo los descritos en la patente de los Estados Unidos 4788265, y los solicitantes de las patentes de los Estados Unidos 2006/0149004A1, de los Estados Unidos 2007/0032614 A1, FR2660660, FR2498609, FR256941 1 y FR2569412. Las poliolefinas comprendidas en el aglomerante de la invención pueden igualmente ser sintetizadas por los métodos de catálisis conocidos del experto en la técnica, como la catálisis Ziegler-Natta o la catálisis con metaloceno. Por catálisis con metaloceno, se entiende un catalizador monocito constituido generalmente de un átomo de zirconio o de titanio y dos moléculas cíclicas alquilo unidas al metal. Más específicamente, los catalizadores metaloceno están habitualmente compuestos de dos ciclos ciclopentadiénicos unidos al metal. Estos catalizadores son frecuentemente utilizados con aluminóxanos como cocatalizadores o activadores, preferiblemente el metilaluminóxano (MAO), el hafnio puede también ser utilizado como metal al cual se fija el ciclopentadieno. Otros metalocenos pueden incluir metales de transición de los grupos IV A, V A, y VI A. Metales de la serie de los lantánidos pueden también ser utilizados. Por poliolefinas obtenidas por catálisis metaloceno monocito, se entienden poliolefinas que tienen un índice de polidispersidad inferior a 3, siendo definido el índice de polidispersidad por la relación masa molecular media en peso  $M_w$  y masa molecular media en relación  $M_n$  (relación  $M_w/M_n$ ).
- 20
- 25
- 30

El aglomerante según la invención puede comprender esencialmente poliolefinas como polímeros, por ejemplo comprende más del 90% de poliolefinas con respecto a la masa total de los polímeros del aglomerante, incluso más del 95% o estar constituido de poliolefinas como polímeros del aglomerante.

- 35 El aglomerante puede comprender además aditivos, en particular los clásicamente utilizados en los paneles fotovoltaicos. A título de ejemplo se pueden citar los agentes reticulantes, agentes de acoplamiento, estabilizantes UV, cargas, agentes plastificantes, agentes retardadores de llama que podrán igualmente ser añadidos o compuestos colorantes o azulantes.

- 40 Entre los agentes reticulantes, se pueden citar los isocianatos o peróxidos orgánicos. Esta reticulación permite mejorar la estabilidad térmica del aglomerante, en particular su resistencia a la fluencia, así como la adherencia con el soporte. Estas propiedades son particularmente importantes cuando el aglomerante interviene en la formación de vidrio laminado o paneles solares.

- 45 Incluso si la composición puede no comprender agentes de acoplamiento, los titanatos o silanos orgánicos son ejemplos de agente de acoplamiento que pueden ser añadidos con el fin de mejorar la adherencia cuando ésta deba ser particularmente elevada. Entre estos, se pueden citar los monoalquiltitanatos, o los triclorociloxanos y trialcoxisilanos.

La radiación UV implica un rejuvenecimiento de la película, y estabilizantes UV pueden ser añadidos con el fin de asegurar la transparencia de la película durante su duración de vida. Los compuestos pueden ser por ejemplo a base de benzofenona o benzotriazol.

- 50 Las cargas, en particular minerales, pueden ser agregadas para mejorar la resistencia termomecánica de la composición. De manera no limitativa se darán como ejemplo sílice, aluminio, talco o carbonatos de calcio o nanotubos de carbono. Ventajosamente, se utilizan arcillas modificadas o no modificadas que son mezcladas en orden nanométrico; esto permite obtener una composición más transparente.

Los plastificantes pueden ser agregados con el fin de facilitar la utilización y mejorar la productividad del procedimiento de fabricación de la composición y las estructuras. Se pueden citar como ejemplos aceites minerales parafínicos aromáticos o naftalénicos. Se pueden igualmente citar como plastificantes ftalatos, azelatos, adipatos, fosfatos de tircilo.

5 Los agentes retardantes de llama pueden igualmente ser agregados.

Se pueden igualmente agregar compuestos colorantes o azulantes.

10 El MFI del aglomerante (ASTMD 1238-190°C - 2,16kg) puede estar comprendido entre 0,1 y 1000 g/10 min. Ventajosamente, el aglomerante tiene un MFI comprendido entre 1 y 400 g/10 min: la adherencia es incluso mejorada, pudiendo obtener una película del aglomerante de la invención por las técnicas clásicas de extrusión laminado, extrusión soplado, etc... Bajo esta forma de película, la fabricación de estructuras de multicapas se permite por un simple ensamblaje de las capas antes del prensado.

Los aglomerantes de la invención son muy polivalentes y permiten obtener una adherencia en los soportes que tienen una naturaleza química o una energía de superficie muy diferente. Entre los soportes, se pueden citar:

- 15 • vidrio,
- metal,
- polímeros como el PMMA, EVA, PE, y PP,
- cristales de silicio mono- o poli-cristalinos,
- el "back sheet" de un panel solar. Se pueden citar como ejemplos de "back sheet" de las multicapas polímero fluorado/PET/polímero fluorado cuya superficie se ha tratado con multicapas polímero fluorado/PET/EVA. La zona de contacto entre el aglomerante y el "back sheet" es respectivamente polímero fluorado cuya superficie ha sido tratada o el EVA.

25 Para tratar la superficie del "back sheet", se puede utilizar un material tal como una capa primaria con el fin de mejorar la adherencia al aglomerante. Entre los primeros, se pueden citar los poliuretanos termoplásticos, poliésteres, órgano-silanos o incluso siliconas. Los aglomerantes de la invención tienen también una muy buena adherencia en estas primeras. El *back sheet* puede igualmente ser tratado para un tratamiento de plasma como por ejemplo un tratamiento corona.

A título de ejemplos de *front sheet*, se pueden citar las placas de vidrio o placas o películas de polímero transparente como por ejemplo el PMMA, poliamida o polímeros fluorados.

30 Se pueden utilizar cualquier tipo de celdas fotovoltaicas para fabricar módulos fotovoltaicos según la invención. Se pueden por ejemplo utilizar las celdas llamadas "clásicas" a base de silicio dopado, monocristalino o policristalino; los captadores en capa delgada formados por ejemplo de silicio amorfo, telururo de cadmio, diseleniuro de cobre-indio o materiales orgánicos que pueden igualmente ser utilizados para captar la energía solar.

35 Los módulos fotovoltaicos comprenden aglomerantes según la invención que pueden ser fabricados por las técnicas conocidas. Por ejemplo, se puede utilizar la composición bajo la forma de película, esta película puede ser utilizada como encapsulante de las celdas fotovoltaicas. Para fabricar un módulo, se puede ensamblar sucesivamente, en una primera capa de *front sheet*, una primera capa encapsulante, celdas fotovoltaicas, una segunda capa encapsulante y luego una capa de *back sheet*.

40 El módulo fotovoltaico puede ser formado por ejemplo bajo presión en caliente, bajo vacío, por laminado y en particular termolaminado. Se prefiere particularmente el prensado bajo vacío. Este aglomerante es muy bien adaptado al termolaminado pues puede ser aplicado a baja temperatura (inferior a 150°C, incluso a 150°C).

Un procedimiento de fabricación de este módulo comprende una etapa de reticulación de la capa encapsulante después del ensamblaje de las diferentes capas.

De manera preferida los aglomerantes de la invención tienen una adherencia en el vidrio de al menos 10N/15 mm a prueba de desprendimiento a 90°C según la norma ISO 8510-1.

45 De manera preferida, los aglomerantes de la invención tienen una adherencia en el PMMA de al menos 10N/15 mm a la prueba de desprendimiento a 90°C según la norma ISO 8510-1.

Las capas de multicapa pueden ser formadas por ejemplo por presión en caliente, bajo vacío, por laminado y en particular termolaminado. Se prefiere particularmente la presión bajo vacío. Este aglomerante está muy bien adaptado al termolaminado pues puede ser aplicado a baja temperatura (inferior a 160°C, incluso a 150°C).



## Ejemplos

Para formular los ejemplos de la invención y comparativos han sido utilizados los siguientes productos:

EVATANE® 28-150: Es un copolímero etileno-acetato de vinilo fabricado por ARKEMA cuya tasa de acetato de vinilo es de 28% en masa de acetato de vinilo y del cual el MFI (ASTM D 278-190°C - 2,16 kg es de 150/10 min.

- 5 EVATANE® 33-45: Copolímero etileno-acetato de vinilo fabricado por ARKEMA cuya tasa de acetato de vinilo es de 33% en masa y acetato de vinilo de la cual (ASTM D 278-190°C - 2,16kg es de 45 kg/10 min.

OREVAC® Terpolímero 9305: Copolímero etileno-acetato de vinilo-anhídrido maleico fabricado por ARKEMA cuya tasa de acetato de vinilo es de 28% en masa y la tasa de anhídrido maleico es de 0,8% en masa, el MFI (ASTM D 1238-190°C - 2,16 kg siendo de 180 g/10 min.

- 10 LOTADER® 7500: Copolímero etileno-acrilato de etilo-anhídrido maleico fabricado por ARKEMA cuya tasa de acrilato de etilo es de 17% en masa y la tasa de anhídrido maleico es de 2,8% en masa, siendo de 70 g/10 min el MFI (ASTM D 1238-190°C - 2,16 kg.

- 15 LOTADER® 4700: Copolímero etileno-acrilato de etilo-anhídrido maleico fabricado por ARKEMA cuya tasa de acrilato de etilo es de 29% en masa y la tasa de anhídrido maleico es de 1,3% en masa, siendo de 7 g/10 min el MFI (ASTM D 1238-190°C - 2,16 kg.

LOTADER® AX 8950: Copolímero de etileno acrilato de metilo-metacrilato de glicidilo fabricado por ARKEMA cuya tasa de acrilato de metilo es de 19% en masa y la tasa de metacrilato de glicidilo es de 9% en masa, siendo de 85 g/10 min el MFI (ASTM D 1238-190°C - 2,16 kg.

- 20 LUPEROX® TBEC: Composición de peróxido orgánico que comprende peroxicarbonato de OO-tertbutilo y de O-(2-etilhexilo).

Agente de acoplamiento: Silano

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

- 25 ALTUGLAS® V825HID: Placas de PMMA fabricadas por Altuglas de 3,2 mm de espesor cuyo punto Vicat es de 111°C (ASTM D 1525, modo A, 1 kg) y el módulo de flexión es de 3200 MPa a temperatura ambiente (ASTM D 790). Vidrio: placas de 3mm.

*Black sheet:* Película PVDF/PET/PVDF.

Formulaciones sin agente reticulante.

Estructura PE de baja densidad/aglomerante/vidrio PMMA

- 30 Se han medido aquí los niveles de adición entre el aglomerante según la invención y comparativo y una capa de vidrio o de PMMA.

En la Tabla 1 se reportan los aglomerantes de la invención (EX1, EX2, EX3, EX4) y comparativos (CP1, CP2) con las relaciones de masa de cada compuesto.

Tabla 1

	CP1	CP2	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5
EVATANE® 28-150	1	0	0	0	0	0,7	0
EVATANE® 33-45	0	1	0	0	0	0	0,7

(continuación)

	CP1	CP2	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5
OREVAC® Terpolímero 9305	0	0	1	0	0	0,3	0,3
LOTADER® 7500	0	0	0	1	0	0	0
LOTADER® 4700	0	0	0	0	1	0	0

Los compuestos de los ejemplos EX3 y EX4 son premezclas en saco antes de la extrusión.

Para medir la adhesión, películas multicapas PE/aglomerante han sido coextrudidas por la tecnología fundición-película. El PEBD se ha extruido a 50 giros por minuto en una extrusora monotornillo COLLIN (diámetro del tornillo = 45 mm/ con una relación longitud/diámetro = 25), siendo las temperaturas de las seis zonas calientes 200°C/230°C/240°C/250°C/250°C/250°C. El aglomerante se ha coextruido a 20 giros por minuto en una extrusora monotornillo COLLIN (diámetro de tornillo = 30 mm/ con una relación longitud/diámetro = 25), y las temperaturas dependiente de la fluidez intrínseca del aglomerante con coextrusor. Las temperaturas de las seis zonas calientes son así reguladas a 80°C/100°C 100°C/110°C /110°C/110°C para los ejemplos CP1, CP2 y EX5, mientras que son regulados a 60°C/70°C/80°C/80°C/80°C/80°C para los ejemplos EX1 a EX4. Las dos extrusoras alimentan un bloque de alimentación (caja de coextrusor) equipada de un sector plano de longitud 250 mm y de un entrehierro final de 500 µm. La temperatura en estos dispositivos se fijó a 200°C. La película bicapa también producto se alargó a partir de la salida del sector en el aire hasta con un rodillo de enfriamiento (*chill roll*) regulado a 20°C a una velocidad de 4,9 m/min, lo que permite la formación de una capa o de una lamina multicapa, teniendo las capas de PE y de aglomerante espesores respectivos de 200 y 20 µm.

La película PE/aglomerante obtenida es presionada a 110°C bajo una presión de 3 bar durante 15 minutos contra el soporte en PMMA o en vidrio, estando en contacto directa la cara aglomerante con el soporte. La probeta obtenida es enfriada a temperatura ambiente, y su resistencia al desprendimiento es medida inmediatamente después de la fabricación. Esto se evaluó por una prueba de desprendimiento a 90°C según la norma ISO 8510-1.

Las resistencias al desprendimiento de los ejemplos y comparativos medidos a partir de esta prueba son reportados en la tabla 2.

La transparencia de las películas obtenidas (por el nivel de turbulencia o *Haze*) y su resistividad han sido igualmente medidas. Las formulaciones CP2, EX1 y EX5 se han extruido en la misma extrusora COLLIN como la utilizada para extrudir el aglomerante con 6 zonas calentadas reguladas a 80°C/100°C/100°C/110°C/110°C/110°C. Las películas de 100 µm de espesor se han preparado por presión a 120°C de las formulaciones obtenidas. Los resultados son igualmente reportados en la Tabla 2.

La medida del *Haze* de las diferentes películas se han realizado por medio de espectrofotocolorimetría CM-3610d y del programa SpectraMagic NX para el análisis de los resultados. Para todas las películas estudiadas, la medida de *Haze* se realizó en modo transmisión y según la norma ASTM D 1003-97.

La resistividad eléctrica transversal se determinó a 23°C con la ayuda de un espectrómetro dieléctrico de tipo Novocontrol Concept 40. Se ha reportado la resistividad de las muestras a baja frecuencia (0,01 Hz), cuando esta resistividad es independiente de la frecuencia.

Tabla 2

	Soporte	CP1	CP2	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5
Resistencia al desprendimiento	Vidrio	3,3	0	27,3	24,5	16,5	20,2	14
(N/15 mm)	PMMA	0,5	0,6	18,2	11,7	Sin números	18	17,4

(continuación)

	Soporte	CP1	CP2	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5
Haze		Sin números	16,3	3,1	Sin números	Sin números	Sin números	1,5
Resistividad eléctrica (ohm.cm)		Sin números	$3 \cdot 10^{13}$	$2 \cdot 10^{15}$	Sin números	Sin números	Sin números	$2 \cdot 10^{15}$

Durante las pruebas, se ha observado que no hay ninguna ruptura de adherencia entre el PE y el aglomerante: así, no se mide únicamente la resistencia al desprendimiento entre el soporte y el aglomerante.

- 5 Los aglomerantes EVA (CP1 y CP2) muestran resistencias al desprendimiento muy débiles a los soportes de vidrio y PMMA. Los aglomerantes de la invención presentan una resistencia al desprendimiento muy superior al de los aglomerantes clásicos a base de EVA.

La formulación del EX1 muestra excelente adherencia del terpolímero de alfa-olefina, éster vinílico de ácido carboxílico y anhídrido maleico con soportes como vidrio o PMMA.

- 10 De manera sorprendente, las formulaciones EX4 y EX5 presentan resistencia al desprendimiento próximas a las de las observadas para la poliolefina que comprende un monómero funcional EX1, aunque la relación masa de EVA sea de 0,7. Además, cualquiera que sea la fluidez del aglomerante, la adherencia al PMMA de los aglomerantes de EX4 y EX5 es incluso similar al aglomerante constituido únicamente de la poliolefina que comprende un monómero funcional (EX1).
- 15 Por otro lado, el *Haze* muestra que las formulaciones comprenden una poliolefina (B) (EX1 y EX5) son más transparentes que la formulación clásica a base de EVA (CP2). De manera sorprendente, la mezcla de la poliolefina (B) con EVA (EX5) es incluso más transparente que la poliolefina (B) sola (EX1).

La resistividad de las formulaciones según la invención (EX1 y EX5) son más elevadas que las de la formulación comparativa a base de EVA (CP2).

- 20 Todos estos resultados muestran bien el interés de la utilización de los aglomerantes según la invención en los módulos fotovoltaicos, en particular como encapsulantes.

Estructuras *Back sheet*/aglomerante/vidrio o PMMA.

Otras estructuras han sido preparadas utilizando aglomerantes que comprenden los constituyentes en las proporciones presentadas en la Tabla 3.

- 25 Se introducen los gránulos de diferentes constituyentes de formulaciones de la Tabla 3 en un mezclador interno con un "brazo en Z", de marca WERNER & PFLEIDERER, a una temperatura de 100°C y las formulaciones son mezcladas a 40 giros por minuto durante 10 minutos.

Se coloca cada formulación entre dos capas de teflón en una prensa a 70°C a 100 bar durante 5 minutos. Se obtiene una película de 300 µm de espesor. Se coloca esta película entre un *back sheet* y una placa de vidrio y esta estructura es comprimida a 3 bar a 150°C durante 20 minutos.

30

Tabla 3.

	CP3	EX6	EX7	EX8	EX9
EVATANE® 33-45	1	0	0	0,7	0,7
LOTADER® 7500	0	0	1	0	0,3
LOTADER® AX 8950	0	1	0	0,3	0
Resistencia al desprendimiento (N/15 mm)	3	31	22	22	44

- 5 Estas formulaciones muestran una buena adhesión de las formulaciones según la invención (EX6 a EX9) con soportes en vidrio y *back sheet* en comparación con la formulación CP3.

Formulaciones con agente reticulante

- 10 Para aumentar la adhesión en las formulaciones clásicas de encapsulantes a base de EVA, se añade en estas formulaciones agentes de acoplamiento. Para que el agente de acoplamiento haga efecto en estas formulaciones, es necesario reticular la composición. Las formulaciones de aglomerantes comprenden agentes reticulantes según la invención y comparativos y han sido así preparados.

Se introducen los diferentes constituyentes de las formulaciones de la Tabla 4 en un mezclador interno con un "brazo en Z", de marca WERNER & PFLEIDERER, a una temperatura de 100°C y las formulaciones son mezcladas a 40 giros por minuto durante 10 minutos.

Tabla 4

	CP4	CP5	EX10	EX11
%EVATANE® 33-45	98,5	98	0	69
%OREVAC® Terpolímero 9305	0	0	98,5	29,5
% LUPEROX® TBEC	1,5	1,5	1,5	1,5
% Silano	0	0,5	0	0
Resistencia al desprendimiento (N/15 mm)	5	22	30	39
Resistencia a la fluencia	Sin deformación	Sin deformación	Sin deformación	Sin deformación

- 15 Se coloca cada formulación entre dos capas de teflón en una prensa a 70°C a 100 bar durante 5 minutos. Se obtiene una película de 30 µm de espesor.

- 20 Se mide la resistencia al desprendimiento así como la resistencia a la fluencia a 160°C, esta resistencia a la fluencia se ha determinado en probetas de tipo IFC cortadas en las películas, siendo reticuladas estas películas bajo presión a 3 bar y 150°C durante 20 minutos. La prueba consiste en aplicar una tensión de 0,5 MPa durante 15 minutos colocando las muestras en una estufa a 160°C y medir el alargamiento residual después del giro a una temperatura ambiente.

La resistencia a la fluencia de las formulaciones es excelente.

Para medir la adhesión en una estructura de tipo módulo fotovoltaico, la película se coloca entre un *back sheet* y una placa de vidrio y esta estructura se presiona a 3 bar y 150°C durante 20 minutos, al final de esta presión, se obtienen estructuras en las cuales el aglomerante es reticulado.

- 5 Los ejemplos según la invención muestran que los niveles de adhesión de las formulaciones según la invención son excelentes.

# REIVINDICACIONES

1. Aglomerante que comprende una mezcla de un copolímero de etileno-éster vinílico de ácido carboxílico (A) y de una poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X), la relación de masa (B)/((A)+(B)) estando comprendido en la gama que va de 0,05 a 1.
2. Aglomerantes según la reivindicación 1 en la cual la relación de masa (B)/((A)+(B)) está comprendida entre 0,05 y 0,5.
3. Aglomerante según una de las reivindicaciones precedentes en la cual la poliolefina (B) comprende el etileno.
4. Aglomerante según una de las reivindicaciones precedentes en la cual el monómero funcional (X) contenido en la cadena de la poliolefina (B) es copolimerizada.
5. Aglomerantes según una de las reivindicaciones precedentes en la cual la cantidad de monómero funcional (X) en la poliolefina (B) está comprendido entre 0,05 y 10% en masa.
6. Aglomerantes según una de las reivindicaciones precedentes en la cual el monómero funcional (X) de la poliolefina (B) es el anhídrido maleico.
7. Aglomerante según una de las reivindicaciones precedentes en la cual la poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X) es un monómero de etileno/(met)acrilato de alquilo/anhídrido maleico.
8. Aglomerante según una de las reivindicaciones 1 a 6 en el cual la poliolefina (B) que contiene un monómero funcional (X) es un copolímero etileno/acetato de vinilo/anhídrido maleico.
9. Aglomerante según una de las reivindicaciones 1 a 5 en la cual el monómero funcional (X) de la poliolefina (B) es un epóxido insaturado, preferiblemente metacrilato de glicidilo.
10. Aglomerante según una de las reivindicaciones 1 a 5 o 9 en la cual la poliolefina (B) es un copolímero de etileno y de metacrilato de glicidilo o un copolímero de etileno, (met)acrilato de alquilo o metacrilato de glicidilo.
11. Aglomerante según una de las reivindicaciones precedentes en la cual el copolímero (A) es un copolímero etileno/acetato de vinilo.
12. Aglomerante según una de las reivindicaciones precedentes en la cual la tasa de éster vinílico de ácido carboxílico del copolímero (A) está comprendido entre 25 y 45% en masa.
13. Aglomerante según una de la reivindicaciones precedentes en la cual el aglomerante tiene un MFI comprendido entre 1 y 400 g/10 min (190°C, 2,16 kg).
14. Estructura de multicapas que comprende una capa formada de aglomerante según una de las reivindicaciones precedentes y al menos un soporte constituido de vidrio, polímero, metal o cristales de silicio, estando el dicho aglomerante en contacto directo con el soporte.
15. Utilización del aglomerante según una de las reivindicaciones 1 a 13 en un módulo fotovoltaico.