(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 687 078**

(51) Int. Cl.:

C08L 23/08	(2006.01)
C08K 5/5419	(2006.01)
C08L 33/08	(2006.01)
C08L 33/14	(2006.01)
C08L 35/00	(2006.01)
H01L 31/048	(2014.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2015** **PCT/FR2015/051507**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015** **WO15193581**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2015** **E 15736541 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** **EP 3157999**

(54) Título: **Encapsulante de un módulo fotovoltaico**

(30) Prioridad:

18.06.2014 FR 1455583

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2018

(73) Titular/es:

ARKEMA FRANCE (100.0%)
420, rue d'Estienne d'Orves
92700 Colombes, FR

(72) Inventor/es:

JACQUES, GUILLAUME;
BIZET, STÉPHANE y
SAVIGNAT, BENOÎT

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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 2 687 078 T3

DESCRIPCIÓN

Encapsulante de un módulo fotovoltaico

Ámbito de la invención

La invención tiene por objeto un encapsulante de módulo fotovoltaico a base de un copolímero de etileno – acrilato de alquilo en el cual no está presente ningún agente de reticulación (peróxidos o isocianatos o cualquier otro componente que tenga una función de reticulación). La presente invención concierne igualmente a un módulo fotovoltaico, o a la utilización de esta composición de encapsulante en un módulo de este tipo, que comprenda, además de la capa de encapsulante, al menos una capa adyacente que forme « frontsheet » o « backsheet », de modo más general estas tres capas sucesivas « frontsheet », encapsulante y « backsheet ».

El recalentamiento climático, vinculado a los gases de efecto invernadero desprendidos por las energías fósiles, ha conducido al desarrollo de soluciones energéticas alternativas que no emitan tales gases durante su funcionamiento, como por ejemplo los módulos fotovoltaicos. Un módulo fotovoltaico comprende « una pila fotovoltaica », siendo esta pila fotovoltaica capaz de transformar la energía luminosa en electricidad.

Existen numerosos tipos de estructuras de paneles fotovoltaicos.

En la figura 1, se ha representado una pila fotovoltaica clásica; esta pila fotovoltaica 10 comprende células 12, conteniendo una célula un sensor fotovoltaico 14, generalmente a base de silicio tratado a fin de obtener propiedades fotoeléctricas, en contacto con colectores de electrones 16 colocados por encima (colectores superiores) y por debajo (colectores inferiores) del sensor fotovoltaico. Los colectores 16 superiores de una célula están conectados a los colectores 16 inferiores de otra célula 12 por barras conductoras 18, constituidas generalmente por una aleación de metales. Todas estas células 12 están, conectadas entre sí, en serie y/o en paralelo, para formar la pila fotovoltaica 10. Cuando la pila fotovoltaica 10 está colocada debajo de una fuente luminosa, la misma facilita una corriente eléctrica continua, la cual puede ser recuperada en los bornes 19 de la pila 10.

Refiriéndose a la figura 2, el módulo fotovoltaico 20 comprende la pila fotovoltaica 10 de la Figura 1 recubierta por un « encapsulante », estando compuesto éste por una parte superior 22 y por una parte inferior. Una capa protectora superior 24 (conocida en inglés con el término « frontsheet », utilizado en lo que sigue) y una capa protectora 26 en el dorso del módulo (conocida en inglés con el término « backsheet », utilizado igualmente en lo que sigue) están dispuestas a una y otra parte de la pila encapsulada.

La protección contra los choques y la humedad de la pila fotovoltaica 10 está asegurada por la capa protectora superior 24, generalmente de vidrio.

La backsheet 26, por ejemplo una película multicapa a base de polímero fluorado y de polietileno tereftalato, contribuye a la protección contra la humedad del módulo fotovoltaico 20 y al aislamiento eléctrico de las células 12 para evitar cualquier contacto con el medio ambiente exterior.

El encapsulante 22 debe adaptarse perfectamente a la forma del espacio existente entre la pila fotovoltaica 10 y las capas protectoras 24 y 26 a fin de evitar la presencia de aire, lo que limitaría el rendimiento del módulo fotovoltaico. El encapsulante 22 debe igualmente impedir el contacto de las células 12 con el agua y el oxígeno del aire, a fin de limitar su corrosión. La parte superior del encapsulante 22 está comprendida entre la pila 10 y la capa protectora superior 24. La parte inferior del encapsulante 22 está comprendida entre la pila 10 y la backsheet 26.

En presencia de radiación solar, se crea un calentamiento en el interior del módulo solar y pueden alcanzarse temperaturas de 80 ºC (o más), lo que necesita que las capas estén perfectamente conectadas una a otra a lo largo de todo el ciclo de vida de servicio del módulo.

Estado de la técnica

Actualmente, la mayoría del mercado de encapsulación fotovoltaica corresponde a formulaciones de un EVA al cual se añade un peróxido, un silano y diversos aditivos funcionales.

El EVA presenta muchas cualidades y propiedades interesantes para esta aplicación. El mismo en efecto confiere principalmente muy buenas propiedades de transparencia, de resistencia mecánica, de resistencia al envejecimiento y de manera general excelentes propiedades termomecánicas y mecánicas. Por otra parte, este termoplástico es relativamente poco caro de modo que su empleo para esta aplicación llega a ser casi incontrolable.

Sin embargo, el tipo de encapsulante a base de EVA, con peróxido y silano, presenta dos inconvenientes mayores.

En primer lugar, la utilización de un agente de reticulación, a saber el peróxido, presenta el inconveniente de una puesta en práctica relativamente larga, necesaria para respetar la cinética de reactividad del peróxido; estando comprendido el tiempo de ciclo actual para la fabricación de un módulo que utilice tal encapsulante entre 15 minutos y 45 minutos. Sin embargo, actualmente, la utilización de dicho agente de reticulación es necesaria, en particular para el

EVA, para conferir a este último mejores propiedades termomecánicas y características fisicoquímicas así como para asegurar el injerto del silano en las cadenas de polímero.

En lo que concierne al EVA, cuando las condiciones medioambientales están degradadas, es decir cuando el mismo envejece en condiciones calientes y húmedas (DHT « Damp Heat Test »: 85 ºC / 85% « Humedad Relativa »), este compuesto es sometido a electrolisis que provoca la aparición de ácido acético, fuente de amarillamiento del encapsulante y de corrosión de las conexiones metálicas del módulo fotovoltaico.

El especialista en la materia podría considerar la sustitución del EVA por un copolímero etileno – acrilato de alquilo, pero esta solución, que ciertamente evita problemas específicos vinculados con el EVA cuando éste está presente en un medio ambiente difícil, no permite la obtención de un módulo fotovoltaico correcto. En efecto, durante la laminación, se forman numerosas burbujas en el transcurso de la reticulación en razón del peróxido presente en cantidades notables.

Por otra parte, el documento WO 2006095911 propone una solución para la utilización de una formulación a base de un copolímero etileno - acrilato de alquilo cuya temperatura de fusión (T en ºC), obtenida según la norma JIS K 7121, responda a la fórmula siguiente $-3.0X+125 > T > -3.0X+109$. El elemento X representa la tasa molar del comonormal polar (acrilato). Por otra parte, este documento propone la asociación a este copolímero de un silano a fin de aportar las propiedades adhesivas al vidrio.

Sin embargo, tal formulación no permitiría la obtención de un encapsulante rentable a largo plazo. El silano en efecto presenta el inconveniente de no permitir un buen nivel de adhesión al vidrio cuando el mismo no está químicamente ligado al polímero.

Así pues, se ha buscado actualmente una solución de encapsulante a base de un compuesto alternativo al EVA, pero que presente propiedades igualmente interesantes al tiempo que no utilice agentes de reticulación.

Esta solución deberá por otra parte permitir la utilización de un promotor de adhesión, tal como un silano, que permita en particular la fijación a las paredes de la « frontsheet », es decir a un compuesto de vidrio cerámico o de vidrio sintético (clásicamente PMMA) y que conserve buenas propiedades adhesivas en la frontsheet en el transcurso de su utilización.

Breve descripción de la invención

La solicitante, tras diversas experiencias y manipulaciones, ha constatado que una composición a base de un copolímero de etileno – acrilato de alquilo y de silano podía, sin utilizar ningún agente de reticulación, presentar propiedades termomecánicas y características fisicoquímicas extremadamente satisfactorias cuando la misma estuviera asociada a una poliolefina funcionalizada de un tipo muy particular.

Esta poliolefina muy particular consiste en el terpolímero etileno – acrilato de alquilo – anhídrido maleico.

Así, la presente invención concierne a un encapsulante del módulo fotovoltaico, destinado a recubrir una pila fotovoltaica, constituido por una composición que no comprenda ningún agente de reticulación y que comprenda:

- un copolímero etileno – acrilato de alquilo, representando el citado copolímero entre el 70% y el 96% del peso de la citada composición;

- un silano, que representa entre el 0,1% y el 2% del peso de la citada composición;

caracterizado por que la misma comprende además un terpolímero etileno – éster acrílico– anhídrido maleico o metacrilato de glicidilo, representando el citado terpolímero del 2% al 29,9% del peso de la citada composición.

La composición de acuerdo con la invención presenta en primer lugar las ventajas siguientes:

- la imposibilidad de aparición de ácido acético, de modo más general de ningún ácido, en el transcurso de su utilización cualesquiera que sean las condiciones medioambientales;

- una gran libertad concerniente a los parámetros de extrusión de la película de composición y un ahorro significativo de tiempo en la etapa de laminación;

- el mantenimiento de excelentes propiedades adhesivas de la composición a lo largo de la duración de vida de servicio de la composición, en particular en su empleo como encapsulante de un módulo fotovoltaico;

- el mantenimiento de excelentes propiedades termomecánicas y de características fisicoquímicas, al menos tan satisfactorias como la solución actual a base de EVA (agente de reticulación y silano).

Otras características y particularidades de la mezcla primaria de la invención se presentan en lo que sigue:

- ventajosamente, el citado terpolímero representa entre el 8% y el 22% del peso de la citada composición;

- preferentemente, para el citado copolímero, la tasa másica de etileno está comprendida entre el 60% y el 85%, preferentemente entre el 70% y el 84%, y la tasa másica de acrilato de alquilo está comprendida entre el 15% y el 40%, preferentemente entre el 16% y el 30%;

- ventajosamente el silano consiste en un epoxisilano o un aminosilano;

- en este último caso, ventajosamente, el silano consiste en el glicidil-3-oxipropil-trioxi-silano;

- el citado copolímero está presente entre el 75% y el 95% en peso de la citada composición;

- de acuerdo con una posibilidad ofrecida por la invención, la composición consiste únicamente en los citados copolímero, terpolímero y silano;

- de acuerdo con un modo de realización, la composición comprende además aditivos destinados a conferir propiedades particulares adicionales, en particular plastificantes, promotores de adhesión, estabilizantes y absorbedores UV, antioxidantes, agentes retardadores de llama y/o cargas.

La invención se refiere igualmente a la utilización del encapsulante tal como el descrito anteriormente en un módulo fotovoltaico.

Finalmente, la invención se refiere a un módulo fotovoltaico que comprende una estructura constituida por una asociación de al menos un encapsulante y una frontsheet o backsheet, caracterizado por que el encapsulante es tal como el descrito anteriormente.

Descripción de las Figuras anejas

La descripción que sigue se da únicamente a modo ilustrativo y no limitativo refriéndose a las figuras anejas, en las cuales:

La Figura 1, ya descrita, representa un ejemplo de pila fotovoltaica, siendo las partes (a) y (b) vistas de ¾, mostrando la parte (a) una célula antes de la conexión y la parte (b) una vista tras la conexión de 2 células; la parte (c) es una vista desde arriba de una pila fotovoltaica completa.

La Figura 2, ya descrita, representa un corte transversal de un módulo fotovoltaico, en el que el sensor fotovoltaico « clásico » está encapsulado por una película de encapsulante superior y una película de encapsulante inferior.

Descripción detallada de la invención

Tratándose del copolímero etileno – acrilato de alquilo, se trata de un compuesto bien conocido por el especialista en la materia. Las particularidades propias de este copolímero, en el marco de la presente invención, provienen esencialmente de las proporciones másicas (o en peso) de etileno y de acrilato de alquilo, estando la tasa másica comprendida entre el 60% y el 85%, preferentemente entre el 70% y el 84%, y la tasa másica de acrilato de alquilo está comprendida entre el 15% y el 40%, preferentemente entre el 16% y el 30%. Este copolímero se obtendrá preferentemente según un procedimiento de polimerización denominado tubular, que permite la obtención de un copolímero con propiedades térmicas mejoradas (en comparación con el mismo copolímero obtenido de acuerdo con el procedimiento denominado de autoclave)

A modo de ejemplo no limitativo, la solicitante explota comercialmente un compuesto denominado LOTRYL® que es un copolímero etileno – acrilato de alquilo.

El especialista en la materia sabe perfectamente cómo realizar/fabricar un copolímero de este tipo, según las diferentes cantidades de cada uno de dos monómeros. En lo que sigue, la invención es presentada con un copolímero etileno - acrilato de alquilo de tipo específico, pero el titular ha demostrado que la composición de encapsulante de acuerdo con la invención que respondía a los objetivos fijados cuando el copolímero varíe en los ámbitos de tasa de etileno y de acrilato de alquilo anteriormente definidos, eventualmente de modo ligeramente superior cuando el citado copolímero presente tasas de etileno y de acrilato de alquilo elegidas en los ámbitos preferidos para estos dos monómeros.

Tratándose del silano, son compuestos químicos que permiten las interacciones de adhesión entre el encapsulante y el vidrio. A modo de ejemplos de silano, se pueden citar los aminosilanos y epoxisilanos o cualquier otro silano portador de una función reactiva con respecto al terpolímero. Preferentemente, el silano en la composición de acuerdo con la invención es el glicidiloxipropiltrietoxisilano. Sin embargo, se obtendrían resultados equivalentes o sensiblemente equivalentes eligiendo otro silano de la familia de los epoxisilanos o aminosilanos.

Tratándose del terpolímero de etileno – éster acrílico – anhídrido maleico, este compuesto reactivo es bien conocido por el especialista en la materia y no presenta ninguna dificultad para su fabricación/preparación

La composición que forma el encapsulante de acuerdo con la invención podrá comprender un cierto número de aditivos destinados a conferir propiedades particulares adicionales.

Podrán ser añadidos plastificantes a fin de facilitar la puesta en práctica y mejorar la productividad del procedimiento de fabricación de la composición y de las estructuras. Se citarán como ejemplos los aceites minerales parafínicos aromáticos o naftalénicos que permiten igualmente mejorar el poder de adherencia de la composición de acuerdo con la invención. Se pueden citar igualmente como plastificantes, los ftalatos, acelatos, adipatos, el fosfato de ticresilo.

Promotores de adhesión, aunque no son necesarios, pueden ser añadidos ventajosamente a fin de mejorar el poder de adherencia de la composición cuando el mismo debe ser particularmente elevado. El promotor de adhesión es un ingrediente no polimérico; puede ser orgánico, cristalino, mineral y de modo más preferente semimineral semiorgánico. Entre estos, se pueden citar los titanatos.

En esta aplicación particular de la composición a los módulos fotovoltaicos, siendo la radiación UV susceptible de provocar un ligero amarillamiento de la composición utilizada como encapsulante de los citados módulos, pueden ser añadidos estabilizantes UV y absorbedores UV tales como el benzotriazol, el benzofenono y las otras aminas contaminadas con el fin de asegurar la transparencia del encapsulante durante su duración de vida de servicio. Estos compuestos pueden ser por ejemplo a base de benzofenono o de benzotriazol. Se les puede añadir en cantidades inferiores al 10% en masa de la masa total de la composición y preferentemente del 0,05% al 3%.

Se podrán añadir igualmente antioxidantes para limitar el amarillamiento durante la fabricación del encapsulante tales como los compuestos fosforados (fosfonitas y/o fosfitos) y los fenólicos contaminados. Se pueden añadir estos antioxidantes en cantidades inferiores al 10% en masa de la masa total de la composición y preferentemente del 0,05% al 3%.

Pueden añadirse igualmente agentes retardadores de llama. Estos agentes pueden ser halogenados o no halogenados. Entre los agentes halogenados, se pueden citar los productos bromados. Como agente no halogenado se pueden utilizar igualmente los aditivos a base de fósforo tales como el fosfato de amonio, de polifosfato, de fosfinato o de pirofosfato, el cianurato de melanina, el pentaeritritol, las zeolitas así como las mezclas de estos agentes. La composición puede comprender estos agentes en proporciones que van de 3% al 40% con respecto a la masa total de la composición.

Se pueden añadir igualmente pigmentos como por ejemplo el dióxido de titanio, compuestos colorantes o azucarantes en proporciones que van generalmente del 5% al 15% con respecto a la masa total de la composición.

Pueden ser añadidos igualmente cargas, en particular minerales, para mejorar la resistencia termomecánica de la composición. De modo no limitativo, se darán como ejemplos la sílice, la alúmina o los carbonatos de calcio o los monotubos de carbono o también las fibras de vidrio. Se podrán utilizar arcillas modificadas o no modificadas que son mezclas de orden nanométrico; esto permite obtener una composición más transparente.

Preparación del encapsulante y producción de una película encapsulante de acuerdo con la invención (destinada a ser incorporada en un módulo fotovoltaico):

Clásicamente, es necesaria una reticulación para adaptar las propiedades termomecánicas del encapsulante a base de EVA, en particular cuando la temperatura llega a ser muy elevada. En este caso, en el marco de la presente invención, la reticulación no es necesaria y solo tienen lugar las interacciones y reacciones químicas clásicas entre la poliolefina funcionalizada (el terpolímero) y el copolímero etileno – acrilato de alquilo y entre la poliolefina funcionalizada y el silano.

Con respecto a los aspectos antes citados, el manual titulado «Handbook of poymer foams and technology », especialmente en las páginas 198 a 204, facilita las enseñanzas complementarias a las cuales puede referirse el especialista en la materia.

En lo que concierne a los aspectos de la invención relativos a la utilización de la composición termoplástica en un módulo fotovoltaico, el Especialista en la Materia puede referirse por ejemplo al « Handbook of Photovoltaic Science and Engineering », Wiley, 2003. En efecto, la composición de la invención puede ser utilizada como encapsulante o encapsulante-backsheet en un módulo fotovoltaico, cuya estructura se describe en relación con las figuras anejas.

Materiales utilizados para formar las formulaciones probadas:

Lotryl® 20MA08: copolímero etileno - acrilato de metilo cuya tasa de acrilato es del 20% en peso del copolímero y el MFI de 8 g/10 min. (190 ºC, 2,13 kg). Este puede ser obtenido según:

- un procedimiento tubular: Temperatura de fusión = 96 ºC
- un procedimiento de autoclave: Temperatura de fusión = 75 ºC

En las tablas de resultados presentados a continuación, este Lotryl® está indicado por las iniciales 20MA08T cuando ha sido obtenido por el procedimiento tubular, y 20MA08A cuando ha sido obtenido por el procedimiento de autoclave.

Lotryl® 24MA02: copolímero etileno - acrilato de metilo cuya tasa de acrilato es del 24% en peso del copolímero y el MFI de 2 g/10 min. (190 ºC, 2,13 kg). Éste puede ser obtenido según:

- un procedimiento tubular: Temperatura de fusión = 93 ºC
- un procedimiento de autoclave: Temperatura de fusión = 68 ºC

En las tablas de resultados presentados a continuación, este Lotryl® está indicado por las iniciales 24MA02T cuando el mismo ha sido obtenido por el procedimiento tubular, y 24MA02A cuando el mismo ha sido obtenido por el procedimiento de autoclave.

Lotader® 3410: terpolímero etileno – acrilato de butilo - anhídrido maleico, en el que la tasa de acrilato es del 17% en peso del terpolímero, la tasa de anhídrido es del 3,1% en peso de terpolímero y el MFI de 5 g/10 min (190 ºC, 2,13 kg). En las tablas de resultados presentada a continuación, este Lotader® está indicado por la denominación 3410.

Dynasylan® GLYEO: Glicidiloxipropiltrietoxisilano vendido por la sociedad Evonik. Se trata de un silano que tiene una función epoxi reactiva y un grupo trietoxisilil hidrolizable. En las tablas de resultados presentados a continuación, este silano está indicado por las iniciales GLYEO.

Evatane® 3345PV: copolímero etileno – acetato de vinilo en el que la tasa de acetato es del 33% en peso del copolímero y el MFI de 45 g/10 min (190 ºC, 2,13 kg). En las tablas de resultados presentados a continuación, este Evatane® está indicado por las iniciales 3345PV.

Dynasylan® MEMO: 3 MetacriloxipropilTrimetoxiSilano vendido por la sociedad Evonik. En las tablas de resultados presentados a continuación, este silano está indicado por las iniciales MTS.

Luperox® TBEC: OO-ter-butil-O-(2-etilhexil)-monoperoxicarbonato, vendido por la sociedad solicitante Arkema, indicado en lo que sigue por TBEC.

Obtención de las películas y formulaciones probadas:

Realización de las películas:

Las películas encapsulantes son obtenidas por extrusión de granulados de polímeros impregnados: los silanos y, en su caso, el peróxido son añadidos por impregnación de los granulados de Lotryl o Evatane. Granulados y líquido son colocados en un frasco y el frasco es dispuesto sobre un mezclador de rodillos durante aproximadamente 3 horas a la velocidad de 60 rotaciones por minuto.

Tras la impregnación, estos granulados así como los granulados eventualmente adicionales son colocados en la tolva de introducción de una extrusora de hilera plana de anchura 10 cm (centímetro).

La extrusión es realizada a una temperatura adaptada a la composición, así para el contraejemplo a base de Evatane y Luperox TBEC (composición ECI), está temperatura está limitada a 90 ºC, porque por encima de la misma, el peróxido se descompondría.

En el caso de formulaciones tales como las descritas en esta invención, la temperatura solo está limitada por las propiedades térmicas del polímero utilizado. Sin embargo, convendría realizar esta extrusión a una temperatura comprendida entre 100 ºC y 220 ºC.

Esta extrusión permite la obtención de una bobina cuya tirada a la salida de la extrusora es regulada de modo que se obtenga una película de espesor comprendido entre 350 µm y 550 µm (micrómetro).

Realización de los módulos de prueba:

A fin de caracterizar las formulaciones, se obtienen módulos de prueba por laminación en caliente.

La estructura de un módulo de prueba es variable de acuerdo con las características que haya que realizar:

- Medición de fluencia y de propiedades ópticas por transmisión: Vidrio (4 mm) / Película de encapsulante / Vidrio (4 mm)

- Medición de propiedades ópticas por reflexión: Vidrio (4 mm) / Película de encapsulante / Backsheet KPR (PVDF / PET / PVDF)

- Medición de adhesión: Vidrio (4 mm) / Película de encapsulante / Backsheet Apolhya

El laminador utilizado es facilitado por la sociedad Penergy. Las condiciones de laminación (Duración, Temperatura T, Presiones de las cámaras superior e inferior respetivamente V_{up} y V_{down}) dependen de la composición de las películas laminadas

Así, en el caso de una formulación « clásica », el ciclo respetado es el siguiente (duración total: 20 minutos):

	Duración (s)	T (ºC)	V_{up} (mBar)	V_{down} (mBar)
Preinicio	10	85	0	1000
1	10	85	0	0
2	180	85	0	0
3	10	85	900	0
4	10	85	1000	0
5	600	150	1000	0
6	360	150	1000	0
7	10	150	0	0
8	10	150	0	0
9	-	50	0	1000

En el caso de una formulación tal como la descrita en la presente invención, el ciclo respetado es el siguiente (duración total: 8 minutos):

	Duración (s)	T (ºC)	V_{up} (mB)	V_{down} (mB)
Preinicio	10	150	0	0
1	300	150	0	0
2	10	150	1000	0
3	150	150	1000	0
4	10	150	0	1000
5	-	150	0	1000

Pruebas realizadas con las probetas:

La presente invención se ilustra más en detalle por los ejemplos no limitativos siguientes.

Las composiciones E1, E2, E3 y E4 en la tabla que sigue son composiciones de acuerdo con la invención mientras que las composiciones EC1, EC2, EC3 y EC4 son composiciones de acuerdo con la técnica anterior y/o no de acuerdo con la presente invención.

	Constituyente 1	Tasa 1 (%)	Constituyente 2	Tasa 2 (%)	Constituyente 3	Tasa 3 (%)
E1	20MA08T	72,75	3410	27	GLYEO	0,25
E2	24MA02T	79,75	3410	20	GLYEO	0,25
E3	20MA08T	79,75	3410	20	GLYEO	0,25
E4	20MA08T	89,75	3410	10	GLYEO	0,25
EC1	3345PV	98,2	TBEC	1,5	MTS	0,3

EC2	20MA08T	98,75	3410	1	GLYEO	0,25
EC3	20MA08T	59,75	3410	40	GLYEO	0,25
EC4	20MA08A	79,75	3410	20	GLYEO	0,25

Los ejemplos de composición de acuerdo con la invención presentan todos los mismos espesores pero naturalmente el especialista en la materia podrá hacerles variar en función de la aplicación del módulo fotovoltaico y de las prestaciones de este último.

Se observará igualmente que las probetas anteriormente citadas presentan cantidades idénticas de silano, fijadas sensiblemente en el 0,25% del peso de la composición. Sin embargo, pruebas complementarias han permitido identificar que la cantidad de silano en la composición podía estar representada entre el 0,1% y el 2% en peso de la citada composición.

Envejecimiento de las estructuras

Un envejecimiento acelerado de las estructuras es realizado por DTH (« Damp Heat Test »). Todas las estructuras son colocadas en un recinto climático regulado a 85 ºC y 85% de HR (humedad relativa). Este envejecimiento dura 2000 horas. La evolución del nivel de amarillo (YI) de los módulos es seguida en el transcurso de esta DHT.

Medición del índice de amarillo YI:

El índice YI es medido en estructuras vidrio / encapsulante / backsheet con la ayuda de un espectrocolorímetro de la marca Minolta y según la norma ASTM E313. La backsheet utilizada para esta medición es un KPK (PVDF / PET / PVDF). Las condiciones de mediciones son las siguientes:

- Longitud de onda: 360 nm – 740 nm (nanómetro)
- Iluminante: C
- Ángulo: 2º
- Abertura de medición: MAV 8 mm (milímetro)
- Fondo: placa blanca « Cera »

El valor retenido para este ensayo es la evolución del YI, indicada por AYI, tras un envejecimiento de 2000 h en condiciones DHT.

$$AYI = YI_{2000h} - Y_{10h}$$

Prueba de fluencia

La prueba de fluencia es realizada en estructuras vidrio / encapsulante / vidrio (con placas de vidrio de longitud L = 70 mm). Después de la laminación, los módulos de prueba son colocados sobre una estructura metálica que forma un ángulo de 70º con la horizontal. Cada módulo es retenido por un reborde que recubre una parte del espesor de la primera capa de vidrio.

Esta estructura es colocada a 100 ºC en el interior de una estufa. Bajo el peso de la segunda capa de vidrio, puede observarse una fluencia. El valor de fluencia medido es por tanto la distancia recorrida por la segunda placa de vidrio tras 500 horas en estas condiciones. Esta distancia está comprendida entre 0 mm (sin fluencia) y 70 mm (fluencia completa, separación de la estructura).

Prueba de adhesión en una capa de vidrio

El nivel de adhesión entre el encapsulante y el vidrio es medido en estructuras vidrio / encapsulante / backsheet a partir de una prueba de pelado a 90º efectuado a 50 mm/min (milímetro por minuto) en un dinamómetro Zwick 1445. La backsheet utilizada para esta medición es una monocapa constituida de Apolhya®, fabricada y medida por la solicitante. Las condiciones de mediciones son las siguientes:

- Velocidad de desplazamiento del paso a través: 50 mm/min
- Anchura recorte probeta: 10 mm
- Ángulo de pelado: 90º

El resultado de adhesión es expresado en N/mm.

Se han realizado pruebas en el encapsulante para verificar que esta nueva estructura conserva excelentes propiedades, es decir propiedades idénticas, con respecto a las propiedades de un encapsulante de acuerdo con el descrito en el documento WO 09138679, a saber especialmente en lo que concierne a su transparencia, su nebulosidad, sus propiedades mecánicas, termomecánicas, ignífugas y sus propiedades de aislamiento eléctrico. Estas pruebas se han revelado positivas.

Las composiciones de acuerdo con la invención cumplen por tanto los criterios para poder ser utilizadas muy ventajosamente como aglomerante o encapsulante en los módulos solares

Resultados de las pruebas realizadas con probetas de las diferentes formulaciones

Prueba	AYI (DHT2000h)	Adhesión (N/mm)	Fluencia (mm)
E1	2	5,4	0
E2	1,9	5,6	0
E3	1,7	6,1	0
E4	1,4	5,1	0
EC1	6	6,2	0
EC2	1,3	0,9	0
EC3	2,2	5,7	8
EC4	1,4	5,9	70

En el marco de la presente invención, los valores buscados en las diferentes pruebas antes mencionadas se presentan como sigue:

- el índice de amarillo, tras 2000 horas DHT, debe ser inferior a 3,

- la adhesión, para dicha estructura y aplicación debe ser superior a 5 N/mm

- la fluencia debe ser inferior a 3 milímetros.

En la hipótesis en la que el polímero esté presente en la composición de acuerdo con la invención entre el 8% y el 22%, la ventaja obtenida es un mejor resultado en la prueba de fluencia realizada a una temperatura superior a 100 ºC, típicamente 110 ºC o más.

REIVINDICACIONES

1. Encapsulante (22) del módulo fotovoltaico (20), destinado a recubrir una pila fotovoltaica (10), constituida por una composición que no comprende ningún agente de reticulación y que comprende:

- un copolímero etileno – acrilato de alquilo, representando el citado copolímero entre el 70% y el 96% del peso de la citada composición;

- un silano, que representa entre el 0,1% y el 2% del peso de la citada composición;

caracterizado por que la misma comprende además un terpolímero etileno – éster acrílico– anhídrido maleico o metracrilato de glicidilo, representando el citado terpolímero del 2% al 29,9% del peso de la citada composición.

2. Encapsulante (22) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el citado terpolímero representa entre el 8% y el 22% del peso de la citada composición.

3. Encapsulante (22) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que, para el citado copolímero, la tasa másica de etileno está comprendida entre el 60% y el 85%, preferentemente entre el 70% y el 84%, y la tasa másica de acrilato de alquilo está comprendida entre el 15% y el 40%, preferentemente entre el 16% y el 30%.

4. Encapsulante (22) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el silano consiste en un epoxisilano o un aminosilano.

5. Encapsulante (22) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que el silano consiste en el glicidil-3-oxipropil-trietoxi-silano.

6. Encapsulante (22) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el citado copolímero está presente entre el 75% y el 95% en peso de la citada composición.

7. Encapsulante (22) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la composición consiste únicamente en los citados copolímero, terpolímero y silano.

8. Encapsulante (22) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la composición comprende además aditivos destinados a conferir propiedades particulares adicionales, en particular plastificantes, promotores de adhesión, estabilizantes y absorbedores UV, antioxidantes, agentes retardadores de llama y/o cargas.

9. Utilización del encapsulante (22) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en un módulo fotovoltaico (20)

10. Módulo fotovoltaico (20) que comprende una estructura constituida de una asociación de al menos un encapsulante (22) y una frontsheet (24) o una backsheet (26), caracterizado por que el encapsulante (22) es de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

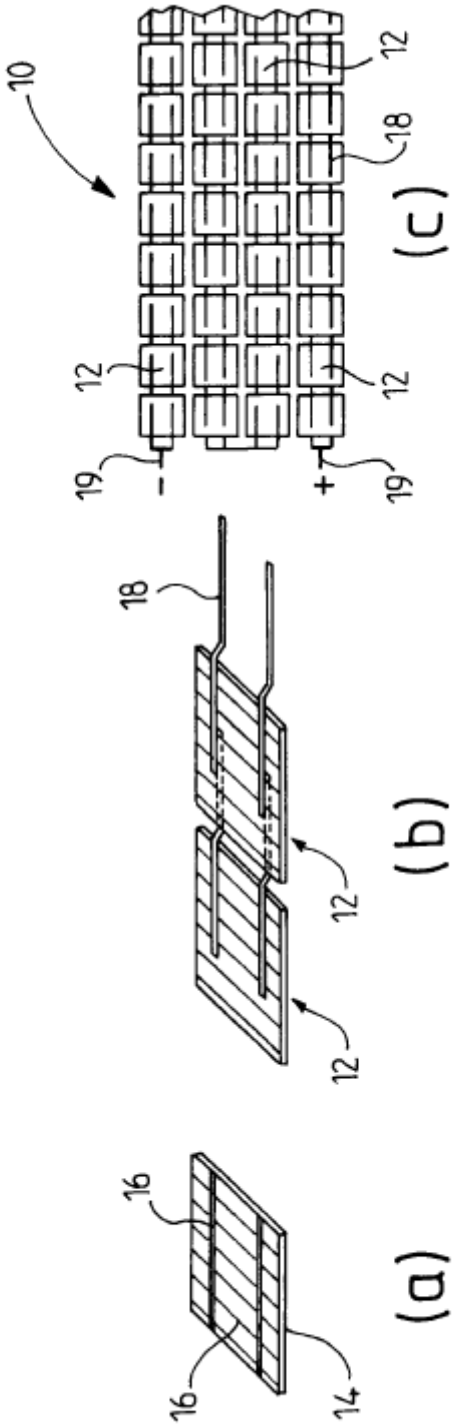

FIG.1

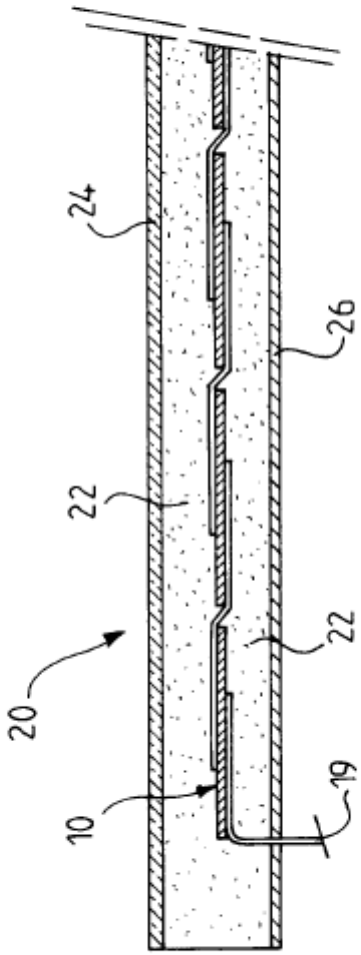

FIG.2