

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 903**

51 Int. Cl.:

**C08L 23/08** (2006.01)

**C08L 23/06** (2006.01)

**C08K 5/14** (2006.01)

**H01L 31/042** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2013 PCT/JP2013/051577**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.08.2013 WO2013111851**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2013 E 13740805 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2808906**

54 Título: **Película sellante para células solares y célula solar que la usa**

30 Prioridad:

**27.01.2012 JP 2012015246**

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

**30.06.2017**

73 Titular/es:

**BRIDGESTONE CORPORATION (100.0%)  
10-1, Kyobashi 1-chome  
Chuo-ku, Tokyo 104-8340 , JP**

72 Inventor/es:

**INAMIYA TAKATO;  
KATAOKA HISATAKA;  
KAGA NORIHIKO y  
TARUTANI YASUNORI**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 620 903 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**

Película sellante para células solares y célula solar que la usa

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una película sellante de células solares para una célula solar, se refiere especialmente a una película sellante de células solares donde se puede evitar la contracción al calentarse.

**Antecedentes de la técnica**

10 En los últimos años, se ha empleado ampliamente una célula solar como un dispositivo que convierte directamente la energía solar en energía eléctrica desde los puntos de vista del uso eficaz de los recursos naturales y la prevención de la contaminación ambiental. Está en progreso el desarrollo adicional de células solares, con el objeto de lograr eficiencia y durabilidad de la generación de energía.

15 Como se muestra en la Fig. 1, por ejemplo, se conoce una estructura de la célula solar en la cual se lamina un material de protección transparente 11 del lado que recibe la luz, como sustrato de vidrio, una película sellante 13A del lado que recibe la luz, elementos fotovoltaicos 14, como células de silicio cristalino, una película sellante 13B del lado posterior y un material de protección (cubierta posterior) 12 del lado posterior, en este orden y se combinan entre sí con adhesivo.

Para generar una gran potencia eléctrica, una célula solar cuenta con varios elementos fotovoltaicos 14 conectados entre sí mediante lengüeta/s 15. Por lo tanto, los elementos fotovoltaicos se sellan utilizando películas sellantes aislantes 13A, 13B para mantener la propiedad aislante de los elementos fotovoltaicos 14.

20 En la técnica relacionada, como película sellante para dichas células solares, se utiliza una película hecha de copolímero de etileno con monómeros polares, como el copolímero de etileno-acetato de vinilo (ocasionalmente abreviado EVA, por sus siglas en inglés) o el copolímero de etileno-acrilato de etilo (EEA, por sus siglas en inglés). Se prefiere especialmente el uso de la película de EVA, porque tiene bajo coste y alta transparencia. Además, en la película de EVA utilizada para la película sellante, se utiliza un agente de reticulación, como un peróxido orgánico que no sea EVA, para mejorar la densidad de reticulación y, por lo tanto, la durabilidad y la resistencia de la película mejoran.

25 Además, en los últimos años, se han desarrollado varias láminas, como un asiento de sellado de células solares que contiene EVA y copolímero de etileno-ácido (met)acrílico-ácido acrílico, para mejorar la transparencia y la propiedad aislante (Bibliografía de Patentes 1), y una composición de película sellante o una lámina de sellado que contiene un copolímero basado en etileno, como EVA, y una poliolefina, como el polietileno, para mejorar la resistencia al calor, la resistencia a la fluencia y la resistencia contra la permeabilidad al vapor (Bibliografía de Patentes 2 y 3).

30 Mientras tanto, al producir la célula solar utilizando una película sellante que contiene EVA, en general, el material de protección transparente del lado que recibe la luz, la película sellante del lado que recibe la luz, los elementos fotovoltaicos, la película sellante del lado posterior y el material de protección del lado posterior, se laminan en este orden, se calientan y se prensan con una laminadora para reticular y curar el EVA y, finalmente, se combinan entre sí con adhesivo. El documento WO2012/002264 enseña un material para el sellado de células solares que utiliza una composición de resina que contiene copolímeros de etileno y de  $\alpha$ -olefina y copolímeros de monómeros que contienen grupo funcional etileno. El documento JP2002235048 describe una lámina adhesiva que comprende una resina de etileno modificada que contiene por lo menos 0,01% de masa de un alcoxisilano. El documento JP2008258255 enseña una película sellante que contiene copolímero de etileno-acetato de vinilo y un peróxido orgánico.

**Lista de citas**

Bibliografía de Patentes

Bibliografía de Patentes 1: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública nº 2005-126708

Bibliografía de Patentes 2: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública nº 2001-332750

45 Bibliografía de Patentes 3: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública nº 2010-59277

**Compendio de la invención**

Problema que busca resolver la invención

5 Sin embargo, existe un caso en el que ocurre contracción térmica en la película sellante de la técnica relacionada al calentarla en el procedimiento de combinación. Si ocurre una contracción térmica grave, la película sellante atrae los elementos fotovoltaicos y, por lo tanto, dichos elementos se superponen o se agrietan. Como resultado, no solo disminuyen la eficiencia y el rendimiento fotovoltaico de la célula solar, sino que además se deteriora la apariencia de la célula solar.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar una película sellante de células solares en la cual se suprima la contracción al calentarse.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una célula solar en la cual la película sellante de células solares selle uno o más elementos fotovoltaicos.

Método de resolución del problema

15 Los objetos arriba mencionados se obtienen mediante una película sellante de células solares que comprende una mezcla de resina de un copolímero de etileno-acetato de vinilo y un polietileno y un peróxido orgánico en donde la relación de masas (EVA:PE) del copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA) al polietileno (PE) es de 8:2 a 3:7 en la mezcla de resina, en donde un punto de fusión de la mezcla de resina, que es una temperatura a una viscosidad de 30000 Pa·s tomando mediciones en cada incremento de 1°C en condiciones de velocidad de prueba de 1 mm/min utilizando un viscosímetro (diámetro del cuerpo del horno:  $\phi$  9,55 mm, capilar:  $\phi$  1,0 x 10 mm) y luego midiendo la temperatura a la viscosidad de 30000 Pa·s, es de 80 a 105°C, y en donde el polietileno es un polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés) que tiene una densidad de 0,910 g/cm<sup>3</sup> o superior e inferior a 0,930 g/cm<sup>3</sup>, o un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE, por sus siglas en inglés) que tiene una densidad de 0,910 g/cm<sup>3</sup> a 0,940 g/cm<sup>3</sup>.

Efectos ventajosos de la invención

25 De acuerdo con la película sellante de células solares de la presente invención, la contracción de la película sellante se suprime cuando se calienta en el proceso para combinar cada material de la célula solar con adhesivo. Por lo tanto, evita que los elementos fotovoltaicos se agrieten o se superpongan y, finalmente, se obtiene una célula solar combinada con adhesivo.

**Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es una vista esquemática transversal que muestra una estructura de una célula solar general.

30 **Descripción de las realizaciones**

En adelante, la presente invención se explicará en detalle. Como se mencionó, la película sellante de células solares (a veces, abreviada como película sellante) de la presente invención contiene un peróxido orgánico y una mezcla de resina de un copolímero de etileno-acetato de vinilo y un polietileno.

35 En la mezcla de resina, la relación de masas (EVA:PE) del copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA) al polietileno (PE) es de 8:2 a 3:7, preferiblemente de 6:4 a 3:7, más preferiblemente de 5,5:4,5 a 3:7. Si el EVA es mayor y PE es menor al rango, la contracción térmica de la película sellante no se puede suprimir lo suficiente. Si el PE es mayor y el EVA es menor al rango, no se puede generar lo suficiente la reacción de reticulación.

40 El punto de fusión de la mezcla de resina del EVA y PE es de 80 a 105°C, más preferiblemente de 80 a 95°C. Si el punto de fusión es menor al rango, la contracción térmica es mayor. Si el punto de fusión es mayor al rango, es posible que el peróxido orgánico se descomponga en el proceso de fabricación de la película para la película sellante. En especial, es conveniente la temperatura de 95°C o inferior, ya que se puede obtener la película mediante un aparato que fabrica películas que tiene un dispositivo de control de temperatura general (control de temperatura mediante la utilización de agua). En la presente invención, un punto de fusión significa una temperatura cuando una muestra objetivo tiene una viscosidad de 30000 Pa·s y se determina siguiendo los procedimientos. La viscosidad se mide en cada incremento de 1°C en condiciones de velocidad de prueba de 1 mm/min utilizando un Capilógrafo Viscosímetro 1D (diámetro del cuerpo del horno:  $\phi$  9,55 mm, capilar:  $\phi$  1,0 x 10 mm, Toyo Seiki Co.), se mide la temperatura a la viscosidad de 30000 Pa·s y, por lo tanto, se determina el punto de fusión.

La tasa de contenido de acetato de vinilo en el copolímero de etileno-acetato de vinilo es preferiblemente del 10% en

masa o más, y menos del 30% en masa, más preferiblemente del 20 al 26% en masa. Si la tasa de contenido de acetato de vinilo es inferior al 10% en masa, es posible que no se obtenga la suficiente adhesión como película sellante. Si la tasa de contenido de acetato de vinilo es superior al 30% en masa, el punto de fusión se hace menor y el grado de contracción térmica podría ser grave. En la presente invención, la tasa de contenido de acetato de vinilo en el EVA es un valor que se mide utilizando un método que se describe en JIS K 6924-1. Es preferible que el copolímero de etileno-acetato de vinilo en sí tenga el punto de fusión de 60 a 90°C, más preferiblemente de 66 a 83°C.

La película sellante de células solares de la presente invención se puede generar mezclando y prensando una composición que forma una película sellante que contiene EVA, PE y peróxido orgánico, seguido de conformado en forma de lámina.

Además, es favorable que la película sellante de células solares de la presente invención tenga un par de torsión mínimo  $M_L$  de 0,04 N·m o inferior, y un par de torsión máximo  $M_H$  de 0,4 N·m o superior que se miden mediante una prueba de vulcanización de método de oscilación de conformidad con JIS K 6300-2 en condiciones de 150°C y 15 minutos. Si el valor de torsión, que indica un grado de reticulación, se encuentra dentro del rango de arriba, la película sellante de células solares se convierte en una en la que se puede generar suficiente reacción de reticulación.

El polietileno contenido en la mezcla de resina, como se define en JIS, es un polímero que contiene principalmente etileno e incluye homopolímero de etileno, copolímero de etileno y 5 mol % o menos de  $\alpha$ -olefina que tiene un número de carbonos de 3 o más (por ejemplo, buteno-1, hexeno-1, 4-metil penteno-1 y octeno-1) y un copolímero de etileno y 1 mol % o menos de monómero no-olefínico que tiene solo átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno en un grupo funcional de los mismos (JIS K6922-1:1997). En general, el PE se clasifica en base a la densidad del mismo. Se indica, por ejemplo, el polietileno de alta densidad (HDPE), el polietileno de baja densidad (LDPE) y el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE).

LDPE tiene, en general, una rama de cadena larga que se obtiene mediante la polimerización de etileno en presencia de un generador de radicales, como por ejemplo peróxido orgánico con una presión alta de 100 a 350 MPa y la densidad del mismo es (de conformidad con JIS K7112, lo mismo aplica en adelante) 0,910 g/cm<sup>3</sup> o superior e inferior a 0,930 g/cm<sup>3</sup>. LLDPE, en general, se obtiene copolimerizando etileno y  $\alpha$ -olefina en presencia de un catalizador de metales de transición, como el catalizador del tipo Ziegler, un catalizador Phillips y un catalizador de tipo metaloceno y la densidad de los mismos es de 0,910 a 0,940 g/cm<sup>3</sup>, preferiblemente de 0,910 a 0,930 g/cm<sup>3</sup>. HDPE es un polietileno que tiene, en general, la densidad de 0,942 a 0,970 g/cm<sup>3</sup>.

Considerando la funcionalidad, el polietileno de baja densidad o el polietileno lineal de baja densidad se utiliza como el polietileno en la presente invención.

Cuando se usa LDPE como polietileno, es preferible usar el LDPE que tiene el punto de fusión de 90 a 120°C. Además, también es preferible usar el LDPE que tiene la distribución de pesos moleculares ( $M_n / M_w$ ) de 4,0 o más. Cuando se usa LLDPE como polietileno, es preferible usar el LLDPE que tiene el punto de fusión de 90 a 120°C. Además, también es preferible usar el LLDPE que tiene la distribución del pesos moleculares ( $M_n / M_w$ ) de 3,0 o más.

Los índices de fluidez (MFR, por sus siglas en inglés) del copolímero de etileno-acetato de vinilo descrito más arriba y del polietileno no se limitan específicamente y se pueden seleccionar de manera apropiada.

De acuerdo con la presente invención, incluso si contiene un EVA de bajo punto de fusión que podría aumentar la contracción, es posible suprimir la contracción de la película sellante cuando se calienta manteniendo el polietileno con el punto de fusión más alto que el EVA en la relación de masas que se describe arriba y estableciendo el punto de fusión de la mezcla de resina en el rango mayor de 80 a 105°C. Además, si bien el polietileno con mala reticulación está contenido, la relación de masas que se describe arriba brinda una reticulación suficiente para la adhesión con otro material/elemento, mientras disminuye la permeabilidad al vapor de agua, y así mejora la capacidad de aislamiento y se suprime la generación de ácido. Como resultado, se puede mejorar la durabilidad de la célula solar.

La película sellante de células solares de la presente invención contiene un peróxido orgánico. El contenido del peróxido orgánico es de 0,1 a 5 partes en masa, más preferiblemente 1,0 a 2,0 partes en masa sobre la base de 100 partes en masa de la mezcla de resina. Al mantener el peróxido orgánico en el rango de arriba, es posible obtener la película sellante de células solares en donde se genera suficiente reacción de reticulación.

El peróxido orgánico preferido tiene una temperatura de 90 a 120°C del período de vida media de 10 horas. En

general, el peróxido orgánico se selecciona al considerar el punto de fusión de la mezcla de resina, temperatura para formar la película, la condición de preparación de la composición, la temperatura de curado, resistencia al calor del adherente y estabilidad de almacenaje.

5 Ejemplos del peróxido orgánico, por ejemplo, incluyen agente de curado de peróxido de benzoilo, peroxipivalato de terc-hexilo, peroxipivalato de terc-butilo, peróxido de 3,5,5-trimetilhexanoilo, peróxido de di-n-octanoilo, peróxido de lauroilo, peróxido de estearoilo, hexanoato de 1,1,3,3-tetrametilbutilperoxi-2-etilo, peróxido de ácido succínico, 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano, 2,5-dimetil-2,5-di(2-etilhexanoilperoxi)hexano, 1-ciclohexil-1-metiletilperoxi-2-etilhexanoato, terc-hexilperoxi-2-etilhexanoato, peróxido de 4-metilbenzoilo, terc-butilperoxi-2-etil hexanoato, m-toluoilo+peróxido de benzoilo, peróxido de benzoilo, 1,1-bis(terc-butilperoxi)-2-metilciclohexanoato, 1,1-bis(terc-hexilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexanoato, 1,1-bis(terc-hexilperoxi)ciclohexanoato, 1,1-bis(terc-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, 1,1-bis(terc-butilperoxi)ciclohexano, 2,2-bis(4,4-di-terc-butilperoxiciclohexil)propano, 1,1-bis(terc-butilperoxi)ciclododecano, terc-hexilperoxi isopropil monocarbonato, ácido terc-butilperoxi maleico, terc-butilperoxi-3,3,5-trimetilhexano, peroxilaurato de terc-butilo, 2,5-dimetil-2,5-di(metilbenzoilperoxi)hexano, terc-butilperoxisopropil monocarbonato, terc-butilperoxi-2-etilhexil monocarbonato, peroxibenzoato de terc-hexilo, y 2,5-dimetil-2,5-di(benzoilperoxi)hexano.

Ejemplos de agentes de curado de peróxido de benzoilo, por ejemplo, incluyen peróxido de benzoilo, 2,5-dimetilhexilo-2,5-bisperoxibenzoato, peróxido de p-clorobenzoilo, peróxido de m-toluoilo, peróxido de 2,4-diciclobenzoilo, t-butilperoxibenzoato. Los agentes de curado de tipo peróxido de benzoilo se pueden usar solos o en combinación con dos o más tipos.

20 El peróxido orgánico particularmente preferido es 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano que produce una película sellante de células solares en donde se evita eficientemente que se generen burbujas.

La película sellante de células solares preferiblemente contiene un agente auxiliar de reticulación. El agente auxiliar de reticulación permite aumentar la densidad de reticulación y mejorar la propiedad adhesiva, la resistencia al calor y la durabilidad de la película sellante de células solares.

25 El agente auxiliar de reticulación se puede utilizar en el rango de 0,1 a 3,0 partes en masa, preferiblemente en el rango de 0,1 a 2,5 partes en masa, sobre la base de 100 partes en masa de la mezcla de resina. Dicho contenido del agente auxiliar de reticulación produce una mejora de la densidad de reticulación sin generar gas debido a la adición del agente auxiliar de reticulación.

30 Los ejemplos de los agentes auxiliares de reticulación (compuestos que tienen un grupo polimerizable radical como grupo funcional) incluyen agentes auxiliares de reticulación trifuncionales, como cianurato de trialilo e isocianurato de trialilo, y agentes auxiliares de reticulación mono o bifuncionales de ésteres (met)acrílicos (p. ej., Éster NK, etc.). Entre estos compuestos, se prefieren el cianurato de trialilo y el isocianurato de trialilo, especialmente el isocianurato de trialilo.

35 La película sellante de células solares preferiblemente tiene una excelente adhesión desde el punto de vista del rendimiento del sellado dentro de una célula solar. Por lo tanto, la película sellante preferiblemente contiene un mejorador de adhesión adicional. Como el mejorador de adhesión, se pueden utilizar agentes de acoplamiento silano, por lo que la película sellante de células solares puede lograr una excelente fuerza de adhesión. Los ejemplos de agentes de acoplamiento de silano incluyen  $\gamma$ -cloropropilmetoxisilano, viniletoxisilano, viniltris( $\beta$ -metoxietoxi)silano,  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, viniltriacetoxisilano,  $\gamma$ -glicidoxipropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -glicidoxipropiltriethoxisilano,  $\beta$ -(3,4-epoxiciclohexil)etiltrimetoxisilano, viniltriclorosilano,  $\gamma$ -mercaptopropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -aminopropiltriethoxisilano y N- $\beta$ -(aminoetil)- $\gamma$ -aminopropiltrimetoxisilano. Los agentes de acoplamiento de silano se pueden usar solos o en combinación con dos o más tipos. En especial, se prefiere el  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano.

45 El contenido del agente de acoplamiento de silano es preferiblemente 5 partes en masa o menos, en especial en el rango de 0,1 a 2 partes en masa, sobre la base de 100 partes en masa de la mezcla de resina.

50 La película sellante de células solares de la presente invención puede contener, además, si es necesario, distintos aditivos, como plastificantes, compuestos que contienen grupo acriloxi, compuestos que contienen grupo metacriloxi y/o compuestos que contienen grupo epóxico, para mejorar o ajustar las diferentes propiedades de la película (p. ej., fuerza mecánica, las características ópticas, como transparencia, resistencia al calor, resistencia a la luz o tasa de reticulación, etc.), especialmente para mejorar la fuerza mecánica.

En general, se pueden usar ésteres de ácidos polibásicos y ésteres de alcoholes polihídricos como el plastificante, aunque no hay restricciones particulares al plastificante a utilizar. Los ejemplos de plastificantes incluyen ftalato de

dioctilo, adipato de dihexilo, trietilenglicol-di-2-etilbutirato, sebacato de butilo, diheptanoato de tetraetilenglicol y dipelargonato de trietilenglicol. Los plastificantes se pueden usar solos o en combinación con dos o más tipos. El plastificante preferiblemente está contenido en 5 partes en masa o menos, sobre la base de 100 partes en masa de la mezcla de resina.

- 5 En general, los derivados del ácido acrílico o el ácido metacrílico, como los ésteres y amidas del ácido acrílico o el ácido metacrílico se pueden usar como el compuesto que contiene grupo acriloxi y el compuesto que contiene grupo metacriloxi. Los ejemplos de residuo éster incluyen los grupos alquilo lineales (p. ej., metilo, etilo, dodecilo, estearilo y laurilo), grupo ciclohexilo, grupo tetrahidrofurfurilo, grupo aminoetilo, grupo 2-hidroxi etilo, grupo 3-hidroxi propilo, grupo 3-cloro-2-hidroxi propilo. Un ejemplo de amida incluye diacetona acrilamida. Además, los ejemplos incluyen
- 10 ésteres de ácido acrílico o ácido metacrílico con alcohol polihídrico, como el etilenglicol, trietilenglicol, polipropilenglicol, polietilenglicol, trimetilolpropano o pentaeritritol.

- 15 Los ejemplos de compuestos que contienen grupo epóxico incluyen tris(2-hidroxi etil)isocianurato de triglicidilo, éter diglicídico de neopentilglicol, éter diglicídico de 1,6-hexanodiol, éter de alilo y de glicidilo, éter glicídico de 2-etilhexilo, éter de glicidilo de fenilo, éter de glicidilo de fenol(etilenoxi)<sub>5</sub>, éter de glicidilo de p-t-butilfenilo, adipato de diglicidilo, ftalato de diglicidilo, metacrilato de glicidilo y éter de glicidilo de butilo.

El contenido del compuesto que contiene grupo acriloxi, del compuesto que contiene grupo metacriloxi o del compuesto que contiene el grupo epóxico se encuentra preferiblemente en el rango de 0,5 a 5,0 partes en masa en general, especialmente en el rango de 1,0 a 4,0 partes en masa, sobre la base de 100 partes en masa de la mezcla de resina respectivamente.

- 20 La película sellante de células solares de la invención puede contener un inhibidor de envejecimiento. Los ejemplos de inhibidores de envejecimiento incluyen antioxidantes de tipo fenólico impedido, como N,N'-hexano-1,6-diil-bis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil) propionamida], estabilizadores térmicos de tipo fósforo, estabilizadores térmicos de tipo lactona, estabilizadores térmicos de tipo vitamina E y estabilizadores térmicos de tipo azufre.

- 25 La película sellante de células solares de la invención se puede preparar de acuerdo con los procesos conocidos hasta ahora.

- Por ejemplo, la película sellante se puede preparar moldeando una composición que incluye la mezcla de resina anterior y el peróxido orgánico, p. ej., en un producto con forma de lámina mediante moldeo por extrusión o moldeo por calandra (calandrado) usual. Además, la temperatura del calor para formar la película es preferiblemente una temperatura tal que el reticulador genera poca reacción o ninguna reacción. Por ejemplo, la temperatura se
- 30 encuentra preferiblemente en el rango de 80 a 105°C.

El espesor de la película sellante de células solares, si bien no está particularmente limitado, se encuentra preferiblemente en el rango de 0,05 a 2,0 mm.

- 35 Para sellar lo suficiente los elementos fotovoltaicos en la célula solar, por ejemplo, un material de protección transparente 11 del lado que recibe luz, una película sellante de células solares 13A de la invención (una película sellante del lado que recibe luz), los elementos fotovoltaicos 14, como células de silicio cristalino, una película sellante de células solares de la invención (película sellante del lado posterior) 13B y un material de protección 12 del lado posterior se laminan en este orden, como se muestra en la FIG. 1. Luego, las películas sellantes se reticulan y se curan de acuerdo con un proceso convencional, como por ejemplo la aplicación de calor y presión.

- 40 Por ejemplo, el cuerpo laminado se puede unir con la aplicación de calor y presión utilizando una laminadora al vacío en una condición de temperatura de 135 a 180°C, preferiblemente de 140 a 180°C, especialmente de 155 a 180°C, un período de tiempo de desgasificación de 0,1 min a 5 min, ejerciendo una presión de 0,1 kg/cm<sup>2</sup> a 1,5 kg/cm<sup>2</sup> y un período de tiempo de presión de 5 min a 15 min. Al aplicar calor y presión, se reticula la resina de la mezcla de resina que contiene la película sellante de células solares 13A del lado que recibe luz y la película sellante 13B del
- 45 lado posterior. Por lo tanto, el material de protección transparente 11 del lado que recibe la luz, el material transparente 12 del lado posterior y los elementos fotovoltaicos 14 se combinan a través de la película sellante 13A del lado que recibe la luz y la película sellante 13B del lado posterior para que se puedan sellar los elementos fotovoltaicos 14.

- El material de protección transparente 11 del lado que recibe la luz que preferiblemente se utiliza en la célula solar de la invención es, en general, un sustrato de vidrio, como el vidrio de silicato. El espesor del sustrato de vidrio en
- 50 general se encuentra en el rango de 0,1 mm a 10 mm, preferiblemente 0,3 mm a 5 mm. El sustrato de vidrio se puede templar térmicamente o químicamente.

El material de protección 12 del lado posterior para usar en la invención es preferiblemente una película de plástico, como el poli(tereftalato de etileno) (PET, por sus siglas en inglés). Se puede agregar al material de protección 12 del lado posterior un pigmento blanco por el que se puede reflejar luz solar permeable e ingresar en los elementos fotovoltaicos para mejorar la eficiencia de la generación de energía. Desde el punto de vista de resistencia al calor y resistencia a la humedad, se prefiere una película de polietileno fluorado o especialmente una película que tenga una estructura de película de polietileno fluorado / Al / película de polietileno fluorado laminadas en este orden.

La estructura de la célula solar de la invención no está particularmente limitada. Los ejemplos de la estructura incluyen una estructura que los elementos fotovoltaicos se sellan colocando las películas sellantes de células solares entre un material de protección transparente del lado que recibe luz y un material de protección de lado posterior y combinándolos. En la invención, el "lado que recibe la luz" corresponde al lado del elemento fotovoltaico irradiado con la luz, mientras que "lado posterior" corresponde al lado reverso del lado que recibe la luz de los elementos fotovoltaicos.

Se puede utilizar la invención no solo para una célula solar que utiliza elementos fotovoltaicos de tipo cristal de silicio monocristalino o policristalino como se muestra en la FIG. 1, sino también para células solares de película delgada, como la célula solar de tipo silicio de película delgada, una célula solar de tipo silicio amorfo de película delgada y una célula solar de tipo seleniuro de cobre e indio (CIS, por sus siglas en inglés). En estos casos, los ejemplos de la estructura de los mismos incluyen, por ejemplo, una estructura que se hace formando una capa de elemento fotovoltaico de película delgada en una superficie de un material de protección transparente del lado que recibe luz, como por ejemplo, un sustrato de vidrio, un sustrato de poliimida y un sustrato transparente de tipo resina de flúor mediante deposición de vapor químico, laminando una película sellante de células solares y un material de protección del lado posterior en la capa del elemento fotovoltaico de película delgada, y uniéndolos con adhesivo. Los ejemplos de la estructura también incluyen una estructura que se hace formando elementos fotovoltaicos de película delgada en una superficie de un material de protección del lado posterior, laminando una película sellante de células solares y un material de protección transparente del lado que recibe la luz en los elementos fotovoltaicos de película delgada, y uniéndolos con adhesivo. De manera alternativa, los ejemplos de la estructura incluyen una estructura que se hace laminando un material de protección transparente del lado que recibe la luz, una película sellante del lado que recibe la luz, elementos fotovoltaicos de película delgada, una película sellante del lado posterior y un material de protección del lado posterior en este orden, y uniéndolos con adhesivo.

La invención se explica en detalle utilizando los siguientes Ejemplos.

### 30 Ejemplos

Cada material de la formulación que aparece en las siguientes tablas se introdujo en un molino de rodillos y se necesitó a la temperatura más alta de los puntos de fusión (°C) de EVA o PE (es decir, el punto de fusión de PE). Por lo tanto, se preparó la composición para película sellante de células solares. La composición para película sellante de células solares estaba sujeta al procesamiento por calandrado en el punto de fusión de cada composición y luego se enfrió para producir la película sellante de células solares (0,5 mm).

#### 1. Índice de contracción por agua caliente

Se sumergió la película sellante de células solares que se obtuvo mediante el método anterior en agua caliente a 85°C durante 60 segundos y luego se midió el índice de contracción de la película sellante. El índice de contracción por agua caliente se calculó como longitud de contracción a un tamaño antes de la inmersión mediante la comparación de un tamaño después de la inmersión con el tamaño de antes de la inmersión. Un círculo indica un índice inferior al 25%, un triángulo indica un índice de 25 a 30% y X indica un índice superior al 30%.

#### 2. Característica de reticulación

Para la película sellante de células solares que se obtuvo con el método anterior, se midió un valor de torsión como indicador del grado de reticulación mediante la prueba de vulcanización de método de oscilación de conformidad con JIS K6300-2, utilizando un "Curelastometer" (nombre del producto: tipo II, JSR Trading Co., Ltd.) en condiciones de 150°C durante 15 minutos. Se evaluaron los valores medidos de manera tal que un círculo significa un caso que tiene el par de torsión mínimo  $M_L$  de 0,04 N·m o menos y un par de torsión máximo  $M_H$  de 0,4 N·m o más, y X significa otros casos.

#### 3. Característica de fuerza electromotriz (durabilidad)

Un laminado, en donde un vidrio/la película sellante de células solares anterior/elementos fotovoltaicos (células de silicio monocristalinas)/la película sellante de células solares anterior/una película de PET se laminaron en este

## ES 2 620 903 T3

orden, se calentó y se prensó durante 10 minutos a 150°C utilizando una laminadora al vacío. Por lo tanto, cada miembro se combinó integralmente entre sí y se obtuvo una célula solar. Se midió una fuerza electromotriz primaria y una fuerza electromotriz después de 2000 horas de la célula solar en condiciones de calor y humedad (85°C, 85%RH). Se calculó un grado de deterioro de la fuerza electromotriz después de 2000 horas en comparación con la fuerza electromotriz primaria. Un círculo indica un grado menor a 5% y X indica un grado de 5% o más.

Los resultados se muestran en tablas. La Tabla 1 muestra un caso en que se usó LDPE como polietileno y la Tabla 2 muestra un caso en que se usó LLDPE como polietileno.

El "punto de fusión" es el punto de fusión de la mezcla de resina de EVA y PE. Para el punto de fusión de la mezcla de resina, se midió una viscosidad de la mezcla de resina en cada incremento de 1°C en las condiciones de la velocidad de prueba de 1 mm/min utilizando un Capilógrafo Viscosímetro 1D (diámetro del cuerpo del horno:  $\phi$  9,55 mm, capilar:  $\phi$  1,0 x 10 mm, Toyo Seiki Co.), la temperatura a la viscosidad de 30000 Pa·s se midió y dicha temperatura se consideró el punto de fusión.

[Tabla 1]

	EJEMPLO										EJEMPLO COMPARATIVO							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7		
FORMULACIÓN (partes en masa)	EVA	UE633	-	-	-	50	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	50	
		UE634	50	80	50	60	30	50	-	70	100	90	20	-	30	-	-	
		UE750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	60	-	
	PE(LDPE)	Petrosen 360	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Petrosen 202	-	20	50	40	70	50	40	30	-	10	80	30	-	40	-	-
		Petrosen 342	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		LW01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	50	
	Peróxido orgánico	Perhexa 25B	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
		Agente auxiliar de reticulación	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
		Agente de acoplamiento de silano	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
CARACTERÍSTICA	Punto de fusión (°C)	92	80	91	88	91	92	92	83	76	77	102	76	114	72	106		
EVALUACIÓN	Característica de la película	Índice de contracción por agua caliente	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	X	0	X	0	0	
		Característica de reticulación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Δ	0	X	0	X	
	Característica de la célula solar	Durabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
EVALUACIÓN EN TOTAL			0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	

## ES 2 620 903 T3

### NOTA:

UF633: Copolímero de etileno-acetato de vinilo (tasa de contenido de acetato de vinilo 20% en masa, MFR 20 g/10 min, punto de fusión 83°C), fabricado por Tosoh Corporation.

5 UE634: Copolímero de etileno-acetato de vinilo (tasa de contenido de acetato de vinilo 26% en masa, MFR 4,3 g/10 min, punto de fusión 76°C), fabricado por Tosoh Corporation.

UF750: Copolímero de etileno-acetato de vinilo (tasa de contenido de acetato de vinilo 32% en masa, MFR 30 g/10 min, punto de fusión 66°C), fabricado por Tosoh Corporation.

Petrosen 360: Polietileno de baja densidad (MFR 1,6 g/10 min, punto de fusión 108°C), fabricado por Tosoh Corporation.

10 Petrosen 202: Polietileno de baja densidad (MFR 24 g/10 min, punto de fusión 106°C), fabricado por Tosoh Corporation.

Petrosen 342: Polietileno de baja densidad (MFR 8 g/10 min, punto de fusión 107°C), fabricado por Tosoh Corporation.

LW 01: Polietileno de baja densidad (MFR 4,3 g/10 min, punto de fusión 128°C), fabricado por Tosoh Corporation.

15 Perhexa 25B: 2,5-dimetil-2,5-di(t-butilperoxi)hexano (la temperatura del período de vida media de 10 horas es 118°C), fabricado por Nihon Yushi Corporation.

TAIC: isocianurato de trialilo, fabricado por Nippon Kasei Chemical Co., Ltd.

KBM503:  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, fabricado por Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.

[Tabla 2]

	EJEMPLO										EJEMPLO COMPARATIVO			
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	8	9	10	11	
FORMULACIÓN (partes en masa)	EVA	UE633	-	-	-	-	50	-	60	-	-	-	-	
		UE634	50	80	60	50	30	-	50	-	100	90	20	30
		7P06A	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PE(LLDPE)	1540F	-	20	40	50	70	50	-	40	30	-	10	80
		UF230	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-
		UJ790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70
CARACTERÍSTICA	Peróxido orgánico	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
	Agente auxiliar de reticulación	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
	Agente de acoplamiento de silano	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
EVALUACIÓN	Punto de fusión (°C)	86	80	85	88	93	91	99	96	83	76	96	111	
	Índice de contracción por agua caliente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	
	Característica de la película	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	
EVALUACIÓN EN TOTAL	Característica de la célula solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	X	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	

NOTA:

UF633: Copolímero de etileno-acetato de vinilo (tasa de contenido de acetato de vinilo 20% en masa, MFR 20 g/10min, punto de fusión 83°C), fabricado por Tosoh Corporation.

5 UE634: Copolímero de etileno-acetato de vinilo (tasa de contenido de acetato de vinilo 26% en masa, MFR 4,3 g/10min, punto de fusión 76°C), fabricado por Tosoh Corporation.

7P06A: Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE obtenido mediante la polimerización con catalizador metaloceno, MFR 4 g/10 min, punto de fusión 95°C), fabricado por Tosoh Corporation.

1540F: Polietileno lineal de baja densidad (MFR 4 g/10 min, punto de fusión 99°C), fabricado por Ube Maruzen Polyethylene Co., Ltd.

10 UF230: Polietileno lineal de baja densidad (MFR 1 g/10 min, punto de fusión 121°C), fabricado por Japan Polyethylene Corporation.

UJ790: Polietileno lineal de baja densidad (MFR 50 g/10 min, punto de fusión 124°C), fabricado por Japan Polyethylene Corporation.

15 Perhexa 25B: 2,5-dimetil-2,5-di(t-butilperoxi)hexano (la temperatura del período de vida media de 10 horas es 118°C), fabricado por Nihon Yushi Corporation.

TAIC: isocianurato de trialilo, fabricado por Nippon Kasei Chemical Co., Ltd.

KBM503:  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, fabricado por Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.

[Resultado de evaluación]

20 Cuando la relación de masas de EVA a PF se encuentra fuera del rango de 8:2 a 3:7, se confirmó que la relación de contracción por agua caliente o la característica de reticulación empeoró. También se confirmó que la relación de contracción por agua caliente aumenta cuando el punto de fusión es menor a 80°C y la característica de reticulación y durabilidad disminuye cuando el punto de fusión es mayor a 105°C.

**Lista de signos de referencia**

11: material de protección transparente del lado que recibe la luz

25 12: material de protección del lado posterior

13A: película sellante del lado que recibe la luz

13B: película sellante del lado posterior

14: elemento fotovoltaico

15: lengüeta de conexión

**REIVINDICACIONES**

1. Una película sellante de células solares que comprende una mezcla de resina de un copolímero de etileno-acetato de vinilo y un polietileno y un peróxido orgánico
- 5 en donde una relación de masas (EVA:PE) del copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA) al polietileno (PE) en la mezcla de resina es de 8:2 a 3:7,
- en donde un punto de fusión de la mezcla de resina, que es una temperatura a una viscosidad de 30000 Pa·s tomando mediciones en cada incremento de 1°C en condiciones de una velocidad de prueba de 1 mm/min utilizando un viscosímetro (diámetro del cuerpo del horno:  $\varnothing$  9,55 mm, capilar:  $\varnothing$  1,0 x 10 mm) y luego midiendo la temperatura a la viscosidad de 30000 Pa·s, es de 80 a 105°C, y
- 10 en donde el polietileno es un polietileno de baja densidad (LDPE) que tiene una densidad de 0,910 g/cm<sup>3</sup> o superior e inferior a 0,930 g/cm<sup>3</sup>, o un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) que tiene una densidad de 0,910 g/cm<sup>3</sup> a 0,940 g/cm<sup>3</sup>.
2. La película sellante de células solares de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una tasa de contenido de acetato de vinilo en el copolímero de etileno-acetato de vinilo es 10% en masa o más y menos del 30% en masa.
- 15 3. La película sellante de células solares de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el punto de fusión de la mezcla de resina es de 80 a 95° C.
4. La película sellante de células solares de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la relación de masas (EVA: PE) es de 6:4 a 3:7.
- 20 5. La película sellante de células solares de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde un par de torsión mínimo  $M_L$  es de 0,04 N·m o inferior y un par de torsión máximo  $M_H$  es de 0,4 N·m o superior medido mediante una prueba de vulcanización de método de oscilación de conformidad con JIS K 6300-2 en condiciones de 150°C y 15 minutos.
6. Una célula solar que comprende un elemento fotovoltaico sellado por una película sellante de células solares de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

**Fig. 1**

