

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 622**

51 Int. Cl.:

H01L 31/04 (2006.01)
C08K 5/14 (2006.01)
C08K 5/524 (2006.01)
C08K 5/54 (2006.01)
C08L 23/08 (2006.01)
C09K 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2009 E 09826087 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 2355163**

54 Título: **Película sellante de célula solar y célula solar que usa la misma**

30 Prioridad:

12.11.2008 JP 2008289446
13.03.2009 JP 2009060788

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

20.12.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

IKEDA, TETSURO;
KATAOKA, HISATAKA y
INOUE, YOSHIHIKO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 435 622 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 de célula solar y célula solar que usa la misma.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una película sellante de célula solar que comprende principalmente un copolímero de etileno-acetato de vinilo, particularmente a una película sellante de célula solar que comprende peróxidos orgánicos y agentes acoplantes de silano y tiene una productividad superior. Además, se refiere a una célula solar que usa la película sellante.

Antecedentes de la técnica

10 En los últimos años, se han empleado ampliamente las células solares (módulos de célula solar) como dispositivos que convierten directamente la energía solar en energía eléctrica desde el punto de vista del uso eficaz de los recursos naturales y la ecología. Está en progreso el desarrollo adicional de las células solares.

15 Como se muestra en la Fig. 1, una célula solar incluye generalmente un material de protección del lado frontal transparente 11 (por ejemplo, placa de vidrio), una película sellante del lado frontal 13A, múltiples elementos fotovoltaicos 14 (por ejemplo, elementos fotovoltaicos compuestos de silicio), una película sellante del lado posterior 13B y un material de protección del lado posterior 12 (miembro de cobertura del lado posterior). Para preparar una célula solar, en primer lugar se laminan sucesivamente en ese orden los miembros anteriores. Se somete entonces el cuerpo laminado a desgasificación a vacío, posteriormente se calienta a presión para combinar adhesivamente el cuerpo laminado mediante reticulación o curado de la película sellante del lado frontal 13A y de la película sellante del lado posterior 13B. Una célula solar convencional tiene múltiples elementos fotovoltaicos 14 conectados para generar una alta producción eléctrica. Para asegurar la propiedad de aislamiento eléctrico, los múltiples elementos fotovoltaicos 14 se sellan mediante una película de sellado del lado frontal 13A y una película de sellado del lado posterior 13B, que tienen altas propiedades aislantes.

20 Las películas compuestas por etileno-acetato de vinilo (EVA) se usan como películas sellantes en células solares convencionales debido a su bajo coste y alta transparencia. Además, se requiere que la película de EVA usada en películas sellantes se combine con miembros de una célula solar manteniendo una alta fuerza adhesiva, para asegurar la durabilidad mecánica de la célula solar y evitar la oxidación de los cables eléctricos y electrodos causada por humedad o agua impregnada.

25 Por esta razón, en una película sellante de célula solar convencional, la adición de peróxidos orgánicos como reticulantes a EVA da una estructura reticulada para mejorar la resistencia a la intemperie y, además, la adición de agentes de acoplamiento de silano a EVA causa la mejora de la fuerza adhesiva (documento de patente 1). Los documentos EP2056356 y JP02-041347 dan a conocer ambas películas sellantes que comprenden compuestos que contienen fósforo.

Documentos de la técnica anterior

Documento de patente

35 Documento de patente 1: JP2000183382 A

El documento EP 2.262.001 con fecha de prioridad de 21-03-2008 y fecha de publicación 24-09-2009 da a conocer una formulación 2 que es una película con una composición como se reivindica en la presente solicitud, por lo tanto dicha película con dicha composición (fórmula 2) no se reivindica.

Sumario de la invención

40 Problema para resolver por la invención

45 Sin embargo, la adición de agentes de acoplamiento de silano para mejorar la fuerza adhesiva causa una reducción de la tasa de reticulación y una reducción de la productividad de la película sellante de célula solar. Por otro lado, una cantidad aumentada de aditivos peróxidos orgánicos para aumentar la tasa de reticulación causa el ampollado de la película (de aquí en adelante llamado "ampollas") por la generación de gas. La aparición de ampollas reduce la transparencia de la película sellante y reduce la eficacia de generación de las células solares.

50 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar una película sellante de célula solar que comprenda principalmente un copolímero de etileno-acetato de vinilo y peróxidos orgánicos para dar una estructura reticulada que elimine la aparición de ampollas sin reducir la tasa de reticulación, incluso si la película contiene agentes de acoplamiento de silano para mejorar la fuerza adhesiva. Además, es un objeto de la presente invención proporcionar una célula solar que comprenda la película sellante.

Medios para resolver el problema

Se logra el objeto anterior mediante una película sellante de célula solar que comprende un copolímero de etileno-acetato de vinilo, un peróxido orgánico, un agente de acoplamiento de silano y un compuesto de fosfito representado por la fórmula (I):



en la que R¹ es un grupo alquilo alifático de cadena ramificada que tiene de 8 a 14 átomos de carbono, y los tres R¹ son iguales o diferentes entre sí. La adición de un compuesto de fosfito específico posibilita eliminar la reducción de la tasa de reticulación causada por los agentes de acoplamiento de silano. Además, es posible evitar la aparición de ampollas eliminando la cantidad de aditivo peróxido orgánico.

10 Se describen a continuación realizaciones preferidas de la película sellante de célula solar según la presente invención:

(1) El compuesto de fosfito es fosfito de triisodecilo. El fosfito de triisodecilo no es un material hormonal ambiental, sino un material seguro, con lo que puede obtenerse una película sellante de célula solar preferible.

15 (2) El compuesto de fosfito está contenido en una cantidad de 0,01 a 5 partes en peso, basada en 100 partes en peso del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

(3) La película sellante de célula solar como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el compuesto de fosfito y el agente de acoplamiento de silano que comprende un átomo de silicio y un grupo alcoxilo están contenidos de modo que la relación atómica (Si/P) del átomo de silicio (Si) combinado con el grupo alcoxilo del agente de acoplamiento de silano al átomo de fósforo (P) del compuesto de fosfito sea de 0,1 a 41.

20 (4) La película sellante de célula solar como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el compuesto de fosfito y el agente de acoplamiento de silano que comprende un átomo de silicio y un grupo alcoxilo están contenidos de modo que la relación atómica (Si/P) del átomo de silicio (Si) combinado con el grupo alcoxilo del agente de acoplamiento de silano al átomo de fósforo (P) del compuesto de fosfito sea de 0,1 a 36. Ajustando el contenido del compuesto de fosfito y del agente de acoplamiento de silano para tener la relación atómica anterior, es posible eliminar más la reducción de la tasa de reticulación para volver apropiada la tasa, con lo que puede asegurarse una alta fuerza adhesiva. Por tanto, puede obtenerse una película sellante de célula solar adicionalmente preferida.

(5) El agente de acoplamiento de silano está contenido en una cantidad de 0,05 a 1 partes en peso, basada en 100 partes en peso del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

30 (6) El compuesto de fosfito está contenido en una cantidad de 0,05 a 1 partes en peso, basada en 100 partes en peso del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

(7) La película sellante es transparente. Dicha película sellante es adecuada para uso como película sellante que tiene una excelente transparencia, en que la reducción de la transparencia puede resultar un problema porque la película sellante de célula solar de la invención elimina la aparición de ampollas y la reducción de la transparencia.

35 Además, el objeto anterior se logra por una célula solar que comprende la película sellante de célula solar de la presente invención.

Efectos ventajosos de la invención

40 Según la presente invención, en la película sellante de célula solar que comprende principalmente un copolímero de etileno-acetato de vinilo y peróxidos orgánicos por la fuerza adhesiva, es posible eliminar la aparición de ampollas sin reducción de la tasa de reticulación. Así, puede asegurarse que la película sellante de la presente invención tiene una alta productividad y eliminación de la reducción de transparencia. Por lo tanto, el uso de la película sellante de célula solar de la presente invención causa una célula solar que se combina por la alta fuerza adhesiva, evita la reducción de la eficacia de generación y tiene una alta productividad.

Breve descripción de los dibujos

45 [Fig. 1] La Fig. 1 es una vista en sección esquemática de una célula solar convencional.

[Fig. 2] La Fig. 2 es un diagrama esquemático para explicar la prueba de pelado a 180°.

Descripción de realizaciones

50 Una película sellante de célula solar de la presente invención comprende un compuesto de fosfito específico como promotor de reticulación, además de un copolímero de etileno-acetato de vinilo, un peróxido orgánico como reticulante y un agente de acoplamiento de silano como mejorante de la adhesión.

<Compuesto de fosfito >

El compuesto de fosfito puede promover la reticulación del copolímero de etileno-acetato de vinilo por peróxido orgánico. El compuesto de fosfito tiene un átomo de fósforo y tres grupos hidrocarburo conectados al átomo de fósforo a través de un átomo de oxígeno. Se usa como compuesto de fosfito de la presente invención el compuesto representado por la fórmula (I):



en la que R^1 es un grupo alquilo alifático de cadena ramificada que tiene de 8 a 14 átomos de carbono, y los tres R^1 son iguales o diferentes entre sí.

Como otros compuestos de fosfito, son también conocidos compuestos de fosfito secundarios representados por $(\text{OH})\text{P}(\text{OR}^2)_2$, en la que R^2 es un grupo hidrocarburo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono. Sin embargo, el compuesto de fosfito secundario se hidroliza fácilmente formando ácido fosfónico. A saber, el compuesto de fosfito secundario no muestra el efecto promotor de la reticulación como el compuesto de fosfito terciario de la invención representado por la fórmula (I). Además, el fosfito de trialquilo de cadena ramificada de fórmula (I) tiene una alta estabilidad a ultravioleta. Por lo tanto, el compuesto de fosfito se usa preferiblemente para una película sellante de célula solar. Más detalladamente, como se discute en los Ejemplos siguientes, el fosfito de trialquilo de cadena ramificada es más resistente a la decoloración por amarilleamiento por ultravioleta en comparación con un compuesto de fosfito que tiene un grupo hidrocarburo aromático, y por ello la película sellante de célula solar que comprende el fosfito de trialquilo mantiene preferiblemente una alta transparencia.

Como grupo de cadena ramificada, puede usarse un grupo isooctilo, un grupo isononilo, un grupo isodecilo, un grupo isododecilo, un grupo isotridecilo o un grupo isotetradecilo.

Los ejemplos de compuesto de fosfito de fórmula (I) incluyen fosfito de trialquilo tal como fosfito de triisocilo, fosfito de triisononilo, fosfito de triisodecilo, fosfito de triisododecilo o fosfito de tri(isotridecilo).

De estos fosfitos de trialquilo, es preferible usar fosfito de triisodecilo, fosfito de triisododecilo o fosfito de tri(isotridecilo). Particularmente, se prefiere usar fosfito de triisodecilo, porque es eficaz como promotor de la reticulación y no corresponde a un material hormonal ambiental, mostrando alta seguridad.

El contenido del compuesto de fosfito como se describe anteriormente en la película sellante de la invención está preferiblemente en el intervalo de 0,01 a 5 partes en peso, más preferiblemente en el intervalo de 0,05 a 1 parte en peso, y con particular preferencia en el intervalo de 0,1 a 0,5 partes en peso, basado en 100 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo. Por consiguiente, puede asegurarse con peróxido orgánico el efecto promotor de la reticulación en la reticulación del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

<Agente de acoplamiento de silano>

El uso del agente de acoplamiento de silano posibilita mejorar la fuerza adhesiva del copolímero de etileno-acetato de vinilo. Los ejemplos de agentes de acoplamiento de silano incluyen γ -cloropropilmetoxisilano, viniletoxisilano, viniltris(β -metoxietoxi)silano, γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, viniltriacetoxisilano, γ -glicidoxipropiltrimetoxisilano, γ -glicidoxipropiltriethoxisilano, β -(3,4-epoxiciclohexil)etiltrimetoxisilano, viniltriclorosilano, γ -mercaptopropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltriethoxisilano y N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltrimetoxisilano. Estos agentes de acoplamiento de silano pueden usarse individualmente o en combinación de dos o más clases. Además, el contenido del agente de acoplamiento de silano está preferiblemente en el intervalo de 0,01 a 5 partes en peso, con particular preferencia en el intervalo de 0,05 a 1 parte en peso, basado en 10 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo.

Además, en la película sellante de célula solar de la invención, la relación de contenido de compuesto de fosfito a agente de acoplamiento de silano que comprende un átomo de silicio y un grupo alcoxilo es preferiblemente una relación en que la relación atómica (Si/P) de átomo de silicio (Si) combinado con el grupo alcoxilo del agente de acoplamiento de silano a átomo de fósforo (P) del compuesto de fosfito es de 0,1 a 36, y con particular preferencia de 1 a 20. Como se discute en los ejemplos siguientes, ajustando el contenido del compuesto de fosfito y el agente de acoplamiento de silano para tener la relación atómica anterior (Si/P), es posible eliminar más la reducción de la tasa de reticulación para volver apropiada la tasa, con lo que se asegura una alta fuerza adhesiva. Por tanto, puede obtenerse una película sellante de célula solar adicionalmente preferida.

<Copolímero de etileno-acetato de vinilo>

El uso del copolímero de etileno-acetato de vinilo (ocasionalmente abreviado a EVA) como componente principal causa que la película sellante tenga propiedades de alta transparencia y alta adhesión. El contenido de unidad recurrente de acetato de vinilo está preferiblemente en el intervalo de 20 a 35% en peso, más preferiblemente en el intervalo de 20 a 30% en peso, con particular preferencia en el intervalo de 24 a 28% en peso, basado en el peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo. Cuando el contenido de acetato de vinilo es menor de 20% en peso, la película sellante reticulada o curada a alta temperatura no es apta para mostrar una transparencia suficientemente

alta. Por otro lado, cuando el contenido es de más de 35% en peso, tienden a generarse posiblemente burbujas en la interfase entre la película sellante y el material de protección de la célula solar.

La película sellante de célula solar de la invención puede contener complementariamente resina de polivinilacetato (por ejemplo, polivinilformal, polivinilbutiral (resina de PVB), PVB modificada) o resina de cloruro de vinilo, además del copolímero de etileno-acetato de vinilo. Se prefiere la resina de PVB.

<Peróxido orgánico>

El uso de peróxido orgánico como reticulante posibilita la reticulación del copolímero de etileno-acetato de vinilo. Por lo tanto, es posible obtener una película sellante de célula solar que tenga una fuerza adhesiva, transparencia, resistencia a la humedad y resistencia a la penetración mejoradas.

Puede emplearse como el peróxido orgánico anteriormente mencionado cualquier peróxido orgánico que pueda descomponerse a una temperatura de no menos de 100°C generando un radical o radicales. El peróxido orgánico se selecciona generalmente considerando la temperatura de formación de película, las condiciones para preparar la composición, la temperatura de curación (ligamiento), la resistencia térmica del cuerpo para ligar y la estabilidad al almacenamiento. En particular, es preferible usar un material que tenga una temperatura de descomposición de no menos de 70°C con una semivida de 10 horas.

Desde el punto de vista de la temperatura de procesamiento y estabilidad al almacenamiento de la resina, los ejemplos de peróxidos orgánicos incluyen 2,5-dihidroperóxido de 2,5-dimetilhexano, 2,5-dimetil-2,5-di(*tert*-butilperoxi)hexano, peróxido de 3-di-*tert*-butilo, peróxido de dicumilo, 2,5-dimetil-2,5-di(2-etilhexanoilperoxi)hexano, 2,5-dimetil-2,5-di(*tert*-butilperoxi)hexano, peróxido de *tert*-butilcumilo, α,α' -bis(*tert*-butilperoxiisopropil)benceno, α,α' -bis(*tert*-butilperoxi)diisopropilbenceno, *n*-butil-4,4-bis(*tert*-butilperoxi)butano, 2,2-bis(*tert*-butilperoxi)butano, 1,1-bis(*tert*-butilperoxi)ciclohexano, 1,1-bis(*tert*-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, peroxibenzoato de *tert*-butilo, peróxido de benzoílo, 1,1-di(*tert*-hexilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano.

Como peróxido orgánico, es particularmente preferible usar 2,5-dimetil-2,5-di(2-etilhexanoilperoxi)hexano y 1,1-di(*tert*-hexilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano.

El contenido del peróxido orgánico en la película sellante está preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 5 partes en peso, más preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 1,8 partes en peso, basado en 100 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo.

<Agente auxiliar de reticulación>

La película sellante de célula solar de la presente invención puede contener un agente auxiliar de reticulación si es necesario. El agente auxiliar de reticulación posibilita un aumento de la fracción de gel del copolímero de etileno-acetato de vinilo y la mejora de las propiedades de adhesión y durabilidad de la película sellante.

El agente auxiliar de reticulación se usa generalmente en una cantidad de 10 partes en peso o menos, preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 5,0 partes en peso, basada en 100 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo. Por consiguiente, es posible obtener una película sellante que tenga una excelente propiedad adhesiva.

Los ejemplos de agentes auxiliares de reticulación (compuestos que tienen un grupo polimerizable por radicales como grupo funcional) incluyen agentes auxiliares reticulantes trifuncionales tales como cianurato de trialilo e isocianurato de trialilo, agentes auxiliares de reticulación mono- o difuncionales de ésteres de (met)acrilato (por ejemplo, éster NK). Entre estos compuestos, se prefiere cianurato de trialilo e isocianurato de trialilo, y se prefiere particularmente isocianurato de trialilo.

<Otros>

La película sellante de célula solar de la presente invención puede contener adicionalmente diversos aditivos tales como plastificantes, un compuesto que contiene un grupo acriloxilo y un grupo metacriloxilo, para la mejora o el ajuste de diversas propiedades de la película (por ejemplo, resistencia mecánica, propiedad de adhesión, características ópticas tales como transparencia, resistencia térmica, resistencia a la luz o tasa de reticulación), en particular para la mejora de la resistencia mecánica de la película si es necesario.

Hablando en general, los ésteres de ácido polibásico y ésteres de alcohol polihidroxílico pueden usarse como el plastificante anteriormente mencionado, aunque no hay restricciones particulares del plastificante para usar. Los ejemplos de plastificantes incluyen ftalato de dioctilo, adipato de dihexilo, di-2-etilbutirato de trietilenglicol, sebacato de butilo, diheptanoato de tetraetilenglicol y dipelargonato de trietilenglicol. Los plastificantes pueden usarse individualmente o en combinación de dos o más clases. El contenido de plastificante es preferiblemente de no más de 5 partes en peso basado en 100 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo.

Hablando en general, pueden usarse como compuesto que contiene un grupo acriloxilo y compuesto que contiene un grupo metacriloxilo anteriormente mencionados los derivados de ácido acrílico o ácido metacrílico, tales como

ésteres o amidas de ácido acrílico o ácido metacrílico. Los ejemplos de residuo éster incluyen grupos alquilo lineales (por ejemplo, metilo, etilo, dodecilo, estearilo y laurilo), un grupo ciclohexilo, un grupo tetrahidrofurfurilo, un grupo aminoetilo, un grupo 2-hidroxietilo, un grupo 3-hidroxipropilo o un grupo 3-cloro-2-hidroxipropilo. Los ejemplos de amida incluyen diacetonaacrilamida. Adicionalmente, los ésteres incluyen ésteres de ácido acrílico o ácido metacrílico con alcohol polihidroxílico tal como etilenglicol, trietilenglicol, polipropilenglicol, polietilenglicol, trimetilolpropano o pentaeritritol.

Los ejemplos de compuestos que contienen un grupo epóxido incluyen tris(2-hidroxietil)isocianurato de triglicidilo, neopentilglicoldiglicidiléter, 1,6-hexanodioldiglicidiléter, alilglicidiléter, 2-etilhexilglicidiléter, fenilglicidiléter, (feniletileno)glicidiléter, p-*terc*-butilfenilglicidiléter, adipato de diglicidilo, ftalato de diglicidilo, metacrilato de glicidilo y butilglicidiléter. El contenido de compuesto que contiene un grupo acriloxilo, compuesto que contiene un grupo epóxido está generalmente en el intervalo de 0,5 a 5,0 partes en peso, preferiblemente de 1,0 a 4,0 partes en peso, basado en 100 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo.

Adicionalmente, la película sellante de célula solar de la presente invención puede contener adicionalmente un absorbente de ultravioleta, fotoestabilizante y/o antioxidante.

Al añadir un absorbente de ultravioleta a la película sellante, es posible evitar el deterioro del copolímero de etileno-acetato de vinilo debido a la irradiación de luz y el amarilleamiento de la película sellante de célula solar. No existen restricciones particulares para el absorbente de ultravioleta para usar en la presente invención. Son ejemplos preferibles de absorbente de ultravioleta los absorbentes de ultravioleta de tipo benzofenona tales como 2-hidroxí-4-metoxibenzofenona, 2-hidroxí-4-n-dodeciloibenzofenona, 2,4-dihidroxibenzofenona, 2,2'-dihidroxí-4-metoxibenzofenona y 2-hidroxí-4-n-octoxibenzofenona. Además, el contenido de absorbente de ultravioleta de tipo benzofenona está preferiblemente en el intervalo de 0,01 a 5 partes en peso, basado en 100 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo.

También es posible, al añadir el fotoestabilizante a la película sellante, evitar el deterioro del copolímero de etileno-acetato de vinilo debido a la irradiación de luz y el amarilleamiento de la película sellante de célula solar. Puede usarse como fotoestabilizante un fotoestabilizante de amina impedida. Los ejemplos de fotoestabilizantes incluyen LA-52, LA-57, LA-62, LA-63, LA-63p, LA-67 y LA-68 (cada uno fabricado por ADEKA Co., Ltd.), Tinuvin 744, Tinuvin 770, Tinuvin 765, Tinuvin 144, Tinuvin 622LD y CHIMASSORB 944LD (cada uno fabricado por Ciba Specialty Chemicals Co., Ltd.) y UV-3034 (fabricado por B. F. Goodrich). Los fotoestabilizantes pueden usarse cada uno individualmente, o en combinación de dos o más clases. El contenido de fotoestabilizante está preferiblemente en el intervalo de 0,01 a 5 partes en peso, basado en 100 partes en peso de copolímero de etileno-acetato de vinilo.

Los ejemplos de antioxidantes incluyen antioxidantes de tipo fenol impedido tales como N,N'-hexano-1,6-diilbis[3-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)propionamida], termoestabilizantes de tipo fósforo, termoestabilizantes de tipo lactona, termoestabilizantes de tipo vitamina E y termoestabilizantes de tipo azufre.

El uso de la película sellante de célula solar de la invención posibilita eliminar la aparición de ampollas, y evitar la reducción de la transparencia. Por lo tanto, la película sellante de la invención es especialmente eficaz para uso como película sellante que tiene transparencia, en que la reducción de la transparencia puede resultar un problema. Por tanto, la película sellante de la invención preferiblemente no contiene cargas tales como pigmentos inorgánicos blancos (por ejemplo, óxido de titanio) que reducen la transparencia de la película sellante.

La película sellante de célula solar de la invención puede prepararse de acuerdo con procesos conocidos hasta la fecha. Por ejemplo, se moldea la composición que incluye los materiales anteriormente discutidos en un artículo con forma de lámina mediante moldeo por extrusión o moldeo por calandrado (calandrado). De otro modo, se disuelve la composición en un disolvente, se aplica la disolución así obtenida a un soporte apropiado mediante un recubridor apropiado y se seca entonces la disolución aplicada formando una película recubierta. Puede prepararse por tanto un artículo con forma de lámina. En caso de formar la película mediante la aplicación de calor y presión, por ejemplo usando moldeo por extrusión, la temperatura de calentamiento en la formación de película está generalmente en el intervalo de 50 a 90°C. La película sellante de célula solar de la invención no tiene ninguna restricción particular respecto al grosor, que es generalmente del orden de 50 µm a 2 mm.

La célula solar obtenida mediante el uso de la película sellante de la invención no tiene ninguna restricción particular respecto a la estructura. Los ejemplos de estructura incluyen una estructura en que los elementos fotovoltaicos entre el material de protección del lado frontal transparente y el material de protección del lado posterior se sellan combinando adhesivamente con las películas sellantes de célula solar interpuestas, una estructura en que un elemento fotovoltaico formado sobre la superficie de un material de protección del lado posterior y un material de protección del lado frontal transparente se sellan combinando adhesivamente con la película sellante de célula solar interpuesta y una estructura en que un elemento fotovoltaico formado sobre una superficie de un material de protección del lado frontal transparente y un material de protección del lado posterior se sellan combinando adhesivamente con la película sellante de célula solar interpuesta. Los ejemplos de célula solar que usa un elemento fotovoltaico formado sobre la superficie de un material de protección del lado frontal transparente incluyen células solares de película fina obtenidas formando un elemento fotovoltaico de tipo silicio de película fina, un elemento

fotovoltaico de tipo película de silicio amorfo o un elemento fotovoltaico de tipo seleniuro de cobre e indio (CIS) sobre la superficie de un sustrato transparente tal como un sustrato de vidrio, un sustrato de poliimida y un sustrato transparente de tipo resina de flúor mediante un método de bombardeo o un método de deposición química de vapor.

5 Para un sellado suficiente de los elementos fotovoltaicos en la célula solar, se laminan por ejemplo, como se muestra en la Fig. 1, un material de protección del lado frontal transparente 11, una película sellante del lado frontal 13A, elementos fotovoltaicos 14 y un material de protección del lado posterior 12 en este orden. Después de ello, se reticula o cura la película sellante según un proceso convencional tal como la aplicación de calor y presión.

10 Para la práctica de la aplicación de calor y presión, el cuerpo laminado puede introducirse en un laminador a vacío y ligarse a presión con calentamiento en condiciones de temperatura de 135 a 180°C (preferiblemente de 140 a 180°C, especialmente de 155 a 180°C), un periodo de tiempo de desgasificación de 0,1 a 5 min, una presión de compresión de 0,1 a 1,5 kg/cm² y un periodo de tiempo de compresión de 5 a 15 min. El calor posibilita la reticulación del copolímero de etileno-acetato de vinilo contenido en la película sellante del lado frontal 13A y en la película sellante del lado posterior 13B, con lo que se combinan los elementos fotovoltaicos 14, el material de protección del lado frontal transparente 11 y el material de protección del lado posterior 12 a través de la película sellante del lado frontal 13A y la película sellante del lado posterior 13B, sellando los elementos fotovoltaicos 14.

15 Con la película sellante de célula solar de la invención, es posible evitar que se reduzca la transparencia y asegurar la transparencia. Por tanto, la película sellante de la invención se usa con particular preferencia como película sellante del lado frontal localizada entre elementos fotovoltaicos y un material de protección del lado frontal transparente.

20 En la invención "lado frontal" corresponde al lado del elemento fotovoltaico irradiado con luz (lado receptor de luz), mientras que "lado posterior" corresponde al lado contrario al lado receptor de luz de los elementos fotovoltaicos.

25 El material de protección del lado frontal transparente 11 para uso en la célula solar de la invención es generalmente un sustrato de vidrio tal como vidrio de silicato. El grosor del sustrato de vidrio está generalmente en el intervalo de 0,1 a 10 mm, preferiblemente de 0,3 a 5 mm. El sustrato de vidrio puede templarse química o térmicamente.

30 El material de protección del lado posterior 12 para uso en la invención es generalmente una película de plástico tal como poli(tereftalato de etileno) (PET). Desde el punto de vista de la resistencia térmica y la resistencia a la humedad, es preferible una película de polietileno fluorado (película de polifluoroetileno), especialmente una película laminada de película de polietileno/Al/película de polietileno fluorado en este orden. Es preferible usar la película sellante de la invención para una célula solar que tenga una película plástica tal como una película de PET como material de protección del lado posterior, puesto que la película plástica tal como PET tiene una baja propiedad adhesiva con respecto a la película sellante de célula solar.

35 La célula solar (incluyendo célula solar de película fina) de la invención se caracteriza por las películas sellantes específicas usadas como película sellante de lado frontal y/o el lado posterior. A saber, no hay restricciones particulares de los materiales de la célula solar excepto para las películas sellantes (concretamente, material de protección del lado frontal transparente, material de protección del lado posterior, elementos fotovoltaicos). Esos materiales pueden tener estructuras/composiciones como en las células solares conocidas hasta ahora.

Ejemplos

La invención se ilustra detalladamente usando los siguientes ejemplos.

40 [Ejemplo 1]

Se suministraron materiales con la formulación de la Tabla 1 a un molino de rodillos y se amasaron a 70°C para preparar una composición para película sellante de célula solar. La composición para la película sellante se formó por calandrado de una temperatura de 70°C. Después de dejar enfriar la composición formada, se preparó una película sellante de célula solar (grosor: 0,6 mm).

45 [Ejemplos 2 a 7 y Ejemplos comparativos 1 a 6]

Se prepararon las composiciones para películas sellantes de célula solar del mismo modo que en el Ejemplo 1, excepto porque los materiales y formulaciones se cambian por los de la Tabla 1. Usando estas composiciones, se prepararon películas sellantes de célula solar.

[Métodos de evaluación]

50 (1) Tasa de reticulación

Se calentó a 160°C la película sellante de célula solar preparada anteriormente en una estufa para someter a una reacción de reticulación. Se recogió con precisión aproximadamente 1 g de la película sellante como muestra a intervalos de tiempo regulares durante la reacción. Se sometió la muestra a un tratamiento de extracción con xileno

calentado en un extractor Soxhlet durante 6 horas. Posteriormente, se secó a 80°C el componente de gel resultante durante 12 horas o más, y se pesó con precisión. Después de ello, se calculó el porcentaje en peso del componente de gel basándose en el peso de la muestra de película sellante. Se define la tasa de reticulación como el tiempo de reticulación en que el porcentaje en peso del componente de gel alcanza 80%. Se establece una tasa de reticulación de hasta 10 minutos como un nivel aceptable.

(2) Fuerza adhesiva

Se evaluaron las fuerzas adhesivas de las películas sellantes según la prueba de pelado a 180° (JIS K 6584, 1994). Se llevó a cabo la prueba de pelado a 180°C en los siguientes procedimientos como se muestran en la Fig. 2. Se laminaron un sustrato de vidrio 21, la película sellante de célula solar 23 y una película de PET 22 (grosor: 50 µm, anchura: 10 cm) en este orden. Se sometió el laminado obtenido a desgasificación a vacío usando un laminador a vacío y un tratamiento de contacto a presión preliminar a una temperatura de 100°C. Posteriormente, se llevó el laminado a una estufa y se trató mediante la aplicación de presión y calor a una temperatura de 155°C durante 4 minutos. Después de ello, se dejó el laminado a la atmósfera a 23°C y 50% de HR durante 24 horas. Se liberó entonces parcialmente la película sellante 23 de la película de PET 22. Se dobló la parte liberada de la película de PET 22 con un giro de 180°C. Usando una máquina de ensayo de tracción (Autograph, fabricada por Shimadzu Co., LTD), se midió la fuerza de pelado a una velocidad de tracción de 100 mm/min como fuerza adhesiva de PET (N/cm). Se establece una fuerza adhesiva de 10 N/cm o más como un nivel aceptable.

(3) Propiedad de formación de ampollas (ampollado de película por generación de gas)

Se laminaron un sustrato de vidrio, la película sellante de célula solar, un elemento fotovoltaico, la película sellante de célula solar y una capa de barrera de gas (Tedlar® (película de poli(fluoruro de etileno) (fabricado por DuPont)/lámina de aluminio/Tedlar®) en este orden. Se sometió el laminado resultante a desgasificación a vacío usando un laminador a vacío. Posteriormente, se calentó el laminado a 160°C en una estufa. Se midió entonces el tiempo hasta que aparece ampollado de la película por la generación de gas como la propiedad de formación de ampollas. Se establece una propiedad de formación de ampollas de 45 o minutos o más como un nivel aceptable.

(4) Estabilidad a ultravioleta

Se irradió la película sellante de célula solar con luz ultravioleta de 1000 W/m² durante 150 horas usando un EYE Super UV Tester (fabricado por IWASAKI ELECTRIC CO., LTD). Se midió el índice de amarilleamiento (IA) de la película sellante antes y después de la irradiación usando un colorímetro (Color Computer SM-5-IS-2B (fabricado por Suga Test Instruments Co., LTD)). Se calculó entonces la diferencia de índice de amarilleamiento antes y después de la irradiación como cambio del índice de amarilleamiento (ΔA).

[Resultado de la evaluación]

Se muestran los resultados en la Tabla 1. En el Ejemplo 1 y los Ejemplos comparativos 1 a 3, se evalúan películas sellantes de célula solar que comprenden diversos compuestos de fosfito en una cantidad de 0,3 partes en peso basada en 100 partes en peso de EVA. Las tasas de reticulación, fuerzas adhesivas y propiedades de formación de ampollas de las películas sellantes son equivalentes. Sin embargo, en cuanto a las estabildades a ultravioleta de las películas sellantes, el ΔIA del Ejemplo 1 que usa un fosfito de trialquilo de cadena ramificada muestra un menor valor que el de los Ejemplos comparativos 1 a 3 que usan compuestos de fosfito que tienen un grupo hidrocarburo aromático. A saber, el Ejemplo 1 es superior en estabilidad a ultravioleta que los Ejemplos comparativos 1 a 3. Por otro lado, el Ejemplo comparativo 4 que no comprende compuestos de fosfito falla en la propiedad de formación de ampollas debido al aumento del contenido de peróxido orgánico para mantener la tasa de reticulación. Además, el Ejemplo comparativo 5 que no comprende compuestos de fosfito sin aumentar el contenido de peróxido orgánico, falla en la tasa de reticulación. Además, el Ejemplo comparativo 6 que usa un compuesto de fosfito secundario falla en la tasa de reticulación, igual que el Ejemplo comparativo 5. Se cree que esto es debido a que se hidroliza el compuesto de fosfito, y por lo tanto no se consigue suficientemente el efecto promotor de la reticulación.

Adicionalmente, se evalúan en los Ejemplos 2 a 7, películas sellantes de célula solar que comprenden el agente de acoplamiento de silano y fosfito de trisodécilo como compuesto de fosfito en diferentes cantidades. Como resultado, en el caso de agente de acoplamiento de silano en el intervalo de 0,05 a 1 partes en peso, basado en 100 partes en peso de EVA, y compuesto de fosfito en el intervalo de 0,05 a parte en peso, basado en 100 partes en peso de EVA, son excelentes los niveles aceptables de tasas de reticulación, fuerzas adhesivas y propiedades de formación de ampollas de las películas sellantes. Además, se muestra en la Tabla 1 el índice de la relación de contenidos de compuesto de fosfito a agente de acoplamiento de silano, las relaciones atómicas (Si/P) de átomo de silicio (Si) combinado con grupo alcoxilo del agente de acoplamiento de silano a átomo de fósforo (P) del compuesto de fosfito. En el Ejemplo 7, en que la relación atómica (Si/P) es de 41, la tasa de reticulación es ligeramente baja. Por lo tanto, se cree que la relación atómica (Si/P) afectaba al equilibrio entre la tasa de reticulación y la fuerza adhesiva. A saber, al ajustar el contenido de compuesto de fosfito y agente de acoplamiento de silano para tener una relación atómica (Si/P) de 0,1 a 36, se confirmó que puede obtenerse una película sellante de célula solar que tiene una mayor tasa de reticulación y una excelente fuerza adhesiva.

Tabla 1

	Ej. 1	Ej. comp. 1	Ej. comp. 2	Ej. comp. 3	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7*	Ej. comp. 4	Ej. comp. 5	Ej. comp. 6*
EVA* ¹	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100*
Peróxido orgánico* ²	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,5	1,8	1,8
Agente auxiliar reticulante* ³	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* ⁴	0,2	0,2	0,2	0,2	0,05	0,5	0,9	0,05	1	1	1	1	1
Compuesto de fosfito (1)* ⁵	0,3	0	0	0	1	0,05	0,05	0,05	1	0,05	0	0	0
Compuesto de fosfito (2)* ⁶	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compuesto de fosfito (3)* ⁷	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compuesto de fosfito (4)* ⁸	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compuesto de fosfito (5)* ⁹	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Agente de acoplamiento de silano/compuesto de fosfito	0,67	0,67	0,67	0,67	0,05	10	18	1,0	1,0	20	-	-	1,0
Relación de contenidos (Si/P)* ¹⁰	1,4	1,8	1,0	0,8	0,1	20	36	2,0	2,0	41	-	-	-

	Ej. 1	Ej. comp. 1	Ej. comp. 2	Ej. comp. 3	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7*	Ej. comp. 4	Ej. comp. 5	Ej. comp. 6*
Tasa de reticulación (min)	7,2	7,5	7,4	7,5	5,5	7,8	8,9	6,4	7,5	9,9	7,7	10,9	10,7
Fuerza adhesiva (N/cm)	17,5	18,4	17,8	18,1	14,2	18,3	16,8	13,4	19,9	18	20,3	18,1	13,0
Propiedad de formación de ampollas (min)	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	30	45	60
Cambio del índice de amarilleamiento (ΔIA)	1,5	4,5	4,8	3,4	1,5	1,3	1,3	1,2	1,6	1,5	2,5	2,2	2,0
Resultado de la evaluación													

Nota) *1: El contenido de acetato de vinilo de EVA es de 25% en peso. *2: 2,5-dimetil-2,5-di(2-etilhexanoilperoxi)hexano. *3: isocianurato de trialilo. *4: V-metacriloxipropiltrimetoxisilano (PM: 248,3). *5: fosfito de triisodécilo (Adekastab3010 (ADEKA Corporation)) (PM: 503). *6: fosfito de tris(nonilfenilo) (Adecastab1178 (ADEKA Corporation)) (PM: 689). *7: fosfito de difenilisodécilo (Adekastab135A (ADEKA Corporation)) (PM: 375). *8: fosfito de trifenilo (AdecastabTTP (ADEKA Corporation)) (PM: 306). *9: hidrogenofosfito de di-2-etilhexilo (Sakai Chemical industry Corporation) (PM: 306). *10: relación atómica de (Si) combinado con un grupo alcoxilo del agente de acoplamiento de silano a (P) de compuesto de fosfito.

*no según la invención

Descripción de los números de referencia

11: material de protección del lado frontal transparente

12: material de protección del lado posterior

13A: película sellante del lado frontal

5 13B: película sellante del lado posterior

14: elemento fotovoltaico

21: sustrato de vidrio

22: película de PET

23: película sellante de célula solar

10

REIVINDICACIONES

1. Una película sellante de célula solar que comprende:

copolímero de etileno-acetato de vinilo,

un peróxido orgánico,

5 un agente de acoplamiento de silano y

un compuesto de fosfito representado por la fórmula (I):



10 en la que R¹ es un grupo alquilo alifático de cadena ramificada que tiene de 8 a 14 átomos de carbono, y los tres R¹ son iguales o diferentes entre sí; el compuesto de fosfito y el agente de acoplamiento de silano que comprende un átomo de silicio y un grupo alcoxilo están contenidos de modo que la relación atómica (Si/P) del átomo de silicio (Si) combinado con el grupo alcoxilo del agente de acoplamiento de silano al átomo de fósforo (P) del compuesto de fosfito sea de 0,1 a 36, y la película de la siguiente composición no se reivindica.

EVA (contenido de acetato de vinilo de 26 partes por partes en peso de EVA), peso basado en 100 partes en peso de EVA 100 partes en peso

Aceptor de ácido (Mg(OH)₂, diámetro medio de partícula 3 μm) 0 o 0,5 partes en peso

Agente colorante (óxido de titanio, diámetro medio de partícula de 0,1 μm) 4,2 partes en peso

Agente reticulante (2,5-dimetil-2,5-bis(2-etilhexanoilperoxi)hexano) 1,0 partes en peso

Agente auxiliar reticulante (isocianurato de trialilo) 2,0 partes en peso

Agente de acoplamiento de silano (γ-metacriloxipropiltrimetoxisilano) 0,15 partes en peso

Lubricante (fosfito de trisododecilo) 0,3 partes en peso

2. La película sellante de célula solar como se define en la reivindicación 1, en la que el compuesto de fosfito es fosfito de triisododecilo.

15 3. La película sellante de célula solar como se define en la reivindicación 1 o 2, en la que el compuesto de fosfito está contenido en una cantidad de 0,01 a 5 partes en peso basada en 100 partes en peso del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

20 4. La película sellante de célula solar como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el agente de acoplamiento de silano está contenido en una cantidad de 0,05 a 1 parte en peso, basada en 100 partes en peso del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

5. La película sellante de célula solar como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el compuesto de fosfito está contenido en una cantidad de 0,05 a 1 parte en peso, basada en 100 partes en peso del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

25 6. Una célula solar que comprende la película sellante de célula solar como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

FIG. 1

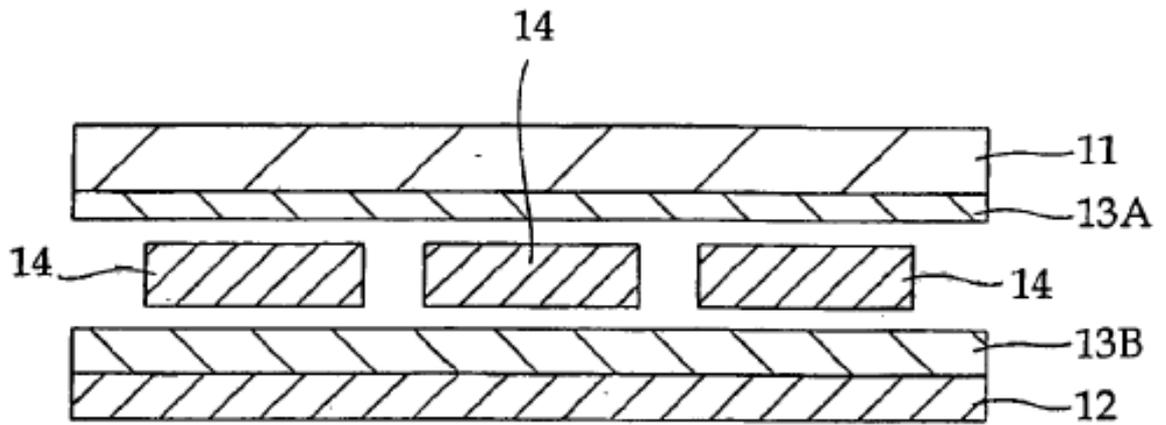


FIG. 2

