

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 435**

51 Int. Cl.:

C08L 23/08 (2006.01)

H01L 31/048 (2014.01)

C08F 210/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.09.2015 PCT/EP2015/071020**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16041924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2015 E 15763906 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3194494**

54 Título: **Composición polimérica para una capa de un elemento de capa**

30 Prioridad:

18.09.2014 EP 14185402

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

20.03.2020

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)
Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**ODERKERK, JEROEN;
COSTA, FRANCIS;
VERHEULE, BART;
PIEL, TANJA;
SULTAN, BERNT-ÅKE;
BROEDERS, BERT;
HELLSTRÖM, STEFAN;
BERGQVIST, MATTIAS y
GALGALI, GIRISH SURESH**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 749 435 T3

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

DESCRIPCIÓN

Composición polimérica para una capa de un elemento de capa

- 5 La presente invención se refiere a una composición polimérica, a un elemento de capa, preferentemente a al menos un elemento de capa de un módulo fotovoltaico, que comprende la composición polimérica y a un artículo que es preferentemente dicha al menos una capa de un elemento de capa, preferentemente de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico.
- 10 Los módulos fotovoltaicos, también conocidos como módulos de célula solar, producen electricidad que procede de la luz y se utilizan en diversos tipos de aplicaciones también conocidos en el campo. El tipo del módulo fotovoltaico puede variar. Los módulos tienen normalmente una estructura multicapa, es decir, varios elementos de capa distintos que tienen distintas funciones. Los elementos de capa del módulo fotovoltaico pueden variar con respecto a los materiales de capa y la estructura de capa. El módulo fotovoltaico final puede ser rígido o flexible. El módulo fotovoltaico rígido
- 15 puede contener, por ejemplo, un elemento superior de vidrio rígido, un elemento de capa de encapsulación delantero, al menos un elemento de células fotovoltaicas junto con conectores, un elemento de capa de encapsulación trasero, un elemento de capa de lámina posterior, por ejemplo, un bastidor de aluminio. Todos estos términos tienen un significado bien conocido en la técnica. En los módulos flexibles, el elemento de capa superior puede ser, por ejemplo, una capa fluorada fabricada con polímero de fluoruro de polivinilo (PVF) o de fluoruro de polivinilideno (PVDF). La
- 20 capa de encapsulación está fabricada normalmente con acetato de etilvinilo (EVA).

Los elementos de capa anteriormente ejemplificados pueden ser elementos monocapa o multicapa. Además, puede haber capa(s) adhesiva(s) entre las capas de un elemento o entre los distintos elementos de capa.

- 25 Para un elemento de capa encapsulante solar resulta importante una viscosidad de procesamiento baja para una extrusión de la película eficiente. Al mismo tiempo, es necesario una viscosidad de alta velocidad de cizalladura cero para mejorar las propiedades de adhesión del módulo solar. La viscosidad y la adhesión pueden modificarse, por ejemplo, incorporando unidades que contienen grupo(s) silano reticulables al polímero y mediante reticulación parcial de dichas unidades que contienen grupo(s) silano reticulables. El inconveniente de la reticulación es, a menudo, el
- 30 problema de controlar la reacción de reticulación durante el almacenamiento, es decir, se puede ver afectada la estabilidad durante el almacenamiento de tal polímero.

Existe una necesidad continua de nuevas composiciones poliméricas para elemento(s) de capa de módulos fotovoltaicos para cumplir con las diversas peticiones requeridas en la industria de módulos fotovoltaicos creciente y en desarrollo.

35

Figuras

40 La Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un módulo fotovoltaico.

Descripción de la invención

Por consiguiente, la presente invención proporciona una composición polimérica que comprende

- 45 i) un polímero de etileno (a) con un(os) comonomero(s) polar(es), en donde
- el comonomero polar se selecciona entre el grupo de acrilato de metilo y metacrilato de metilo, y en donde
 - el polímero de etileno (a) tiene opcionalmente unidades que contienen grupo(s) funcional(es) distintas de dicho comonomero polar, y
- 50 ii) unidades (b) que contienen grupo(s) silano, en donde la composición polimérica tiene
- un MFR₂ de 13 a 70 g/10 min (de acuerdo con la norma ISO 1133 a 190 °C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un Índice de Adelgazamiento por Cizalladura, SHI_{0,05/300}, de 10,0 a 35,0, cuando se mide de acuerdo con
- 55 "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de barrido de frecuencia)" tal como se describe a continuación en "Métodos de determinación".

La composición polimérica de la invención resulta altamente ventajosa para al menos una capa de un elemento de capa.

60

Se hace referencia en el presente documento a la composición polimérica de la invención, tal como se ha definido anteriormente o a continuación, de forma abreviada como "composición polimérica" o "composición". "Polímero de etileno (a) con un comonomero(s) polar(es)" tal como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones se hace referencia en el presente documento de forma abreviada como "polímero de etileno (a)" o "polímero polar".

65

La expresión "con un(os) comonomero(s) polar(es)" significa en el presente documento que el etileno puede contener uno o más comonomeros polares que son distintos.

El polímero de etileno (a) contiene preferentemente un comonomero polar como el/los comonomero(s) polar(es).

5

También el conocido "comonomero" se refiere a unidades de comonomero copolimerizables.

Inesperadamente, aunque el MFR del polímero de etileno (a) de la composición polimérica de la invención es superior al MFR que se utiliza convencionalmente en copolímeros de etileno-acrilato y copolímeros de acetato de etilenvinilo para capas de elementos de capa, preferentemente en capas de elementos de capa PV, la composición polimérica reivindicada de la invención que comprende dicho polímero de etileno (a) y, adicionalmente, que comprende unidades (b) que contienen grupo(s) silano, tal como se define en las reivindicaciones o a continuación, tiene propiedades reológicas inesperadamente ventajosas junto con la altamente ventajosa adhesión, que hacen que la composición polimérica, sea altamente adecuada para dicha al menos una capa de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico (PV). En concreto, el comonomero polar reivindicado específico, preferentemente comonomero de metil acrilato del polímero de etileno (a), proporciona un comportamiento de SHI sorprendentemente elevado a la composición polimérica, lo cual permite tasas de producción superiores en términos de la etapa de preparación de compuestos (extrusión) y el artículo posterior, preferentemente una capa, la formación (por ejemplo, extrusión (incluida coextrusión)) para producir el artículo, preferentemente una capa de un elemento de capa.

10

15

20

La composición polimérica de la invención también puede proporcionar una estabilidad durante el almacenamiento altamente ventajosa, puesto que la buena reología y adhesión puede proporcionarse sin llevar a cabo ninguna etapa de reticulación adicional introduciendo cualquier catalizador de condensado convencionalmente usado o peróxido como agente de reticulación.

25

El equilibrio de propiedades es industrialmente altamente factible y no predecible a partir de la técnica anterior.

Además, de forma sorprendente, la composición polimérica de la invención proporciona preferentemente, además de dicho equilibrio de propiedades reológicas y de adhesión, también un equilibrio de propiedades inesperadamente ventajoso entre las propiedades ópticas y las propiedades mecánicas.

30

La composición polimérica tal como se define en las reivindicaciones o a continuación, tiene preferentemente una estabilidad térmica excelente expresada como una diferencia en el Índice de Refracción a un determinado intervalo de temperatura a la vez que mantiene buenas propiedades de adhesión.

35

Asimismo, la composición polimérica de la invención con polímero polar tiene preferentemente propiedades eléctricas, indicadas, por ejemplo, como resistividad de volumen, que son inesperadamente buenas en todas las temperaturas y puede incluso mejorarse a temperaturas más altas, en comparación con copolímeros de etileno no polares.

40

La invención proporciona además un artículo que comprende la composición polimérica de la invención como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones. El artículo comprende preferentemente un elemento de capa que comprende al menos una capa que comprende la composición polimérica de la invención como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones. El elemento de capa puede ser un elemento monocapa o multicapa. Además, el artículo puede comprender más de un elemento de capa.

45

La expresión "al menos una capa" de un elemento de capa significa que un elemento multicapa puede comprender más de una capa de la composición polimérica de la invención y también más de un elemento de capa, si está presente en el artículo, puede contener la(s) capa(s) de la composición polimérica de la invención. Además, resulta evidente que, en el caso del elemento monocapa opcional, la al menos una capa forma (es) dicho elemento monocapa opcional.

50

La al menos una capa de un elemento de capa de la invención es normalmente al menos una capa de película de una película monocapa o un elemento de película multicapa.

La composición polimérica de la invención es altamente útil para aplicaciones de módulos fotovoltaicos, preferentemente, para al menos una capa de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico.

55

Por consiguiente, el artículo preferente de la invención es un módulo fotovoltaico que comprende un elemento fotovoltaico y un elemento de capa que comprende al menos una capa que comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica de la invención como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones. El elemento de capa de dicho módulo fotovoltaico preferente puede ser un elemento monocapa o multicapa. El módulo fotovoltaico comprende normalmente uno o más elementos fotovoltaicos y uno o más elementos de capa, en donde al menos un elemento de capa es el elemento de capa de la invención.

60

La "al menos una capa" de la invención contribuye a las propiedades, preferentemente a una cualquiera o más de las propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas (por ejemplo, aislamiento o conductivas) o ignífugas, que se desean o requieren para el elemento de capa del módulo PV.

65

En una realización preferente de la invención, la al menos una capa es una capa de un elemento de encapsulación o una capa de un elemento de lámina posterior, preferentemente una capa de un elemento de encapsulación.

5 Se entiende que puede haber una capa de adhesivo (también conocida como, por ejemplo, una capa de unión o de sellado) entre dos capas cualquiera de un elemento multicapa o entre dos elementos de capa funcionalmente distintos, para potenciar la adhesión de las capas adyacentes o, respectivamente, de los elementos adyacentes. Tal capa de adhesivo comprende normalmente un componente polimérico que está injertado con anhídrido maleico (MAH) también conocido en la técnica. En el presente documento, la capa de adhesivo no se incluye dentro del significado de la "al menos una capa". Por consiguiente, la "al menos una capa" de la invención es distinta de dicha capa de adhesivo que comprende un componente polimérico injertado con MAH.

10 Preferentemente, el grosor de la al menos una capa de la invención es al menos de 100 μm . El grosor de la al menos una capa de la invención es normalmente de 100 μm a 2 mm.

15 El módulo fotovoltaico puede comprender también capas que no son "al menos una capa" de la invención o elemento(s) de capa que no contienen la "al menos una capa" de la invención. Por ejemplo, el módulo fotovoltaico puede comprender una capa de un elemento de capa o una capa de adhesivo en un elemento de capa o entre dos elementos de capa, que también puede comprender la composición polimérica de la invención que se modifica adicionalmente injertándola con grupos MAH.

20 El "elemento fotovoltaico" significa que el elemento tiene actividad fotovoltaica. El elemento fotovoltaico puede ser, por ejemplo, un elemento de célula(s) fotovoltaica(s), que tiene un significado bien conocido en la técnica. El material a base de silicio, por ejemplo, silicio cristalino, es un ejemplo no limitante de materiales utilizados en célula(s) fotovoltaica(s). El material de silicio cristalino puede variar con respecto a la cristalinidad y al tamaño del cristal, como es bien conocido para un experto en la materia. Como alternativa, el elemento fotovoltaico puede ser una capa de sustrato sobre una superficie de la cual se somete una capa adicional o depósito con actividad fotovoltaica, por ejemplo, una capa de vidrio, en donde sobre un lado de la misma se imprime un material de tinta con actividad fotovoltaica, o una capa de sustrato sobre un lado de la misma se deposita un material con actividad fotovoltaica. Por ejemplo, en soluciones de película fina bien conocidas de elementos fotovoltaicos, por ejemplo, se imprime una tinta con actividad fotovoltaica sobre un lado de un sustrato, que es normalmente un sustrato de vidrio. Por consiguiente, la al menos una capa de la invención puede ser también una capa en cualquier elemento de capa de un módulo fotovoltaico basado en película fina.

35 El elemento fotovoltaico es, lo más preferentemente, un elemento de célula(s) fotovoltaica(s).

"Célula(s) fotovoltaica(s)" significa en el presente documento un(os) elemento(s) de capa de células fotovoltaicas, como se ha explicado anteriormente, junto con conectores.

40 Las unidades (b) que contienen grupo(s) silano y el polímero de etileno (a) pueden estar presentes como componentes separados, es decir, como una mezcla, en la composición polimérica de la invención o las unidades (b) que contienen grupo(s) silano pueden estar presentes como un comonomero del polímero de etileno (a) o como un compuesto injertado químicamente al polímero de etileno (a).

45 En el caso de una mezcla, el polímero de etileno (a) y el componente (compuesto) de unidades (b) que contienen grupo(s) silano puede, al menos, parcialmente, hacerse reaccionar químicamente, por ejemplo, injertado utilizando, opcionalmente, por ejemplo, un agente formador de radicales, tal como peróxido. Tal reacción química puede llevarse a cabo antes o durante el proceso de producción de un artículo, preferentemente una capa, de la invención.

50 El polímero de etileno (a) tiene preferentemente unidades que contienen grupo(s) funcional(es).

55 Preferentemente, las unidades (b) que contienen grupo(s) silano están presentes en el polímero de etileno (a). Por consiguiente, lo más preferentemente, el polímero de etileno (a) tiene unidades que contienen grupo(s) funcional(es), con lo que dichas unidades que contienen grupo(s) funcional(es) son dichas unidades (b) que contienen grupo(s) silano.

Las unidades (b) que contiene grupo(s) silano son preferentemente unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizable(s) que son reticulables.

60 Si se desea, la composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), puede reticularse a través de las unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que están preferentemente presentes en el polímero de etileno (a) como dichas unidades que contienen grupo(s) funcional(es) opcionales y preferentes.

65 La reticulación opcional se lleva a cabo en presencia de catalizador de condensación de silanol (SCC) convencional. Por consiguiente, durante la reticulación opcional, las unidades (b) que contienen grupo(s) silano hidrolizable(s) preferentes presentes en el polímero de etileno (a) se hidrolizan con la influencia de agua en presencia del catalizador

- de condensación de silanol (SCC) dando como resultado la retirada por división de alcohol y la formación de grupos silanol, que, a continuación, se reticulan en una reacción de condensación posterior en donde se retira por división el agua y se forman enlaces Si-O-Si entre otros grupos silano hidrolizados presentes en dicho polímero de etileno (a). Las técnicas de reticulación de silano son conocidas y se describen, por ejemplo, en los documentos US 4.413.066, US 4.297.310, US 4.351.876, US 4.397.981, US 4.446.283 y US 4.456.704. La composición polimérica reticulada tiene una red típica, entre otros, reticulaciones interpoliméricas (puentes), también conocidos en el campo. El catalizador de condensación de silanol (SCC) adecuado para la presente invención es o bien conocido y está disponible en el mercado, o bien puede producirse de acuerdo con o de forma análoga a la literatura descrita en el campo.
- 10 El catalizador de condensación de silanol (SCC), si está presente, se selecciona preferentemente del grupo C de carboxilatos de metales, tales como estaño, cinc, hierro, plomo y cobalto; de un compuesto de titanio que tiene un grupo hidrolizable a un ácido de Brönsted (preferentemente como se describe en la solicitud EP, n.º EP10166636.0) o ácidos orgánicos aromáticos, tales como ácidos sulfónicos orgánicos aromáticos. El catalizador de condensación de silanol (SCC), si está presente, se selecciona más preferentemente de DBTL (dilaurato de dibutil estaño), DOTL (dilaurato de dioctil estaño), particularmente DOTL; un compuesto de titanio que tiene un grupo hidrolizable a un ácido de Brönsted como se ha definido anteriormente; o un ácido sulfónico orgánico aromático que tiene un significado bien conocido.
- 15 La cantidad del catalizador de condensación de silanol (SCC), si está presente, es normalmente de 0,00001 a 0,1 mol/kg de composición polimérica, preferentemente de 0,0001 a 0,01 mol/kg de composición polimérica, más preferentemente, de 0,0005 a 0,005 mol/kg de composición polimérica. La elección del SCC y la cantidad factible del mismo depende de la aplicación final y se encuentra incluido dentro de las habilidades de un experto en la materia.
- 20 Se debe entender que la composición polimérica puede comprender el SCC antes de que se utilice en forma de un artículo, preferentemente la al menos una capa de un elemento de capa, preferentemente la al menos una capa de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico, o el SCC puede introducirse en la composición polimérica después de la formación de un artículo, preferentemente la al menos una capa de un elemento de capa, preferentemente la al menos una capa de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico. Por ejemplo, la al menos una capa es parte de un elemento multicapa en donde el SCC está presente en una capa adyacente a y en contacto directo con dicha al menos una capa de la invención, con lo que el SCC migra a la al menos una capa de la invención durante la etapa de reticulación del artículo formado.
- 25 En la realización más preferida, la composición polimérica en el artículo final, preferente en la al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico, carece de (es decir, no contiene) un SCC tal como se ha definido anteriormente, preferentemente no contiene un catalizador de reticulación seleccionado del grupo C preferente anterior.
- 30 Además, se prefiere que la composición polimérica en el artículo final, preferente en la al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico, no esté reticulada, es decir, está no reticulada, con dicho SCC tal como se ha definido anteriormente, preferentemente, un catalizador de reticulación seleccionado del grupo C preferente del SCC, SCC que se suministran o conocen convencionalmente como un agente de reticulación de silano. En una realización, la composición polimérica en el artículo final, preferente en la al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico, no está reticulada, es decir, está no reticulada, utilizando peróxido o SCC que se selecciona adecuadamente del grupo C anterior.
- 35 La composición polimérica puede contener componente(s) adicional(es), tal como componente(s) polimérico(s) adicional(es), que son distintos del polímero de etileno (a) y opcionalmente aditivo(s) y/o cargas.
- 40 Como aditivos opcionales, la composición polimérica de la invención contiene preferentemente aditivos convencionales para aplicaciones de módulos fotovoltaicos, que incluyen, aunque sin limitación, antioxidantes, estabilizadores de luz UV, agentes de nucleación, clarificadores, abrillantadores, secuestrantes ácidos, agentes de procesamiento así como agentes de deslizamiento, preferentemente, uno o más aditivos seleccionados al menos de un grupo A de antioxidantes, estabilizadores de luz UV, agentes de nucleación, clarificadores, abrillantadores, secuestrantes ácidos, agentes de procesamiento así como agentes de deslizamiento. Los aditivos pueden utilizarse en cantidades convencionales.
- 45 La composición polimérica de la invención puede comprender, dependiendo del artículo, preferentemente, dependiendo del elemento de capa, de la invención, también cargas que son distintas de dichos aditivos. Normalmente, las cantidades de las cargas son superiores a las cantidades de los aditivos como se ha definido anteriormente. Como ejemplos no limitantes, por ejemplo, se pueden mencionar retardantes de llama (FR), negro de carbono y óxido de titanio. Como ejemplos de retardantes de llama como dichas cargas, se pueden mencionar, por ejemplo, hidróxido de magnesio y polifosfato de amonio. Preferentemente, la carga opcional se selecciona de uno o más del grupo de F o FR, que son preferentemente uno o dos de hidróxido de magnesio y polifosfato de amonio, óxido de titanio y negro de carbono. La cantidad de la carga, en general, depende de la naturaleza de la carga y la aplicación final deseada, como resulta evidente para el experto en la materia.
- 50
- 55
- 60
- 65

Tales aditivos y cargas están, en general, disponibles en el mercado y se describen, por ejemplo, en "Plastic Additives Handbook", 5ª edición, 2001 de Hans Zweifel. Ejemplos de antioxidantes adecuados como aditivos para la estabilización de poliolefinas que contienen grupos silano hidrolizables que están reticulados con un catalizador de condensación de silanol, en particular, un catalizador de condensación de silanol ácido se describen en el documento EP 1254923. Otros antioxidantes preferentes se desvelan en el documento WO 2005003199A1. Además, los aditivos anteriores quedan excluidos de la definición de un catalizador de condensación de silano (SCC).

Los aditivos y las cargas como se han definido anteriormente pueden tener varias actividades funcionales, tales como contribuir a cualquiera una o más de actividad de estabilización, pigmentación, clarificación, nucleación o reticulación.

Por consiguiente, en una realización, la composición polimérica de la invención comprende preferentemente los aditivos anteriormente mencionados, entonces, la composición polimérica de la invención comprende, basado en la cantidad total (100 % en peso) de la composición polimérica,

- del 85 al 99,99 % en peso del polímero de etileno (a),
- unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que están preferentemente presentes en el polímero de etileno (a) como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferentes, en cantidades tales como se definen posteriormente a continuación, y
- del 0,01 al 15 % en peso de aditivo(s).

La cantidad total de aditivos opcionales y preferentes es preferentemente del 0,1 al 10 % en peso, más preferentemente del 0,2 al 10 % en peso, más preferentemente del 0,4 al 10 % en peso, más preferentemente del 0,5 al 10 % en peso, basado en la cantidad total (100 % en peso) de la composición polimérica.

Como ya se ha indicado, la composición polimérica de la invención puede comprender, además de aditivos opcionales y preferentes tal como se ha definido anteriormente, opcionalmente también cargas, tales como FR, óxido de titanio o negro de carbono, entonces, la composición polimérica de la invención comprende, basado en la cantidad total (100 % en peso) de la composición polimérica,

- del 15 al 94,99 % en peso del polímero de etileno (a),
- unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que están preferentemente presentes en el polímero de etileno (a) como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferentes, en cantidades tales como se definen posteriormente a continuación,
- del 0,01 al 15 % en peso de aditivo(s), y
- del 5 al 70 % en peso de carga opcional.

La cantidad total de la carga opcional es preferentemente del 10 al 70 % en peso, más preferentemente del 20 al 60 % en peso, basado en la cantidad total (100 % en peso) de la composición polimérica.

En la realización preferida de la invención, la composición polimérica comprende aditivos, preferentemente, al menos uno o más aditivos del grupo A anterior, y opcionalmente cargas.

Más preferentemente, la composición polimérica comprende aditivos, preferentemente, al menos uno o más aditivos del grupo A anterior, y sin cargas. Por consiguiente, en la realización más preferible, las cargas, preferentemente cargas del grupo F anterior, no están presentes en la composición polimérica.

La cantidad de polímero de etileno (a) en la composición polimérica de la invención es preferentemente de al menos el 35 % en peso, preferentemente de al menos el 40 % en peso, preferentemente de al menos el 50 % en peso, preferentemente de al menos el 75 % en peso, preferentemente del 80 al 100 % en peso, preferentemente del 85 al 99,99 % en peso, preferentemente del 90 al 99,9 % en peso, más preferentemente del 90 al 99,8 % en peso, más preferentemente del 90 al 99,6 % en peso, más preferentemente del 90 al 99,5 % en peso, basado en la cantidad total del/de los componente(s) polimérico(s) presente(s) en la composición polimérica. La composición polimérica preferida consiste en polímero de etileno (a) como el/los único(s) componente(s) polimérico(s). La expresión significa que la composición polimérica no contiene componente(s) polimérico(s) adicional(es), pero el polímero de etileno (a) como el único componente de polímero. Sin embargo, se debe entender en el presente documento que la composición polimérica puede comprender adicionalmente componente(s) distinto(s) del componente de polímero de etileno (a), tal como el/los aditivo(s) preferente(s) y/o carga(s) que puede(n) añadirse opcionalmente en una denominada mezcla madre (MB) que es una mezcla de un(os) aditivo(s) y/o carga(s) junto con un polímero portador. Si se añade cualquier aditivo o carga como una MB junto con un polímero portador, entonces, la cantidad del polímero portador se calcula con respecto a la cantidad total del aditivo o, respectivamente, con respecto a la cantidad total de la carga. Es decir, la cantidad de polímero portador de una MB opcional no se calcula con respecto a la cantidad de componente(s) polimérico(s).

En una realización preferente, la composición polimérica comprende, preferentemente consiste en, el polímero de etileno (a), unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que están presentes en el polímero de etileno (a) como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferente(s) y aditivo(s), preferentemente, al menos uno o más aditivos

de grupo A, que se encuentran, preferentemente, en las cantidades proporcionadas anteriormente.

- 5 En la realización más preferente de la invención, la al menos una capa es al menos una capa de un elemento de capa fotovoltaico, preferentemente de un elemento de encapsulación, en donde dicha al menos una capa comprende la composición polimérica que comprende, preferentemente, que consiste en, el polímero de etileno (a), unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que están presentes en el polímero de etileno (a) como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferente(s) y aditivo(s), preferentemente, al menos uno o más aditivos de grupo A, que se encuentran, preferentemente, en las cantidades proporcionadas anteriormente.
- 10 Las siguientes realizaciones, propiedades y subgrupos preferentes de la composición polimérica y los componentes de la misma, en concreto, polímero de etileno (a) y el artículo que incluye las realizaciones preferentes de la misma, son independientemente generalizables de modo que pueden utilizarse en cualquier orden o combinación para definir adicionalmente las realizaciones preferidas de la composición polimérica y el artículo de la invención. Además, a menos que se indique de otra manera, resulta evidente que las anteriores y siguientes propiedades, intervalos
- 15 preferentes de las propiedades y subgrupos preferentes del polímero de etileno (a) se aplican a la poliolefina antes de la reticulación opcional.

Composición polimérica, polímero de etileno (a) y unidades (b) que contienen grupo(s) silano

- 20 La composición polimérica de la invención comprende
- i) un polímero de etileno (a) con un(os) comonomero(s) polar(es), en donde
- 25 - el comonomero polar se selecciona entre el grupo de acrilato de metilo y metacrilato de metilo, y en donde
- el polímero de etileno (a) tiene opcionalmente unidades que contienen grupo(s) funcional(es) distintas de dicho comonomero polar, y
- ii) unidades (b) que contienen grupo(s) silano, en donde la composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene
- 30 - un MFR₂ de 13 a 70 g/10 min (de acuerdo con la norma ISO 1133 a 190 °C y a una carga de 2,16 kg), y
- un Índice de Adelgazamiento por Cizalladura, SHI_{0,05/300}, de 10,0 a 35,0, cuando se mide de acuerdo con "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de barrido de frecuencia)" tal como se describe a continuación en "Métodos de determinación".
- 35 El MFR₂ de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), es preferentemente de 13 a 50, preferentemente de 13 a 45, más preferentemente de 15 a 40, g/10 min.
- 40 La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente un Índice de adelgazamiento por Cizalladura, SHI_{0,05/300}, de 10,0 a 30,0, más preferentemente de 11,0 a 28,0, lo más preferentemente de 12,0 a 25,0, cuando se mide de acuerdo con "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de barrido de frecuencia)" tal como se describe a continuación en "Métodos de determinación".
- 45 La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene, preferentemente, una transmitancia de al menos el 88,2 %, preferentemente, al menos del 88,3 al 95,0 %, del 88,3 al 92,0 %, del 88,3 al 91,0 %, del 88,4 al 90,0 %, cuando se mide de acuerdo con la "Transmitancia" tal como se describe a continuación en los "Métodos de determinación".
- 50 Preferentemente, la composición polimérica tiene propiedades de refracción ventajosas. La diferencia en el Índice de Refracción (RI) de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C es inferior a 0,0340, preferentemente inferior a 0,0330, preferentemente inferior a 0,0320, más preferentemente de 0,0100 a 0,0310, cuando se mide de acuerdo con la medición del "Índice de refracción" tal como se describe a continuación en los "Métodos de determinación". El RI tiene un significado bien conocido y determina cuánta luz se desvía, o refracta, cuando entra en un material. Los índices de refracción también determinan,
- 55 por ejemplo, la cantidad de luz que se refleja cuando alcanza la interfaz, así como el ángulo crítico para el reflejo interno total.
- 60 El contenido de comonomero polar presente en el polímero de etileno (a), es preferentemente del 4,5 al 18 % en moles, preferentemente del 5,0 al 18,0 % en moles, preferentemente del 6,0 al 18,0 % en moles, preferentemente del 6,0 al 16,5 % en moles, más preferentemente del 6,8 al 15,0 % en moles, más preferentemente del 7,0 al 13,5 % en moles, cuando se mide de acuerdo con "Contenidos de comonomero" tal como se describe a continuación en los "Métodos de determinación". El contenido de comonomero preferente contribuye a las propiedades ventajosas anteriormente mencionadas de la composición polimérica.
- 65 La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente un G' (a 5 kPa) de 2.000 a 5.000, preferentemente de 2.500 a 4.000, preferentemente de 2.400 a 3.800, más preferentemente de 2.500 a 3.600

kPa, cuando se mide de acuerdo con "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de barrido de frecuencia)" tal como se describe a continuación en "Métodos de determinación".

5 El polímero de etileno (a) tiene preferentemente un peso molecular promedio en peso Mw de al menos 70.000, preferentemente de 80.000 a 300.000, preferentemente de 90.000 a 200.000, más preferentemente de 91.000 a 180.000, lo más preferentemente de 92.000 a 150.000, cuando se mide de acuerdo con "Pesos moleculares, distribución de peso molecular (Mn, Mw, MWD) - GPC" como se describe a continuación en los "Métodos de determinación". El intervalo de Mw junto con la presencia de ramificaciones de cadena del polímero de etileno (a) contribuye a las ventajosas propiedades reológicas.

10 Además, la composición polimérica tiene excelentes propiedades de permeabilidad al agua. La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente una permeación al agua de 20.000 o menos, preferentemente de 100 a 18.000, más preferentemente de 200 a 15.000 mg-mm/(m²-día), cuando se mide a 38 °C de acuerdo con la norma ISO 15106-3:2003 como se describe a continuación en el método de "Permeación al agua" en "Métodos de determinación".

15 La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente 1) un módulo de tracción MD de 6 a 30 MPa o 2) un módulo de tracción TD de 5 a 30 mPa, preferentemente tiene 1) un módulo de tracción MD de 6 a 30 MPa y 2) un módulo de tracción TD de 5 a 30 mPa, cuando se mide de acuerdo con "Módulo de tracción, norma ASTM D 8 82-A" tal como se describe a continuación en los "Métodos de determinación".

20 El polímero de etileno (a) tiene preferentemente una temperatura de fusión de 70 °C o más, preferentemente de 75 °C o más, más preferentemente de 78 °C o más, cuando se mide de acuerdo con la norma ISO 3146 como se describe a continuación en "Métodos de determinación". Preferentemente, el límite superior de la temperatura de fusión es de 100 °C o inferior.

25 Asimismo, la composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente propiedades eléctricas, indicadas como resistividad de volumen, que son inesperadamente buenas a un amplio intervalo de temperatura, es decir, similar al rendimiento de resistividad de volumen de polímeros de etileno no polares. Además, la resistividad de volumen de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), puede ser incluso superior a temperaturas más altas en comparación con polímeros de etileno no polares. También, la denominada resistividad de superficie es sorprendentemente alta en comparación con el polímero de etileno no polar. Las tensiones utilizadas en la determinación de la resistividad de volumen, son de 1.000 V. El acondicionamiento previo de las muestras se realiza en condiciones secas 48 horas a temperatura ambiente a una humedad relativa por debajo del 5 %.

30 Preferentemente, no más de uno comonomero polar tal como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones está presente en el polímero polar. Por consiguiente, lo más preferentemente, el comonomero polar es acrilato de metilo. El acrilato de metilo preferente, preferentemente en las cantidades preferentes tal como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones, del polímero polar con unidades que contienen grupo(s) silano adicionalmente contribuye a las inesperadamente buenas propiedades ópticas tales como índice de transmisión y de refracción e inesperadamente buenas propiedades reológicas.

35 Como se ha mencionado, el polímero polar tiene preferentemente unidades que contienen grupo(s) funcional(es) que son distintas de dicho comonomero polar como se ha definido anteriormente o a continuación. Tales unidades que contienen grupo(s) funcional(es) pueden incorporarse en el polímero polar copolimerizando un comonomero que contiene el/los grupo(s) funcional(es) o injertando un compuesto que contiene grupo(s) funcional(es).

40 En una realización preferente, dicho polímero polar es un polímero de etileno con comonomero de acrilato de metilo y preferentemente con unidades que contienen grupo(s) funcional(es).

45 Como se ha indicado anteriormente, lo más preferentemente, las unidades (b) que contienen grupo(s) silano de la composición polimérica están presentes en el polímero de etileno (a) como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferentes. Por consiguiente, dicho polímero de etileno (a) con un comonomero(s) polar(es), preferentemente, con un comonomero polar tal como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones, tiene adicionalmente unidades que contienen grupo(s) funcional(es) que son dichas unidades (b) que contienen grupo(s) silano. Tales unidades (b) que contienen grupo(s) silano pueden incorporarse en el polímero polar copolimerizando etileno junto con el/los comonomero(s) polar(es) y un comonomero que contiene grupo(s) silano o copolimerizando etileno junto con el/los comonomero(s) polar(es) y, a continuación, injertando el polímero polar obtenido con compuesto que contiene grupo(s) silano. El injerto es una modificación química del polímero mediante la adición de compuesto que contiene grupos silano normalmente en una reacción de radicales también conocida en la técnica.

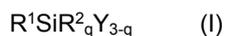
50 Es preferente que las unidades (b) que contienen grupo(s) silano estén presentes en el polímero de etileno (a) en la forma de unidades de comonomero copolimerizado. La copolimerización proporciona una incorporación más uniforme de las unidades (b) y la ramificación lateral resultante tiene menos impedimentos estéricos en comparación con el injerto de las mismas unidades (injertando la longitud de la ramificación resultante de la unidad es un átomo de carbono

más larga).

Las unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que están presentes en el polímero polar preferente en la forma de un compuesto injertado o, más preferentemente, en la forma de unidades de comonomero copolimerizado, como las unidades de contienen grupo(s) funcional(es) opcional(es) y preferente(s), son preferentemente hidrolizables y reticulables mediante hidrólisis y posterior condensación en presencia de un catalizador de condensación de silanol, como se describe a continuación y H₂O de un modo conocido en la técnica.

Asimismo, las unidades (b) que contienen grupo(s) silano presentes en el polímero de etileno (a) se encuentran preferentemente en una forma de un compuesto de silano hidrolizable o, preferentemente, en forma de unidades de comonomero de silano hidrolizable de fórmula (I) como se define posteriormente a continuación. Incluso más preferentemente dichas unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizable(s) preferentes de fórmula (I) presentes en el polímero de etileno (a) se encuentran preferentemente en forma de un compuesto de silano hidrolizable o, preferentemente, en forma de una unidad de comonomero de silano hidrolizable de fórmula (I) como se define posteriormente a continuación que incluye los subgrupos preferentes y realizaciones de la misma.

El compuesto que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s) para injertar unidades (b) que contiene grupo(s) silano como el/los grupo(s) funcional(es) opcional(es) y preferente(s) del polímero de etileno (a) o, preferentemente, las unidades de comonomero que contienen grupo(s) silano hidrolizable(s) para copolimerizar unidades (b) que contienen grupo(s) silano como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) al polímero de etileno (a) es preferentemente un compuesto de silano insaturado o, preferentemente, la unidad de comonomero de fórmula (I)



en donde

R¹ es un grupo hidrocarbilo, hidroxicarbilo o (met)acriloxi hidrocarbilo etilénicamente insaturado, cada R² es independientemente un grupo hidrocarbilo saturado alifático, Y, que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y q es 0, 1 o 2.

Ejemplos especiales del compuesto de silano insaturado son aquellos en donde R¹ es vinilo, alilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexanilo o gamma-(met)acriloxipropilo; Y es metoxi, etoxi, formiloxi, acetoxi, propioniloxi o un grupo alquilo o arilamino; y R², si está presente, es un grupo metilo, etilo, propilo, decilo o fenilo.

Compuestos de silano adecuados adicionales o, preferentemente, comonomero son, por ejemplo, trimetoxisilano de gamma-(met)acriloxipropilo, trietoxisilano de gamma(met)acriloxipropilo y triacetoxisilano de vinilo o combinaciones de dos o más de los mismos.

Como subgrupo preferente de unidad de fórmula (I) es un compuesto de silano insaturado o, preferentemente, un comonomero de fórmula (II)



en donde cada A es independientemente un grupo hidrocarbilo que tiene 1-8 átomos de carbono, preferentemente 1-4 átomos de carbono.

Comonomeros/compuestos preferentes de la fórmula (II) son trimetoxisilano de vinilo, bismetoxietoxisilano de vinilo, trietoxisilano de vinilo, siendo el trimetoxisilano de vinilo el más preferente.

La cantidad de las unidades (b) que contienen grupo(s) silano (preferentemente presentes en el polímero de etileno (a) como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferentes) presente en la composición polimérica, preferentemente en el polímero de etileno (a), es del 0,01 al 1,00 % en moles, preferentemente del 0,05 al 0,80 % en moles, más preferentemente del 0,10 al 0,60 % en moles, más preferentemente del 0,10 al 0,50 % en moles, cuando se determina de acuerdo con "Contenidos de comonomero" como se describe a continuación en "Métodos de determinación".

Es preferente que las unidades (b) que contienen grupo(s) silano como dichas unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferente(s) estén copolimerizadas como un comonomero con etileno y el comonomero(s) polar(es). Es decir, una unidad (b) que contiene grupo(s) silano, como se define a continuación o en las reivindicaciones, como las unidades (b) que contienen grupo(s) funcional(es) preferente(s) se encuentra en una forma de un comonomero presente en el polímero de etileno (a).

El polímero polar más preferente que contiene preferentemente unidades (b) que contienen grupo(s) silano como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferente(s) es un polímero de etileno con comonomero de acrilato de metilo y con un comonomero que contiene grupo(s) silano como se ha definido anteriormente o en la reivindicaciones,

preferentemente con un comonómero que contiene grupo(s) silano que es un comonómero de trimetoxisilano de vinilo.

Es preferente que el polímero polar, preferentemente el polímero polar de al menos una capa del elemento de capa del artículo, preferentemente del módulo fotovoltaico, de la invención carezca de, es decir, no contenga, unidades que
5 contienen grupo(s) funcional(es) injertadas con anhídrido maleico (MAH), carezca preferentemente de cualquier unidad que contiene grupo(s) funcional(es) injertados.

El polímero polar de la invención adecuado para el artículo, preferentemente la capa, de la invención puede estar, por ejemplo, disponible en el mercado o puede prepararse de acuerdo con o de forma análoga a los procesos de
10 polimerización descritos en la literatura química.

Es preferente que el polímero de etileno (a) de la invención se produzca polimerizando etileno con uno o más comonómeros polares, preferentemente un comonómero polar y, preferentemente, con dicho comonómero que contiene grupo(s) silano como se ha definido anteriormente en un proceso de alta presión (HP) utilizando
15 polimerización de radicales libres en presencia de uno o más iniciador(es) y, opcionalmente, utilizando un agente de transferencia de cadena (CTA) para controlar el MFR del polímero. El reactor de HP puede ser, por ejemplo, un reactor tubular o autoclave bien conocido o una mezcla de los mismos, preferentemente un reactor tubular. La polimerización de alta presión (HP) y el ajuste de las condiciones de proceso para personalizar adicionalmente las otras propiedades de la poliolefina dependiendo de la aplicación final deseada se conocen bien y se describen en la literatura y un experto
20 en la materia puede utilizarlo fácilmente. Las temperaturas de polimerización adecuadas varían hasta 400 °C, preferentemente de 80 a 350 °C y una presión de 70 MPa, preferentemente de 100 a 400 MPa, más preferentemente de 100 a 350 MPa. La polimerización de alta presión se realiza, en general, a presiones de 100 a 400 mPa y a temperaturas de 80 a 350 °C. Tales procesos se conocen bien y están bien documentados en la literatura y se describirán adicionalmente a continuación.

La incorporación del/de los comonómero(s) polar(es) y el comonómero opcional, y preferente, que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s) (así como otro(s) comonómero(s) opcional(es)) y el control de la alimentación de comonómeros para obtener el contenido final deseado de dichas unidades que contienen grupo(s) silano (hidrolizables)) puede
25 llevarse a cabo de un modo conocido y se encuentra dentro de las destrezas de un experto en la materia.

Se pueden encontrar detalles adicionales de la producción de (co)polímeros de etileno mediante polimerización con radicales a alta presión, entre otros, en Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol. 6 (1986), págs. 383-410 y Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001 Elsevier Science Ltd.: "Polyethylene: High-pressure, R.Klimesch, D.Littmann y F.-O. Mähling págs. 7181-7184.
30

Tal polimerización de HP da como resultado un denominado polímero de baja densidad de etileno (LDPE) con comonómero(s) polar(es) tal como se ha definido anterior y opcionalmente, y preferentemente, un comonómero que contiene grupo(s) silano como las unidades (b) que contienen grupo(s) silano. El término LDPE tiene un significado bien conocido en el campo de los polímeros y describe la naturaleza de polietileno producido en HP, es decir, las características típicas, tales como arquitectura de ramificación distinta, para distinguir el PDPE del PE producido en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas (también conocido como catalizador de coordinación). Aunque el término LDPE es una abreviatura de polietileno de baja densidad, se entiende que el término no limita el intervalo de densidades, sino que cubre los polietilenos de HP tipo LDPE con densidades bajas, medias y altas.
40

El polímero polar más preferente de la invención es un polímero de etileno con comonómero de acrilato de metilo y unidades (b) que contienen grupo(s) silano en forma de comonómero, preferentemente un comonómero de trimetoxisilano de vinilo, como las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferente(s), en donde el polímero se produce mediante una polimerización a alta presión (HP).
45

Lo más preferentemente, el polímero polar es un terpolímero de etileno con comonómero de acrilato de metilo y un comonómero que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s) tal como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones. Es preferente que dicho terpolímero se produzca mediante polimerización a alta presión.
50

Normal y preferentemente la densidad del polímero de etileno (a), es superior a 860 kg/m³. Preferentemente, la densidad de tal polímero de LDPE, no es superior a 970 kg/m³, y preferentemente es de 920 a 960 kg/m³, de acuerdo con la norma ISO 1872-2 como se describe a continuación en "Métodos de determinación".
55

En una realización adecuada de la invención, la densidad del polímero de etileno (a) es de 930-957 kg/m³, adecuadamente de 940-957 kg/m³.
60

Uso final de la composición polimérica

Módulo fotovoltaico

El artículo preferente de la invención es un módulo fotovoltaico que comprende al menos un elemento fotovoltaico y un elemento de capa que comprende al menos una capa, que comprende, preferentemente consiste en, la
65

composición polimérica de la invención como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones. El elemento de capa de dicho módulo fotovoltaico preferente puede ser un elemento monocapa o multicapa.

5 En una realización preferente, dicha al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico que comprende, preferentemente, que consiste en, la composición polimérica es un elemento monocapa laminado o un elemento multicapa laminado.

10 En otra realización igualmente preferente, dicha al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico que comprende, preferentemente, que consiste en, la composición polimérica es un elemento monocapa laminado o un elemento multicapa laminado.

15 Es preferente que dicha al menos una capa que comprende la composición polimérica sea una capa de un elemento de encapsulación de un módulo fotovoltaico. Más preferentemente, dicha al menos una capa es una capa de un elemento de encapsulación de un módulo fotovoltaico y consiste en la composición polimérica de la invención.

El elemento de encapsulación que comprende dicha al menos una capa de la invención, puede ser un elemento de encapsulación delantero o un elemento de encapsulación trasero, o ambos.

20 El elemento de encapsulación que comprende, preferentemente, que consiste en, dicha al menos una capa de la invención es más preferentemente un elemento monocapa de encapsulación delantero y/o trasero que comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica de la invención. Comprendiendo dicho elemento monocapa de encapsulación delantero y/o trasero, preferentemente, que consiste en, la composición polimérica de la invención está preferentemente extrudida o laminada a elementos de capa adyacentes o coextrudida con una(s) capa(s) de un elemento de capa adyacente.

25 Lo más preferentemente, el módulo fotovoltaico de la invención comprende un elemento de encapsulación delantero y trasero, preferentemente un elemento monocapa de encapsulación delantero y un elemento monocapa de encapsulación trasero, que comprenden, preferentemente, que consisten en, la composición polimérica de la invención.

30 El grosor del elemento monocapa o multicapa de encapsulación preferente puede variar dependiendo del tipo de módulo fotovoltaico, como conoce un experto en la materia. Preferentemente, el grosor del elemento monocapa o multicapa de encapsulación es al menos de 100 μm , más preferentemente al menos de 150 μm , incluso más preferentemente de 0,02 a 2 mm, más preferentemente de 0,1 a 1 mm, más preferentemente de 0,2 a 0,6 mm, lo más preferentemente de 0,3 a 0,6 mm.

40 Como se conoce bien, los elementos y la estructura de capa del módulo fotovoltaico de la invención puede variar dependiendo del tipo de módulo deseado. El módulo fotovoltaico puede ser rígido o flexible. La Figura 1 ilustra un módulo fotovoltaico preferente de la invención que comprende un elemento superior protector, por ejemplo, una lámina delantera de vidrio (cubierta delantera de vidrio), un elemento de encapsulación delantero (encapsulante delantero), elemento(s) de célula(s) fotovoltaica(s) (células fotovoltaicas + conectores), un elemento de encapsulación trasero (encapsulante trasero), elemento de lámina posterior, preferentemente, un elemento multicapa de lámina posterior y, opcionalmente, una cubierta protectora, como un bastidor de metal, tal como un bastidor de aluminio (con caja de unión). Además, los elementos anteriores pueden ser elementos monocapa o elementos multicapa. Preferentemente, al menos uno de dicho elemento de encapsulación delantero o trasero o, y preferentemente, tanto el elemento de encapsulación delantero como el elemento de encapsulación trasero, comprenden al menos una capa que comprende, preferentemente, que consiste en, la composición polimérica de la invención. Más preferentemente, al menos uno de dicho elemento de encapsulación delantero o elemento de encapsulación trasero o, y preferentemente, tanto el elemento de encapsulación delantero como el elemento de encapsulación trasero, es un elemento monocapa que comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica de la invención. También se conoce que el anterior módulo fotovoltaico puede tener elemento(s) de capa adicional(es) además de los elementos anteriormente mencionados.

55 Además, cualquiera de los elementos de capa puede ser elementos multicapa y comprender también capas adhesivas, tal como se ha mencionado anteriormente, para mejorar la adhesión de las capas del elemento multicapa.

60 Puede haber también capas de adhesivo entre los distintos elementos. Como ya se ha mencionado, la al menos una capa de la invención no significa cualquier capa de adhesivo opcional que comprende el polímero de etileno (a) injertado con MAH. Sin embargo, el fotomódulo de la invención puede comprender adicionalmente capa(s) de adhesivo que comprende, por ejemplo, la composición injertada con anhídrido maleico (MAH) de la invención.

65 Los materiales para láminas de vidrio, elemento(s) fotovoltaico(s) y para capas adicionales opcionales de elementos de capa (tal como elemento de lámina posterior), que son distintos de la al menos una capa de la composición polimérica de la invención, son, por ejemplo, bien conocidos en el campo de los módulos fotovoltaicos y están disponibles en el mercado o pueden producirse de acuerdo con o de forma análoga a los métodos conocidos en la literatura para el campo de módulos fotovoltaicos.

El módulo fotovoltaico de la invención puede producirse de un modo bien conocido en el campo de los módulos fotovoltaicos. Los elementos de capa poliméricos pueden producirse, por ejemplo, mediante extrusión, preferentemente mediante extrusión de película fundida, de un modo convencional utilizando el equipamiento de extrusora y formación de películas convencional. Las capas de cualquier elemento(s) multicapa y/o cualquier capa(s) adyacente(s) entre dos elementos de capa puede estar parcial o completamente coextrudidas o laminadas.

Los distintos elementos del módulo fotovoltaico se ensamblan normalmente juntos mediante medios convencionales para producir el módulo fotovoltaico final. Los elementos pueden proporcionarse a tal etapa de ensamblado por separado o, por ejemplo, dos elementos se pueden encontrar en forma completa o parcialmente integrada, como se sabe bien en la materia. Las distintas partes de elemento pueden, entonces, unirse entre sí mediante laminación utilizando las técnicas de laminación convencionales en el campo. El ensamblado del módulo fotovoltaico es bien conocido en el campo de los módulos fotovoltaicos.

15 Métodos de determinación

A menos que se indique lo contrario en la descripción o en la parte experimental, se utilizaron los siguientes métodos para las determinaciones de las propiedades de la composición polimérica, polímero polar y/o cualquier preparación de muestras de los mismos tal como se especifica en el texto o en la parte experimental.

20 Índice de fluidez

El índice de fluidez (MFR) se determina de acuerdo con la norma ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación de la fluidez y, por lo tanto, la procesabilidad, del polímero. Cuanto más alto es el índice de fluidez, más baja es la viscosidad del polímero. El MFR se determina a 190 °C para el polietileno. El MFR puede determinarse a distintas cargas tales como 2,16 kg (MFR₂) o 5 kg (MFR₅).

Densidad

30 Polietileno de baja densidad (LDPE): La densidad del polímero se midió de acuerdo con la norma ISO 1183-2. La preparación de la muestra se ejecutó de acuerdo con la norma ISO 1872-2 Tabla 3 Q (moldeado por extrusión).

Pesos moleculares, distribución de peso molecular (Mn, Mw, MWD) - GPC

35 Se usó un PL 220 (Agilent) GPC equipado con un índice de refracción (RI), un viscosímetro de cuatro puentes capilares en línea (PLBV 400-HT) y un detector de dispersión de luz doble (detector de dispersión de luz PL-LS 15/90) con un ángulo de 15° y un ángulo de 90°. Se aplicó 3x columnas Olexis y 1x Olexis Guard de Agilent como fase estacionaria y 1,2,4-triclorobenceno (TCB, estabilizado con 250 mg/l de 2,6-Di *terc*-butil-4-metil-fenol) como fase móvil a 160 °C y a un caudal constante de 1 ml/min. Se inyectaron 200 µl de solución de muestra por análisis. Todas las muestras se prepararon disolviendo 8,0 - 12,0 mg de polímero en 10 ml (a 160 °C) de TCB estabilizado (igual que la fase móvil) durante 2,5 horas para PP o 3 horas para PE a 160 °C bajo agitación suave continua. Se determinó la concentración inyectada de la solución de polímero a 160 °C (C_{160 °C}) de la siguiente manera.

$$c_{160^{\circ}C} = \frac{w_{25}}{v_{25}} * 0,8772$$

45 Con: w₂₅ (peso del polímero) y V₂₅ (volumen de TCB a 25 °C).

Las constantes de detector correspondientes así como los volúmenes de retardo entre detectores se determinaron con un patrón de PS estrecho (MWD = 1,01) con una masa molar de 132.900 g/mol y una viscosidad de 0,4789 dl/g. El dn/dc correspondiente para el patrón de PS usado en TCB es 0,053 cm³/g. El cálculo se realizó utilizando el Software Cirrus Multi-Offline SEC, versión 3.2 (Agilent).

La masa molar en cada corte de elución se calculó utilizando el ángulo de dispersión de luz de 15°. La recopilación de datos, el procesamiento de datos y el cálculo se realizaron usando el Software Cirrus Multi SEC, versión 3.2. El peso molecular se calculó usando la opción en el software Cirrus "usar ángulo LS 15" en el campo "opciones de cálculo de muestra subcampo *datos corte MW de*". El dn/dc usado para la determinación del peso molecular se calculó a partir de la constante del detector RI, la concentración c de la muestra y el área de la respuesta del detector de la muestra analizada.

60 Este peso molecular en cada corte se calcula de la manera descrita por C. Jackson y H. G. Barth (C. Jackson y H. G. Barth, "Molecular Weight Sensitive Detectors" en: Handbook of Size Exclusion Chromatography and related techniques, C.-S. Wu, 2ª ed., Marcel Dekker, Nueva York, 2004, pág. 103) a ángulo bajo. Para la región de bajo y alto peso molecular en la que se alcanzó menos señal del detector LS o del detector RI respectivamente, se usó un ajuste lineal para correlacionar el volumen de elución con el peso molecular correspondiente. Dependiendo de la muestra, se ajustó la región del ajuste lineal.

Se determinaron pesos moleculares promedio (M_z , M_w y M_n), distribución del peso molecular (MWD) y su amplitud, descritos por índice de polidispersidad, $PDI = M_w/M_n$ (en donde M_n es el peso molecular promedio en número y M_w es el peso molecular promedio en peso) por Cromatografía de Permeación en Gel (GPC) de acuerdo con las normas ISO 16014-4: 2003 y ASTM D 6474-99 utilizando las siguientes fórmulas:

$$M_n = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{\sum (A_i/M_i)} \quad (1)$$

$$M_w = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i \times M_i)}{\sum A_i} \quad (2)$$

$$M_z = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i \times M_i^2)}{\sum (A_i/M_i)} \quad (3)$$

Para un intervalo de volumen de elución constante ΔV_i , donde A_i y M_i son el área de corte máximo cromatográfica y el peso molecular de poliolefina (MW) determinado por GPC-LS.

Contenidos de comonomero:

El contenido (% en peso y % en moles) de comonomero polar presente en el polímero y el contenido (% en peso y % en moles) de unidades que contienen grupo(s) silano (preferentemente comonomero) presentes en la composición polimérica (preferentemente en el polímero):

Se usó espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa para cuantificar el contenido de comonomero de la composición polimérica o polímero como se proporciona anteriormente o a continuación en el contexto.

Se registraron espectros de RMN de 1H cuantitativos en el estado en solución usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 400 NMR que funciona a 400,15 MHz. Se registraron todos los espectros usando un cabezal de sonda de 5 mm inverso de banda ancha a 100 °C utilizando gas nitrógeno para todos los elementos neumáticos. Se disolvieron aproximadamente 200 mg de material en 1,2-tetracloroetano- d_2 (TCE- d_2) usando diterc-butilhidroxitolueno (BHT) (CAS 128-37-0) como estabilizador. Se empleó excitación de pulso único convencional utilizando un pulso de 30 grados, un retardo de relajación de 3 s y sin rotación de la muestra. Se adquirieron un total de 16 transitorios por espectro utilizando 2 barridos simulados. Se recogió un total de 32 k de puntos de datos por FID con un tiempo de permanencia de 60 μs , que se correspondía con una ventana espectral de aprox. 20 ppm. El FID se cargó a cero, a continuación, en 64 k de puntos de datos y una función de ventana exponencial aplicada con 0,3 Hz de ampliación de línea. Esta configuración se seleccionó principalmente por la capacidad de resolver las señales cuantitativas que resultan de la copolimerización de metacrilato y trimetilsiloxano de vinilo cuando está presente en el mismo polímero.

Se procesaron los espectros de RMN de 1H cuantitativos, se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas utilizando programas de automatización de análisis espectral personalizados. Todos los desplazamientos químicos se referenciaron internamente a la señal del disolvente protonado residual a 5,95 ppm.

Cuando estaba presente, se observaron señales características resultantes de la incorporación de acetato de vinilo (VA), acrilato de metilo (MA), acrilato de butilo (BA) y trimetilsiloxano de vinilo (VTMS), en diversas secuencias de comonomeros, (Randell89). Todos los contenidos de comonomero se calcularon con respecto a todos los otros monómeros presentes en el polímero.

La incorporación de acetato de vinilo (VA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 4,84 ppm asignada a los sitios *VA, representando el número de núcleos informadores por comonomero y corrigiendo la superposición de los protones de OH a partir del BHT cuando está presente:

$$VA = (I_{VA} - (I_{BHT}/2)) / 1$$

La incorporación de acrilato de metilo (MA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 3,65 ppm asignada a los sitios 1MA, representando el número de núcleos informadores por comonomero:

$$MA = I_{1MA} / 3$$

La incorporación de acrilato de butilo (BA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 4,08 ppm asignada a los sitios 4BA, representando el número de núcleos informadores por comonomero:

$$BA = I_{4BA} / 2$$

ES 2 749 435 T3

La incorporación de trimetilsiloxano de vinilo se cuantificó utilizando la integral de la señal a 3,56 ppm asignada a los sitios 1VTMS, representando el número de núcleos informadores por comonomero:

$$VTMS = I_{1VTMS} / 9$$

5 Se observaron señales características resultantes del uso adicional del BHT como estabilizador. La incorporación del contenido de BHT se cuantificó utilizando la integral de la señal a 6,93 ppm asignada a los sitios ArBHT, representando el número de núcleos informadores por molécula:

$$10 \quad BHT = I_{ArBHT} / 2$$

15 El contenido de comonomero de etileno se cuantificó utilizando la integral de la señal alifática (en masa) en masa entre 0,00 - 3,00 ppm. Esta integral puede incluir los sitios 1VA (3) y α VA (2) a partir de la incorporación de acetato de vinilo aislado, sitios *MA y α MA de la incorporación de acrilato de metilo aislado, sitios 1BA (3), 2BA (2), 3BA (2), *BA (1) y α BA (2) de la incorporación de acrilato de butilo aislado, los sitios *VTMS y α VTMS de la incorporación de silano de vinilo aislado y los sitios alifáticos de BHT así como los sitios de secuencias de polietileno. El contenido de comonomero de etileno total se calculó basándose en la integral en masa y compensando para las secuencias de comonomero observadas y BHT:

$$20 \quad E = (1/4) * [I_{en\ masa} - 5*VA - 3*MA - 10*BA - 3*VTMS - 21*BHT]$$

Cabe destacar que la mitad de las señales α en la señal en masa representan etileno y no comonomero y que se introduce un error significativo debido a la incapacidad de compensar para los dos extremos (S) de cadena saturada sin sitios de ramificación asociados.

25 Las fracciones molares totales de un monómero (M) dado en el polímero se calcularon del siguiente modo:

$$fM = M / (E + VA + MA + BA + VTMS)$$

30 La incorporación de comonomero total de un monómero (M) dado en el porcentaje en moles se calculó a partir de las fracciones molares de modo convencional:

$$M [\% \text{ en moles}] = 100 * fM$$

35 La incorporación de comonomero total de un monómero (M) dado en el porcentaje en peso se calculó a partir de las fracciones molares y de peso molecular del monómero (MW) de modo convencional:

$$M [\% \text{ en peso}] = 100 * (fM * MW) / ((fVA * 86,09) + (fMA * 86,09) + (fBA * 128,17) + (fVTMS * 148,23) + ((1-fVA-fMA-fBA-fVTMS) * 28,05))$$

40 randall89

J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201.

45 Si se observan señales características de otras especies químicas específicas la lógica de la cuantificación /o compensación puede extenderse de un modo similar al usado para las especies químicas específicamente descritas. Es decir, identificación de señales características, cuantificación mediante integración de una señal o señales específica(s), escalado del número de núcleos informados y compensación en la integral en masa y cálculos relacionados. Aunque este proceso es específico para las especies químicas específicas en cuestión, el enfoque se basa en los principios básicos de la espectroscopia de RMN cuantitativa de polímeros y, por lo tanto, un experto en la materia puede implementarlo según sea necesario.

Adhesión:

55 Preparación de muestra de película:

60 Se extruyeron cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (de ejemplos inventivos y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de grosor en una extrusora de Collin teach-line E 20T para las mediciones de adhesión. Las cintas se produjeron con las siguientes temperaturas establecidas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

Mediciones de adhesión:

65 Se usaron para las mediciones de adhesión las películas extrudidas obtenidas de las muestras de ensayo con un grosor de 0,45 mm. La resistencia de adhesión se midió sobre vidrio de ventana normal. Las muestras de adhesión se prepararon mediante laminación de dos películas sobre una placa de vidrio (dimensiones 30 x 300 x 4 mm (b*l*d))

5 con una tira de Teflón entre el vidrio y la película para la medición de ensayo de adhesión. Sobre la parte superior de las dos películas se colocó también una lámina posterior antes de la laminación. La laminación se realizó a 150 °C durante 15 minutos y una presión de 800 mbar (80 kPa) utilizando un laminador P de módulos PV completamente automático. Energía L036LAB. Después de la laminación se cortó una muestra de ensayo del vidrio de muestra con una anchura de 15 mm para la medición de resistencia al pelado. La adhesión se midió en una máquina de tracción Alwetron TCT 25 con un ángulo de pelado de 90 grados y una velocidad de pelado de 100 mm/min.

Transmitancia

10 Preparación de muestra de película:

15 Se extruyeron cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (de ejemplos inventivos y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de grosor en una extrusora de Collin teach-line E 20T para las mediciones de transmitancia. Las cintas se produjeron con las siguientes temperaturas establecidas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

Mediciones de transmitancia:

20 Se registró la transmitancia entre 400 nm y 1.150 nm con un espectrómetro Perkin Elmer Lambda 900 UV/VIS/NIR equipado con una esfera integradora de 150 mm. Se calculó la transmitancia ponderada solar entre 400 nm y 1.150 nm utilizando la Fórmula 1 de acuerdo con el proyecto de norma IEC 82/666/NP utilizando la irradiancia de fotones espectrales de referencia como se proporciona en IEC 60904-3.

25 La transmitancia se puede observar como la cantidad total de luz que va a través de la muestra incluida transmitancia (directa) dispersada y paralela.

Módulo de tracción, ASTM D 882-A

30 Preparación de muestra de película:

35 Se extruyeron cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (de ejemplos inventivos y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de grosor en una extrusora de Collin teach-line E 20T para las mediciones del módulo de tracción. Las cintas se produjeron con las siguientes temperaturas establecidas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

Mediciones del módulo de tracción: se midieron de acuerdo con la norma ASTM D 882-A. La velocidad de ensayo es de 5 mm/min. La temperatura de ensayo es de 23 °C. La anchura de la película fue de 25 mm.

Índice de refracción (RI)

40 Preparación de muestra de película:

45 Se extruyeron cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (de ejemplos inventivos y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de grosor en una extrusora de Collin teach-line E 20T para las mediciones de RI. Las cintas se produjeron con las siguientes temperaturas establecidas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

Mediciones de RI

50 Dispositivo:
Condiciones de refractómetro Anton Paar Abbemat:

- longitud de onda: 589,3 nm
- 3 mediciones por película
- Intervalo de temperatura: de 10 a 70 °C en etapas de 10 °C

55 **Propiedades reológicas:**

Mediciones de cizalladura dinámica (mediciones de barrido de frecuencia)

60 La caracterización de fusión de la composición polimérica o polímero como se ha proporcionado anteriormente o a continuación en el contexto mediante mediciones de cizalladura dinámica cumple con las normas ISO 6721-1 y 6721-10. Las mediciones se realizaron en un reómetro rotacional de tensión controlada Anton Paar MCR501, equipado con una geometría de placas paralelas de 25 mm. Las mediciones se llevaron a cabo en placas moldeadas por compresión, utilizando atmósfera de nitrógeno y estableciendo una deformación dentro del régimen viscoelástico lineal. Los ensayos de cizalladura oscilatoria se realizaron a 190 °C aplicando un intervalo de frecuencia de entre 0,01 y 600 rad/s y estableciendo un hueco de 1,3 mm.

En un experimento de cizalladura dinámica, la sonda se somete a una deformación homogénea en una deformación de cizalladura o tensión de cizalladura variante sinusoidal (modo controlado de deformación y tensión, respectivamente). En un experimento de deformación controlada, la sonda se somete a una deformación sinusoidal que puede expresarse por

$$\gamma(t) = \gamma_0 \text{sen}(\omega t) \quad (1)$$

Si la deformación aplicada se encuentra dentro del régimen viscoelástico lineal, la respuesta de tensión sinusoidal resultante puede proporcionarse por

$$\sigma(t) = \sigma_0 \text{sen}(\omega t + \delta) \quad (2)$$

donde

σ_0 y γ_0 son las amplitudes de tensión y deformación, respectivamente
 ω es la frecuencia angular
 δ es el cambio de fase (ángulo de pérdida entre deformación aplicada y respuesta de tensión)
 t es el tiempo

Los resultados del ensayo dinámico se expresan normalmente por medio de varias funciones reológicas distintas, en concreto, el módulo de almacenamiento de cizalladura G' , el módulo de pérdida de cizalladura, G'' , el módulo de cizalladura complejo, G^* , la viscosidad de cizalladura compleja, η^* , la viscosidad de cizalladura dinámica, η' , el componente fuera de fase de la viscosidad de cizalladura compleja η'' y la tangente de pérdida, $\tan \delta$ que puede expresarse del siguiente modo:

$$G' = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} \cos \delta \text{ [Pa]} \quad (3)$$

$$G'' = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} \text{sen} \delta \text{ [Pa]} \quad (4)$$

$$G^* = G' + iG'' \text{ [Pa]} \quad (5)$$

$$\eta^* = \eta' + i\eta'' \text{ [Pa.s]} \quad (6)$$

$$\eta' = \frac{G''}{\omega} \text{ [Pa.s]} \quad (7)$$

$$\eta'' = \frac{G'}{\omega} \text{ [Pa.s]} \quad (8)$$

Además de las funciones anteriormente mencionadas se pueden determinar también otros parámetros reológicos tales como el denominado índice de elasticidad $El(x)$. El índice de elasticidad $El(x)$ es el valor del módulo de almacenamiento, G' determinado para un valor del módulo de pérdida, G'' de x kPa y puede describirse mediante la ecuación (9).

$$El(x) = G' \text{ para } (G'' = x \text{ kPa}) \text{ [Pa]} \quad (9)$$

Por ejemplo, el $El(5 \text{ kPa})$ se define por el valor del módulo de almacenamiento G' , determinado por un valor de G'' igual a 5 kPa.

El Índice de Adelgazamiento por Cizalladura ($SHI_{0,05/300}$) se define como una relación de dos viscosidades medidas en las frecuencias 0,05 rad/s y 300 rad/s, $\mu_{0,05} / \mu_{300}$.

Bibliografía:

[1] Rheological characterization of polyethylene fractions" Heino, E.L., Lehtinen, A., Tanner J., Seppälä, J., Neste Oy, Porvoo, Finlandia, Theor. Appl. Rheol., Proc. Int. Congr. Rheol, 11ª (1992), 1, 360-362
 [2] The influence of molecular structure on some rheological properties of polyethylene", Heino, E.L., Borealis Polymers Oy, Porvoo, Finlandia, Annual Transactions of the Nordic Rheology Society, 1995.).
 [3] Definition of terms relating to the non-ultimate mechanical properties of polymers, Pure & Appl. Chem., Vol. 70, N.º 3, págs. 701-754, 1998.

Permeación al agua

Preparación de muestra de película

Se extruyeron cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (de ejemplos inventivos y comparativos) con una dimensión de 40 mm de anchura y 0,45 mm de grosor en una en una línea de extrusión de película fundida en una extrusora battenfield 60. Las cintas se produjeron con las siguientes temperaturas establecidas: 50/120/130 °C. con 112 rpm.

5

Medición de permeación al agua: se midió de acuerdo con la norma ISO 15106-3:2003.

Dispositivo: Mocon Aquatran
 Temperatura: 38 °C ± 0,3 °C.
 Humedad relativa: 0/100%
 Área de la muestra: 5 cm²

Resistividad de volumen

10

Medida de acuerdo con IEC 60093 de muestras de cintas a 20 °C después de acondicionamiento en seco 48 h a humedad relativa (HR) < 5 %.

Parte experimental

15

Preparación de ejemplos

Polimerización de polímeros de los ejemplos inventivos Ej. 1, Ej. 2 y Ej. 3 y el ejemplo comparativo Ej. Comp. 1: se produjeron polímeros inventivos y comparativos en un reactor tubular de alta presión de un modo convencional utilizando iniciador de peróxido convencional. Se añadió monómero de etileno, comonómero polar como se ha identificado en la tabla 1 y comonómero de trimetoxisilano de vinilo (VTMS) (comonómero (b) que contiene grupo(s) silano) al sistema de reactor de un modo convencional. Se usó CTA para regular el MFR también conocido por un experto en la materia.

20

25

La cantidad de las unidades de trimetoxi silano de vinilo, VTMS, (= unidades que contienen grupo(s) silano), la cantidad de MA y MFR₂ se proporcionan en la tabla 2.

Las propiedades en las tablas a continuación se midieron a partir del polímero obtenido del reactor o a partir de una muestra de película del polímero tal como se indica a continuación.

30

Tabla 1: Condiciones de proceso y propiedades de producto de ejemplos inventivos y comparativos

Polímero de ensayo	Ej. Inv. 1	Ej. Inv. 2	Ej. Inv. 3	Ej. Comp. 1
Condiciones de polimerización				
Presión, MPa	250	250	250	250
Temperatura máx.	285	285	285	285
Propiedades del polímero obtenido del reactor				
MFR _{2,16} , g/10 min	16	20	18	7
contenido de acrilato, % en moles	MA 8,0	MA 9,8	MA 10,4	BA 4,4
Temperatura de fusión, °C	89	86	85	96
contenido de VTMS, % en moles	0,23	0,23	0,45	0,35
Densidad, kg/m ³	945	951	955	927
Mw*	93.000	98.000	96.350	86.000
MWD*	5,1	6,9	4,6	5,1
Propiedades medidas a partir de la muestra de película del polímero				
Módulo de tracción MD, MPa	20,8	14,1	11,1	
Módulo de tracción TD, MPa	19,3	12,8	9,8	
Resistividad de volumen, Ω-cm a 20 °C	2,24E+16	9,36E+15	9,93E+15	
*El Mw y la MWD se midieron después de 1 semana desde la producción				

En la tabla 1 anterior MA denota el contenido de comonómero de acrilato de metilo presente en el polímero y, respectivamente, BA denota el contenido de comonómero de acrilato de butilo presente en el polímero. El contenido de VTMS denota el contenido de trimetoxisilano de vinilo presente en el polímero.

35

Tabla 2: Propiedades de transmitancia medidas a partir de una muestra de película de un polímero de ensayo

Muestras de película del polímero	Transmitancia (%)
Ej. Comp. 1	88,1
Ej. Inv. 1	88,5
Ej. Inv. 2	88,8
Ej. Inv. 3	88,9

Como se observa a partir del aumento en el MFR y el contenido de comonomero superior del polímero de los Ejemplos inventivos da como resultado una transmisión superior.

5

Tabla 3: Diferencia en el Índice de refracción dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C

Temp. °C	10	20	30	40	50	60	70
Muestra de película de ensayo del polímero	Índice de refracción (RI)						
Ej. Comp. 2	1.4892	1.4847	1.4800	1.4735	1.4664	1.4600	1.4540
Ej. Inv. 1	1.498	1.494	1.490	1.485	1.479	1.473	1.468
Ej. Inv. 2	1.495	1.492	1.487	1.482	1.476	1.471	1.465

Ej. Comp. 2: Copolímero de referencia de acetato de etilvinilo (EVA) con contenido de acetato de vinilo del 33 % en peso y MFR₂ de 40 g/10 min.

10

El RI se midió a partir de las muestras de películas de ensayo a las temperaturas, 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70 °C. La diferencia en el Índice de refracción de los polímeros de los Ejemplos Inventivos dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C es claramente inferior al del Ej. Comp. 2.

15 El RI de los polímeros de los Ejemplos Inventivos también es superior al RI de EVA.

Tabla 4: Permeación al agua

Polímero de película de ensayo	HR*	Permeación
	%	mg-mm/[m ² -día]
Ej. Inv. 2	0/100	13706
Ej. Inv. 1	0/100	11391
Ej. Comp. 2	0/100	21603
*Humedad relativa		

Estabilidad durante el almacenamiento:

20

Las mediciones de estabilidad durante el almacenamiento y los datos de reología a continuación se determinaron a partir del polímero del Ej. Inv. 3 y Ej. Inv. 4 obtenidos del reactor.

25 Ej. Inv. 4 se produjo como los Ej. Inv. 1-3 ajustando las condiciones de polimerización de un modo conocido para obtener un contenido de MA del 12,3 % en moles, contenido de silano del 0,48 % en moles, MFR₂ de 34 g/10 min, densidad de 960 kg/m³ y Tm de 81 °C. La resistividad de volumen del polímero del Ej. Inv. 4 fue de 2,59E+15, Ω-cm a 20 °C. El polímero del Ej. Inv. 4 se sometió a formación de compuestos en cantidades convencionales con antioxidante convencional (n.º CAS 32687-78-8) y compuesto de amina impedida estabilizador de UV (n.º CAS 71878-19-8, 70624-18-9 (en EE.UU.)) y la muestra de película para el ensayo de adhesión se realizó a partir de la composición polimérica sometida a formación de compuestos.

30

Se analizaron los polímeros del ejemplo de ensayo para su estabilidad durante el almacenamiento durante un período de 14 semanas después de la producción. Los valores Mn, Mw y Mz y la polidispersidad medida con GPC utilizando detector triple (dispersión de luz de viscosímetro de RI) o como se ha definido en los métodos de determinación) se miden con una humedad del 20 % y una temperatura de 22 °C, se muestran a continuación. La Tabla 5 proporciona el análisis de GPC de los polímeros del Ej. Inv. 4 y el Ej. Inv. 3, respectivamente durante un período de 14 semanas. La Tabla 5 muestra que no hay ninguna diferencia significativa en el Mn, Mw y Mz dentro de las 14 semanas.

35

Tabla 5: Análisis de GPC

	Semanas después de la producción	Mn	Mw	Mz
Ej. Inv. 4	1	18676	101609	1166050
	2	18777	96632	728317
	3	19500	113000	2320000

40

(continuación)

	Semanas después de la producción	Mn	Mw	Mz
	4	18800	109000	2048000
	7	19300	92000	937000
	10	19100	96000	1055000
	14	19400	97000	1045000
RSTD (%)		3,7	6,1	28,6

Tabla 6: Datos de reología de los polímeros de ensayo

Muestra de polímero/tiempo de medición después de que se haya obtenido el polímero del reactor	$\eta_{0,05\text{rad/s}}$ [Pa.s]	$\eta_{300\text{rad/s}}$ [Pa.s]	SHI (0,05/300)
Ej. Inv. 3	2269	147	15,43
Ej. Inv. 4	1888	105	17,98
Ej. Comp. 1	3793	208,00	18,23

Tabla 7: Estabilidad durante el almacenamiento mostrada con análisis reológico para el Ej. Inv. 3

Polímero de ensayo/tiempo de medición después de que se haya obtenido el polímero del reactor	$\eta_{0,05\text{rad/s}}$ [Pa.s]	$\eta_{300\text{rad/s}}$ [Pa.s]	SHI (0,05/300)	mfr_2 g/10 min	G' 5 kPa
Ej. Inv. 3 Después de obtenerse del reactor	2269	147	15,43	17,67	2610
Ej. Inv. 3 1 semana	2712	148	18,32	18,01	
Ej. Inv. 3 2 semanas	2429	147	16,52	17,79	
Ej. Inv. 3 3 semanas	2326	146	15,93	18,21	
Ej. Inv. 3 4 semanas	2332	147	15,86	17,47	
Ej. Inv. 3 7 semanas	2368	138	17,15	18,03	
Ej. Inv. 3 9 semanas	2465	147	16,76	16,74	
Ej. Inv. 3 11 semanas	2507	149	16,82	16,87	
Ej. Inv. 3 14 semanas	2668	148,00	18,02	16,65	

5

Tabla 8: Estabilidad durante el almacenamiento mostrada con análisis reológico para el Ej. Inv. 4

Polímero de ensayo/tiempo de medición después de que se haya obtenido el polímero del reactor	$\eta_{0,05\text{rad/s}}$ [Pa.s]	$\eta_{300\text{rad/s}}$ [Pa.s]	SHI (0,05/300)	MFR g/10 min
Ej. Inv. 4 Después de obtenerse del reactor	1888	105	17,98	34,31
Ej. Inv. 4 1 semana	1489	102	14,54	33,51
Ej. Inv. 4 2 semanas	1704	95	17,93	32,17
Ej. Inv. 4 3 semanas	1718	102	16,81	33,37
Ej. Inv. 4 4 semanas	1391	100	13,92	33,22
Ej. Inv. 4 7 semanas	1458	98	14,95	33,3
Ej. Inv. 4 8 semanas	1379	108	12,76	29,65
Ej. Inv. 4 11 semanas	1434	103	13,92	29,41
Ej. Inv. 4 14 semanas	1670	107,00	15,60	30,4

Tabla 9: Propiedades de adhesión de las muestras de película de los polímeros de ensayo

Polímero	Ej. Inv. 1	Ej. Inv. 2	Ej. Inv. 3	Ej. Comp. 4
Adhesión	> 150	> 150	> 150	< 50

5 El Ej. Comp. 4 es una referencia comercial que es copolímero de etileno silano con un contenido de silano (que se origina de unidades de comonomero de VTMS) del 0,35 % en moles y un MFR₂ de 1 g/10 min.

Como puede verse a partir de los resultados, los ejemplos inventivos tienen propiedades de adhesión superiores en comparación con el copolímero de etileno silano no polar.

REIVINDICACIONES

1. Una composición polimérica que comprende

5 i) un polímero de etileno (a) con un(os) comonómero(s) polar(es), en donde

- el comonómero polar se selecciona entre el grupo de acrilato de metilo y metacrilato de metilo, y en donde
- el polímero de etileno (a) tiene opcionalmente unidades que contienen grupo(s) funcional(es) distintas de dicho comonómero polar, y

10

ii) unidades (b) que contienen grupo(s) silano, en donde la composición polimérica tiene

15

- un MFR₂ de 13 a 70 g/10 min (de acuerdo con la norma ISO 1133 a 190 °C y a una carga de 2,16 kg), y
- un Índice de Adelgazamiento por Cizalladura, SHI_{0,05/300}, de 10,0 a 35,0, cuando se mide de acuerdo con "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de barrido de frecuencia)" tal como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de determinación".

20

2. La composición polimérica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el MFR₂ de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), es de 13 a 50, preferentemente de 13 a 45, más preferentemente de 15 a 40, g/10 min.

25

3. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición polimérica tiene una o dos de las propiedades reológicas a) y b)

- a) Índice de Adelgazamiento por Cizalladura, SHI_{0,05/300}, de 10,0 a 30,0, y/o
- b) G' (a 5 kPa) de 2.000 a 5.000, preferentemente de 2.500 a 4.000, kPa, preferentemente ambas propiedades reológicas a) y b), cuando se mide de acuerdo con "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de barrido de frecuencia)" tal como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de determinación".

30

35

4. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la diferencia en el Índice de Refracción de la composición polimérica dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C es inferior a 0,0340, preferentemente inferior a 0,0330, preferentemente inferior a 0,0320, cuando se mide de acuerdo con la medición del "Índice de refracción" tal como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de determinación".

40

5. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición polimérica tiene un Transmitancia de al menos el 88,2 %, preferentemente del 88,3 al 95,0 %, preferentemente del 88,3 al 92,0 %, más preferentemente del 88,3 al 91,0 %, cuando se mide de acuerdo con la "Transmitancia" tal como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de determinación".

45

6. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el contenido de comonómero polar presente en el polímero de etileno (a) es del 4,5 a 18 % en moles, preferentemente del 5,0 al 18,0 % en moles, preferentemente del 6,0 al 18,0 % en moles, cuando se mide de acuerdo con "Contenidos de comonómero" tal como se describe en la memoria descriptiva en los "Métodos de determinación".

50

7. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polímero de etileno (a) tiene un peso molecular promedio en peso Mw de al menos 70.000, preferentemente de 80.000 a 300.000, preferentemente de 90.000 a 200.000, cuando se mide de acuerdo con "Pesos moleculares, distribución de peso molecular (Mn, Mw, MWD) - GPC" como se describe en la memoria descriptiva en los "Métodos de determinación".

55

8. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene una Permeación al Agua de 20.000 o menos mg-mm/(m²-día), cuando se mide a 38 °C de acuerdo con la norma ISO 15106-3:2003 como se describe en la memoria descriptiva en el método de "Permeación al agua" en "Métodos de determinación".

60

9. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene 1) un Módulo de Tracción MD de 6 a 30 MPa o 2) un Módulo de Tracción TD de 5 a 30 MPa, preferentemente tiene 1) un Módulo de Tracción MD de 6 a 30 MPa y 2) un Módulo de Tracción TD de 5 a 30 MPa, cuando se mide de acuerdo con "Módulo de tracción, norma ASTM D 882-A" tal como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de determinación".

65

10. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la densidad del polímero de etileno (a) es de 930-957 kg/m³, adecuadamente de 940-957 kg/m³.

11. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polímero de etileno (a) con el/los comonómero(s) polar(es) es un polímero de etileno con comonómero de acrilato de metilo y tiene opcionalmente unidades que contienen grupo(s) funcional(es).

12. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polímero de etileno (a) con el/los comonomero(s) polar(es) tiene unidades que contienen grupos funcionales, con lo que, preferentemente, el polímero de etileno (a) con el/los comonomero(s) polar(es) tiene unidades (b) que contienen grupo(s) silano como dichas unidades que contienen grupos funcionales, más preferentemente, el polímero de etileno (a) con el/los comonomero(s) polar(es) tiene unidades (b) que contienen grupo(s) silano, en donde la cantidad de unidades (b) que contienen grupo(s) silano en el polímero de etileno (a) es del 0,01 al 1,00 % en moles, cuando se determina de acuerdo con "Contenidos de comonomero" tal como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de determinación".

13. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las unidades (b) que contienen grupo(s) silano como las unidades que tienen grupos funcionales están presentes en dicho polímero de etileno (a) en forma de unidades de comonomero.

14. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad o el compuesto de comonomero que contiene grupo(s) silano como unidades (b) que contienen grupo(s) silano es un compuesto de silano insaturado hidrolizable representado por la fórmula



en donde

R¹ es un grupo hidrocarbilo, hidroxicarbilo o (met)acriloxi hidrocarbilo etilénicamente insaturado, cada R² es independientemente un grupo hidrocarbilo saturado alifático, Y, que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y q es 0, 1 o 2.

15. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polímero de etileno (a) polar es un copolímero de etileno con comonomero de acrilato de metilo y un comonomero que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s), preferentemente, un terpolímero de etileno con comonomero de acrilato de metilo y un comonomero que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s).

16. Un artículo que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.

17. El artículo de acuerdo con la reivindicación 16, que es un elemento de capa, preferentemente de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico, en donde dicho elemento de capa comprende al menos una capa que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.

18. El artículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 16 o 17, que es un módulo fotovoltaico que comprende al menos un elemento fotovoltaico y al menos un elemento de capa que comprende al menos una capa, en donde dicha al menos una capa comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.

19. Un módulo fotovoltaico que comprende al menos un elemento fotovoltaico y al menos un elemento de capa que es un elemento monocapa que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15 o un elemento multicapa que comprende dos o más capa(s), en donde al menos una capa comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.

20. El módulo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 18, en donde dicho al menos un elemento de capa es un elemento monocapa de encapsulación que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15 o un elemento multicapa de encapsulación que comprende al menos una capa que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.

Figura 1

