

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 083**

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/EP2015/071022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16041926**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2015 E 15770474 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3194495**

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

30 Prioridad:

**18.09.2014 EP 14185399**

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

**19.03.2020**

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)  
IZD Tower Wagramerstraße 17-19  
1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 749 083 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 preferentemente se denomina una capa de un elemento de capa, preferentemente de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico.

10 Los módulos fotovoltaicos, también se conocen como módulos de células solares, producen electricidad a partir de luz y se usan en diversos tipos de aplicaciones también conocidas en el campo. El tipo de módulo fotovoltaico puede variar. Los módulos tienen normalmente una estructura de multicapa, es decir, diversos elementos de capa diferentes que tienen funciones diferentes. 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  
15 módulo fotovoltaico rígido puede contener, por ejemplo, un elemento superior de vidrio rígido, un elemento frontal de capa de encapsulamiento, al menos un elemento de células fotovoltaicas junto con conectores, un elemento trasero de capa de encapsulamiento, un elemento de capa de lámina posterior y, por ejemplo, un bastidor de aluminio. Todos los citados términos tienen un significado conocido en la técnica. En módulos flexibles, el elemento de capa superior puede ser, por ejemplo, una capa fluorada formada por un polímero de poli(fluoruro de vinilo) (PVF) o poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF). Normalmente, la capa de encapsulamiento está formada por acetato de etileno vinilo (EVA).  
20

Los elementos de capa anteriormente mostrados a modo de ejemplo pueden ser elementos monocapa o multicapa. Además, pueden existir capa(s) adhesiva(s) entre las capas de un elemento o entre los diferentes elementos de  
25 capa.

Existe una demanda continua de nuevas composiciones poliméricas para elemento(s) de capa de módulos fotovoltaicos con el fin de cumplir las diversas demandas necesarias para el crecimiento y desarrollo de la industria de módulos fotovoltaicos.  
30

Figuras

La Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de módulo fotovoltaico.

**35 Descripción de la invención**

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

- 40 i) un polímero de etileno (a) con un comonomero(s) polar(es), en la que
- el comonomero polar está presente en el polímero de etileno (a) en una cantidad de un 4,5 a un 18 % en moles, cuando se mide de acuerdo con "contenidos de comonomero" como se describe a continuación en "Métodos de determinación", y
  - el comonomero polar está seleccionado entre el grupo de ésteres de ácido carboxílico insaturado, y en el que  
45 - el polímero de etileno (a) opcionalmente porta unidades que contienen grupo(s) funcional(es) diferentes del comonomero polar, y
- ii) unidades (b) que contienen grupo(s) de silano, en los que la composición polimérica tiene
- diferencia de Índice de Refracción de la composición polimérica dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C es menor de 0,0340, cuando se mide de acuerdo con "Índice de Refracción"; y  
50 Un Índice de Afinado 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 oscilación de frecuencia)".

55 La composición polimérica de la invención es altamente ventajosa para al menos una capa del elemento de capa.

La composición polimérica de la invención, como se ha definido anteriormente o a continuación, se denomina en la presente memoria también de forma breve "composición polimérica" o "composición". "Polímero de etileno (a) con un comonomero(s) polar(es)" como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones se denomina  
60 en la presente memoria de forma breve "polímero de etileno (a)" o "polímero polar".

La expresión "con un comonomero(s) polar(es)" significa en la presente memoria que etileno puede contener uno o más comonomeros particulares que son diferentes.

65 Preferentemente, el polímero de etileno (a) contiene un comonomero polar como comonomero(s) polar(es).

Como resulta bien conocido, "comonomero" hace referencia a unidades de comonomero polimerizable.

5 Sorprendentemente, se ha descubierto que la composición polimérica que comprende el polímero de etileno (a) que tiene el contenido de comonomero polar reivindicado y, adicionalmente, que comprende unidades que contienen grupo(s) de silano, como se define en las reivindicaciones o a continuación, tiene excelente estabilidad térmica expresada como la diferencia en el Índice de Refracción (RI) en determinado intervalo de temperaturas al tiempo que se mantienen buenas propiedades de adhesión. El RI tiene un significado bien conocido y determina la cantidad de luz desviada o refractada, cuando se produce la entrada en el material. Los índices de refracción también determina por ejemplo la cantidad de luz reflejada cuando se alcanza la interfaz, así como el ángulo crítico para la reflexión interna total.

El equilibrio de propiedades resulta altamente viable desde el punto de vista industrial y no es predecible a partir de la técnica anterior.

15 Aún más sorprendentemente, la composición polimérica de la invención proporciona preferentemente un equilibrio de propiedades inesperado entre las propiedades ópticas, las propiedades mecánicas y las propiedades de adhesión que resulta altamente ventajoso por ejemplo para aplicaciones de módulos fotovoltaicos.

20 Además, la composición polimérica de la invención también puede proporcionar una estabilidad de almacenamiento altamente ventajosa, ya que es posible mejorar el equilibrio de propiedades altamente ventajoso, si se desea, sin llevar a cabo ninguna etapa de reticulación adicional, mediante la introducción de un catalizador de condensación usado un peróxido como agente de reticulación.

25 Preferentemente, la composición polimérica de la invención con polímero polar también tiene buenas propiedades reológicas.

30 Además, la composición polimérica de la invención con polímero polar también tiene buenas propiedades reológicas, indicadas por ejemplo en forma de resistividad en volumen, que son inesperadamente buenas a todas las temperaturas, y pueden incluso mejorarse a temperaturas elevadas, en comparación con los copolímeros de etileno no polares.

35 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. Preferentemente, el artículo comprende un elemento de capa que comprende al menos una capa que comprende la composición polimérica de la invención como se ha definido con anterioridad, a continuación o en las reivindicaciones. El elemento de capa puede ser un elemento monocapa o un elemento multicapa. Además, el artículo puede comprender más de un elementos de capa.

40 La expresión "al menos una capa" de un elemento de capa significa que un elemento de multicapa puede comprender más de una capas 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 caso de elemento de monocapa opcional, se dice que al menos una de las formas de capa es un elemento de monocapa opcional.

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

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.

50 Por consiguiente, el artículo preferido 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 con anterioridad, a continuación o en las reivindicaciones. El elemento de capa de dicho módulo fotovoltaico preferido puede ser un elemento de capa o un elemento de multicapa. Normalmente, el módulo fotovoltaico comprende uno o más elementos fotovoltaicos y uno o más elementos de capa, en el que 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 o más propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas (por ejemplo de aislamiento o conductoras) o de retardo de llama, que se desean o precisan para el elemento de capa del módulo PV.

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

65 Se comprende que puede haber una capa adhesiva (también conocida como, por ejemplo, una capa de unión o de sellado) entre cualesquiera dos capas de un elemento de multicapa, o entre dos, elementos de capa funcionalmente diferentes, para mejorar la adhesión de las capas adyacentes o, respectivamente, de los elementos adyacentes.

Dicha capa adhesiva normalmente comprende un componente polimérico que es anhídrido maleico (MAH) injertado como se conoce bien en la técnica. En la presente memoria, la capa adhesiva no se incluye dentro del significado de "al menos una capa". Por consiguiente, la "al menos una capa" de la invención es diferente de dicha capa adhesiva que comprende un componente polimérico injertado MAH.

5 Preferentemente, el espesor de la al menos una capa de la invención es al menos 100  $\mu\text{m}$ . Normalmente, el espesor de la al menos una capa de la invención es de 100  $\mu\text{m}$  a 2 mm.

10 El módulo fotovoltaico puede comprender también capas que no son "al menos una capa" de la invención o elemento(s) de capa que no contengan 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 adhesiva en un elemento de capa o entre dos elementos de capa, que también puede comprender la composición polimérica de la invención que se modifica de forma adicional mediante injertado con grupos MAH.

15 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 basado en silicio, por ejemplo, silicio cristalino, es un ejemplo no limitante de materiales usados en célula(s) fotovoltaica(s). El material de silicio cristalino puede variar con respecto a la cristalinidad y tamaño de cristal, como es conocido por la persona experta. Como alternativa, el elemento fotovoltaico puede ser una capa de sustrato, de forma que sobre una superficie del mismo se expone una capa adicional o depósito con actividad fotovoltaica, por ejemplo una capa de vidrio, en el que sobre un lado de la misma se imprime un material de tinta con actividad fotovoltaica, o una capa de sustrato, de forma que sobre un lado del mismo se deposita un material con actividad fotovoltaica. Por ejemplo, en las soluciones de película fina bien conocidas de elementos fotovoltaicos, por ejemplo, una tinta con actividad fotovoltaica se imprime sobre un lado de un sustrato, que es normalmente un sustrato de vidrio. Por consiguiente, la al menos una capa de la invención también puede ser una capa en cualquier elemento de capa de una película fina basada en módulo fotovoltaico.

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

30 "Célula(s) fotovoltaica(s)" significa en la presente memoria un elemento(s) de capa de células fotovoltaicas, como se ha explicado con anterioridad, junto con conectores.

35 Las unidades (b) que contienen el(los) grupo(s) silano y el polímero de etileno (a) puede(n) estar presente(s) como componentes por separado, es decir, en forma de mezcla, en la composición polimérica de la invención o las unidades (b) que contienen el(los) grupo(s) silano puede(n) estar presente(s) como comonomero del polímero de etileno (a) o como compuesto injertado químicamente en el polímero de etileno (a). En caso de mezcla, el polímero de etileno (a) y las unidades (b) de componente (compuesto) que contienen el(los) grupo(s) silano componente (compuesto) pueden, al menos parcialmente, reaccionar químicamente, por ejemplo, injertarse usando opcionalmente por ejemplo un agente de formación de radicales, tales como peróxido. Dicha reacción química se puede llevar a cabo antes o durante el proceso de producción de un artículo, preferentemente una capa, de la invención.

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

45 Preferentemente las unidades (b) que contienen el(los) grupo(s) silano están presentes en el polímero de etileno (a). Por consiguiente, lo más preferentemente, el polímero de etileno (a) porta unidades que contienen grupo(s) funcional(es), de modo que dichas unidades que contienen grupo(s) funcional(es) son las citadas unidades (b) que contienen grupo(s) silano.

50 Las unidades (b) que contienen el(los) grupo(s) silano son preferentemente unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizable(s) que son aptas para reticulación.

55 Si se desea la composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), se puede reticular por medio de unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que preferentemente están presentes en el polímero de etileno (a) como dichas unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferido(s).

60 La reticulación opcional se lleva a cabo en presencia del catalizador de condensación de silano convencional (SCC). Por consiguiente, durante la reticulación opcional, las unidades (b) que contienen grupo(s) silano hidrolizable(s) preferido(s) presentes en el polímero de etileno (a) se hidroliza(n) bajo la influencia de agua en presencia de un catalizador de condensación de silanol (SCC), dando como resultado la separación de un alcohol y la formación de grupos silanol, que a continuación se reticular en una reacción de condensación posterior en la que se separa agua y se forman uniones Si-O-Si entre otros grupos de silano hidrolizados presentes en dicho polímero de etileno (a). Las técnicas de reticulación de silano se conocen y describen por ejemplo en el documento 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), como se conoce en el campo. El catalizador de condensación de silanol (SCC) apropiado para la presente invención bien se conoce o bien se encuentra comercialmente

disponible, o se puede producir de acuerdo con, o de forma análogo con, la bibliografía descrita en el campo.

5 El catalizador de condensación de silanol (SCC), si está presente, está preferentemente seleccionado entre el grupo de C de carboxilatos de metales, tal como estaño, cinc, hierro, plomo y cobalto; de un compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brönsted (preferentemente como se describe en la solicitud de patente europea, n.º EP10166636.0) o ácidos aromáticos orgánicos, tales como ácidos sulfónicos orgánicos aromáticos. El catalizador de condensación de silanol (SCC), si está presente, está seleccionado más preferentemente entre DBTL (dilaurato de dibutil estaño), DOTL (dilaurato de dioctil estaño), en particular DOTL; un compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brönsted como se ha definido con anterioridad; o un ácido sulfónico orgánico aromático que tiene un significado bien conocido.

10 La cantidad de 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 de SCC y la cantidad viable del mismo depende de la aplicación final y se encuentra dentro del criterio de la persona experta.

15 Se comprende que la composición polimérica puede comprender el SCC antes de que se use para formar un artículo, preferentemente al menos una capa de un elemento de capa, preferentemente al menos una capa de un elemento de capa de un módulo fotovoltaico, o el SCC se puede introducir en la composición polimérica tras la formación del artículo, preferentemente al menos una capa de un elemento de capa, preferentemente 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 de multicapa en el que SCC está presente en una capa adyacente y en contacto directo con dicha al menos una capa de la invención, de manera que SCC migra hasta la al menos una capa de la invención durante la etapa de reticulación del artículo formado.

20 En la realización más preferida, la composición polimérica del artículo final, preferentemente en la al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico, carece (es decir, no contiene) ningún SCC como se ha definido con anterioridad, preferentemente carece de catalizador de reticulación seleccionado entre el grupo C preferido anterior.

25 Además, es preferible que la composición polimérica del artículo final, preferentemente en la al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico, no esté reticulada, es decir, no se reticula, con dicho SCC como se ha definido con anterioridad, preferentemente un catalizador de reticulación seleccionado entre el grupo preferido C de SCC, de forma que los SCC son suministrados comercialmente o se conocen como agente de reticulación de silano. En una realización, la composición polimérica del artículo final, preferentemente en la al menos una capa de un elemento de capa del módulo fotovoltaico, no está reticulada, es decir, no se reticula, usando peróxido o SCC que se escoge de manera apropiada a partir del grupo C anterior.

30 La composición polimérica puede contener componente(s) adicional(es), tales como componente(s) polimérico(s) adicional(es), que son diferentes del polímero de etileno (a), y opcionalmente aditivo(s) y/o cargas.

35 Como aditivos opcionales, la composición polimérica de la invención preferentemente contiene aditivos convencionales para aplicaciones de módulo fotovoltaico, incluyendo sin limitación, antioxidantes, estabilizadores de luz UV, agentes de nucleación, clarificadores, abrillantadores, secuestrantes ácidos, agentes de procesado así como agentes de deslizamiento, preferentemente uno o más aditivos seleccionados al menos entre el grupo A de antioxidantes, estabilizadores de luz UV, agentes de nucleación, clarificadores, abrillantadores, secuestrantes ácidos, agentes de procesado y agentes de deslizamiento. Los aditivos se pueden usar en cantidades convencionales.

40 La composición polimérica de la invención puede comprender, dependiendo del artículo, preferentemente dependiendo del elemento de capa, de la invención, también cargas que son diferentes de dichos aditivos. Normalmente, las cantidades de las cargas son mayores que las cantidades de los aditivos que se ha definido con anterioridad. Como ejemplos no limitantes, se pueden mencionar, por ejemplo retardadores de llama (FRs), negro de carbono y óxido de titanio. Como ejemplos de retardadores a modo de dichas cargas, se puede mencionar, por ejemplo, hidróxido de magnesio y polifosfato de amonio. Preferentemente, la carga opcional se escoge entre uno o más del grupo de F o FRs, que preferentemente son uno o dos de hidróxido de magnesio y polifosfato de amonio, óxido de titanio y negro de carbono. La cantidad de carga en general depende de la naturaleza de la carga y la aplicación final deseada, como resulta evidente para la persona experta.

45 Dichos aditivos y cargas generalmente se encuentran disponibles comercialmente y se describen, por ejemplo, en "Plastic Additives Handbook", 5ª edición, 2001 de Hans Zweifel. Los ejemplos de antioxidantes apropiados como aditivos para la estabilización de poliolefinas que contienen grupos silano hidrolizables que están reticulados con un catalizador de condensación de silanol, en particular con un catalizador de condensación de silanol ácido, se divulgan en el documento EP 1254923. Otros antioxidantes preferidos se divulgan en el documento WO 2005003199A1. Además, los aditivos anteriores quedan excluidos de la definición de catalizador de condensación de silano (SCC).

Los aditivos y cargas que se han definido anteriormente pueden tener diversas actividades funcionales, tales como contribuir a uno o más de actividad de estabilización, pigmentación, clarificación, nucleación o reticulación.

- 5 Por consiguiente, en una realización, la composición polimérica de la invención preferentemente comprende los aditivos anteriormente mencionados, entonces la composición polimérica de la invención comprende, basado en la cantidad total (100 % en peso) de la composición polimérica,
- de un 85 a un 99,99 % en peso del polímero de etileno (a),
- 10 - unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que preferentemente están presentes en el polímero de etileno (a) como unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferido(s), en cantidades como se define a continuación, y
- de un 0,01 a un 15 % en peso del(de los) aditivo(s).

- 15 La cantidad total de aditivos preferidos y opcionales es preferentemente de un 0,1 a un 10 % en peso, más preferentemente de un 0,2 a un 10 % en peso, más preferentemente de un 0,4 a un 10 % en peso, más preferentemente de un 0,5 a un 10 % en peso, basado en la cantidad total (100 % en peso) de la composición polimérica.

- 20 Como ya se ha indicado, la composición polimérica de la invención puede comprender, además de los aditivos preferidos y opcionales como se ha definido anteriormente, de manera opcional cargas, tales como FRs, 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,

- de un 15 a un 94,99 % en peso del polímero de etileno (a),
- 25 - unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que preferentemente están presentes en el polímero de etileno (a) como unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferido(s), en cantidades como se define a continuación,
- de un 0,01 a un 15 % en peso de aditivo(s), y
  - de un 5 a un 70 % en peso de la carga opcional.

- 30 La cantidad total de la carga opcional es preferentemente de un 10 a un 70 % en peso, más preferentemente de un 20 a un 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 cargas opcionales.

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

- 40 La cantidad de polímero de etileno (a) en la composición polimérica de la invención es preferentemente de al menos un 35 % en peso, preferentemente al menos un 40 % en peso, preferentemente al menos un 50 % en peso, preferentemente al menos un 75 % en peso, preferentemente de un 80 a un 100 % en peso, preferentemente de un 85 a un 99,99 % en peso, preferentemente de un 90 a un 99,9 % en peso, más preferentemente de un 90 a un 99,8 % en peso, más preferentemente de un 90 a un 99,6 % en peso, más preferentemente de un 90 a un 99,5 % en peso, basado en la cantidad total del(de los) componente(s) polimérico(s) presente(s) en la composición polimérica.

- 45 La composición polimérica preferida consiste en un polímero de etileno (a) como único(s) componente(s) polimérico(s). La expresión significa que la composición polimérica no contiene componente(s) polimérico(s) adicional(es), sino el polímero de etileno (a) como único componente polimérico. Sin embargo, se comprende en la presente memoria que la composición polimérica puede comprender además componente(s) diferentes del componente de etileno (a), tal como aditivo(s) preferido(s) y/o carga(s) que opcionalmente se pueden añadir en el
- 50 denominado lote maestro (MB) que es una mezcla de un aditivo(s) y/o carga(s) junto con un polímero de vehículo. Si se añade cualquier aditivo o carga como MB junto con un polímero de vehículo, entonces la cantidad de polímero de vehículo se calcula con respecto a la cantidad total del aditivo o, respectivamente, la cantidad total de la carga. es decir, la cantidad de polímero de vehículo de un MB opcional no se calcula con respecto a la cantidad de componente(s) polimérico(s).

- 55 En una realización preferida, 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 unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferido(s), y aditivos(s), preferentemente al menos uno o más aditivos del grupo A, que preferentemente están en cantidades como se ha comentado con anterioridad.

- 60 En la realización más preferida de la invención, al menos una capa es al menos una capa de elemento de capa fotovoltaico, preferentemente un elemento de encapsulamiento, en el que 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 unidades que contienen
- 65 grupo(s) funcional(es) preferido(s), y aditivos(s), preferentemente al menos uno o más aditivos del grupo A, que preferentemente están en cantidades como se ha comentado con anterioridad.

En las realizaciones preferidas siguientes, las propiedades y subgrupos de la composición polimérica y los componentes de los mismos, concretamente el polímero de etileno (a) y el artículo que incluye las realizaciones preferidas del mismo, son independientemente generalizables de forma que se pueden usar en cualquier orden o combinación para definir de forma adicional las realizaciones preferidas de la composición polimérica y el artículo de la invención. Además, a menos que se indique lo contrario, resulta evidente que las propiedades anteriores y siguientes, los intervalos preferidos de propiedades y los subgrupos preferidos de polímero de etileno (a) aplican a la poliolefina antes de la reticulación opcional.

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

La composición polimérica de la invención comprende

i) un polímero de etileno (a) con un comonomero(s) polar(es), en el que

- el comonomero polar está presente en el polímero de etileno (a) en una cantidad de un 4,5 a un 18 % en moles, cuando se mide de acuerdo con "contenidos de comonomero" como se describe a continuación en "Métodos de determinación", y
- el comonomero polar está seleccionado entre el grupo de ésteres de ácido carboxílico insaturado, y en el que
- el polímero de etileno (a) opcionalmente porta unidades que contienen grupo(s) funcional(es) diferentes del comonomero polar, y

ii) unidades (b) que contienen grupo(s) de silano,

en los que la composición polimérica tiene, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene

- la diferencia en el Índice de Refracción de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), dentro del intervalo de temperaturas de 10 a 70 °C es menor de 0,0340, cuando se mide de acuerdo con "Índice de Refracción"; y el Índice de Afinado 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 oscilación de frecuencia)".

El contenido del comonomero polar presente en el polímero de etileno (a), es preferentemente de un 5,0 a un 18,0 % en moles, preferentemente de un 6,0 a un 18,0 % en moles, preferentemente de un 6,0 a un 16,5 % en moles, más preferentemente de un 6,8 a un 15,0 % en moles, más preferentemente de un 7,0 a un 13,5 % en moles, cuando se mide de acuerdo con "Contenidos de comonomero" como se describe a continuación en "Métodos de Determinación".

Preferentemente, la diferencia en el Índice de Refracción de la composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), dentro del intervalo de temperaturas de 10 a 70 °C es menor de 0,0330, preferentemente menor de 0,0320, más preferentemente de 0,0100 a 0,0310, cuando se mide de acuerdo con medición de "Índice de Refracción" como se describe a continuación en "Métodos de Determinación".

La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente una transmitancia de al menos un 88,2 %, preferentemente al menos de un 88,3 a un 95,0 %, de un 88,3 a un 92,0 %, de un 88,3 a un 91,0 %, de un 88,4 a un 90,0 %, cuando se mide de acuerdo con "Transmitancia" como se describe a continuación bajo "Métodos de Determinación".

La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene un Índice de Afinado por Cizalladura,  $SHI_{0,05/300}$ , de

de 10,0 a 35,0, preferentemente 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 oscilación de frecuencia)" como se describe a continuación en "Métodos de Determinación".

El  $MFR_2$  de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), es preferentemente de 13 a 70, preferentemente de 13 a 50, preferentemente de 13 a 45, más preferentemente de 15 a 40, g/10 min (de acuerdo con ISO 1133 a 190 °C y una carga de 2,16 kg). Los intervalos de MFR preferidos contribuye a las propiedades reológicas ventajosas.

La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente un  $G'$ (a 5 kPa) de 2000 a 5000, preferentemente de 2500 a 4000, preferentemente de 2400 a 3800, más preferentemente de 2500 a 3600, kPa, cuando se mide de acuerdo con "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de oscilación de frecuencia)" como se describe a continuación en "Métodos de Determinación".

El polímero de etileno (a) tiene preferentemente un peso molecular promedio expresado en peso  $M_w$  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 "Métodos de Determinación". El intervalo de Mw reivindicado junto con la presencia de ramificaciones de cadena larga del polímero de etileno (a) contribuye a las propiedades reológicas ventajosas.

5 Además, la composición polimérica tiene excelentes propiedades de permeabilidad en agua. La composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente una Permeabilidad en Agua de 20 000 o menos, preferentemente de 100 a 18 000, más preferentemente de 200 a 15 000, mg-mm/(m<sup>2</sup>-día), cuando se mide a 38 °C de acuerdo con ISO 15106-3;2003 como se describe a continuación en el método de "Permeabilidad de Agua" de acuerdo con "Métodos de Determinación".

10 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, ASTM D 882-A" como se describe a continuación en "Métodos de Determinación".

15 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 ISO 3146 como se describe a continuación en "Métodos de Determinación". Preferentemente, el límite superior de la Temperatura de Fusión es de 20 100 °C o menos.

25 Además, la composición polimérica, preferentemente el polímero de etileno (a), tiene preferentemente propiedades eléctricas, indicadas como resistividad en volumen, que son inesperadamente buenas en un amplio intervalo de temperaturas, es decir, similares al rendimiento de resistividad en volumen de polímeros de etileno no polares. Además, la resistividad en volumen de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), puede ser incluso mayor a temperaturas elevada, en comparación con los polímeros de etileno no polares. Sorprendentemente, la denominada resistividad en superficie es elevada en comparación con el polímero de etileno no polar. Las tensiones usadas en la determinación de la resistividad en volumen, son de 1000 V. El pre-acondicionamiento de las muestra se lleva a cabo en condiciones secas, 48 horas a temperatura ambiente con una 30 humedad relativa por debajo de un 5 %.

35 El polímero de etileno (a) con éster(es) de ácido carboxílico insaturado(s) tal como comonomero(s) polar(es) y opcionalmente con unidades que contienen grupos funcionales diferentes de dicho(s) comonomero(s) polar(es) es preferentemente un polímero de etileno con un comonomero seleccionado entre el grupo de acrilatos C1-C6 y metacrilato de alquilo C1-C6, más preferentemente entre un grupo de acrilato de metilo, metacrilato de metilo, acrilato de etilo, metacrilato de etilo, acrilato de butilo y metacrilato de butilo, más preferentemente entre un grupo de acrilato de metilo y metacrilato de metilo, lo más preferentemente entre acrilato de metilo, y opcionalmente, y preferentemente, dicho polímero de etileno (a) porta unidades que contienen grupo(s) funcional(es).

40 Preferentemente, no más de un comonomero polar 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 preferido en las cantidades que se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones, del polímero polar con unidades que contienen grupo(s) silano adicional(es) contribuye a propiedades ópticas inesperadamente buenas tales como transmisión e índice de refracción e, 45 inesperadamente, buenas propiedades reológicas.

50 Como se ha mencionado, preferentemente el polímero polar porta unidades que contienen grupo(s) funcional(es) que son diferentes del comonomero polar como se ha definido anteriormente o a continuación. Las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) se pueden incorporar al polímero polar mediante copolimerización de un comonomero que contiene el(los) grupo(s) funcional(es) o mediante injertado de un compuesto que contiene grupo(s) funcional(es).

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

60 Como se ha indicado anteriormente, lo más preferentemente las unidades (b) que contienen grupo(s) funcional(es) de la composición polimérica están presentes en el polímero de etileno (a) como unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferidos. Por consiguiente, dicho polímero de etileno (a) con comonomero(s) polar(es), preferentemente con un comonomero polar, como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones, porta adicionalmente unidades que contienen grupo(s) funcional(es) que se denominan unidades (b) que contienen grupo(s) silano. Dichas unidades (b) que contienen grupo(s) silano se pueden incorporar en el polímero polar por medio de copolimerización de etileno junto con el comonomero(s) polar(es) y el comonomero que contiene grupo(s) silano o mediante copolimerización de etileno junto con el(los) comonomero(s) polar(es) y entonces mediante injertado del polímero polar con el compuesto que contiene grupo(s) silano. El injertado es una modificación química del polímero por medio de adición de un compuesto que contiene grupos silano normalmente en una reacción de 65 radicales bien conocida en la técnica.



Es preferible que las unidades (b) que contienen grupo(s) funcional(es) estén presentes en el polímero de etileno (a) en forma de unidades de comonomero copolimerizado. La copolimerización proporciona una incorporación más uniforme de las unidades (b) y la ramificación lateral resultante presenta menos impedimento estérico en comparación con el injertado de las mismas unidades (por medio de injertado la longitud de la ramificación resultante de la unidad es un átomo de carbón más larga).

Las unidades (b) que contienen grupo(s) silano, que están presentes en el polímero preferido de etileno (a) en forma de compuesto injertado o, más preferentemente, en forma de unidades comonoméricas copolimerizadas, como unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferido y opcionales, son preferentemente aptas para hidrólisis y reticulación y posterior condensación en presencia de un catalizador de condensación de silanol, como se describe a continuación, y H<sub>2</sub>O de manera conocida en la técnica.

Además, las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) presentes en el polímero de etileno (a) están preferentemente en forma de compuesto de silano hidrolizable, preferentemente, en forma de unidades comonoméricas de silano hidrolizables de fórmula (I) como se define a continuación. Incluso más preferentemente, dichas unidades que contienen grupo(s) de silano hidrolizable(s) de fórmula (I) presentes en el polímero de etileno (a) están en forma de compuesto de silano hidrolizable o, preferentemente, en forma de unidad comonomérica de silano hidrolizable de fórmula (II) como se define a continuación, incluyendo los subgrupos y realizaciones de las mismas.

El compuesto que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s) para el injertado de unidades (b) que contienen grupo(s) silano como grupo(s) funcional(es) preferido(s) y opcional(es) del polímero de etileno (a) o, preferentemente, las unidades comonoméricas que contienen grupo(s) silano hidrolizable(s) para copolimerización de las unidades (b) que contienen grupo(s) silano como unidades que contienen grupo(s) funcional(es) al polímero de etileno (a) es preferentemente un compuesto de silano insaturado o, preferentemente, una unidad comonomérica de fórmula (I)



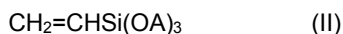
en la que

R<sup>1</sup> es un hidrocarbilo etilénicamente insaturado, grupo hidrocarbilo o (met)acriloxi hidrocarbilo, cada R<sup>2</sup> es independientemente un grupo hidrocarbilo alifático saturado, Y que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y q es 0, 1 o 2.

Los ejemplos especiales de compuesto de silano insaturado son aquellos en los que R<sup>1</sup> es vinilo, alilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexanilo o gamma-(met)acriloxi propilo; Y es metoxi, etoxi, formiloxi, acetoxi, propioniloxi o un grupo alquil o arilamino; y R<sup>2</sup>, si está presente, es un grupo metilo, etilo, propilo, decilo o fenilo.

Los compuestos de silano apropiados adicionales o, preferentemente, los comonomeros son gamma-(met)acriloxipropil trimetoxisilano, gamma(met)acriloxipropil trietoxisilano y vinil triacetoxisilano, o combinaciones de dos o más de ellos.

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



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

Los compuestos/comonomeros preferidos de fórmula (II) son vinil trimetoxisilano, vinil bismetoxietoxisilano, vinil trietoxisilano, siendo vinil trimetoxisilano el más preferido.

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

Es preferible que las unidades (b) que contienen grupo(s) silano como dichas unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferido(s) se copolimerizan como comonomero con etileno y el(los) comonomero(s) polar(es). Es decir una unidad (b) que contiene grupo(s) silano, como se define anteriormente o en las reivindicaciones, ya que las unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferido(s) están en forma de comonomero presente en el polímero

de etileno (a).

El polímero polar más preferido que preferentemente contiene unidades (b) que contienen grupo(s) silano como unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferidas y opcionales, es un polímero de etileno con comonomero de acrilato de metilo y con un comonomero que contiene grupo(s) silano como se define anteriormente en las reivindicaciones, preferentemente con un comonomero que contiene grupo(s) silano que es un comonomero de vinil trimetoxisilano.

Es preferible 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, es decir no contenga, de unidades que contienen grupo(s) funcional(es) injertado(s) con anhídrido maleico (MAH), preferentemente carece de unidades que contienen grupo(s) funcional(es) injertado(s).

El polímero polar de la invención apropiado para el artículo, preferentemente la capa, de la invención puede, por ejemplo, estar disponible o se puede preparar de acuerdo con, o de forma análoga con, procesos de polimerización descritos en la bibliografía química.

Es preferible que el polímero de etileno (a) de la invención se produzca por medio de polimerización de etileno con uno o más comonomeros polares, preferentemente un comonomero polar, y preferentemente con dicho comonomero que contiene grupo(s) silano como se ha definido anteriormente, en un proceso de alta presión (HP) que usan polimerización por radicales en presencia de uno o más iniciador(es) y opcionalmente usando un agente de transferencia de cadena (CTA) para controlar el MFR del polímero. El reactor HP puede ser, por ejemplo, un reactor de autoclave o tubular bien conocido o una mezcla de ellos, preferentemente un reactor tubular. La polimerización de alta presión (HP) y el ajuste de las condiciones de proceso para la adaptación de otras propiedades de la poliolefina que dependen de la aplicación final deseada, se conocen y describen bien en la bibliografía, y se pueden usar fácilmente por parte de la persona experta. Las temperaturas de polimerización apropiada varían hasta 400 °C, preferentemente de 80 a 350 °C y la presión de 70 MPa, preferentemente de 100 a 400 MPa, más preferentemente de 100 a 350 MPa. Generalmente, la polimerización a presión elevada se lleva a cabo a presiones de 100 a 400 MPa y temperaturas de 80 a 350 °C. Dichos procesos se conocen y están bien documentados en la bibliografía y se describen de forma adicional a continuación.

La incorporación del(de los) comonomero(s) polar(es) y el comonomero preferido y opcional, que contiene grupo(s) silano (así como también el(los) otro(s) comonomero(s) opcional(es)) y el control de la alimentación para obtener el contenido final deseado de dichas unidades que contienen grupo(s) silano (hidrolizables) se puede llevar a cabo de manera bien conocida y se encuentra dentro del conocimiento de la persona experta.

Detalles adicionales de la producción de (co)polímeros de etileno por medio de polimerización por radicales a presión elevada se pueden encontrar en Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol. 6 (1986), pp 383-410 y Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001 Elsevier Science Ltd.: "Polyethylene: High-pressure, R.Klimesch, D.Littmann y F.-O. Mahling pp. 7181-7184.

Dicha polimerización HP tiene como resultado un denominado polímero de baja densidad de etileno (LDPE) con comonomero(s) polar(es) como se ha definido anteriormente y, de manera opcional y preferida, un comonomero que contiene grupo(s) silano como 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 del polietileno producido en HP, es decir las características típicas, tales como arquitectura de ramificación diferente, para distinguir el LDPE de PE producido en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas (también conocido como catalizador de coordinación). Aunque el término LDPE es una abreviatura para polietileno de baja densidad, se comprende que el término no limita el intervalo de densidad, pero abarca polietileno HP de tipo LDPE con densidades bajas, medias y elevadas.

El polímero polar más preferido de la invención es un polímero de etileno con un comonomero de acrilato de metilo y unidades (b) que contienen grupo(s) silano en forma de comonomero, preferentemente un comonomero de vinil trimetoxisilano, como unidades que contienen grupo(s) funcional(es) preferidas, en el que el polímero se produce por medio de polimerización de alta presión (HP).

Lo más preferentemente el polímero polar es un terpolímero de etileno con un comonomero de acrilato de metilo y un comonomero que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s) como se define anteriormente o en las reivindicaciones. Es preferible que dicho terpolímero se produzca por medio de polimerización de alta presión.

De forma típica y preferida, la densidad del polímero de etileno (a), es mayor de 860 kg/m<sup>3</sup>. Preferentemente, la densidad de dicho polímero de LDPE, no es mayor de 970 kg/m<sup>3</sup>, y preferentemente es de 920 a 960 kg/m<sup>3</sup>, de acuerdo con ISO 1872-2 como se describe a continuación en "Métodos de Determinación". En una realización de la invención, la densidad del polímero de etileno (a) es de 930-957 kg/m<sup>3</sup>, de manera apropiada de 940-957 kg/m<sup>3</sup>.

**Uso final de la composición polimérica**

Módulo fotovoltaico

El artículo preferido 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 composición polimérica de la invención como se ha definido con anterioridad, a continuación o en las reivindicaciones. El elemento de capa de dicho módulo fotovoltaico preferido puede ser un elemento de capa o un elemento de multicapa.

En una realización preferida 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 de monocapa laminado o un elemento de multicapa laminado.

En otra realización igualmente preferida 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 de multicapa, o un elemento de monocapa sometido a extrusión, opcionalmente a co-extrusión.

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

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

El elemento de encapsulamiento que comprende, preferentemente, que consiste en, dicha al menos una capa de la invención es, lo más preferentemente, un elemento de monocapa de encapsulamiento frontal y/o trasero que comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica de la invención. Dicho elemento de monocapa de encapsulamiento frontal y/o trasero que comprende, preferentemente, que consiste en, la composición polimérica de la invención se somete preferentemente a extrusión o laminado hasta elementos de capa adyacentes o se somete a coextrusión con una capa(s)n de elemento de capa adyacente.

Lo más preferentemente, el módulo fotovoltaico de la invención comprende un elemento de encapsulamiento frontal y trasero, preferentemente un elemento de monocapa de encapsulamiento frontal y un elemento de monocapa de encapsulamiento trasero, que comprenden, preferentemente, que consiste en, la composición polimérica de la invención.

El espesor del elemento de monocapa o multicapa de encapsulamiento preferido puede variar dependiendo del tipo de módulo fotovoltaico, como conoce la persona experta. Preferentemente, el espesor del elemento de monocapa o multicapa de encapsulamiento es al menos 100  $\mu\text{m}$ , más preferentemente al menos 150  $\mu\text{m}$ , 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.

Como bien se conoce, 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 preferido de la invención que comprende un elemento superior protector, por ejemplo una lámina frontal de vidrio (cubierta frontal de vidrio), un elemento de encapsulamiento frontal (encapsulante frontal), elemento(s) de célula(s) fotovoltaica(s) (células fotovoltaicas + conectores), un elemento de encapsulamiento trasero (encapsulante trasero), un elemento de lámina posterior, preferentemente un elemento de multicapa de lámina posterior, y opcionalmente una cubierta protectora, como un bastidor metálico, tal como un bastidor de aluminio (con caja de unión). Además, los elementos anteriores pueden ser elementos de monocapa o multicapa. Preferentemente, al menos uno de dicho elemento de encapsulamiento frontal o trasero, o, y preferentemente, tanto el elemento de encapsulamiento frontal como el elemento de encapsulamiento 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 encapsulamiento frontal o trasero, o, y preferentemente, tanto el elemento de encapsulamiento frontal como el elemento de encapsulamiento trasero, es un elemento de monocapa que comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica de la invención. Como se sabe, el módulo fotovoltaico anterior puede tener elemento(s) de capa adicional(es) aparte de los elementos anteriores mencionados.

Además, cualquiera de los elementos de capa pueden ser elementos de multicapa y comprenden también capas de adhesivo, como se ha mencionado anteriormente, para mejorar la adhesión de las capas del elemento de multicapa.

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

Los materiales para las láminas de vidrio, elemento(s) fotovoltaico(s) y para las capas adicionales y opcionales de

los elementos de capa (tales como elemento de lámina posterior), que son diferentes de la al menos una capa de la composición polimérica de la invención, se conocen bien por ejemplo en el campo de los módulos fotovoltaicos y se encuentran comercialmente disponibles o se pueden producir de acuerdo con, o de forma análoga con, los métodos conocidos en la bibliografía del campo de módulos fotovoltaicos.

5 El módulo fotovoltaico de la invención se puede producir de manera bien conocida en el campo de los módulos fotovoltaicos. Los elementos de capa poliméricos se pueden producir por ejemplo mediante extrusión, preferentemente extrusión de película colada, de forma convencional usando el extrusor convencional y el equipo de formación de película. Las capas de cualquier(cualesquiera) elemento(s) de multicapa y/o cualquier(cualesquiera) capa(s) entre dos elementos de capa se pueden someter, de forma parcial o completa, a coextrusión o laminado.

15 Los diferentes elementos del módulo fotovoltaico se ensamblan normalmente de manera conjunta por medios convencionales para producir el módulo fotovoltaico final. Los elementos se pueden proporcionar a dicha etapa de ensamblado por separado o por ejemplo, puede haber dos elementos en forma parcial o completamente integrada, como se conoce en la materia. Las diferentes piezas de elemento se pueden unir posteriormente de manera conjunta por medio de laminado usando técnicas de laminado convencionales en el campo. El ensamblado del módulo fotovoltaico se conoce bien en el campo de los módulos fotovoltaicos.

### 20 Métodos de Determinación

A menos que se afirme lo contrario en la descripción o en la parte experimental, se usaron los siguientes métodos para las determinaciones apropiada de la composición polimérica, polímero polar y/o cualesquiera preparaciones de muestra de las mismas, tal y como se especifica en el texto o en la parte experimental.

### 25 Caudal de Fluidéz

El caudal de fluidez (MFR) se determina de acuerdo con ISO 1133 y viene expresado en g/10 minutos. El MFR es un indicativo de la fluencia, y además de la aptitud de procesado, del polímero. Cuanto mayor es el caudal de fluidez, menor es la viscosidad del polímero. El MFR se determina a 190 °C para polietileno. MFR se puede determinar a diferentes cargas tales como 2,16 kg (MFR<sub>2</sub>) o 5 kg (MFR<sub>5</sub>).

### Densidad

35 Polietileno de baja densidad (LDPE): Se midió la densidad del polímero de acuerdo con ISO 1183-2. Se ejecutó la preparación de muestra de acuerdo con ISO 1872-2 Tabla 3 Q (moldeo por compresión).

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

40 Se usó un GPC PL 220 (Agilent) equipado con un índice de refracción (RI), un viscosímetro de cuatro puentes capilares conectado (PL-BV 400-HT) y un detector de dispersión de luz dual (detector con dispersión de luz PL-LS 15/90) con un ángulo de 15° y 90°. 3 Columnas Olexis y 1 columna 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/minuto. Se inyectaron 200 µl de una solución de muestra por cada análisis. Se prepararon todas las muestras mediante la disolución de 8,0 - 12,0 mg de polímero en 10 ml (a 160 °C) de TCB estabilizado (igual que en la fase móvil) durante 2,5 horas para PP o 3 horas para PE a 160 °C bajo agitación suave y continua. Se determinó la concentración inyectada de la solución polimérica a 160 °C (C<sub>160 °C</sub>) de la siguiente forma.

$$C_{160\text{ °C}} = \frac{W_{25}}{V_{25}} * 0,8772$$

50 con: w<sub>25</sub> (peso de polímero) y V<sub>25</sub> (Volumen de TCB a 25 °C). Se determinaron las constantes de detector correspondientes así como también los volúmenes de retardo del detector con un patrón PS estrecho (MWD= 1,01) con una relación molar de 132900 g/mol y una viscosidad de 0,4789 dl/g. El valor de dn/dc correspondiente para el patrón PS usado en TCB es de 0,053 cm<sup>3</sup>/g. Se llevó a cabo el cálculo usando Cirrus Multi-Offline SEC-Software Versión 3.2 (Agilent).

55 Se calculó la masa molar de cada fracción de elución mediante el uso de un ángulo de dispersión de luz de 15°. Se llevó a cabo la recogida de datos, el procesado y el cálculo usando el Cirrus Multi SEC-Software Versión 3.2. Se calculó el peso molecular usando la opción del software Cirrus "usar ángulo LS 15" en el campo "opciones de cálculo de muestra" subcampo "fracción datos MW de". El valor de 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 respuesta del detector de la muestra analizada.

60 El peso molecular de cada fracción se calcula de la manera que se describe en 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, p.103) a bajo valor de ángulo. Para la región de peso molecular bajo y alto en la cual se logró menos señal del detector LS o detector RI respectivamente, se usó un ajuste lineal para correlacionar el volumen de elución con el correspondiente peso molecular. Dependiendo de la

65

muestra, se ajustó la región de ajuste lineal.

Se determinaron los promedios de peso molecular ( $M_z$ ,  $M_w$  y  $M_n$ ), la distribución de peso molecular (MWD) y su amplitud, descritas por medio del índice de polidispersidad,  $PDI = M_w/M_n$  (en la que  $M_n$  es el peso molecular promedio expresado en número y  $M_w$  es el peso molecular promedio expresado en peso) por medio de Cromatografía de Permeabilidad de Gel (GPC) de acuerdo con ISO 16014-4:2003 y ASTM D 6474-99 usando las fórmulas siguientes:

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

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

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

- 15 Para el intervalo constante de volumen de elución  $\Delta V_i$ , en el que  $A_i$  y  $M_i$  son el área de fracción de pico cromatográfico y el peso molecular de poliolefina (MW) determinado por medio de GPC-LS.

#### Contenido de comonómero:

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

25 Se usó espectroscopia de resonancia magnética nuclear cuantitativa (RMN) para cuantificar el contenido de comonómero de la composición polimérica o polímero, como se ha comentado anteriormente o a continuación en el contexto. Se registraron los espectros de RMN de  $^1H$  cuantitativo en el estado en solución usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 400 NMR que operaba a 400,15 MHz. Se registraron todos los espectros usando una cabeza de sonda de 5 mm inversa de banda ancha convencional a 100 °C, con gas de nitrógeno para todos los dispositivos neumáticos. Se disolvieron aproximadamente 200 mg de material en 1,2-tetracloroetano- $d_2$  (TCE- $d_2$ ) usando butilhidroxitolueno terciario (BHT) (CAS 128-37-0) como estabilizador. Se empleó excitación de impulso individual convencional con un impulso de 30 grados, un retardo de relajación de 3 s y sin rotación de muestra. Se adquirieron un total de 16 transitorios por espectro usando barridos de 2 simulaciones.

30 Se recogieron un total de 32 puntos de datos para FID con un tiempo de residencia de 60  $\mu s$ , que correspondió a una ventana espectral de aproximadamente 20 ppm. A continuación se llevó a cero el FID ajustado a puntos de datos de 64k y se aplicó función de ventana exponencial con 0,3 Hz de ampliación de línea. Se escogió esta configuración principalmente por la capacidad para resolver las señales cuantitativas resultantes de la copolimerización de metacrilato de metilo y viniltrimetilsiloxano cuando estaban presentes en el polímero.

40 Se procesaron los espectros de RMN  $^1H$  cuantitativa, se determinaron las propiedades cuantitativas e integradas usando programas de automatización de análisis espectral. Se referenciaron internamente todos los desplazamientos químicos con respecto a la señal de disolvente protonado residual a 5,95 ppm.

45 Cuando hubo presencia, se observaron las señales características procedentes de la incorporación de acrilato de vinilo (VA), acrilato de metilo (MA), acrilato de butilo (BA) y viniltrimetilsiloxano (VTMS), en diversas secuencias de comonómero (Randell 89). Se calcularon todos los contenidos de comonómero con respecto a todos los otros monómeros presentes en el polímero.

Se cuantificó la incorporación de acrilato de vinilo (VA) usando la integral de la señal a 4,84 ppm asignada a los puntos \*VA, teniendo en cuenta el número de núcleos de información por comonómero y corrigiendo el solapamiento de los protones de OH a partir de BHT cuando estuvieron presentes:

$$50 \quad VA = (I_{VA} - (I_{ArBHT})/2) / 1$$

Se cuantificó la incorporación de metacrilato de metilo (MA) usando la integral de la señal a 3,65 ppm asignada a los puntos 1MA, teniendo en cuenta el número de núcleos de información por comonómero:

$$55 \quad MA = I_{1MA} / 3$$

Se cuantificó la incorporación de acrilato de butilo (BA) usando la integral de la señal a 4,08 ppm asignada a los puntos 4BA, teniendo en cuenta el número de núcleos de información por comonómero:

$$60 \quad BA = I_{4BA} / 2$$

Se cuantificó la incorporación de viniltrimetilsiloxano usando la integral de la señal a 3,56 ppm asignada a los puntos 1VTMS, teniendo en cuenta el número de núcleos de información por comonómero:

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

Se observaron las señales características a partir del uso adicional de BHT como estabilizador. Se cuantificó el contenido de BHT usando la integral de la señal a 6,93 ppm asignada a los puntos ArBHT, teniendo en cuenta el número de núcleos de información por molécula:

$$BHT = I_{ArBHT} / 2$$

Se cuantificó el contenido de comonomero de etileno usando la integral de señal alifática bruta (bruto) entre 0,00 - 3,00 ppm. Esta integral puede incluir los puntos 1VA (3) y αVA (2) a partir de la incorporación de acetato de vinilo aislado, los puntos de \*MA y αMA procedentes de la incorporación de acrilato de metilo aislado, los puntos de 1BA (3), 2BA (2), 3BA (2), \*BA (1) y αBA (2) a partir de la incorporación de acrilato de butilo aislado, los puntos \*VTMS y αVTMS a partir de la incorporación de vinilsilano aislado y los puntos alifáticos de BHT, así como los puntos de las secuencias de polietileno. Se calculó el contenido total de comonomero de etileno basado en la integral bruta y la compensación de las secuencias de comonomero observadas y BHT:

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

Debería apreciarse que la mitad de la señales α en la señal bruta representan etileno y no comonomero, y que se introduce un error significativo debido a la incapacidad para compensar los dos extremos de cadena saturada (S) sin puntos de ramificación asociados.

Se calcularon las fracciones totales en moles de un monómero concreto (M) en el polímero como:

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

Se calculó la incorporación total de comonomero de un monómero concreto (M) en porcentaje en moles a partir de las fracciones en moles de manera convencional:

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

Se calculó la incorporación total de comonomero de un monómero concreto (M) en porcentaje en peso a partir de las fracciones en moles y el peso molecular del monómero (MW) de forma convencional:

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

randall89

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

Si se observan las señales características procedentes de otras especies químicas, se puede ampliar la lógica de cuantificación y/o compensación de manera similar a la usada para las especies químicas específicamente descritas. Es decir, la identificación de señales características, la cuantificación por medio de integración de una señal o señales específicas, el escalado del número de núcleos informados y la compensación de la integral bruta y los cálculos relacionados. Aunque el presente proceso es específico para las especies químicas específicas en cuestión, el enfoque se basa en los principios básicos de espectroscopia de RMN cuantitativa de polímeros y, de este modo, se puede implementar por parte de la persona experta según sea necesario.

#### Adhesión:

##### Preparación de muestra de película:

Se sometieron a extrusión cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (ejemplos de la invención y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de espesor, en un extrusor Collin teach-line E 20T para las mediciones de adhesión. Se produjeron las cintas con el siguiente ajuste de temperaturas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

##### Mediciones de adhesión:

Se usaron las películas obtenidas sometidas a extrusión de las muestras de ensayo con un espesor de 0,45 mm para las mediciones de adhesión. Se midió la resistencia de adhesión en un vidrio de ventana convencional. Se prepararon muestras de adhesión por medio de laminado de dos películas sobre una placa de vidrio (dimensiones de 30 x 300 x 4 mm (b\*1\*d)) con una tira de Teflón entre el vidrio y la película para la medición de ensayo de adhesión. En la parte superior de las dos películas, también se colocó una lámina posterior antes del laminado. Se llevó a cabo el laminado a 150 °C durante 15 minutos y una presión de 800 mbar, usando un laminado P de módulos PV completamente automatizado. Energía L036LAB. Tras el laminado se cortó la muestra de ensayo a partir del vidrio de muestra con una anchura de 15 mm para la medición de resistencia al despegado. Se midió la adhesión en

una máquina de tracción Alwetron TCT 25 con un ángulo de despegado de 90 grados y una velocidad de despegado de 100 mm/min.

### Transmitancia

5

#### Preparación de muestra de película:

10 Se sometieron a extrusión cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (ejemplos de la invención y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de espesor, en un extrusor Collin teach-line E 20T para las mediciones de transmitancia. Se produjeron las cintas con el siguiente ajuste de temperaturas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

#### Mediciones de transmitancia:

15 Se registró la transmitancia entre 400 nm y 1150 nm con un espectrómetro Perkin Elmer Lambda 900 UV/VIS/NIR equipado con una esfera de integración de 150 mm. Se calculó la transmitancia ponderada solar entre 400 nm y 1150 nm usando la Fórmula 1 de acuerdo con la norma versión IEC 82/666/NP usando irradiación de fotón espectral de referencia como se comenta en IEC 60904-3.

20 Se puede apreciar la transmitancia como la cantidad total de luz que viaja a través de la muestra incluyendo la transmitancia dispersada y en paralelo (directa).

### Módulo de elasticidad, ASTM D 882-A

25 Preparación de muestra de película:

30 Se sometieron a extrusión cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (ejemplos de la invención y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de espesor, en un extrusor Collin teach-line E 20T para las mediciones de módulo de tracción. Se produjeron las cintas con el siguiente ajuste de temperaturas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

Mediciones de módulo de tracción: Se midieron de acuerdo con 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)

#### Preparación de muestra de película:

40 Se sometieron a extrusión cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (ejemplos de la invención y comparativos) con una dimensión de 50 mm de anchura y 0,45 mm de espesor, en un extrusor Collin teach-line E 20T para las mediciones de RI. Se produjeron las cintas con el siguiente ajuste de temperaturas: 150/150/150 °C y 50 rpm.

### Mediciones de RI

45

Dispositivo: refractómetro Anton Paar Abbemat Condiciones:

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

### Propiedades reológicas:

#### Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de oscilación de frecuencia)

55

60 La caracterización de fluidez de la composición polimérica o polímero como se ha comentado anteriormente o a continuación en el contexto por medio de mediciones de cizalladura dinámica cumple con las normas ISO 6721-1 y 6721-10. Se llevaron a cabo las mediciones 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 sobre placas moldeadas por compresión, usando atmósfera de nitrógeno y fijando la deformación dentro del régimen viscoelástico lineal. Se realizaron ensayos de cizalladura oscilatorios a 190 °C aplicando un intervalo de frecuencia entre 0,01 y 600 rad/s y ajustando la separación en 1,3 mm.

65 En un experimento de cizalladura dinámica, se somete la sonda a deformación homogénea con una deformación por cizalladura variable sinusoidal o tensión de cizalladura (modo de deformación y tensión controlada, respectivamente). En un experimento de deformación controlada, se somete la sonda a deformación sinusoidal que

se puede expresar por medio de

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

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

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

10 donde

$\sigma_0$  y  $\gamma_0$  son las amplitudes de tensión y deformación, respectivamente

$\omega$  es la frecuencia angular

15  $\delta$  es el desplazamiento de fase (ángulo de pérdida entre la deformación aplicada y la respuesta de tensión) t es el tiempo

Normalmente, los resultados de ensayo dinámico se expresan por medio de diversas funciones reológicas diferentes, concretamente el módulo  $G'$  de almacenamiento de cizalladura, el módulo de pérdida de cizalladura,  $G''$ , el módulo de cizalladura complejo,  $G^*$ , la viscosidad de cizalladura compleja,  $\eta^*$ , la viscosidad de cizalladura dinámica,  $\eta'$ , el componente de fuera de fase de la viscosidad de cizalladura compleja  $\eta''$  y la tangente de pérdida,  $\tan \delta$  que se puede expresar como se muestra a continuación:

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

25

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

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

30

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

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

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

35

Además de las funciones reológicas anteriormente mencionadas, es posible determinar también los parámetros reológicos tales como el denominado índice de elasticidad  $EI(x)$ . El índice de elasticidad  $EI(x)$  es el valor del módulo de almacenamiento,  $G'$  determinado para el valor del módulo de pérdida,  $G''$  de x kPa y se puede describir por medio de la ecuación (9).

40

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

Por ejemplo, el  $EI(5\text{kPa})$  es el definido por el valor de módulo de almacenamiento  $G'$ , determinado por un valor de  $G''$  igual a 5 kPa.

45

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

Bibliografía:

50

[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., 11º 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.)

55

[3] Definition of terms relating to the non-ultimate mechanical properties of polymers, Pure & Appl. Chem., Vol. 70, n.º3, págs. 701-754, 1998.

### Permeabilidad del Agua

#### 60 Preparación de Muestra de Película

Se sometieron a extrusión cintas (películas) de las composiciones poliméricas de ensayo (ejemplos de la invención y comparativos) con una dimensión de 40 mm de anchura y 0,45 mm de espesor, en una línea de extrusión de película colada sometida a extrusión en un extrusor battenfield 60. Se produjeron las cintas con el siguiente ajuste de



temperaturas: 50/120/130 °C. con 112 rpm.

Medición de Permeabilidad de 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 muestra:	5 cm <sup>2</sup>

5

**Resistividad en volumen**

Medida de acuerdo con IEC 60093 a partir de muestras de cinta a 20 °C tras acondicionamiento de secado 48 h a una humedad relativa (RH) < 5 %.

10

**Parte experimental**

**Preparación de los ejemplos**

15 Polimerización de los polímeros de los ejemplos de invención Ej.1, Ej. 2 y Ej. 3 y ejemplo comparativo Ej. Comp. 1:

Se produjeron los polímeros de la invención y comparativos en un reactor tubular de alta presión de forma convencional usando un iniciador de peróxido convencional. Se añadieron monómero de etileno, comonómero polar como se identifica en la Tabla 1 y comonómero de vinil trimetoxi silano (VTMS) (comonómero (b) que contiene grupo(s) silano) al sistema de reactor de forma convencional. Se usó CTA para regular MFR como conoce bien la persona experta.

20

La cantidad de unidades de vinil trimetoxi silano, VTMS, (unidades que contienen grupo(s) silano), la cantidad de MA y MFR<sub>2</sub> se proporcionan en la tabla 2.

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

Tabla 1: Condiciones de proceso y propiedades de producto de Ejemplos de la Invención y Comparativos

Polímero de ensayo	Ej. Inv. 1	Ej. Inv. 2	Ej. Inv. 3	Ej. Comp. 1
<b>Condiciones de polimerización</b>				
Presión, MPa	250	250	250	250
Temperatura max.	285	285	285	285
Propiedades del polímero obtenido a partir del reactor				
MFR <sub>2,16</sub> , 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 <sup>3</sup>	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 en volumen, Ω-cm a 20 °C	2,24E+16	9,36E+15	9,93E+15	

\* Se midieron Mw y MWD tras 1 semana a partir de la producción

30 En la tabla 1 anterior MA indica el contenido de comonómero de acrilato de metilo presente en el polímero y, respectivamente, BA indica el contenido de comonómero de acrilato de butilo presente en el polímero. El contenido de VTMS indica el contenido de vinil trimetoxi silano presente en el polímero.

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 aprecia a partir del aumento de MFR y el contenido de comonomero elevado del polímero de los Ejemplos de la Invención el resultado es una transmisión elevada.

Tabla 3: Diferencia en el Índice de Refracción en un intervalo de temperaturas de 10 a 70 °C

Temp, °C	10	20	30	40	50	60	70
Muestras de película de ensayo del polímero	Índice de Refracción (RI)						
Ej. Comp. 2	1,48 92	1,4847	1,4800	1,4735	1,4664	1,4600	1,4540
Ej. Inv. 1	1,49 8	1,494	1,490	1,485	1,479	1,473	1,468
Ej. Inv. 2	1,49 5	1,492	1,487	1,482	1,476	1,471	1,465

5 Comp.Ex.2: Copolímero de referencia de acetato de etileno vinilo (EVA) con contenido de acetato de vinilo de un 33 % en peso y MFR<sub>2</sub> de 40 g/10 minutos.

10 Se midió RI a partir de las muestras de película de ensayo a temperaturas, 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70 °C. La diferencia de índice de refracción de los polímeros de los Ejemplos de la Invención dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C es claramente menor que la del Ej. Comp. 2. RI de los polímeros de los Ejemplos de la Invención también es mayor que RI de EVA.

Tabla 4: Permeabilidad del Agua

Polímero de película de ensayo	RH*	Permeabilidad
	%	mg-mm/[m <sup>2</sup> -día]
Ej. Inv. 2	0/100	13706
Ej. Inv.1	0/100	11391
Comp.Ex.2	0/100	21603
*Humedad relativa		

15 Estabilidad de almacenamiento:

Las mediciones siguientes de estabilidad de almacenamiento y reología se determinaron a partir del polímero de Ej. Inv. 3 y Ej. Inv. 4 obtenidos a partir del reactor.

20 Ej. Inv. 4 se produjo como Ej. Inv. 1-3 ajustando las condiciones de polimerización de forma conocida para obtener un contenido de MA de 12,3 % en moles, un contenido de silano de un 0,48 %, MFR<sub>2</sub> de 34 g/10 min, densidad 960 kg/m<sup>3</sup> y Tm de 81 °C. Resistividad en volumen del polímero de Ej. Inv. 4 fue 2,59E+15, Ω-cm a 20 °C. El polímero de Ej. Inv. 4 se sometió a formación de compuestos en cantidades convencionales con un antioxidante convencional (número CAS 32687-78-8) y un compuesto de amina con impedimento estérico y estabilizador de UV (número CAS 71878-19-8, 70624-18-9 (en EE.UU.)) y la muestra de película para el ensayo de adhesión se formó a partir de la composición polimérica sometida a formación de compuestos.

25 Los polímeros del ejemplo de ensayo se analizaron en cuanto a estabilidad de almacenamiento durante un período de 14 semanas tras la producción. Los valores de Mn, Mw y Mz y la polidispersidad medidos con GPC usando detector triple (RI-viscosímetro-dispersión de luz, o como se ha definido en Métodos de Determinación) se miden con una humedad de un 20 % y una temperatura de 22 °C, y se muestran a continuación. La Tabla 5 proporciona el análisis GPC de polímeros de Ej. Inv. 4 y Ej. Inv. 3, respectivamente durante un período de 14 semanas. La Tabla 5 muestra que no existe diferencia significativa en Mn, Mw y Mn en 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
	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 una vez obtenido el polímero a partir 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 de almacenamiento con análisis reológico para Ej. Inv. 3

Polímero de ensayo/tiempo de medición una vez obtenido el polímero a partir del reactor	$\eta_{0,05\text{rad/s}}$ [Pa.s]	$\eta_{300\text{rad/s}}$ [Pa.s]	SHI (0,05/300)	MFR <sub>2</sub> g/10min	G' 5 kPa
Ej. Inv. 3 Después de la obtención a partir 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 de almacenamiento mostrada con análisis reológico para Ej. Inv. 4

Polímero de ensayo/tiempo de medición una vez obtenido el polímero a partir del reactor	$\eta_{0,05\text{rad/s}}$ [Pa.s]	$\eta_{300\text{rad/s}}$ [Pa.s]	SHI (0,05/300)	MFR g/10min
Ej. Inv. 4 Después de la obtención a partir 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	Comp.Ex.4
Adhesión	> 150	> 150	> 150	< 50

10

Ej. Comp. 4 es una referencia comercial que es un copolímero de etileno silano con un contenido de silano (que se origina a partir de unidades comonoméricas de VTMS) de un 0,35 % en moles y un MFR<sub>2</sub> de 1 g/10 minutos.

Como puede verse a partir de los resultados obtenidos, los ejemplos de la invención 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) comonomero(s) polar(es), en donde
- el comonomero polar está presente en el polímero de etileno (a) en una cantidad de un 4,5 a un 18 % en moles, cuando se mide de acuerdo con "contenidos de comonomero" como se ha descrito anteriormente en "Métodos de determinación", y
  - 10 - el comonomero polar está seleccionado entre el grupo de ésteres de ácido carboxílico insaturado, y en donde
  - el polímero de etileno (a) opcionalmente porta unidades que contienen grupo(s) funcional(es) diferentes de dicho comonomero polar, y
- 15 ii) unidades (b) que contienen grupo(s) de silano, en donde la composición polimérica tiene
- la diferencia de Índice de Refracción de la composición polimérica dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C es menor de 0,0340, cuando se mide de acuerdo con medición de "Índice de Refracción" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación"; y
  - 20 Un Índice de Afinado 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 oscilación de frecuencia)" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación".
- 25 2. La composición polimérica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición polimérica tiene una o dos de las propiedades reológicas a) y b)
- a) Índice de Afinado por Cizalladura,  $SHI_{0,05/300}$ , de 10,0 a 30,0, y/o
  - 30 b)  $G'$  (a 5 kPa) de 2000 a 5000, preferentemente de 2500 a 4000, kPa, preferentemente ambas propiedades reológicas a) y b), cuando se mide de acuerdo con "Propiedades reológicas: Mediciones de Cizalladura Dinámica (mediciones de oscilación de frecuencia)" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación".
- 35 3. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición polimérica tiene una transmitancia de al menos un 88,2 %, preferentemente de un 88,3 a un 95,0 %, preferentemente de un 88,3 a un 92,0 %, más preferentemente de un 88,3 a un 91,0 %, cuando se mide de acuerdo con "Transmitancia" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación".
- 40 4. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la diferencia de Índice de Refracción de la composición polimérica dentro del intervalo de temperatura de 10 a 70 °C es menor de 0,0330, preferentemente menor de 0,0320, cuando se mide de acuerdo con medición de "Índice de Refracción" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación".
- 45 5. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el polímero de etileno (a) tiene un peso molecular promedio expresado en peso  $M_w$  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 ( $M_n$ ,  $M_w$ , MWD) - GPC" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación".
- 50 6. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el  $MFR_2$  de la composición polimérica, preferentemente del polímero de etileno (a), es de 13 a 70, preferentemente de 13 a 50, preferentemente de 13 a 45, más preferentemente de 15 a 40, g/10 min (de acuerdo con ISO 1133 a 190 °C y una carga de 2,16 kg).
- 55 7. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido del comonomero polar presente en el polímero de etileno (a) es de un 5,0 a un 18,0 % en moles, preferentemente de un 6,0 a un 18,0 % en moles, cuando se mide de acuerdo con "Contenidos de comonomero" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación".
- 60 8. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene una Permeabilidad en Agua de 20 000 o menos mg-mm/(m<sup>2</sup>-día), cuando se mide a 38 °C de acuerdo con ISO 15106-3:2003 como se describe en la memoria descriptiva en el método de "Permeabilidad de Agua" de acuerdo con "Métodos de Determinación".
- 65 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, ASTM D 882-A" como se describe en la memoria descriptiva en "Métodos de Determinación".

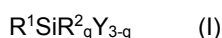
5 10. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la densidad del polímero de etileno (a) es de 930-957 kg/m<sup>3</sup>, de manera apropiada de 940-957 kg/m<sup>3</sup>.

10 11. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el polímero de etileno (a) con éster(es) de ácido carboxílico insaturado(s) como comonomero(s) polar(es) es un polímero de etileno con un comonomero seleccionado entre un grupo de acrilatos C1-C6 y metacrilatos de alquilo C1-C6, más preferentemente entre un grupo de acrilato de metilo, metacrilato de metilo, acrilato de etilo, metacrilato de etilo, acrilato de butilo y metacrilato de butilo, más preferentemente entre un grupo de acrilato de metilo y metacrilato de metilo, lo más preferentemente entre acrilato de metilo, y opcionalmente porta unidades que contienen grupo(s) funcional(es).

15 12. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el polímero de etileno (a) con el(los) comonomero(s) polar(es) porta unidades que contienen grupos funcionales, de modo que, preferentemente, el polímero de etileno (a) con el(los) comonomero(s) polar(es) porta 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) porta 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 de un 0,01 a un 1,00 % en moles, cuando se determina de acuerdo con "Contenidos de Comonomero" como se describe a continuación en "Métodos de Determinación".

20 13. La composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las unidades (b) que contienen grupo(s) silano como unidades que portan grupos funcionales están presente en dicho polímero de etileno (a) en forma de unidades comonoméricas.

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



35 en la que

R<sup>1</sup> es un grupo etilénicamente insaturado hidrocarbilo, hidrocarbilo o (met)acriloxi hidrocarbilo, cada R<sup>2</sup> es independientemente un grupo hidrocarbilo alifático saturado, Y que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y q es 0, 1 o 2.

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

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

50 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 el elemento de capa comprende al menos una capa que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.

55 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.

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

65 20. El módulo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 19, en el que dicho al menos un elemento de capa es un elemento de monocapa de encapsulamiento que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15 o un elemento de multicapa de encapsulamiento que comprende al menos

una capa que comprende la composición polimérica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.

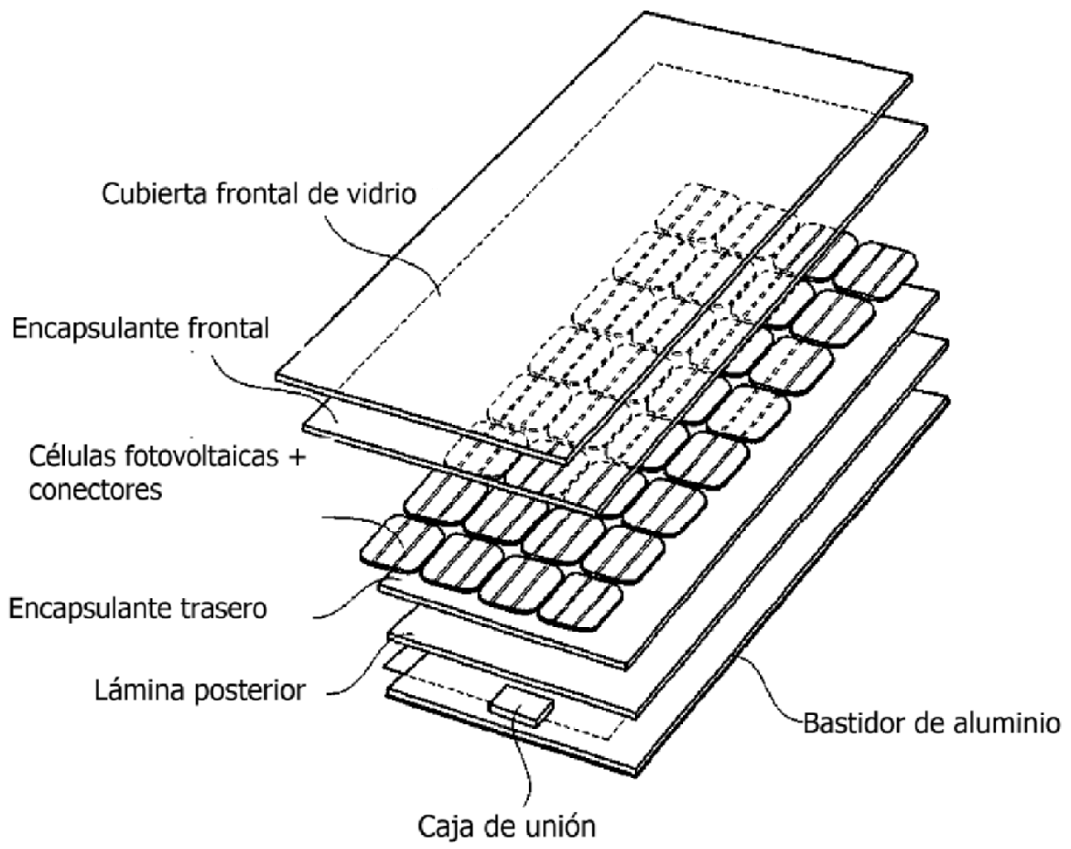


Fig. 1