

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 243**

51 Int. Cl.:

**C08F 255/02** (2006.01)

**C09D 123/04** (2006.01)

**C08F 226/06** (2006.01)

**H01L 31/00** (2006.01)

**C09D 4/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014** **E 14199292 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017** **EP 3034529**

54 Título: **Sistemas de agentes de reticulación conjunta para películas de encapsulación que comprenden compuestos de (met)acrilamida**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.09.2017**

73 Titular/es:

**EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)**  
**Rellinghauser Strasse 1-11**  
**45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**ULBRICHT, DR. DANIEL,;**  
**HEIN, MARCEL;**  
**KLEFF, FRANK;**  
**SCHAUHOFF, DR. STEPHANIE y**  
**OHLEMACHER, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 633 243 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

Sistemas de agentes de reticulación conjunta para películas de encapsulación que comprenden compuestos de (met)acrilamida

5 La presente invención se refiere a una primera composición (Z) que comprende (i) al menos un compuesto (I) seleccionado del grupo que consiste en isocianurato de trialilo, cianurato de trialilo, siendo el compuesto (I) preferiblemente isocianurato de trialilo; y (ii) al menos un compuesto de (met)acrilamida. Además, la presente invención también se refiere a una segunda composición (B) que comprende la primera composición (Z) y al menos un copolímero de poliolefina. Finalmente, la presente invención se refiere al uso de la composición (B) para la producción de una película para encapsular un dispositivo electrónico, en particular una célula solar.

## Antecedentes de la invención

15 Los módulos fotovoltaicos (fotovoltaico = "FV") consisten habitualmente en una capa de células de silicio dispuestas de manera simétrica, que se sueldan en dos capas de una película protectora. Esta propia película protectora está a su vez estabilizada mediante una lámina trasera ("*backsheet*") en su lado posterior y una lámina delantera ("*frontsheet*") en su lado anterior. La lámina trasera y la lámina delantera pueden tanto ser películas de plástico adecuadas como estar compuestas de vidrio. La función del material de encapsulación consiste esencialmente en proteger el módulo FV frente a las inclemencias del tiempo y a la carga mecánica, por lo que la estabilidad mecánica del respectivo material de encapsulación representa una propiedad importante. Además, los materiales de encapsulación buenos presentan una velocidad de endurecimiento rápida, un alto contenido en gel, una alta transmisión, una tendencia reducida a la alteración de la coloración inducida por la temperatura y por el calor así como una alta adhesión (es decir, una tendencia reducida a la delaminación inducida por UV).

25 Los materiales de encapsulación descritos con este fin en el estado de la técnica (por ejemplo el documento WO 2008/036708 A2) se basan normalmente en materiales tales como resinas de silicona, resina de polivinilbutiral, ionómeros, películas de poliolefina o copolímeros de etileno-acetato de vinilo ("EVA").

30 El experto en la técnica está familiarizado con los procedimientos para la producción de tales películas de encapsulación (documento EP 1 164 167 A1). En estos procedimientos, los agentes de reticulación se mezclan de manera homogénea junto con un copolímero de poliolefina (y eventualmente aditivos adicionales) por ejemplo en una extrusora y entonces se extruyen para dar una película. El procedimiento descrito en el documento EP 1 164 167 A1 se refiere a EVA, pero también puede emplearse en películas de otros materiales, por ejemplo los mencionados anteriormente.

35 El documento EP 0 227 470 da a conocer una película transparente, que contiene principalmente copolímero de etileno-acetato de vinilo reticulado con isocianurato de trialilo.

40 La encapsulación de las células de silicio tiene lugar normalmente en un horno de laminación a vacío (documento EP 2 457 728 A1). Para ello, se prepara la estructura de capas del módulo FV y en primer lugar se calienta lentamente en un horno de laminación (compuesto por dos cámaras separadas por una membrana). De este modo se reblandece el copolímero de poliolefina (por ejemplo EVA). Al mismo tiempo se evacúa el horno, para eliminar el aire entre las capas. Esta etapa es la más crítica y dura entre 4 y 6 minutos. A continuación se rompe el vacío a través de la segunda cámara y aplicando una presión se sueldan entre sí las capas del módulo. Al mismo tiempo se sigue calentando hasta la temperatura de reticulación, teniendo entonces lugar la reticulación de la película en esta última etapa.

50 Precisamente el EVA se utiliza convencionalmente en la producción de películas de encapsulación para módulos solares. Sin embargo, también presenta una menor resistencia eléctrica específica al paso  $\rho$  que, por ejemplo, las películas de poliolefina. Esto hace que la utilización de películas de EVA como material de encapsulación no sea atractiva, dado que precisamente se desean materiales de encapsulación con una alta resistencia eléctrica específica al paso  $\rho$ .

55 En los módulos FV, concretamente el denominado efecto "PID" (PID = "*potential induced degradation*" / degradación inducida por potencial) representa actualmente un gran problema de calidad. Por el término PID se entiende una degradación de potencia condicionada por la tensión, provocada por denominadas "corrientes de fuga" dentro del módulo FV.

60 El motivo de las corrientes de fuga dañinas es, además de la estructura de la célula solar, la situación de tensión de los módulos FV individuales con respecto al potencial de tierra (en la mayoría de los sistemas FV no puestos a tierra los módulos FV están expuestos a una tensión positiva o negativa). La PID se produce la mayoría de las veces en el caso de una tensión negativa con respecto al potencial de tierra y se acelera mediante tensiones de sistema altas, temperaturas altas y una humedad del aire elevada. Como consecuencia, iones sodio migran del cristal protector del módulo FV a la superficie límite de la célula solar y provocan allí daños ("*shunt*" / derivación), que pueden conducir a pérdidas de rendimiento e incluso a la pérdida total del módulo FV.

El riesgo de que se produzca un efecto de PID puede reducirse claramente mediante el aumento de la resistencia eléctrica específica al paso  $\rho$  de las películas de encapsulación.

5 La resistencia eléctrica específica al paso  $\rho$  o también resistividad ("*volume resistivity*")/resistividad de volumen, abreviada a continuación también como "VR") es una constante del material que depende de la temperatura. Se utiliza para calcular la resistencia eléctrica de un conductor eléctrico homogéneo. La resistencia eléctrica específica al paso se determina según la invención por medio de la norma ASTM-D257.

10 Cuanto mayor es la resistencia eléctrica específica al paso  $\rho$  de un material, menor es la vulnerabilidad de los módulos fotovoltaicos con respecto al efecto de PID. Por tanto, un efecto esencial positivo en el caso del aumento de la resistencia eléctrica específica al paso  $\rho$  de películas de encapsulación es el aumento de la vida útil y la eficiencia de los módulos FV.

15 En el estado de la técnica se discute el problema del efecto de PID en relación con películas de encapsulación para módulos FV en el documento CN 103525321 A. Este documento describe una lámina a base de EVA para la encapsulación de células solares, que como agentes de reticulación conjunta contiene isocianurato de trialilo ("TAIC") y trimetracrilato de trimetilolpropano ("TMPTMA") así como, como aditivos adicionales, preferiblemente un ionómero de poliolefina y un polisiloxano para la hidrofobización. Esta película presenta un efecto de PID reducido.

20 Sin embargo, en éste resulta desventajoso que los ionómeros de poliolefina son relativamente costosos. Además, los polisiloxanos tienen un efecto negativo sobre las propiedades de adhesión. Además, en los ejemplos no se hacen indicaciones específicas sobre con qué concentraciones pueden alcanzarse qué mejoras.

25 El documento JP 2007-281135 A describe también una combinación de agentes de reticulación de TAIC y TMPTMA. A este respecto, el TMPTMA provoca una aceleración de la reacción de reticulación y conduce con ello a una productividad aumentada.

30 El documento JP 2012-067174 A y el documento JP 2012-087260 A describen una película de encapsulación a base de EVA o una poliolefina para células solares, que además de TAIC presenta, por ejemplo, dimetacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de neopentilglicol, dimetacrilato de 1,6-hexanodiol como agentes de reticulación. Estos agentes de reticulación conjunta ralentizan un poco la reacción de reticulación al principio y aumentan de este modo el intervalo de tiempo de procesamiento.

35 El documento JP 2009-135200 A describe igualmente agentes de reticulación que comprenden TAIC y diferentes derivados de (met)acrilato de alcoholes polifuncionales, describiéndose en este caso una resistencia al calor mejorada unida a una menor tendencia a la delaminación de la encapsulación a base de EVA.

40 El documento JP 2007-281135 A y el documento JP 2007-305634 A describen combinaciones de agentes de reticulación de TAIC y triacrilato de trimetilolpropano ("TMPTA") para su uso en la producción de películas de encapsulación de EVA coextruidas de múltiples capas para células solares.

45 Los documentos JP 2013-138094 A, JPH11-20094, JPH11-20095, JPH11-20096, JPH11-20097, JPH11-20098, JPH11-21541, CN 102391568 A, CN 102504715 A, CN 102863918 A, CN 102911612 A, CN 103045105 A, CN 103755876 A, CN 103804774 A, US 2011/0160383 A1 y WO 2014/129573 A1, por ejemplo, describen combinaciones similares de agentes de reticulación para láminas de encapsulación de células solares.

50 Por tanto, existe la necesidad de nuevos sistemas de agentes de reticulación conjunta, en particular para la producción de películas de encapsulación para células solares, que en comparación con películas, que están reticuladas según el estado de la técnica, conducen a una resistencia eléctrica al paso claramente aumentada, para conducir así en el caso de su utilización en módulos fotovoltaicos a una reducción del riesgo de PID.

55 Por tanto, el objetivo de la presente invención era poner a disposición nuevas composiciones, que puedan usarse para la producción de películas con una resistencia eléctrica específica al paso  $\rho$  lo más alta posible y por consiguiente sean adecuadas especialmente para la encapsulación de dispositivos electrónicos, tales como, por ejemplo, células solares. Estas composiciones deben poder utilizarse además en los procesos establecidos y no aumentar esencialmente los costes de las películas. En particular no deben presentar las desventajas que se observan en los sistemas de agentes de reticulación conjunta del estado de la técnica, y en este caso en particular en aquellas composiciones mencionadas en el documento CN 103525321 A.

60 Se ha encontrado ahora sorprendentemente que con ayuda de determinadas composiciones puede obtenerse una película de encapsulación para células solares, que cumpla estos requisitos. Las composiciones encontradas en este caso aumentan considerablemente la resistividad con cantidades utilizadas comparativamente pequeñas, sin influir negativamente en otras propiedades de la película. Las películas tienen una procesabilidad excelente, una alta transparencia y propiedades de envejecimiento por calor y UV excelentes.

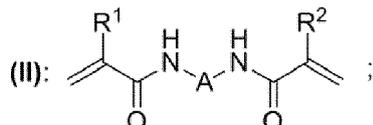
65

**Descripción detallada de la invención**

Los sistemas de agentes de reticulación conjunta según la presente invención pueden usarse sorprendentemente para la producción de películas para la encapsulación de dispositivos electrónicos, tales como, por ejemplo, células solares con una alta resistencia específica al paso.

Por tanto, el sistema de agentes de reticulación conjunta según la invención es una composición (Z) que comprende (i) al menos un compuesto (I) seleccionado del grupo que consiste en isocianurato de trialilo, cianurato de trialilo, siendo el compuesto (I) en particular isocianurato de trialilo; y

(ii) al menos un compuesto de estructura química (II) siendo



en la que

$R^1$ ,  $R^2$  son independientemente entre sí en cada caso hidrógeno o metilo;

A se selecciona del grupo que consiste en

un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 20 átomos de carbono, en el que al menos un resto hidrógeno puede estar sustituido por un resto halógeno y en el que uno o dos restos hidrógeno pueden estar sustituidos en cada caso por un resto seleccionado del grupo que consiste en  $-OR^3$  y  $-C(=O)NR^4R^5$ ,

un grupo arileno con de 6 a 14 átomos de carbono, en el que al menos un resto hidrógeno puede estar sustituido por un resto halógeno o un resto alquilo no ramificado o ramificado con de 1 a 10, preferiblemente de 1 a 8, aún más preferiblemente de 1 a 6, átomos de carbono y en el que uno o dos restos hidrógeno pueden estar sustituidos en cada caso por un resto seleccionado del grupo que consiste en  $-OR^6$  y  $-C(=O)NR^7R^8$ ,

un resto de puente de estructura química  $-A^1-X-A^2-$ ;

seleccionándose  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$  independientemente entre sí en cada caso del grupo que consiste en hidrógeno y resto alquilo ramificado o no ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono;

siendo  $A^1$ ,  $A^2$  independientemente entre sí en cada caso un grupo alquileo ramificado o no ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono;

y seleccionándose X del grupo que consiste en  $-O-$ ,  $-S-S-$ ,  $-S-$  y  $-NR^9-$  siendo  $R^9$  = un resto alquilo no ramificado o ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono.

Un compuesto de estructura química (II) se denomina en el sentido de la invención también "compuesto de (met)acrilamida".

En particular, en la estructura química (II)

$R^1$ ,  $R^2$  son independientemente entre sí en cada caso hidrógeno o metilo;

A se selecciona del grupo que consiste en

un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 20 átomos de carbono, un grupo arileno con de 6 a 14 átomos de carbono, un resto de puente de estructura química  $-A^1-X-A^2-$ ;

siendo  $A^1$ ,  $A^2$  independientemente entre sí en cada caso un grupo alquileo ramificado o no ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono;

y seleccionándose X del grupo que consiste en  $-O-$ ,  $-S-S-$ ,  $-S-$  y  $-NR^9-$ , siendo  $R^9$  = un resto alquilo no ramificado o ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono.

En una forma de realización preferida de la composición (Z), en la estructura química (II)  $R^1$ ,  $R^2$  son independientemente entre sí en cada caso hidrógeno o metilo; A se selecciona del grupo que consiste en un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 20 átomos de carbono, un grupo arileno con de 6 a 14 átomos de

carbono, un resto de puente de estructura química  $-A^1-O-A^2-$ , siendo  $A^1$ ,  $A^2$  independientemente entre sí en cada caso un grupo alquileo ramificado o no ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono.

5 En una forma de realización más preferida de la composición (Z), en la estructura química (II)  $R^1$ ,  $R^2$  son independientemente entre sí en cada caso hidrógeno o metilo, en particular ambos en cada caso hidrógeno o ambos en cada caso metilo; A se selecciona del grupo que consiste en un grupo alquileo no ramificado o ramificado con 1 a 12 átomos de carbono, fenileno,  $-(CH_2)_2-O-(CH_2)_2-$  y  $-CH_2-O-CH_2-$ .

10 En una forma de realización aún más preferida de la composición (Z), en la estructura química (II)  $R^1 = R^2 =$  hidrógeno o  $R^1 = R^2 =$  metilo; A se selecciona del grupo que consiste en un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 12, en particular de 1 a 10, preferiblemente de 1 a 8, más preferiblemente de 1 a 6 átomos de carbono,  $-(CH_2)_2-O-(CH_2)_2-$  y  $-CH_2-O-CH_2-$ . Compuestos de este tipo de estructura química (II) son, por ejemplo, *N,N'*-metilendiácridamida, *N,N'*-metilendimetacrilamida, *N,N'*-etilendiácridamida, *N,N'*-hexametilendiácridamida, dimetil éter de bisacrilamida.

15 En una forma de realización especialmente aún más preferida de la composición (Z), en la estructura química (II)  $R^1 = R^2 =$  hidrógeno; A se selecciona del grupo que consiste en un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 12, en particular de 1 a 10, preferiblemente de 1 a 8, más preferiblemente de 1 a 6 átomos de carbono,  $-(CH_2)_2-O-(CH_2)_2-$  y  $-CH_2-O-CH_2-$ .

20 Compuestos de este tipo de estructura química (II) son, por ejemplo, *N,N'*-metilendiácridamida, *N,N'*-etilendiácridamida, *N,N'*-hexametilendiácridamida, dimetil éter de bisacrilamida.

25 *N,N'*-Metilendiácridamida es un compuesto de estructura (II) siendo  $R^1 = R^2 = H$  y  $A = -CH_2-$ .

*N,N'*-Metilendimetacrilamida es un compuesto de estructura (II) siendo  $R^1 = R^2 = CH_3$  y  $A = -CH_2-$ .

*N,N'*-Etilendiácridamida es un compuesto de estructura (II) siendo  $R^1 = R^2 = H$  y  $A = -CH_2-CH_2-$ .

30 *N,N'*-Hexametilendiácridamida es un compuesto de estructura (II) siendo  $R^1 = R^2 = H$  y  $A = -(CH_2)_6-$ .

Dimetil éter de bisacrilamida es un compuesto de estructura (II) siendo  $R^1 = R^2 = H$  y  $A = -CH_2-O-CH_2-$ .

35 Un "grupo alquileo" es en el sentido de la invención un resto de hidrocarburo saturado divalente.

Un "grupo arileno" es en el sentido de la invención un resto de hidrocarburo aromático divalente, por ejemplo naftaleno, fenantreno, fenileno.

40 "Fenileno" comprende en el sentido de la invención 1,2-fenileno, 1,3-fenileno y 1,4-fenileno.

Un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 6 átomos de carbono se selecciona en particular de metileno, etileno, *n*-propileno, *n*-butileno, *n*-pentileno, *n*-hexileno. "*n*-Hexileno" significa lo mismo que "hexametileno".

45 La razón de la cantidad de compuestos de estructura química (II) en la composición (Z) según la invención con respecto a los compuestos (I) en la composición (Z) según la invención no está limitada especialmente. Así, puede establecerse un aumento de la resistencia específica en particular ya en el caso de la adición de cantidades reducidas de los compuestos de estructura química (II), por ejemplo cuando en la composición (Z) el porcentaje de todos los compuestos de estructura química (II) con respecto a todos los compuestos (I) se encuentra al 1,0% en moles. En cuanto a la utilización económica de los compuestos de estructura química (II), por otro lado, un porcentaje de todos los compuestos de estructura química (II) en la composición (Z) con respecto a todos los compuestos (I) en la composición (Z) del 161,9% en moles representa un límite superior preferido.

50 Los intervalos preferidos para el porcentaje de todos los compuestos de estructura química (II) en la composición (Z), con respecto a todos los compuestos (I) en la composición (Z), se encuentran por consiguiente en el intervalo del 1,0% en moles al 161,9% en moles, en particular del 2,3% en moles al 87,1% en moles, preferiblemente del 2,7% en moles al 53,9% en moles, aún más preferiblemente del 3,0% en moles al 28,5% en moles, más preferiblemente del 3,3% en moles al 28,0% en moles, aún más preferiblemente del 4,6% en moles al 17,9% en moles, incluso aún más preferiblemente del 5,6% en moles al 14,1% en moles, del 5,7% en moles al 10,3% en moles, aún más preferiblemente del 6,2% en moles al 9,5% en moles, aún más preferiblemente del 6,7% en moles al 8,8% en moles, lo más preferiblemente del 7,1% en moles al 8,6% en moles.

55 En una forma de realización especialmente preferida de la composición (Z) según la invención, ésta comprende como compuesto (I) isocianurato de trialilo (= "TAIC") y como compuesto de estructura química (II) *N,N'*-metilendiácridamida (= "MDAA"), encontrándose entonces en particular la razón molar de MDAA con respecto a TAIC en la composición (Z) en el intervalo del 1,0% en moles al 161,9% en moles, preferiblemente del 3,3% en moles al

87,1% en moles, más preferiblemente del 6,7% en moles al 53,9% en moles, aún más preferiblemente del 10,3% en moles al 28,0% en moles, lo más preferiblemente del 14,1% en moles al 17,9% en moles.

5 En una forma de realización especialmente preferida adicional de la composición (Z) según la invención, ésta comprende como compuesto (I) isocianurato de trialilo (=“TAIC”) y como compuesto de estructura química (II) *N,N'*-etilendiacrilamida (=“EDAA”), encontrándose entonces en particular la razón molar de EDAA con respecto a TAIC en la composición (Z) en el intervalo del 1,0% en moles al 15,0% en moles, preferiblemente del 5,0% en moles al 10,0% en moles, más preferiblemente del 6,2% en moles al 9,5% en moles.

10 En una forma de realización especialmente preferida adicional de la composición (Z) según la invención, ésta comprende como compuesto (I) isocianurato de trialilo (=“TAIC”) y como compuesto de estructura química (II) *N,N'*-metilendimetacrilamida (=“MDMAA”), encontrándose entonces en particular la razón molar de MDMAA con respecto a TAIC en la composición (Z) en el intervalo del 1,0% en moles al 15,0% en moles, preferiblemente del 5,0% en moles al 10,0% en moles, más preferiblemente del 5,7% en moles al 8,8% en moles.

15 En una forma de realización especialmente preferida adicional de la composición (Z) según la invención, ésta comprende como compuesto (I) isocianurato de trialilo (=“TAIC”) y como compuesto de estructura química (II) *N,N'*-hexametilendiacrilamida (=“HDAA”), encontrándose entonces en particular la razón molar de HDAA con respecto a TAIC en la composición (Z) en el intervalo del 1,0% en moles al 15,0% en moles, preferiblemente del 2,3% en moles al 7,1% en moles, más preferiblemente al 4,6% en moles.

20 En una forma de realización especialmente preferida adicional de la composición (Z) según la invención, ésta comprende como compuesto (I) isocianurato de trialilo (=“TAIC”) y como compuesto de estructura química (II) dimetil éter de bisacrilamida (=“BAADME”), encontrándose entonces en particular la razón molar de BAADME con respecto a TAIC en la composición (Z) en el intervalo del 1,0% en moles al 15,0% en moles, preferiblemente del 2,7% en moles al 8,6% en moles, más preferiblemente al 5,6% en moles.

25 En una forma de realización especialmente preferida adicional de la composición (Z) según la invención, ésta comprende como compuesto (I) cianurato de trialilo (=“TAC”) y como compuesto de estructura química (II) *N,N'*-metilendiacrilamida (=“MDAA”), encontrándose entonces en particular la razón molar de MDAA con respecto a TAC en la composición (Z) en el intervalo del 1,0% en moles al 161,9% en moles, preferiblemente del 28,5% en moles al 87,1% en moles, lo más preferiblemente al 53,9% en moles.

30 Los presentes sistemas de agentes de reticulación conjunta se usan preferiblemente para la producción de películas para la encapsulación de dispositivos electrónicos, por ejemplo células solares en módulos FV.

A este respecto, los sistemas de agentes de reticulación conjunta se utilizan normalmente junto con copolímeros de poliolefina.

35 Por tanto, la presente invención se refiere también a una composición (B) que comprende al menos un copolímero de poliolefina y la composición (Z) según la invención.

El experto en la técnica conoce los copolímeros de poliolefina que pueden utilizarse según la invención y se describen, por ejemplo, en el documento WO 2008/036708 A2 y el documento JP 2012-087260.

40 En particular, como copolímeros de poliolefina se utilizan según la invención interpolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina, significando el término “interpolímero” que el copolímero de poliolefina en cuestión se produjo a partir de al menos dos monómeros diferentes. Por consiguiente, el término “interpolímero” incluye en particular copolímeros de poliolefina de exactamente dos unidades monoméricas, pero también terpolímeros (por ejemplo etileno/propileno/1-octeno, etileno/propileno/buteno, etileno/buteno/1-octeno, etileno/buteno/estireno) y tetrapolímeros.

45 Como copolímeros de poliolefina se tienen en cuenta según la invención en particular copolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina, que preferiblemente además de etileno y la  $\alpha$ -olefina no presentan ninguna unidad monomérica adicional, seleccionándose en el sentido de la invención la “ $\alpha$ -olefina” preferiblemente del grupo que consiste en propeno, 1-buteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno, 1-tetradeceno, 1-hexadeceno, 1-octadeceno, 3-ciclohexil-1-propeno, vinilciclohexano, ácido acrílico, ácido metacrílico, norborneno, estireno, metilestireno, acetato de vinilo.

50 Aún más preferiblemente, el copolímero de poliolefina según la invención en la composición (B) es un copolímero de etileno-acetato de vinilo.

55 Si como copolímeros de poliolefina se utilizan interpolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina, entonces éstos presentan en particular un contenido en  $\alpha$ -olefina en el intervalo del 15 al 50% en peso, con respecto al peso total del interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina. Preferiblemente, el contenido en  $\alpha$ -olefina se encuentra en el intervalo del 20 al 45% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 25 al 40% en peso, aún más preferiblemente del 26 al 34% en

peso, lo más preferiblemente del 28 al 33% en peso, en cada caso con respecto al peso total del interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina.

5 En la forma de realización preferida, en la que en el caso del copolímero de poliolefina se trata de un copolímero de etileno-acetato de vinilo, el copolímero de etileno-acetato de vinilo presenta en particular un contenido en acetato de vinilo en el intervalo del 15 al 50% en peso, con respecto al peso total del copolímero de etileno-acetato de vinilo. Preferiblemente, el contenido en acetato de vinilo se encuentra entonces en el intervalo del 20 al 45% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 25 al 40% en peso, aún más preferiblemente del 26 al 34% en peso, lo más preferiblemente del 28 al 33% en peso en cada caso con respecto al peso total del copolímero de etileno-acetato de vinilo.

10 El contenido en  $\alpha$ -olefina, en particular en el caso del copolímero de etileno/acetato de vinilo el contenido en acetato de vinilo, se determina a este respecto con el procedimiento descrito en la norma ASTM D 5594:1998 [“Determinación del contenido en acetato de vinilo de copolímeros de etileno-acetato de vinilo (EVA) con ayuda de la espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier”].

15 A este respecto, el porcentaje de la composición (Z) comprendida por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de la composición (Z) en la composición (B) se encuentra en particular en el intervalo de desde el 0,05 hasta el 10% en peso, preferiblemente en el intervalo de desde el 0,1 hasta el 5% en peso, más preferiblemente en el intervalo de desde el 0,2 hasta el 3% en peso, aún más preferiblemente a del 0,3 al 1,5% en peso, de manera especialmente preferible al 0,5% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

20 La composición (B) es adecuada según la invención para la producción de una película de encapsulación para dispositivos electrónicos, por ejemplo células solares. Para ello, durante la laminación de módulo solar se somete a una reacción de reticulación.

25 Para comenzar la reacción de reticulación es habitual utilizar iniciadores, es decir, formadores de radicales que pueden activarse mediante calor, luz, humedad o haces de electrones.

30 Por tanto, en una forma de realización preferida de la presente invención la composición (B) comprende también un iniciador seleccionado del grupo que consiste en compuestos peroxídicos, compuestos azoicos y fotoiniciadores. Más preferiblemente, el iniciador se selecciona del grupo que consiste en compuestos peroxídicos, compuestos azoicos. Ejemplos de los mismos se describen en la “Encyclopedia of Chemical Technology 1992, 3ª edición, vol. 17, páginas 27-90”.

35 Los compuestos peroxídicos son en particular peróxidos orgánicos, que a su vez se seleccionan del grupo que consiste en peróxidos de dialquilo, diperoxidetales, ésteres de ácidos peroxicarboxílicos, peroxicarbonatos.

40 Los peróxidos de dialquilo se seleccionan en particular del grupo que consiste en peróxido de dicumilo, peróxido de di-*terc*-butilo, peróxido de di-*terc*-hexilo, peróxido de *terc*-butilcumilo, peróxido de *iso*-propilcumil-*terc*-butilo, peróxido de *terc*-hexilcumilo, 2,5-dimetil-2,5-di(*terc*-butilperoxi)-hexano, 2,5-dimetil-2,5-di(*terc*-amilperoxi)-hexano, 2,5-dimetil-2,5-di(*terc*-butilperoxi)-hex-3-ino, 2,5-dimetil-2,5-di(*terc*-amilperoxi)-hex-3-ino,  $\alpha,\alpha$ -di[(*terc*-butilperoxi)-*iso*-propil]-benceno, peróxido de di-*terc*-amilo, 1,3,5-tri-[(*terc*-butilperoxi)-isopropil]-benceno, 1,3-dimetil-3-(*terc*-butilperoxi)-butanol, 1,3-dimetil-3-(*terc*-amilperoxi)-butanol, hidropéroxido de *iso*-propilcumilo.

45 Los diperoxidetales se seleccionan en particular del grupo que consiste en 1,1-di(*terc*-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, 1,1-di(*terc*-amilperoxi)-ciclohexano, 1,1-di(*terc*-butilperoxi)-ciclohexano, 4,4-di(*terc*-amilperoxi)-valerato de *n*-butilo, 3,3-di(*terc*-butilperoxi)-butirato de etilo, 2,2-di(*terc*-butilperoxi)butano, 3,6,6,9,9-pentametil-3-etoxicarbonilmetil-1,2,4,5-tetraoxaciclononano, 2,2-di(*terc*-amilperoxi)-propano, 4,4-bis(*terc*-butilperoxi)-valerato de *n*-butilo.

50 Los ésteres de ácidos peroxicarboxílicos se seleccionan en particular del grupo que consiste en peroxiacetato de *terc*-amilo, peroxi-3,5,5-trimetilhexanoato de *terc*-butilo, peroxibenzoato de *terc*-amilo, peroxiacetato de *terc*-butilo, peroxibenzoato de *terc*-butilo, monoperoxisuccinato de *OO-terc*-butilo, monoperoxisuccinato de *OO-terc*-amilo.

55 Los peroxicarbonatos se seleccionan en particular del grupo que consiste en peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-butilo, peroxi-*iso*-propilcarbonato de *terc*-butilo, peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-amilo, peroxibenzoato de *terc*-amilo. Un peroxicarbonato preferido es peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-butilo (“TBPEHC”).

60 El compuesto azoico se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en 2,2'-azobis(2-acetoxipropano), 1,1'-azodi(hexahidrobencenitrilo).

65 El iniciador se selecciona de manera especialmente preferible del grupo que consiste en 2,5-dimetil-2,5-di(*terc*-butilperoxi)-hexano, peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-butilo, peroxi-3,5,5-trimetilhexanoato de *terc*-butilo, 1,1-

di(*terc*-butilperoxi)-3,5,5-trimetilciclohexano, peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-amilo; lo más preferiblemente, el iniciador es peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-butilo ("TBPEHC").

5 La masa del compuesto peroxídico o del compuesto azoico, preferiblemente del compuesto peroxídico, que se utiliza con respecto a la masa del copolímero de poliolefina, no está limitada especialmente. El compuesto peroxídico o el compuesto azoico, preferiblemente el compuesto peroxídico, se utiliza en particular en una cantidad de desde el 0,05 hasta el 10% en peso, preferiblemente del 0,1 al 5% en peso, más preferiblemente del 0,5 al 2% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

10 Los fotoiniciadores se seleccionan en particular del grupo que consiste en benzofenona, benzantrona, benzoína, alquil éter de benzoína, 2,2-dietoxiacetofenona, 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona, *p*-fenoxidicloroacetofenona, 2-hidroxiciclohexilfenona, 2-hidroxiisopropilfenona, 1-fenilpropanodion-2-(etoxicarbonil)-oxima.

15 El fotoiniciador se utiliza en particular en una cantidad de desde el 0,05 hasta el 10% en peso, preferiblemente del 0,1 al 5% en peso, más preferiblemente del 0,2 al 3% en peso, aún más preferiblemente del 0,25 al 1% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

20 En una forma de realización preferida adicional de la presente invención, la composición (B) comprende también al menos un compuesto adicional seleccionado del grupo que consiste en agentes de reticulación, agentes de acoplamiento de silano, antioxidantes, agentes protectores frente al envejecimiento, óxidos metálicos, hidróxidos metálicos, pigmentos blancos; utilizándose como compuesto adicional de manera especialmente preferible agentes de acoplamiento de silano.

25 A este respecto, el término "compuesto adicional" implica en el sentido de la invención, que en el caso de este compuesto no se trata de isocianurato de trialilo, cianurato de trialilo o un compuesto de estructura química (II).

30 A este respecto, los agentes de reticulación se seleccionan preferiblemente del grupo que consiste en triacrilato de trimetilolpropano, trimetracrilato de trimetilolpropano, divinilbenceno, acrilatos y metacrilatos de alcoholes polihidroxilados. Los acrilatos y metacrilatos de alcoholes polihidroxilados se seleccionan en particular del grupo que consiste en di(met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de dietilenglicol, di(met)acrilato de polietilenglicol, di(met)acrilato de neopentilglicol, di(met)acrilato de 1,6-hexanodiol, di(met)acrilato de 1,9-nonanodiol, di(met)acrilato de 1,10-decanodiol.

35 A este respecto, el porcentaje de los agentes de reticulación comprendidos por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de los agentes de reticulación en la composición (B) se encuentra en particular a del 0,005 al 5% en peso, preferiblemente del 0,01 al 3% en peso, más preferiblemente del 0,05 al 3% en peso, aún más preferiblemente del 0,1 al 1,5% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

40 Como agentes de acoplamiento de silano que pueden utilizarse en la composición (B) según la invención se tienen en cuenta todos los silanos que presentan un resto de hidrocarburo insaturado y un resto hidrolizable (descrito por ejemplo en los documentos EP 2 436 701 B1 y US 5.266.627).

45 Los restos de hidrocarburo insaturado se seleccionan en particular del grupo que consiste en vinilo, alilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexenilo,  $\gamma$ -(met)acriloxialilo.

50 Los restos hidrolizables se seleccionan en particular del grupo que consiste en hidrocarbiloilo, hidrocarboniloilo, hidrocarbiloilamino. Preferiblemente, el resto hidrolizable se selecciona del grupo que consiste en metoxilo, etoxilo, formiloxilo, acetoxilo, propioniloxilo, alquilamino y arilamino.

55 Preferiblemente, el agente de acoplamiento de silano se selecciona del grupo que consiste en: viniltrietoxisilano, viniltris-( $\beta$ -metoxietoxi)silano, viniltriacetoxisilano,  $\gamma$ -acriloxipropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, *N*-( $\beta$ -aminoetil)- $\gamma$ -aminopropiltrimetoxisilano, *N*-( $\beta$ -aminoetil)- $\gamma$ -aminopropilmetildimetoxisilano,  $\gamma$ -aminopropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -glicidopropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -mercaptopropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -cloropropiltrimetoxisilano,  $\beta$ -(3,4-etoxiciclohexil)-etiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -mercaptopropiltrimetoxisilano. De manera especialmente preferible, como agente de acoplamiento de silano se utiliza  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano (abreviado como "KBM").

60 A este respecto, el porcentaje del agente de acoplamiento de silano comprendido por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de todos los agentes de acoplamiento de silano comprendidos por la composición (B) se encuentra en particular a del 0,05 al 5% en peso, preferiblemente del 0,1 al 2% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

65 Los antioxidantes se seleccionan en el sentido de la invención preferiblemente del grupo que consiste en antioxidantes fenólicos y antioxidantes que contienen fósforo.

Los antioxidantes fenólicos se seleccionan en particular del grupo que consiste en 4-metoxifenol, 2,6-di-*terc*-butil-4-metilfenol, *terc*-butilhidroquinona,  $\beta$ -(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)-propionato de estearilo, tetrakis-[3-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)-propionato] de pentaeritritol, éster hexadecílico del ácido 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibenzoico.

- 5 Los antioxidantes que contienen fósforo se seleccionan en particular del grupo que consiste en fosfito de trifenilo, fosfito de tris-(nonilfenilo), difosfito de diestearilpentaeritritol, difosfato de tetra-(tridecil)-1,1,3-tris-(2-metil-5-*terc*-butil-4-hidroxifenil)-butano, difosfonito de tetrakis-(2,4-di-*terc*-butilfenil)-4,4-bifenilo.

10 A este respecto, el porcentaje de los antioxidantes comprendidos por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de todos los antioxidantes comprendidos por la composición (B) se encuentra en particular a del 0,01 al 0,5% en peso, preferiblemente del 0,05 al 0,3% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

15 Los agentes protectores frente al envejecimiento se seleccionan en el sentido de la invención en particular del grupo de los estabilizadores HALS (=“*hindered amine light stabilizers*”, estabilizadores de la luz a base de aminas impedidas) y de los absorbedores de UV.

20 Los estabilizadores HALS son en el sentido de la invención en particular compuestos, que presentan al menos un resto 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo, portando el átomo de nitrógeno en la posición 1 del resto piperidilo un H, un grupo alquilo o un grupo alcoxilo.

25 Preferiblemente, los estabilizadores HALS se seleccionan del grupo que consiste en sebacato de bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), sebacato de 1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidilo, sebacato de bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidilo), sebacato de bis-(1-octiloxi-2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), poli-{(6-morfolino-S-triazin-2,4-diil)-[2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil]-imino}-hexametileno-[(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)-imino]} con el número CAS 82451-48-7, polímeros de número CAS 193098-40-7, copolímero de succinato de dimetilo y 1-(2-hidroxietil)-2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinol, *N,N',N'',N'''*-tetrakis-[4,6-bis-[butil-(*N*-metil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il)-amino]-triazin-2-il]-4,7-diazadecan-1,10-diamina con el número CAS 106990-43-6.

30 A este respecto, el porcentaje de los estabilizadores HALS comprendidos por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de todos los estabilizadores HALS comprendidos por la composición (B) se encuentra en particular a del 0,01 al 0,5% en peso, preferiblemente del 0,05 al 0,3% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

35 Los absorbedores de UV se seleccionan en particular del grupo que consiste en 2-hidroxi-4-*N*-octoxibenzofenona, 4-hidroxibenzoato de 2,4-di-*terc*-butilfenil-3,5-di-*terc*-butilo, 2-hidroxi-4-metoxibenzofenona, 2,2-dihidroxi-4-metoxibenzofenona, 2-hidroxi-4-metoxi-4-carboxibenzofenona, 2-(2-hidroxi-3,5-di-*terc*-butilfenil)-benzotriazol, 2-(2-hidroxi-5-metilfenil)-benzotriazol, salicilato de *p*-octil-fenilo, 2-(4,6-difenil-1,3,5-triazin-2-il)-5-[(hexil)-oxi]-fenol, acrilato de etil-2-ciano-3,3-difenilo.

40 A este respecto, el porcentaje de los absorbedores de UV comprendidos por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de todos los absorbedores de UV comprendidos por la composición (B) se encuentra en particular a del 0,01 al 0,5% en peso, preferiblemente del 0,05 al 0,3% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

45 Los óxidos de metal se seleccionan según la invención en particular del grupo que consiste en óxidos de metales alcalinos, óxidos de metales alcalinotérreos, óxido de cinc, preferiblemente se seleccionan del grupo que consiste en óxido de magnesio, óxido de cinc.

50 A este respecto, el porcentaje de los óxidos metálicos comprendidos por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de todos los óxidos metálicos comprendidos por la composición (B) se encuentra en particular a del 0,01 al 10% en peso, preferiblemente del 0,05 al 3% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

55 Los hidróxidos metálicos se seleccionan según la invención en particular del grupo que consiste en hidróxidos de metales alcalinos, hidróxidos de metales alcalinotérreos, preferiblemente se seleccionan del grupo que consiste en hidróxido de magnesio, hidróxido de calcio.

60 A este respecto, el porcentaje de los hidróxidos metálicos comprendidos por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de todos los hidróxidos metálicos comprendidos por la composición (B) se encuentra en particular a del 0,01 al 10% en peso, preferiblemente del 0,05 al 3% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

65 Los pigmentos blancos se seleccionan en el sentido de la invención en particular del grupo de dióxido de titanio, óxido de cinc, sulfuro de cinc, sulfato de bario, litopón.

A este respecto, el porcentaje de los pigmentos blancos comprendidos por la composición (B) no está limitado especialmente. El porcentaje de todos los pigmentos blancos comprendidos por la composición (B) se encuentra en particular a del 5 al 25% en peso, preferiblemente del 10 al 20% en peso, aún más preferiblemente al 15% en peso, en cada caso con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

5 La composición (B) polimérica se usa en un aspecto adicional de la presente invención para la producción de una película para encapsular un dispositivo electrónico, en particular una célula solar.

10 A este respecto, la composición (B) se produce en primer lugar mezclando la composición (Z) así como los respectivos aditivos y el copolímero de poliolefina. Esto tiene lugar en particular mediante la adición de los aditivos en forma líquida, es decir en forma pura o como disolución en un disolvente, a la composición (B) en una mezcladora. Después se agita o se mantiene la mezcla en movimiento hasta que el granulado polimérico ha absorbido completamente el líquido. Los disolventes usados eventualmente se eliminan entonces de nuevo mediante la aplicación de vacío.

15 En una segunda etapa se extruye la formulación polimérica a través de una extrusora para dar una película. A este respecto, la composición (B) se dosifica de manera continua a través de un tornillo sin fin de dosificación a una extrusora en la que se funde el polímero y mediante el amasado de la mezcla los aditivos se distribuyen de manera homogénea en la matriz polimérica. Al final de la extrusora se introduce a presión la masa fundida a través de una boquilla de ranura ancha. Después de la boquilla se retira la película mediante una laminadora, se enfría posteriormente y se enrolla.

20 Alternativamente, los aditivos o la mezcla de aditivos también pueden dosificarse directamente a través de la tubuladura de llenado o a través de una dosificación lateral a la extrusora de película.

25 Los siguientes ejemplos pretenden explicar adicionalmente la presente invención, sin pretender que se limite a estos ejemplos.

### 30 Ejemplos

#### Abreviaturas usadas

*N,N'*-metilendiácridamida = MDAA;

35 *N,N'*-metilendimetacrilamida = MDMAA;

*N,N'*-etilendiácridamida = EDAA;

40 *N,N'*-hexametilendiácridamida = HDAA;

dimetil éter de bisacrilamida = BAADME;

$\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano = KBM;

45 cianurato de trialilo = TAC;

isocianurato de trialilo = TAIC.

#### Productos químicos usados

50 La *N,N'*-metilendiácridamida se obtuvo de Merck.

La *N,N'*-metilendimetacrilamida se obtuvo de Abcr GmbH & Co.

55 La *N,N'*-etilendiácridamida se obtuvo de Abcr GmbH & Co.

La *N,N'*-hexametilendiácridamida se obtuvo de Abcr GmbH & Co.

El dimetil éter de bisacrilamida se obtuvo de Abcr GmbH & Co.

60 En el caso del isocianurato de trialilo usado a continuación se trató de "TAICROS®" de Evonik Industries AG.

En el caso del cianurato de trialilo usado a continuación se trató de "TAC" de Evonik Industries AG.

65 En el caso del  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano usado a continuación se trató de "Dynasytan Memo®" de Evonik Industries AG.

En el caso del EVA usado a continuación se trató de “EVATANE 28-40” ® de Arkema con un contenido en acetato de vinilo del 28,3% en peso.

- 5 El peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-butilo usado a continuación (=“TBPEHC”) se adquirió de la empresa United Initiators.

#### 1. Producción del granulado de EVA

#### 10 Ejemplo comparativo V1

Se mezclaron de manera homogénea 2,5 g (10,0 mmol) de TAIC, 0,5 g de KBM y 4,0 g de TBPEHC. Esta mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante.

15

#### Ejemplos según la invención 1 a 19

##### Ejemplo 1

- 20 Se disolvieron 0,052 g (0,34 mmol) de MDAA en una mezcla de 2,54 g (10,2 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

##### 25 Ejemplo 2

Se disolvieron 0,104 g (0,67 mmol) de MDAA en una mezcla de 2,5 g (10,0 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

30

##### Ejemplo 3

Se disolvieron 0,16 g (1,01 mmol) de MDAA en una mezcla de 2,44 g (9,78 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

35

##### Ejemplo 4

Se disolvieron 0,208 g (1,35 mmol) de MDAA en una mezcla de 2,39 g (9,58 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

40

45

##### Ejemplo 5

Se disolvieron 0,26 g (1,68 mmol) de MDAA en una mezcla de 2,34 g (9,37 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

50

##### Ejemplo 6

Se disolvieron 0,408 g (2,6 mmol) de MDAA en una mezcla de 2,31 g (9,27 mmol) de TAIC, 0,543 g de KBM, 4,347 g de TBPEHC y 2,0 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

55

##### 60 Ejemplo 7

Se disolvieron 0,625 g (4,05 mmol) de MDAA en una mezcla de 1,875 g (7,52 mmol) de TAIC, 0,5 g de KBM, 4,0 g de TBPEHC y 3,0 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

65

Ejemplo 8

5 Se disolvieron 0,86 g (5,59 mmol) de MDAA en una mezcla de 1,6 g (6,42 mmol) de TAIC, 0,5 g de KBM, 3,94 g de TBPEHC y 4,1 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 9

10 Se disolvieron 1,25 g (8,11 mmol) de MDAA en una mezcla de 1,25 g (5,01 mmol) de TAIC, 0,5 g de KBM, 4,0 g de TBPEHC y 6,0 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 10

15 Se disolvieron 0,1 g (0,62 mmol) de EDAA en una mezcla de 2,5 g (10 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 11

25 Se disolvieron 0,15 g (0,93 mmol) de EDAA en una mezcla de 2,44 g (9,79 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 12

30 Se disolvieron 0,1 g (0,57 mmol) de MDMAA en una mezcla de 2,5 g (10 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 13

35 Se disolvieron 0,16 g (0,85 mmol) de MDMAA en una mezcla de 2,44 g (9,79 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 14

45 Se disolvieron 0,05 g (0,23 mmol) de HDAA en una mezcla de 2,54 g (10,2 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 15

50 Se disolvieron 0,10 g (0,46 mmol) de HDAA en una mezcla de 2,5 g (10,0 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. Esta mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 16

60 Se disolvieron 0,16 g (0,69 mmol) de HDAA en una mezcla de 2,44 g (9,78 mmol) de TAIC, 0,52 g de KBM, 4,15 g de TBPEHC y 1,73 g de metanol. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

Ejemplo 17

65

Se disolvieron 0,05 g (0,27 mmol) de BAADME en una mezcla de 2,45 g (9,83 mmol) de TAIC, 0,5 g de KBM, 4,0 g de TBPEHC y 0,25 g de metanol. Esta mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

5

Ejemplo 18

Se disolvieron 0,1 g (0,54 mmol) de BAADME en una mezcla de 2,4 g (9,63 mmol) de TAIC, 0,5 g de KBM, 4,0 g de TBPEHC y 0,75 g de metanol. Esta mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

10

Ejemplo 19

Se disolvieron 0,15 g (0,81 mmol) de BAADME en una mezcla de 2,35 g (9,43 mmol) de TAIC, 0,5 g de KBM, 4,0 g de TBPEHC y 1,25 g de metanol. Esta mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA. A continuación se mezcló completamente la mezcla de EVA-aditivos durante de 2 a 4 h en una mezcladora basculante y a continuación se secó durante una hora en una estufa de vacío a 35°C para eliminar el metanol.

15

20 Ejemplo comparativo V2

Se mezclaron de manera homogénea 2,5 g (10 mmol) de cianurato de trialilo (=“TAC”) con 0,5 g de KBM y 4,0 g de TBPEHC. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA y la mezcla de aditivos así obtenida se mezcló completamente a continuación durante de 2 a 4 horas en una mezcladora basculante.

25

Ejemplo 20

Se mezclaron de manera homogénea 2,13 g (8,52 mmol) de TAC junto con 0,375 g (2,43 mmol) de MDAA, disuelto en 3,5 g de metanol, 0,5 g de KBM y 4,0 g de TBPEHC. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA y la mezcla de aditivos así obtenida se mezcló completamente a continuación durante de 2 a 4 horas en una mezcladora basculante.

30

Ejemplo 21

Se mezclaron de manera homogénea 1,875 g (7,52 mmol) de TAC junto con 0,625 g (4,05 mmol) de MDAA, disuelto en 4,7 g de metanol, 0,5 g de KBM y 4,0 g de TBPEHC. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA y la mezcla de aditivos así obtenida se mezcló completamente a continuación durante de 2 a 4 horas en una mezcladora basculante.

35

40 Ejemplo 22

Se mezclaron de manera homogénea 1,625 g (6,52 mmol) de TAC junto con 0,875 g (5,68 mmol) de MDAA, disuelto en 7,4 g de metanol, 0,5 g de KBM y 4,0 g de TBPEHC. La mezcla se distribuyó uniformemente sobre 493 g de EVA y la mezcla de aditivos así obtenida se mezcló completamente a continuación durante de 2 a 4 horas en una mezcladora basculante.

45

2. Extrusión de películas

Para la producción de las películas de EVA se dosificó el granulado de EVA acondicionado, que se había producido tal como se describe en los ejemplos V1, V2, 1 - 22, volumétricamente en una extrusora de laboratorio de doble husillo (Collin). Se extruyó la masa fundida de EVA a través de una boquilla de ranura ancha (10 cm) con un grosor de intersticio ajustable, la película se enfrió posteriormente de manera continua sobre una laminadora hasta 20°C con agua y a continuación se enrolló. A continuación se exponen los ajustes de la extrusora:

50

55 Parámetros de extrusión la producción de películas de EVA

Temperatura de las zonas de calentamiento [°C]	
T1	70
T2	77
T3	77
T4	75
T5	80
Boquilla	80

60

65

3. Laminación de películas

La laminación de la película de EVA se realizó a 150°C (ajuste de máquina) entre películas de separación de teflón, manteniéndose constante la temperatura correspondiente a lo largo de todo el proceso de laminación. La duración de la etapa de desgasificación en una fase ascendió a 100 s. A continuación comprimió la muestra con una presión de compresión de 0,7 kg/cm<sup>2</sup>. El tiempo de permanencia en el laminador ascendió a 20 minutos.

4. Determinación de la resistencia específica  $\rho$

Para la determinación de la resistencia de películas de EVA reticuladas, de 400 a 500  $\mu\text{m}$  de grosor, se almacenaron en primer lugar muestras con unas dimensiones de aproximadamente 8 x 8 cm a temperatura ambiente (22,5°C) y una humedad relativa del aire del 50% durante 7 días, para garantizar un nivel de humedad constante dentro de la película de EVA.

La medición de la resistencia se realizó con un ohmímetro de la empresa Keithley (6517B) y una célula de medición correspondiente, igualmente de Keithley (“resistivity test fixture 8009”). Según la norma ASTM D-257, se aplicó una tensión de 500 V a la muestra durante 60 s y tras este tiempo se midió la corriente. Entonces puede calcularse la resistencia  $\rho$  (VR) a partir de las magnitudes conocidas.

5. Resultados de las mediciones de resistencia de las formulaciones de ejemplo

5.1 Ejemplo comparativo V1, ejemplos según la invención 1 a 9

La siguiente tabla 1 indica los valores de VR que se midieron en las películas producidas con el granulado de EVA obtenido según el ejemplo comparativo V1 y los granulados de EVA obtenidos según los ejemplos según la invención 1 a 9. A este respecto, el sistema de agentes de reticulación conjunta comprendía TAIC y MDAA en las cantidades indicadas en la tabla 1.

Tabla 1:

Ejemplo n.º	TAIC [mmol]	MDAA [mmol]	Porcentaje de MDAA con respecto a TAIC en % en moles	VR * 10 <sup>15</sup> [ohmios*cm]
V1	10	0	0	3,77
1	10,2	0,34	3,3	5,69
2	10,0	0,67	6,7	8,67
3	9,78	1,01	10,3	11,1
4	9,58	1,35	14,1	15,72
5	9,37	1,68	17,9	18,32
6	9,27	2,6	28,0	44
7	7,52	4,05	53,9	86,46
8	6,42	5,59	87,1	30,12
9	5,01	8,11	161,9	33,07

5.2 Ejemplos según la invención 10 a 19

La siguiente tabla 2 indica los valores de VR que se midieron en las películas producidas con los granulados de EVA obtenidos según los ejemplos según la invención 11 a 19. A este respecto, el sistema de agentes de reticulación conjunta comprendía TAIC y el agente de reticulación conjunta indicado en cada caso en la tabla 2 en las cantidades indicadas en cada caso en la tabla 2.

Tabla 2:

Ejemplo n.º	TAIC [mmol]	Agente de reticulación conjunta	Agente de reticulación conjunta [mmol]	Porcentaje de agente de reticulación conjunta con respecto a TAIC [% en moles]	VR * 10 <sup>15</sup> [ohmios*cm]
10	10,0	EDAA	0,62	6,2	4,86
11	9,79	EDAA	0,93	9,5	9,24
12	10,0	MDMAA	0,57	5,7	4,98
13	9,79	MDMAA	0,85	8,8	5,51
14	10,2	HDAA	0,23	2,3	4,50
15	10,0	HDAA	0,46	4,6	6,37
16	9,78	HDAA	0,69	7,1	7,40
17	9,83	BAADME	0,27	2,7	5,80
18	9,63	BAADME	0,54	5,6	7,12
19	9,43	BAADME	0,81	8,6	13,27

## 5.3 Ejemplo comparativo V2, ejemplos según la invención 20 a 22

- 5 La siguiente tabla 3 indica los valores de VR que se midieron en las películas producidas con el granulado de EVA obtenido según el ejemplo comparativo V2 y los granulados de EVA obtenidos según los ejemplos según la invención 20 a 22. A este respecto, el sistema de agentes de reticulación conjunta comprendía TAC y MDAA en las cantidades indicadas en cada caso en la tabla 3.

Tabla 3:

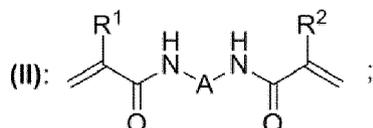
Ejemplo n.º	TAC [mmol]	MDAA [mmol]	Porcentaje de MDAA con respecto a TAC en % en moles	VR * 10 <sup>15</sup> [ohmios*cm]
V2	10,0	0	0	4,2
20	8,52	2,43	28,5	64,05
21	7,52	4,05	53,9	79,22
22	6,52	5,68	87,1	74,03

- 10 Los resultados expuestos en las tablas 1 a 3 demuestran que la combinación de TAIC o TAC y diferentes compuestos de (met)acrilamida da como resultado un aumento claro de la resistencia específica. La resistencia específica así obtenida es incluso mayor que la alcanzada con agentes de reticulación conjunta convencionales.

## REIVINDICACIONES

1.- Composición (Z) que comprende

- 5 (i) al menos un compuesto (I) seleccionado del grupo que consiste en isocianurato de trialilo y cianurato de trialilo; y  
 (ii) al menos un compuesto de estructura química (II) siendo



10 en la que

$R^1$ ,  $R^2$  son independientemente entre sí en cada caso hidrógeno o metilo;

15 A se selecciona del grupo que consiste en

un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 20 átomos de carbono, en el que al menos un resto hidrógeno puede estar sustituido por un resto halógeno y en el que uno o dos restos hidrógeno pueden estar sustituidos en cada caso por un resto seleccionado del grupo que consiste en  $-OR^3$ ,  $-C(=O)NR^4R^5$ ,

20 un grupo arileno con de 6 a 14 átomos de carbono, en el que al menos un resto hidrógeno puede estar sustituido por un resto halógeno o un resto alquilo no ramificado o ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono y en el que uno o dos restos hidrógeno pueden estar sustituidos en cada caso por un resto seleccionado del grupo que consiste en  $-OR^6$ ,  $-C(=O)NR^7R^8$ ,

25 un resto de puente de estructura química  $-A^1-X-A^2-$ ;

seleccionándose  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$  independientemente entre sí en cada caso del grupo que consiste en hidrógeno y resto alquilo ramificado o no ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono;

30 siendo  $A^1$ ,  $A^2$  independientemente entre sí en cada caso un grupo alquileo ramificado o no ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono;

35 y seleccionándose X del grupo que consiste en  $-O-$ ,  $-S-S-$ ,  $-S-$  y  $-NR^9-$  siendo  $R^9$  = un resto alquilo no ramificado o ramificado con de 1 a 10 átomos de carbono.

2.- Composición (Z) según la reivindicación 1, en la que el compuesto (I) es isocianurato de trialilo.

3.- Composición (Z) según la reivindicación 1 ó 2, en la que  $R^1$ ,  $R^2$  son independientemente entre sí en cada caso hidrógeno o metilo y en la que A se selecciona del grupo que consiste en un grupo alquileo no ramificado o ramificado con de 1 a 12 átomos de carbono, fenileno,  $-(CH_2)_2-O-(CH_2)_2-$  y  $-CH_2-O-CH_2-$ .

4.- Composición (Z) según la reivindicación 3, en la que  $R^1 = R^2 =$  hidrógeno y  $A = -CH_2-$ .

45 5.- Composición (Z) según una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el porcentaje de todos los compuestos de estructura química (II) con respecto a todos los compuestos (I) se encuentra en el intervalo del 1,0 al 161,9% en moles.

50 6.- Composición (B) que comprende al menos un copolímero de poliolefina y una composición (Z) según una de las reivindicaciones 1 a 5.

7.- Composición (B) según la reivindicación 6, en la que el copolímero de poliolefina es un copolímero de etileno-acetato de vinilo.

55 8.- Composición (B) según la reivindicación 7, en la que el copolímero de etileno-acetato de vinilo presenta un contenido en acetato de vinilo de desde el 15 hasta el 50% en peso, con respecto al peso total del copolímero de etileno-acetato de vinilo, determinado según la norma ASTM D 5594:1998.

60 9.- Composición (B) según una de las reivindicaciones 6 a 8, en la que el porcentaje de composición (Z) se encuentra a del 0,05 a 10% en peso, con respecto a la masa de todos los copolímeros de poliolefina comprendidos por la composición (B).

10.- Composición (B) según una de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende además al menos un iniciador seleccionado del grupo que consiste en compuestos peroxídicos, compuestos azoicos y fotoiniciadores.

- 5 11.- Composición (B) según la reivindicación 10, en la que el iniciador es un compuesto peroxídico.
- 12.- Composición (B) según una de las reivindicaciones 6 a 11, que comprende además al menos un compuesto adicional seleccionado del grupo que consiste en agentes de reticulación, agentes de acoplamiento de silano, antioxidantes, agentes protectores frente al envejecimiento, óxidos metálicos, hidróxidos metálicos y pigmentos blancos.
- 10 13.- Composición (B) según la reivindicación 12, en la que el compuesto adicional es un agente de acoplamiento de silano.
- 15 14.- Uso de una composición (B) según una de las reivindicaciones 6 a 13 para la producción de una película para encapsular un dispositivo electrónico.