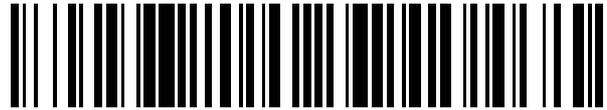


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 303**

51 Int. Cl.:

C08K 5/132 (2006.01)

H01L 31/048 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2010 E 10781508 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2504387**

54 Título: **Módulo fotovoltaico con encapsulante estabilizado frente a UV**

30 Prioridad:

27.11.2009 EP 09177360

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.09.2015

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

FUJIKI, DAISUKE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 546 303 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

Módulo fotovoltaico con encapsulante estabilizado frente a UV

5 Los módulos fotovoltaicos comprenden además de un semiconductor fotovoltaico hasta varias capas de polímeros sintéticos. Como encapsulante, una o más capas de polímeros sintéticos sirven para varias funciones. Por ejemplo, la estructura del módulo fotovoltaico está soportada, se proporciona protección frente a la tensión mecánica externa, se logra aislamiento (también eléctrico) frente al entorno y se transfiere energía térmica lejos del circuito. En el caso de una capa colocada entre el semiconductor fotovoltaico y la fuente de irradiación externa, se requiere una alta transparencia de la capa a la luz para lograr una alta tasa de eficacia del módulo fotovoltaico, inicialmente y durante el uso a largo plazo. Por tanto, la alteración del color de la capa no es sólo un problema estético. En su lugar, este indicador general para la degradación del polímero por efectos ambientales perjudiciales como la luz y el calor ha tenido un impacto adicional significativo.

15 Algunos polímeros sintéticos usados como encapsulantes en módulos fotovoltaicos pueden reticularse, por ejemplo si la reticulación da como resultado propiedades mecánicas más adecuadas. La propia reticulación se inicia a menudo durante la etapa de procesamiento del polímero sintético mediante un compuesto orgánico con una funcionalidad peróxido. Si también están presentes otros aditivos en el polímero sintético durante la etapa de procesamiento, la presencia de peróxido durante la etapa de procesamiento a altas temperaturas podría no sólo conducir a la interacción deseada con las cadenas de polímero dando como resultado la formación de enlaces covalentes entre estas últimas. En su lugar, la interacción con los aditivos también podría tener lugar en cierto grado. La interacción puede conducir a una tasa de reticulación disminuida y/o a un grado de reticulación final en el polímero sintético que es menor que el grado final que puede obtenerse con la misma cantidad de peróxido en ausencia de los aditivos. Especialmente, la presencia de aditivos para la estabilización frente a la degradación por oxidación, luz y calor es un obstáculo conocido en la reticulación inducida por peróxido, tal como se establece por ejemplo en *Plastics Additives Handbook*, página 766, 5ª edición, 2001, editado por H. Zweifel, Hanser Publishers, Múnich.

25 Además, la cantidad añadida de compuestos orgánicos con una funcionalidad peróxido podría aumentarse para lograr el grado de reticulación deseado durante la etapa de procesamiento. Sin embargo, productos residuales del peróxido restante o subproductos del mismo podrían interferir de manera perjudicial en la estabilidad a largo plazo frente a la oxidación, el calor y la luz del polímero reticulado. En paralelo, los aditivos implicados en la estabilización a largo plazo frente a la oxidación, el calor y la luz pueden ver alterada su actividad por las interacciones en la reticulación inducida por peróxido durante la etapa de procesamiento. Por tanto, son deseables aditivos con una baja interacción durante la reticulación de polímeros sintéticos inducida por compuestos orgánicos que contienen una funcionalidad peróxido para una capa en módulos fotovoltaicos.

35 En "Investigation of the degradation and stabilization of EVA-based encapsulant in field-aged solar energy modules", *Polymer Degradation and Stability*, 1997, 555, 347-365, Elsevier Science Ltd, se describe el fenómeno de alteración del color de encapsulantes basados en poli(etileno-co-acetato de vinilo) en módulos fotovoltaicos y el empleo de un derivado de benzofenona, es decir (2-hidroxi-4-octiloxi-fenil)fenilmetanona, como absorbente de UV.

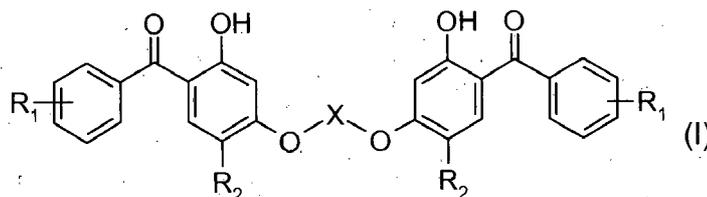
El documento JP-A-2008-159856 da a conocer en sus ejemplos el uso de un derivado de benzofenona, es decir (2,4-dihidroxi-fenil)fenilmetanona, como absorbente de UV en poli(etileno-co-acetato de vinilo) junto con un peróxido orgánico como agente de reticulación y un estabilizador frente a la luz de amina impedida.

40 El documento US-3580927 da a conocer la síntesis de derivados de benzofenona diméricos útiles como absorbentes de UV para polímeros sintéticos.

El documento JP-B-47048888 da a conocer el empleo de derivados de benzofenona diméricos para la estabilización de varios polímeros procesados a temperaturas relativamente altas.

La presente invención se refiere a un módulo fotovoltaico que comprende los componentes:

- 45 (1) un semiconductor fotovoltaico y
- (2) una o más capas que contienen
- (A) un polímero sintético y
- (B) un absorbente de UV de fórmula I



en la que

X es un alquileo C₁-C₁₆ de cadena lineal o ramificada, *o*-, *m*- o *p*-xilileno o un oxaalcanodiilo de fórmulas CH₂CH₂[OCH₂CH₂]_n-, -CH₂CH(CH₃)[OCH₂CH(CH₃)]_n- o -CH₂CH₂CH₂[OCH₂CH₂CH₂]_n-, en las que n es 1-4;

5 R₁ es hidrógeno, alquilo C₁-C₈ de cadena lineal o ramificada, alcoxilo C₁-C₁₈ de cadena lineal o ramificada o cloro;

R₂ es hidrógeno o alquilo C₁-C₈ de cadena lineal o ramificada.

Ejemplos para alquileo C₁-C₁₆ de cadena lineal o ramificada son metileno, etileno, 1,3-propileno, 1-metiletileno, 1,4-butileno, 1,5-pentileno, 1,4-(2-metil)butileno, 1,3-(2,2-dimetil)propileno, 1,6-hexametileno, 1,8-octileno, 1,10-decileno. Se prefieren especialmente alquileo C₂-C₁₀, en particular alquileo C₃-C₉. Ejemplos preferidos son etileno, 1,3-propileno, 1,4-butileno y 1,6-hexametileno.

Ejemplos para alquilo C₁-C₈ de cadena lineal o ramificada son metilo, etilo, *n*-propilo, 1-metiletilo, *n*-butilo, 2-metilpropilo, 1-metilpropilo, *terc*-butilo, pentilo, 1-metilbutilo, 2-metilbutilo, 3-metilbutilo, 1,1'-dimetilpropilo, 1-etilpropilo, *terc*-butilmetilo, hexilo, 1-metilpentilo, heptilo, isoheptilo, 2-etilpentilo, 1-propilbutilo, octilo, isoctilo, 1-etilhexilo, 2-etilhexilo, 1,1,3,3-tetrametilbutilo, 2,4,4-trimetilpentilo, nonilo, isononilo, noononilo, undecilo, laurilo, tridecilo, tetradecilo, pentadecilo, hexadecilo y octadecilo. Se prefiere alquilo C₁-C₁₂, especialmente alquilo C₁-C₈, en particular alquilo C₁-C₄. Ejemplos preferidos son metilo y *terc*-butilo.

Ejemplos para alquioxilo C₁-C₈ de cadena lineal o ramificada son metiloxilo, etiloxilo, 2-metiletiloxilo, propiloxilo (= propoxilo), butiloxilo, hexiloxilo, octiloxilo y 2-etilhexiloxilo. Se prefiere alquioxilo C₁-C₈. Ejemplos preferidos son metiloxilo, octiloxilo y 2-etilhexiloxilo.

20 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que X es alquileo C₂-C₁₀ en la fórmula I.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que R₂ es hidrógeno o *terc*-butilo en la fórmula I.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que R₁ es hidrógeno, *terc*-butilo, metoxilo o cloro en la fórmula I.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que R₁ es hidrógeno, *terc*-butilo o metoxilo o cloro, R₂ es hidrógeno y X es alquileo C₃-C₉ en la fórmula I.

25 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que X es alquileo C₃-C₉ y R₂ es hidrógeno en la fórmula I.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que X es *n*-butileno o hexametileno en la fórmula I.

Se prefiere especialmente un módulo fotovoltaico en el que el componente (B) es 4-[4-(4-benzoil-3-hidroxi-fenoxi)-butoxi]-2-hidroxi-fenil}-fenil-metanona o {4-[6-(4-benzoil-3-hidroxi-fenoxi)-hexiloxi]-2-hidroxi-fenil}-fenil-metanona.

30 Se prefiere mucho un módulo fotovoltaico en el que el componente (B) es 4-[4-(4-benzoil-3-hidroxi-fenoxi)-butoxi]-2-hidroxi-fenil}-fenil-metanona.

Ejemplos de polímeros sintéticos son:

1. Polímeros de monoolefinas y diolefinas, por ejemplo polipropileno, poliisobutileno, poli(1-buteno), poli(4-metil-1-penteno), polivinilciclohexano, poliisopreno o polibutadieno, así como polímeros de cicloolefinas, por ejemplo de ciclopenteno o norborneno, polietileno (que opcionalmente puede estar reticulado), por ejemplo polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de alta densidad y alto peso molecular (HDPE-HMW), polietileno de alta densidad y peso molecular ultra alto (HDPE-UHMW), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), (VLDPE) y (ULDPE).

2. Mezclas de los polímeros mencionados en 1), por ejemplo mezclas de polipropileno con poliisobutileno, polipropileno con polietileno (por ejemplo, PP/HDPE, PP/LDPE) y mezclas de diferentes tipos de polietileno (por

ejemplo, LDPE/HDPE).

3. Copolímeros de monoolefinas y diolefinas entre sí o con otros monómeros de vinilo, por ejemplo copolímeros de etileno/propileno, polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y mezclas del mismo con polietileno de baja densidad (LDPE), copolímeros de propileno/1-buteno, copolímeros de propileno/isobutileno, copolímeros de etileno/1-buteno,
 - 5 copolímeros de etileno/hexeno, copolímeros de etileno/metilpenteno, copolímeros de etileno/hepteno, copolímeros de etileno/octeno, copolímeros de etileno/vinilciclohexano, copolímeros de etileno/cicloolefina (por ejemplo, etileno/norborneno como COC), copolímeros de etileno/1-olefinas, en los que la 1-olefina se genera *in situ*; copolímeros de propileno/butadieno, copolímeros de isobutileno/isopreno, copolímeros de etileno/vinilciclohexeno, copolímeros de etileno/acrilato de alquilo, copolímeros de etileno/metacrilato de alquilo, copolímeros de
 - 10 etileno/acetato de vinilo (poli(etileno-co-acetato de vinilo), EVA) o copolímeros de etileno/ácido acrílico y sus sales (ionómeros) así como terpolímeros de etileno con propileno y un dieno tal como hexadieno, dicitlopentadieno o etiliden-norborneno; y mezclas de tales copolímeros entre sí y con polímeros mencionados en 1) anteriormente, por ejemplo, copolímeros de polipropileno/etileno-propileno, copolímeros de LDPE/etileno-acetato de vinilo (poli(etileno-co-acetato de vinilo), EVA), copolímeros de LDPE/etileno-ácido acrílico (EAA), copolímeros de LLDPE/EVA (etileno-acetato de vinilo, poli(etileno-co-acetato de vinilo)), copolímeros de LLDPE/EAA y de polialquileno/monóxido de carbono alternantes o al azar y mezclas de los mismos con otros polímeros, por ejemplo poliamidas.
 4. Polímeros derivados de ácidos α,β -insaturados y derivados de los mismos tales como poliacrilatos y polimetacrilatos; poli(metacrilatos de metilo), poliacrilamidas y poliacrilonitrilos, modificados por impacto con acrilato de butilo.
 5. Polímeros derivados de aminas y alcoholes insaturados o los derivados de acilo o acetales de los mismos, por ejemplo poli(alcohol vinílico), poli(acetato de vinilo), poli(estearato de vinilo), poli(benzoato de vinilo), poli(maleato de vinilo), polivinilbutiral, poli(ftalato de alilo) o polialilmelamina; así como sus copolímeros con olefinas mencionados en 1) anteriormente.
 6. Poli(óxidos y sulfuros de fenileno), y mezclas de poli(óxidos de fenileno) con polímeros de estireno o poliamidas.
 7. Poliésteres derivados de ácidos dicarboxílicos y dioles y/o de ácidos hidroxicarboxílicos o las correspondientes lactonas, por ejemplo poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno), poli(tereftalato de 1,4-dimetilolciclohexano), poli(naftalato de alquileno) (PAN) y polihidroxibenzoatos, así como ésteres de copoliéster de bloque derivados de poliésteres terminados en hidroxilo; y también poliésteres modificados con policarbonatos o MBS.
 8. Policarbonatos y polies^{ter}carbonatos.
 9. Poliuretano derivado de poliésteres terminados en hidroxilo, poliésteres o polibutadienos por un lado y poliisocianatos alifáticos o aromáticos por otro lado, así como precursores de los mismos.
 10. Poliamidas y copoliamidas derivadas de diaminas y ácidos dicarboxílicos y/o de ácidos aminocarboxílicos o las correspondientes lactamas, por ejemplo poliamida 4, poliamida 6, poliamida 6/6, 6/10, 6/9, 6/12, 4/6, 12/12, poliamida 11, poliamida 12, poliamidas aromáticas partiendo de *m*-xilendiamina y ácido adipico; poliamidas preparadas a partir de hexametildiamina y ácido isoftálico o/y tereftálico y con o sin un elastómero como modificador, por ejemplo poli(2,4,4-trimetilhexametilentereftalamida) o poli(*m*-fenilenisoftalamida); y también copolímeros de bloque de las poliamidas mencionadas anteriormente con poliolefinas, copolímeros de olefina, ionómeros o elastómeros injertados o unidos químicamente; o con poliésteres, por ejemplo con polietilenglicol, polipropilenglicol o politetrametilenglicol; así como poliamidas o copoliamidas modificadas con EPDM o ABS; y poliamidas condensadas durante el procesamiento (sistemas de poliamida RIM).
 11. Combinaciones de los polímeros mencionados anteriormente (policombinaciones), por ejemplo PP/EPDM, poliamida/EPDM o ABS, PVC/EVA, PVC/ABS, PVC/MBS, PC/ABS, PBTP/ABS, PC/ASA, PC/PBT, PVC/CPE, PVC/acrilatos, POM/PUR termoplástico, PC/PUR termoplástico, POM/acrilato, POM/MBS, PPO/HIPS, PPO/PA 6.6 y
 - 45 copolímeros, PA/HDPE, PA/PP, PA/PPO, PBT/PC/ABS o PBT/PET/PC.
 12. Polisiloxanos, por ejemplo silicona tal como silicona sustituida con alquilo (por ejemplo, metilsilicona), silicona parcialmente sustituida con vinilo (VMQ, por ejemplo vinilmetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con fenilo (PMQ, por ejemplo fenilmetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con vinilo y fenilo (PVMQ, por ejemplo fenilvinilmetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con fluoroalquilo (FMQ, por ejemplo 3,3,3-trifluoropropilmetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con fluoroalquilvinilo (FVMQ, por ejemplo 3,3,3-trifluoropropilvinilmetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con aminoalquilo (por ejemplo, 3-aminopropilmetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con carboxialquilo (por ejemplo, 3-carboxipropilmetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con alcóxido (por ejemplo, etoximetilsilicona), silicona parcialmente sustituida con alilo (por ejemplo, alilmetilsilicona) o resinas de silicona (silicona altamente reticulada).

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero sintético seleccionado de poli(etileno-co-acetato de vinilo), poli(etileno-co-ácido metacrílico) y sales del mismo, poli(etileno-co-ácido acrílico) y sales del mismo, poliuretano, polivinilbutiral, polimetacrilato, poliacrilato, poliéster y silicona.

Los polímeros sintéticos pueden ser termoplásticos o estar reticulados.

- 5 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero sintético termoplástico.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero sintético termoplástico y se selecciona de poli(etileno-co-acetato de vinilo), poli(etileno-co-ácido metacrílico) y sales del mismo, poli(etileno-co-ácido acrílico) y sales del mismo, poliuretano, polivinilbutiral, polimetacrilato, poliacrilato, poliéster y silicona.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es poli-(etileno-co-acetato de vinilo) termoplástico.

- 10 Se prefiere especialmente un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es poli(etileno-co-acetato de vinilo) termoplástico con un contenido en peso relativo de acetato de vinilo de desde el 10% hasta el 40%.

- 15 Puede formarse un polímero sintético reticulado ya durante la polimerización, si se eligen los monómeros adecuados. Alternativamente, también puede lograrse reticulación mediante una etapa de procesamiento independiente para la modificación de un polímero termoplástico ya formado. En este último caso, se forman enlaces covalentes adicionales entre las cadenas moleculares individuales en el polímero y, por tanto, se construye una red tridimensional. Por consiguiente, se modifican varias propiedades del polímero sintético originalmente termoplástico en el polímero sintético reticulado, por ejemplo la viscosidad aumenta de manera significativa especialmente a mayores temperaturas.

- 20 Se considera que un polímero está reticulado en esta solicitud si el contenido en gel es de entre el 50% y el 100%, con lo cual el 100% indica reticulación completa. Particularmente relevante es el contenido en gel de entre el 50% y el 98%, especialmente entre el 80% y el 95%.

- 25 El contenido en gel de un polímero con respecto al presente documento se determina tal como sigue: Se disuelven 3 g de polímero en 300 ml de xileno a reflujo (a alrededor de 140°C) durante 12 horas. Tras enfriar hasta temperatura ambiente, se aíslan los productos residuales no disueltos mediante filtración sobre una red metálica de 100 de malla. Se secan los productos residuales a 120°C durante 4 horas a vacío. La razón en peso de los productos residuales secados frente a la cantidad original de polímero es el contenido en gel.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero sintético reticulado.

- 30 Varios polímeros termoplásticos son especialmente adecuados para la reticulación, por ejemplo polietileno, copolímeros de etileno/1-olefinas, terpolímeros de etileno con propileno y un dieno tal como hexadieno, dicitropentadieno o etiliden-norborneno, poli(etileno-co-acetato de vinilo), polivinilbutiral, polimetacrilato, poliacrilato y silicona.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero reticulado seleccionado de poli(etileno-co-acetato de vinilo), polivinilbutiral y silicona.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es poli(etileno-co-acetato de vinilo) reticulado.

- 35 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es poli(etileno-co-acetato de vinilo) reticulado con un contenido en peso relativo de acetato de vinilo de desde el 10% hasta el 40%.

- 40 El proceso de reticulación puede inducirse mediante la adición de compuestos orgánicos con funcionalidades peróxido y la exposición del polímero a mayores temperaturas, puesto que a mayores temperaturas las funcionalidades peróxido conducen a la generación de radicales reactivos. Estos radicales comienzan dichas reacciones de formación de enlaces covalentes entre diferentes cadenas moleculares del polímero termoplástico sintético. El grado de reticulación final de un determinado polímero sintético termoplástico y también la cinética de reticulación dependen, entre otros, del tipo y la cantidad de compuestos de peróxido orgánico empleados, de las condiciones de proceso como temperatura y tiempo de exposición a una determinada temperatura. Además, los aditivos presentes en el polímero sintético termoplástico podrían influir en el proceso de reticulación.

- 45 **Ejemplos para compuestos orgánicos con funcionalidad peróxido son:**

1. Hidroperóxidos, por ejemplo hidroperóxido de *terc*-butilo o hidroperóxido de cumilo.

2. Peróxidos de alquilo / arilo, por ejemplo peróxido de di-*terc*-butilo, peróxido de di-*terc*-amilo, 2,2-bis-(*terc*-butilperoxi)butano, 2,5-dimetil-2,5-di-(*terc*-butilperoxi)hexano, peróxido de 2,5-dimetil-3-hexin-2,5-di-*terc*-butilo, peróxido de dicumilo, bis-(1-*terc*-butilperoxi-1-metiletil)-benceno, α,α' -bis-(*terc*-butilperoxi)diisopropilbenceno, 1,4-bis-(*terc*-butilperoxidisopropil)benceno o peróxido de *terc*-butilcumilo.
- 5 3. Peroxiésteres, por ejemplo peroxibenzoato de *terc*-butilo, peroxi-2-etilhexanoato de *terc*-butilo, peroxi-3,5,5-trimetilhexanoato de *terc*-butilo, peróxido de didecanoilo, peróxido de dilauroilo o peróxido de ácido succínico.
4. Peroxicarbonatos, por ejemplo éster *O-O-terc*-butílico y éster *O-isopropílico* del ácido peroxicarbónico o éster *O-O, O-terc*-butílico y éster *O-(2-etilhexílico)* del ácido peroxicarbónico.
- 10 5. Peróxidos de diarilo, por ejemplo peróxido de dibenzoilo, peróxido de di-(4-clorobenzoilo), peróxido de di(2,4-diclorobenzoilo) o peróxido de di-(4-metilbenzoilo).
6. Peroxicetales, por ejemplo 1,1-di-*terc*-butilperoxi-3,5,5-trimetil-ciclohexano, 1,1-di-(*terc*-amilperoxi)ciclohexano, 3,3-di-(*terc*-amilperoxi)butanoato de etilo o 4,4-di-(*terc*-butilperoxi)valerato de *n*-butilo.
7. Peróxidos cíclicos, por ejemplo 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-[1,2,4,5,7,8]hexaoxonano o 3,3,6,6,9,9-hexametil-1,2,4,5-tetraoxociclohexano.
- 15 Varios compuestos de peróxido orgánico están disponibles comercialmente, por ejemplo 2,5-dimetil-2,5-di-(*terc*-butilperoxi)hexano contenido en Luperox 101 (RTM Arkema Inc.) o éster *O-O-terc*-butílico y éster *O-isopropílico* del ácido peroxicarbónico contenido en Luperox TBEC (RTM Arkema Inc.).

20 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero sintético reticulado, en el que la reticulación se origina a partir de la adición de un compuesto orgánico con funcionalidad peróxido a un polímero anteriormente termoplástico.

25 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero sintético reticulado, en el que la reticulación se origina a partir de la adición de un compuesto orgánico con funcionalidad peróxido a un polímero anteriormente termoplástico, y en el que el compuesto orgánico con funcionalidad peróxido se selecciona de peróxido de didecanoilo, peróxido de dilauroilo, peróxido de ácido succínico, peróxido de dibenzoilo, peróxido de dicumilo, 2,5-di-(*terc*-butilperoxi)-2,5-dimetilhexano, peróxido de *terc*-butil-cumilo, α,α' -bis-(*terc*-butilperoxi)-diisopropilbenceno, peróxido de di-*terc*-amilo, peróxido de di-*terc*-butilo, 2,5-di-(*terc*-butilperoxi)-2,5-dimetil-3-hexino, 1,1-di-(*terc*-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, 1,1-di-*terc*-butilperoxi-ciclohexano, 1,1-di-(*terc*-amilperoxi)ciclohexano, 4,4-di-(*terc*-butilperoxi)valerato de *n*-butilo, 3,3-di-(*terc*-amilperoxi)butanoato de etilo, 3,3-di-(*terc*-butilperoxi)butirato de etilo y peroxi-2-etilhexilcarbonato de *terc*-butilo.

30 Se prefiere especialmente éster *O-O-terc*-butílico y éster *O-isopropílico* del ácido peroxicarbónico.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es un polímero sintético reticulado, que se selecciona de poli(etileno-co-acetato de vinilo), polivinilbutiral y silicona parcialmente sustituida con vinilo, y en el que la reticulación se origina a partir de la adición de un compuesto orgánico con funcionalidad peróxido a un polímero anteriormente termoplástico.

35 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es poli(etileno-co-acetato de vinilo) reticulado, en el que la reticulación se origina a partir de la adición de un compuesto orgánico con funcionalidad peróxido a un poli(etileno-co-acetato de vinilo) anteriormente termoplástico.

40 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (A) es poli(etileno-co-acetato de vinilo) reticulado con un contenido en peso relativo de acetato de vinilo de desde el 10% hasta el 40%, en el que la reticulación se origina a partir de la adición de un compuesto orgánico con funcionalidad peróxido a un poli(etileno-co-acetato de vinilo) anteriormente termoplástico.

Los módulos fotovoltaicos típicos contienen, por ejemplo, las siguientes capas:

- módulo fotovoltaico I:

(a) capa de soporte frontal

45 (b) capa de encapsulante

capa de silicio cristalino como semiconductor fotovoltaico

(b) capa de encapsulante

(c) capa de sustrato trasera

- módulo fotovoltaico II:

capa de soporte frontal

5 capa conductora transparente

capa de silicio amorfo como semiconductor fotovoltaico

capa de contacto trasera

capa de encapsulante

capa de sustrato trasera

10 - módulo fotovoltaico III:

capa de soporte frontal

capa de encapsulante

capa conductora transparente

semiconductor compuesto como semiconductor fotovoltaico

15 capa de contacto trasera

capa de sustrato trasera

- módulo fotovoltaico IV:

capa de soporte frontal

capa conductora transparente

20 semiconductor compuesto como semiconductor fotovoltaico

capa conductora transparente

capa de encapsulante

capa de sustrato trasera

25 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que la capa o capas de componente (2) se seleccionan de una capa de soporte frontal, una capa de encapsulante y una capa de sustrato trasera.

La capa de soporte frontal, la capa de encapsulante y la capa de sustrato trasera están compuestas ventajosamente por un polímero sintético. Si se desea, la capa de soporte frontal y/o la capa de sustrato trasera pueden estar compuestas alternativamente, por ejemplo, por vidrio o metal.

30 El módulo fotovoltaico contiene un semiconductor fotovoltaico. Los semiconductores fotovoltaicos contienen, por ejemplo, silicio cristalino, silicio amorfo o, en el caso de semiconductores compuestos, CuInSe_2 (CIS), Cu(InGa)Se_2 (CIGS), Cu(InGa)(SSe)_2 o CdTe-CdS .

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el semiconductor fotovoltaico (1) contiene silicio cristalino, silicio amorfo, CuInSe_2 , Cu(InGa)Se_2 o CdTe-CdS .

La capa de capas de componente (2) del módulo fotovoltaico puede contener por debajo del componente (B) un

aditivo adicional.

Ejemplos de un aditivo adicional son:

1. Antioxidantes

- 5 1.1. Monofenoles alquilados, por ejemplo 2,6-di-*terc*-butil-4-metilfenol, 2-*terc*-butil-4,6-dimetilfenol, 2,6-di-*terc*-butil-4-etilfenol, 2,6-di-*terc*-butil-4-*n*-butilfenol, 2,6-di-*terc*-butil-4-isobutilfenol, 2,6-diciclo-pentil-4-metilfenol, 2-(α -metilciclohexil)-4,6-dimetilfenol, 2,6-dioctadecil-4-metilfenol, 2,4,6-triciclohexilfenol, 2,6-di-*terc*-butil-4-metoximetilfenol, nonilfenoles que son lineales o ramificados en las cadenas laterales, por ejemplo, 2,6-di-nonil-4-metilfenol, 2,4-dimetil-6-(1'-metilundec-1'-il)fenol, 2,4-dimetil-6-(1'-metilheptadec-1'-il)fenol, 2,4-dimetil-6-(1'-metiltridec-1'-il)fenol y mezclas de los mismos.
- 10 1.2. Alquiltiometilfenoles, por ejemplo 2,4-dioctiltiometil-6-*terc*-butilfenol, 2,4-dioctil-tiometil-6-metilfenol, 2,4-dioctiltiometil-6-etilfenol, 2,6-di-dodeciltiometil-4-nonilfenol.
- 15 1.3. Hidroquinonas e hidroquinonas alquiladas, por ejemplo 2,6-di-*terc*-butil-4-metoxifenol, 2,5-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-amilhidroquinona, 2,6-difenil-4-octadeciloxifenol, 2,6-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-butil-4-hidroxianisol, 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxianisol, estearato de 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenilo, adipato de bis(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenilo).
- 1.4. Tocoferoles, por ejemplo α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol, δ -tocoferol y mezclas de los mismos (vitamina E).
- 1.5. Tiodifenil éteres hidroxilados, por ejemplo 2,2'-tiobis(6-*terc*-butil-4-metilfenol), 2,2'-tiobis(4-octilfenol), 4,4'-tiobis(6-*terc*-butil-3-metilfenol), 4',4'-tiobis(6-*terc*-butil-2-metilfenol), 4,4'-tiobis(3,6-di-*sec*-amilfenol), disulfuro de 4,4'-bis(2,6-dimetil-4-hidroxifenilo).
- 20 1.6. Alquilidenedisfenoles, por ejemplo 2,2'-metilenbis(6-*terc*-butil-4-metilfenol), 2,2'-metilenbis(6-*terc*-butil-4-etilfenol), 2,2'-metilenbis[4-metil-6-(α -metilciclohexil)-fenol], 2,2'-metilenbis(4-metil-6-ciclohexilfenol), 2,2'-metilenbis(6-nonil-4-metilfenol), 2,2'-metilenbis(4,6-di-*terc*-butilfenol), 2,2'-etilidenedis(4,6-di-*terc*-butilfenol), 2,2'-etilidenedis(6-*terc*-butil-4-isobutilfenol), 2,2'-metilenbis[6-(α -metilbencil)-4-nonilfenol], 2,2'-metilenbis[6-(α,α -dimetilbencil)-4-nonilfenol], 4,4'-metilenbis(2,6-di-*terc*-butilfenol), 4,4'-metilenbis-(6-*terc*-butil-2-metilfenol), 1,1-bis-(5-*terc*-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)butano, 2,6-bis-(3-*terc*-butil-5-metil-2-hidroxibencil)-4-metilfenol, 1,1,3-tris-(5-*terc*-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)butano, 1,1-bis-(5-*terc*-butil-4-hidroxi-2-metil-fenil)-3-*n*-dodecilmcaptobutano, bis-[3,3-bis-(3'-*terc*-butil-4'-hidroxifenil)butirato] de etilenglicol, bis-(3-*terc*-butil-4-hidroxi-5-metil-fenil)diclo-pentadieno, tereftalato de bis[2-(3'-*terc*-butil-2'-hidroxi-5'-metilbencil)-6-*terc*-butil-4-metilfenilo], 1,1-bis-(3,5-dimetil-2-hidroxifenil)butano, 2,2-bis-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)propano, 2,2-bis-(5-*terc*-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)-4-*n*-dodecilmcaptobutano, 1,1,5,5-tetra-(5-*terc*-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)pentano.
- 25 1.7. Compuestos de O-, N- y S-bencilo, por ejemplo 3,5,3',5'-tetra-*terc*-butil-4,4'-dihidroxidibencil éter, 4-hidroxi-3,5-dimetilbencilmercaptoacetato de octadecilo, 4-hidroxi-3,5-di-*terc*-butilbencilmercaptoacetato de tridecilo, tris-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencil)amina, ditiotereftalato de bis-(4-*terc*-butil-3-hidroxi-2,6-dimetilbencilo), sulfuro de bis-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencilo), 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencilmercaptoacetato de isooctilo.
- 30 1.8. Malonatos hidroxibencilados, por ejemplo 2,2-bis(3,5-di-*terc*-butil-2-hidroxibencil)malonato de dioctadecilo, 2-(3-*terc*-butil-4-hidroxi-5-metilbencil)malonato de di-octadecilo, 2,2-bis(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencil)malonato de di-dodecilmcaptoetilo, 2,2-bis-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencil)malonato de bis-[4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenilo].
- 1.9. Compuestos de hidroxibencilo aromáticos, por ejemplo 1,3,5-tris-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxi-bencil)-2,4,6-trimetilbenceno, 1,4-bis-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencil)-2,3,5,6-tetrametilbenceno, 2,4,6-tris-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencil)fenol.
- 40 1.10. Compuestos de triazina, por ejemplo 2,4-bis-(octilmercapto)-6-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxi-anilino)-1,3,5-triazina, 2-octilmercapto-4,6-bis-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxianilino)-1,3,5-triazina, 2-octilmercapto-4,6-bis-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenoxi)-1,3,5-triazina, 2,4,6-tris-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenoxi)-1,2,3-triazina, isocianurato de 1,3,5-tris-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)-1,3,5-triazina, isocianurato de 1,3,5-tris-(4-*terc*-butil-3-hidroxi-2,6-dimetilbencilo), 2,4,6-tris(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)-1,3,5-triazina, 1,3,5-tris-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenilpropionil)-hexahidro-1,3,5-triazina, isocianurato de 1,3,5-tris-(3,5-diciclohexil-4-hidroxibencilo).
- 45 1.11. Bencilfosfonatos, por ejemplo 2,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencilfosfonato de dimetilo, 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencilfosfonato de dietilo, 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencilfosfonato de dioctadecilo, 5-*terc*-butil-4-hidroxi-3-metilbencilfosfonato de dioctadecilo, la sal de calcio del éster monoetílico del ácido 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencilfosfónico.
- 50

1.12. Acilaminofenoles, por ejemplo 4-hidroxilauranilida, 4-hidroxiestearanilida; *N*-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)carbamato de octilo.

1.13. Ésteres del ácido B-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)propiónico con alcoholes mono o polihidroxisados, por ejemplo con metanol, etanol, *n*-octanol, *i*-octanol, octadecanol, 1,6-hexanodiol, 1,9-nonanodiol, etilenglicol, 1,2-propanodiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, isocianurato de tris(hidroxietilo), *N,N*-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexanodiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano.

1.14. Ésteres del ácido de β-(5-*terc*-butil-4-hidroxi-3-metilfenil)propiónico con alcoholes mono o polihidroxisados, por ejemplo con metanol, etanol, *n*-octanol, *i*-octanol, octadecanol, 1,6-hexanodiol, 1,9-nonanodiol, etilenglicol, 1,2-propanodiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, isocianurato de tris(hidroxietilo), *N,N*-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexanodiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano; 3,9-bis[2-{3-(3-*terc*-butil-4-hidroxi-5-metilfenil)propioniloxi}-1,1-dimetiletil]-2,4,8,10-tetraoxaespíro[5.5]undecano.

1.15. Ésteres del ácido β-(3,5-diciclohexil-4-hidroxifenil)propiónico con alcoholes mono o polihidroxisados, por ejemplo con metanol, etanol, octanol, octadecanol, 1,6-hexanodiol, 1,9-nonanodiol, etilenglicol, 1,2-propanodiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, isocianurato de tris(hidroxietilo), *N,N*-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexanodiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano.

1.16. Ésteres del ácido 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenilacético con alcoholes mono o polihidroxisados, por ejemplo con metanol, etanol, octanol, octadecanol, 1,6-hexanodiol, 1,9-nonanodiol, etilenglicol, 1,2-propanodiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, isocianurato de tris(hidroxietilo), *N,N*-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexanodiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano.

1.17. Amidas del ácido β-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil)propiónico, por ejemplo *N,N*-bis(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenilpropionil)hexametildiamida, *N,N*-bis(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenilpropionil)trimetildiamida, *N,N*-bis(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenilpropionil)hidrazida, *N,N*-bis[2-(3-[3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil]propioniloxi)etil]oxamida.

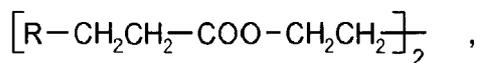
1.18. Ácido ascórbico (vitamina C).

1.19. Antioxidantes amínicos, por ejemplo *N,N*-di-isopropil-*p*-fenilendiamina, *N,N*-di-*sec*-butil-*p*-fenilendiamina, *N,N*-bis(1,4-dimetilpentil)-*p*-fenilendiamina, *N,N*-bis(1-etil-3-metilpentil)-*p*-fenilendiamina, *N,N*-bis(1-metilheptil)-*p*-fenilendiamina, *N,N*-diciclohexil-*p*-fenilendiamina, *N,N*-difenil-*p*-fenilendiamina, *N,N*-bis(2-naftil)-*p*-fenilendiamina, *N*-isopropil-*N*-fenil-*p*-fenilendiamina, *N*-(1,3-dimetilbutil)-*N*-fenil-*p*-fenilendiamina, *N*-(1-metilheptil)-*N*-fenil-*p*-fenilendiamina, *N*-ciclohexil-*N*-fenil-*p*-fenilendiamina, 4-(*p*-toluenosulfamoil)difenilamina, *N,N*-dimetil-*N,N*-di-*sec*-butil-*p*-fenilendiamina, difenilamina, *N*-alilidifenilamina, 4-isopropoxidifenilamina, *N*-fenil-1-naftilamina, *N*-(4-*terc*-octilfenil)-1-naftilamina, *N*-fenil-2-naftilamina, difenilamina octilada, por ejemplo *p,p*'-di-*terc*-octildifenilamina, 4-*n*-butilaminofenol, 4-butirilaminofenol, 4-nonanoilaminofenol, 4-dodecanoilaminofenol, 4-octadecanoilaminofenol, bis(4-metoxifenil)amina, 2,6-di-*terc*-butil-4-dimetilaminometilfenol, 2,4'-diaminodifenilmetano, 4,4'-diaminodifenilmetano, *N,N,N,N*-tetrametil-4,4'-diaminodifenilmetano, 1,2-bis-[(2-metilfenil)amino]etano, 1,2-bis(fenilamino)propano, (o-tolil)biguanida, bis[4-(1',3'-dimetilbutil)fenil]amina, *N*-fenil-1-naftilamina *terc*-octilada, una mezcla de *terc*-butil/*terc*-octildifenilaminas mono y dialquiladas, una mezcla de nonildifenilaminas mono y dialquiladas, una mezcla de dodecildifenilaminas mono y dialquiladas, una mezcla de isopropil/isohexildifenilaminas mono y dialquiladas, una mezcla de *terc*-butildifenilaminas mono y dialquiladas, 2,3-dihidro-3,3-dimetil-4H-1,4-benzotiazina, fenotiazina, una mezcla de *terc*-butil/*terc*-octilfenotiazinas mono y dialquiladas, una mezcla de *terc*-octil-fenotiazinas mono y dialquiladas, *N*-alilfenotiazina, *N,N,N',N'*-tetrafenil-1,4-diaminobut-2-eno.

2. Absorbentes de UV y estabilizadores frente a la luz

2.1. 2-(2'-Hidroxifenil)benzotriazoles, por ejemplo 2-(2'-hidroxi-5'-metilfenil)-benzotriazol, 2-(3',5'-di-*terc*-butil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(5'-*terc*-butil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(2'-hidroxi-5'-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenil)benzotriazol, 2-(3',5'-di-*terc*-butil-2'-hidroxifenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-*terc*-butil-2'-hidroxi-5'-metilfenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-*sec*-butil-5'-*terc*-butil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(2'-hidroxi-4'-octiloxifenil)benzotriazol, 2-(3',5'-di-*terc*-amil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(3',5'-bis-(α,α-dimetilbencil)-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(3'-*terc*-butil-2'-hidroxi-5'-(2-octiloxicarboniletil)fenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-*terc*-butil-5'-[2-(2-etilhexiloxi)-carboniletil]-2'-hidroxifenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-*terc*-butil-2'-hidroxi-5'-(2-metoxicarboniletil)fenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-*terc*-butil-2'-hidroxi-5'-(2-metoxicarboniletil)fenil)benzotriazol, 2-(3'-*terc*-butil-2'-hidroxi-5'-[2-(2-etilhexiloxi) carboniletil]-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(3'-dodecil-2'-hidroxi-5'-metilfenil)benzotriazol, 2-(3'-*terc*-butil-2'-hidroxi-5'-(2-*iso*-

octiloxycarboniletil)fenilbenzotriazol, 2,2'-metilen-bis-[4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)-6-benzotriazol-2-ilfenol]; el producto de transesterificación de 2-[3'-*terc*-butil-5'-(2-metoxicarboniletil)-2'-hidroxifenil]-2*H*-benzotriazol con polietilenglicol 300;



5 en la que R = 3'-*terc*-butil-4'-hidroxi-5'-2*H*-benzotriazol-2-ilfenilo, 2-[2'-hidroxi-3'-(α,α -dimetilbencil)-5'-(1,1,3,3-tetrametilbutil)-fenil]benzotriazol; 2-[2'-hidroxi-3'-(1,1,3,3-tetrametilbutil)-5'-(α,α -dimetilbencil)-fenil]benzotriazol.

2.2. 2-Hidroxibenzofenonas, por ejemplo los derivados de 4-hidroxilo, 4-metoxilo, 4-octiloxilo, 4-deciloxilo, 4-dodeciloxilo, 4-benciloxilo, 4,2',4'-trihidroxilo y 2'-hidroxi-4,4'-dimetoxilo.

10 2.3. Ésteres de ácidos benzoicos sustituidos y no sustituidos, por ejemplo salicilato de 4-*terc*-butil-fenilo, salicilato de fenilo, salicilato de octilfenilo, dibenzoil-resorcinol, bis-(4-*terc*-butilbenzoil)resorcinol, benzoil-resorcinol, 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibenzoato de 2,4-di-*terc*-butilfenilo, 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibenzoato de hexadecilo, 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibenzoato de octadecilo, 3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibenzoato de 2-metil-4,6-di-*terc*-butilfenilo.

15 2.4. Acrilatos, por ejemplo α -ciano- β,β -difenilacrilato de etilo, α -ciano- β,β -difenilacrilato de isooctilo, α -carbometoxicinamato de metilo, α -ciano- β -metil-*p*-metoxicinamato de metilo, α -ciano- β -metil-*p*-metoxi-cinamato de butilo, α -carbometoxi-*p*-metoxicinamato de metilo, *N*-(β -carbometoxi- β -cianovinil)-2-metilindolina, tetra(α -ciano- β,β -difenilacrilato) de neopentilo.

20 2.5. Compuestos de níquel, por ejemplo complejos de níquel de 2,2'-tio-bis-[4-(1,1,3,3-tetrametil-butil)fenol], tales como el complejo 1:1 ó 1:2, con o sin ligandos adicionales tales como *n*-butilamina, trietanolamina o *N*-ciclohildietanolamina, dibutilditiocarbamato de níquel, sales de níquel de los ésteres monoalquílicos, por ejemplo el éster metílico o etílico, del ácido 4-hidroxi-3,5-di-*terc*-butilbencilfosfónico, complejos de níquel de cetoximas, por ejemplo de 2-hidroxi-4-metilfenilundecilcetoxima, complejos de níquel de 1-fenil-4-lauroil-5-hidroxipirazol, con o sin ligandos adicionales.

25 2.6. Aminas impedidas estéricamente, por ejemplo sebacato de bis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), succinato de bis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), sebacato de bis-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidilo), *n*-butil-3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxibencilmalonato de bis-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidilo), el condensado de 1-(2-hidroxi-etil)-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxipiperidina y ácido succínico, condensados lineales o cíclicos de *N,N*-bis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilendiamina y 4-*terc*-octilamino-2,6-dicloro-1,3,5-triazina, nitrilotriacetato de tris-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), 1,2,3,4-butanotetracarboxilato de tetrakis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), 1,1'-(1,2-etanodil)-bis-(3,3,5,5-tetrametilpiperazinona), 4-benzoil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 4-esteariloxi-2,2,6,6-tetrametil-piperidina, 2-*n*-butil-2-(2-hidroxi-3,5-di-*terc*-butilbencil)malonato de bis-(1,2,2,6,6-pentametilpiperidilo), 3-*n*-octil-7,7,9,9-tetrametil-1,3,8-triazaespiro[4.5]decano-2,4-diona, condensados lineales o cíclicos de *N,N*-bis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilen-diamina y 4-morfolino-2,6-dicloro-1,3,5-triazina, el condensado de 2-cloro-4,6-bis(4-*n*-butilamino-2,2,6,6-tetrametilpiperidil)-1,3,5-triazina y 1,2-bis-(3-aminopropilamino)etano, el condensado de 2-cloro-4,6-di-(4-*n*-butilamino-1,2,2,6,6-pentametilpiperidil)-1,3,5-triazina y 1,2-bis-(3-aminopropilamino)etano, 8-acetil-3-dodecil-7,7,9,9-tetrametil-1,3,8-triazaespiro[4.5]decano-2,4-diona, 3-dodecil-1-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)pirrolidin-2,5-diona, 3-dodecil-1-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)pirrolidin-2,5-diona, una mezcla de 4-hexadeciloxi- y 4-esteariloxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, un condensado de *N,N'*-bis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilendiamina y 4-ciclohexilamino-2,6-dicloro-1,3,5-triazina, un condensado de 1,2-bis-(3-aminopropilamino)etano y 2,4,6-tricloro-1,3,5-triazina así como 4-butilamino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (n.º de reg. CAS [136504-96-6]); un condensado de 1,6-hexanodiamina y 2,4,6-tricloro-1,3,5-triazina así como *N,N*-dibutilamina y 4-butilamino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (n.º de reg. CAS [192268-64-7]); *N*-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)-*n*-dodecilsuccinimida, *N*-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)-*n*-dodecilsuccinimida, 2-undecil-7,7,9,9-tetrametil-1-oxa-3,8-diaza-4-oxo-espiro-[4,5]decano, un producto de reacción de 7,7,9,9-tetrametil-2-cicoundecil-1-oxa-3,8-diaza-4-oxo-espiro-[4,5]decano y epiclorhidrina, 1,1-bis-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidiloxi-carbonil)-2-(4-metoxifenil)eteno, *N,N'*-bis-formil-*N,N'*-bis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilendiamina, un diéster del ácido 4-metoximetilenmalónico con 1,2,2,6,6-pentametil-4-hidroxipiperidina, poli[metilpropil-3-oxi-4-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)]siloxano, un producto de reacción de copolímero de anhídrido del ácido maleico- α -olefina con 2,2,6,6-tetrametil-4-aminopiperidina o 1,2,2,6,6-pentametil-4-aminopiperidina, 5-(2-etilhexanoil)oximetil-3,3,5-trimetil-2-morfolinona, Sanduvor 3058 (RTM, Clariant; n.º de reg. CAS 106917-31-1), 5-(2-etilhexanoil)oximetil-3,3,5-trimetil-2-morfolinona, 1,3,5-tris-(*N*-ciclohexil-*N*-(2,2,6,6-tetrametilpiperazin-3-on-4-il)amino)-s-triazina, 1,3,5-tris-(*N*-ciclohexil-*N*-(1,2,2,6,6-pentametilpiperazin-3-on-4-il)amino)-s-triazina.

50 2.7. Oxamidas, por ejemplo 4,4'-dioctiloxioxanilida, 2,2'-dietoxioxanilida, 2,2'-dioctiloxi-5,5'-di-*terc*-butoxanilida, 2,2'-didodeciloxi-5,5'-di-*terc*-butoxanilida, 2-etoxi-2'-etiloxanilida, *N,N*-bis(3-dimetilaminopropil)oxamida, 2-etoxi-5-*terc*-butil-2'-etoxanilida y su mezcla con 2-etoxi-2'-etil-5,4'-di-*terc*-butoxanilida, mezclas de oxanilidas disustituidas con *o*- y *p*-metoxilo y mezclas de oxanilidas disustituidas con *o*- y *p*-etoxilo.

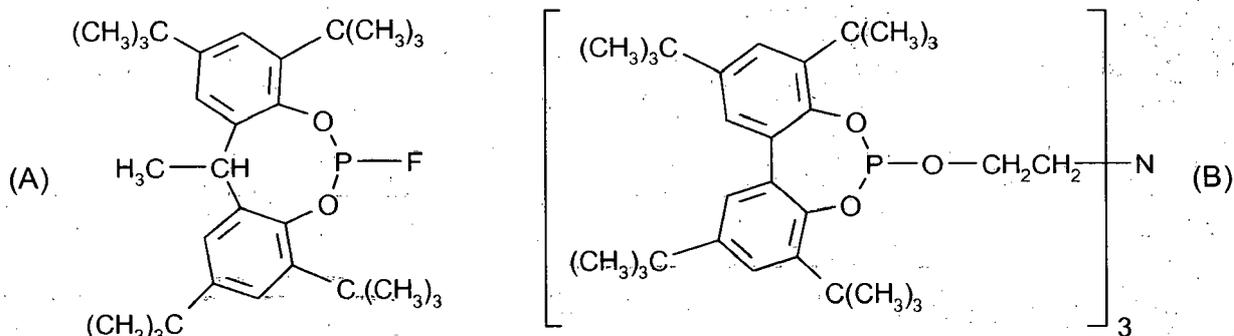
2.8. 2-(2-Hidroxifenil)-1,3,5-triazinas, por ejemplo 2,4,6-tris-(2-hidroxi-4-octiloxifenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-octiloxifenil)-4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2,4-dihidroxifenil)-4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2,4-bis-(2-hidroxi-4-propiloxifenil)-6-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-octiloxifenil)-4,6-bis(4-metilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-dodeciloxifenil)-4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-trideciloxifenil)-4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-[2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-butiloxipropoxi)fenil]-4,6-bis-(2,4-dimetil)-1,3,5-triazina, 2-[2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-octiloxipropiloxi)fenil]-4,6-bis-(2,4-dimetil)-1,3,5-triazina, 2-[4-(dodeciloxi/trideciloxi-2-hidroxi-3-dodeciloxipropoxi)fenil]-4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-[2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-butiloxipropoxi)fenil]-4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-hexiloxi)fenil-4,6-difenil-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-metoxifenil)-4,6-difenil-1,3,5-triazina, 2,4,6-tris-[2-hidroxi-4-(3-butoxi-2-hidroxi-3-propoxi)fenil]-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-(4-metoxifenil)-6-fenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-[3-(2-etil-hexil-1-oxi)-2-hidroxi-3-propiloxi]fenil)-4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2,4-bis-(4-[2-etilhexiloxi]-2-hidroxi-4-fenil)-6-(4-metoxifenil)-1,3,5-triazina.

3. Desactivadores de metales, por ejemplo *N,N*-difeniloxamida, *N*-salicilal-*N*-salicilolhidrazina, *N,N*-bis(salicilol)hidrazina, *N,N*-bis(3,5-di-*tert*-butil-4-hidroxifenilpropionil)hidrazina, 3-salicilolamino-1,2,4-triazol, bis(benciliden)oxalildihidrazida, oxanilida, isoftaloldihidrazida, sebacoilbisfenilhidrazida, *N,N*-diacetiladipoldihidrazida; *N,N*-bis(salicilol)oxalildihidrazida, *N,N*-bis(salicilol)tiopropionildihidrazida.

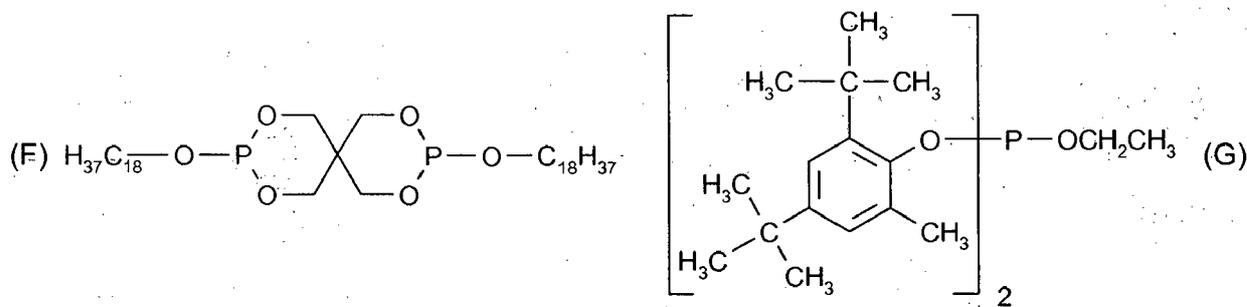
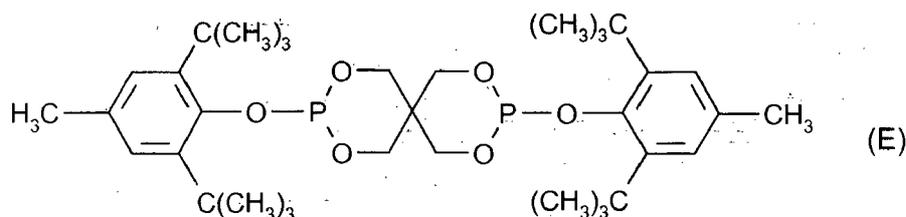
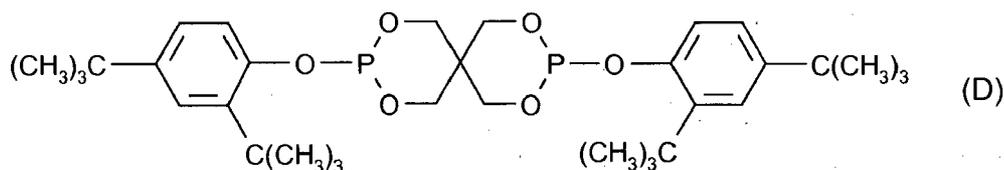
4. Fosfitos y fosfonitos, por ejemplo fosfito de trifenilo, fosfitos de difenilalquilo, fosfitos de fenildialquilo, fosfito de tris(nonilfenilo), fosfito de trilaurilo, fosfito de trioctadecilo, difosfito de diestearilpentaeritritol, fosfito de tris-(2,4-di-*tert*-butilfenilo), difosfito de diisodecilpentaeritritol, difosfito de bis-(2,4-di-*tert*-butilfenil)pentaeritritol, difosfito de bis-(2,4-di-cumilfenil)pentaeritritol, difosfito de bis-(2,6-di-*tert*-butil-4-metilfenil)pentaeritritol, difosfito de diisodeciloxipentaeritritol, difosfito de bis-(2,4-di-*tert*-butil-6-metil-fenil)pentaeritritol, difosfito de bis-(2,4,6-tris(*tert*-butilfenil)pentaeritritol, trifosfito de triestearilsorbitol, 4,4'-bifenilendifosfonito de tetrakis-(2,4-di-*tert*-butilfenil), 6-isooctiloxi-2,4,8,10-tetra-*tert*-butil-12-*H*-dibenzo[d,g]-1,3,2-dioxafosfocina, fosfito de bis-(2,4-di-*tert*-butil-6-metilfenil)metilo, fosfito de bis-(2,4-di-*tert*-butil-6-metilfenil)-etilo, 6-fluoro-2,4,8,10-tetra-*tert*-butil-12-metil-dibenzo[d,g]-1,3,2-dioxafosfocina, 2,2',2''-nitrilo[fosfito de trietiltris-(3,3',5,5'-tetra-*tert*-butil-1,1'-bifenil-2,2'-diilo)], fosfito de 2-etilhexil(3,3',5,5'-tetra-*tert*-butil-1,1'-bifenil-2,2'-diilo), 5-butil-5-etil-2-(2,4,6-tri-*tert*-butilfenoxi)-1,3,2-dioxafosfirano.

Los siguientes fosfitos se prefieren especialmente:

Fosfito de tris-(2,4-di-*tert*-butilfenilo) (Irgafos 168 (RTM, Ciba Inc.), fosfito de tris(nonilfenilo),



30



5

5. Hidroxilaminas, por ejemplo *N,N*-dibencilhidroxilamina; *N,N*-diethylhidroxilamina, *N,N*-dioctilhidroxilamina, *N,N*-dilaurilhidroxilamina, *N,N*-ditetradecilhidroxilamina, *N,N*-dihexadecilhidroxilamina, *N,N*-dioctadecilhidroxilamina, *N*-hexadecil-*N*-octadecilhidroxilamina, *N*-heptadecil-*N*-octadecilhidroxilamina, *N,N*-dialquilhidroxilamina derivadas de amina de sebo hidrogenado.

10 6. Nitronas, por ejemplo, *N*-bencil- α -fenilnitrona, *N*-etil- α -metilnitrona, *N*-octil- α -heptilnitrona, *N*-lauril- α -undecilnitrona, *N*-tetradecil- α -tridecilnitrona, *N*-hexadecil- α -pentadecilnitrona, *N*-octadecil- α -heptadecilnitrona, *N*-hexadecil- α -heptadecilnitrona, *N*-octadecil- α -pentadecilnitrona, *N*-heptadecil- α -heptadecilnitrona, *N*-octadecil- α -hexadecilnitrona, nitrona derivada de *N,N*-dialquilhidroxilamina derivada de amina de sebo hidrogenado.

15 7. Agentes tiosinérgicos, por ejemplo tiodipropionato de dilaurilo, tiodipropionato de dimiristilo, tiodipropionato de diestearilo o disulfuro de diestearilo.

8. Eliminadores de peróxido, por ejemplo ésteres del ácido β -tiodipropiónico, por ejemplo los ésteres laurílico, estearílico, miristílico o tridecílico, mercaptobencimidazol o la sal de zinc de 2-mercapto-bencimidazol, dibutilditiocarbamato de zinc, disulfuro de dioctadecilo, tetrakis-(β -dodecilmercapto)propionato de pentaeritrol.

20 9. Estabilizadores de poliamida, por ejemplo sales de cobre en combinación con yoduros y/o compuestos de fósforo y sales de manganeso divalente.

25 10. Coestabilizadores básicos, por ejemplo melamina, polivinilpirrolidona, diciandiamida, cianurato de trialilo, derivados de urea, derivados de hidrazina, aminas, poliamidas, poliuretanos, sales de metales alcalinos y sales de metales alcalinotérreos de ácidos grasos superiores, por ejemplo estearato de calcio, estearato de zinc, behenato de magnesio, estearato de magnesio, ricinoleato de sodio y palmitato de potasio, pirocatecolato de antimonio o pirocatecolato de zinc.

30 11. Agentes de nucleación, por ejemplo sustancias inorgánicas, tales como talco, óxidos de metales, tales como dióxido de titanio u óxido de magnesio, fosfatos, carbonatos o sulfatos de, preferiblemente, metales alcalinotérreos; compuestos orgánicos, tales como ácidos mono o policarboxílicos y las sales de los mismos, por ejemplo ácido 4-*terc*-butilbenzoico, ácido adípico, ácido difenilacético, succinato de sodio o benzoato de sodio; compuestos poliméricos, tales como copolímeros iónicos (ionómeros), o Irgaclear XT 386 (RTM, Ciba). Se prefieren

especialmente 1,3:2,4-bis-(3',4'-dimetilbenciliden)-sorbitol, 1,3:2,4-di(parametildibenciliden)sorbitol y 1,3:2,4-di(benciliden)sorbitol.

5 12. Cargas y agentes de refuerzo, por ejemplo carbonato de calcio, silicatos, fibras de vidrio, perlas de vidrio, amianto, talco, caolín, mica, sulfato de bario, óxidos e hidróxidos de metales, negro de carbono, grafito, harina de madera y harinas o fibras de otros productos naturales, fibras sintéticas.

13. Otros aditivos, por ejemplo pigmentos, tales como negro de humo, dióxido de titanio en sus formas de rutilo o anatasa, pigmentos de color; plastificantes; lubricantes; emulsionantes; aditivos de reología; aditivos antideslizantes / antibloqueantes; catalizadores; agentes de control de flujo; blanqueadores ópticos; agentes antiestáticos y agentes de soplado.

10 14. Benzofuranonas e indolinonas, por ejemplo las dadas a conocer en los documentos U.S. 4.325.863; U.S. 4.338.244; U.S. 5.175.312; U.S. 5.216.052; U.S. 5.252.643; DE-A-4316611; DE-A-4316622; DE-A-4316876; EP-A-0589839, EP-A-0591102; EP-A-1291384 o 3-[4-(2-acetoxietoxi)fenil]-5,7-di-*terc*-butilbenzofuran-2-ona, 5,7-di-*terc*-butil-3-[4-(2-estearoiloxi-etoxi)fenil]benzofuran-2-ona, 3,3'-bis[5,7-di-*terc*-butil-3-(4-[2-hidroxi-etoxi]fenil)benzofuran-2-ona], 5,7-di-*terc*-butil-3-(4-etoxifenil)benzofuran-2-ona, 3-(4-acetoxi-3,5-dimetilfenil)-5,7-di-*terc*-butilbenzofuran-2-ona, 3-(3,5-dimetil-4-pivaloiloxifenil)-5,7-di-*terc*-butilbenzofuran-2-ona, 3-(3,4-dimetilfenil)-5,7-di-*terc*-butilbenzofuran-2-ona, 3-(2,3-dimetilfenil)-5,7-di-*terc*-butilbenzofuran-2-ona, 3-(2-acetil-5-isooctilfenil)-5-isooctil-benzofuran-2-ona.

Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que la capa o capas de componente (2) contienen uno o más componentes adicionales seleccionados del grupo de absorbente de UV de benzotriazol; absorbente de UV basado en triazina, amina impedida estéricamente, antioxidante fenólico, coestabilizador básico y neutralizador.

20 Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que la capa o capas de componente (2) contienen un componente adicional seleccionado del grupo de estabilizador frente a la luz de amina impedida tal como se enumera en amina impedida estéricamente en el punto 2.6.

La capa o capas del presente componente (2) tienen, por ejemplo, un grosor de 10 a 2.000 µm, en particular de 50 a 1000 µm.

25 La capa o capas del presente componente (2) tienen excelentes propiedades ópticas tales como transparencia óptica, resistencia mecánica suficientemente alta como para impedir, por ejemplo, la contracción de un polarizador con alta capacidad de contracción, resistencia térmica que puede aguantar la alta temperatura que se aplica durante los procedimientos, y similares.

30 La capa o capas del presente componente (2) tienen preferiblemente una transmitancia de la luz a una longitud de onda de 280-340 nm de menos del 5%.

La capa o capas del presente componente (2) tienen preferiblemente un bajo valor de turbidez de, por ejemplo, menos de 5 (determinado en una película de 100 µm) según la norma ASTM D 1003.

35 La capa o capas del presente componente (2) se generan normalmente durante el procedimiento de fabricación mediante la conversión de hojas, que están compuestas por el polímero sintético como componente (A) que comprende el absorbente de UV como componente (B) y opcionalmente aditivos adicionales. Dichas hojas pueden prepararse mediante métodos convencionales para el procesamiento de plásticos que conocen bien los expertos en la técnica; por ejemplo métodos de colada en disolución, métodos de moldeo en estado fundido tales como moldeo por extrusión en estado fundido, moldeo por prensado o moldeo por inyección, o similares. Estos métodos pueden contener opcionalmente etapas de procesamiento adicionales tales como orientación, laminación, coextrusión o similares.

40 El presente compuesto de fórmula I, aditivos adicionales opcionales y peróxidos opcionales pueden incorporarse en el polímero sintético antes de o durante la transformación para dar una hoja u hojas. Después de eso, esta(s) hoja(s) se convierten durante la fabricación del módulo fotovoltaico en la capa o capas del presente componente (2). Estos métodos de incorporación no están particularmente limitados y los conocen bien los expertos en la técnica. Pueden mencionarse, por ejemplo, la incorporación de los compuestos de la fórmula I en el polímero sintético o el uso de una mezcla madre de los compuestos de fórmula I para la incorporación en el polímero sintético. Por ejemplo, es posible suministrar los compuestos de fórmula I durante el moldeo por extrusión en estado fundido; y similares, y puede emplearse cualquiera de estos métodos.

50 Un compuesto de fórmula I está presente en el polímero sintético en el componente (2) en una cantidad del 0,01% al 10%, preferiblemente del 0,05% al 5% y particularmente del 0,05% al 2%, en relación con el peso del polímero sintético. Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que el componente (B) está presente en del 0,01% al 10% en relación con el peso del componente (A).

Un aditivo adicional puede estar presente en el polímero sintético en una cantidad del 0,001% al 10%, preferiblemente del 0,01% al 5% y particularmente del 0,01% al 2%, en relación con el peso del polímero sintético. Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que un aditivo adicional está presente en el componente (A) en una cantidad del 0,001% al 10% en relación con el peso del componente (A).

5 Si se desea, la hoja u hojas como precursores de la capa o capas del presente componente (2) puede(n) someterse a tratamiento. Un tratamiento es ventajoso para mejorar la adhesividad mutua de las hojas a otras capas. Particularmente, un tratamiento de superficie tal como la aplicación de un recubrimiento especial mediante un adhesivo a la superficie de la hoja puede mejorar el procedimiento de laminación entre hojas que se transforman en capas y capas, que siguen siendo rígidas mecánicamente durante el procedimiento de fabricación del módulo
10 fotovoltaico. En este caso, la rigidez mecánica se refiere a las capas, que no son sensibles al calentamiento aplicado durante el procedimiento de fabricación del módulo fotovoltaico, por ejemplo capas de vidrio, metal o polímeros como poliésteres específicos.

15 Alternativamente o además de un tratamiento de superficie de la hoja está la incorporación de un promotor de la adhesión en el polímero sintético para mejorar la adhesividad de la capa formada a partir de la hoja durante la fabricación del módulo fotovoltaico. Dicho promotor de la adhesión puede incorporarse en el polímero sintético de manera similar a los métodos mencionados para aditivos adicionales opcionales y peróxidos opcionales. La incorporación del promotor de la adhesión puede realizarse simultáneamente a aditivos adicionales opcionales y peróxidos opcionales, por ejemplo durante la formación de una hoja de poli(etileno-co-acetato de vinilo).

Ejemplos de promotores de la adhesión son silanos con una funcionalidad de acoplamiento.

20 1. Vinilsilano, por ejemplo vinilclorosilano, vinil-tris-(2-metoxietoxi)-silano, vinil-trietoxi-silano, vinil-triacetoxi-silano o vinil-trimetoxi-silano.

2. Acriloxisilano, por ejemplo (3-(metacriloxi)propil)-trimetoxi-silano.

3. Epoxisilano, por ejemplo (2-(7-oxa-biciclo[4.1.0]hept-3-il)etil)-trimetoxi-silano, (3-oxiranilmetoxi-propil)-trimetoxi-silano o (3-oxiranilmetoxi-propil)-dietoximetil-silano.

25 4. Aminosilano, por ejemplo (N-(2-aminoetil)-3-aminopropil)-trimetoxi-silano, (N-(2-aminoetil)-3-aminopropil)-dimetoximetil-silano, (3-aminopropil)-trietoxi-silano o (N-fenil-3-aminopropil)-trimetoxi-silano.

5. Otros tipos de silanos, por ejemplo (3-mercaptopropil)-trimetoxi-silano o (3-cloropropil)-trimetoxisilano.

Se prefiere como promotor de la adhesión (3-(metacriloxi)propil)-trimetoxi-silano.

30 La cantidad típica de un promotor de la adhesión en un polímero sintético es de desde el 0,01% hasta el 5%, en particular desde el 0,1% hasta el 2%. Se prefiere un módulo fotovoltaico en el que está presente un promotor de la adhesión en el componente (A) en una cantidad del 0,01% al 5% en relación con el peso de componente (A).

Se ejemplifica un procedimiento de fabricación convencional para un módulo fotovoltaico, para un módulo que contiene silicio cristalino, dos capas de poli(etileno-co-acetato de vinilo) reticulado, una capa de soporte frontal de vidrio y una capa de soporte trasera de poliéster.

35 La estructura convencional de un módulo fotovoltaico que comprende células que contienen por sí mismas semiconductores fotovoltaicos de silicio cristalino se denomina estructura superestratificada. Un elemento de este tipo de estructura superestratificada se fabrica disponiendo de manera bidimensional varias células, que contienen semiconductores fotovoltaicos y que están conectadas en tándem y en paralelo. Se coloca una hoja de poli(etileno-co-acetato de vinilo) que contiene un absorbente de UV según la fórmula I como componente (B), un peróxido y
40 opcionalmente aditivos adicionales, sobre una hoja de vidrio. La hoja de vidrio será posteriormente la capa de soporte frontal del módulo fotovoltaico terminado. Encima de dicha hoja de poli(etileno-co-acetato de vinilo) se pone la disposición de células mencionada anteriormente, que va seguida por otra hoja de poli(etileno-co-acetato de vinilo) que contiene un absorbente de UV según la fórmula I como componente (B), un peróxido y opcionalmente aditivos adicionales. Finalmente, se coloca encima una hoja de poliéster que contiene un absorbente de UV según la
45 fórmula I como componente (B) y opcionalmente aditivos adicionales. Dicha hoja de poliéster será posteriormente la capa de soporte trasera del módulo fotovoltaico terminado. El apilamiento completo se procesa ahora en un laminador, en el que como primera etapa tiene un lugar un calentamiento hasta 120°C a vacío y el templado se mantiene a esta temperatura durante de 3 a 60 minutos, por ejemplo 20 minutos. Durante este periodo, las dos hojas de poli(etileno-co-acetato de vinilo) se funden por el calor (pero no la capa de poliéster como capa de soporte
50 trasera) y encapsulan de ese modo la disposición de células y pegan las hojas de vidrio y poliéster. En una segunda etapa, el apilamiento completo se calienta adicionalmente hasta 150°C en el laminador y se mantiene a esta temperatura durante de 5 a 60 minutos, por ejemplo 20 minutos, con el fin de iniciar y completar la reacción de

reticulación del poli(etileno-co-acetato de vinilo). Dicha reticulación conduce a propiedades mecánicas mejoradas en las capas formadas ahora por las hojas originales de poli(etileno-co-acetato de vinilo). Tras enfriar el apilamiento, el módulo fotovoltaico se completa mediante el sellado de sus bordes, el enmarcado y la instalación de cables y una caja de conexiones.

5 Con otros sistemas de módulo fotovoltaico que emplean semiconductores fotovoltaicos, tales como un módulo fotovoltaico que contiene silicio amorfo o un módulo fotovoltaico que contiene un semiconductor compuesto, las células pueden generarse de diferentes modos, por ejemplo mediante proyección o deposición química en fase de vapor. Sin embargo, el procedimiento de encapsulación es siempre similar, lo que significa que el apilamiento construido a partir de las hojas se procesa en el laminador con el fin de fundir el polímero sintético previsto como encapsulante, e iniciar después de eso, si se elige, la reacción de reticulación.

Otra realización de la presente invención es un método para estabilizar un polímero sintético en una o más capas que están presentes en un módulo fotovoltaico, que comprende añadir un compuesto de fórmula I tal como se define en la reivindicación 1 al polímero sintético.

15 Otra realización de la presente invención es el uso de un compuesto de fórmula I para estabilizar un polímero sintético en una de más capas que están presentes en un módulo fotovoltaico. Se prefiere la estabilización frente a la degradación por la luz y el calor.

Otra realización de la presente invención es un método para la reticulación inducida por peróxido de un polímero sintético en una o más capas que están presentes en un módulo fotovoltaico, que comprende añadir un compuesto de fórmula I tal como se define en la reivindicación 1 y un compuesto de peróxido orgánico al polímero sintético.

20 Otra realización de la presente invención es el uso de un compuesto de fórmula I para interferir poco en el proceso de reticulación inducida por peróxido de un polímero sintético en una o más capas que están presentes en un módulo fotovoltaico.

Los compuestos de fórmula I pueden prepararse mediante métodos conocidos, por ejemplo tal como se describe en el documento US 3580927.

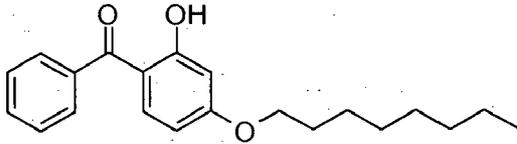
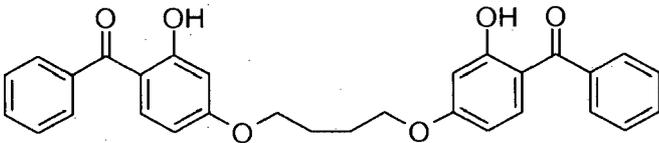
25 **Ejemplo 1: Estabilización de poli(etileno-co-acetato de vinilo) reticulado**

Se empapan 100 partes de gránulos de ELVAX PV 1400 (RTM DuPont Ltd, poli(etileno-co-acetato de vinilo) con un contenido en peso relativo del 32% de acetato de vinilo) con 1 parte de Luperox 101 líquido (RTM Arkema Inc., que contiene 2,5-dimetil-2,5-di-(*terc*-butilperoxi)hexano [n.º CAS 78-63-7]) sin un disolvente adicional en un matraz de vidrio rotatorio durante 2 horas a temperatura ambiente. Se combinan los gránulos empapados y la respectiva cantidad en peso relativa de aditivo según la tabla 1 por debajo de 70°C durante 10 minutos mediante una mezcladora de calandrado (Schwabenthan Inc.). El material combinado preparado se transforma mediante una máquina de moldeo por compresión (Suter Inc.) a 150°C durante 15 minutos en una hoja comprimida de 0,5 mm de grosor. No se aplica vacío, es decir una presión inferior a la presión atmosférica, durante esta preparación de hoja.

35 Se expone la hoja preparada a una prueba de alteración a la intemperie en condiciones aceleradas, que se realiza usando un dispositivo de prueba Eye Super UV, SUV-W151 (Iwasaki Electric Co., Inc.), que funciona con una irradiancia de 100 mW/cm², una temperatura de panel negro de 63°C, una humedad del 50% y sin pulverización de agua. Inicialmente y tras intervalos regulares, se mide el índice de amarilleamiento (YI) según la Norma Industrial Japonesa K7103 con un espectrofotómetro (Konika-Minolta CM-3700d). Se desea que se mantenga un bajo valor de índice de amarilleamiento.

40 Tabla 1: Índice de amarilleamiento de hojas preparadas (de 0,5 mm de grosor) antes y después de la alteración a la intemperie

Hoja	aditivo añadido antes de la combinación en relación con 100 partes de gránulos empapados	YI tras horas (h) de alteración a la intemperie	
		0 h	500 h
N.º 1 ^{a)}	0,3 partes de Chimassorb 81 ^{o)}	1,5	6,9

Hoja	aditivo añadido antes de la combinación en relación con 100 partes de gránulos empapados	Yl tras horas (h) de alteración a la intemperie	
		0 h	500 h
N.º 2 ^{b)}	0,3 partes de UVA-1 ^{d)}	1,4	1,4
<p>a) comparativo</p> <p>b) según la invención</p> <p>c) Chimassorb 81 (RTM Ciba): (2-hidroxi-4-octiloxi-fenil)fenilmetanona</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>d) UVA-1: {4-[4-(4-benzoil-3-hidroxi-fenoxi)butoxi]-2-hidroxi-fenil}fenilmetanona</p> <div style="text-align: center;">  </div>			

Ejemplo 2: Análisis termogravimétrico isotérmico a 150°C

5 Se mide la pérdida de peso de 20 mg de aditivo en forma de polvo durante el calentamiento a 150°C y mantenimiento a 150°C durante 30 minutos bajo un flujo de nitrógeno de 100 ml / min y presión atmosférica mediante análisis termogravimétrico (TGA / SDTA 851 de Mettler Ltd).

Tabla 2: Pérdida de peso relativa durante el análisis termogravimétrico isotérmico a 150°C

aditivo	pérdida de peso
Chimassorb 81 ^{c), a)}	< 0,5%
UVA-1 ^{d), b)}	< 0,5%

10 El ejemplo revela que a 150°C y presión atmosférica, es decir la mayor temperatura y la menor presión que se produce durante el ejemplo 1, las volatilidades de ambos aditivos es insignificante.

Ejemplo 3: Influencia del aditivo sobre la reticulación inducida por peróxido de poli(etileno-co-acetato de vinilo)

15 Se empapan 100 partes de gránulos de ELVAX PV 1400 (RTM DuPont Ltd, poli(etileno-co-acetato de vinilo) con un contenido en peso relativo del 32% de acetato de vinilo) con 1 parte de Luperox TBEC líquido (RTM Arkema Inc., que contiene éster *O-O-terc*-butílico y éster *O-isopropílico* del ácido peroxicarbónico [n.º CAS 34443-12-4]) sin un disolvente adicional en un matraz de vidrio rotatorio durante 2 horas a temperatura ambiente. Se combinan los gránulos empapados y la respectiva cantidad en peso relativa según la tabla 2 por debajo de 70°C durante 10

minutos mediante una mezcladora de calandrado (Schwabenthan Inc.). Se mide la cinética de curado mediante el registro del aumento del valor de viscosidad a lo largo del tiempo. La supresión del valor de viscosidad se correlaciona con el nivel de reticulación. Se mide la supresión de la viscosidad del material mediante un reómetro dinámico (aparato SIS V50 de Scarabaeus Inc.) a 150°C con una amplitud de 0,5 grados y 1,67 Hz durante 30 minutos.

5

Tabla 3: Desarrollo del valor de par de torsión durante la reticulación de poli(etileno-co-acetato de vinilo)

aditivo añadido antes de la combinación en relación con 100 partes de gránulos empapados	S' = par de torsión (dNm)		
	tras 3 min	tras 15 min	tras 30 min (valor de par de torsión máx.)
Ningún aditivo añadido	1,27	2,4	2,42
5 partes de Chimassorb 81 ^(c), a)	0,84	1,78	1,87
5 partes de UVA-1 ^(d), b)	0,93	1,84	1,94

Tras haber alcanzado 150°C, los valores iniciales de los tres materiales están inicialmente próximos a cero por el momento, cuando los materiales combinados anteriormente sólidos se vuelven líquidos. Este momento de fusión tiene lugar para todos los materiales casi al mismo tiempo y se observa entre 0 y 1 min en la escala de tiempo establecida. Mientras se calienta, comienza la descomposición de peróxido (la denominada fase de inducción) y se induce la reticulación indicada mediante los valores de par de torsión medidos. Tras alrededor de 25 minutos, el valor de par de torsión de cada material alcanza una meseta final y se determina a los 30 minutos. Se desean valores de par de torsión más próximos a la ausencia de absorbente de UV.

10

15

REIVINDICACIONES

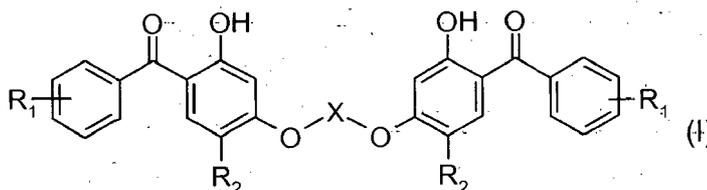
1. Módulo fotovoltaico que comprende los componentes:

(1) un semiconductor fotovoltaico y

(2) una o más capas que contienen

5 (A) un polímero sintético y

(B) un absorbente de UV de fórmula I



en la que

10 X es un alquileo C₁-C₁₆ de cadena lineal o ramificada, *o*-, *m*- o *p*-xilileno o un oxalcanodiilo de fórmulas -CH₂CH₂[OCH₂CH₂]_n-, -CH₂CH(CH₃)[OCH₂CH(CH₃)]_n- o -CH₂CH₂CH₂[OCH₂CH₂CH₂]_n-, en las que n es 1-4;

R₁ es hidrógeno, alquilo C₁-C₈ de cadena lineal o ramificada, alcoxilo C₁-C₁₈ de cadena lineal o ramificada o cloro;

R₂ es hidrógeno o alquilo C₁-C₈ de cadena lineal o ramificada.

2. Módulo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que el componente (A) es un polímero sintético termoplástico.

3. Módulo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que el componente (A) es un polímero sintético reticulado.

15 4. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el componente (A) se selecciona de poli(etileno-co-acetato de vinilo), poli(etileno-co-ácido metacrílico) y sales del mismo, poli(etileno-co-ácido acrílico) y sales del mismo, poliuretano, polivinilbutiral, polimetacrilato, poliacrilato, poliéster y silicona.

5. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el componente (A) es poli(etileno-co-acetato de vinilo).

20 6. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 3 a 5, en el que el componente (A) es poli(etileno-co-acetato de vinilo) reticulado.

7. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que la reticulación se origina a partir de la adición de un compuesto orgánico con funcionalidad peróxido a un polímero anteriormente termoplástico.

25 8. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que X es alquileo C₂-C₁₀ en la fórmula I.

9. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que R₂ es hidrógeno o *tert*-butilo en la fórmula I.

10. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el semiconductor fotovoltaico (1) contiene silicio cristalino, silicio amorfo, CuInSe₂, Cu(InGa)Se₂ o CdTe-CdS.

30 11. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la capa o capas de componente (2) contienen uno o más componentes adicionales seleccionados del grupo de absorbente de UV de benzotriazol, absorbente de UV basado en triazina, amina impedida estéricamente, antioxidante fenólico, coestabilizador básico y neutralizador.

35 12. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la capa o capas de componente (2) tienen un grosor de 10 a 2.000 μm.

13. Módulo fotovoltaico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el componente (B) está presente en del 0,01% al 10% en relación con el peso de componente (A).
14. Método para estabilizar un polímero sintético en una o más capas que están presentes en un módulo fotovoltaico, que comprende añadir un compuesto de fórmula I según la reivindicación 1 al polímero sintético.
- 5 15. Método para la reticulación inducida por peróxido de un polímero sintético en una o más capas que están presentes en un módulo fotovoltaico, que comprende añadir un compuesto de fórmula I según la reivindicación 1 y un compuesto de peróxido orgánico al polímero sintético.