

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 303**

51 Int. Cl.:

C08L 67/00	(2006.01) H01L 31/048	(2006.01)
C08K 5/00	(2006.01) H01B 3/42	(2006.01)
C08L 67/03	(2006.01) B29D 7/01	(2006.01)
C08K 13/02	(2006.01) B32B 27/18	(2006.01)
C08K 5/098	(2006.01) B32B 27/20	(2006.01)
C08K 5/16	(2006.01) B29C 55/00	(2006.01)
B29K 67/00	(2006.01) C08K 3/16	(2006.01)
B32B 27/08	(2006.01) C08L 67/02	(2006.01)
C08J 5/18	(2006.01) C08K 3/32	(2006.01)
B32B 27/36	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2010** **E 10004770 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017** **EP 2251371**

54 Título: **Lámina de poliéster estirada biaxialmente que contiene un catalizador de descarboxilación, procedimiento para su fabricación y su uso en aplicaciones de aislamiento eléctrico**

30 Prioridad:

15.05.2009 DE 102009021566

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

73 Titular/es:

MITSUBISHI POLYESTER FILM GMBH (50.0%)
Kasteler Strasse 45
65203 Wiesbaden, DE y
SASA POLYESTER SANAYI A.S. (50.0%)

72 Inventor/es:

KLIESCH, HOLGER;
KUHMAN, BODO;
KLEIN, DAGMAR;
BURSCH, ANNEGRET;
KURZ, RAINER;
BRÖDER, DIRK;
TURAN, AHMET CELALETIN;
KACUKALTUN, ENGIN y
KOLBASI, MURAT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 633 303 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

Lámina de poliéster estirada biaxialmente que contiene un catalizador de descarboxilación, procedimiento para su fabricación y su uso en aplicaciones de aislamiento eléctrico

5 La invención se refiere a una lámina estirada biaxialmente de un poliéster, cuyo espesor está preferiblemente en el intervalo de 6 a 500 μm . La lámina contiene por lo menos un catalizador de descarboxilación y se distingue por su buena capacidad para ser fabricada, una muy buena resistencia a la hidrólisis y buenas propiedades de aislamiento eléctrico. La invención se refiere además a un procedimiento para la fabricación de la lámina así como su uso.

10 Las láminas de poliésteres estiradas biaxialmente en el intervalo indicado de espesor son conocidas suficientemente.

En aplicaciones de aislamiento eléctrico como cables, aislamiento de motores o láminas para laminados posteriores de módulos solares, por regla general se demandan periodos de vida relativamente largos de varios años, algunas veces bajo temperaturas de uso que están en la región de la temperatura de vidrio de poliéster (polietilentereftalato) de aproximadamente 78 °C. Bajo estas condiciones, la tendencia del poliéster a la hidrólisis es una magnitud crítica para el periodo de vida en el uso. Ya antes pudo mostrarse (McMahon et al., Journal of Chemical Engineering Data, Vol. 4 (1), páginas 57 a 78, enero de 1959), que para ello no se permite que se supere una determinada viscosidad (medida de la longitud de cadena del polímero) (es crítico IV 0,3 a 0,33). La influencia positiva de un bajo contenido de grupos carboxilo (contenido de CEG) sobre la velocidad de hidrólisis es así mismo conocida desde hace ya mucho tiempo (por ejemplo documento US-A-3,051,212 de 1962). Los procedimientos aplicados en la práctica industrial para la fabricación de poliésteres con bajo contenido de grupos carboxilo comprenden un meticuloso control de proceso y subsiguiente polimerización en fase sólida. Tales materias primas encuentran uso especialmente en la fabricación de fibras de alto desempeño.

La desventaja de tales materias primas para el uso en láminas de poliéster está en la necesidad económica para las láminas del uso del propio producto regenerado. En la fabricación de láminas de poliéster estiradas biaxialmente se requieren, condicionadas al proceso, por regla general 1,5 a 2,5 kg de materia prima para un kg de lámina. El resto surge en forma de tiras periféricas y mezclas de lámina, que son cortadas y a continuación usadas de nuevo directamente o extrudidas primero y granuladas de nuevo y luego usadas otra vez. Para la fabricación de láminas, y sobre todo en la nueva subsiguiente extrusión para la preparación de producto regenerado (regranulado), aumenta fuertemente el contenido de grupos carboxilo y con ello la tendencia a la hidrólisis y se limita así el nuevo uso del producto regenerado, hasta la necesidad de la renuncia al mismo.

Otro problema es la dificultad para alcanzar por la vía de la condensación posterior contenido de grupos carboxilo inferior a 15 meq/kg. Sin embargo, esto vale la pena para alcanzar velocidades de hidrólisis claramente reducidas, como se requieren en las aplicaciones finales mencionadas anteriormente. Cuando debiera alcanzarse esto por la vía de la condensación posterior, son necesarios tiempos de condensación muy largos (económicamente inconvenientes), y tienen que buscarse viscosidades muy altas IV > 0,8 o incluso > 0,85. Cuanto mayor sea la viscosidad, más difícil será el procesamiento de tales materias primas en instalaciones convencionales de lámina de poliéster, puesto que la consecuencia son elevados consumos de corriente en los extrusores y además la elevada viscosidad conduce muy alto calor de cizallamiento, el cual destruye nuevamente las buenas propiedades de hidrólisis iniciales, mediante nueva formación de grupos carboxilo.

Aparte de los métodos descritos anteriormente para la fabricación de poliésteres con bajo contenido de grupos carboxilo mediante optimización del proceso y la etapa adicional de proceso de condensación posterior (condensación en fase sólida o polimerización en fase sólida), se han descrito muchos procedimientos para el bloqueo terminal con agentes reactivos. Frecuentemente se menciona etilencarbonato (por ejemplo documento DE-A-19526405) o también asociados poliméricos de reacción como carbodiimidas (documento US-A-2002/065346). Son desventajas de estos ingredientes el desprendimiento en forma de gas de productos secundarios irritantes (especialmente para carbodiimidas) o la deposición de productos de degradación o del agente de bloqueo terminal en sí mismo, sobre la boquilla o en el marco de sujeción. Además, una vez los agentes de bloqueo terminal han reaccionado, son ineficaces y comienza nuevamente la formación de grupos carboxilo en el polímero, lo cual conduce al problema del producto regenerado mencionado anteriormente. Polímeros y otros agentes polifuncionales de bloqueo terminal como polímeros que contienen carbodiimida o grupos glicídilo, como se describen en el documento EP-A-1 499 668, actúan no sólo reduciendo grupos terminales sino también alargando o incluso entrecruzando cadenas, lo cual puede conducir durante la extrusión a un aumento de la viscosidad, difícilmente controlable.

Además, mediante tales aditivos se incorporan materiales extraños en el poliéster, los cuales pueden perjudicar las muy buenas propiedades iniciales de aislamiento eléctrico del poliéster.

De modo muy general, los aditivos como los mencionados anteriormente conducen a la elevación de los costos (costos de los materiales en sí mismos y los costos de incorporación en el poliéster) y por el lado el proceso son difícilmente controlables.

El documento US-A-3,446,766 describe un método para la disminución de los grupos terminales, el cual está basado en una reacción de descarboxilación y no en un bloqueo terminal reactivo con un grupo terminal remanente en el producto. Se describe la fabricación de materias primas y fibras fabricadas a partir de ellas, pero no la fabricación de láminas estiradas biaxialmente ni su uso en aplicaciones de aislamiento eléctrico.

Fue propósito de la presente invención producir una lámina de poliéster con espesor de 6 a 500 μm , que evite las desventajas mencionadas del estado de la técnica, se pueda fabricar de manera económica, se distinga por buenas propiedades de aislamiento eléctrico y sea adecuada para el uso en aplicaciones de aislamiento eléctrico, entre las cuales se cuenta especialmente la idoneidad para laminados posteriores para módulos solares.

Esto es alcanzado mediante una lámina estirada biaxialmente, que consiste predominantemente en un poliéster, que contiene por lo menos una sal de cobre y un halogenuro, en la que la relación molar de halogenuro a Cu es 0,5 a 3,5. La lámina exhibe una rigidez dieléctrica (resistencia a descargas disruptivas) CA (corriente alterna) a 23 °C y 50 Hz de por lo menos 100 kV/mm, preferiblemente de por lo menos 200 kV/mm.

La lámina contiene como componente principal un poliéster. Son por ejemplo poliésteres adecuados polietilentereftalato (PET), polietilennaftalato (PEN), polibutilentereftalato (PBT), politrimetilentereftalato (PTT), polietilentereftalato modificado con bibenceno (PETBB), polibutilentereftalato (PBTBB) modificado con bibenceno, polietilennaftalato (PENBB) modificado con bibenceno o mezclas de ellos, en las que se prefieren PET, PBT, PEN y PTT así como sus mezclas y co-poliésteres. Los componentes poliméricos de la lámina consisten preferiblemente en 90 % en peso y de modo particular preferiblemente en 95 % en peso de un poliéster. Estos datos de porcentaje en peso se refieren – como también a continuación - a la lámina, en tanto no se diga de otro modo.

Para la fabricación de los poliésteres pueden usarse los monómeros principales como dimetiltereftalato (DMT), etilenglicol (EG), propilenglicol (PG), 1,4-butanodiol, ácido tereftálico (TA), ácido bencenodicarboxílico y/o ácido 2,6-naftalenodicarboxílico (NDA) también ácido isoftálico (IPA), trans- y/o cis-1,4-ciclohexanodimetanol (c-CHDM, t-CHDM o c/t-CHDM), neopentilglicol y otros componentes adecuados de ácido dicarboxílicos (o ésteres de ácidos dicarboxílicos) y componentes de diol.

Se prefieren polímeros en los cuales el componente de ácido dicarboxílico consiste en 90 % en peso (referido a la cantidad total del componente de ácido dicarboxílico) y más, especialmente en 98 % en peso y más, de TA o NDA, en los que se prefiere de modo particular TA. Además, se prefieren termoplásticos en los cuales el componente de diol consiste en 93 % en peso y más, mejor en 95 % en peso y más y especialmente en 97 % en peso (referido al peso total de los dioles) y más, de EG. Tanto en lo precedente como en lo que sigue, se entiende por el componente o fracción de ácido dicarboxílico o bien componente o fracción de diol indicado en cada caso, la respectiva unidad repetitiva incorporada en el polímero.

Mostrando una tendencia, todos los componentes de diol que difieren de EG, reducen la estabilidad a la hidrólisis y la resistencia a descargas disruptivas. Por ello, la lámina exhibe preferiblemente una cantidad de dietilenglicol en la totalidad del polímero, en el intervalo de 0,25 a 3 % en peso, y de modo particular se prefiere una cantidad de dietilenglicol en la totalidad del polímero en el intervalo de 0,4 a 1,2 % en peso. En una forma de realización preferida, la cantidad de propanodiol y butanodiol está en total en < 2 % en peso y de modo particular preferiblemente en < 1 % en peso. La cantidad de ciclohexanodimetanol (monómero para PETG) está en una forma preferida de realización en < 3 % en peso y de modo particular preferiblemente en < 1 % en peso.

Mostrando una tendencia, todos los componentes de ácido dicarboxílico que difieren de TA y NDA, reducen la estabilidad a la hidrólisis y la resistencia a descargas disruptivas. En una forma preferida de realización, la cantidad de ácido isoftálico (IPA) está en < 4 % en peso y de modo particular preferiblemente en < 1 % en peso. Por las razones mencionadas, en una aplicación preferida, la cantidad de otros ácidos dicarboxílicos diferentes a TA, NDA e IPA está en < 3 % en peso y de modo particular preferiblemente en < 1 % en peso.

La lámina de acuerdo con la invención puede contener además otras partículas orgánicas o inorgánicas, que son necesarias para el ajuste de la topografía de la superficie o de la óptica (brillo, opacidad, etc). Tales partículas son por ejemplo carbonato de calcio, apatita, dióxido de silicio, dióxido de titanio, óxido de aluminio, poliestireno entrecruzado, polimetilmetacrilato entrecruzado (PMMA), zeolita y otros silicatos como silicato de aluminio. Estos compuestos son usados en general en cantidades de 0,05 a 5 % en peso, preferiblemente 0,1 a 0,6 % en peso, (referidas al peso de la lámina). Al respecto, de modo particular se prefieren carbonato de calcio y dióxido de silicio.

El promedio (d_{50}) de tamaño de partícula usada para alcanzar una buena seguridad de transcurso de la producción, está en general entre 0,1 y 20 μm y preferiblemente entre 0,3 y 7 μm y de modo particular preferiblemente entre 0,5 y 5 μm . Los aditivos inorgánicos en forma de fibra, como fibra de vidrio son inadecuados, puesto que hacen no económica la producción de lámina de poliéster, por demasiado desgaste.

- 5 En una forma preferida de realización, la lámina es blanca. Los pigmentos blancos pueden ser idénticos a las partículas mencionadas anteriormente para el mejoramiento de la capacidad para bobinarse, pero tienen que añadirse en suficiente cantidad y tamaño de partícula, para alcanzar un color blanco. Como pigmento blanco son adecuados especialmente dióxido de titanio, sulfato de bario, óxido de zinc, CaCO_3 o polímeros incompatibles como polipropileno, polietileno o COC o combinaciones de ellos. Estos son añadidos al poliéster en 1 a 35 % en peso, en el que la cantidad añadida preferida está entre 2 y 20 % en peso (referida al peso total de la lámina). De modo particular preferiblemente, en esta forma de realización la lámina contiene entre 3 y 10 % en peso (referido al peso total de la lámina) de pigmento blanco. El promedio d_{50} de tamaño de partícula usada para alcanzar una buena seguridad de transcurso y grado blanco, está en general entre 0,05 y 5 μm y preferiblemente entre 0,1 y 1 μm . Los pigmentos blancos preferidos son óxido de zinc y dióxido de titanio, de modo particular se prefiere dióxido de titanio. Se prefiere entonces la adición de TiO_2 de modo particular cuando el TiO_2 tiene recubrimiento inorgánico y de modo opcional tiene adicionalmente recubrimiento orgánico. La adición de TiO_2 provoca por un lado la coloración blanca de la lámina (como también por uso de otros pigmentos blancos) y, debido a una elevada reflexión de la luz, conduce a un aumento del rendimiento eléctrico por uso de la lámina para hojas posteriores de módulos solares y por otro lado un mejoramiento de la estabilidad a UV de la lámina o bien de la hoja posterior, lo cual es particularmente ventajoso en el uso exterior del módulo solar. El recubrimiento inorgánico reduce la superficie del TiO_2 con eficacia catalítica, que puede conducir a la adopción de color amarillento de la lámina, mientras el recubrimiento orgánico afecta positivamente la incorporación del TiO_2 en el poliéster termoplástico. El promedio d_{50} de diámetro de partícula de TiO_2 está preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 0,5 μm , de modo particular preferiblemente 0,15 a 0,3 μm . La cantidad añadida de TiO_2 está de manera conveniente en 2 a 25 % en peso, preferiblemente en 3 a 12 % en peso y de modo particular preferiblemente en 4 a 8 % en peso. Se alcanza la mejor reflexión de la luz y la mejor protección contra UV, cuando se usa TiO_2 en la modificación de rutilo.

- Aparte de los mencionados aditivos, la lámina puede contener adicionalmente otros componentes como agentes ignífugos (preferiblemente ésteres orgánicos de ácido fosfórico) y/o estabilizantes frente a UV. En el documento FR-A-2812299 se encuentra una elección de estabilizantes adecuados frente a UV. De modo particular se prefieren estabilizantes frente a UV a base de triazina, puesto que especialmente estos exhiben una suficiente estabilidad a largo plazo (en módulos solares se requieren principalmente más de 20 años). Los estabilizantes frente a UV a base de triazinas son añadidos en una forma preferida de realización entre 0,1 y 5 % en peso (referido al peso total de la capa, a la cual son añadidos). Especialmente en formas blancas de realización, una adición de estabilizantes frente a UV a una capa que está por debajo de la capa que se orienta a la fuente de luz, no conduce ya a un mejoramiento digno de mencionarse de la estabilidad frente a UV. Al respecto, en láminas de varias capas (y especialmente en formas de realización blancas) ocurre una adición del estabilizante frente a UV especialmente en la(s) capa(s) de recubrimiento, y la(s) capa(s) por debajo de la capa de recubrimiento no contiene(n) el absoluto el estabilizante frente a UV o lo tienen sólo por incorporación del producto regenerado, por consiguiente preferiblemente menos de 60 % y de modo particular preferiblemente menos de 30 % de la cantidad porcentual en peso de estabilizante que contiene(n) las capas de recubrimiento.

Para una buena estabilidad frente a UV de la lámina, ha probado ser conveniente cuando la transparencia en el intervalo UV-A a 370 nm está en < 20 % y preferiblemente está en < 10 % e idealmente es inferior a 5 %.

- Además, ha probado ser conveniente, cuando a la lámina se añade un estabilizante en forma de un captor de radicales, puesto que mediante ello puede mejorarse así mismo la estabilidad térmica de largo plazo. De modo conveniente la lámina de acuerdo con la invención contiene aquellos estabilizantes como captos de radicales o bien estabilizantes térmicos, en cantidades de 50 a 15.000 ppm, preferiblemente 100 a 5.000 ppm, de modo particular preferiblemente 300 a 1.000 ppm, referido al peso de la lámina. Los estabilizantes de materia prima de poliéster añadidos son cualquiera elegido de entre el grupo de estabilizantes primarios, fenoles o aminas aromáticas secundarias con impedimento estérico o del grupo de los estabilizantes secundarios como tioéter, fosfitos y fosfonitos así como zinc-dibutil-ditiocarbamato o mezclas sinérgicas de estabilizantes primarios y secundarios. Se prefieren los estabilizantes fenólicos. Entre los estabilizantes fenólicos se cuentan especialmente fenoles, tio-bisfenoles, alquiliden-bisfenoles, alquil-fenoles, compuestos de hidroxibencilo, acil-amino-fenoles e hidroxifenilpropionatos con impedimento estérico (por ejemplo, en "Kunststoffadditive", 2ª edición, Gächter Müller, editorial Carl Hanser, y en "Plastics Additives Handbook", 5ª edición, Dr. Hans Zweifel, editorial Carl Hanser se describen compuestos correspondientes). De modo particular se prefieren estabilizantes con los siguientes números CAS: 6683-19-8, 36443-68-2, 35074-77-2, 65140-91-2, 23128-74-7, 41484-35-9, 2082-79-3 así como Irganox® 1222 de la compañía Ciba Specialities, Basel, CH, en los que en formas particulares de realización se prefieren los tipos Irganox® 1010, Irganox® 1222, Irganox® 1330 y Irganox® 1425 o mezclas de ellos.

La lámina de acuerdo con la invención contiene además 10 a 500 ppm, preferiblemente 20 a 80 ppm de cobre en forma de una sal de cobre, como parte de un sistema catalizador de descarboxilación. La sal es preferiblemente una sal de Cu(II), por consiguiente cobre en el estado de oxidación 2. Puede ser también una sal de Cu(I), en la que la sal es añadida a la materia prima preferiblemente como sal de Cu(II), puesto que con la adición de sales de Cu(I) pueden presentarse coloraciones indeseadas.

El contraion es preferiblemente el anión monovalente o polivalente de un ácido carboxílico (como ácido acético o ácido benzoico), una amida o un análogo con acetilo de un ácido carboxílico (como acetilacetato), en los que se prefieren menos las amidas debido a una tendencia a dar coloración. Pueden usarse también otros aniones como sulfato, carbonato, pero por regla general conducen a una baja solubilidad de la sal de cobre en el poliéster y con ello una claramente reducida velocidad de reacción y por ello son menos preferidos. De modo particular se prefieren los aniones de ácidos carboxílicos de cadena corta con menos de 8 y de modo particular preferiblemente menos de 5 y especialmente menos de 4 átomos de carbono, en los que se prefieren menos las sales de ácido fórmico.

Aparte de la sal de cobre, la lámina contiene un halogenuro elegido de entre yoduro, cloruro o bromuro, en los que el yoduro conduce a resultados claramente mejores respecto a la descarboxilación y por ello es preferido. El halogenuro es añadido preferiblemente en forma de sales de metales alcalinos, en los que aquí se alcanzan los mejores resultados de descarboxilación con sales de potasio.

La lámina contiene 15 a 600 ppm de halogenuro, en el que se prefiere 30 a 250 ppm. En una forma preferida de realización la relación molar Hal/Cu es 0,5 a 3,5 (Hal = I⁻, Br⁻ o Cl⁻ sin contraion, Cu = Cu(I) o Cu(II), preferiblemente Cu(II)), de modo particular preferiblemente la relación molar es 0,75 a 3,0 y de modo muy particular preferiblemente 0,8 a 1,0. Si la relación molar está por debajo, entonces la velocidad de reacción es insuficiente y la descarboxilación es incompleta. Si la relación molar está claramente por encima de 3,5, entonces ocurre una fuerte generación de gases en la extrusión y una clara coloración de la lámina.

En una forma preferida de realización, a por lo menos una de las materias primas poliméricas usadas para la fabricación de láminas se añade, aparte del halogenuro otro agente reductor diferente de halogenuro, que es preferiblemente hipofosfito u ortofosfito. Para ello puede disminuirse la cantidad de halogenuro y con ello disminuirse las coloraciones. El agente reductor adicional es añadido preferiblemente en la relación molar de cobre (II) a la gente reductor adicional, de 0,5 a 2,5.

La mezcla de catalizador de descarboxilación de sal de cobre, halogenuro y dado el caso agente reductor adicional, es añadida preferiblemente en la fabricación de poliéster al comienzo de la policondensación. Cuando antes de la policondensación ocurre una transesterificación (por uso de dimetiltereftalato (DMT)), se añade la mezcla de catalizador preferiblemente al final de la transesterificación y antes de la policondensación. Así mismo, es posible una adición durante o también al final de la policondensación, pero conduce a resultados más malos de protección contra la hidrólisis y a mayor generación de gases en la fabricación de las láminas y por ello es menos preferida. Que la adición puede ocurrir de manera eficiente también antes de la policondensación, es sorprendente ya que en el documento GB 1,048,068 y en el documento US-A-3,446,766 se recomienda una adición al final de la policondensación.

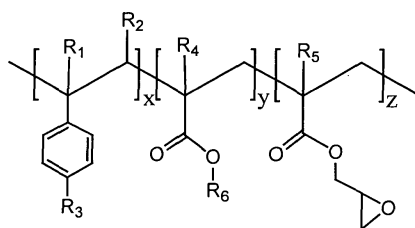
De manera sorprendente, se ha destacado que la velocidad de hidrólisis se reduce en aproximadamente la misma medida, cuando el sistema de catalizador de descarboxilación está presente de manera uniforme en el 100 % en peso de la materia prima de poliéster o quasi como concentrado de catalizador es añadido sólo a una parte de la materia prima de poliéster. Preferiblemente al menos 20 % en peso de la materia prima de poliéster y de modo particular preferiblemente al menos 50 % en peso de la materia prima de poliéster, contiene el sistema de catalizador. Al respecto, es importante que el contenido de sal de cobre y halogenuro de la mezcla total de poliéster, corresponda a las cantidades mencionadas anteriormente.

Así mismo, fue sorprendente que también el uso de hasta 50 % en peso de producto regenerado propio no conduce a un claro aumento de la velocidad de hidrólisis, mientras el uso de materias primas con bajo contenido de grupos carboxilo terminales, sin uso de un sistema catalizador de descarboxilación ya es suficiente 25 % en peso de producto regenerado, para aumentar la velocidad de hidrólisis en más de 30 %.

En una forma preferida de realización la lámina contiene, aparte del sistema de catalizador de descarboxilación consistente en sal de cobre y halogenuro (y dado el caso otros agentes reductores), uno o varios estabilizantes a la hidrólisis como carbodiimidas o derivados de ácidos grasos con un grupo epóxido, en los que se prefieren los derivados de ácidos grasos con grupo epóxido (generaciones de gas menos irritantes). Las carbodiimidas son concretamente desventajosas - como se declaró anteriormente; en tanto puedan eliminarse estas desventajas de otra forma o cuando estas desventajas no jueguen ningún papel, pueden usarse estos estabilizantes a la hidrólisis de manera por demás eficaz, dado el caso en combinación con los acuerdos con la invención, por ejemplo en

cantidades reducidas. De modo particular se prefiere aceite de lino con grupo epóxido. Al respecto, el catalizador de descarboxilación y estabilizante a la hidrólisis muestra un efecto sinérgico inesperado (estabilidad a la hidrólisis), aunque los estabilizantes a la hidrólisis mencionados requieren grupos carboxilo terminales para desplegar su acción, que se reducen por el sistema de catalizador.

- 5 Además, pueden añadirse a la lámina en la fabricación, agentes de alargamiento de cadena con oxazolinas o compuestos que contienen varios grupos glicídilo (directamente o en forma de un concentrado), para aumentar la longitud inicial de cadena del polímero en la lámina. Los agentes de alargamiento de cadena se diferencian de los estabilizantes a la hidrólisis porque ya en la extrusión sus grupos reactivos reaccionan hasta el 90 % y por ello sólo allí actúan alargando la cadena, pero durante el tiempo de uso de la lámina ya no están disponibles como
- 10 estabilizantes a la hidrólisis. Los agentes de alargamiento de cadena preferidos son polímeros, que se describen por la fórmula 1. Fórmula 1:



R₁ - R₅ son al respecto independientemente uno de otro H o un radical alquilo C₁ a C₁₂, preferiblemente CH₃.

R₆ es un grupo alquilo C₁ a C₁₂, preferiblemente CH₃.

- 15 x y y están entre 0 y 100 y preferiblemente entre 1 y 20.

x + y es mayor a 0 y preferiblemente mayor a 10.

z está entre 2 y 100, preferiblemente entre 3 y 20 y de modo particular preferiblemente entre 3 y 10.

- Estos datos se refieren al promedio del polímero usado (agente de alargamiento de cadena), puesto que las cadenas individuales de polímero pueden exhibir en sí fracciones de monómero distribuidas de manera aleatoria, que pueden desviarse de los intervalos preferidos. Estos compuestos se distinguen por una unión particularmente buena a la matriz de poliéster y tienen simultáneamente un muy buen efecto de alargamiento de cadena, con baja
- 20 tendencia a la formación de gel. Esto es válido especialmente entonces cuando por lo menos dos de los tres componentes de monómero x, y y z está simultáneamente dentro del intervalo preferido. Tales polímeros son distribuidos por BASF AG bajo el nombre comercial Joncryl® ADR. Al respecto, de modo particular se prefieren
- 25 productos líquidos. Estos polímeros (agentes de alargamiento de cadena) son dosificados comúnmente en menos de 2 % en peso y de modo particular preferiblemente en menos de 1,2 % en peso. Comúnmente se dosifica por lo menos 0,05 % en peso, preferiblemente por lo menos 0,1 % en peso y de modo particular preferiblemente por lo menos 0,2 % en peso (referido al peso total de la lámina).

- En una forma preferida de realización, la cantidad de estabilizante a la hidrólisis + agente de alargamiento de cadena + agente protector contra UV está en < 10 % en peso y de modo particular preferiblemente en < 7 % en peso y especialmente < 5 % en peso, puesto que concretamente éstas sustancias mejoran la estabilidad al
- 30 desgaste (degradación por UV e hidrólisis), pero simultáneamente perjudican también la red de poliéster y así muestran tendencia a disminuir la resistencia a descargas disruptivas.

- Los agentes de alargamiento de cadena y estabilizantes a la hidrólisis son dosificados preferiblemente de manera directa en la fabricación de la lámina, en el extrusor. Al respecto, de modo particular se prefiere cuando la viscosidad del producto fundido es medida en el proceso (en línea) y la dosificación del agente de alargamiento de
- 35 cadena es controlada, de modo que se alcanza una viscosidad constante en la extrusión.

- El agente de alargamiento de cadena puede ser añadido sin embargo también en la fabricación de la materia prima o en la fabricación del producto regenerado. Una posición preferida en la fabricación del producto regenerado es la adición en la extrusión en la fabricación del producto granulado nuevamente, a partir de los
- 40 residuos de producción de la producción de la lámina. Al respecto, el valor SV del producto regenerado es ajustado convenientemente mediante la dosificación del agente de alargamiento de cadena, de modo que él corresponde al valor SV medio de las otras materias primas que se usan en la nueva fabricación de lámina.

Preferiblemente se usan extrusores de varios tornillos (por lo menos 2 tornillos).

- 45 El/los agente(s) de alargamiento de cadena/estabilizante(s) frente a la hidrólisis puede(n) ser incorporado(s)

también mediante la tecnología de concentrado. Es decir el/los agente(s) de alargamiento de cadena/estabilizante(s) frente a la hidrólisis (juntos o separados) es/son incorporado(s) en el polímero en un extrusor (preferiblemente un extrusor de varios tornillos). Este/estos polímero(s) es/son entonces extrudido(s) nuevamente en la fabricación de lámina, puro(s) o mezclado(s) con otros polímeros. Sin embargo, este procedimiento es menos preferido puesto que ya en la primera etapa de extrusión se consume (reacciona) agente de alargamiento de cadena, el cual ya no está disponible entonces en la lámina como sustancia activa. Tienen que elegirse entonces por consiguiente condiciones de extrusión particularmente suaves, que no conducen de modo distinto en la fabricación de láminas a una reacción completa ($> 75\%$) de los grupos activos. Esto puede lograrse por ejemplo mediante la elección de copoliésteres con bajo punto de fusión (por ejemplo polímeros con más de 5 % en peso, preferiblemente más de 10 % en peso, de IPA (ácido isoftálico)) y mediante una adición temprana de agente de alargamiento de cadena en el extrusor, es decir no directamente en la zona de entrada. Sin embargo, esto repercute negativamente en la velocidad de hidrólisis de las láminas de acuerdo con la invención y por ello es menos preferido.

La lámina de acuerdo con la invención es fabricada en general según un procedimiento de extrusión de por sí conocido y es de una o varias capas, en las que el sistema catalizador de descarboxilación y dado el caso los otros aditivos como agente de alargamiento de cadena/estabilizantes frente a la hidrólisis, pueden estar presentes en todas las capas, aunque son posibles también realizaciones en las cuales no todas las capas están dotadas con los aditivos o bien con el sistema catalizador. en una forma preferida de realización por lo menos todas las capas exteriores contienen el sistema catalizador de descarboxilación, puesto que una fragilización exterior condicionada por la hidrólisis tiene una influencia mayor en la estabilidad de la totalidad de la lámina, comparada con una fragilización de una capa interior, la cual es mantenida junta mediante las capas de cobertura estabilizadas.

El espesor de lámina de las láminas de acuerdo con la invención está entre 6 y 500 μm y preferiblemente entre 36 y 350 μm y de modo particular preferiblemente entre 49 y 300 μm .

En el procedimiento para la fabricación de la lámina de acuerdo con la invención, se procede de modo conveniente de modo que el producto fundido correspondiente a las capas individuales es extrudido mediante una boquilla plana, la lámina así obtenida es retirada para la sujeción a uno o varios rodillos (rodillo de enfriamiento) como lámina previa ampliamente amorfa, y es enfriada repentinamente, a continuación se calienta nuevamente la lámina y se extiende en sentido biaxial (se orienta) y se fija térmicamente la lámina estirada biaxialmente.

Ha probado ser conveniente cuando las temperaturas en la extrusión total, no superan 295 °C y preferiblemente no superan 285 °C e idealmente no superan 280 °C, puesto que de otro modo ocurre una clara formación de ampollas en la lámina.

Para evitar las burbujas ha probado ser conveniente, cuando las materias primas que contienen el sistema de descarboxilación, son fundidas y extrudidas en un extrusor de dos tornillos.

La orientación biaxial es ejecutada en general de manera secuencial. Al respecto, preferiblemente se orienta primero en dirección longitudinal (es decir en dirección de la máquina = dirección MD) y a continuación en dirección transversal (es decir perpendicular a la dirección de la máquina = dirección TD). Esto conduce a una orientación de las cadenas de moléculas. La orientación en dirección longitudinal es ejecutada con ayuda de dos rodillos que giran rápidamente de modo diferente, correspondiente a la relación de orientación pretendida. Para la orientación transversal se usa en general un marco de terraja correspondiente.

La temperatura a la cual se realiza la orientación, puede variar en un intervalo relativamente grande y se basa en las propiedades deseadas de la lámina. En general, la orientación longitudinal y también la transversal es ejecutada a $T_g + 10\text{ °C}$ a $T_g + 60\text{ °C}$ (T_g = temperatura de vidrio de la lámina). La relación de orientación longitudinal está en general en el intervalo de 2,0 : 1 a 6,0 : 1, preferiblemente 3,0 : 1 a 4,5 : 1. La relación de orientación transversal está en general en el intervalo de 2,0 : 1 a 5,0 : 1, preferiblemente 3,0 : 1 a 4,5 : 1, y la de una dado el caso segunda orientación longitudinal y transversal está en 1,1 : 1 a 5,0 : 1.

La orientación longitudinal puede ser ejecutada dado el caso simultáneamente con la orientación transversal (orientación simultánea).

Para alcanzar las buenas propiedades de aislamiento eléctrico deseadas, ha probado ser conveniente, cuando la relación de orientación superficial (longitudinal por transversal) es mayor a 5, mejor mayor a 7,5 y de modo particular preferiblemente mayor a 9,5. Una relación de orientación superficial por encima de 22 ha probado ser inconveniente desde el punto de vista de la seguridad de transcurso de la lámina. Así mismo, no deberían pretenderse relaciones de orientación superficial mayores a 25, puesto que en este intervalo ya se presenta de manera local nuevamente una reducción de la resistencia a descargas disruptivas. Las mencionadas relaciones de orientación superficial conducen a láminas que exhiben preferiblemente en toda dirección de la lámina un módulo E de más de 2.500 N/mm² y de modo particular preferiblemente en cada dirección de la lámina más de 3.000

N/mm² y muy preferiblemente en cada dirección de la lámina más de 3.500 N/mm² y preferiblemente en ninguna dirección de la lámina exhibe un módulo E de más de 7.000 N/mm².

La relación de orientación mencionada conduce a láminas que exhiben una suficiente elongación de ruptura, para ser suficientemente flexible en los aislamientos posteriores de módulos solares, para las cargas mecánicas durante la manufactura y en el uso (por ejemplo carga de viento). La elongación de ruptura debería ser en toda dirección de la lámina mayor a 10 % y es preferiblemente toda dirección de la lámina mayor a 25 % y de modo particular preferiblemente mayor a 50 %. Para alcanzar estos valores de elongación de ruptura, ha probado ser conveniente, cuando la relación de orientación superficial es inferior a 20 y mejor cuando es inferior a 18.

Para la fijación térmica que sigue a la orientación, se mantiene la lámina por aproximadamente 0,1 a 10 segundos a una temperatura de 150 a 260 °C, preferiblemente 200 a 245 °C. A continuación de o al comienzo de la fijación térmica, se relaja la lámina en 0,5 a 15 %, preferiblemente en 2 a 8 %, en dirección transversal y dado el caso también en la longitudinal y entonces se enfría y se bobina la lámina del modo común.

En una forma preferida de realización, el encogimiento de las láminas de acuerdo con la invención a 150 °C (15 min) en ambas direcciones de la lámina (MD y TD), está por debajo de 2 %, preferiblemente por debajo de 1,5 % y de modo particular preferiblemente en ambas direcciones de la lámina, por debajo de 1,3 %. Esto puede ser alcanzado ajustando la temperatura máxima en la sujeción a más de 210 °C y preferiblemente más de 230 °C y de modo particular preferiblemente más de 238 °C. Preferiblemente con el mismo propósito, la relajación en dirección transversal está por encima de 3 %, y preferiblemente por lo menos 30 % de esta relajación es ejecutada a temperaturas por debajo de 200 °C. El bajo encogimiento es especialmente importante para el uso en laminados posteriores en módulos solares, puesto que en el proceso de laminación ocurren elevadas temperaturas, que con elevados valores de encogimiento conducen a grandes pérdidas de lámina y además pueden generar ondas y arrugas.

Láminas, que contienen el sistema de catalizador de descarboxilación de acuerdo con la invención, son adecuadas de manera notable para aplicaciones de aislamiento eléctrico, especialmente cuando predominan largos periodos de vida (años) y elevadas temperaturas (> 60 °C) y humedad relativa (más de 10 % de humedad relativa), puesto que las láminas de acuerdo con la invención conservan sus buenas propiedades eléctricas también bajo condiciones de calor húmedo, por largo tiempo. Tales aplicaciones son por ejemplo cables planos en automóviles, cables en asientos calentados, aislamiento de motores y sobre todo aislamientos de caras posteriores en módulos solares. Al respecto, las láminas pueden ser usadas solas, como también como laminados con otras láminas. En la figura 1 se representa un laminado típico, en la que 1 es una lámina blanca de poliéster de 50 µm con sistema catalizador de descarboxilación, 2 es una lámina de poliéster de 12 µm a la que se aplicó vapor de SiO_x (por ejemplo en X-Barrier de Mitsubishi Plastics, Inc., JP), 3 es una lámina blanca de poliéster de 100 µm (por ejemplo Hostafan WDW/WUV o WO/UVO), 4 es una capa de adhesivo, y 5 es una capa de adhesivo para el material de incorporación EVA del módulo solar.

En los siguientes ejemplos de realización ocurre la medición de las propiedades individuales de acuerdo con las normas o bien procedimientos citados.

Métodos de medición

Viscosidad estándar (SV)

La viscosidad estándar SV es medida -con apoyo de DIN 53726 - mediante la medición de viscosidad relativa η_{rel} de una solución al 1 % en peso en ácido dicloroacético (DCE) en un viscosímetro Ubbelohde a 25 °C. El valor SV se define como sigue:

$$SV = (\eta_{rel} - 1) \cdot 1000$$

Encogimiento

El encogimiento térmico es determinado en un patrón cuadrado de lámina con una longitud de canto de 10 cm. Las muestras son cortadas de modo que un canto corre de manera paralela a la dirección de máquina y un canto corre de manera perpendicular a la dirección de máquina. Las muestras son medidas exactamente (la longitud de canto L_0 es determinada para cada dirección de máquina TD y MD, $L_{0\ TD}$ y $L_{0\ MD}$) y son atemperadas por 15 min a la temperatura indicada de encogimiento (aquí 150 °C) en una cabina de secado con circulación de aire. Se retiran las muestras y se miden exactamente a temperatura ambiente (L_{TD} y L_{MD}). El encogimiento surge de la ecuación.

$$\text{Encogimiento [\%] MD} = 100 \cdot (L_{0 \text{ MD}} - L_{\text{MD}}) / L_{0 \text{ MD}}$$

$$\text{Encogimiento [\%] TD} = 100 \cdot (L_{0 \text{ TD}} - L_{\text{TD}}) / L_{0 \text{ TD}}$$

Medición de la transparencia a 370 nm

La medición de la transparencia ocurre con un espectrómetro Lambda 3 UV/Vis de la compañía Perkin Elmer.

Medición de la rigidez dieléctrica / resistencia a descargas disruptivas

- 5 La medición de la rigidez dieléctrica ocurre según DIN 53481-3 (considerando la DIN 40634 para las asignaciones especiales de lámina). Se mide por medio de esfera/placa (diámetro de electrodo 49,5 mm) para una tensión alterna sinusoidal de 50 Hz a 23 °C y 50 de humedad relativa en el aire.

Medición del promedio d_{50} de diámetro de partícula en partículas antes de la incorporación en la materia prima

- 10 La determinación del promedio d_{50} de diámetro de partícula es ejecutada mediante láser en un Master Sizer (Malvern Instruments, Reino Unido) según el método estándar (otros equipos de medición son por ejemplo Horiba LA 500 (Horiba Ltd., JP) o Helos (Sympatec GmbH, DE), que usan el mismo principio de medición). Para ello, se colocan las muestras en una cubeta con agua y se coloca ésta entonces en el aparato de medición. El procedimiento de medición es automático e involucra también la determinación matemática del valor d_{50} . El valor d_{50} es al respecto determinado de acuerdo con la definición, a partir de la curva de suma (relativa) de la distribución de tamaño de partícula: el punto de corte del valor de ordenada de 50 % con la curva de suma, suministra en el eje de las abscisas, el valor deseado d_{50} .
- 15

Medición de las propiedades mecánicas de la lámina

La determinación de las propiedades mecánicas ocurre según DIN EN ISO 527-1 a 3.

Prueba en autoclave

- 20 Se cuelgan las láminas (10 x 2 cm) en un alambre en el autoclave (Adolf Wolf SANOklav tipo: ST-MCS-204) y se llena el autoclave con 2 litros de agua. Después de cerrar el autoclave, se le calienta. A 100 °C se reemplaza el vapor de agua por aire mediante la válvula de purga. Se cierra ésta después de aproximadamente 5 min, con lo cual sube la temperatura a 110 °C y la presión a 120 a 150 kPa. Después del ajuste del tiempo, el autoclave se apaga automáticamente y después de abrir la válvula de purga, se retiran las láminas. Sobre estas se determina el valor SV.
- 25

Ejemplos

- 30 Procedimiento: se mezclaron las materias primas y se extruyeron en un extrusor de doble tornillo de la compañía Japan Steel Works con evacuación de gas. En las zonas del extrusor y en la conducción de producto fundido, la temperatura fue de máximo 278 °C. El rendimiento fue de 2.000 kg por hora. El producto fundido fue extrudido mediante una boquilla de rendija amplia (temperatura 280 °C) a un rodillo de enfriamiento (30 °C) y a continuación estirado a 110 °C hasta el factor de 3,2 en dirección longitudinal y entonces estirado a 115 °C hasta el factor 3,5 en dirección transversal.

- 35 Se fijaron entonces las láminas a 180 a 242 °C (un campo de fijación 180 °C y 2 campos de fijación 242 °C), en lo cual en el último campo se ajustó 2 % de relajación en dirección transversal. En los dos campos de fijación siguientes se ajustaron 190 °C y 150 °C, y la relajación aquí fue de otro 3 %. El tiempo de residencia total en la fijación fue 15 s.

Materias primas usadas:

- 40 R1 = Polietilentereftalato tipo 8610 (fabricante Invista, EEUU), condensado en fase sólida hasta que se alcanzó un IV = 0,68 (medido como se indica en el documento US-A-3,432,591), SV = 885; el contenido de grupos carboxilo CEG estuvo en 10 mmol/kg (medido como se indica en el documento EP-A-0 738 749). El bajo CEG fue logrado sin catalizador de descarboxilación u otro aditivo, solo mediante el control de proceso meticuloso. Contenido de IPA < 0,3 % en peso y DEG = 1,0 % en peso.

- 45 R2 = 40 % en peso de polietilentereftalato y 60 % en peso de TiO₂, Ti-Pure® R-104 de DuPont, EEUU, fabricado mediante amasado del TiO₂ en el poliéster en un extrusor de doble tornillo. El valor SV fue 700 y el contenido de CEG fue de 50 mmol/kg (referido a la cantidad de polímero) y DEG = 1,2 % en peso (referido a la cantidad de

polímero).

R3 = Polietilentereftalato RT49 de Invista, DE, con un SV = 810 y un CEG = 19 mmol/kg y un DEG = 0,61 % en peso.

5 R4 = Polietilentereftalato con 200 g/t de monohidrato de acetato de cobre (II) (CAS 6046-93-1) y 150 g/t de yoduro de potasio (CAS 7681-11-0) y 50 g/t de monohidrato de hipofosfito de sodio (CAS 10039-56-2) con un SV de 890 y un DEG de 0,9 % en peso y un CEG de 9 mmol/kg. Adición de sal de cobre, yoduro e hipofosfito después de completar la transesterificación.

10 R5 = Polietilentereftalato con 400 g/t de monohidrato de acetato de cobre (II) (CAS 6046-93-1) y 350 g/t de yoduro de potasio (CAS 7681-11-0) y 100 g/t de monohidrato de hipofosfito de sodio (CAS 10039-56-2) con un SV de 850 y un DEG de 1,2 % en peso y un CEG de 6 mmol/kg. Adición de sal de cobre, yoduro e hipofosfito después de completar la transesterificación.

R6 = aceite de lino con epóxido con un contenido de epóxido ácido de 8,9 % de Arkema, EEUU.

De la tabla 1 pueden tomarse las propiedades de la lámina.

Tabla 1

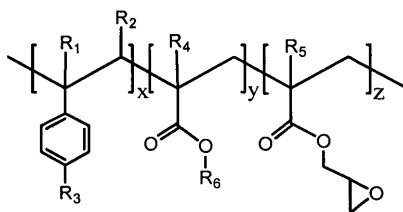
		Ejemplo				Ejemplo de comparación	
Propiedad	Materia prima	1	2	3	4	1	2
	R1 (% en peso)					91	70,5
	R2 (% en peso)	9	4,5	9	9	9	4,5
	R3 (% en peso)			41			
	R4 (% en peso)	91	45,5		86		
	R5 (% en peso)			50			
	R6 (% en peso)				5		
	Producto regenerado propio (% en peso)	0	50	0	0		25
Espesor	en μm	50	50	50	50	50	50
Velocidad de hidrólisis después de 144 h en el autoclave	en SV/h	-1,6	-1,75	-1,6	-0,35	-1,95	-2,7
Encogimiento, longitudinal	en %	1,2	1,1	1	1,2	1,2	1,2
Encogimiento, transversal	en %	0,2	0,3	0,1	0,4	0,3	0,2
Módulo E, longitudinal	en N/mm ²	4.215	4.163	4.196	3.876	4.231	4.205
Módulo E, transversal	en N/mm ²	4.751	4.623	4.829	4.100	4.718	4.786

ES 2 633 303 T3

		Ejemplo				Ejemplo de comparación	
Elongación de ruptura, longitudinal	en %	65	62	61	72	68	63
Elongación de ruptura, transversal	en %	64	65	68	85	71	69
Resistencia a descargas disruptivas	en kV/mm	328	314	330	292	324	319
Resistencia a descargas disruptivas después de 144 h	en kV/mm	288	251	278	285	197	74
Transparencia a 370 nm	en %	<5	<5	<5	<5	<5	<5

REIVINDICACIONES

1. Lámina estirada biaxialmente, cuyos componentes poliméricos consisten predominantemente en poliéster, en donde la lámina contiene por lo menos una sal de cobre y un halogenuro, siendo la relación molar de halogenuro a Cu de 0,5 a 3,5 y en donde la lámina exhibe una rigidez dieléctrica (resistencia a descargas disruptivas) CA (corriente alterna) a 23 °C y 50 Hz de por lo menos 100 kV/mm, realizándose la medición de la rigidez dieléctrica según la DIN 53481-3, considerando la DIN 40634 para las instrucciones especiales para láminas y midiéndose por medio de una esfera/placa (diámetro de electrodo 49,5 mm) para un voltaje alterno sinusoidal de 50 Hz a 23 °C y 50 % de humedad relativa en el aire.
2. Lámina de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la sal de cobre es una sal de Cu(II).
3. Lámina de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada porque** el contraion de cobre en la sal de cobre es un anión mono- o polivalente de un ácido carboxílico, una amida o un análogo de acetilo de un ácido carboxílico.
4. Lámina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** el halogenuro es elegido de entre yoduro, cloruro y bromuro y preferiblemente es un halogenuro alcalino.
5. Lámina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** la lámina contiene de 15 a 600 ppm de halogenuro (referido a la masa de la lámina).
6. Lámina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** aparte del halogenuro, está presente otro agente reductor diferente de halogenuro.
7. Lámina de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada porque** el agente reductor diferente de halogenuro está presente en la relación molar de cobre (II) a agente reductor adicional, de 0,5 a 2,5.
8. Lámina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** la lámina contiene como estabilizante a la hidrólisis un derivado de ácido graso con grupo epóxido.
9. Lámina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** la lámina contiene uno o más agentes de alargamiento de cadena y el agente de alargamiento de cadena es un polímero que está descrito por la fórmula 1



Fórmula 1

en la que

$R_1 - R_5$ independientemente uno de otro es H o un radical alquilo C_1 a C_{12} ,

R_6 es un grupo alquilo C_1 a C_{12} ,

x e y están entre 0 y 100,

$x + y$ es mayor a 0 y

z está entre 2 y 100,

refiriéndose estos datos al polímero usado del agente de alargamiento de cadena.

10. Lámina de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada porque** el agente de alargamiento de cadena está presente en la lámina en menos del 2 % en peso y por lo menos en el 0,05 % en peso.
11. Procedimiento para la fabricación de una lámina de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las masas fundidas correspondientes a las capas individuales de la lámina son extrudidos mediante una boquilla plana, para la solidificación la lámina así obtenida es retirada y enfriada rápidamente como lámina previa considerablemente amorfa sobre uno o varios rodillo(s) (rodillos fríos), a continuación se calienta nuevamente la lámina y se extiende

en sentido biaxial (se orienta) y se fija térmicamente la lámina estirada biaxialmente y a continuación se bobina y en donde el que la lámina contiene por lo menos una sal de cobre y un halogenuro.

12. Uso de una lámina de acuerdo con la reivindicación 1 para aplicaciones de aislamiento eléctrico.

5 13. Laminado, que contiene por lo menos una lámina de acuerdo con la reivindicación 1 y por lo menos otra lámina.

14. Módulo solar que contiene una lámina de acuerdo con la reivindicación 1.

Figura 1

