

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 428**

51 Int. Cl.:

C08G 63/91 (2006.01)

C08J 5/18 (2006.01)

C08G 63/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2010** **E 13199217 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016** **EP 2711384**

54 Título: **Películas de poliéster resistentes a la hidrólisis**

30 Prioridad:

08.09.2009 GB 0915687

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.05.2016

73 Titular/es:

**DUPONT TEIJIN FILMS U.S. LIMITED
PARTNERSHIP (100.0%)
3600 Discovery Drive
Chester, VA 23836, US**

72 Inventor/es:

**BRENNAN, WILLIAM J.;
MORTLOCK, SIMON V.;
LOVATT, ALAN;
PHILLIPS, DAVID y
TURNER, DAVID R.**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 571 428 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).

Películas de poliéster resistentes a la hidrólisis**Descripción**

5 La presente invención se refiere a películas de tereftalato de polietileno (PET) que presentan una resistencia mejorada a la hidrólisis, y a un proceso para la producción de las mismas.

10 Las ventajosas propiedades mecánicas, estabilidad dimensional y propiedades ópticas de las películas de poliéster son bien conocidas. Sin embargo, las películas de poliéster son susceptibles a la degradación hidrolítica, que da como resultado una reducción de la viscosidad intrínseca del polímero, y un consecuente deterioro de una o más de las propiedades deseables de la película anteriormente mencionadas, particularmente las propiedades mecánicas. La escasa resistencia a la hidrólisis es un especial problema cuando la película se utiliza en condiciones de humedad y/o temperatura elevadas y/o en aplicaciones exteriores, tal como en las células fotovoltaicas (FV).

15 Con el fin de mejorar la resistencia a la hidrólisis de las películas de poliéster, se conoce la incorporación de estabilizadores de hidrólisis en la película. Por ejemplo, la adición de carbodiimidas como agentes de protección terminal en las composiciones de poliéster fue propuesta en los documentos US-5885709 y EP-0838500, entre otros, pero tales aditivos tienden a emitir subproductos gaseosos nocivos. En el documento US-2003/0219614-A1 se notifica que el uso de carbodiimidas poliméricas como estabilizadores de hidrólisis reduce la tendencia a la liberación de gas. En el documento US-2002/0065346-A1 se ilustran estabilizadores de hidrólisis seleccionados de entre un compuesto fenólico, una oxazolina y/o una carbodiimida monomérica o polimérica, opcionalmente combinados con un fosfito orgánico. En el documento GB-1048068 se ilustra el uso de sales de cobre de ácidos carboxílicos orgánicos como estabilizadores de hidrólisis. En los documentos US-3657191 y US-3869427 se ilustra la modificación de los grupos terminales del poliéster por reacción con carbonatos de etileno o éteres de glicidilo monofuncionales. También se describen en el documento EP-0292251-A poliésteres resistentes a la hidrólisis estabilizados mediante el uso de compuestos que contienen grupos epoxi terminales. En el documento EP-1209200 se notifica que una combinación de un éster de glicidilo y un éter de glicidilo en presencia de un catalizador que promueve la reacción entre los grupos carboxilo y glicidilo mejora la resistencia a la hidrólisis de los poliésteres, aunque esa divulgación se refiere al tereftalato de polibutileno (PBT), que cristaliza mucho más rápido que el PET, y su uso en la fabricación de materiales moldeados por inyección. En el documento US-6498212 se describen poliésteres en los que se ha mejorado la estabilidad hidrolítica mediante el uso de un agente de protección terminal polimérico seleccionado de entre copolímeros de epoxietileno-acrilato de etilo, copolímeros de bloque epoxiestireno-butadieno-estireno y copolímeros de aminopolietileno. El uso de ésteres de alquilo de ácidos grasos epoxidados (tales como el ácido esteárico epoxidado éster de 2-etil-hexilo) y/o glicéridos de ácidos grasos epoxidados (tales como aceite de linaza o de soja epoxidado) como estabilizadores de hidrólisis en composiciones de poliéster se describe en los documentos CA-2514589-A, US-4540729, US-5589126, US-7229697, US-7241507, US-2005/0137299-A1, US-2007/0238816-A1 y US-2007/0237972-A1. Otros métodos para mejorar la estabilidad hidrolítica de las películas de tereftalato de polietileno (PET) incluyen el control simultáneo de parámetros tales como la viscosidad intrínseca, el contenido de dietilenglicol y la cristalinidad, como se describe en el documento EP-0738749-A. En el documento EP-0620245-A se notifica que el control de la viscosidad intrínseca y la cristalinidad, en combinación con la presencia de un antioxidante, mejora las características de envejecimiento a alta temperatura (180°C) sin detrimento de las propiedades de deslaminación en el plano de las películas de poliéster utilizadas como materiales aislantes en condensadores y motores eléctricos. En los documentos US-4115350 y US-4130541 se ilustra que el producto de reacción de poliésteres con ésteres de alquilo epoxidados de ácidos monocarboxílicos, amidas y tio-ácidos mejora la estabilidad térmica del poliéster en las fibras y cuerdas hechas del mismo. En el documento US-3372143 se ilustra que el producto de reacción de poliésteres con alcoxiésteres o ariloxiésteres epoxidados mejora la teñibilidad de las fibras hechas de los mismos.

50 Uno de los problemas asociados con la incorporación de estabilizadores de hidrólisis en las películas de poliéster es que aunque el aumento de la concentración del aditivo mejora la resistencia a la hidrólisis, lo hace a expensas de una reducción del punto de fusión y un deterioro de las propiedades mecánicas de la película de poliéster. Una de las consecuencias de una reducción de las propiedades mecánicas es que se empobrece la elaborabilidad del poliéster en forma de película y se produce la rotura de la lámina continua durante la fabricación y el procesamiento posterior.

55 Otro problema al utilizar en las películas de poliéster de la técnica anterior estabilizadores de hidrólisis a base de ácidos grasos epoxidados, particularmente glicéridos de ácidos grasos epoxidados, es que estos aditivos tienden a descomponerse durante la fabricación y el procesamiento de la película con desprendimiento de acroleína, una sustancia muy tóxica, inflamable y maloliente.

60 Un problema adicional con los estabilizadores de hidrólisis conocidos, en particular los basados en determinados compuestos de glicidilo multifuncionales y glicéridos de ácidos grasos epoxidados, es la reducción de la elaborabilidad y la calidad de la película cuando se incorporan tales aditivos en la película en una cantidad eficaz para proporcionar una resistencia mejorada a la hidrólisis. En particular, tales aditivos inducen defectos de perfil y niveles inaceptables de marcas por la estampa en las películas de poliéster, es decir, una escasa uniformidad del espesor y/o la transmisión de luz a través de la lámina continua, y el extrudado puede llegar a ser imposible de

procesar en una línea de película debido a rotura de la lámina continua. Se cree que tales problemas son atribuibles al menos en parte a la reticulación y la formación de gel, que interfiere con el proceso de estiramiento experimentado por la película durante su fabricación. Un problema adicional al utilizar compuestos de glicidilo multifuncionales como estabilizadores de hidrólisis para el PET es que su mayor velocidad de prolongación de la cadena del poliéster aumenta la viscosidad en estado fundido, que a su vez reduce el rendimiento de extrusión a una temperatura determinada, y esto resulta económicamente indeseable. Por lo tanto, aunque teóricamente podría reducirse la viscosidad aumentando las temperaturas de fusión, esto conduciría a un aumento de las velocidades de degradación del polímero y del estabilizador de hidrólisis y provocaría la formación de gel. La formación de gel es mucho menos problemática en la fabricación de otros productos de poliéster, tales como los productos de PBT moldeados por inyección, en parte debido al espesor mucho mayor de esos productos en comparación con la película de poliéster.

Es un objeto de la presente invención proporcionar películas de poliéster resistentes a la hidrólisis alternativas, particularmente en las que la resistencia a la hidrólisis esté mejorada, particularmente en las que la película pueda fabricarse y utilizarse sin la liberación de subproductos tóxicos, particularmente mientras se mantiene o se mejora la facilidad y eficacia y economía de la fabricación de la película sin aumentar la rotura de la película, particularmente en las que el nivel de marcas por la estampa y los defectos de perfil están reducidos, y particularmente sin detrimento de las propiedades ópticas y/o mecánicas de la película.

Según la presente invención, se proporciona una película de poliéster orientada biaxialmente que comprende tereftalato de polietileno y al menos un estabilizador de hidrólisis seleccionado de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado, en el que la ácido monocarboxílico tiene de 5 a 50 átomos de carbono, y en la que dicho estabilizador de hidrólisis está presente en la película en forma de su producto de reacción con al menos algunos de los grupos terminales de dicho poliéster.

El estabilizador de hidrólisis utilizado en la presente invención actúa como protector de grupos terminales para el poliéster por reacción con los grupos terminales carboxilo y/o los grupos terminales hidroxilo del poliéster, y se cree que la reacción predominante es con los grupos terminales carboxilo. Se ha demostrado que los grupos terminales carboxilo son los principales responsables de la degradación hidrolítica de los poliésteres, incluido el tereftalato de polietileno. El grupo de glicidilo del estabilizador de hidrólisis reacciona rápidamente con los grupos terminales del poliéster a temperaturas elevadas y, lo que es más importante, lo hace con cero eliminación de subproductos tóxicos durante la fabricación del poliéster modificado o durante la posterior fabricación y uso de la película de poliéster. El estabilizador de hidrólisis se incorpora bien y fácilmente en el poliéster.

La película de poliéster es una lámina o película autoportante, entendiéndose con ello una película o lámina capaz de existencia independiente en ausencia de una base de soporte.

El poliéster de dicha película de poliéster es tereftalato de polietileno, pero también puede contener cantidades relativamente menores de uno o más residuos derivados de otros dioles y/o ácidos dicarboxílicos. Otros ácidos dicarboxílicos incluyen ácido isoftálico, ácido ftálico, ácido 1,4-, 2,5-, 2,6- ó 2,7-naftalenodicarboxílico, ácido 4,4'-difenildicarboxílico, ácido hexahidrotetrafálico, ácido 1,10-decanodicarboxílico y ácidos dicarboxílicos alifáticos de fórmula general $C_nH_{2n}(COOH)_2$ en la que n es de 2 a 8, tal como ácido succínico, ácido glutárico, ácido sebácico, ácido adípico, ácido azelaico, ácido subérico o ácido pimélico. Otros dioles incluyen glicoles alifáticos y cicloalifáticos, tales como 1,4-ciclohexanodimetanol. Preferentemente, la película de poliéster contiene sólo un ácido dicarboxílico, es decir, ácido tereftálico. Preferentemente, el poliéster contiene sólo un glicol, es decir etilenglicol. La resina de poliéster es el componente principal de la película, y constituye al menos un 50%, preferentemente al menos un 65%, preferentemente al menos un 80%, preferentemente al menos un 90% y preferentemente al menos un 95% en peso del peso total de la película.

La viscosidad intrínseca del poliéster a partir del que se fabrica la película es preferentemente al menos aproximadamente 0,65, preferentemente al menos aproximadamente 0,70 y preferentemente al menos aproximadamente 0,80.

La formación del poliéster se efectúa oportunamente de manera conocida por condensación o intercambio de éster, generalmente a temperaturas de hasta aproximadamente 295°C. En una forma de realización preferente, puede utilizarse la polimerización en estado sólido para aumentar la viscosidad intrínseca al valor deseado, utilizando técnicas convencionales bien conocidas en la técnica, por ejemplo utilizando un lecho fluidizado tal como un lecho fluidizado de nitrógeno o un lecho fluidizado a vacío utilizando un secador rotatorio a vacío.

El estabilizador de hidrólisis está presente preferentemente en una cantidad en el intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,1% y aproximadamente el 5%, más preferentemente entre aproximadamente el 0,1% y aproximadamente el 2,5%, más preferentemente entre aproximadamente el 0,1% y aproximadamente el 2,0%, más preferentemente entre aproximadamente el 0,3% y aproximadamente el 1,75%, más preferentemente entre aproximadamente el 0,3% y aproximadamente el 1,5%, con respecto al peso total de la película.

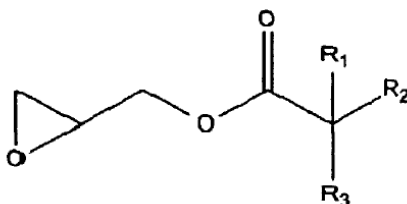
El ácido monocarboxílico ramificado a partir del cual se deriva el estabilizador de hidrólisis tiene de 5 a 50 átomos de carbono, preferentemente de 5 a 25 átomos de carbono, preferentemente de 5 a 15 átomos de carbono,

preferentemente de 8 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 9 a 11 átomos de carbono, y en una forma de realización tiene 10 átomos de carbono. El ácido monocarboxílico es preferentemente saturado, es decir, los enlaces carbono-carbono en la molécula son enlaces simples. El ácido monocarboxílico ramificado es preferentemente uno en el que el átomo de carbono adyacente al grupo ácido carboxílico (denominado en lo sucesivo átomo de "α-carbono") es un átomo de carbono terciario, es decir, está fijado por medio de tres enlaces sencillos carbono-carbono a tres átomos de carbonos distintos del átomo de carbono del grupo ácido carboxílico, y cada uno de dichos tres átomos de carbono puede ser parte de un grupo alquileo o un grupo alquilo. El ácido monocarboxílico es preferentemente un material sintético, es decir, se fabrica mediante síntesis orgánica que comprende al menos una etapa de síntesis según los procedimientos convencionales (véase, por ejemplo, el documento WO-01/56966-A1), más que un material de origen natural (tal como un ácido graso) que puede requerir ser aislado a partir de una sustancia de origen natural.

El estabilizador de hidrólisis utilizado en la presente invención puede fabricarse mediante la conocida reacción de epíclorhidrina con el ácido monocarboxílico ramificado deseado. La reacción puede llevarse a cabo utilizando catalizadores ácidos o básicos convencionales, tales como carboxilatos de metales alcalinos y haluros de amonio cuaternario, por lo general a temperaturas elevadas (son típicas las temperaturas en el intervalo de 50°C a 120°C).

En una forma de realización, se utiliza un solo estabilizador de hidrólisis en la película de poliéster, pero en una forma de realización preferente puede utilizarse una mezcla de estabilizadores de hidrólisis tal como se define en el presente documento, en cuyo caso la concentración total de los estabilizadores de hidrólisis se encuentra dentro de los intervalos anteriormente mencionados. El éster o ésteres de glicidilo descritos en el presente documento se utilizan preferentemente según la invención en ausencia de otros estabilizadores de hidrólisis (es decir, en ausencia de un estabilizador de hidrólisis que no sea un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado) y en una forma de realización en ausencia de compuesto o compuestos de éter de glicidilo, particularmente compuestos de éter de diglicidilo o de poliglicidilo por las razones proporcionadas anteriormente en el presente documento. En una forma de realización, la película de poliéster descrita en el presente documento consiste esencialmente en tereftalato de polietileno y al menos un estabilizador de hidrólisis seleccionado de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado. En una forma de realización de la presente invención, el estabilizador o los estabilizadores de hidrólisis utilizados en la presente invención consisten esencialmente en al menos un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado.

En una forma de realización, el estabilizador de hidrólisis tiene la fórmula (I):



(I)

en la que:

R^1 y R^2 están seleccionados independientemente de alquilo, y preferentemente al menos uno (y en una forma de realización sólo uno) de R^1 y R^2 están seleccionados de metilo;

R^3 está seleccionado de entre hidrógeno y alquilo, y preferentemente de alquilo; y

en la que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R^1 , R^2 y R^3 es de 3 a 48, preferentemente de 3 a 23, preferentemente de 3 a 13, preferentemente de 6 a 10, preferentemente de 7 a 9, y en una forma de realización es 8.

En una forma de realización, se utiliza una mezcla de estabilizadores de hidrólisis, cada uno seleccionado independientemente según la fórmula (I), y en una forma de realización, de manera que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R^1 , R^2 y R^3 en cada componente de la mezcla sea el mismo.

En una forma de realización preferente, R^1 está seleccionado de metilo, y R^2 y R^3 están seleccionados independientemente de alquilo, en la que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R^2 y R^3 es de 2 a 47, preferentemente de 2 a 22, preferentemente de 2 a 12, preferentemente de 5 a 9, preferentemente de 6 a 8, y en una forma de realización es 7. En una forma de realización, se utiliza una mezcla de estos estabilizadores de hidrólisis preferentes, preferentemente de manera que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R^1 , R^2 y R^3 en cada componente de la mezcla sea el mismo.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término "alquilo" se refiere preferentemente a un grupo hidrocarburo acíclico de cadena lineal no sustituido de fórmula $[-C_nH_{2n+1}]$.

El estabilizador de hidrólisis, por ejemplo el compuesto de fórmula (I) anterior, puede presentar quiralidad, en cuyo caso el estabilizador de hidrólisis puede estar presente como cualquiera de los enantiómeros o como una mezcla de enantiómeros.

En una forma de realización, el estabilizador de hidrólisis tiene preferentemente una viscosidad inferior a 100 mPa.s, preferentemente inferior a 50 mPa.s, preferentemente inferior a 25 mPa.s a 20°C, medida según la ASTM D445.

El estabilizador de hidrólisis utilizado en la presente invención reacciona con el poliéster a temperaturas elevadas, por lo general entre aproximadamente 160°C y 300°C, y lo hace con tiempos de reacción rápidos, por lo general mucho menores de 1 segundo a 290°C. El estabilizador de hidrólisis puede introducirse en diversas etapas durante el proceso de fabricación de la película, a saber:

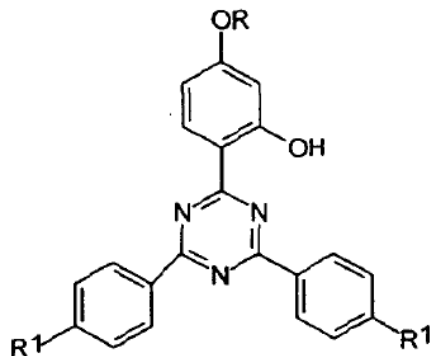
1. Añadiendo el aditivo durante la fabricación del poliéster a partir de sus monómeros, y esto se efectúa normalmente al final del proceso de polimerización inmediatamente antes de la extrusión en forma de gránulos. En una forma de realización, el poliéster modificado puede tratarse a continuación adicionalmente por polimerización en estado sólido con el fin de aumentar la IV hasta un valor deseado.
2. Haciendo reaccionar el aditivo con la viruta de poliéster fuera de línea derritiendo la viruta, mezclando la masa fundida con el aditivo, a continuación volviendo a extruir y granulando el poliéster modificado en forma de virutas.
3. Añadiendo el aditivo (por lo general en el que el aditivo es un líquido) a la viruta de polímero antes o durante la introducción del polímero en la extrusora utilizada en el proceso de fabricación de películas (por ejemplo, añadiendo el aditivo al polímero en el tolva de la extrusora), y a continuación extruyendo esta mezcla permitiendo que el aditivo y el poliéster reaccionen conjuntamente en la extrusora (por lo general una extrusora de doble tornillo).
4. Inyectando el aditivo (por lo general en el que el aditivo es un líquido) en el polímero fundido resultante del proceso de extrusión (es decir, una vez que el polímero se encuentra en estado fundido dentro de la extrusora, por lo general una extrusora de doble tornillo, y por lo general después de que el polímero ha pasado a través de cualquier zona de desvolatilización) pero antes del moldeado del polímero en forma de película.

En una forma de realización, el estabilizador de hidrólisis se introduce por una de las rutas (2), (3) y (4) anteriormente indicadas, preferentemente por la ruta (4). En una forma de realización, se produce un *masterbatch* añadiendo una cantidad en exceso de estabilizador de hidrólisis, con respecto a la cantidad deseada en la película final, y esto es de especial utilidad para la ruta de proceso (2) anteriormente indicada.

Los autores de la invención observaron un rendimiento sorprendentemente mejorado del producto utilizando la ruta de proceso (4), y, en particular las películas fabricadas mediante esta ruta presentan una estabilidad hidrolítica mejorada, con respecto a las películas fabricadas utilizando la tecnología de *masterbatch* con la ruta (2) anteriormente indicada. Se cree que la adición relativamente tardía del estabilizador de hidrólisis al poliéster en el proceso de extrusión minimiza el aumento de grupos terminales carboxilo provocado por la degradación térmica durante la fabricación de la película. Además, la ventaja de la ruta (4) sobre la ruta de *masterbatch*, por ejemplo, es que permite un mayor uso de la película de recuperación (es decir, de desecho del proceso de fabricación de la película, por ejemplo, resultante del "corte de bordes" por lo general realizado después de la etapa de estricado con el fin de proporcionar una película de anchura uniforme). El poliéster recuperado tiene por lo general una viscosidad intrínseca menor y una mayor concentración de grupos terminales carboxilo que la viruta de poliéster virgen y la adición la relativamente tardía del estabilizador de hidrólisis permite la estabilización del poliéster virgen y del recuperado. La capacidad de utilizar mayores niveles de recuperación mientras se proporciona una estabilidad a la hidrólisis mejorada es una ventaja particular de la presente invención.

En una forma de realización, la película puede comprender adicionalmente un absorbedor de UV. El absorbedor de UV tiene un coeficiente de extinción mucho mayor que el del poliéster de manera que la mayor parte de la luz UV incidente es absorbida por el absorbedor de UV en lugar de por el poliéster. El absorbedor de UV generalmente disipa la energía absorbida en forma de calor, evitando así la degradación de la cadena de polímero y mejorando la estabilidad del poliéster a la luz UV. Por lo general, el absorbedor de UV es un absorbedor de UV orgánico, y los ejemplos adecuados incluyen los descritos en la Enciclopedia de Tecnología Química, Kirk-Othmer, Tercera Edición, John Wiley & Sons, Volumen 23, páginas 615 a 627. Los ejemplos concretos de absorbedores de UV incluyen benzofenonas, benzotriazoles (US-4684679, US-4812498 y US-4681905), benzoxazinonas (US-4446262, US-5251064 y US-5264539) y triazinas (US-3244708, US-3843371, US-4619956, US-5288778 y WO 94/05645). El absorbedor de UV puede incorporarse en la película según uno de los métodos descritos en el presente documento. En una forma de realización, el absorbedor de UV puede incorporarse químicamente en la cadena de poliéster. En los documentos EP-A-0006686, EP-A-0031202, EP-A-0031203 y EP-A-0076582, por ejemplo, se describe la incorporación de una benzofenona en el poliéster. Las enseñanzas específicas de los

documentos anteriormente mencionados con respecto a los absorbedores de UV se incorporan en el presente documento por referencia. En una forma de realización particularmente preferente, la estabilidad a los UV mejorada en la presente invención es proporcionada por las triazinas, más preferentemente las hidroxifeniltriazinas y particularmente los compuestos de hidroxifeniltriazina de fórmula (II):



(II)

en la que R es hidrógeno, alquilo C₁-C₁₈, alquilo C₂-C₆ sustituido por halógeno o por alcoxi C₁-C₁₂, o es bencilo y R¹ es hidrógeno o metilo. R es preferentemente alquilo C₁-C₁₂ o bencilo, más preferentemente alquilo C₃-C₆ y particularmente hexilo. R¹ es preferentemente hidrógeno. Un absorbedor de UV especialmente preferente es 2-(4,6-difenil-1,3,5-triazin-2-il)-5-(hexil)oxi-fenol, que está disponible en el mercado como Tinuvin™ 1577 FF de Ciba-Additives.

La cantidad de absorbedor de UV se encuentra preferentemente en el intervalo del 0,1% al 10%, más preferentemente del 0,2% al 7%, más preferentemente del 0,6% al 4%, particularmente del 0,8% al 2%, y especialmente del 0,9% al 1,2% en peso, con respecto al peso total de la película.

La película comprende también preferentemente un antioxidante. Pueden utilizarse diversos antioxidantes, tales como antioxidantes que funcionan reteniendo radicales o descomponiendo peróxido. Los antioxidantes por retención de radicales adecuados incluyen fenoles con impedimento estérico, aminas aromáticas secundarias y aminas con impedimento estérico, como Tinuvin™ 770 (Ciba-Geigy). Los antioxidantes por descomposición de peróxido adecuados incluyen compuestos de fósforo trivalentes, tales como fosfonitos, fosfitos (por ejemplo, fosfato de trifenilo y trialquilfosfitos) y tiosinérgicos (por ejemplo, ésteres de ácido tiodipropiónico, tales como tiodipropionato de dilaurilo). Resultan preferentes los antioxidantes de fenol con impedimento estérico. Un fenol con impedimento estérico particularmente preferente es tetraquis-(metileno 3-(4'-hidroxi-3',5'-di-t-butilfenil propionato) metano, que está disponible en el mercado como Irganox™ 1010 (Ciba-Geigy). Otros fenoles con impedimento estérico adecuados disponibles en el mercado incluyen Irganox™ 1035, 1076, 1098 y 1330 (Ciba-Geigy), Santanox™ R (Monsanto), antioxidantes Cyanox™ (American Cyanamid) y antioxidantes Goodrite™ (BF Goodrich). La concentración de antioxidante presente en la película de poliéster se encuentra preferentemente en el intervalo de 50 ppm a 5.000 ppm de poliéster, más preferentemente en el intervalo de 300 ppm a 1.500 ppm, particularmente en el intervalo de 400 ppm a 1.200 ppm, y especialmente en el intervalo de 450 ppm a 600 ppm. Puede utilizarse una mezcla de más de un antioxidante, en cuyo caso la concentración total del mismo se encuentra preferentemente dentro de los intervalos anteriormente mencionados. La incorporación del antioxidante en el poliéster puede efectuarse mediante técnicas convencionales, y preferentemente mediante mezcla con los reaccionantes monoméricos de los que se deriva el poliéster, particularmente al final de la reacción de intercambio de éster o de esterificación directa, antes de la policondensación.

La película puede comprender adicionalmente cualquier otro aditivo convencionalmente empleado en la fabricación de películas de poliéster. Por lo tanto, pueden incorporarse agentes tales como agentes de reticulación, colorantes, cargas, pigmentos, agentes de vaciaje, lubricantes, eliminadores de radicales, estabilizadores térmicos, inhibidores y retardadores de llama, agentes antibloqueo, tensioactivos, adyuvantes de deslizamiento, mejoradores del brillo, prodegradantes, modificadores de la viscosidad y estabilizadores de la dispersión, según resulte apropiado. Tales componentes pueden introducirse en el polímero de manera convencional. Por ejemplo, mediante mezcla con los reaccionantes monoméricos de los que se deriva el polímero formador de película, o los componentes pueden mezclarse con el polímero mediante mezcla con tamborero o en seco, o mediante composición en una extrusora, seguido de enfriamiento y, normalmente, conminución en gránulos o virutas. También puede emplearse la tecnología *masterbatching*.

La película puede comprender, en particular, una carga particulada que puede mejorar la manipulación y capacidad de enrollado durante la fabricación y puede utilizarse para modular las propiedades ópticas. La carga

particulada puede ser, por ejemplo, una carga inorgánica particulada (por ejemplo, óxidos de metaloides o de metales, tales como alúmina, dióxido de titanio, talco y sílice (especialmente geles de sílice y sílice de diatomeas o precipitado), caolín calcinado y sales de metales alcalinos, tales como los carbonatos y sulfatos de calcio y bario). Cualquier carga inorgánica presente debe estar finamente dividida, y el diámetro medio de partícula distribuido en volumen (diámetro esférico equivalente que corresponde al 50% del volumen de todas las partículas, leído en la curva de distribución acumulativa que relaciona el % en volumen con el diámetro de las partículas - referido frecuentemente como el valor "D(v, 0,5)") de la misma se encuentra preferentemente en el intervalo de 0,01 μm a 5 μm , más preferentemente de 0,05 μm a 1,5 μm , y particularmente de 0,15 μm a 1,2 μm . Preferentemente, al menos el 90%, más preferentemente al menos el 95% en volumen de las partículas de carga inorgánica se encuentran dentro del intervalo del diámetro medio de partícula distribuido en volumen $\pm 0,8 \mu\text{m}$, y particularmente $\pm 0,5 \mu\text{m}$. El tamaño de partícula de las partículas de carga puede medirse mediante microscopio electrónico, contador Coulter, análisis de sedimentación y dispersión de luz estática o dinámica. Resultan preferentes las técnicas basadas en la difracción de luz láser. El tamaño medio de partícula puede determinarse trazando una curva de distribución acumulativa que representa el porcentaje de volumen de partícula por debajo de los tamaños de partícula elegidos y midiendo el percentil 50.

La formación de la película de poliéster puede efectuarse mediante técnicas de extrusión convencionales bien conocidas en la técnica. En términos generales, el proceso comprende las etapas de extruir una capa de polímero fundido a una temperatura dentro del intervalo comprendido entre aproximadamente 280°C y aproximadamente 300°C, enfriar el extrudado y orientar el extrudado enfriado. La orientación puede efectuarse mediante cualquier proceso conocido en la técnica para producir una película orientada, por ejemplo un proceso de película tubular o plana. La orientación biaxial se efectúa mediante estiramiento en dos direcciones mutuamente perpendiculares en el plano de la película para conseguir una combinación satisfactoria de propiedades mecánicas y físicas. En un proceso tubular, la orientación biaxial simultánea puede efectuarse extruyendo un tubo de poliéster termoplástico que posteriormente se enfría, se recalienta y a continuación se expande mediante presión interna de gas para inducir la orientación transversal, y se retira a una velocidad que inducirá la orientación longitudinal. En el procedimiento preferente de película plana, el poliéster formador de película se extruye a través de una boquilla de ranura ancha y se enfría rápidamente sobre un tambor de colada refrigerado para asegurar que el poliéster se enfría hasta el estado amorfo. A continuación se efectúa la orientación estirando el extrudado enfriado en al menos una dirección a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea del poliéster. Puede efectuarse una orientación secuencial estirando un extrudado enfriado plana en primer lugar en una dirección, normalmente la dirección longitudinal, es decir, en la dirección de avance a través de la máquina de estiramiento de la película, y a continuación en dirección transversal. El estiramiento en la dirección de avance del extrudado se efectúa oportunamente sobre un conjunto de rodillos giratorios o entre dos pares de rodillos de presión, efectuándose a continuación el estiramiento transversal en una estricadora. El estiramiento se efectúa generalmente de manera que la dimensión de la película orientada sea de 2 a 5, más preferentemente de 2,5 a 4,5 veces su dimensión original en la o en cada dirección de estiramiento. Por lo general, el estiramiento se efectúa a temperaturas superiores a la T_g del poliéster, preferentemente aproximadamente 15°C superior a la T_g . Pueden utilizarse mayores relaciones de estiramiento (por ejemplo, hasta aproximadamente 8 veces) si se requiere la orientación sólo en una dirección. No es necesario estirar igualmente en las direcciones de mecanizado y transversal aunque esto resulta preferente si se desean propiedades equilibradas.

Una película estirada puede ser, y preferentemente es, estabilizada dimensionalmente mediante termofijación bajo soporte dimensional a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea del poliéster, pero por debajo de la temperatura de fusión del mismo, para inducir la cristalización del poliéster deseada. Durante la termofijación, puede realizarse una pequeña cantidad de relajación dimensional en la dirección transversal (TD) mediante un procedimiento conocido como "convergencia". La convergencia puede implicar una contracción dimensional del orden del 2% al 4%, pero resulta difícil conseguir una relajación dimensional análoga en la dirección de mecanizado (MD) o de procesamiento ya que se requieren bajas tensiones de línea, y el enrollado y control de la película se vuelven problemáticos. El tiempo y la temperatura de termofijación real cambiarán dependiendo de la composición de la película y su contracción térmica final deseada pero no deben seleccionarse con el fin de degradar sustancialmente las propiedades de tenacidad de la película tales como la resistencia al desgarro. Dentro de estas limitaciones, resulta generalmente deseable una temperatura de termofijación de aproximadamente 180°C a 245°C. En una forma de realización, la temperatura de termofijación se encuentra dentro del intervalo comprendido entre aproximadamente 200°C y aproximadamente 225°C, lo que proporciona mejoras inesperadas en la estabilidad hidrolítica. Después del termofijación de la película la película se enfría por lo general rápidamente, con el fin de inducir la cristalinidad deseada del poliéster.

En una forma de realización, la película puede estabilizarse adicionalmente a través del uso de una etapa de relajación en línea. Como alternativa, el tratamiento de relajación puede realizarse fuera de línea. En esta etapa adicional, la película se calienta a una temperatura inferior a la de la etapa de termofijación, y con una tensión TD y MD mucho más reducidas. La tensión experimentada por la película es una tensión baja y por lo general inferior a 5 kg/m, preferentemente inferior a 3,5 kg/m, más preferentemente en el intervalo comprendido entre 1 kg/m y aproximadamente 2,5 kg/m, y por lo general en el intervalo de 1,5 kg/m a 2 kg/m de anchura de la película. Para un proceso de relajación que controla la velocidad de la película, la reducción de la velocidad de la película (y por lo tanto la relajación de la tensión) se encuentra por lo general en el intervalo del 0% al 2,5%, preferentemente del

0,5% al 2,0%. No hay aumento de la dimensión transversal de la película durante la etapa de estabilización térmica. La temperatura a utilizar para la etapa de estabilización térmica puede cambiar dependiendo de la combinación deseada de propiedades de la película final, proporcionando mejores propiedades de contracción residual, es decir menores, una temperatura más alta. Resulta generalmente deseable una temperatura de 135°C a 250°C, preferentemente de 150°C a 230°C, más preferentemente de 170°C a 200°C. La duración del calentamiento dependerá de la temperatura utilizada pero está por lo general en el intervalo de 10 a 40 segundos, siendo preferente una duración de 20 a 30 segundos. Este proceso de estabilización térmica puede llevarse a cabo mediante diversos métodos, incluidas las configuraciones planas y verticales ya sea "fuera de línea" como una etapa de proceso separada o "en línea" como una continuación del proceso de fabricación de la película. La película así procesada presentará una contracción térmica menor que la producida en ausencia de tal relajación después de la termofijación.

El espesor de la película de poliéster se encuentra preferentemente en el intervalo comprendido entre aproximadamente 5 µm y aproximadamente 500 µm, y más preferentemente no superior a aproximadamente 250 µm, y por lo general entre aproximadamente 37 µm y 150 µm.

En una forma de realización preferente, la película es opaca, y tales películas son especialmente útiles como plano posterior en una célula FV. Una película opaca presenta preferentemente una densidad óptica de transmisión (TOD) de al menos 0,4, preferentemente al menos 0,5, preferentemente al menos 0,6, preferentemente al menos 0,7, preferentemente al menos 1,0 y preferentemente al menos 1,5, y en una forma de realización preferentemente al menos 2,0, preferentemente al menos 3,0 y preferentemente al menos 4,0. Una película opaca puede pigmentarse según sea necesario, y en una forma de realización de la invención, la película de la invención es de color blanco, gris o negro. Puede utilizarse cualquier agente opacificante y/o blanqueador adecuado, como se conoce en la técnica.

En una forma de realización preferente, la película es de color blanco, lo que puede efectuarse incorporando en la misma una cantidad eficaz de un blanqueador. Los blanqueadores adecuados incluyen una carga inorgánica particulada tales como las mencionadas anteriormente en el presente documento, una carga de resina incompatible o una mezcla de dos o más de tales cargas. Preferentemente, el blanqueador es una carga inorgánica particulada, preferentemente dióxido de titanio y/o sulfato de bario, y en una forma de realización preferente la carga es sulfato de bario solo. La cantidad de carga inorgánica incorporada en la película se encuentra por lo general en el intervalo comprendido entre el 5% y el 30% en peso, preferentemente entre el 10% y el 25% en peso, en base al peso de poliéster en la capa. Una película blanca presenta preferentemente un índice de blancura, medido como se describe en el presente documento, en el intervalo comprendido entre aproximadamente 80 y aproximadamente 120 unidades. Una película blanca presenta por lo general una TOD en el intervalo de 0,4 a 1,75, preferentemente al menos 0,5, preferentemente al menos 0,6, preferentemente al menos 0,7.

En una forma de realización alternativa, la película es de color gris o negro, por lo general presenta una TOD de al menos 2,0, más generalmente al menos 3,0, más generalmente al menos 4,0, y esto puede conseguirse incorporando en la misma una cantidad eficaz de un agente opacificante, tal como negro de carbono, o una carga metálica tal como polvo de aluminio, como se conoce en la técnica. El negro de carbono es un agente opacificante preferente. Por lo general, una película de este tipo comprende el agente opacificante en el intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,3% y aproximadamente el 10%, preferentemente entre el 0,5% y el 7%, particularmente entre el 1% y el 5%, y especialmente entre el 2% y el 4%, en peso en base al peso del poliéster. El agente opacificante tiene convenientemente un diámetro medio de partícula en el intervalo de 0,01 µm a 1,5 µm, particularmente de 0,02 µm a 0,05 µm. Una película opaca de este tipo también puede contener opcionalmente un blanqueador.

En una forma de realización alternativa, la película de poliéster es ópticamente transparente, preferentemente con un % de la luz visible dispersada (opacidad) no superior al 15%, preferentemente no superior al 10%, preferentemente no superior al 6%, más preferentemente no superior al 3,5% y particularmente no superior al 1,5%, y/o una transmisión luminosa total (TLT) para la luz en la región visible (400 nm a 700 nm) de al menos un 80%, preferentemente al menos un 85%, más preferentemente al menos aproximadamente un 90%. En esta forma de realización, cualquier carga en la película está presente por lo general en pequeñas cantidades, generalmente no superiores a un 0,5% y preferentemente inferiores a un 0,2% en peso de una capa, y la carga se selecciona por lo general de entre sílice y talco, preferentemente sílice. En esta forma de realización, la capacidad de enrollado de la película (es decir, la ausencia de bloqueo o adherencia cuando la película se enrolla en un rollo) está mejorada, sin una reducción inaceptable de la opacidad u otras propiedades ópticas.

La viscosidad intrínseca de la película de poliéster es preferentemente de al menos 0,65, preferentemente de al menos 0,7, y en una forma de realización se encuentra en el intervalo comprendido entre aproximadamente 0,65 y aproximadamente 0,75. El uso de películas de poliéster con una viscosidad intrínseca relativamente alta proporciona una estabilidad a la hidrólisis mejorada.

En una forma de realización, el poliéster de la película de poliéster presenta un pico endotérmico de alta temperatura a una temperatura de (A)°C y un pico endotérmico de baja temperatura a una temperatura de (B)°C,

mediándose ambos picos mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en la que el valor de (A-B) se encuentra en el intervalo de 15°C a 50°C, preferentemente en el intervalo de 15°C a 45°C, más preferentemente en el intervalo de 15°C a 40°C, y en una forma de realización en el intervalo de 20°C a 40°C, y esta característica puede conseguirse como se describe en el presente documento mediante el control de la temperatura de termofijación para el poliéster concreto que se utilice. La ventaja de presentar valores (A-B) dentro de los intervalos descritos en el presente documento es que se obtiene una sorprendente mejora de la estabilidad hidrolítica.

La película de poliéster presenta preferentemente un valor de contracción bajo, preferentemente inferior al 3% a 150°C durante 30 minutos, preferentemente inferior al 2%, preferentemente inferior al 1,5% y preferentemente inferior al 1,0%, particularmente en la dirección de mecanizado (dimensión longitudinal) de la película, particularmente una película orientada biaxialmente, y preferentemente tales valores de contracción bajos se presentan en ambas dimensiones de la película (es decir, las dimensiones longitudinal y transversal).

Además de una resistencia a la hidrólisis mejorada, las películas de poliéster de la presente invención presentan una sorprendente mejora en la calidad y uniformidad de la película, con respecto a las películas de la técnica anterior, particularmente las que contienen estabilizadores de hidrólisis que comprenden glicéridos de ácidos grasos epoxidados. En particular, las películas de la presente invención presentan menos defectos de perfil y/o marcas por la estampa; una uniformidad mejorada del espesor y la transmisión de luz a través de la lámina continua; y una elaborabilidad mejorada, sin defectos ni roturas en la lámina continua.

En una forma de realización, la película descrita anteriormente en el presente documento puede tener una o más capas adicionales dispuestas en una o ambas superficies de la misma, para formar una estructura compuesta, por ejemplo para proporcionar un aislamiento eléctrico o una resistencia mecánica adicionales. La formación de una estructura compuesta de este tipo puede efectuarse mediante coextrusión, ya sea por coextrusión simultánea de las respectivas capas que forman la película a través de orificios independientes de un troquel de orificios múltiples, y uniando después las capas todavía fundidas o, preferentemente, por coextrusión en un solo canal en el que las corrientes fundidas de los respectivos polímeros se unen primero dentro de un canal que conduce a un colector de distribución del troquel, y posteriormente se extruyen juntas desde el orificio del troquel en condiciones de flujo laminar sin entremezclarse para producir de ese modo una película multicapa, que puede orientarse y termofijarse como se ha descrito anteriormente en el presente documento. Otros métodos de formación de una película multicapa incluyen la laminación de dos o más capas preformadas, y el recubrimiento de una capa que forma la película sobre una o ambas superficies de una capa de base. El recubrimiento puede efectuarse utilizando cualquier técnica de recubrimiento adecuada, incluido el recubrimiento por rodillo grabado, recubrimiento por rodillo invertido, recubrimiento por inmersión, recubrimiento por perlas, recubrimiento por extrusión, recubrimiento por fusión o recubrimiento por proyección electrostática. Cualquier etapa de recubrimiento evita preferentemente el uso de un disolvente orgánico y se lleva a cabo preferentemente "en línea", es decir, en la que la etapa de recubrimiento tiene lugar durante la fabricación de la película y antes, durante o entre cualquier operación de estiramiento empleada.

Cualquier capa adicional se selecciona preferentemente de entre los poliésteres derivados de los dioles y ácidos dicarboxílicos descritos anteriormente en el presente documento, y preferentemente a partir de PET o poliésteres a base de PET. Cualquier capa adicional puede comprender cualquiera de los aditivos mencionados anteriormente, particularmente uno o más aditivos seleccionados independientemente de entre estabilizador(es) de hidrólisis, absorbedor(es) de UV, antioxidante(s) y carga(s) inorgánica(s) particulada(s), en la que el(los) aditivo(s) en cualquier capa adicional puede ser igual o diferente a cualquiera de tales aditivos en la película de la presente invención descrita anteriormente, y en la que dicho(s) aditivo(s) y particularmente el(los) estabilizador(es) de hidrólisis puede(n) ser igual(es) o diferente(s) a los descritos anteriormente en el presente documento. La capa adicional tiene un espesor preferentemente en el intervalo comprendido entre aproximadamente 50 µm y aproximadamente 500 µm, más preferentemente no superior a aproximadamente 250 µm, y por lo general entre aproximadamente 100 µm y 250 µm, preferentemente entre aproximadamente 100 µm y 150 µm.

En una forma de realización de la presente invención, la película descrita anteriormente en el presente documento tiene dispuesta sobre una primera superficie de la misma una capa polimérica adicional, preferentemente sin ninguna capa adicional sobre la segunda superficie de dicha película. En esta forma de realización, la película de la presente invención es preferentemente una película opaca o blanca, y la capa polimérica adicional es preferentemente transparente, con una opacidad no superior a aproximadamente el 50%, por lo general no superior a aproximadamente el 35%, y en una forma de realización no superior a aproximadamente el 15%. La película según esta forma de realización de la presente invención es especialmente útil como plano posterior en una célula FV.

La película de la presente invención está destinada y adaptada para su uso en cualquier entorno en el que la estabilidad hidrolítica sea crítica, por ejemplo en condiciones de humedad y temperatura elevadas, y en aplicaciones exteriores, y son de especial interés en el presente documento las células fotovoltaicas (FV). Una célula FV es un conjunto multicapa que comprende por lo general un plano frontal, unas capas de electrodo, una capa fotovoltaica activa y un plano posterior. Son de especial interés las células FV sensibilizadas con colorantes, en las que la capa de absorción de luz activa comprende un colorante que es excitado por la absorción de la luz incidente. La película de la presente invención es especialmente útil como, o como capa presente en el, plano frontal o plano posterior de la célula FV, particularmente como plano posterior.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona una célula fotovoltaica que comprende una plano frontal, unas capas de electrodo, una capa fotovoltaica activa y un plano posterior, en la que el plano frontal y/o el plano posterior comprende una película de la presente invención, y particularmente en la que al menos el plano posterior comprende una película de la presente invención.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona una célula fotovoltaica que comprende una plano frontal (que puede ser un plano frontal polimérico flexible o una plano frontal de vidrio), unas capas de electrodo, una capa fotovoltaica activa y una plano posterior, por lo general en la que las capas de electrodo y la capa fotovoltaica activa están encapsuladas en un encapsulante adecuado (tal como una matriz de resina de etileno-acetato de vinilo (EVA)) como se conoce en la técnica, y en la que el plano posterior comprende una película de la presente invención, preferentemente en la que dicha película es una película opaca o blanca, y preferentemente en la que dicha película tiene dispuesta sobre una primera superficie de la misma una capa polimérica adicional, preferentemente sin ninguna capa adicional sobre la segunda superficie de dicha película, en la que la capa polimérica adicional es preferentemente transparente, con una opacidad no superior a aproximadamente el 50%, por lo general no superior a aproximadamente el 35%, y en una forma de realización no superior al aproximadamente el 15%. En una célula FV de este tipo, la película de la presente invención es la más externa en el conjunto multicapa y por lo general expuesta a la atmósfera, y dicha capa polimérica adicional está laminada a la capa fotovoltaica activa, por ejemplo utilizando un adhesivo adecuado tal como EVA.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un proceso para la fabricación de una película de poliéster orientada biaxialmente que comprende tereftalato de polietileno como se define en el presente documento, en el que el proceso comprende:

- (i) extruir una capa de polímero fundido que comprende tereftalato de polietileno y un estabilizador de hidrólisis seleccionado de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado, preferentemente en el que la temperatura de extrusión se encuentra en el intervalo comprendido entre aproximadamente 280°C y aproximadamente 300°C (más preferentemente en el intervalo comprendido entre aproximadamente 285°C y aproximadamente 290°C), en el que el ácido monocarboxílico tiene de 5 a 50 átomos de carbono, en el que el estabilizador de hidrólisis está presente en el extrudado en forma de su producto de reacción con al menos algunos de los grupos terminales de dicho poliéster;
- (ii) enfriar el extrudado;
- (iii) estirar el extrudado enfriado en dos direcciones perpendiculares entre sí; y
- (iv) termofijar la película, preferentemente a una temperatura en el intervalo comprendido entre estabilizada mediante termofijación a una temperatura dentro del intervalo comprendido entre aproximadamente 200°C a aproximadamente 225°C.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona el uso de una película o estructura compuesta como se define en el presente documento como plano posterior en una célula fotovoltaica.

Medición de las propiedades

Se utilizaron los siguientes análisis para caracterizar las películas descritas en el presente documento:

- (i) La claridad se evaluó midiendo la transmisión luminosa total (TLT) y la opacidad (% de luz visible transmitida dispersada) a través del espesor total de la película utilizando un medidor de visibilidad esférico M57D (Diffusion Systems) según el método de ensayo convencional ASTM D1003.
- (ii) La densidad óptica de transmisión (TOD) se midió utilizando un densitómetro Macbeth TR 927 (obtenido de Dent and Woods Ltd, Basingstoke, Reino Unido) en el modo de transmisión.
- (iii) El índice de blancura se midió utilizando un sistema Colorgard 2000, Modelo/45 (fabricado por Pacific Scientific) y los principios de la ASTM D 313.
- (iv) La viscosidad intrínseca (en unidades de dl/g) se midió mediante viscosimetría en solución de acuerdo con la ASTM D5225-98 (2003) en un viscosímetro Relative Viscometer Y-501C de Viscotek™ (véase, por ejemplo, Hitchcock, Hammons y Yau en *American Laboratory* (agosto de 1994) "The dual-capillary method for modern-day viscometry") utilizando un 0,5% en peso de solución de poliéster en o-clorofenol a 25°C y utilizando el método de un solo punto de Billmeyer para calcular la viscosidad intrínseca:

$$\eta = 0,25\eta_{\text{red}} + 0,75(\ln \eta_{\text{rel}})/c$$

en la que:

- η = la viscosidad intrínseca (en dl/g),
- η_{rel} = la viscosidad relativa,
- c = la concentración (en g/dl), y

η_{red} = viscosidad reducida (en dl/g), que es equivalente a $(\eta_{\text{rel}}-1)/c$ (también expresado como η_{sp}/c donde η_{sp} es la viscosidad específica).

(v) La resistencia a la hidrólisis de la película se evaluó mediante envejecimiento acelerado en un autoclave de ensayo. Las muestras de la película se cortan en tiras de 10 mm de ancho y se colocan en un autoclave que funciona a 121°C y una presión de 1,2 bares. A continuación se midieron las propiedades relacionadas con el envejecimiento del polímero a diversos intervalos de tiempo. En particular, la resistencia a la tracción (fragilidad) del poliéster se midió como el alargamiento a la rotura (ETB) del polímero. Una película que no ha sido envejecida presenta por lo general un valor de ETB superior al 100%. En general, una película sigue siendo útil en su uso final hasta el momento en el que su ETB se reduce a menos del 10%. Las películas preferentes de la presente invención presentan un ETB de al menos un 10%, después de al menos 56 horas, preferentemente al menos 60 horas, preferentemente al menos 64 horas, preferentemente al menos 68 horas, preferentemente al menos 76 horas y más preferentemente al menos 84 horas a 121°C y una presión de 1,2 bares en el ensayo de envejecimiento acelerado descrito en el presente documento.

(vi) El alargamiento a la rotura se mide de acuerdo con el método de ensayo ASTM D882. Mediante un borde recto y un cortador de muestras calibrado (10 mm $\pm$ 0,5mm) se cortan cinco tiras (100 mm de longitud) de la película a lo largo de la dirección de mecanizado. Cada muestra se ensaya utilizando una máquina de ensayo de materiales Instron modelo 3111, con elementos de agarre de tracción neumática con las caras de la mordaza de goma. Se controlan la temperatura (23°C) y la humedad relativa (50%). La velocidad de la cruceta (velocidad de separación) es de 25 mm.min⁻¹. La velocidad de deformación es del 50%. Se calcula dividiendo la velocidad de separación por la distancia inicial entre los elementos de agarre (longitud de la muestra). El equipo registra el alargamiento a la rotura de cada muestra. El alargamiento a la rotura (ϵ_B (%)) se define como:

$$\epsilon_B (\%) = (\text{extensión a la rotura} / L_0) \times 100$$

en la que L_0 es la longitud original de la muestra entre los elementos de agarre.

(vii) La película de poliéster se ensayó para determinar la alterabilidad a la intemperie según la ISO 4892-2.

(viii) La contracción térmica se evaluó para muestras de película de dimensiones 200 mm x 10 mm que se cortaron en direcciones específicas con respecto a las direcciones transversal y de mecanizado de la película y se marcaron para la medición visual. La dimensión más larga de la muestra (es decir, la dimensión de 200 mm) corresponde a la dirección de la película para la que se está ensayando la contracción, es decir, para la evaluación de la contracción en la dirección de mecanizado, la dimensión de 200 mm de la muestra de ensayo se orienta a lo largo de la dirección de mecanizado de la película. Después de calentar la muestra a la temperatura predeterminada de 150°C (colocándola en un horno caliente a esa temperatura) y manteniéndola durante un intervalo de 30 minutos, se enfrió a temperatura ambiente y se volvieron a medir manualmente sus dimensiones. La contracción térmica se calculó y se expresó como un porcentaje de la longitud original.

(ix) Los barridos del calorímetro diferencial de barrido (DSC) se obtuvieron utilizando un instrumento Perkin Elmer 7 DSC. Se encapsularon muestras de película de poliéster con un peso de 5 mg en un crisol de DSC de aluminio de Perkin Elmer convencional. La película y el crisol se prensaron en plano para garantizar que la película quedaba parcialmente constreñida con el fin de minimizar los efectos de la relajación de la orientación durante el calentamiento. La muestra se colocó en el portamuestras del instrumento y se calentó a 80°C por minuto de 30°C a 300°C para registrar la traza pertinente. Se utilizó un gas de purga inerte seco (nitrógeno). El eje de la temperatura y del flujo de calor del instrumento de DSC se calibraron totalmente para las condiciones experimentales, es decir, para la velocidad de calentamiento y el caudal de gas. Los valores para las temperaturas de los picos, es decir, el pico endotérmico de alta temperatura (A) y el pico endotérmico de baja temperatura (B), se tomaron como el desplazamiento máximo por encima de una línea basal trazada desde el inicio de cada proceso de fusión endotérmico hasta el final de cada proceso de fusión endotérmico. Las mediciones de la temperatura de los picos se obtuvieron utilizando procedimientos de análisis convencionales en el software Perkin Elmer. La precisión y la exactitud de las mediciones fue de $\pm 2^\circ\text{C}$. En la Figura 1 se muestra una representación gráfica del muestreo.

La invención se ilustra por referencia a la Figura 1, un barrido de DSC típico (flujo de calor frente a la temperatura) obtenido para una película de poliéster según la invención. El pico marcado (A) en la Figura 1 es el pico endotérmico de alta temperatura que tiene un valor de 250°C, y el pico marcado (B) es el pico endotérmico de baja temperatura que tiene un valor de 220°C, y por tanto el valor (A-B) es (250-220) = 30°C.

La invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos. Los ejemplos no pretenden limitar la invención como se ha descrito anteriormente. Puede realizarse la modificación de detalle sin alejarse del alcance de la invención.

5 EJEMPLOS

Controles 1 y 2; Ejemplos 1 a 12

Se preparó una *masterbatch* dosificando Cardura™ E10P (Hexion Specialty Chemicals, Ohio, EE.UU.) como estabilizador de hidrólisis en la viruta de PET (IV de 0,81) que contenía un 18% en peso de BaSO₄ en base al peso del poliéster. A continuación, se calentó la mezcla, se extruyó y se volvió a granular. La concentración de estabilizador de hidrólisis en la *masterbatch* fue del 5,8% en peso, con respecto al peso total de la composición. A continuación, se añadió la *masterbatch* a la viruta de PET (que también contenía un 18% en peso de BaSO₄) en la tolva de una extrusora de doble tornillo (con vacío para eliminar la humedad) a diluciones predeterminadas con el fin de proporcionar la película final con el estabilizador de hidrólisis en distintas cantidades, como se muestra en la Tabla 1 que se presenta más adelante (las cantidades mostradas son el % en peso de estabilizador de hidrólisis, con respecto al peso total de la película). La mezcla se extruyó en estado fundido a 285°C, se coló sobre un tambor giratorio enfriado y se estiró en la dirección de extrusión hasta aproximadamente 2,9 veces sus dimensiones originales a una temperatura de 86°C. A continuación, se hizo pasar la película estirada enfriada a un horno estricador a una temperatura de 110°C, donde la película se secó y se estiró en la dirección lateral hasta aproximadamente 3,4 veces sus dimensiones originales. La película estirada biaxialmente se termofijó a una temperatura de 220°C o de 235°C. El espesor de la película final de color blanco resultante fue de 50 µm. Se evaluó la resistencia a la hidrólisis de la película midiendo su alargamiento a la rotura antes y después del envejecimiento acelerado, tal como se define en el presente documento. La cantidad de estabilizador de hidrólisis en la película final se midió mediante ¹H RMN (D2-1,1,2,2-tetracloroetano como disolvente; instrumento GSX-Delta 400 a 80°C).

TABLA 1

	Aditivo(% en peso)	ETB (%) después de envejecimiento durante x horas								
		0 h	40 h	44 h	52 h	60 h	64 h	68 h	76 h	84 h
(i) temperatura de termofijación = 220°C										
Control 1	0	123	64	43	28	8	6	3	2	1
Ejemplo 1	0,455	120	93	71	51	20	8	6	3	2
Ejemplo 3	0,741	124	94	82	61	22	17	7	3	3
Ejemplo 5	0,923	119	85	89	59	32	31	27	5	3
Ejemplo 7	1,04	119	105	99	83	80	65	49	7	5
Ejemplo 9	1,105	115	119	83	88	65	55	51	18	6
Ejemplo 11	1,261	101	94	87	71	55	43	34	11	6
(ii) temperatura de termofijación = 235°C										
Control 2	0	137	38	15	5	3	2	1	2	1
Ejemplo 2	0,455	141	66	46	15	4	3	5	1	1
Ejemplo 4	0,741	126	80	69	28	6	5	3	1	1
Ejemplo 6	0,923	132	91	75	44	13	7	4	2	2
Ejemplo 8	1,04	126	111	92	86	31	28	12	3	2
Ejemplo 10	1,105	127	105	93	91	59	42	7	4	2
Ejemplo 12	1,261	121	68	70	50	23	11	7	3	2

Los resultados demuestran que el aditivo Cardura™ E10P mejora claramente la resistencia a la hidrólisis de la película en el ensayo de envejecimiento acelerado. Los resultados también demuestran que temperaturas de termofijación relativamente menores proporcionan sorprendentemente una estabilidad hidrolítica a largo plazo superior.

Controles 3 a 8 y Ejemplos 13 a 22

Se preparó un segundo conjunto de películas de poliéster, salvo que el aditivo Cardura E10P™ se añadió dosificándolo sobre viruta de PET (que contenía un 18% de BaSO₄ como antes) en la tolva de la extrusora de línea de película. A continuación, se dio forma de película a la mezcla de viruta de PET y aditivo como se ha descrito anteriormente para el Ejemplo 1. Los controles 3 a 8 y los Ejemplos 13 a 22 se produjeron modificando la IV del PET (el polímero de mayor IV se obtuvo a través de la polimerización en estado sólido convencional); la temperatura de termofijación; y la cantidad del aditivo estabilizador de hidrólisis, como se muestra en la Tabla 2 que se presenta más adelante. Los Ejemplos 15 y 21 contenían un absorbedor de UV (Tinuvin™ 1577FF (2-(4,6-difenil-1,3,5-triazin-2-il)-5-((hexil)oxil-fenol); Ciba Specialty Chemicals) al 1,0% en peso con respecto al peso total de la película final. El espesor de la película final blanca en cada caso fue de 50 µm. Se evaluó la resistencia a la hidrólisis de la película midiendo su alargamiento a la rotura antes y después del envejecimiento acelerado, tal como se define en el

presente documento. La cantidad de estabilizador de hidrólisis en la película final se midió mediante ^1H RMN, como ha descrito anteriormente.

Los resultados de la siguiente Tabla 2 demuestran que el estabilizador de hidrólisis sigue siendo eficaz cuando se mezcla con el poliéster en la tolva de la extrusora de película. Los resultados también demuestran que la estabilidad hidrolítica mejora con el aumento de la IV del poliéster.

TABLA 2

	IV	Aditivo (% en peso)	ETB (%) después de envejecimiento durante x horas													
			0	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
(i) temperatura de termofijación = 220°C																
Ctrl. 3	0,64	0	127	22	11	8	8	4	2	2	2	2	4	0	0	-
Ctrl. 4	0,81	0	154	37	15	16	8	4	3	2	2	2	2	0	0	-
Ctrl. 5	0,85	0	132	41	25	20	15	4	4	3	2	2	1	3	1	1
Ej. 13	0,64	1,0	134	87	81	68	56	18	6	5	2	2	2	2	0	-
Ej. 14	0,81	1,0	148	126	131	124	122	107	94	84	58	35	30	13	7	4
Ej. 15 ^a	0,81	1,0	148	126	124	131	133	115	110	105	61	32	19	19	4	3
Ej. 16	0,85	0,3	135	99	85	68	52	38	12	6	5	2	2	2	1	2
Ej. 17	0,85	0,5	138	98	99	89	80	67	44	27	15	10	8	2	6	2
Ej. 18	0,85	1,0	125	115	120	109	112	108	104	84	79	71	71	19	18	8
(ii) temperatura de termofijación = 235°C																
Ctrl. 6	0,64	0	141	3	3	3	2	1	2	2	1	1	0	0	0	
Ctrl. 7	0,81	0	132	7	5	4	3	2	3	2	1	2	3	0	0	-
Ctrl. 8	0,85	0	128	8	4	4	3	1	1	2	1	2	1	1	0	-
Ej. 19	0,64	1,0	138	38	19	12	5	4	2	3	2	2	3	0	0	-
Ej. 20	0,81	1,0	134	94	88	91	79	50	50	18	18	5	3	3	2	-
Ej. 21 ^a	0,81	1,0	171	119	113	117	67	34	25	13	5	3	2	2	1	2
Ej. 22	0,85	1,0	131	93	93	79	84	72	79	48	17	6	5	5	4	3
(a): contiene Tinuvin™ 1577FF al 1,0% en peso																

Control 9 y Ejemplos 23 al 27

Se preparó un tercer conjunto de películas de poliéster, salvo que el aditivo Cardura™ E10P se añadió dosificándolo directamente en la corriente de masa fundida de poliéster en la extrusora de línea de película, es decir, una vez que el poliéster se encontraba en el estado fundido. A continuación, se dio forma de película a la mezcla de viruta de PET (18% de BaSO₄; IV = 0,81) y aditivo como se ha descrito anteriormente para el Ejemplo 1. El control 9 y los Ejemplos 23 al 27 se produjeron modificando la velocidad de adición del aditivo en la extrusora, como se muestra en la Tabla 3 que se presenta más adelante. El espesor de la película final en cada caso fue de 50 µm. La resistencia a la hidrólisis de la película se evaluó midiendo su alargamiento a la rotura antes y después del envejecimiento acelerado, tal como se define en el presente documento. La cantidad de estabilizador de hidrólisis en la película final se midió mediante ^1H RMN, como anteriormente.

Los resultados de la Tabla 3 que se presenta más adelante demuestran que el estabilizador de hidrólisis sigue siendo eficaz cuando se añade al poliéster fundido dentro de la extrusora de película. Este método de fabricación es especialmente atractivo ya que minimiza o evita la eliminación del aditivo por el sistema de vacío de la

extrusora. Los resultados también demuestran que existe un nivel óptimo de aditivo por encima del cual se observa un deterioro de las propiedades.

En todos los ejemplos según la invención descritos anteriormente, la uniformidad de la película y la calidad de la película fueron excelentes, con un nivel muy bajo de marcas por la estampa o defectos de perfil; no se detectó olor alrededor del troquel de película; y todas las películas demostraron una buena elaborabilidad.

TABLA 3

	Velocidad de adición del aditivo (cc/hora)	Aditivo en la película (% en peso)	ETB (%) después de envejecimiento durante x horas																
			0	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
Ctrl.9	0	0	138	43	18	9	6	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ej. 23	700	-	146	128	112	105	79	84	66	45	33	27	18	16	6	3	0	0	0
Ej. 24	960	1,43	138	128	128	121	123	119	108	98	96	105	83	69	40	24	11	15	7
Ej. 25	1230	1,69	129	105	93	104	99	83	100	85	78	76	77	42	31	25	15	7	4
Ej. 26	1596	1,95	135	119	106	80	89	86	66	51	46	50	38	19	11	4	4	3	2
Ej. 27	2220	2,86	144	4	4	3	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ejemplo 28 y Ejemplo Comparativo 1

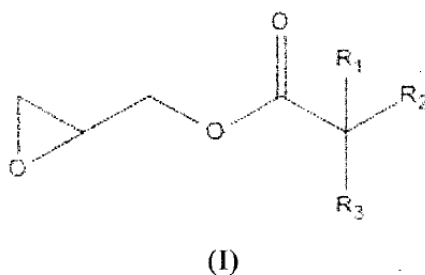
Se creó un conjunto de dos películas en condiciones idénticas según la ruta de proceso descrita en los Ejemplos 13 a 22 (es decir, en la que el estabilizador de hidrólisis se dosificó sobre la viruta de PET en la tolva de la extrusora de línea de película) a fin de realizar una comparación paralela de la estabilidad hidrolítica de las películas de la presente invención frente a las películas de la técnica anterior. Por lo tanto, el Ejemplo 28 fue una película que comprendía Cardura™ E10P, y el Ejemplo Comparativo 1 fue una película que comprendía un estabilizador de hidrólisis descrito en el documento US-7229697, a saber, aceite de soja epoxidado (Edenol® D81). En cada caso, la viruta de PET tenía una IV de 0,81 y contenía un 18% de BaSO₄, y la concentración de aditivo en la película final fue del 1,0% en peso, medido mediante RMN. Se midió la estabilidad a la hidrólisis de cada película en el ensayo de envejecimiento acelerado descrito en el presente documento, y el Ejemplo 28 demostró inesperadamente una estabilidad a la hidrólisis superior. Por lo tanto, el ETB del Ejemplo 28 se redujo a menos del 10% entre 96 y 100 horas, mientras que el ETB del Ejemplo Comparativo 1 se redujo a menos de 10% entre 72 y 76 horas. Además, la película del Ejemplo 28 era una película de buena calidad, con una buena uniformidad y sin defectos de perfil apreciables, mientras que el Ejemplo comparativo 1 era una película de baja calidad, que presentaba una mala uniformidad de película, con marcas por la estampa y defectos de perfil significativos.

Ejemplo Comparativo 2

Se repitió Ejemplo Comparativo 1 utilizando aceite de linaza epoxidado (Edenol® B316) como estabilizador de hidrólisis suficiente para proporcionar un 0,5% en moles del aditivo en la película final. Sin embargo, el aditivo provocó graves problemas en el extrudado fundido; la masa fundida en el troquel era relativamente blanda, y era imposible crear una película debido a la adherencia y a la mala formación y retención de la lámina continua.

Realizaciones Ejemplares

1. Una película de poliéster orientada biaxialmente que comprende tereftalato de polietileno (PET) y al menos un estabilizador de hidrólisis seleccionado de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado, en la que el ácido monocarboxílico tiene de 5 a 50 átomos de carbono, en el que dicho estabilizador de hidrólisis está presente en la película en forma de su producto de reacción con al menos algunos de los grupos terminales de dicho poliéster.
2. Una película de poliéster según la forma de realización 1, en la que la viscosidad intrínseca del poliéster en la película de poliéster es de al menos 0,65, preferentemente al menos 0,7, preferentemente al menos 0,8.
3. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que el estabilizador de hidrólisis está presente en una cantidad en el intervalo del 0,1% al 2,0%, con respecto al peso total de la capa.
4. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que el(los) estabilizador(es) de hidrólisis en la película de poliéster consiste(n) esencialmente en al menos un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado.
5. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que dicho ácido monocarboxílico ramificado tiene de 5 a 15 átomos de carbono, y/o en la que dicho ácido monocarboxílico ramificado está saturado, y/o dicho ácido monocarboxílico ramificado es un material sintético.
6. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que dicho estabilizador de hidrólisis está fabricado mediante la reacción de epíclorhidrina con dicho ácido monocarboxílico ramificado.
7. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que dicho estabilizador de hidrólisis tiene la fórmula (I):



en la que:

R^1 y R^2 están seleccionados independientemente de alquilo, y preferentemente al menos uno (y en una forma de realización sólo uno) de entre R^1 y R^2 está seleccionado de metilo;
 R^3 está seleccionado de entre hidrógeno y alquilo, y preferentemente de alquilo; y
 en la que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R^1 , R^2 y R^3 es de 3 a 48, preferentemente de 3 a 13.

8. Una película de poliéster según la forma de realización 7 en la que R^1 está seleccionado de metilo, y R^2 y R^3 están seleccionados independientemente de alquilo, en la que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R^2 y R^3 es 7.

9. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que dicho estabilizador de hidrólisis se hace reaccionar con el poliéster inyectando el aditivo en el polímero fundido antes de que el polímero sea moldeado en forma de película.

10. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que la película de poliéster comprende un absorbedor de UV, preferentemente un absorbedor de UV orgánico, y preferentemente seleccionado de entre benzofenonas, benzotriazoles, benzoxazinonas y triazinas, preferentemente de las triazinas,

11. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores en la que el la cantidad de absorbedor de UV se encuentra en el intervalo del 0,1% al 10% en peso, con respecto al peso total de la capa.

12. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, que ha sido estabilizada mediante termofijación a una temperatura dentro del intervalo comprendido entre 200°C y 225°C.

13. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, en la que el poliéster de la película de poliéster presenta un pico endotérmico de alta temperatura a una temperatura de (A)°C y un pico endotérmico de baja temperatura a una temperatura de (B)°C, siendo medidos ambos picos mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en la que el valor de (A-B) se encuentra en el intervalo de 15°C a 50°C.

14. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, que presenta un alargamiento a la rotura, medido según la ASTM D882, de al menos un 10% después de al menos 56 horas, preferentemente al menos 60 horas, preferentemente al menos 64 horas, preferentemente al menos 68 horas, y más preferentemente al menos 84 horas cuando se envejece a 121°C y a una presión de 1,2 bares.

15. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, que es de color blanco.

16. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, que comprende adicionalmente un antioxidante.

17. Una película de poliéster según cualquiera de las formas de realización anteriores, que tiene dispuesta sobre una primera superficie de la misma una capa polimérica adicional, en la que dicha capa polimérica adicional es una capa de poliéster que comprende opcionalmente uno o más aditivos seleccionados independientemente de entre estabilizador(es) de hidrólisis, absorbedor(es) de UV, antioxidante(s) y carga(s) inorgánica(s) particulada(s), preferentemente en la que la segunda capa presenta una opacidad no superior al 50%.

18. El uso de la película de poliéster como se describe en cualquiera de las formas de realización 1 a 17 como capa en una célula fotovoltaica, comprendiendo por lo general dicha célula fotovoltaica un plano frontal, una(s) capa(s) de electrodo, una capa fotovoltaica activa y un plano posterior, particularmente en la que dicho plano posterior comprende dicha película de poliéster.

19. Una célula fotovoltaica que comprende un plano frontal, una(s) capa(s) de electrodo, una capa fotovoltaica activa y un plano posterior, en la que el plano frontal y/o el plano posterior comprenden una película como se define en cualquiera de las formas de realización 1 a 17.

20. Una célula fotovoltaica según la forma de realización 19 en la que dichas capas de electrodo y capa fotovoltaica activa están encapsuladas en un encapsulante adecuado, y en la que el plano posterior comprende una película como se define en cualquiera de las formas de realización 1 a 17.

21. Una célula fotovoltaica según la forma de realización 20 en la que dicha película es una película opaca o blanca, en la que dicha película tiene dispuesta sobre una primera superficie de la misma una capa polimérica adicional, en la que dicha capa adicional presenta una opacidad no superior al 50%, y en la que dicha película es la más externa en el conjunto multicapa.

22. Un proceso de fabricación de una película de poliéster orientada biaxialmente que comprende tereftalato de polietileno como se define en el presente documento, en el que el proceso comprende:

(i) extruir una capa de polímero fundido que comprende tereftalato de polietileno y al menos un estabilizador de hidrólisis seleccionado de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado, en el que el ácido monocarboxílico tiene de 5 a 50 átomos de carbono, en el que dicho estabilizador de hidrólisis está presente en el extrudado en forma de su producto de reacción con al menos algunos de los grupos terminales de dicho poliéster;

(ii) enfriar el extrudado;

(iii) estirar el extrudado enfriado en dos direcciones perpendiculares entre sí; y

(iv) termofijar la película, preferentemente a una temperatura en el intervalo comprendido entre estabilizada mediante termofijación a una temperatura dentro del intervalo comprendido entre 200°C y 225°C.

23. Un proceso según la forma de realización 22 en el que el procedimiento comprende la etapa adicional de fabricar dicho estabilizador de hidrólisis por la reacción de epíclorhidrina con dicho ácido monocarboxílico ramificado.

24. Un proceso según la forma de realización 22 ó 23 en el que el estabilizador de hidrólisis se hace reaccionar con el poliéster inyectando el aditivo en el polímero fundido antes de extruir dicha capa.

Reivindicaciones

1. Una película de poliéster orientada biaxialmente que comprende tereftalato de polietileno (PET) y al menos un estabilizador de hidrólisis seleccionado de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado, en la que el ácido monocarboxílico tiene de 5 a 50 átomos de carbono, en el que dicho estabilizador de hidrólisis está presente en la película en forma de su producto de reacción con al menos algunos de los grupos terminales de dicho poliéster y en el que dicha película de poliéster tiene una o más capas adicionales dispuestas en una o ambas superficies de la misma para formar una estructura compuesta.

2. Una película de poliéster según la reivindicación 1, en la que la viscosidad intrínseca del poliéster en la película de poliéster es de al menos 0,65, preferentemente al menos 0,7, preferentemente al menos 0,8.

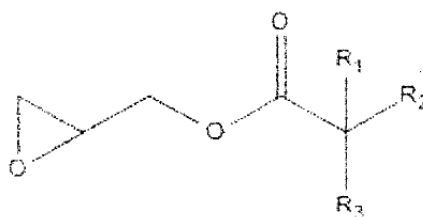
3. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en la que el estabilizador de hidrólisis está presente en una cantidad en el intervalo del 0,1% al 2,0%, con respecto al peso total de la capa.

4. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el(los) estabilizador(es) de hidrólisis en la película de poliéster consiste(n) esencialmente de al menos un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado.

5. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en la que dicho ácido monocarboxílico ramificado tiene de 5 a 15 átomos de carbono, y/o en la que dicho ácido monocarboxílico ramificado está saturado, y/o dicho ácido monocarboxílico ramificado es un material sintético.

6. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho estabilizador de hidrólisis está fabricado mediante la reacción de epiclorhidrina con dicho ácido monocarboxílico ramificado.

7. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho estabilizador de hidrólisis tiene la fórmula (I):



(I)

en la que:

R¹ y R² están seleccionados independientemente de alquilo, y preferentemente al menos uno (y en una forma de realización sólo uno) de entre R¹ y R² está seleccionado de metilo; R³ está seleccionado de entre hidrógeno y alquilo, y preferentemente de alquilo; y en la que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R¹, R² y R³ es de 3 a 48, preferentemente de 3 a 13.

y preferentemente en la que R¹ está seleccionado de metilo, y R² y R³ están seleccionados independientemente de alquilo, en la que el número total de átomos de carbono en los grupos alquilo R² y R³ es 7.

8. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en la que dicho estabilizador de hidrólisis se hace reaccionar con el poliéster inyectando el aditivo en el polímero fundido antes de que el polímero sea moldeado en una película.

9. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la película de poliéster comprende un absorbedor de UV, preferentemente un absorbedor de UV orgánico, y preferentemente seleccionado de entre benzofenonas, benzotriazoles, benzoxazinonas y triazinas, preferentemente de las triazinas, en la que en una realización la cantidad de absorbedor de UV se encuentra en el intervalo del 0,1% al 10% en peso, con respecto al peso total de la capa.

10. Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que ha sido estabilizada mediante termofijación a una temperatura dentro del intervalo comprendido entre 200°C y 225°C y/o en la que el poliéster de la película de poliéster presenta un pico endotérmico de alta temperatura a una temperatura de (A)°C y un pico

endotérmico de baja temperatura a una temperatura de (B)°C, siendo medidos ambos picos mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en la que el valor de (A-B) se encuentra en el intervalo de 15°C a 50°C.

- 5 **11.** Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que presenta un alargamiento a la rotura, medido según la ASTM D882, de al menos un 10% después de al menos 56 horas, preferentemente al menos 60 horas, preferentemente al menos 64 horas, preferentemente al menos 68 horas, y más preferentemente al menos 84 horas cuando se envejece a 121°C y a una presión de 1,2 bares.
- 10 **12.** Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que es blanca.
- 15 **13.** Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un antioxidante.
- 20 **14.** Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la una o más capas adicionales se selecciona de PET o poliésteres con base de PET, y comprende estabilizador(es) de hidrólisis seleccionados de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado, en la que el ácido monocarboxílico tiene de 5 a 50 átomos de carbono, en la que dicho estabilizador de hidrólisis está presente en la una o más capas adicionales en la forma de su producto de la reacción con al menos alguno de los grupos finales de poliéster, y preferentemente en la que el estabilizador de hidrólisis en la una o más capas adicionales es como se define en cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7.
- 15.** Una película de poliéster según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la película se forma por co-extrusión de las respectivas capas que forman la película.
- 25 **16.** Una película de poliéster según la reivindicación 15 en la que la una o más capas adicionales es una capa polimérica adicional dispuesta en una primera superficie de dicha película de poliéster, en la que dicha capa polimérica adicional es una capa de poliéster que comprende opcionalmente uno o más aditivos seleccionados independientemente de estabilizador(es) de hidrólisis, aboribedor(es) de UV, antioxidante(s) y carga(s) inorgánica(s) particulada(s), preferentemente en la que la segunda capa presenta una opacidad no superior al 50%.
- 30 **17.** El uso de la película de poliéster como se describe en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16 como una capa en una célula fotovoltaica, comprendiendo por lo general dicha célula fotovoltaica un plano frontal, una(s) capa(s) de electrodo, una capa fotovoltaica activa y un plano posterior, particularmente en la que dicho plano posterior comprende dicha película de poliéster.
- 35 **18.** Una célula fotovoltaica que comprende un plano frontal, una(s) capa(s) de electrodo, una capa fotovoltaica activa y un plano posterior, en la que el plano frontal y/o el plano posterior comprenden una película como se define en cualquiera de las realizaciones 1 a 16.
- 40 **19.** Una célula fotovoltaica según la reivindicación 18 en la que dichas capas de electrodo y capa fotovoltaica activa están encapsuladas en un encapsulante adecuado, y en la que el plano posterior comprende una película como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, y particularmente en la que dicha película es una película opaca o blanca, en la que dicha película tiene dispuesta sobre una primera superficie de la misma una capa polimérica adicional, en la que dicha capa adicional presenta una opacidad no superior al 50%, y en la que dicha película es la más externa en el conjunto multicapa.
- 45 **20.** Un proceso de fabricación de una película de poliéster orientada biaxialmente que comprende tereftalato de polietileno como se define en el presente documento, en el que el proceso comprende:
 - 50 (i) extruir una capa de polímero fundido que comprende tereftalato de polietileno y al menos un estabilizador de hidrólisis seleccionado de un éster de glicidilo de un ácido monocarboxílico ramificado, en el que el ácido monocarboxílico tiene de 5 a 50 átomos de carbono, en el que dicho estabilizador de hidrólisis está presente en el extrudado en forma de su producto de reacción con al menos algunos de los grupos terminales de dicho poliéster;
 - 55 (ii) enfriar el extrudado;
 - (iii) estirar el extrudado enfriado en dos direcciones perpendiculares entre sí; y
 - (iv) termofijar la película, preferentemente a una temperatura en el intervalo de entre 200°C y 225°C.
- 60 en el que la película tiene una o más capas adicionales dispuestas en una o ambas superficies de la misma para formar una estructura compuesta, opcionalmente en el que el proceso comprende co-extrusión de las capas que forman la película respectivas, opcionalmente en el que el proceso comprende el paso adicional de fabricar diho estabilizador de hidrólisis por la reacción de y carga(s) inorgánica(s) particulada(s), preferentemente en la que la segunda capa presenta una opacidad no superior al 50%, y
- 65 opcionalmente en el que el estabilizador de hidrólisis se hace reaccionar con el poliéster inyectando el aditivo en el polímero fundido antes de extruir dicha capa.

Fig.1.

