

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 484 092**

51 Int. Cl.:

**C08J 5/00** (2006.01)

**C08J 5/18** (2006.01)

**C08L 67/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2007 E 07818351 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2081982**

54 Título: **Lámina de PLA de estiraje simultáneo con características mecánicas mejoradas**

30 Prioridad:

**05.10.2006 DE 102006047059**

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

**11.08.2014**

73 Titular/es:

**TREOFAN GERMANY GMBH & CO. KG (100.0%)  
BERGSTRASSE  
66539 NEUNKIRCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**BUSCH, DETLEF y  
SCHMITZ, BERTRAM**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

ES 2 484 092 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).

**LÁMINA DE PLA DE ESTIRAJE SIMULTÁNEO CON CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS MEJORADAS****DESCRIPCIÓN**

- 5 La invención se refiere a una lámina de ácido polihidroxicarboxílico orientada biaxialmente, que incluye al menos una capa que contiene un polímero a base de ácidos hidroxicarboxílicos. La invención se refiere además a un procedimiento para fabricar la lámina PHC, así como a su utilización.
- 10 Las láminas de plásticos termoplásticos se utilizan cada vez más para el embalaje de alimentos y otras mercancías a embalar. La eliminación de los desechos de estos materiales ha llegado a ser igualmente un problema creciente. Los sistemas de reciclaje evolucionan dificultosamente, tienen una efectividad cuestionable y son a menudo sólo regionales, realizándose por ejemplo en Alemania. El petróleo como el material natural de partida para los plásticos termoplásticos poliolefinicos tiene sus límites. Estas circunstancias han conducido al desarrollo de materiales de embalaje procedentes de materias primas renovables y biodegradables. Ejemplos de ello son los polímeros y copolímeros de ácidos lácticos y otros ácidos hidroxicarboxílicos alifáticos.
- 15 Además de las materias primas, se conocen por el estado de la técnica también productos de láminas procedentes de estas materias primas. Debido a los elevados costes de las materias primas, a menudo estos productos no son competitivos frente a las láminas de polímero tradicionales. Por lo tanto, por razones de coste son especialmente deseables láminas delgadas procedentes de materias primas renovables y biodegradables. Pero entonces, evidentemente, no deben resultar afectadas negativamente las principales características de uso, debiendo mantenerse la posibilidad de tratamiento en máquina, rigidez, propiedades de barrera, perfil de espesor, facilidad de mecanización, etc.
- 20 No obstante básicamente tienen las láminas más delgadas siempre una rigidez más que proporcionalmente peor en la dirección de la máquina y con ello un comportamiento de desplazamiento en la máquina bastante peor en las veloces máquinas empaquetadoras actuales. La rigidez (S) de una lámina es proporcional al módulo de elasticidad (E) y a la tercera potencia del espesor (d) [ $S = E \cdot d^3$ ]. Por ello en láminas más delgadas sólo se tiene la posibilidad de compensar la pérdida de rigidez mediante el módulo de elasticidad de la lámina. Por lo tanto el aumento del módulo de elasticidad (módulo E) en la dirección de la máquina es desde hace mucho tiempo objeto de intensos esfuerzos.
- 25 Se conoce por las láminas boPP que el módulo de elasticidad E en la dirección de la máquina puede aumentarse bien mediante la técnica de proceso o bien mediante modificaciones en la materia prima o la combinación de ambas posibilidades, por ejemplo mediante un procedimiento de estiraje de tres o más etapas. No obstante, un tal procedimiento de fabricación tiene el inconveniente de que precisa de un dispositivo adicional para el estiraje longitudinal a posteriori y por ello es muy costoso. Además se producen más a menudo perturbaciones en el curso de la fabricación, por ejemplo se rasgan las láminas.
- 30 Además presentan tales láminas boPP estiradas longitudinalmente a posteriori una contracción longitudinal claramente mayor que las láminas simplemente estiradas biaxialmente, lo cual por lo general impide que las láminas superen sin indeseados pliegues por contracción un secado térmico tal como el que sigue siendo en parte usual por ejemplo tras aplicar masas adhesivas.
- 35 De manera similar ha de mejorarse la resistencia al desgarro en dirección longitudinal para que la lámina pueda utilizarse con carácter universal, ya que la resistencia al desgarro determina igualmente en gran parte las posibilidades de utilización de la lámina en las diversas aplicaciones. Pero no obstante, al igual que sucede con el módulo E, las láminas estiradas secuencialmente tienen precisamente una baja resistencia al desgarro en la dirección longitudinal.
- 40 El documento US 5,443,780 describe por ejemplo la fabricación de láminas orientadas de PLA. El procedimiento parte de una masa fundida de PLA, que se extrusiona y se enfría rápidamente. A continuación puede someterse esta lámina previa a un proceso de estiraje monoaxial o bien estirarse biaxialmente de forma secuencial o simultánea. La temperatura de estiraje se encuentra entre la temperatura de vitrificación y la temperatura de cristalización del PLA. Mediante el estiraje se logra un aumento de la resistencia y un módulo de Young más alto en la lámina final. No se indica qué espesores de lámina pueden fabricarse según este procedimiento. No se indica qué clase de procedimiento de estiraje simultáneo puede utilizarse. En cualquier caso, las figuras muestran que el aumento de la resistencia mecánica en la dirección longitudinal se logra a costa de la correspondiente resistencia en
- 45 dirección transversal. Cuando precisamente se desea claramente una mejor resistencia en la dirección MD (dirección de la máquina), queda la lámina en este caso totalmente inservible debido a valores demasiado bajos en dirección transversal. Los máximos factores de estiraje posibles según estas conclusiones son 3,5 para un estiraje monoaxial o bien 2,5\*2,5 para un estiraje en ambas direcciones.
- 50 El documento EP 1 153 743 describe una bolsa biodegradable realizada a partir de un laminado. El laminado se fabrica mediante sellado en caliente de dos láminas, estando constituida una de ambas láminas por un poliéster alifático, por ejemplo por PLA. Se describe que estas láminas PLA pueden fabricarse mediante estiraje biaxial, indicándose todos los procedimientos básicamente posibles para
- 55
- 60
- 65

estirar una lámina. No se describe qué espesores de lámina pueden fabricarse mediante el procedimiento de estiraje simultáneo. Según la descripción son posibles factores de estiraje entre 1,5 y 6 para la orientación en la dirección longitudinal o transversal. Según el ejemplo, se estira 3\*3 en el estiraje biaxial secuencial.

5

En general es deseable en la fabricación de una lámina estirada biaxialmente de polímeros termoplásticos aplicar los máximos factores de estiraje posibles. Por un lado, el rendimiento en lámina orientada es tanto más alto cuanto mayores son los factores de estiraje y por otro lado mejora la calidad de la lámina. La resistencia mecánica lograda mediante estiraje es tanto mejor cuanto mayores sean los factores de estiraje. No obstante, los polímeros termoplásticos no pueden estirarse ilimitadamente ni tanto como se quiera. Hay en general un límite natural al estiraje inherente a cada material y no puede influirse sin más sobre el mismo. Al sobrepasar este límite de estiraje se produce una sobreextensión, que origina desgarro y rotura blanca. Dado el caso se tiene la posibilidad en el estiraje biaxial de reducir el factor de estiraje en una dirección, para a costa de esta medida aumentar el estiraje en la otra dirección.

10

15

Para láminas PLA se ha comprobado que en un estiraje secuencial no pueden sobrepasarse factores de estiraje de aprox. 2,5 hasta 3 como máximo en la dirección MD. Caso contrario se produce el problema antes descrito, en particular la rotura blanca debido a sobreextensión. Tras el estiraje longitudinal debe estirarse al menos en 4,5 en la dirección transversal para lograr un perfil de espesor aceptable. Un aumento del factor de estiraje en la dirección transversal hasta 5,5 - 6 es posible y se realizó para un estiraje secuencial. Así las máximas relaciones de estiraje superficial posibles (factor de estiraje longitudinal\*factor de estiraje transversal) para láminas PLA son como máximo de 18.

20

25

El documento EP 0 748 273 describe un procedimiento para fabricar láminas muy delgadas de PET. Según estas conclusiones pueden fabricarse mediante estiraje simultáneo a partir de materias primas PET láminas con un espesor inferior a 2,5  $\mu\text{m}$ . En el marco de la invención puede ajustarse mediante el procedimiento de estiraje simultáneo un perfil de espesor sorprendentemente bueno, que para láminas tan finas es especialmente crítico. Además de PET no se indica ningún otro polímero que pueda tratarse según el procedimiento para formar láminas estiradas biaxialmente.

30

35

El documento US 2004/010063 A1 se refiere a una resina de poliéster alifática que adicionalmente contiene un componente que actúa como plastificante. Este plastificante no perjudica la biodegradabilidad del compuesto y no muestra ninguna repercusión inconveniente mediante migración. La resina de poliéster de este documento puede utilizarse para fabricar diversos bienes de consumo, entre ellos también láminas.

40

45

El documento EP-A-1 245 616 da a conocer una lámina estirada biaxialmente de PLA con un módulo de elasticidad de memoria de 100 a 230 MPa. La lámina parece caracterizarse por una baja contracción y una escasa tendencia a la formación de pliegues. La resistencia al desgarro de la lámina puede encontrarse en una gama de 98 a 196 N/mm<sup>2</sup>. La lámina puede estirarse secuencial o simultáneamente. Entonces los factores de estiraje son de 1,5 a 6 en ambas direcciones, debiendo estirarse preferiblemente con un factor de al menos 2 en ambas direcciones. En los ejemplos y ejemplos comparativos se estiran todas las láminas secuencialmente, estirándose en la dirección longitudinal con 3,0 como máximo y en la dirección transversal con 3,5 como máximo. Las resistencias al desgarro de estos ejemplos son en dirección longitudinal de un máximo de 129 N/mm<sup>2</sup> y 130 N/mm<sup>2</sup> en la dirección transversal. El espesor de la lámina no se menciona en toda la descripción. Todas las láminas de los ejemplos y ejemplos comparativos tienen un espesor de 40  $\mu\text{m}$ .

50

El documento EP-A-0 980 894 describe una lámina soplada de PLA con plastificante. El estiraje del soplado es de un máximo de 3,0. La lámina se utiliza como lámina para agricultura o como bolsa de basura.

55

El documento JP 2003 136592 se ocupa de láminas estiradas biaxialmente, que tienen un estiraje bastante mayor en dirección transversal que en dirección longitudinal. En concreto se estira una lámina en dirección longitudinal con 2,5 y en dirección transversal con el factor 6. La resistencia mecánica en dirección longitudinal es correspondientemente baja, es decir, la resistencia al desgarro en dirección longitudinal se encuentra por debajo del 1400 N/mm<sup>2</sup> y el módulo E por debajo de 3200 N/mm<sup>2</sup>.

60

La tarea de la presente invención consistía en proporcionar láminas y embalajes afines al medio ambiente, que por un lado puedan fabricarse a partir de materias primas renovables y por otro lado sus residuos puedan eliminarse de manera afín al medio ambiente. Las láminas deben presentar ventajas económicas y características de utilización optimizadas para la aplicación como láminas de embalaje, en particular buenas propiedades mecánicas.

65

La tarea se resuelve mediante una lámina orientada biaxialmente compuesta por al menos una capa que contiene un polímero I de al menos un ácido hidrocarboxílico, presentando la lámina un espesor < 25  $\mu\text{m}$  y estando estirada simultáneamente y con una resistencia al desgarro en la dirección MD de 140 a 250 N/mm<sup>2</sup> y en la dirección TD (transversal) de 140 a 250 N/mm<sup>2</sup> o un módulo E en la dirección MD de 3200

## ES 2 484 092 T3

a 6000 N/mm<sup>2</sup> y en la dirección TD de 3200 a 6000 N/mm<sup>2</sup>, diferenciándose los valores de resistencia al desgarro o los valores del módulo E en la dirección MD y en la dirección TD en un máximo de un 40% referido al valor en la dirección TD.

- 5 La tarea se resuelve además mediante un procedimiento para fabricar una lámina PHC en la que se extrusiona una masa fundida de PHC y dado el caso otros aditivos y la masa fundida se enfría para formar una lámina plana y a continuación la lámina plana enfriada se estira simultáneamente en las direcciones longitudinal y transversal, siendo el factor de estiraje en dirección longitudinal al menos de 4.
- 10 La tarea se resuelve también mediante un procedimiento para fabricar una lámina PHC en el que se extrusiona una masa fundida de PHC y dado el caso otros aditivos y la masa fundida se enfría para formar una lámina plana y a continuación la lámina plana enfriada se estira simultáneamente en las direcciones longitudinal y transversal, siendo la relación de estiraje superficial al menos de 21.
- 15 Preferiblemente la resistencia al desgarro de la lámina PHC correspondiente a la invención es en la dirección MD de 150 a 200 N/mm<sup>2</sup> y en la dirección TD de 150 a 200 N/mm<sup>2</sup>. Preferiblemente el módulo E de la lámina PHC correspondiente a la invención es en la dirección MD de 3500 a 5000 N/mm<sup>2</sup> y en la dirección TD de 3500 a 5000 N/mm<sup>2</sup>.
- 20 Se encontró que mediante estiraje simultáneo pueden fabricarse láminas PHC delgadas con un espesor inferior a 25  $\mu$ m. Sorprendentemente presentan estas láminas delgadas características mecánicas muy buenas en ambas direcciones. En particular muestra la lámina una resistencia al desgarro especialmente alta en la dirección longitudinal, conservándose en gran medida la correspondiente resistencia en la dirección transversal respecto a láminas estiradas secuencialmente o al menos no es esencialmente inferior. Se esperaba al principio que en comparación con una lámina estirada secuencialmente el aumento de la resistencia al desgarro o bien el aumento del módulo E en la dirección MD forzosamente iría acompañado de un empeoramiento importante de los correspondientes valores en la dirección TD. Sorprendentemente no es éste el caso o bien es tan poco acusado que la lámina fabricada según el procedimiento correspondiente a la invención, a pesar del espesor muy pequeño inferior a 25  $\mu$ m, puede utilizarse sin problemas en los procesos de elaboración y aplicación usuales. La lámina soporta las cargas mecánicas que se presentan durante estos procesos, siendo las resistencias mecánicas sorprendentemente en ambas direcciones tan buenas que la lámina puede procesarse sin perturbaciones y corre con seguridad.
- 30
- 35 La lámina correspondiente a la invención está constituida por una sola capa o por varias capas. Las formas de ejecución de una sola capa están constituidas como la capa PHC descrita a continuación. Las formas de ejecución de varias capas son al menos bicapa e incluyen varias capas PHC, diferentes en estructura y composición, siendo la capa PHC preferiblemente la capa de base de la forma de ejecución multicapa. Dado el caso puede también ser la capa intermedia o la capa de cubierta de la lámina multicapa una capa PHC. En una forma de ejecución preferente constituye la capa PHC la capa de base de la lámina con al menos una capa de cubierta de PHC y preferiblemente una por cada lado, pudiendo existir dado el caso por un lado o por ambos lados capa/s intermedia/s.
- 40
- 45 La capa de base es en el sentido de la presente invención aquella capa que significa más del 30% hasta el 100%, preferiblemente del 50 a 90%, del espesor total de la lámina y que presenta el máximo espesor de capa. Las capas de cubierta son las capas que constituyen las capas exteriores de la lámina. Las capas intermedias están alojadas por naturaleza entre la capa de base y las capas de cubierta.
- 50 La capa PHC, que dado el caso es la única capa de la lámina correspondiente a la invención, contiene un polímero I de al menos un ácido hidrocarboxílico, así como dado el caso otros aditivos añadidos en cada caso en cantidades efectivas. En general contiene esta capa al menos un 70 hasta 100% en peso, preferiblemente de 80 hasta < 100% en peso, en particular de 80 a 98% en peso de un polímero 1 de al menos un ácido hidrocarboxílico, referido al peso de la capa. Los polímeros 1 de al menos un ácido hidrocarboxílico son homopolímeros o polimerizados mixtos, constituidos a partir de unidades polimerizadas de ácidos hidrocarboxílicos, preferiblemente alifáticos. Entre los PHC adecuados para la presente invención, son especialmente adecuados ácidos polilácticos. Éstos se denominarán a continuación PLA (ácido poliláctico). También aquí bajo este concepto han de entenderse tanto homopolímeros constituidos sólo a partir de unidades de ácido láctico como también polimerizados mixtos, que contienen predominantemente unidades de ácido láctico (> 50%) en compuestos con otras unidades alifáticas de ácido hidrocarboxílico.
- 55
- 60
- 65 Como monómeros de los ácidos polihidrocarboxílicos alifáticos (PHC) son adecuados en particular ácidos mono-, di- o trihidrocarboxílicos alifáticos o bien sus ésteres cíclicos diméricos, entre los que se prefiere el ácido láctico en su forma D ó L. Un PLA adecuado es por ejemplo el ácido poliláctico de la firma Cargill Dow (NatureWorks®). La fabricación de ácido poliláctico se conoce por el estado de la técnica y se realiza mediante polimerización catalítica de anillo abierto de láctido (1,4-dioxano-3,6-dimetil-2,5-dion), el ester cíclico dimero del ácido láctico, por lo que al PLA se le denomina también a menudo poliláctido. En las siguientes publicaciones se describe la fabricación de PLA: US 5,208,297, US 5,247,058 ó US 5,357,035.

- 5 Se prefieren ácidos polilácticos compuestos exclusivamente por unidades de ácido láctico. Aquí se prefieren en particular homopolímeros PLA que contienen de un 80 a un 100% en peso de unidades de ácido láctico L y correspondientemente de 0 a 20% en peso de unidades de ácido láctico D. Para reducir la cristalinidad pueden estar contenidas también concentraciones aún mayores de unidades de ácido láctico D como comonomero. Dado el caso puede presentar el ácido poliláctico adicionalmente unidades de ácido hidrocarboxílico alifáticas distintas del ácido láctico como comonomero, por ejemplo unidades de ácido glicólico, unidades de ácido 3-hidroxiopropano, unidades de ácido 2,2-dimetil-3-hidroxiopropano u homólogos más altos de los ácidos hidrocarboxílicos con hasta 5 átomos de carbono.
- 10 Se prefieren polímeros del ácido láctico (PLA) con un punto de fusión de 110 a 170 °C, preferiblemente de 125 a 165 °C y un índice de fluidez (medición DIN 53 735 a 2,16 N de carga y 190 °C) de 1 a 50 g/10 min, preferiblemente de 1 a 30 g/10 min. El peso molecular del PLA se encuentra en una gama de al menos 10.000 a 500.000 (promedio numérico), preferiblemente de 50.000 a 300.000 (promedio numérico). La temperatura de transición vítrea Tg se encuentra en una gama de 40 a 100 °C, preferiblemente de 40 a 80 °C.
- 15 En otra forma de ejecución puede contener la lámina en al menos una capa de PHC adicionalmente copolímeros de cicloolefina (COC) en una cantidad de al menos 0,5 % en peso, preferiblemente de 1 a 30% en peso y de manera especialmente preferente de 5 a 20% en peso, referido al peso de la capa de PHC o bien referido al peso de la lámina en las formas de ejecución monocapa. Tales formas de ejecución son opacas y tienen una densidad reducida.
- 20 Bajo densidad reducida de las láminas PHC opacas se entiende en el sentido de la presente invención una lámina cuya densidad se encuentra por debajo de la densidad que resulta matemáticamente de la composición y de la densidad de las sustancias de partida. Una densidad reducida para láminas PLA es una densidad de < 1,25 g/cm<sup>3</sup>.
- 25 Se denomina lámina PHC opaca, orientada biaxialmente en el sentido de la presente invención una lámina que tiene un grado de blancura de al menos un 10%, preferiblemente de más del 20% y una opacidad de más del 20%, preferiblemente de más del 25%. En general la transparencia según ASTM-D 1003-77 de tales láminas opacas es inferior al 95%, preferiblemente inferior al 75%.
- 30 En general tiene el COC que se añade a la capa PHC una temperatura de transición vítrea Tg de 70 a 270 °C. En una forma de ejecución preferente de la lámina correspondiente a la invención se encuentra la temperatura de transición vítrea de los COC utilizados en una gama de 90 a 200 °C y en una forma de ejecución especialmente preferente en una gama de 110 a 160 °C.
- 35 Los polímeros de cicloolefina son homopolimerizados o copolimerizados, constituidos a partir de unidades de cicloolefina polimerizadas y dado el caso olefinas acíclicas como comonomero. Para la presente invención son adecuados polímeros de cicloolefina que contienen de un 0,1 a 100% en peso, preferentemente del 10 al 99% en peso, y de manera especialmente preferente de 50 a 95% en peso de unidades de cicloolefinas polimerizadas, referido en cada caso a la masa total de polímeros de cicloolefina. Los polímeros de cicloolefina especialmente adecuados se describen individualmente y de forma detallada en el documento EP 1 068 949, al que hacemos aquí referencia expresa.
- 40 Entre los copolímeros de cicloolefina antes descritos y descritos en el documento EP 1 068 949 se prefieren en particular aquéllos que contienen unidades polimerizadas de olefinas policíclicas con estructura de base de Norbomen, de manera especialmente preferente Norbomen o tetraciclododeceno.
- 45 También son especialmente preferentes los copolímeros de cicloolefina (COC) que contienen unidades polimerizadas de olefinas acíclicas, en particular etileno. A su vez son especialmente preferentes copolímeros de Norbomen/etileno y de tetraciclododeceno/etileno que contienen de un 5 a un 80%, preferentemente de un 10 a un 60% de etileno (referido al peso del copolímero).
- 50 Los polímeros de cicloolefina antes descritos genéricamente y también en el documento EP 1 068 949 presentan en general temperaturas de transición vítrea entre 100 °C y 400 °C. Para la invención puede utilizarse polimerizados de cicloolefina (COC), que presentan una temperatura de transición vítrea superior a 70 °C, preferiblemente superior a 90 °C y en particular superior a 110 °C. El coeficiente de viscosidad (Dekalin, 135 DEG C, DIN 53 728) se encuentra convenientemente entre 0,1 y 200 ml/g, preferentemente entre 50 y 150 ml/g.
- 55 Los polímeros de cicloolefina se introducen bien como simple granulado o como concentrado granulado (Masterbatch) en la lámina, mezclando previamente el granulado de PHC, preferiblemente PLA, con el copolímero de cicloolefina (COC) o bien el Masterbatch de copolímero de cicloolefina (COC) y a continuación se conducen al extrusor. En el extrusor se mezclan más a fondo los componentes y se calientan hasta la temperatura de procesamiento. Al respecto es conveniente para el procedimiento correspondiente a la invención que la temperatura de extrusión se encuentre por encima de la temperatura de transición vítrea Tg de los copolímeros de cicloolefina (COC), en general al menos 10 °C,
- 60
- 65

preferiblemente 15 a 100 °C, en particular 20 a 150 °C por encima de la temperatura de transición vítrea de los copolímeros de cicloolefina (COC).

- 5 Las capas de la lámina de PHC correspondiente a la invención pueden contener adicionalmente aditivos usuales, como neutralizadores, estabilizadores, antibloqueantes, lubricantes y otros agentes de carga. Los mismos se añaden convenientemente al polímero o bien a la mezcla polímera ya antes de la fusión. Como estabilizadores se utilizan por ejemplo compuestos de fósforo, como ácido fosfórico o éster de ácido fosfórico.
- 10 Son antibloqueantes típicos las partículas inorgánicas y/u orgánicas, por ejemplo carbonato de calcio, ácido silícico amorfo, talco, carbonato de magnesio, carbonato de bario, sulfato de calcio, sulfato de bario, fosfato de litio, fosfato de calcio, fosfato de magnesio, óxido de aluminio, negro de carbono, dióxido de titanio, caolín o partículas de polímero reticuladas, por ejemplo partículas de poliestirol, acrilato, PMMA o siliconas reticuladas. Especialmente adecuada es también la mica moscovita con un tamaño medio de partículas (media ponderada) de 4,0 a 12 µm, preferiblemente de 6 a 10 µm. Las micas son, tal como se sabe, silicatos en forma de plaquita, cuyo factor de forma (aspect ratio) se encuentra preferiblemente en la gama de 5 a 50. La concentración de antibloqueantes es en general de 0,01 a como máximo un 1% en peso, referida al peso de la capa de cubierta, debiendo contener formas de ejecución transparentes para lograr una baja opacidad no más de un 0.5% en peso. Como aditivos pueden elegirse también mezclas de dos y de varios antibloqueantes o mezclas de antibloqueantes de la misma composición, pero diferente tamaño de partícula. Las partículas pueden añadirse a los polímeros de las distintas capas de la lámina en concentraciones ventajosas en casa caso directamente o mediante Masterbatches durante la extrusión. Preferentemente se añaden antibloqueantes a la capa o las capas de cubierta.
- 15 20 25 Como antiestáticos son especialmente adecuados ésteres de ácidos grasos con glicerina en los que se esterifican una, dos o las tres funciones de alcohol con un ácido graso. Se prefieren monoésteres en los que sólo está esterificado un grupo alcohol de la glicerina con un ácido graso, los llamados ésteres de ácidos monograsos de glicerina. Los ácidos grasos adecuados de estos compuestos tienen una longitud de cadena de 12 a 20 átomos de C. Se prefieren el ácido esteárico, el ácido láurico o ácido oleico. Se ha comprobado que es especialmente ventajoso el monoestearato de glicerina (GMS). El éster de ácido graso con glicerina se utiliza preferiblemente en la capa de cubierta y en particular en una cantidad de 1 a 10% en peso, en particular de 2 a 6 % en peso. En una forma de ejecución especialmente ventajosa del almidón en cuanto a antiestáticos se combina GMS con una de las partículas antibloqueantes antes descritas.
- 30 35 En otra forma de ejecución posible se añaden, para mejorar el antiestatismo y el comportamiento antibloqueo de la capa de cubierta, partículas basadas en almidón en una cantidad de 0,01 a 10% en peso, en particular de 0,01 a 5% en peso referido al peso de la capa de cubierta. Son adecuados tipos de almidón modificado y no modificados, basados por ejemplo en el almidón de la patata, el almidón de maíz o el almidón de trigo. El tamaño de partículas original más bien no es crítico, ya que las partículas de almidón se trituran en la extrusión de la lámina. Las partículas de almidón presentan en la lámina en general un tamaño de partículas absoluto de 1 a 15 µm y pueden presentar cualquier forma de partículas, regular o irregular.
- 40 45 Para formas de ejecución blancas de la lámina de PHC, puede contener la capa de PHC o al menos una de las otras capas, dado el caso también la capa de PHC opaca, adicionalmente un pigmento. Son pigmentos por ejemplo el sulfato de bario, preferiblemente con un tamaño de partículas medio de 0,3 a 0,8 µm, preferiblemente de 0,4 a 0,7 µm o dióxido de titanio, preferiblemente con un tamaño medio de partículas de 0,05 a 1 µm. La lámina obtiene así un aspecto blanco brillante. En general contiene la capa pigmentada en estas formas de ejecución de 1 a 25% en peso, preferiblemente por encima de 1 hasta 20% en peso, y en particular de 1 a 15% en peso de pigmentos, referido en cada caso al peso de la capa.
- 50 55 En el marco de la invención el espesor total de la lámina es < 25µm, preferiblemente de 5 a 20 µm, en particular de 8 a 18 µm. El espesor de la capa o capas intermedias dado el caso existente es en general de 0,5 a 3, en cada caso independientemente entre sí. El espesor de la/s capa/s de cubierta se elige independientemente de las otras capas y se encuentra preferiblemente en la gama de 0,1 a 4 µm, en particular de 0,2 a 3 µm, pudiendo ser las capas de cubierta aplicadas por ambos lados de igual o diferente espesor y composición. El espesor de la capa de base resulta correspondientemente de la diferencia entre el espesor total de la lámina y el espesor de la capa o capas de cubierta e intermedias aplicado y puede por lo tanto variar dentro de amplios límites, análogamente al espesor total.
- 60 65 Las diversas formas de ejecución antes descritas para la lámina correspondiente a la invención pueden utilizarse como sustrato para una metalización subsiguiente. Aquí se ha comprobado en particular que son especialmente ventajosas aquellas formas de ejecución que se metalizan sobre la superficie de una capa que contiene COC, es decir, formas de ejecución monocapa y las que tienen como capa de cubierta la correspondiente capa que contiene COC. Se encontró que las capas de COC y polímero de al menos un ácido hidrocarboxílico presentan una adherencia al metal especialmente buena.

Por lo demás, puede utilizarse la lámina descrita como lámina para etiquetas y también como lámina para embalajes, para embalar alimentos y bienes de consumo. Debido a las características ventajosas como envoltura por torcimiento, conocidas para la lámina PLA, es también muy adecuada la lámina para embalajes de envoltura por torcimiento para caramelos, tampones y similares.

5

La invención se refiere además a un procedimiento para fabricar la lámina PHC, preferiblemente lámina PLA. En la descripción que sigue del procedimiento correspondiente a la invención se refieren todas las explicaciones tanto a la fabricación de una lámina PHC en general como también a un procedimiento para fabricar las láminas PLA preferidas. En este sentido incluye el concepto lámina tanto láminas PHC como también láminas PLA. En el marco de la invención se fabrica la lámina mediante el procedimiento de estiraje simultáneo. Los procedimientos de estiraje simultáneo incluyen, en el sentido de la presente invención, procedimientos en los cuales la masa fundida de la lámina primeramente se extrusiona a través de una tobera plana y a continuación se estira mediante dispositivos adecuados simultáneamente en las direcciones longitudinal y transversal. Tales procedimientos y dispositivos para ejecutar el procedimiento son procedimientos conocidos por el estado de la técnica, por ejemplo como LISIM o como MESIM (estiraje mecánico simultáneo). Los procedimientos LISIM se describen en detalle en los documentos EP 1 112 167 y EP 0 785 858, a los que hacemos aquí referencia expresa. Un procedimiento MESIM se describe en el documento US 2006/0115548, al cual hacemos igualmente referencia expresa. En otra forma de ejecución, pero no preferente, puede fabricarse también la lámina como lámina por soplado, ya que también en este procedimiento se realiza un estiraje simultáneo en las direcciones longitudinal y transversal.

En el marco del procedimiento de estiraje simultáneo correspondiente a la invención se procede tal que la masa o masas fundidas correspondiente/s a la lámina monocapa o a las capas de la lámina se extrusiona/coextrusionan a través de una tobera plana, se enfría la masa fundida extrusionada para la solidificación sobre uno o varios cilindros a una temperatura de 10 a 100 °C, preferiblemente de 30 a 80 °C, y se extrae. A continuación se estira (orienta) esta lámina previa o lámina plana biaxialmente, se termofija la lámina estirada biaxialmente y dado el caso se trata al plasma, corona o llama en la capa superficial prevista para el tratamiento.

25

El estiraje biaxial se realiza simultáneamente en el marco de la invención. Entonces se estira la lámina a la vez en la dirección longitudinal (es decir, en la dirección de la máquina = dirección MD) y en la dirección transversal (es decir, perpendicularmente a la dirección de la máquina = dirección TD). Esto origina una orientación de las cadenas moleculares.

30

Según el procedimiento LISIM© se realiza el estiraje simultáneo según un procedimiento de estiraje simultáneo continuo. La lámina se transporta entonces a un horno de estiraje mediante un sistema de transporte que funciona según el procedimiento LISIM©. Entonces se sujetan los bordes de la lámina mediante las llamadas mordazas, accionadas mediante un motor lineal. Algunas mordazas aisladas, por ejemplo una de cada tres, están equipadas con imanes permanentes y sirven a la vez como parte secundaria de un accionamiento de motor lineal. A lo largo de casi toda la trayectoria de transporte alrededor están dispuestas en paralelo al carril de guía las partes primarias del accionamiento de motor lineal. Las mordazas no accionadas sirven solamente para absorber los esfuerzos de la lámina transversalmente a la dirección de la marcha y para reducir la flecha o combado entre los puntos de sujeción.

35

Una vez que las mordazas han asido los bordes de las láminas atraviesa la lámina previa una zona de precalentamiento en la que los carriles de guía de las mordazas discurren esencialmente en paralelo. En esta zona del horno de estiraje se calienta la lámina previa mediante un dispositivo calentador adecuado, por ejemplo un calefactor de convección o radiador de IR, desde la temperatura de entrada hasta la temperatura de estiraje. A continuación comienza el proceso de estiraje simultáneo, acelerándose los carros de las mordazas, independientes entre sí, en la dirección de la lámina y separándose con ello, es decir, aumentando su distancia entre sí. De esta manera se estira la lámina en cuanto a longitud. Simultáneamente se superpone a este proceso un estiraje transversal, al diverger los carriles de guía en la zona de la aceleración de las mordazas.

40

A continuación se fija la lámina para lograr las características mecánicas deseadas para la lámina. Entonces se realiza un tratamiento Heat-Set (de fijación en calor) a temperatura elevada, en el que la lámina dado el caso se relaja ligeramente de forma controlada en la dirección longitudinal o transversal, estando sujeta. Puede ser especialmente ventajosa la relajación simultánea en las direcciones longitudinal y transversal. Al respecto se retardan los carros de las mordazas, con lo que se reduce su distancia entre sí. A la vez se permite que converjan ligeramente los carriles de guía del sistema de transporte.

45

Según el procedimiento MESIM® se realiza el estiraje simultáneo según un principio equivalente al procedimiento LISIM. La lámina se transporta aquí igualmente en un horno de estiraje con un sistema de transporte de mordazas sobre carriles de guía. Aquí existen y están dispuestos en cada borde de la lámina un par de carriles sobre la mordaza opuesta y elementos similares a mordazas y están unidos

50

55

entre sí por medio de una articulación de tijera. Mediante la articulación de tijera puede modificarse la distancia de las mordazas entre sí. Abriendo la articulación de tijera aumenta la distancia entre las mordazas. A la inversa, al converger la articulación se reduce la distancia. En el horno de estiraje están dispuestos convergiendo ambos carriles de guía del correspondiente par de carriles (con articulación de tijera), con lo que se abre la articulación de tijera y las mordazas se aceleran en la dirección de la marcha de la lámina y aumentan su distancia entre sí. Debido a ello se estira la lámina en cuanto a longitud. Simultáneamente se realiza mediante la configuración divergente de los pares de carriles en el borde de la lámina un estiraje transversal simultáneo.

10 En un estiraje según el procedimiento LISIM o MESIM antes descrito, se calienta la lámina en la zona de precalentamiento en general hasta una temperatura de estiraje entre el punto de vitrificación y el punto de fusión del ácido polihidrocarboxílico. Para láminas PLA se prefiere una gama de temperaturas de 60 a 150 °C, en particular de 70 a 110 °C, en particular de 80 a 100 °C, en la que se realiza finalmente el estiraje simultáneo. Las relaciones de estiraje pueden elegirse de manera flexible, con lo que la lámina puede  
15 corresponder a distintas exigencias en función del sector de aplicación. Sorprendentemente puede aumentarse el factor de estiraje longitudinal en un estiraje simultáneo hasta 6, en particular hasta 5,5 y se encuentra así claramente por encima de los factores de estiraje longitudinal realizables en un estiraje secuencial. Preferiblemente se encuentra el factor de estiraje en dirección longitudinal en 3 a 6, en particular de 4 a 5,5. Pese a este estiraje longitudinal sorprendentemente alto, es posible a la vez  
20 mantener los factores de estiraje ya conocidos en dirección transversal en hasta 7, en particular entre 5 y 6. Preferiblemente el factor de estiraje en dirección transversal es de 4 a 7, en particular de 5 a 6. Así pueden realizarse relaciones de estiraje superficial de hasta 42. Tales relaciones de estiraje superficial no pueden alcanzarse ni de lejos en un estiraje secuencial.

25 Es así sorprendente que sea posible un estiraje longitudinal bastante mayor de PHC o bien PLA mediante estiraje simultáneo y también es muy especialmente sorprendente que pueda combinarse un alto estiraje longitudinal con factores de estiraje transversal relativamente altos. El estiraje simultáneo posibilita así relaciones de estiraje superficial que hasta ahora no se alcanzaron para láminas PLA estiradas biaxialmente y que preferiblemente se encuentran en la gama de 20 a 40, en particular en la gama de 25 a 35.

30 Al estiraje de la máquina le sigue la termofijación (tratamiento térmico) descrita, en la que la lámina se mantiene durante aproximadamente 0,1 a 10 segundos a una temperatura de 60 a 150 °C. A continuación se enrolla la lámina de la forma usual con un dispositivo de bobinar.

35 Dado el caso puede recubrirse la lámina para ajustar otras características. Son recubrimientos típicos capas adhesivas, antiestáticas, que mejoran el deslizamiento o descohesivas. Dado el caso pueden aplicarse estas capas adicionales mediante un recubrimiento in-line (en el curso del proceso) por medio de dispersiones acuosas antes del estiraje transversal o bien off-line (fuera del proceso).

40 La lámina correspondiente a la invención se caracteriza por propiedades mecánicas sobresalientes en las direcciones longitudinal y transversal y una seguridad de deslizamiento excelente durante el proceso de fabricación, así como por un elevado módulo E y una buena resistencia al desgarro en las direcciones MD y TD. La misma es adecuada de forma excelente para embalar alimentos y dulces. Además la misma es  
45 también adecuada para su utilización en el sector industrial, por ejemplo en la fabricación de láminas estampadas o como lámina para etiquetas. Las formas de ejecución que presentan espacios huecos a modo de vacuolas debido a la adición de COC, tienen una densidad reducida, que se encuentra en la gama de 0,6 a 1 g/cm<sup>3</sup>.

50 En el marco de la invención la resistencia mecánica de la lámina en dirección transversal no es significativamente superior a en la dirección longitudinal, tal como es el caso en las láminas estiradas secuencialmente. En general la diferencia de resistencia al desgarro o bien del módulo E y/o de la  
55 contracción en las direcciones longitudinal y transversal es de  $\pm 40\%$ , preferiblemente  $>0$  hasta  $\pm 30\%$ , en particular de  $\pm 2$  a  $\pm 25\%$ , referido en cada caso al correspondiente valor en dirección transversal y por el contrario la correspondiente diferencia en láminas estiradas secuencialmente es en general de al menos  $-45\%$ , es decir, la resistencia al rasgado o bien el módulo E o la contracción es en estas láminas estiradas secuencialmente al menos un  $45\%$  inferior en la dirección longitudinal a en la dirección transversal.

60 Para caracterizar las materias primas y las láminas se utilizaron los siguientes valores de medida:

Contracción:

65 Los coeficientes de contracción longitudinal y transversal se refieren al correspondiente alargamiento longitudinal de la lámina (longitudinalmente L0 y transversalmente Q0) antes del proceso de contracción. La dirección longitudinal es la dirección de la máquina y como dirección transversal se define correspondientemente la dirección transversal a la marcha de la máquina. El patrón de lámina de 10cm\*10cm se contrae en un horno de circulación de aire a 100 °C durante 5 min. A continuación se determinan de nuevo los alargamientos longitudinales que quedan del modelo a lo largo y

## ES 2 484 092 T3

transversalmente (L1 y Q1). Como contracción en % se indica entonces la diferencia entre las longitudes determinadas y a la longitud inicial L0 y Q0 por 100.

5 
$$\text{Contracción longitudinal } L_S[\%] = (L_0 - L_1) / L_0 * 100[\%]$$

$$\text{Contracción transversal } Q_S[\%] = (Q_0 - Q_1) / Q_0 * 100[\%]$$

Este método de determinación para las contracciones longitudinal y transversal corresponde a DIN 40634.

### 10 Resistencia al desgarro, alargamiento de desgarro

La resistencia al desgarro [N/mm<sup>2</sup>] y el alargamiento de desgarro porcentual se determinaron según DIN 53 455 (procedimiento de tracción) con el aparato de prueba de tracción de la firma Zwick (Zwick1435).

### 15 Módulo E

El módulo E se determina según DIN 53 457 (procedimiento de tracción) 14 días tras la fabricación. Se utilizó igualmente el aparato de prueba de tracción de la firma Zwick.

### 20 Temperatura de transición vítrea

La temperatura de transición vítrea Tg se determinó (DIN 73 765) en base a muestras de lámina con ayuda de la DSC (Differential Scanning Calorimetry, calorimetría diferencial de barrido).

25 Se utilizó una DSC 1090 de la firma DuPont. La velocidad de calentamiento era de 20 K/min y el peso neto de unos 12 mg. En el primer proceso de calentamiento se determinó la transición vítrea Tg. Las muestras mostraron de forma múltiple una relajación de entalpia (un pico) al comienzo de la transición vítrea con forma escalonada. Como Tg se tomó la temperatura a la que la variación con forma escalonada de la capacidad térmica - independientemente de la relajación de la entalpia con forma de pico - alcanzó la mitad de su altura en el primer proceso de calentamiento. En todos los casos se observó sólo un único escalón de transición vítrea en el termograma en el primer calentamiento.

30 La invención se describirá a continuación en base ejemplos de ejecución.

### 35 Ejemplo 1:

Se fabricó mediante extrusión y estiraje simultáneo a continuación sobre una instalación LISIM una lámina PLA de tres capas con un espesor de 18 µm. La capa de base estaba constituida en aprox. un 100% en peso por una materia prima de ácido poliláctico parcialmente cristalino (4042D de la firma Natureworks® con un punto de fusión de 145 °C y un índice de fluidez de aprox. 3 g/10 min a 210 °C y una temperatura de vitrificación de 60 °C). Como materia prima de la capa de cubierta se utilizó igualmente la materia prima de ácido poliláctico 4042 D de la firma Natureworks® en un 100%. El espesor de las distintas capas de cubierta era de 3 µm. Las capas contenían adicionalmente estabilizadores y neutralizantes en las cantidades usuales. Las condiciones de fabricación en las distintas etapas del procedimiento eran:

45

Extrusión:	temperaturas	170-200°C
	Temperatura del cilindro de estiraje:	30°C
Temperatura de estiraje en el marco LISIM:		92°C
	Relación de estiraje longitudinal:	4,5
50	Relación de estiraje transversal (efectiva):	5,5
Fijación:	temperatura:	135°C

### Ejemplo 2:

55 Se fabricó una lámina con la misma composición que la descrita en el ejemplo 1. Análogamente a lo descrito en el ejemplo 1, se fabricó mediante extrusión y subsiguiente estiraje simultáneo sobre una instalación LISIM una lámina PLA de tres capas con un espesor de sólo 14 µm:

60

Extrusión:	temperaturas	170-200°C	
	Temperatura del cilindro de estiraje:	30°C	
Temperatura de estiraje en el marco LISIM:		88°C	
	Relación de estiraje longitudinal:	4,5	
	Relación de estiraje transversal (efectiva):	5,5	
65	Fijación:	temperatura:	135°C

### Ejemplo comparativo 1:

## ES 2 484 092 T3

5 Se fabricó mediante extrusión y subsiguiente orientación escalonada, primero en dirección longitudinal y a continuación en dirección transversal, una lámina PLA de tres capas con un espesor de 30  $\mu\text{m}$ . La capa de base estaba constituida en aprox. un 100% del peso por una materia prima de ácido poliláctico parcialmente cristalino (4042D de la firma Natureworks®) con un punto de fusión de 145 °C y un índice de fluidez de aprox. 3 g/10 min a 210 °C. Como materia prima de la capa de cubierta se utilizó la materia prima de ácido poliláctico (4060 D de la firma Natureworks®). El espesor de las distintas capas de cubierta era de 3  $\mu\text{m}$ . Las capas contenían adicionalmente estabilizadores y neutralizadores en las cantidades usuales. Las condiciones de fabricación en las distintas etapas del procedimiento eran: La relación de estiraje longitudinal indicada corresponde a la máxima relación de estiraje longitudinal que puede alcanzarse sin desgarro o rotura blanca.

10

Extrusión:	temperaturas	170-200°C
	Temperatura del cilindro de estiraje:	30°C
15	Estiraje longitudinal temperatura:	68°C
	Máx., relación de estiraje longitudinal:	2,5
	Estiraje transversal: temperatura:	78°C
	Relación de estiraje transversal (efectiva):	5,5
	Fijación: temperatura:	135°C

20 Las características de las láminas según los ejemplos y el ejemplo comparativo se reúnen en la siguiente tabla:  
Tabla 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo comparativo 1
espesor $\mu\text{m}$	18	14	30
módulo E MD $\text{N/mm}^2$	3650	4460	2800
módulo ETD $\text{N/mm}^2$	4200	4250	4200
diferencia MD/TD en %	-15 %	+ 5 %	-33%
resistencia al desgarro MD $\text{N/mm}^2$	153	165	90
resistencia al desgarro TD $\text{N/mm}^2$	196	172	200
diferencia MD/TD en %	21%	4%	55%
alargamiento de desgarro MD %	105	110	190
alargamiento de desgarro TD %	76	71	80
contracción MD/%	4	4	3
contracción TD/%	4	4	5

25

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Lámina orientada biaxialmente compuesta por al menos una capa, que contiene un polímero I de al menos un ácido hidrocarboxílico,  
**caracterizada porque** la lámina presenta un espesor < 25  $\mu\text{m}$  y está estirada simultáneamente y presenta una resistencia al desgarro en la dirección MD (de la máquina) de 140 a 250  $\text{N/mm}^2$  y en la dirección TD (transversal) de 140 a 250  $\text{N/mm}^2$  o un módulo E en la dirección MD de 3200 a 6000  $\text{N/mm}^2$  y en la dirección TD de 3200 a 6000  $\text{N/mm}^2$ , diferenciándose los valores de resistencia al desgarro o los valores del módulo E en la dirección MD y en la dirección TD en un máximo de un 40% referido al valor en la dirección TD.
- 10 2. Lámina según la reivindicación 1,  
**caracterizada porque** el polímero I de unidades alifáticas de ácido hidrocarboxílico, preferiblemente de unidades de ácido láctico, tiene un punto de fusión de 110 a 170  $^{\circ}\text{C}$  y un índice de fluidez de 1 a 50 g/10 min.
- 15 3. Lámina según una de las reivindicaciones 1 a 2,  
**caracterizada porque** la capa de PHC constituye la capa de base de la lámina y adicionalmente está/n aplicada/s sobre esta capa de base capa/s de cubierta por uno o por ambos lados, constituida/s por al menos un polímero I de al menos un ácido hidrocarboxílico.
- 20 4. Lámina según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3,  
**caracterizada porque** la lámina presenta una densidad de menos de 1,25  $\text{g/cm}^3$ , preferiblemente de 0,6 a 1  $\text{g/cm}^3$ .
- 25 5. Lámina según una o varias de las reivindicaciones 1 a 4,  
**caracterizada porque** la lámina está metalizada sobre al menos una superficie.
- 30 6. Utilización de una lámina según una de las reivindicaciones 1 a 5 como lámina de embalaje, como lámina de envoltura por torcimiento o como lámina para etiquetas.
- 35 7. Procedimiento para fabricar una lámina de PHC según una de las reivindicaciones 1 a 6, preferiblemente lámina PLA,  
**caracterizado porque** se extrusiona una masa fundida de PHC, preferiblemente PLA y dado el caso otros aditivos y la masa fundida se enfría para formar una lámina previa y a continuación la lámina previa enfriada se estira simultáneamente en las direcciones longitudinal y transversal,  
**caracterizado porque** el factor de estiraje en dirección longitudinal es de al menos 4.
- 40 8. Procedimiento según la reivindicación 7,  
**caracterizado porque** el factor de estiraje en dirección transversal es de al menos 3 a 7.
- 45 9. Procedimiento según la reivindicación 8,  
**caracterizado porque** la lámina se realiza con un factor de estiraje de 4 a 6 en la dirección longitudinal y con un factor de estiraje de 4 a 6 en dirección transversal.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 7,  
**caracterizado porque** la relación de estiraje superficial es de al menos 21.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 10,  
**caracterizado porque** la lámina se estira con un factor de estiraje de 3 a 6 en dirección longitudinal y con un factor de estiraje de 3,5 a 7 en dirección transversal.
- 60 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11,  
**caracterizado porque** la masa de fusión se extrusiona desde una tobera plana y el estiraje simultáneo se realiza mediante mordazas, que pueden desplazarse sobre carriles de guía divergentes y durante el estiraje en la dirección de marcha de la lámina se aceleran tal que aumenta la distancia entre las mordazas, con lo que simultáneamente con el estiraje longitudinal se realiza el estiraje de la lámina en la dirección transversal.
- 65 13. Procedimiento según la reivindicación 12,  
**caracterizado porque** la aceleración de las mordazas se realiza mediante motores lineales controlados.
14. Procedimiento según la reivindicación 13,  
**caracterizado porque** las mordazas están unidas entre sí mediante una articulación de tijera y su distanciamiento se realiza mediante separación al abrir la articulación de tijera.