

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 411 680**

(51) Int. Cl.:

**B29C 55/18**

(2006.01)

**B32B 3/28**

(2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2006 E 06755171 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2013 EP 1885546**

---

(54) Título: **Laminado cruzado de películas orientadas y método para fabricarlo**

(30) Prioridad:

**11.05.2005 GB 0509615**

**03.06.2005 GB 0511394**

**05.01.2006 WO PCT/EP2006/000281**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.07.2013**

(73) Titular/es:

**RASMUSSEN, OLE-BENDT (100.0%)**

**SAGENSTRASSE 12**

**6318 WALCHWIL, CH**

(72) Inventor/es:

**RASMUSSEN, OLE-BENDT**

(74) Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 411 680 T3**

---

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

## Laminado cruzado de películas orientadas y método para fabricarlo

La presente invención se refiere a laminados cruzados, es decir, laminados de películas de las cuales al menos dos están orientadas uniaxialmente o biaxialmente desequilibradas, y donde la dirección principal de la orientación en una de estas películas cruza la dirección principal en la otra.

5 Los laminados cruzados de películas orientadas de materiales de polímeros sintéticos se han producido comercialmente desde 1968, entonces principalmente según se describen en la Patente GB-A-0792976 (Rasmussen) de 23 de mayo de 1955. Hasta donde sabe el inventor, al día de hoy la producción mundial anual alcanza cerca de 30.000 toneladas. El laminado cruzado se usa en particular como bolsas industriales, hojas de cubiertas, mantas impermeables, revestimientos para estanques, y productos similares.

10 En comparación con las películas generalmente no orientadas, los laminados cruzados muestran propiedades de resistencia muy mejoradas, vistas en relación con el peso por metro cuadrado, y dado que el precio de la materia prima es la parte más importante del costo, la tecnología de laminación cruzada puede servir para reducir el costo por medio de la reducción del peso. En comparación con la película orientada biaxialmente, los laminados cruzados hechos (bajo condiciones adecuadas) a partir de polímeros similares, muestran una resistencia drásticamente mejorada contra la propagación de rasgaduras.

15 Sin embargo, como lo indica la cifra de 30.000 toneladas de producción anual, el éxito de la tecnología de laminación cruzada en el mercado ha sido limitado. Una razón importante para esto son las dificultades para mantener una alta resistencia a la propagación de rasgaduras y al mismo tiempo una resistencia a la unión adecuada en laminados relativamente delgados, mientras que las principales ventajas en particular deberían ser las posibilidades de reducción del peso. La alta resistencia a la propagación de rasgaduras en los laminados cruzados que se producen de manera adecuada se basa en la deslaminación local alrededor del sitio en el que se propaga la rasgadura. Debido a la orientación desequilibrada en las películas individuales y al entrecruzado de las direcciones principales de la orientación, entonces una película tendrá una tendencia a propagar la rasgadura en una dirección y la otra película tendrá a propagar la rasgadura en otra dirección. Con ello, habrá una tendencia a eliminar la unión en el sitio en el que se concentran las fuerzas, y si esta tendencia es suficientemente pronunciada, la rasgadura "aflojará" bajo una deslaminación local, y el "efecto de entalladura" del rasgado se eliminará casi por completo. De este modo habrá, hablando en términos generales, "competencia" entre las fuerzas adhesivas que tratan de resistir a la deslaminación, y las fuerzas de cohesión en cada película, que tratan de evitar una ruptura o de fluir a lo largo de cualquier dirección que no sea paralela con la dirección principal de la orientación. Dichas fuerzas adhesivas son (todavía hablando en términos generales) independientes del grosor de las películas, mientras que las fuerzas de cohesión son principalmente proporcionales al grosor de la película, donde todos los otros parámetros no cambian. Como una consecuencia de esta "competencia", los laminados cruzados "delgados" mostrarán cualquiera de una resistencia relativa pobre a la propagación de la rasgadura, o una tendencia relativamente alta a la deslaminación.

20 25 30 35 40 45 50

Este problema es mucho menor para los laminados cruzados de capas "gruesas". Para bolsas industriales de calibre mayor que aproximadamente 60-70 gramos por metro cuadrado, esta "competencia" usualmente no causará problemas serios, ya que las bolsas llenas usualmente no son sometidas a fuerzas de deslaminación, lo que significa que puede elegirse una resistencia de unión baja, pero la cuestión es muy importante, por ejemplo, para las mantas impermeables, las hojas de cubierta y productos similares que serán sometidos a flexión repetida durante el uso, p. ej., se agitarán con el viento. Como una cuestión de experiencia práctica, el inventor y sus asociados han encontrado que en una manta impermeable hecha de un laminado cruzado de dos capas con base en las combinaciones de los tipos LLDPE y HMWHDPE, cada una de las películas debe ser de un calibre de al menos 45-50  $\text{gm}^{-2}$ , de otro modo la resistencia a la unión o la resistencia a la propagación de la rasgadura será inaceptable para los usuarios. Estas experiencias se refieren a las mantas impermeables para usos "estáticos" en los que no ocurrirá mucha agitación con el viento. Para usos "dinámicos" tales como cubiertas sobre camiones o vagones con mercancía, en los que la manta impermeable será sometida a agitación fuerte, repetida, el calibre que se requiere es mucho mayor. En la película de calibre bajo (p. ej., calibre de entre aproximadamente 15-50  $\text{gm}^{-2}$  destinado para el consumidor final, también hay una necesidad de una alta resistencia a la propagación de la rasgadura combinada con buena unión, dado que la resistencia a la rasgadura es una propiedad que el consumidor puede evaluar con facilidad. Ejemplos de este tipo de películas son las películas para envolver mercancías de consumo y los diferentes tipos de películas domésticas.

55 Se han sugerido varios métodos para lograr una combinación adecuada de resistencia a la unión y resistencia a la propagación de la rasgadura en las películas de laminación cruzada. Todos ellos se describen en el documento WO 03/074264 y se refieren a una combinación de una unión fuerte o relativamente fuerte en puntos o líneas, y una unión débil o ninguna unión en el resto del área de la película. De esta técnica conocida, sólo el método y la estructura que se reivindican en dicho WO 03/074264 han tenido una importancia industrial.

El principal objetivo de la presente invención es la mejora de la resistencia a la propagación de la rasgadura en laminados cruzados, especialmente para permitir una reducción en el calibre, aunque no sólo para ello.

Un segundo objetivo es la mejora de la estética del laminado, dado que el consumidor medio de película plástica y

de bolsas plásticas basa principalmente su juicio en pruebas de resistencia muy primitivas y en la impresión estética, y generalmente prejuzga como "plásticos baratos" a una película delgada, sin importar su resistencia objetivamente establecida. Un propósito de la presente invención es, por lo tanto, mejorar la estética dando a los laminados cruzados de películas orientadas una apariencia de textil, principalmente por medio de la cual también

5 tenga una función técnica.

Respecto de la importancia de los efectos visuales en los productos hechos de plástico, se hace referencia a un artículo en Modern Plastics, en diciembre de 2002, página 50, "Visual Effects means Business" ("El efecto visual significa negocios"), que establece: "En lugar de considerar un exterior simplemente como una cubierta para los componentes, los fabricantes lo están usando como una herramienta de marketing para diferenciar los productos y permitir su personalización".

10 Un tercer objetivo de la invención es permitir un encogimiento significativo por medio de calor después de la laminación, sin crear con ello ondulaciones o arrugado irregular (a lo cual tienden normalmente los laminados cruzados cuando se desarrollan fuerzas de encogimiento). Este encogimiento mejora más la resistencia a la propagación de la rasgadura y, por lo tanto, mejora la resistencia a la perforación, dado que el laminado cruzado

15 encogido tiene una cierta memoria del estado al cual estaba orientado antes del estiramiento.

Una característica clave de la presente invención es que las capas del laminado cruzado generalmente orientadas de modo uniaxial se suministran con un patrón de "líneas" estrechamente separadas de material más delgado orientado biaxialmente bajo condiciones que se especifican en la reivindicación 1. Estas "líneas" son llamadas en lo que sigue como "bandas más delgadas", y las partes restantes de cada capa son llamadas "relieves". El patrón de los relieves con bandas más delgadas intermedias se produce estirando por segmentos en una dirección que es transversal a la orientación principal de la capa, preferiblemente un estiramiento entre rodillos ranurados, como se especifica en las reivindicaciones. Este patrón grabado en relieve se hace preferiblemente tan fino como sea posible, y para ese propósito se han inventado un método mejorado y un aparato mejorado para el estiramiento con rodillo ranurado. No es nuevo el proporcionar una o ambas capas en un laminado cruzado con un patrón de bandas más delgadas, pero se ha hecho bajo condiciones diferentes, a saber, en la fabricación de laminados cruzados acanalados (ondulados), que se describen en los documentos WO 02/102592 y WO 04/054793, como se discutirá más adelante.

30 Ahora se ha encontrado que las bandas más delgadas, cuando no están unidas o sólo están unidas débilmente a la capa adyacente, proporcionan una mejora sorprendente de la resistencia de la propagación a la rasgadura. Esto puede explicarse por la influencia de estas "líneas" estrechas biaxialmente orientadas sobre la capacidad para cambiar de orientación en la capa bajo las fuerzas de rasgadura. Este cambio de orientación sirve para detener la rasgadura, y las "líneas" estrechas actúan como iniciadores para la re-orientación. Por lo tanto, también es importante proporcionar un patrón tan fino como sea prácticamente posible.

35 Como se mencionó arriba, un segundo objetivo de la invención es la mejora de la estética, y esto se logra por medio de una apariencia parecida a textil de las capas grabadas en relieve del laminado cruzado. Puede decirse que cada capa está "semi-fibrillada", y cuando se observa superficialmente el laminado cruzado, se ve como si las capas realmente fueran fibrilladas, especialmente cuando los efectos visuales son mejorados con la incorporación de un pigmento. También con un enfoque hacia los efectos visuales, es importante hacer el patrón de relieves y bandas tan fino como sea prácticamente posible.

40 El tercer objetivo de la invención que se menciona arriba, a saber, la ayuda para hacer posible un post-encogimiento significativo del laminado, también se logra en virtud del patrón fino de las bandas delgadas, que por así decirlo "absorben" las fuerzas de compresión que de otra forma producen las arrugas o la tendencia al rizado. Esta es una mejora muy pronunciada.

45 Como entorno para la comprensión de la invención, podrá ser útil una vista breve de la tecnología existente de laminación cruzada. Esto se refiere principalmente a publicaciones anteriores del inventor.

50 Los materiales polímeros para laminados cruzados han sido principalmente, y son principalmente, polietileno y polipropileno de diferentes tipos, con frecuencia modificados por mezcladura, y los procedimientos de fabricación industrializada antiguos y actuales comprenden las etapas de extrudir un tubo que, por medio de estiramiento, es orientado principalmente en su dirección longitudinal, cortando de forma helicoidal este tubo para una red con su dirección principal de orientación al sesgo, y laminando de manera continua dos o más de estas redes con sus direcciones principales de orientación entrecruzadas. También puede incluirse en el laminado una película que esté orientada principalmente en su dirección longitudinal.

55 En la primera tecnología comercializada basada en estos principios, la película tubular extrudida, que es orientada en masa fundida principalmente en su dirección longitudinal, es también estirada en frío en esta dirección antes del corte helicoidal. En una tecnología comercializada más tarde, que se describe p. ej., en el documento US-A-4.039.364, cada película tubular es coextrudida, teniendo una capa que contribuye principalmente a la resistencia a la tensión en el laminado y al menos una capa de superficie adaptada para ayudar en la unión de las películas, que al menos parcialmente tiene lugar por presión y calor.

También se coextruyen sobre las películas capas especiales, que se convierten en exteriores del laminado. Estas capas especiales están adaptadas para modificar las propiedades de la superficie del laminado, especialmente para el sellado por calor mejorado. En esta última tecnología, el cortado helicoidal tiene lugar en sucesión directa con la extrusión, sin ningún estiramiento en frío intermedio, pero en una línea de producción separada. El estiramiento adicional se lleva a cabo cuando las películas se han reunido en una disposición de sándwich, unidas o todavía no unidas, para formar un laminado. Las películas son estiradas biaxialmente a una temperatura relativamente baja. El componente transversal de este estiramiento biaxial se realiza entre rodillos ranurados. En los documentos US-A-5.028.289 y US-A-5.626.944 este estiramiento entre rodillos ranurados ha sido desarrollado adicionalmente.

5 Las formas prácticas de realizar el corte helicoidal se describen en el documento US-A-5.248.366. Esta patente también menciona una técnica alternativa de corte, a saber que la película tubular puede proporcionarse con una orientación de fusión que se extiende de forma helicoidal mientras es extraída de la matriz de coextrusión, establecida por una rotación relativa entre la salida de la matriz y los medios de estiramiento, y subsiguientemente el corte puede ser paralelo con el eje o puede estar formando ángulo hacia la dirección principal de la orientación. Este procedimiento puede incluso ser ajustado para producir una banda en la cual la dirección principal de la orientación

10 15 de la fusión se volverá perpendicular a la dirección longitudinal de la banda.

Por motivos de compleción, debería mencionarse que, en patentes muy anteriores, también se describe la posibilidad de que el material de película de polímero longitudinalmente orientada pueda ser laminada cruzada de forma discontinua y unida en una prensa.

20 En un procedimiento que es enteramente diferente del arriba descrito, se hacen laminados cruzados de carácter muy rígido para uso en productos especiales avanzados. Consisten en polímeros que en estado fundido o parcialmente fundido son cristales líquidos, y que se orientan y laminan cruzados ya dentro de la matriz de extrusión por medio de partes de la matriz que giran en sentido contrario. Sin embargo, este tipo de procedimiento y de producto no es objeto de la presente invención.

25 Volviendo a los otros tipos de laminados cruzados, que son más artículos o productos técnicos, la resistencia del sello por calor en un sello de tipo de cortante es adecuada cuando se ha elegido un polímero adecuado con menor punto de fusión para las capas de la superficie del laminado, mientras que deben tomarse precauciones muy especiales si se requiere una buena resistencia del sello de choque de calor en los sellos por calor de tipo desprendible, como usualmente se necesitan para las bolsas industriales que se suministran con estos sellos por calor. Estas precauciones se describen en los documentos US-A-5.205.650 y en el documento WO-A-98/23434.

30 Recientes invenciones de laminados cruzados comprenden las cinco publicaciones del inventor, WO 02/102592, WO 04/54793, WO 03/033241, WO 04/094129 y WO 05/102669. Las dos primeras proporcionan una o dos capas en un laminado cruzado de 2 capas con una estructura ondulada tal como la ondulación en el cartón ondulado, pero generalmente con una longitud de onda que es más corta que la normal para el cartón, generalmente con las ondas extendiéndose en la dirección de la orientación molecular de la capa respectiva.

35 40 Estas dos publicaciones describen y reivindican la formación de un patrón de bandas más delgadas, biaxiales. El documento WO 02/102592 se refiere sólo a una de las capas y se describe a lo largo de la memoria descriptiva desde la página 8 en adelante y en las reivindicaciones, y WO 04/054793 se refiere a una o a las dos capas y se describen a lo largo de la memoria descriptiva a partir de la página 12, línea 19, y en las reivindicaciones. En ambos casos se refiere a un conjunto de bandas delgadas orientadas biaxialmente, esencialmente para la base unida de cada canal, y también un conjunto de bandas delgadas lineales orientadas biaxialmente más estrechas, que forman cada una la cresta de un canal.

45 Se señala que la resistencia a la propagación de la rasgadura de estos laminados cruzados ondulados es muy alta, y que para estos laminados no se necesitan mejoras a este respecto, sin embargo hay muchos sectores de uso en los cuales los laminados acanalados no son aplicables, tales como los usos en los cuales se requiere una impresión fina o un patrón especial de grabado en relieve.

Los documentos WO 03/033241 y WO 04/094129 se refieren, en particular, a procedimientos especiales de atenuación y orientación en relación con la extrusión, por medio de los cuales pueden mejorarse la resistencia a temperatura elevada, las propiedades de sellado por calor, la tensión producida y/o las propiedades de barrera.

50 55 Debería ser natural creer que la mejor forma de fabricar un laminado cruzado sería producir una capa orientada transversalmente por medio de un marco de bastidor, y laminar éste con una capa orientada longitudinalmente, pero la función de los marcos de bastidor existentes se limita a estiramiento a temperaturas muy elevadas, p. ej., de 80°C o mayores, que al menos en el caso de HDPE o de PP no proporcionan la capa con las propiedades que son adecuadas para los laminados cruzados. Esto se explica con detalle en el documento WO 05/102669, que, sin embargo, reivindica un tipo modificado de marco de bastidor adecuado para el estiramiento a temperaturas mucho menores. Esta técnica conocida tiene importancia directa para algunas realizaciones de la presente invención, y se describirá en relación con estas realizaciones.

El producto de acuerdo con la presente invención aparece de la reivindicación 1, y el método para fabricarlo aparece de la correspondiente reivindicación 18. Cuando se cumplen las condiciones establecidas de la unión entre la capa

A y la capa B, las bandas o "líneas" más delgadas, orientadas biaxialmente, tienen una influencia sorprendente en la resistencia a la propagación del rasgado. En este caso una parte suficiente de estas "líneas" tienen una "libertad" suficiente para actuar como iniciadoras para los procedimientos de reorientación inhibidores del rasgado, que se han mencionado arriba, y la flexibilidad, que proporcionan después del deslaminado local en el sitio en el que se propaga la rasgadura, también tiene un efecto inhibidor del rasgado. Se hace referencia al ensayo comparativo en los Ejemplos 2 y 3.

Como se ha mencionado arriba, las dos publicaciones WO 02/102592 y WO 04/054793, ambas referentes a los laminados cruzados que son acanalados como cartones ondulados, también describen la formación de bandas o "líneas" más delgadas, orientadas biaxialmente, pero en estas descripciones la mayor parte del área de la banda

5 está unida con mayor fuerza a la capa adyacente que la unión del relieve al relieve. De hecho, los relieves están en su mayoría desunidos. Los propósitos de las bandas delgadas en estos productos son facilitar la formación de los canales y mejorar la rigidez de los canales. Estos laminados cruzados ondulados conocidos también muestran una buena resistencia a la propagación del rasgado, pero esto es debido a la forma ondulada y no a los efectos que las redes delgadas ejercen en la presente invención.

10 15 El efecto de "soltura" de los canales en el laminado cruzado ondulado que se menciona arriba ayuda a minimizar la concentración de fuerzas en los sitios de propagación del rasgado ("el efecto de entalladura").

En la presente invención también es preferible algún "efecto de soltura" en tanto que éste no interfiera con las necesidades especialmente para la capacidad de impresión o la capacidad de recepción de los patrones grabados. Los límites prácticos en este sentido se establecen en la reivindicación 7.

20 25 Como se menciona en las reivindicaciones 1 y 18, las capas A y B son selladas juntas por calor a través de una o más capas de laminación. Esto puede ser a través de laminación por extrusión o a través de capas de laminación coextrudidas. La expresión "sellado por calor" incluye la posibilidad de que las capas sean selladas juntas mediante ultrasonidos, dado que este sellado es debido, en efecto, a un calentamiento local causado por los ultrasonidos.

30 35 El ensayo para la unión débil que se indica en la reivindicación 1, a saber, flexionar y frotar repetidamente a mano, es un ensayo práctico que probablemente es conocido por todos quienes trabajan con laminados de película, principalmente como un ensayo rápido para rechazar una unión insuficiente. La "no unión" y la "unión eliminada" pueden ser detectadas con exactitud estudiando la sección transversal bajo un microscopio. El patrón de relieves y las bandas que intervienen aparecerán generalmente, aún cuando se comparan diferentes probetas de corte de micrótomo, cortadas perpendicularmente a los relieves, siguiendo un grupo de relieves seleccionado. El patrón de relieves y bandas más delgadas con frecuencia se solaparán por medio de un patrón de unión determinado, por ejemplo por las ondulaciones en los rodillos de laminado, como se explica en relación con la fig. 3, pero por medio del examen de un número suficiente de tiras de corte de micrótomo del laminado, puede detectarse qué porcentaje del área total de las bandas delgadas está desunido o unido débilmente (como se definió).

40 45 La resistencia al desprendimiento de las uniones que son más fuertes que la unión más débil puede determinarse, si surge alguna duda, desprendiendo por corte tiras suficientemente estrechas, por ejemplo con un micrótomo.

El grosor medio de cada una de dichas bandas más delgadas es preferiblemente no mayor que 80%, más preferiblemente por lo general entre 25-50% del grosor máximo de los relieves adyacentes. Además, preferiblemente la anchura de los relieves es por lo general no mayor que aproximadamente 1 mm, más preferiblemente no mayor que por lo general aproximadamente 0,5 mm, pero lo más preferible, por lo general en la región de aproximadamente 0,05-0,02 mm. Finalmente, la anchura de cada una de las bandas más delgada es preferiblemente de al menos aproximadamente 50% del grosor máximo de los dos relieves adyacentes, y más preferiblemente no es menor que 5% de la anchura media de los dos relieves adyacentes.

50 55 Se menciona arriba que una función importante de las bandas o "líneas" más delgadas orientadas biaxialmente, es actuar como sitios de inicio para la reorientación de las capas durante la propagación de la rasgadura. Por consiguiente, el grado de orientación uniaxial en los relieves y las temperaturas a las cuales ésta se ha establecido se limitan preferiblemente hasta un grado tal que durante la propagación del rasgado lento, cada una de las capas A y B se reorienta en vez de fibrilar en los sitios donde se propaga la rasgadura. Sin embargo, incluso si se produce la fibrilación en vez de la reorientación, debido a una relación demasiado alta de estiramiento en los relieves o a una temperatura demasiado alta para este estiramiento, el efecto de las bandas biaxialmente orientadas hace que el sitio de propagación de la rasgadura sea más flexible, sigue ayudando a aumentar la resistencia a la propagación de la rasgadura.

Como se entenderá a partir de lo anterior, una unión general débil puede ser suficiente para laminados cruzados relativamente pesados o para bolsas en general, pero en la mayoría de los casos es preferible un patrón de unión que alterne con la no unión o de unión relativamente fuerte que alterne con unión débil. Aunque la reivindicación 1 y la reivindicación 18 indican que "débil" se refiere a la posibilidad de eliminar la unión por medio de flexionar y frotar repetidamente, no es posible hacer indicaciones en forma de valores de la fuerza de desprendimiento, dado que ésta varía con el calibre, las relaciones de estiramiento, las materias primas y las aplicaciones.

Sin embargo, como ya se mencionó, el principio amplio de esos patrones de unión es el estado de la técnica y,

además, la elección de las fuerzas de unión es una cuestión de experimentación rutinaria caso por caso.

La unión que se define en la parte caracterizante de la reivindicación 1 y la reivindicación 18 puede establecerse en patrones principalmente diferentes, como se especifica en las reivindicaciones 2 a 6. La estructura de acuerdo con la reivindicación 5 se ilustra en la figura 2 y se explica en relación con este dibujo, mientras que los otros aspectos 5 de los sistemas de unión de acuerdo con estas reivindicaciones, se explican en relación con la figura 3.

Se señala que los sistemas de unión que dejan sin unir las bandas más delgadas normalmente mostrarán una mayor resistencia a la propagación del rasgado, en comparación con los sistemas que son iguales a estos en todos los aspectos, excepto en que las bandas más delgadas están unidas de manera débil. Sin embargo, hay un inconveniente en el sistema de no unión, a saber, que el aire puede tener acceso a las capas desde el interior a 10 través de los canales formados por las bandas delgadas, y por ello el laminado se vuelve más susceptible a la degradación por UV, si el uso del laminado es tal que caiga bajo la influencia de luz solar intensa durante un periodo de tiempo prolongado.

Las reivindicaciones principales de producto y de procedimiento (reivindicaciones 1 y 18) no establecen en qué 15 etapa de la fabricación han sido grabados en relieve cada una de las capas A y B por medio de estiramiento por segmentos (normalmente estiramiento por rodillo ranurado) para formar el patrón de relieves y bandas más delgadas. Sin embargo, como se establece en las reivindicaciones 19 y 20, este estiramiento por segmentos se realiza preferiblemente ya sea antes de, o subsiguientemente al estiramiento completo de la capa, o entre dos etapas del estiramiento completo de la capa. Estas dos reivindicaciones se refieren a diferentes vías de fabricación 20 del laminado cruzado. En una vía que se ilustra por el diagrama de flujo de la figura 5, la película de inicio es una película tubular aplanada, la dirección dominante de la orientación es la dirección longitudinal del tubo, y el estiramiento por segmentos tiene lugar de modo transversal, es decir, normalmente por medio de rodillos ranurados que tienen ranuras circulares o ranuras helicoidales de un paso que es muy pequeño comparado con el radio de los rodillos. Subsiguientemente, las dos capas se cortan al bies y se laminan cruzadas de manera continua.

El aparato para realizar este estiramiento transversal se considera nuevo y comprende un aparato para el 25 estiramiento transversal por segmentos de un pliegue de material termoplástico que comprende un par de rodillos de estiramiento ranurados entrelazados con ranuras circulares o helicoidales para estirar el material en una dirección generalmente transversal a la dirección de la máquina; y caracterizado por que cada una de las crestas sobre la superficie ranurada de al menos uno de los rodillos de estiramiento ranurados tiene dos bordes, cada uno de los cuales es afilado, sobre los cuales se estira una capa. En una realización preferida, las crestas de los dos 30 rodillos de estiramiento ranurados entrelazados tiene dos bordes afilados. Opcionalmente, los dos bordes sobresalen. Opcionalmente, en el aparato los rodillos de estiramiento se calientan, preferiblemente a una temperatura de la superficie de aproximadamente 60 a 80°C. En el aparato se prefiere que el paso de los rodillos de estiramiento ranurados se encuentre en el intervalo de 0,8 a 1,2 mm, y en el que la distancia entre dichos dos bordes sobre una cresta se encuentre en el intervalo de 0,3 a 0,5 mm.

35 Una realización del aparato comprende también un segundo par de rodillos de estiramiento ranurados entrelazados, en cada una de las crestas de las que se forma una zona de estiramiento sencilla, que, bajo condiciones operativas, tienen un paso idéntico a las ranuras del primer par de rodillos de estiramiento ranurados y que están alineados con el primer par de rodillos de estiramiento ranurados, de manera que las zonas estiradas en la capa pasado el 40 segundo par de rodillos de estiramiento ranurados cae entre o se une a las zonas estiradas formadas al hacer pasar la capa entre el primer par de rodillos ranurados.

En el aparato, adecuadamente cada uno de los rodillos es de al menos 1 m de longitud, preferiblemente de hasta 3 m de longitud, y preferiblemente en que cada uno de los rodillos ranurados se forma a partir de sub-rodillos coaxialmente montados. En el aparato es adecuado que los bordes afilados hayan sido tratados mediante un 45 procedimiento que implica una epura de pulido electrolítico y/o que los bordes afilados tengan un radio de curvatura en el intervalo de 20 a 50  $\mu\text{m}$ . Estos y otros aspectos preferidos del aparato se discutirán adicionalmente más abajo. El aparato de laminación que incluye el dispositivo de estiramiento transversal pueden comprender medios para llevar a cabo las etapas del método de la reivindicación 18 y/o las reivindicaciones dependientes de esa 50 reivindicación.

En la otra vía, que se ilustra con el diagrama de flujo de la figura 6, la dirección dominante de la orientación de una capa es transversal a la dirección de la máquina, y el estiramiento por segmentos es paralelo o casi paralelo a la dirección de la máquina, es decir, si se realiza, como se prefiere normalmente, por medio de rodillos ranurados, estos últimos deben tener ranuras que se extiendan axial o helicoidalmente, en este último caso casi paralelas a la dirección axial. La segunda capa es estirada de forma similar al estiramiento que se realiza en la primera vía mencionada.

55 La segunda vía presenta la ventaja de que todas las etapas del procedimiento pueden realizarse en línea, como se muestra en el diagrama de flujo, pero la maquinaria es mucho más costosa que la maquinaria para la primera vía, debido a la necesidad de un marco de bastidor. Este marco de bastidor es preferiblemente del tipo que se describe en el documento WO 05/102669, en el cual la capa es llevada a un estado plegado, extendiéndose los pliegues de forma transversal, para permitir una contracción longitudinal durante el estiramiento transversal. Este procedimiento

de marco de bastidor se caracteriza por que el procedimiento de orientación en cada posición del paso se limita esencialmente a una o dos zonas de cuello estrechas controladas por medios de calentamiento largos y angostos que, cuando se miran en la dimensión transversal del aparato, actúan cada uno sobre un espacio angosto y sobre el cual es hecha pasar la película en acoplamiento sin fricción o de baja fricción, y tienen su dirección longitudinal dispuesta angularmente al recorrido de la película, de modo que en cada sección transversal de la película la zona o zonas de cuello estrecho prosiguen de manera gradual sobre la anchura de la película hasta que esencialmente toda la anchura que debe ser orientada haya pasado por esa zona o zonas.

En los dos diagramas de flujo, los estiramientos por segmentos (estiramientos con rodillo ranurado) se indican como teniendo lugar de manera subsiguiente a la otra etapa o etapas de estiramiento. Sin embargo, también podría ser en una fase anterior del procedimiento de fabricación. La realización del estiramiento por segmentos después de la finalización del otro estiramiento o en una fase posterior de este último, puede dar a la orientación de las bandas el carácter más biaxial y proporcionar el efecto más efectivo de inhibición del rasgado, aunque el estiramiento por segmentos en una fase temprana, especialmente antes de cualquier otro estiramiento en estado sólido, puede conducir a un paso más fino del patrón grabado en relieve y por lo tanto a una estética mejorada.

15 Esto es bajo la condición de que a la capa se la permita una contracción casi libre perpendicularmente a la dirección del estiramiento. Para el estiramiento de marco de bastidor esto puede lograrse por medio del plegado que se menciona arriba, y para el estiramiento longitudinal esto también puede lograrse plegando antes del estiramiento, teniendo lugar esto último entre rodillos estrechamente espaciados, como se describe en la antigua patente US 3.233.029 del inventor. Además, el estiramiento por segmentos como una etapa temprana del procedimiento de orientación, seguido por el estiramiento en estado plegado, fomenta la tendencia a dar a las bandas más delgadas una forma suelta. Esto se explicará después.

20 En la realización del estiramiento por segmentos, normalmente bajo el uso de rodillos ranurados, el paso de los segmentos producidos de estiramiento debería ser preferiblemente casi tan fina como sea posible, y para este propósito se ha inventado un método de estiramiento y un aparato para éste. Este método se refiere, en general, al estiramiento longitudinal de una película, que consiste en material polímero termoplástico, de una manera generalmente uniaxial por debajo de su intervalo de fusión en una o más etapas, y antes de, o subsiguientemente a este estiramiento, o entre dos de estas etapas de estiramiento transversal y por segmentos de la película, engranar mutuamente los rodillos ranurados que tienen ranuras circulares o ranuras helicoidales de un paso bajo en comparación con el radio de los rodillos. El método se caracteriza por que cada una de las crestas de las superficies 25 ranuradas de los rodillos tiene dos bordes, cada uno de los cuales es suficientemente afilado para producir dicha banda lineal más delgada en la capa. Para lograr esto lo mejor posible, dichos dos bordes preferiblemente sobresalen para limitar el contacto entre la capa y los rodillos ranurados con las porciones del borde de las crestas. En otras palabras, las crestas en los rodillos ranurados deberían tener preferiblemente forma cóncava, véase la figura 8.

30 35 A este respecto, es además preferible que los rodillos ranurados sean calentados, p. ej. hasta aproximadamente 60-80°C, mientras que la banda es introducida en los rodillos a una temperatura menor, p. ej., de aproximadamente 20-45°C, para calentar de manera selectiva la capa en las porciones de borde de las crestas del rodillo ranurado. El calentamiento ayuda a proporcionar un control sobre el grosor de las bandas. Esta realización se explica adicionalmente en relación con la figura 9.

40 45 En cualquier caso, el paso de los rodillos ranurados debería ser preferiblemente de entre aproximadamente 0,8-1,2 mm, y la distancia entre uno y otro de dichos bordes en la cresta debería ser preferiblemente de entre aproximadamente 0,3-0,5 mm.

Para lograr la máxima finura en el paso del patrón grabado en relieve sobre la película, pueden realizarse varios procedimientos de estiramiento por segmentos alineados uno con el otro, en particular (como se ilustra en la figura 10) cuando el estiramiento por segmentos es un estiramiento transversal entre rodillos circulares ranurados (a este respecto, a los que se alude como los primeros rodillos ranurados). Esta realización del método de estiramiento se caracteriza por que, antes de o subsiguientemente al estiramiento por segmentos entre los primeros rodillos ranurados, la capa se somete a un segundo estiramiento por segmentos entre los segundos rodillos ranurados, en donde dichos segundos rodillos ranurados

- 50 a) producen solamente una zona de estiramiento en cada una de las crestas,  
 b) tienen bajo las condiciones de operación exactamente el mismo paso que los primeros rodillos ranurados, y  
 c) están en alineación exacta con los primeros rodillos ranurados, de modo que cada una de las zonas de estiramiento formada por los segundos rodillos ranurados cae entre, o se junta con las dos zonas de estiramiento formadas en los bordes de una cresta de los primeros rodillos ranurados.

55 Para la producción industrial, las longitudes de los rodillos deben ser normalmente de al menos aproximadamente o mayores que 1 m, y también puede requerirse una longitud de 2-3 m. Por lo tanto, la mecanización de las superficies de los rodillos requiere una precisión extrema, y cada rodillo debe estar compuesto de segmentos

montados sobre un núcleo. La descripción de los dibujos de los rodillos se relaciona con mayor detalle con el logro de la precisión y con un grado correcto de afilamiento en los bordes de las crestas de las superficies de los rodillos ranurados.

5 Se enfatiza que los métodos de estiramiento por segmentos que se mencionan arriba, en los cuales al menos una parte de los segmentos son producidos en los bordes de las crestas planas o cóncavas de los rodillos ranurados, no se limitan a la fabricación del producto de acuerdo con la reivindicación 1. Estos métodos pueden usarse también con ventaja, p. ej., en la fabricación de los laminados cruzados acanalados a los que se refieren los documentos WO 02/102592 y WO 04/054793 arriba mencionados, dado que el paso del acanalado puede ser más fino por medio de la aplicación de las mediciones arriba descritas. Además, la película biaxialmente orientada producida por estos métodos puede usarse en muchos casos como una capa única sin procedimiento de laminación alguno, p. ej. como una película para empaquetado para envoltura o para propósitos sanitarios, especialmente cuando el calibre medio de esa película es de aproximadamente 0,05 mm o inferior.

10 En esta memoria se describe un método para el estiramiento longitudinal de una película que consiste en material polímero termoplástico de una manera generalmente uniaxial por debajo de su intervalo de fusión en una o más etapas, y antes de o subsiguientemente a este estiramiento o entre dos de estas etapas, estirar transversalmente y por segmentos la película entre rodillos ranurados entrelazados con ranuras circulares o ranuras helicoidales de bajo paso en comparación con el radio de los rodillos respectivos, caracterizado por que cada una de las crestas sobre la superficie ranurada de los rodillos ranurados tiene dos bordes, cada uno de los cuales es lo suficientemente afilado como para producir por estiramiento un segmento lineal de un material de banda más delgado en la capa.

15 20 En este método se describe que dichos dos bordes sobresalen para limitar el contacto entre la capa y los rodillos ranurados con las partes de borde de las crestas. En este método las dimensiones y temperaturas arriba mencionadas son apropiadas, como lo es la segunda etapa de estiramiento por segmentos arriba descrita.

25 Regresando al aspecto principal de la invención, las dos capas A y B pueden tener una extensión recta, como parece a partir de lo anterior, o una o ambas pueden comprender solturas, pero preferiblemente la longitud completa de las solturas debería ser limitada como se establece en la reivindicación 7. Se ilustran dos tipos diferentes de solturas por medio de la microfotografía de la figura 1 y por medio del dibujo de la figura 2. Estas solturas son bastante diferentes de los canales descritos en los documentos WO 02/102592 y WO 04/054793 arriba mencionados. Tienen una influencia positiva sobre la resistencia a la propagación del rasgado, debido a que distribuyen las fuerzas de rasgado alrededor del sitio en el que se propaga la rasgadura, reduciendo con ello el efecto de entalladura. Además, pueden ayudar a darle al laminado cruzado una apariencia y/o sensación parecidas a un textil y pueden eliminar el brillo, si se desea. Alternativamente, puede haber una necesidad, p. ej., para fines de impresión o para un grabado en relieve decorativo o funcional subsiguiente - para hacer el laminado cruzado sin ninguna de esas solturas.

30 35 40 Las solturas se forman por encogimiento del laminado durante el procedimiento de laminación o durante un procedimiento post-encogimiento a temperatura elevada. Cuando se encoge la capa A, los relieves en la capa B se acercarán entre si, conduciendo a la formación de solturas en las bandas de B, a menos que estas bandas puedan encogerse de manera similar en la misma dirección. Ocurren efectos similares a las bandas de la capa A cuando se encoge la capa B. Como se mencionó arriba, la formación de solturas se fomenta realizando el estiramiento por segmentos como una etapa anterior a los procedimientos de orientación, seguido por el estiramiento en estado plegado. La explicación es que, dado que este estiramiento da a la capa en su totalidad una posibilidad para la contracción transversal a la dirección en la cual tiene lugar el estiramiento, reduce el carácter biaxial de la orientación en las bandas más delgadas, lo que significa que están estabilizadas contra una mayor contracción en la misma dirección.

45 Otra medida para estabilizar las bandas más delgadas, y fomentar con ello la formación de solturas durante la laminación o en un procedimiento post-encogimiento, es tratar con calor de manera selectiva las bandas delgadas con aire caliente mientras que los relieves se mantienen a una temperatura menor a través del contacto con una superficie enfriada, normalmente una superficie de rodillo. El calentamiento selectivo es posible, dado que habrá algún espacio de aire entre la banda y la superficie enfriada. Este tratamiento por calor puede incluso realizarse hasta un grado en el que las bandas más delgadas se fundan parcialmente.

50 55 Como se mencionó, hay casos en los cuales no se desean las solturas. Si éstas se forman accidentalmente durante la laminación o durante un procedimiento post-encogimiento, se separarán, primero en una cara del laminado y después en la otra, calentando las solturas con aire caliente mientras se ponen en contacto los relieves con una superficie enfriada, normalmente una superficie de rodillo enfriada. Las condiciones del calentamiento deben ser cuidadosamente ajustadas, dado que en este caso algunas partes de los relieves se calentarán aislados de la superficie enfriada.

Materiales muy adecuados como componente principal en el laminado cruzado debido a las propiedades de resistencia, la rigidez y el precio relativamente bajo - son HDPE o PP cristalino de peso molecular alto o medio alto.

En vista de las posibilidades para la reorientación durante la rasgadura, es ventajoso realizar el estiramiento en la

dirección dominante de la orientación, a una temperatura de alrededor de o por debajo de 50°C, al menos cuando el material de polímero esté basado en PP o en HDPE. Entonces puede ser necesario un tratamiento subsiguiente por calor, p. ej., a aproximadamente 80-90°C, para evitar el estiramiento en una fase equivocada del procedimiento de fabricación.

5 La orientación de las capas se realiza preferiblemente hasta un grado en el que la última resistencia a la tracción del laminado cruzado, al menos en una dirección pero normalmente en todas las direcciones, se vuelva no menor que aproximadamente 25 MPa, más preferiblemente no menor que aproximadamente 40 MPa. En la determinación de esta resistencia, que se expresa como una fuerza por sección transversal del área, el grosor debe entenderse como grosor medio en estado compactado. En la práctica, esto se calcula a partir del peso por metro cuadrado, cuando se conocen las densidades de los constituyentes de la película.

10 La capa de unión se selecciona preferiblemente como una mezcla de dos o más polímeros compatibles de intervalos de fusión significativamente diferentes, de modo que la fusión menor de dichos polímeros mezclados inicie la fusión a una temperatura a la cual habrá perturbación mínima o la orientación producida en las porciones principales de cada capa. La relación de mezcladura y la temperatura de laminación deberían seleccionarse para producir el equilibrio deseado entre la resistencia al deslaminado y la resistencia a la propagación de la rasgadura. 15 Por ejemplo, en el caso de los laminados cruzados a base de HDPE, la capa o capas de laminación pueden consistir con ventaja en una mezcla de LLDPE y LLDPE metaceno o LLDPE y EVA.

20 En vista, p. ej., del efecto estético, las capas A y B son preferiblemente microespaciadas. Como bien se sabe, esto puede lograrse por medio de la mezcla de un polvo adecuado (p. ej., talco) y/o por medio de la elección de las 25 condiciones para las etapas de estiramiento. Como también se sabe, HDPE y PP forman microhuecos sin ninguna mezcla de polvo si la orientación se realiza a una temperatura de alrededor o por abajo de 50°C. Como se mencionó arriba, también es ventajoso para las propiedades de resistencia del laminado cruzado a base de HDPE o de PP que la mayoría de la orientación se realice a esas temperaturas relativamente bajas. Sin embargo, más importante que el efecto estético es la posibilidad de hacer un laminado cruzado transpirable, ajustando las condiciones de las 30 etapas de estiramiento y/o la elección del polvo mezclado de modo que los huecos en las bandas más delgadas se vuelvan continuos a través de las bandas. Películas delgadas transpirables microporosas son normalmente laminadas con tejidos para darles suficiente resistencia mecánica, pero en este aspecto de la invención, el refuerzo, a saber los relieves orientados uniaxialmente, son integrales con el material de la película delgada microporosa. Estos laminados cruzados transpirables de acuerdo con la invención pueden, en calibres más pesados, p. ej. en un 35 calibre medio de aproximadamente 0,05 – 0,15 mm, ser usados para "película para envolver doméstica", bajo-capa de techos, bolsas transpirables y abrigos impermeables, y en calibres menores, p. ej., de aproximadamente 0,01 – 0,03 mm, para propósitos misceláneos médicos y sanitarios.

Alternativamente, el laminado de acuerdo con la invención puede ser micro perforado.

35 Otros detalles de la invención aparecerán a partir de los dibujos adjuntos y de la descripción que sigue de los dibujos.

La figura 1 es una microfotografía, retocada pero real, que muestra una sección paralela con una de las direcciones principales del laminado cruzado "semi-fibrilado" producido como se explica en el Ejemplo 1.

40 La figura 2 es un dibujo que muestra en una sección similar a la figura 1 un laminado cruzado "semi-fibrilado" (es decir, estirado por segmentos) que comprende dos categorías de relieves, a saber, los relieves X más gruesos que están unidos, y los relieves Y más delgados no unidos.

La figura 3 es una representación esquemática de patrones ventajosos de unión/no unión o de unión fuerte/unión débil o de unión fuerte/unión débil/no unión.

45 La figura 4 muestra un conjunto de rodillos adecuados para laminar capas muy delgadas mientras se unen de relieve a relieve, pero manteniendo sin unión a las bandas más delgadas.

Las figuras 5 y 6 son diagramas de flujo que representan dos vías diferentes de fabricación del laminado cruzado "semi-fibrilado".

50 Cada una de las figuras 7 y 8 muestra un detalle de dos rodillos ranurados entrelazados en el procedimiento de estiramiento por segmentos de un material de película, que hacen dos bandas delgadas en cada corona de las superficies ranuradas. Las ranuras pueden ser circulares o helicoidales pero casi circulares. Los intervalos indicados de medidas se indican generalmente abajo.

La figura 9 muestra un ajuste y una operación preferidos de los rodillos ranurados, que se representan en la Figura 8 cuando los rodillos son calentados.

La figura 10 muestra otro ajuste y operación preferidos de los rodillos ranurados representados en las figuras 7 y 8.

a saber, "alineados" con un conjunto de rodillos ranurado, que hacen una banda delgada en cada corona de las superficies ranuradas.

Las figuras 11 y 12 muestran dos líneas de rodillos para laminación y encogimiento a escala de laboratorio. Éstas se describen en relación con los Ejemplos.

5 En la figura 1, el relieve (1) está formado en una de las dos capas "semi-fibriladas". Los relieves (2) se forman en una segunda capa "semi-fibrilada", y la línea discontinua (3) indica la interfase entre las dos capas. Debe entenderse que la primera capa, cuando se observa en una sección perpendicular al relieve (1), se ve generalmente como lo hace la segunda capa en esta microfotografía. Todos los relieves están orientados de manera relativamente fuerte en su dirección longitudinal. Como aparece a partir del Ejemplo, cada una de las capas está coextrudida,  
10 consistiendo la película de 3 capas en HDPE en su centro, LLDPE en la superficie que también forma una superficie del laminado, una mezcla de LLDPE metaceno y LLDPE normal formando una capa de unión. Sin embargo, la microfotografía no muestra que las dos películas sean de 3 capas, ni muestra la fase de unión indicada por la línea (3) discontinua. Tres de las cuatro regiones (4) que se muestran en la microfotografía forman solturas o rizos, y  
15 como se ha descrito arriba y se reivindica, esta característica tiene una influencia positiva importante sobre la resistencia a la propagación de la rasgadura del laminado cruzado. Sin embargo, si se desea, puede eliminarse el efecto de soltura calentando de manera selectiva las redes más delgadas.

En la figura 2 de los dibujos, se hacen más amplios los espacios no unidos. Esto puede hacerse de manera conveniente estirando de más las redes más delgadas. Esta ampliación se ha establecido por medio de los relieves Y, que son más gruesos que las bandas (4), pero más delgados que los relieves X. Cada una de las bandas (4) es adyacente a un relieve X y a un relieve Y. El patrón lineal de diferentes grosoros puede establecerse como se explicó en relación con la figura 10, y la unión de todos los relieves X en general en la capa A con los relieves X en la capa B, mientras se mantiene el resto del área del laminado esencialmente sin unión, puede lograrse por medio de una elección adecuada de la dureza en la superficie de los rodillos laminadores y una presión adecuada de los rodillos. Las bandas (4) y los relieves Y se muestran en un estado suelto, pero pueden ser reforzados por medio de tratamiento con calor.  
25

En la representación esquemática de sistemas de unión ventajosos, figura 3, las líneas verticales muestran los delineados entre relieves/bandas más delgadas en la capa A, y las líneas horizontales muestran delineados similares en la capa B. Las líneas no necesitan seguir las direcciones de la máquina/transversales del laminado cruzado, sino que podrían, p. ej., estar formando un ángulo de 45° hacia estas direcciones. Además, las bandas y los relieves en la capa A necesitan no extenderse perpendicularmente hacia las bandas y relieves en la capa B, como aquí se muestra. Por el contrario, la mejor resistencia a la propagación de la rasgadura en todas direcciones usualmente se encuentra cuando las dos direcciones del patrón grabado en relieve y, por lo tanto, las direcciones principales de orientación en A y en B, forman un ángulo de cerca de 55-65° una con la otra. La disposición perpendicular de las dos disposiciones ordenadas en el modelo se elige aquí en aras de la simplificación. Las intersecciones de relieve a relieve comprenden los cuadrados en negro (101) y los cuadrados (102) marcados con un punto. El resto de los cuadrados representan disposiciones ya sea de banda a banda o de banda a relieve, como se describe abajo.

Sistema de unión 1:

40 Unión de los cuadrados (101) y (102), no unión del resto de los cuadrados, se logra por medio del ajuste de la dureza de la superficie de los rodillos laminadores y la presión de los rodillos. Se establece en los Ejemplos 1 (véase la figura 1) y 2.

Sistema de unión 2:

45 Unión de los cuadrados (101) y (102), también unión, pero con una unión más débil, del resto de los cuadrados, se logra por medio del ajuste de la dureza de la superficie de los rodillos laminadores y la presión del rodillo. Se establece en el Ejemplo 4.

Sistema de unión 3:

50 Unión de los cuadrados (101) y no unión del resto de los cuadrados, como en el Ejemplo 3, se logra ya sea mediante un modelo de grabado en relieve adecuado sobre uno o ambos de los rodillos laminadores, con el fin de llevar a las capas A y B bajo calor y presión en relieves, cada uno de los cuales comprende varios puntos cruzados entre los relieves, o por coextrusión de la capa de laminación sobre la capa A y la capa B en forma de una disposición de tiras estrechas cercanamente espaciadas como se describe en el documento WO 03/074264.

Sistema de unión 4:

55 Unión relativamente fuerte en los cuadrados (101), unión más débil en los cuadrados (102) y unión similar o no unión en el resto de los cuadrados. Esto también se logra preferiblemente por medio del método de coextrusión arriba mencionado que se describe en el documento WO 03/074264, pero en este caso la película coextrudida debe comprender (como se describe también en la mencionada publicación) dos capas de laminación, una fuertemente

unida que tiene la forma de tiras angostas, y una capa de laminación continua con unión más débil entre las tiras y la capa principal de la película coextrudida.

Sistema de unión 5:

Unión sólo de los cuadrados (101) y en los cuadrados directamente adyacentes a estos cuadrados, como en el Ejemplo 5. Esto se logra de modo similar al sistema de unión 3, pero la dureza de las superficies de los rodillos laminadores y/o la presión del rodillo se adaptan también para unir las bandas delgadas adyacentes a los cuadrados (101).

En este bosquejo principal sólo se muestran 9 de los puntos cruzados (101) dentro de cada grupo de unión o unión fuerte. Sin embargo, dado que la anchura de cada uno de los relieves en las capas A y B es lo más preferiblemente de aproximadamente 0,05 – 0,2 mm, y las dimensiones lineales de cada uno de estos grupos es preferiblemente, como indicación aproximada, de aproximadamente 1 a 5 mm, es claro que el número de puntos cruzados (10) dentro de cada grupo es mucho mayor al mostrado. Puede haber, p. ej., aproximadamente 500 o más de esos puntos cruzados dentro de cada grupo.

Como resulta a partir de lo anterior, la selección de la dureza de la superficie en los rodillos laminadores y de la presión entre los rodillos será en muchos casos crítica, especialmente si el grosor de las capas es muy bajo, p. ej. de aproximadamente 0,01 mm, y si al mismo tiempo todas las bandas más delgadas deberían mantenerse libres de unión. En estos casos, puede ser incluso necesario laminar con superficies de acero en ambos rodillos. En este y en otros casos, la aplicación de una presión uniforme en los rodillos sobre toda la anchura de las capas, que normalmente será de más de 1 m, también es un problema que debe resolverse. La Figura 4 muestra una solución práctica para esto. Se usa un rodillo central (104), y en los lados opuestos de éste se localizan dos rodillos (105) que consisten en segmentos conectados a través de vástagos (107). En cada vástago hay un cojinete (108), que está inclinado hacia el rodillo central (104), p. ej. por medios neumáticos o hidráulicos, que aquí se indican con las flechas (109). También se proporcionan medios para la circulación de agua o aceite calientes (no se muestran).

Los procedimientos de acuerdo con los diagramas de flujo de las figuras 5 y 6 ya se han explicado en la descripción general. Con referencia a la figura 7, los rodillos ranurados (112) y (113) mutuamente entrelazados que efectúan el estiramiento transversal por segmentos, tienen crestas planas (114) en sus dientes circulares (planas, cuando se observan en sección transversal) con bordes relativamente afilados (115). El estiramiento por segmentos se inicia en estos bordes y se desarrolla en bandas delgadas continuas (116). El entrelazado se limita de tal modo que se mantienen relieves de material más grueso sobre las crestas planas (114) de los dientes circulares.

Los requisitos para la precisión en la fabricación de las superficies del rodillo son altos, y es sumamente aconsejable hacer la parte exterior de los rodillos de segmentos cortos. El radio de curvatura de los "bordes afilados" es importante. Depende de las propiedades de la película co-extrudida, pero normalmente estará dentro de un intervalo de aproximadamente 20-50 micrómetros. Un método industrial adecuado para hacer un ajuste relativamente exacto de esta curvatura es hacer primero los bordes realmente afilados, luego redondearlos por medio de pulido electrolítico, y finalmente realizar el chapado electrolítico con Cr. Estos procedimientos electrolíticos deben tener lugar, por supuesto, bajo condiciones establecidas con precisión.

En la figura 7 se muestra que la anchura de las bandas más delgadas es aproximadamente igual a la anchura de los relieves. Normalmente, aunque no siempre, es preferible que las bandas más delgadas en el producto final sean más estrechas que los relieves, para dar al producto buena estabilidad. Sin embargo, en la figura 7 se muestra la sección transversal de la película tubular aplanaada cuando es colocada en el bastidor, y la anchura de las regiones delgadas se reducirá cuando abandona los rodillos ranurados.

El propósito de hacer bordes relativamente afilados en los dientes circulares de los rodillos ranurados es hacer particularmente fino el patrón del grabado en relieve. La precisión de este grabado en relieve mejora por medio del perfil de los dientes que se muestra en la figura 8. Aquí las crestas no son planas, vistas en sección transversal, sino que tienen una forma cóncava, de modo que los bordes sobresalen radialmente más allá de la parte de la cresta entre los bordes.

En la figura 9 debería entenderse que los dos rodillos ranurados (112) y (113), que son similares a los dos rodillos de la figura 9, se calientan de modo que se facilita la formación de las bandas más delgadas en los bordes salientes (115) y su grosor puede ser mejor controlado. Hay un tercer rodillo ranurado (110) añadido, con crestas suaves, redondeadas (111). Los tres rodillos ranurados muestran en una forma compacta, que es solamente dos segmentos diametralmente opuestos de cada rodillo, y se muestran sus líneas centrales (112a, 113a y 110a).

Cuando se calientan los rodillos (112) y (113), p. ej., a 70-90°C, el rodillo (110) se mantiene a una temperatura mucho más baja, p. ej. de alrededor de 20°C. Bajo condiciones operativas, los tres rodillos ranurados deben tener exactamente el mismo paso, es decir, a temperatura ambiente los rodillos (112) y (113) tendrán un paso que es menor que el paso en el rodillo (110). Este conjunto de rodillos opera como sigue:

La capa sigue al rodillo (112) a lo largo de una distancia suficiente para calentar la parte de la capa que está en contacto con los bordes salientes (115) calientes, a la temperatura que ha sido elegida para el estiramiento por

5 segmentos. Este tiene lugar cuando la superficie ranurada en el rodillo (112) se entrelaza con la superficie ranurada en el rodillo (113). En este punto, las porciones de la capa que entran en contacto con los bordes salientes de la corona del rodillo (113) no serán estiradas, ya que no han sido calentadas aún, o se estirarán solamente hasta un grado bajo. Estas porciones de la capa se calientan mientras siguen al rodillo (113), y se estiran cuando las crestas en el rodillo (113) se entrelazan de forma mutua con las crestas frías, suaves, en el rodillo (110). El entrelazado entre los rodillos (112) y (113) y entre los rodillos (113) y (110) debería ajustarse para hacer las anchuras de todas las bandas lo más iguales posible.

10 En la Figura 10, los dos conjuntos "alineados" de rodillos ranurados se muestran en un dibujo compacto similar al de los tres rodillos de la figura 9. Los rodillos (112) y (113) son similares a los dos rodillos en la figura 8, mientras que el rodillo (119) tiene solamente un borde relativamente afilado en la cresta de cada diente circular, a saber (120), en el centro del diente. Los dientes en los rodillos (118) y (119) están entrelazados mutuamente, haciendo cada uno una zona de estiramiento (banda delgada) y los dos pares de rodillos ranurados están en "alineación" de modo que la parte media de cada diente en el rodillo (119) casi toca la parte media de un diente en el rodillo (112). En la figura 8b la alineación se indica con las líneas discontinuas (121). Medios para asegurar la alineación exacta entre los rodillos ranurados en la fabricación de estos últimos se conocen a partir del documento WO-A-02-102592. Como resultado de este estiramiento transversal registrado, la película tendrá formados dos relieves (122) que corresponden a cada una de las crestas de los rodillos (112) y (113) y, por lo tanto, se logra un patrón de grabado en relieve todavía más fino.

15

20 Los rodillos (112) y (113) pueden instalarse aguas abajo de los rodillos (118) y (119), o viceversa, a saber, los primeros se instalan aguas arriba de estos últimos. La elección de una de las dos opciones depende de las propiedades de la película extrudida, orientada en masa fundida.

25 Sin embargo, si las puntas (120) de las crestas en los rodillos (118) y (119) se hacen suavemente redondeadas, este ajuste de los rodillos ranurados puede usarse para fabricar la estructura que se muestra en la Figura 2. Los relieves Y relativamente delgados se forman en las puntas redondeadas (120).

## 25 **Ejemplo 1**

Se extrude una película tubular de 3 capas de 60 micrómetros de grosor, compuesta como sigue:

30 Capa media, 80% del total: HDPE de i. f. = 0,2 y densidad – 0,944 g ml<sup>-1</sup>.

35 Capa de la superficie exterior - capa de laminación, 10% del total: 50% de Affinity 8770 (un metaloceno de i.f. = 1,0).

40 Capa de la superficie interior, 10% del total: LLDPE de i.f. = 1.

45 Relación de soplado: 1:1:1.

Relación de estirado longitudinal: 30:1.

50 La película tubular, uniaxialmente orientada por fusión, es semi-fibrilada a 40°C (temperatura ambiente) entre rodillos ranurados como se muestra en la figura 7 con paso de 1,2 mm y con una distancia de 0,3 mm de borde afilado a borde afilado sobre las crestas. El rodillo ranurado aguas abajo se mueve 5% más rápido que el otro aguas arriba. Generalmente, casi se ha encontrado que esa pequeña diferencia de velocidad ayuda a hacer uniforme el grabado en relieve (el estiramiento por segmentos). En sucesión inmediata a estos rodillos ranurados, la película tubular es tomada a través de un par de rodillos ranurados accionados, entrelazados de paso de 15 mm que tienen crestas redondeadas, ajustados para transformar el plegado fino en un plegado más tosco sin realizar ningún estiramiento por segmentos adicional. También se ha encontrado que esto generalmente ayuda a hacer uniforme el producto, cuando tiene lugar el estiramiento por segmentos antes del estiramiento longitudinal. Como se mencionó en la descripción general, un estiramiento longitudinal se inicia preferiblemente en estado plegado, sin embargo se ha encontrado que los plegados muy finos tienden a cambiar durante el recorrido hacia los rodillos de estiramiento y a formar un plegado más irregular y más tosco.

55 La película tubular plegada de forma tosca pero homogénea continúa hacia una serie de rodillos accionados más suaves, que se mantienen a la temperatura mencionada de 40°C, y se ajustan para estirar la película en la relación 2:4:1. Desde esta unidad la película continúa hacia una serie de rodillos de estabilización en los cuales se estabiliza a 90°C sin mayor estiramiento, se enfriá hasta aproximadamente 20°C en un rodillo enfriado por agua y finalmente se enrolla.

60 En una línea separada del procedimiento, la película tubular orientada con relieves y bandas delgadas se corta helicoidalmente a un ángulo de 45°, y en una tercera línea separada del procedimiento se laminan cruzadas dos de esas películas cortadas helicoidalmente bajo presión a una temperatura de aproximadamente 100°C. El encogimiento se evita aguas arriba del estrechamiento del rodillo y se permite cuando el laminado sale de este estrechamiento. La presión de laminación se ajusta a un valor bajo para obtener la máxima resistencia a la

propagación del rasgado sin interrumpir la estructura. Con esto, todo el laminado se vuelve relativamente unido con fuerza de relieve a relieve.

Una parte de la película orientada principalmente de manera longitudinal también se usó para hacer un laminado cruzado del tipo en el cual la capa A está orientada en la dirección de la máquina, y la capa B está orientada en la dirección transversal. Para hacer esa capa B de una manera simple para fines de laboratorio, la película orientada principalmente de manera longitudinal se cortó en tramos relativamente cortos, y varios de esos tramos se sellaron juntos con calor para hacer transversal la orientación. La capa A y la capa B se laminaron juntas y luego se dejaron encoger con el mismo aparato y bajo la misma condición de procedimiento que las muestras de película cortadas a 45° que se mencionaron arriba. La estructura producida aparece en la microfotografía de la figura 1.

10 La laminación y el encogimiento se realizaron con el aparato de laboratorio que se muestra en la figura 11, y ahora se describirán con mayor detalle.

Las capas A y B se juntan en el rodillo loco (10), pasan sobre el rodillo loco (11) de transferencia, cuya función es evitar el arrugamiento en el paso hacia los rodillos laminadores (12) y (13). El rodillo (12) es un rodillo de acero, mientras que el rodillo (13) está cubierto con caucho de una dureza de aproximadamente 70 ShoreA. Ambos rodillos se calientan para dar al "sándwich" de A y B la temperatura de laminación deseada, que, como se ha mencionado, es de aproximadamente 100°C. La distancia sobre la cual A y B siguen al rodillo (12) antes de que entren bajo la presión de laminación en el estrechamiento entre los rodillos (12) y (13), se ajusta para obtener unión débil con encogimiento mínimo delante del estrechamiento. Después de la laminación, A y B aún siguen al rodillo caliente (12) a lo largo de una distancia relativamente grande para calentarse y encogerse más en ambas direcciones. El laminado pasa el rodillo loco (14) de transferencia y es enrollado en el carrete (15). La tensión de devanado se mantiene lo más baja posible para permitir un encogimiento tan alto como sea posible bajo las condiciones dadas de calentamiento.

El sistema de unión es el que se llama sistema de unión 1 en la descripción de la figura 3.

### Ejemplo 2

25 Se extrude una película tubular de 2 capas de aproximadamente 0,15 mm de grosor, compuesta como sigue:

Capa principal, cerca de 80% del total:

HDPE de i.f. = aproximadamente 0,2, y densidad = aproximadamente 0,95 g ml<sup>-1</sup>.

Capa de la superficie exterior = capa de laminación, aproximadamente 20% del total:

un copolímero de etileno que empieza a fundirse a aproximadamente 95°C.

30 Relación de soplado, aproximadamente 1:2:1.

La película tubular aplanada se estira longitudinalmente a aproximadamente 30°C en una relación de aproximadamente 3:1, medida después del relajamiento y la estabilización por medio de calor. Este estiramiento se realiza en varias etapas entre rodillos de estiramiento muy estrechamente espaciados, como se conoce en la técnica. Después del estiramiento, el calibre de la película es para una medida de 0,040 mm. Esta película tubular estirada en frío se usa para todas las muestras de laminado cruzado que se producen en este Ejemplo y en el Ejemplo 3.

Los experimentos comparativos se realizan como sigue:

a) la película tubular longitudinalmente orientada se "semi-fibrila", se corta helicoidalmente a un ángulo de 45°, y luego se laminada de forma cruzada,

40 b) proceso similar al de a), excepto que la película no se "semifibrila",

c) como el proceso a), pero el ángulo de corte es de 63°, lo que el inventor prefiere normalmente,

d) proceso similar a c) , excepto que la película no se "semifibrila".

La "semifibrilación" (estiramiento por segmentos entre rodillos ranurados) se realiza como se describe en el Ejemplo 1, pero se señala que en el Ejemplo 1 la semi-fibrilación se lleva a cabo antes del estiramiento longitudinal en frío, y en este Ejemplo (y en el siguiente), después del estiramiento longitudinal en frío. La laminación más el encogimiento se realizan como se explica en el Ejemplo 1, excepto que la temperatura de la película durante la laminación es ligeramente más alta, a saber de 105°C. El sistema de unión es el que en la descripción se llama sistema de unión 1.

Detalles de las condiciones del procedimiento y los resultados del ensayo aparecen en las Tablas después del

Ejemplo 5. La comparación entre las muestras "semi-fibriladas" y "no semi-fibriladas" se basan aquí en la resistencia a la propagación del desgarrado, medida con una prueba modificada de rasgadura de lengua. Las modificaciones, comparadas con el método ASTM, consisten en una mayor velocidad de rasgado (véanse las Tablas) y las diferentes dimensiones de las probetas, a saber: tamaño de la muestra, 100 mm x 100 mm, y profundidad de la incisión 30 mm. Los resultados de la prueba de rasgadura que aparecen en las Tablas muestran un efecto positivo significativo de las bandas más delgadas producidas por medio de la "semi-fibrilación". Además de esto, las muestras que no están "semi-fibriladas" muestran una tendencia muy fuerte a rizarse, mientras que las muestras "semi-fibriladas" prácticamente no muestran tal tendencia. Finalmente, las muestras "semi-fibriladas" muestran un elegante patrón parecido a un textil debido a la apariencia diferente del micro-espaciado en los grabados al relieve y en las bandas más delgadas. Este efecto de apariencia parecida a un textil es relativamente débil, lo cual puede ser preferible, pero si se desea una apariencia de textil dominante, ésta puede lograrse añadiendo pigmento en el procedimiento de extrusión.

Los exámenes en secciones transversales al microscopio muestran que el grosor de las bandas delgadas es en promedio 30% el grosor de los relieves adyacentes, y la anchura de las bandas delgadas es en promedio 30% la anchura de los relieves adyacentes, por lo tanto el volumen de las redes delgadas es de aproximadamente 9% del volumen de los relieves.

### Ejemplo 3

Éste se realiza como el Ejemplo 2, excepto que el procedimiento de laminación, que ahora tiene lugar por medio de la unión por puntos, al cual en la descripción de la figura 3 se llama "sistema de unión 3". Sólo se lamina la película cortada a un ángulo de 63°. Como en el Ejemplo 2, se comparan los laminados cruzados con capas "semi-fibriladas" y los laminados cruzados con capas "no semi-fibriladas".

El procedimiento y el aparato de laminación/encogimiento se desvían de lo que se describe en el Ejemplo 1 con referencia a la figura 11, en que los rodillos (12) y (13) están adaptados para producir una unión por puntos. El rodillo de laminación (12) es un rodillo ranurado con ranuras circulares de paso de 1,5 mm, que tiene crestas planas de 0,5 mm de grosor. El rodillo (13) de laminación cubierto de caucho también es un rodillo ranurado, pero con ranuras que se extienden axialmente, paso de aproximadamente 1,5 mm y que tiene crestas planas de 0,7 mm de grosor. La dureza de estos dientes es de aproximadamente 70 ShoreA.

La temperatura de las capas durante la laminación se ajusta a 1050°C. La presión de laminación y la tensión a la cual la película laminada es extraída del rodillo (13) se mantienen bajas.

Los experimentos comparativos se eligen como sigue:

- e) la película tubular aplanada orientada longitudinalmente se "semi-fibrila", se corta helicoidalmente bajo 63°, y luego se lama de forma cruzada,
- f) proceso similar a e), excepto en que la película no se "semi-fibrila".

Otros detalles del procedimiento y de los resultados de la prueba comparativa en forma de resistencia a la propagación del rasgado bajo rasgado rápido, aparecen en las Tablas después del Ejemplo 5. También en este Ejemplo las muestras "semi-fibriladas" son claramente más fuertes a este respecto que las "no semi-fibriladas". Las dimensiones de las bandas delgadas y de los relieves, cuando se estudian al microscopio, parecen iguales a las dimensiones encontradas en el Ejemplo 2.

### Ejemplo 4

Este Ejemplo ilustra la fabricación de un laminado cruzado muy delgado de acuerdo con la invención, con el sistema de unión que en la descripción de la figura 3 se llama "sistema de unión 2".

La película tubular extrudida tiene un grosor de sólo 0,015 mm.

Composición:

Capa principal, 60% del total:

HDPE de  $d = 0,95$  e i.f. = 0,2.

Capa de superficie interior (capa sellada con calor), 20% del total: LLDPE de i.f. = 1,0.

Capa de superficie exterior (capa de laminación), 85% de LLDPE (i.f. = 1,0) + 15% de LLDPE de metaceno (i.f. = 1,0).

Este LLDPE de metaceno tiene un intervalo de fusión de aproximadamente 50 - 60°C. La relación de soplado durante la extrusión era de aproximadamente 2:1 y la relación de estirado de aproximadamente 40:1. El tubo

aplanado se estiró longitudinalmente en una línea, en la cual primero se suministró con pliegues delgados. Este "estiramiento de pliegue" ha sido mencionado en la descripción general. El estiramiento tuvo lugar entre rodillos cubiertos de caucho de diámetro de sólo aproximadamente 30 mm, que fueron soportados por rodillos más pesados.

- 5 Después de este estiramiento, esta película tubular fue "semi-fibrilada" exactamente como en los Ejemplos 2 y 3, y luego fue cortada helicoidalmente a un ángulo de 63°.

La laminación sin encogimiento se realizó como un procedimiento de primera laminación separado, por medio del aparato que se muestra en la figura 12, y se realizó un procedimiento adicional de encogimiento después de la laminación, por medio del aparato que se muestra en la figura 11.

- 10 El aparato de la figura 12 se desvía del de la Figura 11 por un primer rodillo contador (16) de laminación cubierto de caucho y no laminado, que sirve para eliminar el aire atrapado y para poner las capas en buen contacto con el rodillo caliente (12). El rodillo (16) es presionado suavemente hacia el rodillo (12) por un medio neumático.

Calibre final del laminado: 19  $\mu\text{m}$ .

- 15 En este Ejemplo, la temperatura de la película durante la laminación ha sido de sólo 70°C para evitar un encogimiento irregular. Después de la laminación (es decir, unión más fuerte) con el aparato de la figura 11, se realizó con el laminado calentado a aproximadamente 90°C. Otros detalles del procedimiento aparecen en las Tablas. El laminado cruzado fabricado tenía un calibre medio de 19  $\mu\text{m}$ .

- 20 El examen al microscopio de las secciones transversales mostró que el grosor de las bandas delgadas es en promedio el 25% del grosor de los relieves adyacentes, y la anchura de las bandas delgadas es en promedio el 20% de la anchura de los relieves adyacentes, por lo tanto el volumen de las bandas delgadas es de aproximadamente el 5% del volumen de los relieves.

#### Ejemplo 5

Este Ejemplo ilustra la fabricación de un laminado cruzado similarmente delgado de acuerdo con la invención, pero con el sistema de unión que en la descripción de la figura 3 se llama "sistema de unión 5".

- 25 Respecto de la composición de la película, las condiciones de extrusión y la "semifibrilación", el Ejemplo es similar al Ejemplo 4, pero la laminación se realizó a 70°C, prácticamente sin encogimiento con el aparato de la figura 11.

Después de la laminación no se aplicó encogimiento alguno. Para obtener una resistencia de unión adecuada, ni demasiado alta ni demasiado baja, el contenido de LLDPE de metaceno en la capa de laminación coextrudida, que en el Ejemplo 4 era de 15%, en este caso aumentó al 30%.

- 30 Calibre final del laminado: 19  $\mu\text{m}$ .

Las dimensiones de las bandas delgadas y de los relieves, cuando se estudiaron al microscopio, aparecen iguales a las dimensiones que se encuentran en el Ejemplo 4.

#### Tabla de resultados de rasgado

d.m. = dirección de la máquina; d.t. = dirección transversal; d.d. = dirección diagonal.

- 35 a) Ángulo de corte de 45°, no "semi-fibrilado", rodillos de laminación suaves, calibre final de 0,08 mm.  
 b) Ángulo de corte de 45°, "semi-fibrilado", rodillos de laminación suaves, calibre final de 0,06 mm.  
 c) Ángulo de corte de 63°, no "semi-fibrilado", rodillos de laminación suaves, calibre final de 0,08 mm.  
 d) Ángulo de corte de 63°, "semi-fibrilado", rodillos de laminación suaves, calibre final de 0,06 mm.  
 e) Ángulo de corte de 63°, no "semi-fibrilado", rodillos de laminación ondulados, calibre final de 0,08 mm.  
 f) Ángulo de corte de 63°, "semi-fibrilado", rodillos de laminación ondulados, calibre final de 0,06 mm.

Velocidad de rasgado: 15 cm por s.

En el cálculo de % de mejoras se ha conservado la reducción de 25% del calibre por la "semi-fibrilación".

		1 <sup>er</sup> ensayo (N)	2 <sup>o</sup> ensayo (N)	3 <sup>er</sup> ensayo (N)	4 <sup>o</sup> ensayo (N)	media (N)	% de mejora
a)	d.m.	3,0	4,0	3,0		3,3	
b)	d.m.	10,0	6,0	9,0		8,3	235
a)	d.t.	3,6	4,9	3,0		3,8	
b)	d.t.	6,8	6,3	5,2		6,1	115
a)	d.d.	3,8	3,2	3,9		3,6	
b)	d.d.	7,6	5,6	6,0		6,4	140

c)	d.m.	9,2	5,6	6,5		7,1	
d)	d.m.	10,5	8,0	20,0		12,8	140
c)	d.t.	5,0	2,8	6,5		4,8	
d)	d.t.	22	35	11,5		22,8	535
c)	d.d.	6,5	4,0	8,0		6,2	
d)	d.d.	14,2	11,0	10,5		11,9	155

e)	d.m.	26,0	24,3			25,2	
f)	d.m.	27,0	52,0	45,0		41,3	120
e)	d.t.	20,0	21,2	27,0	13,0	20,3	
f)	d.t.	> 40	15,0	27,0	> 47	> 32,3	115
e)	d.d.	39	37	8,0		28	
f)	d.d.	15,5	79	46	74	53,6	150

Los porcentajes se refieren a las dimensiones de las películas extrudidas antes de la etapa del procedimiento mencionado.

**Tabla de mediciones de estiramiento y encogimiento**

Anchura	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 2, muestra a)	Ejemplo 2, muestra b)	Ejemplo 2. muestra c)	Ejemplo 2, muestra d)	Ejemplo 3, muestra e)	Ejemplo 3, muestra f)
después de estiramiento d.m.	80%	79%						
después de estiramiento por segmentos	140%	152%		135%		138%		136%
después de laminación	95%	89%	96%	93%	90%	88%	86%	85%
después de "encogimiento posterior"	93%							

Longitud

después de estiramiento d.m.	190%	195-180%						
después de estiramiento por segmentos	95%	97%		100%		100%		100%
después de laminación	98%	96%	95%	90%	100%	98%	98%	95%
Después de "encogimiento posterior"	99%							

## REIVINDICACIONES

- 1.- Un laminado cruzado caracterizado porque comprende al menos dos capas orientadas A y B, cada una de las cuales consiste en un material de polímero termoplástico, orientada cada una biaxialmente con una dirección dominante y en la cual A está sellada por calor a B a través de una o más capas de laminación, donde se ha establecido ya sea una unión débil de la totalidad, o un patrón de unión que alterna con no unión, o de unión relativamente fuerte que alterna con unión relativamente débil, y por lo que cada una de A y B comprende una disposición ordenada de relieves lineales distribuidos sobre la superficie de la película con una división no mayor que 2 mm, integralmente conectados por bandas (4) lineales más delgadas, donde cada una, en volumen, es de menos del 50% del promedio de los dos relieves adyacentes, entendiéndose el delineado entre un relieve y una región delgada adyacente como la ubicación en la que el grosor de la capa es el promedio entre la parte más gruesa de dicho relieve y la parte más delgada de dicha banda, y en donde la porción principal de la sección transversal de cada relieve está orientada uniaxialmente lo suficiente para lograr dominar la dirección de la orientación de A, mientras que las bandas más delgadas están orientadas biaxialmente, en donde, en la distribución uniforme sobre el área del laminado, al menos 50% de las áreas de las bandas lineales más delgadas en A y en B no están unidas, o están unidas débilmente, de modo que la unión pueda eliminarse flexionando y frotando a mano repetidamente, y en que la mayoría de cada una de las uniones de relieve a relieve es al menos tan fuerte como la más fuerte de las uniones de banda delgada a banda delgada inmediatamente adyacentes, determinado por desprendimiento a temperatura ambiente.
- 2.- Un laminado cruzado de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que, o bien la unión está confinada a los relieves solos, o la unión de relieve a relieve es más fuerte que la unión entre las bandas más delgadas adyacentes.
- 3.- Un laminado cruzado de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que dicho sistema de unión está confinado a regiones, cada una de las cuales comprende varios relieves y bandas más delgadas, mientras que el resto del área del laminado no esta unida.
- 4.- Un laminado cruzado de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que las bandas más delgadas están completamente desunidas, y los relieves están completamente unidos, pero esta unión de relieve a relieve es más fuerte dentro regiones cada una de las cuales incluye varios relieves y varias bandas más delgadas, que la fuerza de la unión de relieve a relieve fuera de estas regiones.
- 5.- Un laminado cruzado de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3 , caracterizado por que existen dos series de relieves X e Y, en que los relieves X son más gruesos que los relieves Y, en donde cada una de las bandas delgadas (4) es adyacente a un relieve X y a un relieve Y, y por que la unión está confinada a los relieves X solo, o la unión de relieve X a relieve X es más fuerte que la unión de relieve Y a relieve Y.
- 6.- Un laminado cruzado de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dentro de regiones uniformemente distribuidas sobre el área del laminado y comprendiendo cada una de ellas varios relieves y varias bandas más delgadas, las capas están tan fuertemente unidas que las porciones unidas no pueden ser separadas después de flexión y frotamiento repetidos, mientras que en el resto del laminado A y B no están unidas o están unidas tan débilmente que la unión se puede eliminar mediante un tratamiento de este tipo.
- 7.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el laminado comprende regiones no unidas que forman solturas, la extensión de la soltura está limitada de tal modo que, cuando se observa en una sección perpendicular a la extensión de los relieves y las bandas, la anchura de la soltura medida a lo largo de la superficie real de la película es a lo sumo de 0,5 mm, preferiblemente a lo sumo de 0,3 mm y más preferiblemente, a lo sumo 0,2 mm mayor que la distancia directa entre las uniones de las solturas.
- 8.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el grosor promedio de cada una de dichas bandas más delgadas es no mayor a 80%, y preferiblemente entre 25-50% del grosor máximo de los relieves adyacentes.
- 9.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la anchura de los relieves generalmente es de no más de 1 mm, preferiblemente de no más de 0,5 mm, y aún más preferiblemente, está en la región de 0,05-0,2 mm.
- 10.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la anchura de cada región más delgada es al menos el 50% del grosor máximo de los dos relieves adyacentes, preferiblemente no es menor que el 25% de la anchura promedio de los dos relieves adyacentes.
- 11.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el grado de orientación uniaxial en los relieves y las temperaturas a la que ésta se ha establecido han sido limitados a tal medida que durante la lenta propagación de rasgaduras cada una de las capas A y B se reorienta en lugar de fibrilarse en el lugar en el que se propaga la rasgadura.
- 12.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que su

grosor promedio es no mayor que 0,05 mm.

13.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la capa de laminación es una capa coextrudida en A y/o en B.

5 14.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, caracterizado por que la capa de laminación ha sido aplicada por medio de laminación por extrusión.

15.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que A y/o B consisten principalmente en HDPE de peso molecular alto o medio alto o de PP cristalino de peso molecular alto o medio alto.

10 16.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que A y B se suministran con micro-espacios en los cuales las bandas más delgadas pueden perforar a las capas para hacer transpirable al laminado cruzado.

17.- Un laminado cruzado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se suministra con microporos, preferiblemente confinadas a las bandas más delgadas.

18.- Un método de fabricación de un laminado cruzado que comprende al menos dos capas orientadas A y B, cada una de las cuales consiste en material de polímero termoplástico, en cuyo método cada una de las capas es orientada biaxialmente en varias etapas con una dirección dominante y en el que A es sellada por calor a B a través de una capa de laminación, con lo cual se forma ya sea una unión débil completa, o un patrón de unión que alterna con no unión, o de unión relativamente fuerte que alterna con unión relativamente débil, y con lo cual cada una de A y B es estirada por segmentos para formar una disposición ordenada de relieves lineales distribuidos sobre la superficie de la película con una división no mayor que 2 mm, conectados íntegramente por medio de bandas lineales más delgadas, cada una de las cuales es en volumen menor que 50% del promedio de los dos relieves adyacentes y que después de la terminación de las operaciones de estiramiento han adquirido orientación biaxial, entendiéndose el delineado entre un relieve y una región delgada adyacente como la ubicación por la cual el grosor de la capa es el promedio entre la parte más gruesa de dicho relieve y la parte más delgada de dicha banda, y método en el cual la porción principal de la sección transversal de cada uno de los relieves se vuelve orientada uniaxialmente lo suficiente como para lograr dominar la dirección de la orientación de A, en donde, distribuidas de manera homogénea sobre el área del laminado, al menos 50% de las áreas de las bandas más delgadas en A y en B no está unido o está débilmente unido de modo que la unión puede ser eliminada por la flexión y frotamiento a mano repetidamente, y la mayoría de cada una de las uniones de relieve a relieve es al menos tan fuerte como la más fuerte de las uniones de banda delgada a banda delgada inmediatamente adyacentes, determinado por desprendimiento a temperatura ambiente.

19.- Un método de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado por que antes de la laminación, la capa A es estirada longitudinalmente por completo en general de manera uniaxial, mientras que la capa B es estirada transversalmente por completo en general de manera uniaxial y la capa A es estirada transversalmente de una manera por segmentos preferiblemente entre rodillos ranurados entrelazados que tienen surcos circulares o que tienen surcos helicoidales de un paso bajo en comparación con el radio de los rodillos, mientras que la capa B es estirada longitudinalmente por segmentos preferiblemente entre rodillos ranurados entrelazados que tienen surcos que se extienden axialmente o de forma ligeramente helicoidal, realizándose dicho estiramiento por segmentos de A y B ya sea antes de, o de manera subsiguiente al estiramiento completo de la capa, o entre dos etapas del estiramiento completo de la capa, y opcionalmente la capa A y/o la capa B es/son estabilizada(s) térmicamente antes de su laminación.

20.- Un método de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado por que antes de la laminación, cada una de las capas A y B es estirada longitudinalmente por completo en general de manera uniaxial, mientras que está en su forma tubular o forma tubular aplanada, y la capa, mientras está en la forma tubular aplanada, es estirada transversalmente por segmentos preferiblemente entre rodillos ranurados entrelazados que tienen surcos circulares o que tienen surcos helicoidales de un paso bajo en comparación con el radio de los rodillos, realizándose dicho estiramiento por segmentos ya sea antes de o de manera subsiguiente al estiramiento completo, o entre dos etapas del estiramiento completo, y opcionalmente la capa A y/o la capa B es/son estabilizada(s) térmicamente después de la terminación de las etapas de estiramiento, y subsiguientemente cada una de las capas A y B es cortada helicoidalmente para formar una banda que tenga su dirección principal de orientación a un ángulo de su dirección longitudinal, y finalmente la laminación de A y B se realiza continuamente con las direcciones de orientación principal de A y B dispuestas en ángulo entre sí.

21.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18, 19 y 20, caracterizado por que las bandas lineales más delgadas se producen por medio de rodillos ranurados entrelazados que realizan un estiramiento por segmentos generalmente longitudinal o generalmente transversal de la capa, caracterizado por que cada una de las crestas en las superficies ranuradas de los rodillos de al menos uno de los rodillos tiene dos bordes, cada uno de los cuales es suficientemente afilado para producir dicha banda lineal más delgada en la capa.

22.- Un método de acuerdo con la reivindicación 21, caracterizado por que dichos dos bordes sobresalen para

limitar el contacto entre la capa y los rodillos ranurados a las porciones del borde de las crestas.

23.- Un método de acuerdo con la reivindicación 22, caracterizado por que los rodillos ranurados son calentados, preferiblemente hasta 60-80°C, mientras que la banda se alimenta sobre los rodillos a una temperatura menor, p. ej., de aproximadamente 20-45°C, para calentar selectivamente la capa en las porciones de borde de las crestas del rodillo ranurado.

24.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 21, 22 y 23, caracterizado por que el paso de los rodillos ranurados es de menos de 5 mm, preferiblemente de entre 0,8 – 1,2 mm, y la distancia de uno al otro de dichos dos bordes de la cresta está preferiblemente entre 0,3 – 0,5 mm, y el radio de curvatura de los bordes afilados está preferiblemente en el intervalo de 20 a 50  $\mu\text{m}$ .

10 25.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 21-24, en el que el estiramiento por segmentos es un estiramiento transversal entre primeros rodillos ranurados circulares, caracterizado por que, antes de o subsiguentemente a este estiramiento por segmentos, la capa se somete a un segundo estiramiento por segmentos entre segundos rodillos ranurados, en donde dichos segundos rodillos ranurados

- a) producen solamente una zona de estiramiento en cada una de las crestas,
- 15 b) tienen bajo las condiciones de operación exactamente el mismo paso que los primeros rodillos ranurados, y
- c) están en alineación exacta con los primeros rodillos ranurados, de modo que cada una de las zonas de estiramiento formada por los segundos rodillos ranurados cae entre, o se junta con las dos zonas de estiramiento formadas en los bordes de una cresta de los primeros rodillos ranurados.

20 26.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-25, caracterizado por que el aparato, la presión y la temperatura de laminación se adaptan para producir la unión en puntos o regiones lineales, de modo que dentro de cada punto o región lineal, A y B o bien se unen de manera uniforme por completo una con la otra, o se unen una con la otra en un patrón de unión/no unión, o de unión fuerte/unión más débil, correspondiente al patrón de relieves/bandas más delgadas, mientras que el resto del laminado se mantiene no unido o unido de forma más débil que la unión promedio dentro de esos puntos o regiones lineales, con referencia a la prueba de desprendimiento a 20°C.

27.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-26, caracterizado por que dicha capa o capas de unión es/son coextrudida(s) sobre A y/o B.

30 28.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-26, caracterizado por que dicha capa de unión se ha aplicado en un procedimiento de laminación por extrusión.

29.- Un método de acuerdo con la reivindicación 27, caracterizado por que se logra un patrón de unión en puntos o regiones lineales por coextrusión de la capa de laminación en la capa A y en la capa B en forma de una disposición ordenada de tiras estrechas estrechamente espaciadas, opcionalmente con una segunda capa de laminación continua coextrudida entre dichas tiras y el resto de la capa, con lo cual en el laminado final las tiras en A forman un ángulo con las tiras en B, mientras que el aparato de laminación se adapta para laminar las capas bajo una temperatura global generalmente uniforme, y dicha capa o capas y la temperatura y presión de laminación se adaptan de modo que, dentro de cada punto o región lineal, A y B o bien se unen de manera uniforme entre sí por completo, o se unen entre sí en un patrón de unión/no unión o de unión más fuerte/unión más débil, correspondiente al patrón de relieves/bandas más delgadas, mientras que el resto del laminado se mantiene no unido o unido más débilmente que la unión promedio dentro de dichos puntos o regiones lineales, con referencia a la prueba de desprendimiento a 20°C.

35 40 45 30.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-29, caracterizado por que el grado de orientación uniaxial en los relieves a las temperaturas a las que se lleva a cabo la orientación uniaxial está limitado de modo que durante la lenta propagación de la rasgadura en el laminado cruzado final, cada una de las capas A y B se reorienta en lugar de fibrilarse en el lugar en el que se propaga la rasgadura.

31.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-30, caracterizado por que, durante o después de la laminación por calor, se permite o se hace que el laminado encoja a lo largo de al menos una de las direcciones principales de orientación.

50 32.- Un método de acuerdo con la reivindicación 31, caracterizado por que entre las etapas de estiramiento y la etapa de laminación, las bandas más delgadas en A y/o en B se estabilizan selectivamente por calor con aire caliente, mientras que los relieves se mantienen a una temperatura menor por medio del contacto con una superficie enfriada, realizándose la estabilización hasta un grado tal que causa o potencia la formación de solturas durante los encogimientos, p. ej., las bandas pueden ser fundidas en parte durante el calentamiento.

33.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-31, caracterizado por que las solturas

formadas en el laminado se separan mediante calentamiento con aire caliente al tiempo que se enfriá el resto del laminado poniendo en contacto el laminado con un rodillo enfriado.

5 34.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-33, caracterizado por que la capa A y/o la capa B se suministran con micro-espacios internos por medio de una mezcla de un polvo adecuado y/o la selección de las condiciones para las etapas de estiramiento, método que puede realizarse hasta un grado tal que los espacios perforen las bandas más delgadas, para hacer transpirable al laminado cruzado.

10 35.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-34, caracterizado por que la capa A y/o la capa B consiste(n) principalmente en HDPE o PP de peso molecular alto o medio alto, y la mayor parte de la orientación en el estado sólido en la dirección de los relieves en dicha capa o capas se realiza a una temperatura de alrededor de 0 o de menos de 50°C.

36.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-35, caracterizado por suministrar al laminado con micro-perforaciones.

15 37.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 18-36, caracterizado por que la capa de unión se selecciona en forma de una mezcla de dos o más polímeros compatibles de intervalos de fusión significativamente diferentes, comenzando a fundir el de menor punto de fusión de dichos polímeros mezclados a una temperatura a la que la orientación producida en las porciones principales de cada una de las capas no se verá perturbada, seleccionándose la relación de mezcladura y la temperatura de laminación para producir el equilibrio deseado entre resistencia a la deslaminación y la resistencia a la propagación de la rasgadura.

Fig. 1

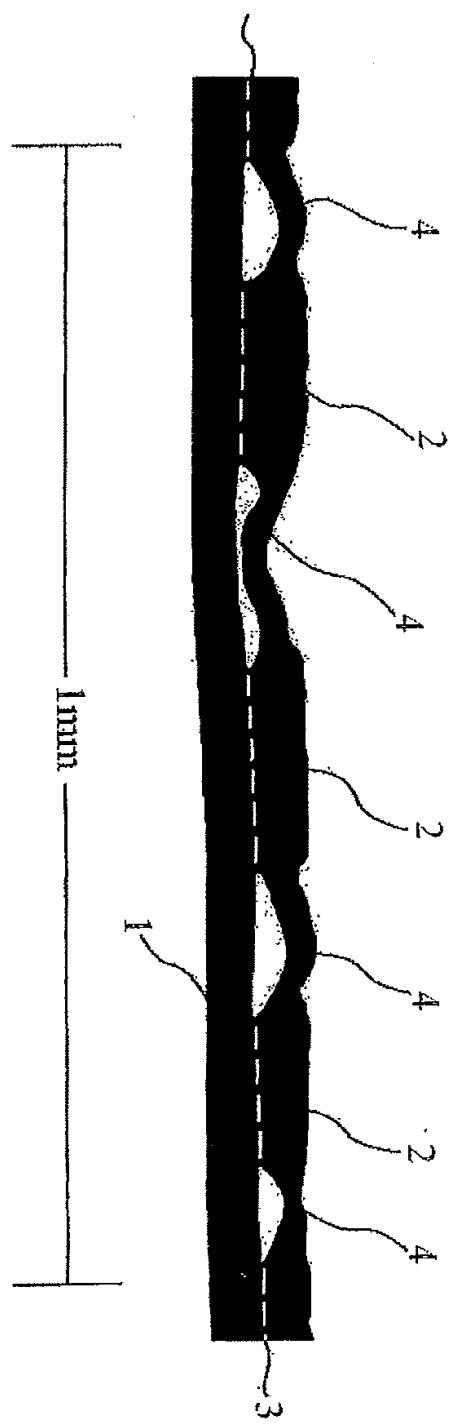


Fig.2

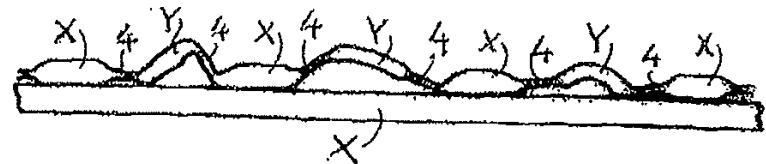


Fig.8

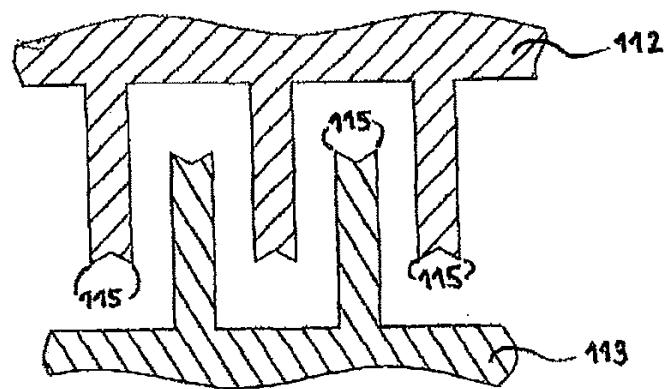


Fig. 7

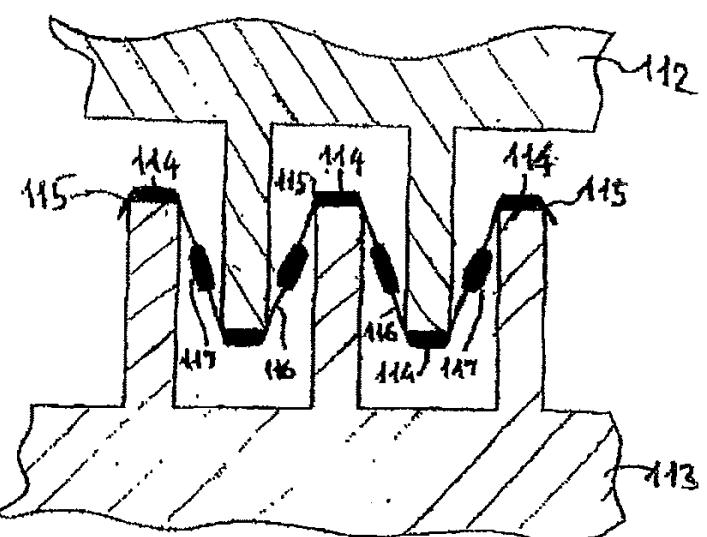


Fig.4

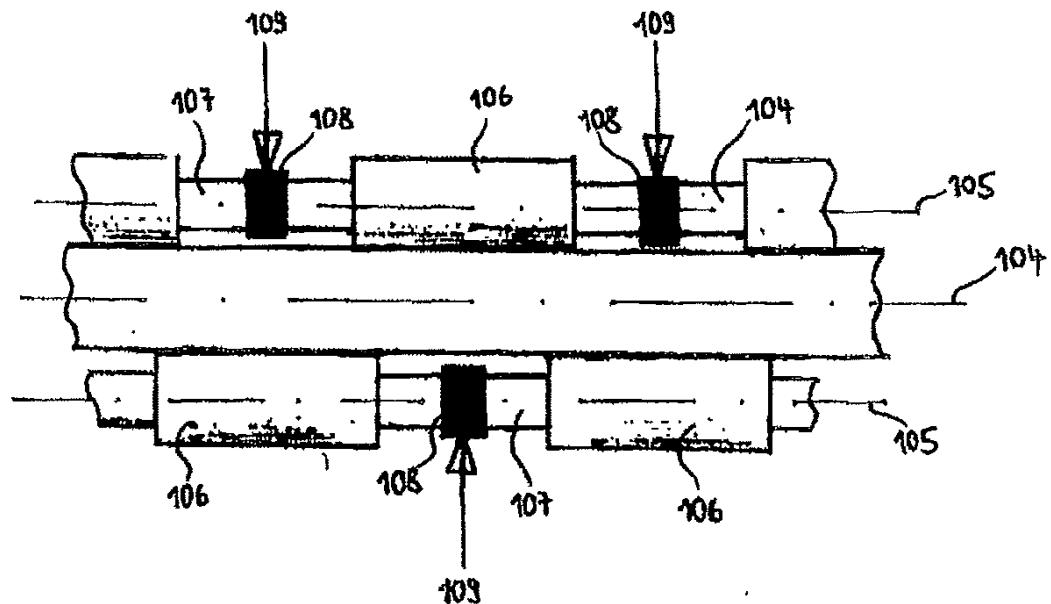


Fig. 3

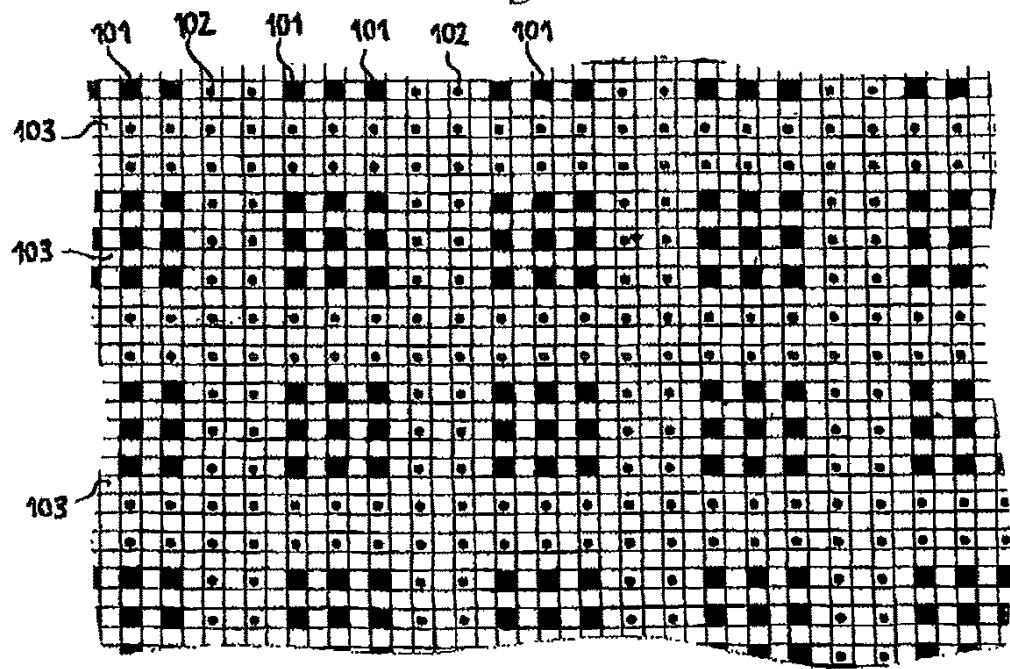


Fig. 6

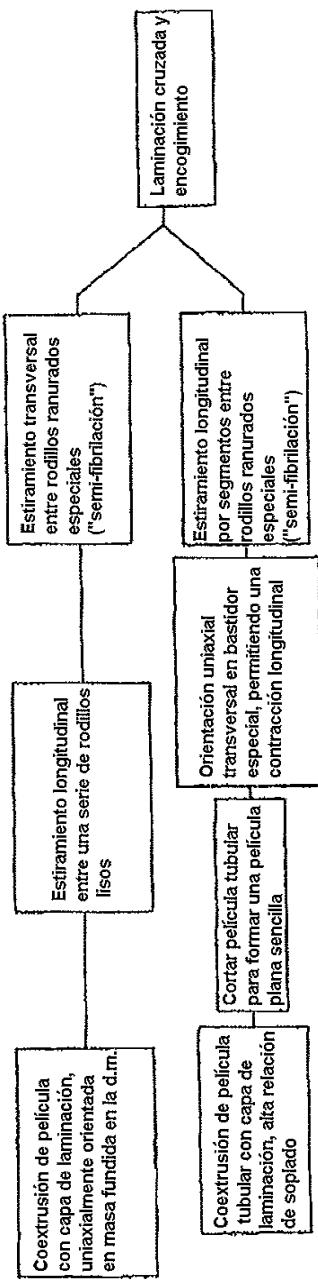


Fig. 5

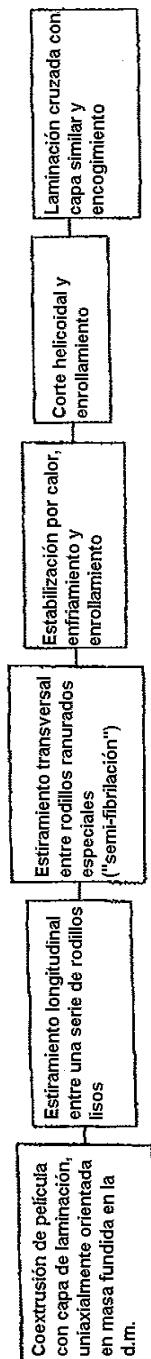


Fig. 9

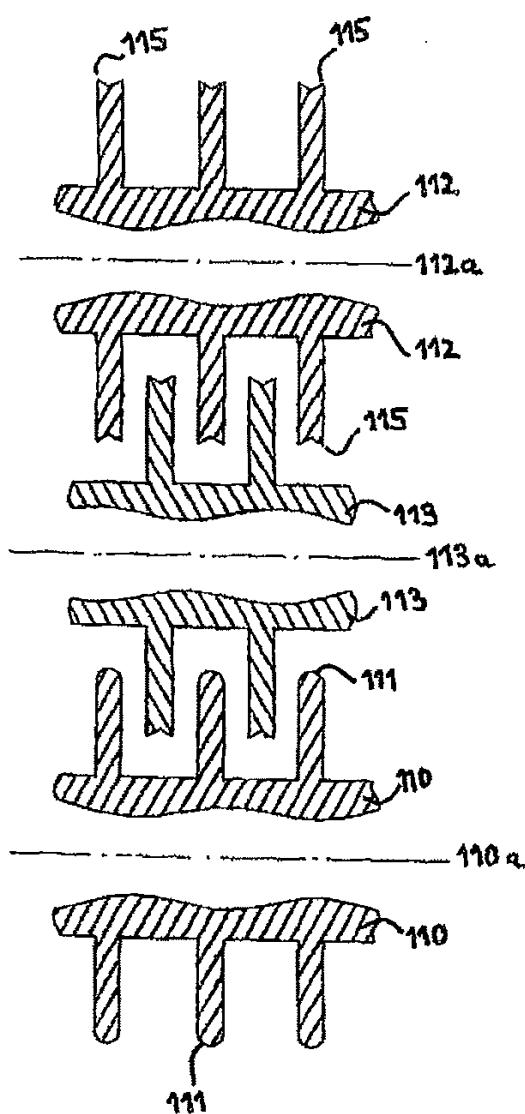


Fig. 10

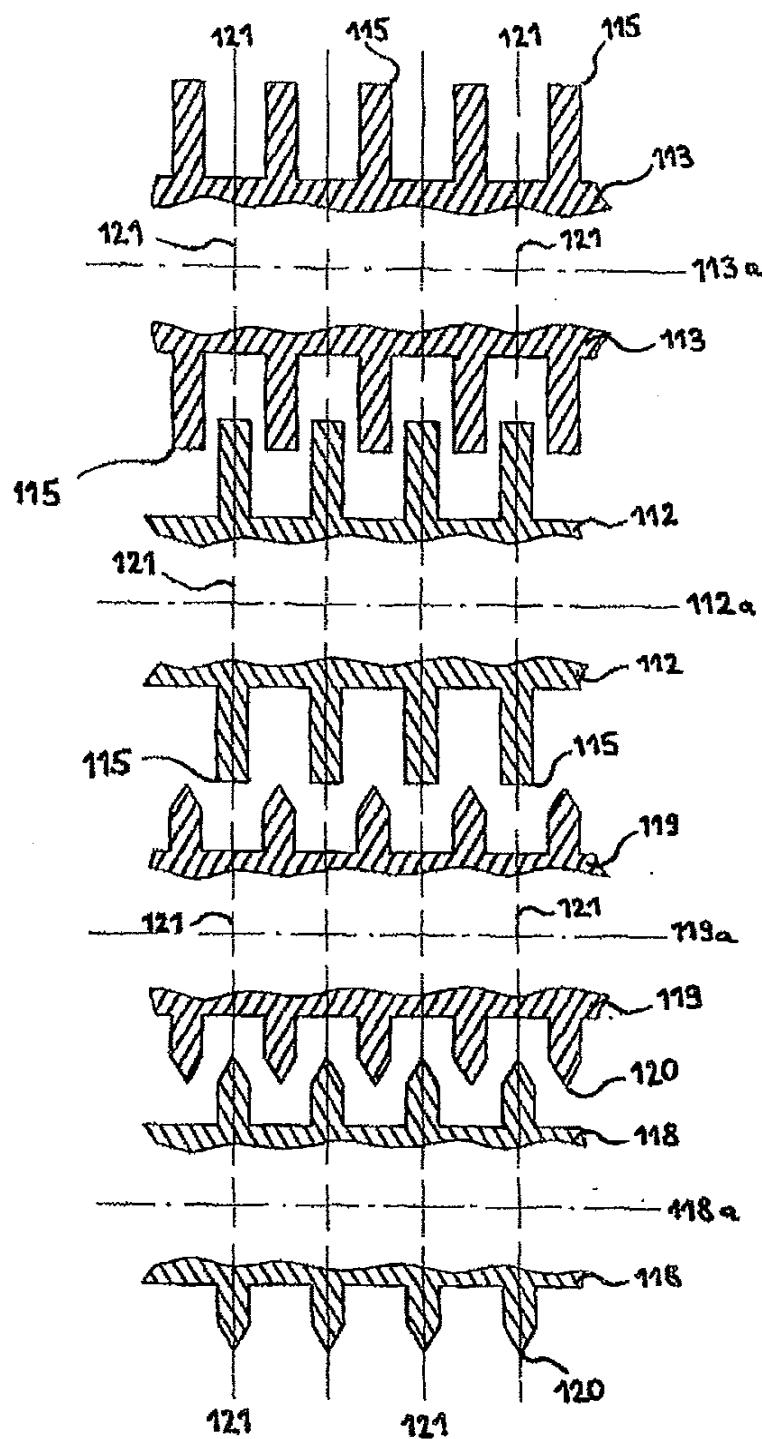


Fig. 11

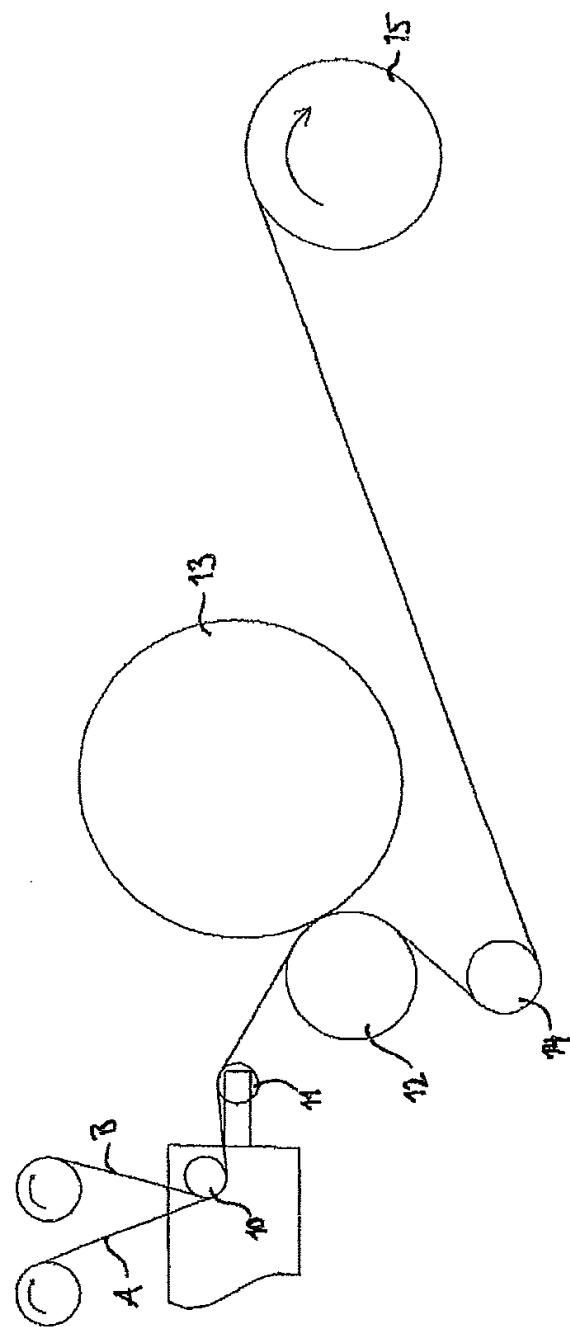


Fig. 12

