

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 463**

51 Int. Cl.:

B32B 27/06 (2006.01)

B29C 43/00 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2009 E 09799069 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2358528**

54 Título: **Artículo antibalístico transparente y método para su preparación**

30 Prioridad:

11.12.2008 EP 08021500

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

02.06.2014

73 Titular/es:

**DSM IP ASSETS B.V. (100.0%)
Het Overloon 1
6411 TE Heerlen, NL**

72 Inventor/es:

**DORSCHU, MARKO;
BULTERS, MARKUS JOHANNES HENRICUS;
STROEKS, ALEXANDER ANTONIUS MARIE y
STOLK, JAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 464 463 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

Artículo antibalístico transparente y método para su preparación.

La invención se refiere a un método para la preparación de un artículo antibalístico transparente y a un artículo antibalístico transparente resistente.

5 Los artículos antibalísticos transparentes están diseñados para ser ópticamente transparentes y, no obstante, proteger contra fragmentación o un impacto balístico. Los ejemplos incluyen ventanas y visores blindados transparentes que no sólo necesitan hacer que fracase la amenaza designada, sino también proporcionar una capacidad multiimpacto con distorsiones mecánicas y visuales minimizadas.

10 Se han hecho intentos para proporcionar artículos de materiales intrínsecamente transparentes, tales como, por ejemplo, policarbonato, poliuretano o vidrio plano laminado, con propiedades antibalísticas, por ejemplo aumentando el espesor del artículo. Sin embargo, esto es poco práctico, ya que aumenta el peso e impone limitaciones de espacio. Asimismo, el nivel de protección antibalística ofrecido es generalmente demasiado bajo, y existe la necesidad de aumentar el nivel de prestaciones antibalísticas para tales artículos.

15 Por tanto, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un artículo antibalístico transparente con una combinación mejorada de transparencia y prestaciones antibalísticas, y un método para la preparación de tal artículo antibalístico transparente.

20 Este objeto se consigue según la invención con un método para la preparación de un artículo antibalístico transparente, comprendiendo el método (a) habilitar una pluralidad de capas de película polímera preferiblemente anisótropa; (b) apilar las capas de película preferiblemente anisótropa para formar un conjunto de ellas; (c) comprimir el conjunto así formado a una temperatura y presión suficientemente altas para consolidar las capas de película, en donde la temperatura no está más de 50°C, preferiblemente no más de 25°C, incluso más preferiblemente no más de 10°C por debajo de la temperatura de fusión del polímero y la presión es preferiblemente de al menos 80 MPa, más preferiblemente al menos 100 MPa, y es lo suficientemente alta como para obtener una transparencia óptica de al menos un 50% de transmisión, tal como se definirá más adelante.

25 Los artículos para los cuales la transparencia óptica está por debajo de este nivel de al menos un 50% de transmisión se denominan ópticamente translúcidos en el contexto de la presente invención, con lo cual se quiere dar a entender que la luz atraviesa el artículo, pero las imágenes son borrosas a una importante dispersión de la luz.

30 Un artículo antibalístico producido por el método de la invención proporciona la combinación deseada de transparencia y prestaciones antibalísticas. El nivel de transparencia que puede conseguirse es sorprendente debido a que el artículo producido comprende una pluralidad de capas de película polímera preferiblemente anisótropa que definen una pluralidad de interfaces entre las capas. Dado que la luz es fácilmente dispersada en estas interfaces, cabría esperar una transparencia reducida en comparación con un artículo monolítico.

35 Las capas de película polímera a utilizar en el método de la invención son preferiblemente anisótropas. Por anisótropo se quiere dar a entender en el contexto de la presente solicitud que pueden definirse dos direcciones mutuamente perpendiculares en el plano de la película, para las cuales el módulo de elasticidad en una primera dirección es al menos 3 veces más alto que el módulo de elasticidad en la dirección perpendicular a ella. En general, dicha primera dirección de las capas de película polímera preferiblemente anisótropa se denomina también en el ramo dirección de la máquina o dirección de estirado (o dirección de orientación), teniendo esta dirección las más altas propiedades mecánicas.

40 En un método preferido según la invención se apilan para formar el conjunto una pluralidad de hojas de material multiestratificado de pilas consolidadas de la capa de película polímera anisótropa, en donde la dirección de orientación, es decir, la dirección de la máquina, de dos capas de película consecutivas en la pila difiere en un ángulo α . Aunque el ángulo α puede seleccionarse dentro de amplios intervalos, el ángulo α está preferiblemente entre 45 y 135°, mas preferiblemente entre 65 y 115° y muy preferiblemente entre 80 y 100°. En el último intervalo preferido un ángulo α particularmente preferido es de aproximadamente 90°, ya que se obtiene entonces un artículo balístico que tiene una combinación óptima de propiedades antibalísticas y transparencia. Una hoja de material de capas de película polímera anisótropa, en la que la dirección de orientación de dos capas de película consecutivas difiere en un ángulo $\alpha = 90^\circ$, se denota como contrachapado cruzado en el ramo.

50 La hoja de material multicapa según la invención comprende preferiblemente al menos 2 capas de película polímera, preferiblemente al menos 4 capas de película polímera, más preferiblemente al menos 6 capas de película polímera, aún más preferiblemente al menos 8 capas de película polímera y muy preferiblemente al menos 10 capas de película polímera. El aumento del espesor de las capas de película polímera en la hoja de material multicapa de la invención simplifica la fabricación de artículos a partir de estas hojas de material, por ejemplo planchas antibalísticas. Hasta ahora, no se consideraba ni era posible utilizar tal hoja de material multicapa en la fabricación

de artículos antibalísticos transparentes. Esto se hace ahora posible con el procedimiento según la invención.

La consolidación de las capas de película polímera puede realizarse adecuadamente en una prensa hidráulica. Consolidación pretende dar a entender que las capas de película se fijan con relativa firmeza una a otra para formar una unidad. La temperatura durante la consolidación es controlada generalmente a través de la temperatura de la prensa. Se elige generalmente una temperatura mínima de tal manera que se obtenga una velocidad de consolidación razonable. A este respecto, 80°C es un límite de temperatura inferior adecuado; preferiblemente, este límite inferior es al menos 100°C, más preferiblemente al menos 120°C y muy preferiblemente al menos 140°C. Según la invención, la temperatura a la cual se consolidan las capas de película bajo presión no deberá desviarse apreciablemente de la temperatura de fusión del polímero. En una realización preferida del método la temperatura está más de 10°C por debajo de la temperatura de fusión del polímero. La determinación de la temperatura de fusión del polímero es una técnica generalmente conocida para el experto e incluye una medición DSC con una tasa de calentamiento de 10°/min, en donde la temperatura en el máximo del pico de fusión se define como la temperatura de fusión. En caso de que las capas de película de polímero no muestren una clara temperatura de fusión, se deberá leer en lugar de la temperatura de fusión la temperatura a la cual las capas de película comienzan a perder sus propiedades mecánicas. Esto puede determinarse por métodos conocidos para el experto, incluyendo la medición de la rigidez en función de la temperatura.

Además, según la invención, la presión de consolidación de las capas de película polímera para conseguir buena transparencia óptica deberá ser de al menos 80 MPa. Un método preferido se caracteriza por que la presión es de al menos 100 MPa o mejor es de al menos 120 MPa, más preferiblemente al menos 180 MPa, aún más preferiblemente al menos 250 MPa y muy preferiblemente al menos 300 MPa. A niveles de presión superiores a 180 MPa y dependiendo del polímero particular seleccionado, se puede conseguir una transparencia óptica de al menos un 80% de transmisión.

El tiempo óptimo de consolidación abarca generalmente de 5 a 120 minutos, dependiendo de condiciones tales como la temperatura, la presión y el espesor de la pieza, y puede verificarse mediante experimentación rutinaria. Preferiblemente, para obtener altas prestaciones antibalísticas se realiza también a presión una refrigeración después del moldeo por compresión a alta temperatura. Se mantiene preferiblemente la presión al menos hasta que la temperatura sea lo suficientemente baja como para impedir una relajación del polímero. Típicamente, tal temperatura es a lo sumo de 80°C.

En otra realización preferida del método de la invención se aplica un vacío al conjunto antes, durante o después de la compresión de dicho conjunto. Preferiblemente, tal vacío se aplica antes o durante la compresión. Tal vacío puede aplicarse adecuadamente a través de una cámara de vacío o mediante el uso de una bolsa de vacío. Esta medida ha demostrado ser beneficiosa para aumentar la transparencia óptica del artículo producido, pero sorprendentemente también para aumentar las prestaciones antibalísticas del artículo. El vacío aplicado reduce preferiblemente la presión ambiental con al menos 0,05 MPa, más preferiblemente con al menos 0,08 MPa, aún más preferiblemente con al menos 0,09 MPa y muy preferiblemente con al menos 0,095 MPa.

En la presente invención y, en particular, en un método preferido según la invención el polímero en la película polímera preferiblemente anisótropa es preferiblemente un polímero termoplástico que se selecciona del grupo que consta de poliolefinas - tal como polietileno -, poliésteres, polialcoholes vinílicos, poliacrilonitrilos, poliamidas o policetona. Poliamidas adecuadas son, por ejemplo, las poliamidas alifáticas PA-6, PA-6,6, PA-9, PA-11, PA-4,6, PA-4,10 y copoliamidas de las mismas y poliamidas semiaromáticas basadas en, por ejemplo, PA-6 o PA-6,6 y ácidos dicarboxílicos aromáticos y diaminas alifáticas, por ejemplo ácido isoftálico y ácido tereftálico y hexanodiamina, por ejemplo PA-4T, PA-6/6, T, PA-6,6/6, T, PA-6,6/6/6, T y PA-6,6/6, I/6, T. Preferiblemente, se eligen PA-6, PA-6,6 y PA-4,6. Además, son adecuadas también las mezclas de poliamida.

Poliésteres termoplásticos adecuados son, por ejemplo, politereftalatos de alquileo, como politereftalato de butileno (PBT), politereftalato de metileno (PTT), politereftalato de etileno (PET) politereftalato de ciclohexanodimetileno (PCT), y polinaftanatos de alquileo, como polinaftanato de etileno (PEN), y copolímeros y mezclas.

Se prefieren particularmente métodos en los que el polímero en la película polímera comprende polietileno y/o poliamida de peso molecular ultraalto. Estos polímeros producen la mejor combinación de transparencia óptica y prestaciones antibalísticas.

El polietileno de peso molecular ultraalto puede ser lineal o ramificado, aunque se utiliza preferiblemente polietileno lineal. Se entiende aquí que polietileno lineal significa polietileno con menos de 1 cadena lateral por 100 átomos de carbono y preferiblemente con menos de 1 cadena lateral por 300 átomos de carbono, conteniendo generalmente una cadena o rama lateral al menos 10 átomos de carbono. Las cadenas laterales pueden medirse adecuadamente por FTIR en una película moldeada por compresión de 2 mm de espesor, según se menciona en, por ejemplo, el documento EP 0269151. El polietileno lineal puede contener, además, hasta 5% en moles de uno o más alquenos diferentes que sean copolimerizables con el mismo, tal como propeno, buteno, penteno, 4-metilpenteno, octeno. Preferiblemente, el polietileno lineal es de alta masa molar con una viscosidad intrínseca (IV, determinada en soluciones en decalina a 135°C) de al menos 4 dl/g, más preferiblemente de al menos 8 dl/g y muy preferiblemente

de al menos 10 dl/g. Tal polietileno se denomina también polietileno de peso molecular ultraalto. La viscosidad intrínseca es una medida del peso molecular que puede determinarse más fácilmente que los parámetros reales de masa molar como M_n y M_w . Una película de polietileno de este tipo proporciona unas prestaciones antibalísticas particularmente buenas.

5 Las películas polímeras anisótropas pueden prepararse de varias maneras. Un método preferido para la formación de las películas comprende alimentar un polvo polímero entre una combinación de correas sin fin, moldear por compresión el polvo polímero a una temperatura por debajo de su punto de fusión y laminar el polímero resultante moldeado por compresión seguido por estirado. Un método de esta clase se describe, por ejemplo, en el documento EP 0 733 460 A2. Si se desea, antes de la alimentación y el moldeo por compresión del polvo de polímero se puede
10 mezclar dicho polvo de polímero con un compuesto orgánico líquido adecuado que tenga un punto de ebullición más alto que el punto de fusión de dicho polímero. El moldeo por compresión puede realizarse también reteniendo temporalmente el polvo de polímero entre las correas sin fin mientras se le transporta. Esto puede hacerse, por ejemplo, disponiendo unos platos y/o rodillos de prensado en conexión con las correas sin fin.

15 Otro método preferido para la formación de películas comprende alimentar un polímero a un extrusor, extruir una película a una temperatura por encima del punto de fusión de la misma y estirar la película de polímero extruida por debajo de su temperatura de fusión. Si se desea, antes de alimentar el polímero al extrusor se puede mezclar dicho polímero con un compuesto orgánico líquido adecuado, por ejemplo para formar un gel, tal como ocurre preferiblemente cuando se utiliza polietileno de peso molecular ultraalto.

20 Preferiblemente, las películas polímeras se preparan por un procedimiento de gel. Un procedimiento de hilatura de gel adecuado se describe en, por ejemplo, los documentos GB-A-2042414, GB-A-2051667, EP 0205960 A y WO 01/73173 A1, y en "Advanced Fibre Spinning Technology", Ed. T. Nakajima, Woodhead Publ. Ltd (1994), ISBN 185573 182 7. En pocas palabras, el procedimiento de hilatura de gel comprende preparar una solución de una poliolefina de alta viscosidad intrínseca, extruir la solución en forma de una película a una temperatura por encima de la temperatura de disolución, enfriar la película por debajo de la temperatura de gelificación, gelificando así la
25 película al menos parcialmente, y estirar la película antes, durante y/o después de una retirada al menos parcial del disolvente.

El estirado, preferiblemente un estirado uniaxial, de las películas polímeras producidas puede realizarse por medios conocidos en el ramo. Tales medios comprenden el alargamiento por extrusión y el alargamiento por tracción en unidades de estirado adecuadas. Para alcanzar una resistencia mecánica y rigidez incrementadas se puede realizar
30 un estirado en múltiples pasos. En el caso de las películas preferidas de polietileno de peso molecular ultraalto se realiza típicamente un estirado uniaxial en varios pasos de estirado. El primer paso de estirado puede comprender, por ejemplo, un estirado hasta un factor de alargamiento de 3. Un estirado múltiple puede dar como resultado típicamente un factor de alargamiento de 9 para temperaturas de estirado de hasta 120°C, un factor de alargamiento de 25 para temperatura de estirado de hasta 140°C y un factor de alargamiento de 50 para temperaturas de estirado de hasta 150°C y más. Mediante un estirado múltiple a temperaturas crecientes se puedan alcanzar factores de
35 alargamiento de aproximadamente 50 y más. Esto da como resultado películas anisótropas de alta resistencia, pudiendo obtenerse resistencias de 1,5 GPa a 1,8 GPa para películas de polietileno de peso molecular ultraalto.

El espesor de las capas de película preferiblemente anisótropa puede seleccionarse en principio dentro de un amplio intervalo. Sin embargo, el espesor de al menos una capa de película no excede preferiblemente de 150 μm , más preferiblemente no excede de 80 μm , aún más preferiblemente no excede de 50 μm y muy preferiblemente no excede de 30 μm . Por razones prácticas, tal espesor será preferiblemente de al menos 5 μm y más preferiblemente de al menos 10 μm . Se consiguen prestaciones antibalísticas particularmente buenas si el espesor de sustancialmente todas las capas de película, preferiblemente de cada capa de película, no excede de 150 μm , más preferiblemente no excede de 80 μm y muy preferiblemente no excede de 30 μm . Limitando el espesor de al menos
40 una de las capas de película en la pila al espesor reivindicado se consiguen sorprendentemente prestaciones antibalísticas suficientes incluso con capas de película que tengan resistencias bastante limitadas.

La resistencia de las capas de película depende en amplio grado del polímero con el que son producidas y de su relación de alargamiento preferiblemente uniaxial. La resistencia de al menos una capa de película anisótropa es preferiblemente de al menos 0,4 GPa, medido en su dirección más resistente, más preferiblemente de al menos 0,75 GPa, aún más preferiblemente al menos 1,2 GPa, aún más preferiblemente al menos 1,5 GPa, aún más preferiblemente al menos 1,8 GPa, aun más preferiblemente al menos 2,1 GPa y muy preferiblemente al menos 3 GPa. Las capas de película polímera están de preferencia suficientemente interconectadas una con otra, lo que significa que las capas de película polímera no se deslaminan en condiciones de uso normales, tal como, por ejemplo, a temperatura ambiente.

55 El método según la invención es particularmente útil para fabricar artículos antibalísticos, tales como planchas blindadas, visores, ventanas antibalísticas, que sean también transparentes. En el contexto de esta invención, un artículo antibalístico es un artículo que aguanta el impacto de un proyectil que viaje a una velocidad de al menos 25 m/s, más preferiblemente al menos 50 m/s y más preferiblemente al menos 100 m/s. Las aplicaciones antibalísticas

comprenden aplicaciones con amenaza balística contra proyectiles de varias clases, incluyendo contra balas de perforación de blindajes, llamadas balas AP, y partículas duras, tales como, por ejemplo, fragmentos y metralla.

La invención se refiere también a un artículo antibalístico transparente de esta clase. Según la invención, este artículo antibalístico tiene una absorción de energía para proyectiles simuladores de fragmentos (FSP) de 17 granos según la norma STANAG 2920 de al menos $10 \text{ J}/(\text{kg}/\text{m}^2)$ y una transferencia óptica de al menos un 50% de transmisión, preferiblemente de al menos un 60% de transmisión. Un artículo antibalístico transparente aún más preferido tiene una absorción de energía según la norma STANAG 2920 de al menos 15, preferiblemente 20 $\text{J}/(\text{kg}/\text{m}^2)$ y una transparencia óptica de al menos un 80% de transmisión, más preferiblemente de al menos un 90% de transmisión.

Un artículo antibalístico producido según la invención comprende al menos 2 capas de película polímera, preferiblemente al menos 10 capas de película polímera, más preferiblemente al menos 20 capas de película polímera, aún más preferiblemente al menos 30 capas de película polímera y muy preferiblemente al menos 40 capas de película polímera. Los artículos antibalísticos fabricados por el método de la presente invención son particularmente ventajosos en comparación con los materiales antibalísticos anteriormente conocidos, ya que proporcionan al menos el mismo nivel de protección que los artículos conocidos a un peso significativamente más bajo, o unas prestaciones antibalísticas mejoradas a igual peso en comparación con el artículo conocido, y, además, tienen transparencia. Los materiales de partida son baratos y el método de fabricación es relativamente corto y resulta así muy económico. Dado que se pueden utilizar diferentes polímeros para producir el artículo antibalístico, se pueden optimizar las propiedades de acuerdo con la aplicación particular. Además de las prestaciones antibalísticas, las propiedades incluyen, por ejemplo, estabilidad al calor, durabilidad en estado almacenado, resistencia a la deformación, capacidad de adherencia a otras hojas de material, conformabilidad, etc.

Se explica ahora la invención con más detalle por medio del ejemplo siguiente, sin que la misma quede limitada a éste.

Ejemplo 1

25 Producción de película de UHMWPE anisótropo

Se mezcló un polietileno de peso molecular ultraalto con una viscosidad intrínseca de 20 hasta convertirse en una suspensión al 7% en peso con decalina. Se alimentó la suspensión a un extrusor y se la mezcló a una temperatura de 170°C para producir un gel homogéneo. Se alimentó luego el gel a través de una boquilla de ranura con una anchura de 600 mm y un espesor de $800 \mu\text{m}$. Después de ser extruido por la boquilla de ranura, se enfrió bruscamente el gel en un baño de agua, creando así una cinta de gel. Se estiró la cinta de gel en un factor de 3,8, después de lo cual se secó la cinta en un horno consistente en dos partes a 50°C y 80°C hasta que la cantidad de decalina cayó por debajo de 1%. A continuación, se estiró uniaxialmente la cinta de gel seca en un horno a 140°C con una relación de alargamiento de 5,8, seguido por un segundo paso de estirado uniaxial a una temperatura del horno de 150°C para conseguir un espesor final de 18 micrómetros y una anchura de alrededor de 40 mm.

35 Producción de paneles de blindaje a partir de las películas

Se apilaron una sobre otra un número total de 40 capas de películas polímeras así producidas, haciéndose el apilamiento de tal manera que las direcciones de estirado de capas adyacentes fueran perpendiculares una a otra. Se pusieron las pilas de cintas estratificadas en una prensa y se prensaron éstas a una temperatura de 145°C y una presión de 100 MPa durante 65 minutos. Se realizó un enfriamiento a presión hasta que se alcanzó una temperatura de 80°C . No se aplicó ningún agente aglutinante a las cintas. No obstante, las pilas se transformaron en una plancha homogénea rígida de $800 \times 400 \text{ mm}$.

Ensayo de prestaciones de paneles de blindaje

Se sometieron las planchas de blindaje a ensayos de disparo realizados con FSP de 17 granos. Se realizaron los ensayos con el objetivo de determinar una V50 y/o la energía absorbida (E-abs). V50 es la velocidad a la cual el 50% del proyectil penetrará en la plancha blindada. El procedimiento de ensayo fue como sigue. Se disparó el primer proyectil a la velocidad V50 anticipada. Se midió la velocidad real poco antes del impacto. Si el proyectil era detenido, se disparaba un proyectil siguiente a una velocidad proyectada de aproximadamente un 10% más alta. Si éste perforaba, se disparaba el proyectil siguiente a una velocidad proyectada de aproximadamente un 10% más baja. Se medía siempre la velocidad real del impacto. V50 era el promedio de las dos detenciones más altas y las dos perforaciones más bajas. Se determinaron también las prestaciones del blindaje calculado la energía cinética del proyectil a V50 y dividiendo ésta por la AD de la plancha (E-abs).

Ensayo óptico de los paneles de blindaje

Se sometieron los paneles producidos a una medición de turbiedad según ASTM D-1003, realizada en un espesor de muestra de 2 mm y a una longitud de onda de 600 nm. En esta solicitud transparencia óptica significa "100%

ES 2 464 463 T3

menos turbiedad", medido según el método ASTM D-1003 mencionado aquí más arriba. Para la muestra del ejemplo 1 se midió una turbiedad de 45%, lo que, según la definición expresada en esta memoria, significa una transparencia de $(100-45\%) = 55\%$.

Resultados:

Ejemplo	V50 m/s	E-abs J/(kg/m ²)	Transparencia óptica (% de transmisión)
1	438	50,2	55

5

REIVINDICACIONES

1. Método para la preparación de un artículo antibalístico transparente, comprendiendo el método:
- (a) habilitar una pluralidad de capas de película polímera anisótropa;
 - (b) apilar las capas de película polímera anisótropa para formar un conjunto de ellas;
- 5 (c) comprimir el conjunto así formado a una temperatura y presión suficientemente altas para consolidar las capas de película de tal manera que la temperatura no esté más de 50°C por debajo de la temperatura de fusión del polímero y la presión sea de al menos 80 MPa, para obtener una transparencia óptica de al menos 50%, en donde la transparencia óptica es "100% menos turbiedad", medido según el método ASTM D-1003.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, en el que se apilan una pluralidad de hojas de material multiestratificado de pilas consolidadas de la capa de película polímera anisótropa para formar el conjunto, en donde difiere la dirección de orientación de dos capas de película consecutivas en la pila.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la temperatura no esta más de 10°C por debajo de la temperatura de fusión del polímero.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión es de al menos 200 MPa.
- 15 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión es lo suficientemente alta como para obtener una transparencia óptica de al menos un 80% de transmisión.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se aplica un vacío al conjunto antes, durante o después de la compresión de dicho conjunto.
- 20 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espesor de al menos una capa de película no excede de 150 micrómetros.
8. Método según la reivindicación 7, en el que el espesor de al menos una capa de película no excede de 30 micrómetros.
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la resistencia de al menos una capa de película anisótropa es de al menos 0,4 GPa, medido en su dirección más resistente.
- 25 10. Método según la reivindicación 9, en el que la resistencia de al menos una capa de película anisótropa es de al menos 1,5 GPa, medido en su dirección más resistente.
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el polímero se selecciona del grupo consistente en poliolefinas, poliésteres, polialcoholes vinílicos, poliacrilonitrilos, poliamidas y policetona.
- 30 12. Artículo antibalístico resistente que comprende un polímero termoplástico, obtenible por el método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, teniendo dicho artículo una absorción de energía para FSP de 17 granos según la norma STANAG 2920 de al menos 10 J/(kg/m²) y una transparencia óptica de al menos un 50% de transmisión, en donde la transparencia óptica es "100% menos turbiedad", medido según el método ASTM D-1003.
- 35 13. Artículo según la reivindicación 12, que tiene una absorción de energía para FSP de 17 granos según la norma STANAG 2920 de al menos 15, preferiblemente 20 J/(kg/m²) y una transparencia óptica de al menos un 80% de transmisión.
14. Artículo según la reivindicación 12 o 13, en el que el polímero comprende polietileno y/o poliamida de peso molecular ultraalto.
- 40 15. Uso de una hoja de material multicapa que comprende al menos dos capas de película polímera anisótropa, en donde difiere la dirección de orientación, es decir, la dirección de la máquina, de 2 capas de película consecutivas, en la fabricación de artículos antibalísticos transparentes.