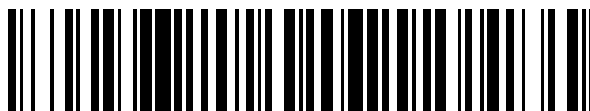


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 126**

51 Int. Cl.:

F41H 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2010 PCT/EP2010/070633**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2011 WO11076914**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2010 E 10805428 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2516957**

54 Título: **Artículos antibalísticos**

30 Prioridad:

23.12.2009 EP 09180611

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

21.11.2017

73 Titular/es:

**TEIJIN ARAMID B.V. (100.0%)
Velperweg 76
6824 BM Arnhem, NL**

72 Inventor/es:

**BOVENSCHEN, SOON JOO;
VAN DER EEM, JORIS;
RASTOGI, SANJAY;
HARINGS, JULES ARMAND WILHELMINA y
SCHAAP, ADRIAAN ANTON**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 643 126 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**Artículos antibalísticos**

La presente invención se refiere a artículos antibalísticos, a láminas adecuadas para su uso en la fabricación de artículos antibalísticos, a un paquete de láminas compactado, y a un método para fabricar un artículo antibalístico.

- 5 Los artículos antibalísticos son conocidos en la técnica. Están disponibles en numerosos tipos diferentes. Por un lado, existen artículos balísticos blandos, por ejemplo, para su uso en chalecos antibalas. Por otro lado, existen conjuntos de cuerpo moldeados, que sirven, por ejemplo, como protecciones en otro tipo de chalecos antibalas, o como cascos. Además, los artículos antibalísticos se usan en coches, edificios, y otros objetos destinados a ayudar a proteger a personas, a animales, o a bienes contra impactos balísticos.
- 10 En la técnica, los artículos antibalísticos comprenden normalmente un apilamiento de láminas que contienen fibras de alta resistencia, tales como aramida, o polietileno. En función de la aplicación, las láminas se pueden comprimir entre sí para formar un artículo moldeado, o se pueden unir entre sí por los bordes para formar un artículo balístico blando. Existe la necesidad de un artículo antibalístico con propiedades mejoradas.

Se ha sugerido el uso de diferentes materiales en paneles antibalísticos.

- 15 El documento WO2005098343 describe un sistema de blindaje con un panel anti-impacto endurecido y un panel de refuerzo. Los materiales que se mencionan como adecuados para el panel anti-impacto incluyen granito, baldosa cerámica, ladrillo, vidrio y hormigón endurecido. Por otro lado, algunos de los materiales que se mencionan como adecuados para el panel de refuerzo incluyen vidrio, aramida, polietileno, carbono y materiales metálicos.

- 20 El documento WO2008048301 se refiere a un material compuesto para formar un blindaje personal flexible antibalístico que comprende por lo menos una capa fibrosa que comprende una red de fibras de alta tenacidad. Las fibras de alta tenacidad pueden ser fibras de PE y fibras de aramida entre al menos otros 8 tipos de fibras. Este documento menciona de manera general que los hilos y géneros de la invención pueden comprender una o más fibras diferentes, aunque se prefiere que todas sean iguales.

- 25 Se ha observado que puede obtenerse una mejora sustancial en el rendimiento de los materiales balísticos, si se usa una combinación de dos tipos de material de alto rendimiento, es decir, por un lado, material de aramida y, por otro lado, polietileno de alto peso molecular. Por consiguiente, la presente invención se refiere a un artículo antibalístico de acuerdo con la reivindicación 1, a un paquete de láminas compactado según la reivindicación 7 y a un método según la reivindicación 8.

Elementos de tensión lineal

- 30 En el contexto de la presente memoria descriptiva, la expresión elemento de tensión lineal se refiere a un objeto cuya dimensión más grande, la longitud, es mayor que la segunda dimensión más pequeña, la anchura, y que la dimensión más pequeña, el grosor. Más particularmente, la relación entre la longitud y la anchura es en general al menos 10. La relación máxima no es crítica para la presente invención y dependerá de parámetros del tratamiento. Como valor general, puede mencionarse una relación máxima de longitud a anchura de 1.000.000.

- 35 Por consiguiente, los elementos de tensión lineal usados en la presente invención abarcan monofilamentos, hilos multifilamento, hebras, cintas, tiras, hilos de fibras discontinuas y otros objetos alargados que presentan una sección transversal regular o irregular.

- 40 En una realización de la presente invención, el elemento de tensión lineal es una fibra, es decir, un objeto cuya longitud es mayor que la anchura y que el grosor, mientras que la anchura y el grosor se sitúan dentro del mismo intervalo de tamaños. Más particularmente, la relación entre la anchura y el grosor está en general en el intervalo de 10:1 a 1:1, todavía más particularmente entre 5:1 y 1:1, todavía más particularmente entre 3:1 y 1:1. Tal como entenderán los expertos, las fibras pueden tener una sección transversal más o menos circular. En este caso, la anchura es la dimensión más grande de la sección transversal, mientras que el grosor es la dimensión menor de la sección transversal.

- 45 Para fibras, la anchura y el grosor son en general de al menos 1 micra, más en particular de al menos 7 micras. En el caso de hilos multifilamento, la anchura y el grosor pueden ser bastante grandes, por ejemplo, hasta 2 mm. Para hilos monofilamento, puede que resulten más convencionales una anchura y un grosor de hasta 150 micras. Como ejemplo particular, pueden mencionarse fibras con una anchura y un grosor en el intervalo de 7 a 50 micras.

- 50 En la presente invención, una cinta se define como un objeto cuya longitud, es decir, la dimensión más grande del objeto, es mayor que la anchura, la segunda dimensión más pequeña del objeto, y que el grosor, es decir, la dimensión más pequeña del objeto, mientras que la anchura es a su vez mayor que el grosor. Más particularmente, la relación entre la longitud y la anchura es en general de al menos 2. En función de la anchura de la cinta y del tamaño del apilamiento la relación puede ser mayor, por ejemplo, al menos 4, o al menos 6. La relación máxima no es crítica para la presente invención y dependerá de parámetros del tratamiento. Como valor general, puede

mencionarse una relación máxima de longitud a anchura de 200.000. La relación entre la anchura y el grosor es en general mayor que 10:1, en particular mayor que 50:1, todavía más particularmente mayor que 100:1. La relación máxima entre la anchura y el grosor no es crítica para la presente invención. En general es como mucho 2.000:1.

5 La anchura de la cinta es en general por lo menos 1 mm, más particularmente por lo menos 2 mm, todavía más particularmente por lo menos 5 mm, más particularmente por lo menos 10 mm, aún más particularmente por lo menos 20 mm, aún más particularmente por lo menos 40 mm. La anchura de la cinta es en general como mucho 200 mm. El grosor de la cinta es en general de por lo menos 8 micras, en particular por lo menos 10 micras. El grosor de la cinta es en general de como mucho 150 micras, más particularmente como mucho 100 micras. En una de las realizaciones, se usan cintas con una alta densidad lineal. En la presente memoria descriptiva, la densidad lineal se expresa en dtex. Este es el peso en gramos de 10.000 metros de película. En una de las realizaciones, se usan cintas con una densidad lineal de por lo menos 3.000 dtex, en particular por lo menos 5.000 dtex, más particularmente por lo menos 10.000 dtex, aún más particularmente por lo menos 15.000 dtex, o incluso por lo menos 20.000 dtex.

15 Se ha observado que el uso de cintas resulta particularmente interesante en la presente invención ya que permite la fabricación de materiales balísticos con un muy buen rendimiento balístico, una buena resistencia al pelado, y un bajo peso por unidad de superficie. Esto es así en particular para el polietileno.

20 Cuando, en la presente memoria descriptiva, se hace mención de porcentajes en peso de elementos de tensión lineal, esto pretende referirse siempre al componente de alta resistencia de dicho elemento, es decir, el polietileno, la aramida u otro polímero de alta resistencia. Todo recubrimiento o acabado presente en el elemento de tensión lineal se calcula de manera que pertenece al material de la matriz.

Composición del apilamiento

25 El apilamiento según la invención comprende láminas que comprenden elementos de tensión lineal. En la presente memoria descriptiva, el término lámina se refiere a una lámina individual que comprende elementos de tensión lineal, pudiéndose combinar individualmente dicha lámina con otras láminas correspondientes. La lámina puede comprender o no un material de matriz, tal como se dilucidará posteriormente.

Las láminas que comprenden los elementos de tensión lineal usados en el apilamiento de acuerdo con la invención se pueden componer de diferentes maneras.

30 En una de las realizaciones, se preparan láminas mediante tejedura de elementos de tensión lineal. En una de las realizaciones, para la urdimbre y la trama se usan cintas. En otra de las realizaciones, se usan cintas como urdimbre o trama, y se usan fibras como trama o urdimbre. En otra de las realizaciones, se usan fibras tanto para la urdimbre como para la trama.

35 La tejedura puede usarse para fabricar láminas que contienen polietileno pero no aramida, por ejemplo, solamente polietileno, y láminas que contienen aramida pero no polietileno, por ejemplo, solamente aramida. También puede usarse para fabricar láminas que contienen tanto elementos de tensión lineal que comprenden aramida como elementos de tensión lineal que comprenden polietileno. En una de las realizaciones, la lámina tejida comprende uno de entre elementos de tensión lineal de polietileno y aramida como urdimbre o trama, y el otro de entre los elementos de tensión lineal de polietileno y aramida como trama o urdimbre. Es posible también usar una combinación de elementos de tensión lineal de aramida y elementos de tensión lineal de polietileno en la urdimbre, o en la trama, o tanto en la urdimbre como en la trama.

40 También es posible usar elementos de tensión lineal que comprenden tanto aramida como polietileno en la lámina tejida.

45 Pueden aplicarse varios métodos de tejedura convencionales. El elemento de trama puede cruzar sobre uno, dos o más elementos de urdimbre, y los elementos de trama secuenciales se pueden aplicar alternados o paralelos. En relación con esto, una de las realizaciones es el tejido tafetán, en donde la urdimbre y la trama están alineadas de manera que forman un patrón entrecruzado simple. El mismo se realiza haciendo pasar cada elemento de trama por encima y por debajo de cada elemento de urdimbre, alternándose cada fila, con lo que se produce un número elevado de intersecciones. Otra de las realizaciones se basa en el tejido raso. En esta realización, dos o más elementos de trama flotan sobre un elemento de urdimbre, o viceversa, dos o más elementos de urdimbre flotan sobre un único elemento de trama. A partir del tejido sarga se obtiene todavía otra realización. En esta realización, uno o más elementos de urdimbre se tejen de manera alternada por encima y por debajo de dos o más elementos de trama de una manera repetida y regular. Esto produce el efecto visual de una "nervadura" diagonal interrumpida o continua en el género. Todavía otra de las realizaciones se basa en el tejido de tipo cesta. El tejido de tipo cesta es fundamentalmente igual que el tejido tafetán, excepto que dos o más fibras de urdimbre se entrelazan de manera alternada con dos o más fibras de trama. A una disposición de dos urdimbres que se cruzan con dos tramas se le denomina de cesta 2x2, aunque no es necesario que la disposición de la fibra sea simétrica. Por lo tanto, es posible tener un 8x2, un 5x4, etcétera. Todavía otra de las realizaciones se basa en el tejido *mock leno*. El tejido *mock leno* es una versión del tejido tafetán en la cual elementos de urdimbre ocasionales, a intervalos regulares aunque habitualmente separados entre sí por varios elementos, se desvían con respecto al entrelazado alternado por arriba

y por debajo y, en su lugar, se entrelazan cada dos o más elementos. Esto se produce con una frecuencia similar en la dirección de la trama, y el efecto global es un género con un grosor incrementado, una superficie más rugosa, y una porosidad adicional.

5 Cada tipo de tejido tiene características asociadas. Por ejemplo, cuando se usa un sistema en el cual la trama se cruza con uno, o un número pequeño, de elementos de urdimbre, y los elementos de trama individuales se usan alternados, o prácticamente alternados, la lámina contendrá un número relativamente elevado de intersecciones. En este contexto, una intersección es un punto en el que un elemento de trama va desde un lado de la lámina, el lado A, al otro lado de la lámina, el lado B, y un elemento de trama adyacente va desde el lado B al lado A de la lámina. Cuando se usa un sistema en el cual la trama se cruza con uno, o un número limitado de elementos de urdimbre, o viceversa, en los lugares en los que la urdimbre se cruza con uno o un número limitado de elementos de trama, se producirá un gran número de líneas de desviación. Las líneas de desviación se producen en los lugares en los que un elemento va desde un lado de la lámina al otro lado. Se forma por el borde del elemento de cruce. Aunque no se pretende imponer limitaciones por ningún aspecto teórico, se cree que estas líneas de desviación contribuyen a la disipación de la energía de impacto en la dirección X-Y de la lámina. En el contexto de la presente invención, puede que se prefiera el uso de tejidos tafetán, ya que los mismos son relativamente sencillos de fabricar, y son homogéneos en la medida en la que una rotación de 90° no hará que varíe la naturaleza del material, en combinación con un buen rendimiento balístico.

En la técnica se conocen procesos de tejeduría adecuados. Por mencionar solamente un ejemplo de un proceso interesante de tejeduría de cintas, se hace referencia al documento EP 1354991.

20 En una de las realizaciones de la presente invención, los elementos de tensión lineal de una lámina están orientados unidireccionalmente, y la dirección de los elementos de tensión lineal en una lámina se gira con respecto a la dirección de los elementos de tensión lineal de otras láminas del apilamiento, más particularmente con respecto a la dirección de los elementos de tensión lineal en láminas adyacentes. Se obtienen buenos resultados cuando la rotación total en el apilamiento equivale a por lo menos 45 grados. Preferentemente, la rotación total en el apilamiento equivale a aproximadamente 90 grados. En una de las realizaciones de la presente invención, el apilamiento comprende láminas adyacentes en las que la dirección de los elementos de tensión lineal en una lámina es perpendicular a la dirección de elementos de tensión lineal en láminas adyacentes. En esta forma de realización, puede proporcionarse una lámina mediante alineamiento paralelo de elementos de tensión lineal, y, a continuación, haciendo que los elementos de tensión lineal se peguen, por ejemplo, por temperatura y presión, o usando un material de matriz.

En una de las realizaciones, en la que los elementos de tensión lineal son fibras, puede fabricarse una lámina mediante alineamiento paralelo de las fibras, y, a continuación, proporcionando un material de matriz sobre y entre las fibras, en una cantidad suficiente para conseguir que las fibras se peguen.

35 Cuando los elementos de tensión lineal son cintas, existen varias posibilidades para preparar láminas adecuadas mediante alineamiento paralelo de cintas. En una de las realizaciones, se proporciona una única capa de cintas paralelas, las cuales, a continuación, se pegan entre sí usando un material de matriz, de manera análoga a lo que es ha descrito anteriormente para las fibras.

40 En otra de las realizaciones, se proporciona una lámina mediante provisión de cintas paralelas en una configuración de solapamiento, y, a continuación, haciendo que las cintas se peguen entre sí. En una de las realizaciones, se alinean cintas de tal manera que un primer borde longitudinal de la cinta está por debajo de la cinta adyacente en un lado, y el segundo borde longitudinal de la cinta está por encima de la cinta adyacente en el otro lado (construcción a modo de tejas). En otra de las realizaciones, las cintas se alinean en una configuración de capas de ladrillos, en donde, en una primera etapa, se proporciona una primera capa de cintas paralelas, y, en una segunda etapa, se proporciona una segunda capa de cintas, paralelas a las cintas de la primera capa, en donde las cintas de la segunda capa están desplazadas en comparación con las cintas de la primera capa. Si así se desea, puede proporcionarse una tercera capa de cintas y otras adicionales. A continuación, las cintas se integran para formar una lámina usando temperatura y presión, mediante el uso de un material de matriz o mediante una combinación de los mismos.

50 También es posible fabricar una lámina, en primer lugar, proporcionando una capa de cintas o fibras alineadas en una primera dirección, a continuación proporcionando una capa de cintas o fibras alineadas en una segunda dirección en ángulo con respecto a la primera dirección, y, a continuación, pegando las capas entre sí para formar una lámina. Si así se desea, pueden usarse fibras y cintas en combinación con una única lámina. En una de las realizaciones, la lámina contiene elementos de tensión lineal de polietileno pero no elementos de tensión lineal de aramida. En otra de las realizaciones, la lámina contiene elementos de tensión lineal de aramida pero no elementos de tensión lineal de polietileno. En una realización adicional, la lámina comprende tanto elementos de tensión lineal de aramida como elementos de tensión lineal de polietileno. Nuevamente, también es posible usar elementos de tensión lineal que contienen tanto aramida como polietileno.

Tal como se ha indicado anteriormente, es una característica clave del artículo antibalístico de la presente invención que algunos de los elementos de tensión lineal sean elementos de tensión lineal que comprendan polietileno de alto

peso molecular y que algunos de los elementos de tensión lineal comprendan aramida. Evidentemente, además de los elementos de tensión lineal de solamente polietileno, o solamente aramida, la presente invención también abarca el uso de elementos de tensión lineal que comprenden tanto aramida como polietileno. El uso de fibras híbridas puede mencionarse como ejemplo.

5 El artículo antibalístico de la presente invención puede comprender tipos adicionales de elementos de tensión lineal de alto rendimiento, por ejemplo, elementos de tensión lineal de polímero de cristal líquido, y de polímeros altamente orientados, tales como poliésteres, alcoholes polivinílicos, poliolefincetona (POK), polibenzobisoxazoles, polibenz(obis)imidazoles, poli{2,6-diimidazo[4,5-b:4,5 -e]-piridinileno-1,4(2,5-dihidroxi)fenileno} (PIPD o M5) y poliacrilonitrilo. No obstante, para mantener la mayor simplicidad posible del sistema, se considera que se prefiere
10 que los elementos de tensión lineal en el artículo antibalístico, para por lo menos el 80% en peso, estén constituidos a partir del total de aramida y polietileno, en particular para al menos el 90% en peso, más en particular para al menos el 95% en peso. En una de las realizaciones, los elementos de tensión lineal en el artículo antibalístico son esencialmente de material de aramida y polietileno.

15 En general, del peso total de los elementos de tensión lineal usados, el porcentaje en peso de aramida es por lo menos del 1%, más en particular por lo menos del 5%, incluso más en particular por lo menos del 10%, aún más en particular por lo menos del 15%, todavía más en particular por lo menos del 20%. El porcentaje en peso de elementos de tensión lineal de aramida es en general como mucho el 60%, más en particular como mucho del 50%, todavía más en particular como mucho del 40%. En una de las realizaciones, el porcentaje en peso de aramida está entre el 1 y el 20% en peso del peso total de elementos de tensión lineal usados en el apilamiento, más
20 específicamente entre el 1 y el 10% en peso, siendo el resto preferentemente polietileno de peso molecular ultra-alto. En otra de las realizaciones, el porcentaje en peso de aramida está entre el 15 y el 40% en peso, en particular entre el 15 y el 30% en peso, siendo preferentemente el resto polietileno de peso molecular ultra-alto. En general, del peso total de elementos de tensión lineal usados, el porcentaje en peso de polietileno de peso molecular ultra-alto es por lo menos del 10%, más en particular por lo menos del 15%, todavía más en particular por lo menos del 20%. En una de las realizaciones, el porcentaje en peso de elementos de polietileno de peso molecular ultra-alto puede ser por lo menos del 40%, por lo menos del 50%, o incluso por lo menos del 60%, en particular por lo menos del 80%, más en particular por lo menos del 90%, aún más en particular por lo menos del 95%. En general, el porcentaje en peso de polietileno será como mucho del 99%. La distribución de los elementos de tensión lineal de aramida y polietileno a través del apilamiento se puede llevar a cabo de diferentes maneras. En una de las
30 realizaciones, el apilamiento comprende láminas que contienen tanto elementos de tensión lineal de polietileno como elementos de tensión lineal de aramida. En otra de las realizaciones, el apilamiento comprende láminas que comprenden elementos de tensión lineal de polietileno y están exentas de elementos de tensión lineal de aramida y/o láminas que comprenden elementos de tensión lineal de aramida y están exentas de elementos de tensión lineal de polietileno.

35 En una de las realizaciones, los elementos de tensión lineal de polietileno y los elementos de tensión lineal de aramida están distribuidos homogéneamente según el grosor del apilamiento. Es decir, cuando el apilamiento se corta según un plano paralelo al plano del apilamiento, la composición de las dos – o más – partes así obtenidas es la misma.

40 En otra de las realizaciones, los elementos de tensión lineal de polietileno y los elementos de tensión lineal de aramida se distribuyen de manera no homogénea según el grosor del apilamiento. Es decir, cuando el apilamiento se corta según un plano paralelo al plano del apilamiento, la composición de las dos – o más – partes así obtenidas es diferente.

45 En una de las realizaciones, el apilamiento, o el panel moldeado obtenido a partir del apilamiento por compresión de las láminas entre sí, comprende capas con composiciones diferentes, en donde cada capa puede consistir en una o más láminas. Por ejemplo, el apilamiento puede comprender dos capas, tres capas, o más capas, en donde las capas tienen composiciones diferentes con respecto a las capas adyacentes a ellas. Cada capa puede comprender una combinación de láminas basadas en polietileno y láminas basadas en aramida, aunque también puede ser una capa de solamente polietileno o una capa de solamente aramida.

50 En una de las realizaciones, el artículo comprende una capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de polietileno, y una capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de aramida. Por ejemplo, la capa rica en polietileno puede comprender en general más del 50% en peso de láminas basadas en polietileno y menos del 50% en peso de láminas basadas en aramida.

55 En una de las realizaciones, la capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de polietileno, designada también además como rica en polietileno, comprende más del 60% de dichos elementos, o más del 70% de dichos elementos, o más del 80%, o más del 90%, o más del 95%. En una de las realizaciones, dicha capa consiste esencialmente en elementos de tensión lineal de polietileno.

La capa rica en polietileno está preferentemente presente en o cerca de la cara anti-impacto del artículo, preferentemente en la capa anti-impacto de un panel moldeado, donde puede servir para fragmentar la bala. En una de las realizaciones, la capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de aramida,

designada también además como capa rica en aramida, comprende más del 60% de dichos elementos, o más del 70% de dichos elementos, o más del 80%, o más del 90%. En una de las realizaciones, dicha capa consiste esencialmente en elementos de tensión lineal de aramida. En una de las realizaciones, esta capa está presente por debajo (desde el lado anti-impacto) de la capa rica en polietileno. En esta realización, la capa rica en aramida puede servir para atrapar los fragmentos de bala, y/o para reducir los traumas. La capa de aramida contribuye además a preservar la integridad del panel tras un impacto de bala.

Debe indicarse que, en este párrafo, y en el resto de la memoria descriptiva a no ser que se indique lo contrario, los porcentajes en peso de un tipo de elemento de tensión lineal son porcentajes en peso calculados sobre el total de elementos de tensión lineal en la capa, excluyendo el material de la matriz. Así, capas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de polietileno o elementos de tensión lineal de aramida pueden comprender material de matriz.

En una de las realizaciones, una capa rica en aramida según se ha especificado anteriormente está presente en la parte superior del artículo, especialmente en el caso de artículos moldeados tales como protecciones, o, en particular, cascos. Esta capa puede servir para proporcionar un aumento de la dureza al artículo y para mejorar su resistencia al fuego. En esta realización, puede preferirse un apilamiento de – al menos – tres capas, en donde la capa superior es una capa rica en aramida, la segunda capa es una capa rica en polietileno, y la tercera capa es nuevamente una capa rica en aramida.

En otra de las realizaciones, se prevé un apilamiento que comprende, desde la cara anti-impacto abajo, una capa rica en polietileno, y una capa que comprende cantidades iguales de polietileno y aramida. Esta se puede combinar opcionalmente con una o más capas ricas en aramida, las cuales pueden contener cantidades diferentes de aramida.

En otra de las realizaciones, se prevé un apilamiento que comprende por lo menos dos capas ricas en polietileno, en donde la primera capa rica en polietileno tiene un contenido de polietileno superior al de la segunda capa. La primera capa rica en polietileno puede estar más cerca de la cara anti-impacto del apilamiento que la segunda capa. Alternativamente, la segunda capa (es decir, la capa con un contenido de polietileno inferior) puede estar más cerca de la cara anti-impacto del apilamiento. Esto se puede combinar opcionalmente con una o más capas ricas en polietileno y/o capas ricas en aramida, que pueden contener cantidades diferentes de polietileno o aramida, respectivamente.

En general, el apilamiento comprenderá entre un 10 y un 99% en peso, en particular entre un 10 y un 90% en peso de capas ricas en polietileno, calculado sobre el apilamiento total, y entre un 1 y un 90% en peso, en particular entre un 10 y un 90% en peso de capas ricas en aramida, calculado sobre el apilamiento total. En una de las realizaciones, el apilamiento comprende por lo menos un 30% en peso de capas ricas en polietileno (que pueden estar en una o más capas individuales), preferentemente por lo menos un 40% en peso, más preferentemente por lo menos un 50% en peso, aún más preferentemente por lo menos un 60% en peso, aún más preferentemente por lo menos un 80% en peso, aún más preferentemente por lo menos un 90% en peso, aún más preferentemente por lo menos un 95% en peso. En otra de las realizaciones, el apilamiento comprende por lo menos un 5% en peso de capas ricas en aramida, en particular por lo menos un 10% en peso, más en particular por lo menos un 15% en peso, y aún más en particular un 20% en peso de capas ricas en aramida.

Para el polietileno, los elementos de tensión lineal son preferentemente cintas de polietileno. Para la especificación de la anchura y el grosor preferidos de las cintas, se hace referencia a lo que se ha mencionado anteriormente para cintas en general. Es esencial que las cintas sean adecuadas para usarse en aplicaciones balísticas, lo cual, más específicamente, requiere que presenten una alta resistencia a la tracción, un elevado módulo de tracción y una alta absorción de energía, reflejada en una alta energía hasta la rotura. Se prefiere que las cintas tengan una resistencia a la tracción de por lo menos 1,0 GPa, un módulo de tracción de por lo menos 40 GPa, y una energía de tracción hasta la rotura de por lo menos 15 J/g.

En una de las realizaciones, la resistencia a la tracción de las cintas es por lo menos de 1,2 GPa, más en particular de por lo menos 1,5 GPa, todavía más particularmente de por lo menos 1,8 GPa, incluso más particularmente de por lo menos 2,0 GPa. En una realización particularmente preferida, la resistencia a la tracción es de por lo menos 2,5 GPa, más particularmente de por lo menos 3,0 GPa, todavía más particularmente de por lo menos 4 GPa. En otra realización, las cintas tienen un módulo de tracción de por lo menos 50 GPa. El módulo se determina de acuerdo con la ASTM D882-00. Más en particular, las cintas pueden tener un módulo de tracción de por lo menos 80 GPa, más particularmente de por lo menos 100 GPa. En una realización preferida, las cintas tienen un módulo de tracción de por lo menos 120 GPa, incluso más particularmente de por lo menos 140 GPa, o de por lo menos 150 GPa. El módulo se determina de acuerdo con la ASTM D882-00.

En otra de las realizaciones, las cintas tienen una energía de tracción hasta la rotura de por lo menos 20 J/g, en particular de por lo menos 25 J/g. En una de las realizaciones preferidas, las cintas de polietileno tienen una energía de tracción hasta la rotura, de por lo menos 30 J/g, en particular de por lo menos 35 J/g, más particularmente de por lo menos 40 J/g, todavía más particularmente de por lo menos 50 J/g. La energía de tracción hasta la rotura se determina de acuerdo con la ASTM D882-00 usando una velocidad de deformación de 50%/min. Se calcula integrando la energía por unidad de masa bajo la curva de tensión/deformación. Posteriormente se aportarán más

detalles sobre tipos adecuados de cintas de polietileno y fibras y métodos para su fabricación.

5 Los elementos de tensión lineal de aramida pueden ser fibras o cintas. Las fibras pueden ser hilo monofilamento o hilo multifilamento. Las fibras de aramida adecuadas consisten en filamentos de aramida que tienen una tenacidad de por lo menos 2,6 GPa, más preferentemente de por lo menos 3,1 GPa, y, con la mayor preferencia, de por lo menos 3,6 GPa, y un módulo de por lo menos 60 GPa, más preferentemente de por lo menos 75 GPa y, con la mayor preferencia, de por lo menos 90 GPa. En función de la cantidad de filamentos y del tipo de torsión aplicados, las propiedades de las fibras o hilos trenzados así obtenidos varían. En circunstancias normales, los hilos trenzados tienen una tenacidad de por lo menos 2,1 GPa, más preferentemente de por lo menos 2,6 GPa, incluso más preferentemente de por lo menos 3,1 y, con la mayor preferencia, de por lo menos 3,6 GPa, y un módulo de por lo menos 60 GPa, más preferentemente de por lo menos 80 GPa y, con la mayor preferencia, de por lo menos 100 GPa.

15 En una de las realizaciones se usan cintas de aramida. En una de las realizaciones, las cintas de aramida se obtienen mediante alineamiento paralelo de fibras de aramida y haciendo que las mismas se peguen a través de un material de matriz. Opcionalmente, puede conseguirse que las mismas se peguen mediante la provisión alternativa o adicional de hilos de trama para mantener las fibras juntas. Un proceso de fabricación de cintas de este tipo se describe en los documentos EP193478, US2004/081815 y WO2009/068541.

Realizaciones específicas

El material balístico de la presente invención comprende un apilamiento de láminas que comprenden elementos de tensión lineal de refuerzo. En lo sucesivo se describirán varias realizaciones específicas de la presente invención.

20 En una de las realizaciones, el apilamiento es un apilamiento comprimido, en el cual las láminas individuales se pegan entre sí para proporcionar un panel balístico, por ejemplo, destinado a usarse en chalecos balísticos. En otra de las realizaciones, el apilamiento comprende subapilamientos de, por ejemplo, 2 a 10 láminas. Dichos subapilamientos pueden ser subapilamientos comprimidos y/o subapilamientos flexibles. Un subapilamiento flexible puede obtenerse, por ejemplo, cosiendo entre sí los bordes de las láminas. Un subapilamiento comprimido puede ser un paquete compactado de una serie de láminas, por ejemplo, de 2 a 8 láminas, por ejemplo, por lo general, 2, 4 u 8 láminas. El término compactado pretende significar que las láminas están firmemente fijadas entre sí. Las láminas se pueden compactar mediante la aplicación de calor y/o presión, tal como es sabido en la técnica.

En otra de las realizaciones, el apilamiento comprende subapilamientos de, por ejemplo, 2 a 10 láminas, combinándose dichos subapilamientos por los bordes para formar un apilamiento balístico flexible.

30 En una de las realizaciones, el apilamiento comprende por lo menos dos subapilamientos, en donde un primer subapilamiento es un apilamiento compactado y un segundo subapilamiento es un subapilamiento flexible presente por debajo (desde el lado anti-impacto del panel) del primer subapilamiento. En esta realización, el primer subapilamiento es preferentemente una capa rica en polietileno, y el segundo subapilamiento es preferentemente una capa rica en aramida.

35 En una de las realizaciones, el apilamiento comprende un subapilamiento comprimido de láminas que comprenden elementos de tensión lineal de polietileno y/o aramida, y un subapilamiento flexible que comprende elementos de tensión lineal de polietileno y/o aramida. El subapilamiento flexible se puede coser, por ejemplo, al subapilamiento comprimido o se puede pegar al subapilamiento comprimido, o subapilamientos se pueden mantener juntos por los bordes o colocándolos en una bolsa o una funda.

40 Con respecto a la cantidad total de elementos de tensión lineal en el apilamiento, en una de las realizaciones, el apilamiento comprende entre un 1 y un 20% en peso de elementos de tensión lineal de aramida, en particular entre un 1 y un 10% en peso, y, preferentemente, entre un 80 y un 99% en peso de elementos de tensión lineal de polietileno, en particular entre un 90 y un 99% en peso (calculándose todos los porcentajes sobre el peso total de elementos de tensión lineal).

45 En otra de las realizaciones, el apilamiento comprende entre un 15 y un 40% en peso de elementos de tensión lineal de aramida, en particular entre un 15 y un 30% en peso, y, preferentemente, entre un 85 y un 60% en peso de elementos de tensión lineal de polietileno, en particular entre un 85 y un 70% en peso (calculándose todos los porcentajes sobre el peso total de elementos de tensión lineal).

50 En una de las realizaciones de la presente invención el artículo antibalístico es un apilamiento, en particular un apilamiento moldeado, que comprende, desde la parte superior (es decir, la cara anti-impacto) hasta la parte inferior, una primera capa y una segunda capa, en donde la primera capa comprende láminas basadas en elementos de tensión lineal de polietileno, en particular cintas de polietileno. En esta realización, los elementos de tensión lineal en la primera capa consisten en por lo menos un 70% en peso de polietileno, en particular por lo menos un 80% en peso, todavía más particularmente por lo menos un 90% en peso, aún más particularmente por lo menos un 95% en peso. En una de las realizaciones, los elementos de tensión lineal de la primera capa consisten esencialmente en polietileno. En cuanto a la naturaleza del polietileno, se hace referencia a las preferencias expresadas en otros lugares de este documento. Cuando se usan cintas de polietileno, se prefiere que la primera capa contenga entre un

0 y un 12% en peso de un material de matriz. Aunque puede que se requiera cierto material de matriz para conseguir que las cintas se peguen entre sí, puede que no sea necesaria la provisión de una cantidad mayor que un 12% en peso de material de matriz, y esta puede ser perjudicial para las propiedades balísticas del panel.

5 La primera capa del apilamiento constituye preferentemente entre un 20 y un 99% en peso del apilamiento. En una de las realizaciones, la primera capa constituye entre un 30 y un 90% en peso del apilamiento, en particular entre un 30 y un 80% en peso, más particularmente entre un 30 y un 70% en peso del apilamiento, más particularmente entre un 40 y un 60% en peso. En otra de las realizaciones, la primera capa constituye entre un 50 y un 99% en peso del apilamiento, en particular entre un 60 y un 99% en peso, más particularmente entre un 70 y un 99% en peso. En una realización adicional, la primera capa puede constituir entre un 80 y un 99% en peso, más particularmente entre un 90 y un 99% en peso, o incluso entre un 95 y un 99% en peso.

15 La segunda capa del material balístico de esta realización comprende láminas que contienen elementos de tensión lineal de aramida, en particular fibras de aramida. En esta realización, los elementos de tensión lineal de la segunda capa consisten en por lo menos un 70% en peso de material de aramida, en particular por lo menos un 80% en peso, todavía más particularmente por lo menos un 90% en peso. En una de las realizaciones, los elementos de tensión lineal de la segunda capa consisten esencialmente en material de aramida. Los elementos de tensión lineal de aramida son preferentemente fibras.

En la capa rica en aramida también puede haber presente un material de matriz. En el caso de las fibras, este se puede encontrar, por ejemplo, en el intervalo de entre el 5 y el 30% en peso, más particularmente en el intervalo del 15% en peso.

20 El panel balístico de esta realización puede cumplir, por ejemplo, los requisitos de la clase II del Ensayo de Rendimiento de la Norma NIJ - 0101.04 P-BFS. En una realización preferida, se cumplen los requisitos de la clase IIIa de dicha Norma, en una realización incluso más preferida, se cumplen los requisitos de la clase III, o los requisitos de clases incluso superiores. Este rendimiento balístico viene acompañado preferentemente de un peso por unidad de superficie bajo, en particular un peso por unidad de superficie de como mucho 19 kg/m², más particularmente como mucho 16 kg/m². En algunas realizaciones, el peso por unidad de superficie del apilamiento puede ser de un valor tan bajo como 15 kg/m². El peso mínimo por unidad de superficie del apilamiento viene dado por la resistencia balística mínima requerida.

30 En una realización particular, el apilamiento es un apilamiento comprimido de láminas o de paquetes de láminas compactados, en donde la primera capa consiste esencialmente en elementos de tensión lineal de polietileno, y la segunda capa consiste esencialmente en elementos de tensión lineal de aramida. El apilamiento puede comprender por lo menos un 80% en peso de polietileno, más particularmente por lo menos un 90% en peso de polietileno, incluso más particularmente por lo menos un 95% en peso de polietileno.

35 En otra realización particular, la primera capa rica en polietileno es un subapilamiento comprimido y la segunda capa rica en aramida es un subapilamiento flexible. El apilamiento puede comprender por lo menos un 80% en peso de polietileno, más particularmente por lo menos un 90% en peso de polietileno, incluso más particularmente por lo menos un 95% en peso de polietileno. El subapilamiento comprimido de esta realización puede comprender láminas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de polietileno y, opcionalmente, puede comprender además láminas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de aramida. Por ejemplo, el subapilamiento comprimido puede consistir esencialmente en polietileno o puede comprender, en general, por lo menos un 1% en peso de aramida, en particular por lo menos un 5% en peso de aramida, más particularmente por lo menos un 10% en peso de aramida, o incluso más particularmente un 20% en peso de aramida.

45 El subapilamiento flexible de esta realización puede comprender láminas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de aramida y, opcionalmente, puede comprender además láminas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de polietileno. El subapilamiento flexible, de manera preferente consiste esencialmente en elementos de tensión lineal de aramida.

50 En otra realización de la presente invención, el artículo antibalístico es un apilamiento, en particular un apilamiento moldeado, que comprende, desde la parte superior a la inferior, una primera capa y una segunda capa, en donde cada capa es un subapilamiento comprimido. En una realización particular, las dos capas son capas ricas en polietileno y la composición de cada capa rica en polietileno puede ser la misma o diferente. En una realización todavía más particular, el subapilamiento comprimido situado en o más cerca de la cara anti-impacto comprende láminas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de polietileno y láminas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de aramida comprimidos entre sí, mientras que la segunda capa comprende láminas que consisten esencialmente en elementos de tensión lineal de polietileno.

55 En una realización adicional, el artículo antibalístico es un apilamiento que comprende, desde la parte superior a la inferior, una capa comprimida y una capa flexible, en donde la capa comprimida comprende, desde la parte superior a la inferior, una primera capa rica en polietileno y una segunda capa rica en aramida, y en donde la capa flexible es una capa rica en aramida. El apilamiento total comprende preferentemente entre un 60 y un 99% en peso de polietileno, preferentemente entre un 75 y un 90% en peso de polietileno, y entre un 40 y un 1% en peso de aramida,

preferentemente entre un 25 y un 10% en peso de aramida. La capa rica en aramida constituye preferentemente entre un 1 y un 15, preferentemente entre un 1 y un 10% en peso del apilamiento comprimido.

5 En otra realización de la presente invención, se prevé un artículo balístico curvado, en particular un casco, que comprende, desde la parte superior a la inferior, una capa rica en aramida, preferentemente una capa íntegramente de aramida, una capa rica en polietileno, preferentemente una capa íntegramente de polietileno, y una capa adicional rica en aramida.

Para todas las realizaciones, los elementos de tensión lineal de polietileno son preferentemente cintas según se ha descrito anteriormente. Los elementos de tensión lineal de aramida son preferentemente fibras según se ha descrito anteriormente.

10 **El material de la matriz**

Tal como se ha indicado anteriormente, en el material balístico según la invención puede haber presencia de un material de matriz. Esto resulta particularmente interesante cuando el artículo antibalístico es un artículo moldeado, ya que, en ese caso, puede usarse un material de matriz para conseguir que las láminas individuales se peguen entre sí. La expresión "material de matriz" significa un material que une entre sí los elementos de tensión lineal y/o las láminas. Cuando los elementos de tensión lineal son fibras, puede requerirse que el material de matriz pegue las fibras entre sí para formar láminas unidireccionales. El uso de láminas que comprenden elementos de tensión lineal tejidos elimina la necesidad de utilizar material de matriz por este motivo, ya que los elementos se unen entre sí a través de su estructura tejida. Por tanto, esto permitirá el uso de menos material de matriz, o incluso prescindir del uso de material de matriz en su totalidad.

20 En una de las realizaciones de la presente invención, el artículo moldeado antibalístico no contiene ningún material de matriz. Aunque se cree que el material de matriz presenta una contribución menor a la efectividad balística del sistema que las cintas, la realización exenta de matriz puede constituir un material eficiente en cuanto a la relación de su efectividad balística con respecto al peso.

25 En otra realización de la presente invención, el artículo antibalístico comprende un material de matriz. En esta realización, el material de matriz puede estar presente para mejorar las propiedades de laminación del material. También puede contribuir al rendimiento balístico.

En una de las realizaciones de la presente invención, se proporciona material de matriz dentro de las propias láminas, donde este puede ayudar a pegar entre sí los elementos de tensión lineal, por ejemplo, para proporcionar una lámina de fibras unidireccionales, o para estabilizar un género después de la tejedura.

30 En otra de las realizaciones de la presente invención, se proporciona material de matriz sobre la lámina, para pegar la lámina a otras láminas dentro del apilamiento.

Una forma de proporcionar el material de matriz sobre las láminas es la provisión de una o más películas de material de matriz sobre el lado superior, el lado inferior o los dos lados de las láminas. Si así se desea, puede hacerse que las películas se peguen a la lámina, por ejemplo, haciendo pasar las películas junto con la lámina a través de un rodillo de prensado calentado o una prensa.

35 Otra forma de proporcionar el material de matriz sobre las láminas es mediante la aplicación de una cantidad de una sustancia líquida que contiene el material de matriz orgánico sobre la lámina. Esta realización tiene la ventaja de que permite una aplicación simple del material de matriz. La sustancia líquida puede ser, por ejemplo, una solución, una dispersión, o una masa fundida del material de matriz orgánico. Si se usa una solución o una dispersión del material de matriz, el proceso comprende también la evaporación del disolvente o dispersante. Además, el material de matriz se puede aplicar al vacío. El material líquido se puede aplicar de forma homogénea sobre la superficie completa de la lámina, según el caso. No obstante, también es posible aplicar el material de matriz en forma de un material líquido de manera no homogénea sobre la superficie de la lámina, según el caso. Por ejemplo, el material líquido se puede aplicar en forma de puntos o franjas, o con cualquier otro patrón adecuado.

45 En una de las realizaciones de la presente invención, el material de matriz se aplica en forma de un elemento laminar, en donde un elemento laminar es una película polimérica discontinua, es decir, una película polimérica con agujeros. Esto permite la provisión de pesos reducidos de materiales para la matriz.

50 En otra realización de la presente invención, el material de la matriz se aplica en forma de tiras, hilos, o fibras de material polimérico, este último, por ejemplo, en forma de un hilo tejido o no tejido de elemento laminar de fibra u otra trama fibrosa polimérica. Nuevamente, esto permite la provisión de pesos reducidos para los materiales de la matriz.

55 En varias realizaciones antes descritas, el material de la matriz se distribuye de manera no homogénea sobre las láminas. En una de las realizaciones de la presente invención, el material de la matriz se distribuye de manera no homogénea dentro del apilamiento comprimido. En esta realización, se puede proporcionar más material de matriz en aquellos lugares en los que el apilamiento comprimido se topa con las mayores influencias del exterior las cuales

pueden afectar perjudicialmente a las propiedades del apilamiento.

El material de la matriz puede consistir total o parcialmente en un material polimérico, el cual opcionalmente puede contener sustancias de carga utilizadas habitualmente para polímeros. El polímero puede ser un polímero termoestable o termoplástico o mezcla de ambos. Preferentemente se usa un plástico blando, en particular se prefiere que el material de matriz orgánico sea un elastómero con un módulo de tracción (a 25 °C) de como mucho 41 MPa. Se prevé también el uso de material de matriz orgánico no polimérico. La finalidad del material de la matriz es ayudar a pegar entre sí las cintas y/o las láminas cuando ello sea necesario, y cualquier material de matriz que logre este objetivo es adecuado como material de matriz. Preferentemente, el alargamiento de rotura del material de matriz orgánico es mayor que el alargamiento de rotura de las cintas de refuerzo. El alargamiento de rotura de la matriz va preferentemente del 3 al 500%. Estos valores se aplican al material de matriz tal como se encuentra en el artículo antibalístico final.

Se enumeran polímeros termoestables y termoplásticos que son adecuados para la lámina, por ejemplo, en los documentos EP 833742 y WO-A-91/12136. Preferentemente, del grupo de los polímeros termoestables, como material de la matriz, se seleccionan ésteres vinílicos, poliésteres insaturados, epóxidos o resinas fenólicas. Estos polímeros termoestables habitualmente se encuentran en la lámina en una condición de fraguado parcial (la denominada etapa B) antes de que el apilamiento de láminas se cure durante la compresión del artículo moldeado antibalístico. Del grupo de los polímeros termoplásticos, como material de la matriz se seleccionan preferentemente poliuretanos, polivinilos, poliacrilatos, poliolefinas o copolímeros elastoméricos en bloque, termoplásticos, tales como copolímeros en bloque de poliiso-preno-polielilenbutileno-poliestireno o poliestireno-poliisoprenopoliestireno.

Cuando se usa un material de matriz, el mismo se aplica generalmente en una cantidad de por lo menos el 0,2% en peso. Puede que se prefiera que el material de matriz esté presente en una cantidad de por lo menos el 1% en peso, más particularmente en una cantidad de por lo menos el 2% en peso, en algunos casos por lo menos el 2,5% en peso. El material de matriz se aplica en general en una cantidad de como mucho el 30% en peso. El uso de una cantidad mayor que el 30% en peso de material de matriz en general no hace que mejoren las propiedades del artículo moldeado.

La cantidad de material de matriz dependerá también de si los elementos de tensión lineal son cintas o fibras. En el caso de las fibras, puede usarse un material de matriz para proporcionar una lámina que contenga fibras paralelas pegadas entre sí. En este caso, puede mencionarse un contenido de matriz de la lámina de entre el 10 y el 30% en peso, en particular entre el 15 y el 25% en peso.

Cuando los elementos de tensión lineal sean cintas, puede que se prefiera utilizar una cantidad inferior de material de matriz. En algunas realizaciones, puede que se prefiera que el material de matriz esté presente en una cantidad de como mucho el 12% en peso, preferentemente como mucho el 8% en peso, más preferentemente como mucho el 7% en peso, en ocasiones como mucho el 6,5% en peso.

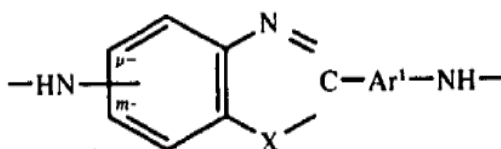
Aramida, composición química

En el contexto de la presente memoria descriptiva, el término aramida se refiere a macromoléculas lineales constituidas por grupos aromáticos, en donde al menos el 60% de los grupos aromáticos está unido mediante enlaces amida, imida, imidazol, oxazol o tiazol, y al menos el 85% de los enlaces amida, imida, imidazol, oxazol o tiazol está unido directamente a dos anillos aromáticos, de manera que el número de enlaces imida, imidazol, oxazol o tiazol no supera el número de enlaces amida. En una realización preferida, por lo menos el 80% de los grupos aromáticos está unido mediante enlaces amida, más preferentemente por lo menos el 90%, todavía más preferentemente por lo menos el 95%.

En una de las realizaciones, de los enlaces amida, por lo menos el 40% está presente en la posición para del anillo aromático, preferentemente por lo menos el 60%, más preferentemente por lo menos el 80%, todavía más preferentemente por lo menos el 90%. Preferentemente, la aramida es una para-aramida, es decir, una aramida en la que esencialmente todos los enlaces amida están pegados a la posición para del anillo aromático.

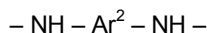
En una de las realizaciones de la presente invención, la aramida es una poliamida aromática que consiste esencialmente en un 100% molar de:

A. Por lo menos un 5% molar, aunque menos de un 35% molar, sobre la base de las unidades completas de la poliamida, de unidades de fórmula (1)

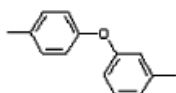


donde Ar¹ es un anillo aromático bivalente cuyos enlaces de extensión de la cadena son coaxiales o paralelos, y es un fenileno, bifenileno, naftileno o piridileno, cada uno de los cuales puede tener un sustituyente que es un grupo alquilo inferior, alcoxi inferior, halógeno, nitro, o ciano, X es un elemento seleccionado del grupo consistente en O, S y NH, y el grupo NH unido al anillo benceno del anterior anillo benzoxazol, benzotiazol o bencimidazol es meta o para con respecto al átomo de carbono al cual está unido X de dicho anillo benceno;

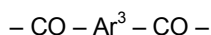
B. De un 0 a un 45% molar, sobre la base de las unidades completas de la poliamida, de unidades de fórmula (2)



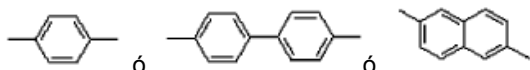
en donde Ar² es igual en cuanto a definición que Ar¹, y es idéntico a o diferente de Ar¹, o es un compuesto de fórmula (3)



C. Una cantidad equimolar, sobre la base de los moles totales de las unidades de las fórmulas (1) y (2) anteriores, de una unidad estructural de fórmula (4)

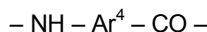


en donde Ar³ es



en el cual la estructura anular contiene opcionalmente un sustituyente seleccionado del grupo consistente en halógeno, alquilo inferior, alcoxi inferior, nitro y ciano; y

D. De un 0 a un 90% molar, sobre la base de las unidades completas de la poliamida, de una unidad estructural de la siguiente fórmula (5)



en donde Ar⁴ es igual en cuanto a definición a Ar¹, y es idéntico a o diferente de Ar¹.

La aramida preferida es poli(p-fenileno tereftalamida) la cual se conoce como PPTA. PPTA es el homopolímero resultante de una polimerización mol-por-mol de p-fenilendiamina y cloruro de tereftaloilo. Otras aramidias preferidas son copolímeros resultantes de la incorporación de otras diaminas o cloruros de diácido que sustituyen respectivamente la p-fenilendiamina y el cloruro de tereftaloilo.

Poliétileno, composición química y fabricación

El polietileno usado en la presente invención, ya se designe como polietileno, polietileno de alto peso molecular, o polietileno de peso molecular ultra-alto, presenta un peso molecular medio en peso de por lo menos 300.000 g/mol. En este caso, polietileno lineal significa polietileno que tiene menos de 1 cadena lateral por 100 átomos de C, preferentemente menos de 1 cadena lateral por 300 átomos de C. El polietileno también puede contener hasta un 5% molar de otro u otros alquenos que sean copolimerizables con el mismo, tales como propileno, buteno, penteno, 4-metilpenteno, y octeno. Se puede preferir en particular que el polietileno tenga un peso molecular medio en peso de por lo menos 500.000 g/mol. Puede preferirse particularmente el uso de cintas, en particular fibras o cintas, con un peso molecular de por lo menos 1×10^6 g/mol. El peso molecular máximo del polietileno adecuado para su uso en la presente invención no es crítico. Como valor general puede mencionarse un valor máximo de 1×10^8 g/mol. La distribución del peso molecular se puede determinar tal como se describe en el documento WO2009/109632.

En una de las realizaciones de la presente invención, se usan elementos de tensión lineal de polietileno con una distribución relativamente estrecha del peso molecular. Esto se expresa mediante una relación de Mw (peso molecular medio en peso) con respecto a Mn (Peso Molecular Promedio en Número) de como mucho 6. Más particularmente, la relación Mw/Mn es como mucho de 5, todavía más particularmente como mucho de 4, incluso más particularmente como mucho de 3. Se prevé en particular el uso de materiales con una relación Mw/Mn de como mucho 2,5, o incluso como mucho 2.

En una realización preferida de la presente invención, las cintas de polietileno con un alto peso molecular y la distribución estrecha de pesos moleculares que se ha estipulado presentan una alta orientación molecular según se evidencia por su patrón de difracción XRD.

En una de las realizaciones de la presente invención, los elementos de tensión lineal de polietileno son cintas que

presentan un parámetro de orientación uniplanar 200/110 Φ de por lo menos 3. El parámetro de orientación uniplanar 200/110 Φ se define como la relación entre las áreas de pico 200 y 110 en el patrón de difracción de rayos X (XRD) de la muestra de cinta según se determina en la geometría de reflexiones. La dispersión de rayos X de gran ángulo (WAXS) es una técnica que proporciona información sobre la estructura cristalina de la materia. La técnica se refiere específicamente al análisis de picos de Bragg dispersados en ángulos grandes. Los picos de Bragg son resultantes de un orden estructural de largo alcance. Una medición por WAXS produce un patrón de difracción, es decir, intensidad en función del ángulo de difracción 2θ (este es el ángulo entre el haz difractado y el haz primario). El parámetro de orientación uniplanar 200/110 aporta información sobre el alcance de orientación de los planos cristalinos 200 y 110 con respecto a la superficie de la cinta. Para una muestra de cinta con una orientación uniplanar 200/110 alta, los planos cristalinos 200 están altamente orientados en paralelo a la superficie de la cinta. Se ha observado que una alta orientación uniplanar viene acompañada en general por una alta resistencia a la tracción y una alta energía de tracción hasta la rotura. La relación entre las áreas de pico 200 y 110 para una muestra con cristalitas orientadas aleatoriamente es aproximadamente de 0,4. No obstante, en las cintas que se usan preferentemente en una de las realizaciones de la presente invención, los cristalitas con índices 200 están orientados preferiblemente en paralelo a la superficie de la película, dando como resultado un mayor valor de la relación de áreas de pico 200/110 y, por lo tanto, un mayor valor del parámetro de orientación uniplanar. Las cintas de polietileno de peso molecular ultra-alto con una distribución estrecha del peso molecular, usadas en una de las realizaciones del material balístico de acuerdo con la invención, presentan un parámetro de orientación uniplanar 200/110 de por lo menos 3. Puede preferirse que este valor sea de por lo menos 4, más en particular por lo menos 5, o por lo menos 7. Pueden preferirse en particular valores superiores, tales como valores de por lo menos 10 ó incluso por lo menos 15. El valor máximo teórico para este parámetro es infinito si el área de pico 110 equivale a cero. Los valores altos correspondientes al parámetro de orientación uniplanar 200/110 vienen acompañados frecuentemente por valores altos para la resistencia y la energía hasta la rotura. Para obtener un método de determinación de este parámetro se hace referencia al documento WO2009/109632.

En una de las realizaciones de la presente invención, las cintas de polietileno de peso molecular ultra-alto, en particular cintas de polietileno de peso molecular ultra-alto con una relación Mw/MN de como mucho 6, tienen una cristalinidad DSC de por lo menos el 74%, más en particular por lo menos el 80%. La cristalinidad DSC se puede determinar de la manera siguiente usando calorimetría diferencial de barrido (DSC), por ejemplo, en un Perkin Elmer DSC7. De este modo, una muestra de peso conocido (2 mg) se calienta de 30 a 180 °C a 10 °C por minuto, se mantiene a 180 °C durante 5 minutos, y a continuación se enfría a 10 °C por minuto. Los resultados del barrido DSC se pueden representar en forma de un gráfico de flujo término (mW o mJ/s; eje y) con respecto a la temperatura (eje x). La cristalinidad se mide usando los datos de la parte de calentamiento del barrido. Se calcula una entalpía de fusión ΔH (en J/g) para la transición de fusión cristalina, determinando el área bajo el gráfico desde la temperatura de la cual se ha determinado el que está justo por debajo del inicio de la transición de fusión principal (endotermia) hasta la temperatura justo sobre el punto en el que se observa que se ha completado la fusión. A continuación, la ΔH calculada se compara con la entalpía de fusión teórica (ΔH_c de 293 J/g) determinada para un PE 100% cristalino a una temperatura de fusión de aproximadamente 140 °C. El índice de cristalinidad DSC se expresa como el porcentaje 100 ($\Delta H/\Delta H_c$). En una de las realizaciones, las cintas usadas en la presente invención tienen una cristalinidad DSC de por lo menos el 85%, más particularmente por lo menos el 90%.

En general, los elementos de tensión lineal de polietileno tienen un contenido de disolvente polimérico inferior al 0,05% en peso, en particular inferior al 0,025% en peso, más particularmente inferior al 0,01% en peso. En una de las realizaciones, las cintas de polietileno usadas en la presente invención pueden presentar una alta resistencia en combinación con una alta densidad lineal. En la presente solicitud, la densidad lineal se expresa en dtex. Este es el peso en gramos de 10.000 metros de película. En una de las realizaciones, la película de acuerdo con la invención tiene una densidad lineal de por lo menos 3.000 dtex, en particular por lo menos 5.000 dtex, más particularmente por lo menos 10.000 dtex, incluso más particularmente por lo menos 15.000 dtex, o incluso por lo menos 20.000 dtex, en combinación con resistencias de, según se ha especificado anteriormente, por lo menos 2,0 GPa, en particular por lo menos 2,5 GPa, más particularmente por lo menos 3,0 GPa, todavía más particularmente por lo menos 3,5 GPa, e incluso más particularmente por lo menos 4.

Las cintas adecuadas para usarse en la presente invención abarcan aquellas que se describen en el documento WO2009/109632, cuyas partes relevantes se incorporan a la presente a título de referencia.

En una de las realizaciones, la presente invención se refiere a la fabricación de artículos balísticos según la presente invención, mediante un proceso que comprende las etapas de proporcionar láminas que comprenden elementos de tensión lineal, apilar las láminas de tal manera que la dirección de los elementos de tensión lineal dentro del apilamiento no sea unidireccional, y pegar por lo menos parte de las láminas entre sí, en donde algunos de los elementos de tensión lineal son elementos de tensión lineal que comprenden polietileno de peso molecular ultra-alto y algunos de los elementos de tensión lineal comprenden aramida. El pegado de las láminas se puede realizar según maneras conocidas en la técnica. En la fabricación de artículos balísticos blandos, esto puede realizarse, por ejemplo, cosiendo los bordes de las láminas entre sí para formar paquetes de láminas. En una de las realizaciones, se fabrican paneles balísticos moldeados mediante un proceso que comprende las etapas de proporcionar láminas que comprenden elementos de tensión lineal, apilar las láminas de tal manera que la dirección de los elementos de tensión lineal dentro del apilamiento no es unidireccional, y comprimir el apilamiento bajo una presión de por lo

menos 0,5 MPa. La presión que se aplicará está destinada a garantizar la formación de un artículo moldeado antibalístico con propiedades adecuadas. La presión es de por lo menos 0,5 MPa. Puede mencionarse una presión máxima de como mucho 50 MPa. Cuando sea necesario, la temperatura durante la compresión se selecciona de tal manera que el material de matriz se lleve por encima de su punto de reblandecimiento o fusión, si esto es necesario para hacer que la matriz ayude a que se peguen entre sí los elementos de tensión lineal y/o las láminas. El significado pretendido de compresión a una temperatura elevada es que el artículo moldeado se somete a la presión dada durante un tiempo de compresión particular, a una temperatura de compresión por encima del punto de reblandecimiento o fusión del material de matriz orgánico y por debajo del punto de reblandecimiento o fusión de los elementos de tensión lineal. El tiempo de compresión y la temperatura de compresión requeridos dependen de la naturaleza de los elementos de tensión lineal y del material de la matriz, y del grosor del artículo moldeado, y pueden ser determinados fácilmente por aquellos versados en la materia. Cuando la compresión se lleva a cabo a temperatura elevada, puede que se prefiera que el enfriamiento del material comprimido también tenga lugar bajo presión. Con enfriamiento bajo presión pretende significarse que la presión mínima dada se mantiene durante el enfriamiento por lo menos hasta que se alcance una temperatura tan baja que la estructura del artículo moldeado ya no pueda relajarse más bajo presión atmosférica. Se sitúa dentro de las competencias de los expertos la determinación de esta temperatura según cada caso individual. Cuando proceda, se prefiere que el enfriamiento a la presión mínima dada se reduzca hasta una temperatura en la que el material de matriz orgánico se haya endurecido o cristalizado en gran parte o completamente, y por debajo de la temperatura de relajación de los elementos de tensión lineal. No es necesario que la presión durante el enfriamiento sea igual a la presión a la temperatura elevada. Durante el enfriamiento, la presión debe monitorizarse de manera que se mantengan valores de presión apropiados, para compensar la reducción de presión provocada por la contracción del artículo moldeado y la prensa.

En función de la naturaleza del material de la matriz, para la fabricación de un artículo moldeado antibalístico en el que los elementos de tensión lineal en la lámina comprenden cintas de polietileno lineal de alto peso molecular sometidas a un elevado estiramiento, la temperatura de compresión va preferentemente de 115 a 135 °C, y el enfriamiento hasta por debajo de 70 °C se efectúa a una presión constante. En la presente memoria descriptiva, temperatura del material, por ejemplo, temperatura de compresión, se refiere a la temperatura en la mitad del grosor del artículo moldeado.

En una de las realizaciones de la presente invención, el apilamiento se construye a partir de paquetes de láminas compactados que contienen de 2 a 8, por lo general 2, 4 u 8. Para la orientación de las láminas dentro de los paquetes de láminas, se remite a lo que se ha mencionado anteriormente para la orientación de las láminas dentro del apilamiento. El término compactado pretende significar que las láminas están fijadas firmemente entre sí. Se logran muy buenos resultados si los paquetes de láminas también se comprimen. Las láminas se pueden compactar mediante la aplicación de calor y/o presión, tal como es sabido en la técnica.

Ejemplos

Se fabricaron varios materiales balísticos de la manera siguiente. Se fabricaron apilamientos o subapilamientos comprimidos mediante capas transversales de láminas de los materiales y cantidades adecuados para formar un apilamiento. El apilamiento se comprimió a una temperatura de 132 °C, y a una presión de 60 bares. El material se enfrió y se retiró de la presión para formar un apilamiento o subapilamiento comprimido.

Se fabricaron subapilamientos flexibles cosiendo los bordes de láminas individuales entre sí.

Si los subapilamientos no se moldearon simultáneamente para formar un único apilamiento, los mismos se agruparon antes de los disparos.

Los paneles tenían un peso total por unidad de superficie de 15,5 kg/m².

Se fabricaron láminas de PE alineando cintas en paralelo para formar una primera capa, alineando al menos otra capa de cintas sobre la primera capa en paralelo y desplazada con respecto a las cintas de la primera capa, y prensando las capas de cintas bajo aplicación de calor para formar una lámina. Se usaron cintas de polietileno de peso molecular ultra-alto con una anchura de 80 mm y un grosor de 55 µm. Las cintas presentaban una resistencia a la tracción de 2,3 GPa, y un módulo de tracción de 165 GPa. Se usó un único tipo de láminas de PE. Las láminas de tipo A son X capas a 0-90 °, de aproximadamente 220 µm de grosor (contenido de la matriz: 3% en peso).

Se usaron dos tipos de láminas de aramida. Se fabricaron láminas de aramida laminadas alineando unidireccionalmente fibras de aramida PPTA en una matriz de estireno-isopreno-estireno con un recubrimiento exterior de PE de bajo peso molecular (contenido de la matriz aproximadamente 20% en peso). Este sistema se designará como aramida UD. Se realizaron láminas basadas en género de aramida con un género de aramida, conocido comercialmente como género Twaron CT 736 de Teijin, con resina polifenólica como matriz (contenido de la matriz del 11% en peso). Este sistema se designará como aramida textil.

Se fabricaron diferentes paneles con cantidades variables de PE y aramida de acuerdo con la Tabla 1, apilando apropiadamente las correspondientes láminas basadas en PE y/o láminas basadas en aramida.

Las relaciones de PE:aramida se corresponden con % en peso de láminas de polietileno (incluyendo la matriz) con

respecto al % en peso de láminas de aramida (incluyendo la matriz) sobre la base del peso total del sistema.

Tabla 1: composición de los paneles

Panel	Composición
Comp. 1	100% PE, comprimido
Comp. 2	100% PE, comprimido
Comp. 3	100% PE, comprimido
Ej. 1	80% capa PE, 20% capa aramida UD, comprimidas en un solo apilamiento 1 ^{er} subapilamiento: apilamiento comprimido de 80% PE y 3% lámina textil de aramida
Ej. 2	2 ^o subapilamiento: apilamiento flexible de 17% aramida UD
Ej. 3	97% capa PE, 3% capa aramida textil, comprimidas en un solo apilamiento 1 ^{er} subapilamiento: apilamiento comprimido de PE de 80% y 3% aramida textil
Ej. 4	2 ^o subapilamiento: apilamiento comprimido de 17% PE

5 Los paneles se sometieron a prueba con vistas a la evaluación de los traumas de acuerdo con la NIJ III 01.04.04. La velocidad usada se sitúa en el intervalo de 838 a 856 m/s. Se observó que las balas se detenían en el panel. Los resultados de los paneles comparativos, que tienen, todos ellos, la misma composición, se promedian.

Tabla 2: rendimiento de los paneles

Panel	Parada bala ¹	Trauma ² [mm]	Trauma relativo ³
Comp.	SIP	44 ⁴	-
Ej. 1	SIP	44	1%
Ej. 2	SIP	42	- 5%
Ej. 3	SIP	44	1%
Ej. 4	SIP	42	-4%

1_SIP: bala detenida en el panel

10 2_Valor promedio de 3 disparos diferentes

3_Trauma relativo se refiere al porcentaje de aumento o disminución del trauma, con porcentajes positivos y negativos respectivamente, de los paneles híbridos (PE más aramida) con respecto a los paneles que comprenden PE solamente con el mismo tipo de PE.

4_Valor de referencia promedio de 9 disparos diferentes sobre tres paneles diferentes

15 Los resultados de la Tabla 2 muestran que el rendimiento de los paneles híbridos, es decir, que comprenden tanto polietileno como aramida (Ejemplos 1 a 5), es equivalente al de los paneles que consisten en polietileno o se mejora incluso con respecto a la reducción del trauma (Ejemplos 2 y 4). Cabe indicar que la cantidad máxima generalmente aceptada de trauma es 44 mm.

20 Las Figuras 1 a 3 son imágenes de la parte frontal y la parte posterior de los paneles del Ejemplo Comparativo 1 y los Ejemplos 1 y 3, tomadas después de 5 disparos.

Tal como puede observarse a partir de las imágenes, la parte posterior de los paneles balísticos mejora notablemente en los materiales que comprenden aramida (Ejemplos 1 y 3), con lo que los fragmentos de bala permanecen dentro del panel antibalístico, y la parte posterior del panel se mejora con respecto a la correspondiente de todo polietileno (Ejemplo Comparativo 1).

25

REIVINDICACIONES

1. Artículo antibalístico que comprende un apilamiento de láminas que comprenden elementos de tensión lineal de refuerzo, de manera que la dirección de los elementos de tensión lineal dentro del apilamiento no es unidireccional,
 5 en donde algunos de los elementos de tensión lineal son elementos de tensión lineal que comprenden polietileno de alto peso molecular y algunos de los elementos de tensión lineal comprenden aramida,
 en donde los elementos de tensión lineal que comprenden polietileno de alto peso molecular son cintas de polietileno;
 en donde el apilamiento comprende desde la cara anti-impacto abajo una primera capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de polietileno y una segunda capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de aramida, basándose el % en peso en el peso total de elementos de tensión lineal en la capa excluyendo cualquier material de matriz; y
 10 en donde los elementos de tensión lineal en las láminas están orientados unidireccionalmente, y la dirección de los elementos de tensión lineal en una lámina está girada con respecto a la dirección de las cintas en una lámina adyacente; o las láminas comprenden elementos de tensión lineal tejidos.
- 15 2. Artículo antibalístico según la reivindicación 1, en el que los elementos de tensión lineal que comprenden polietileno de alto peso molecular son cintas de polietileno con una anchura de por lo menos 5 mm.
3. Artículo antibalístico según la reivindicación 1 ó 2, en el que los elementos de tensión lineal que comprenden aramida son fibras de PPTA.
- 20 4. Artículo antibalístico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el apilamiento comprende láminas que contienen tanto elementos de tensión lineal de polietileno como elementos de tensión lineal de aramida.
5. Artículo antibalístico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el apilamiento comprende láminas que comprenden elementos de tensión lineal de polietileno y están exentas de elementos de tensión lineal de tipo aramida, y/o láminas que comprenden elementos de tensión lineal de tipo aramida y están exentas de elementos de tensión lineal de polietileno.
- 25 6. Artículo antibalístico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la lámina comprende uno de elementos de tensión lineal de polietileno y de aramida como urdimbre o trama, y el otro de los elementos de tensión lineal de polietileno y aramida como trama o urdimbre.
7. Paquete de láminas compactado, adecuado para su uso en la fabricación de un artículo moldeado antibalístico de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el paquete de láminas compactado comprende láminas que comprenden elementos de tensión lineal, de manera que la dirección de los elementos de tensión lineal dentro del paquete de láminas no es unidireccional,
 30 en donde algunos de los elementos de tensión lineal son elementos de tensión lineal que comprenden polietileno de peso molecular ultra-alto, y algunos de los elementos de tensión lineal comprenden aramida,
 en donde los elementos de tensión lineal que comprenden polietileno de alto peso molecular son cintas de polietileno;
 35 en donde el paquete de láminas compactado comprende desde la cara anti-impacto abajo una primera capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de polietileno y una segunda capa que comprende más del 50% en peso de elementos de tensión lineal de aramida, basándose el % en peso en el peso total de elementos de tensión lineal en la capa, excluyendo cualquier material de matriz; y
 en donde los elementos de tensión lineal en las láminas están orientados unidireccionalmente, y la dirección de los elementos de tensión lineal en una lámina está girada con respecto a la dirección de las cintas en una lámina adyacente; o las láminas comprenden elementos de tensión lineal tejidos.
- 40 8. Método para fabricar un artículo antibalístico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende las etapas de
 45 proporcionar láminas que comprenden elementos de tensión lineal, en donde los elementos de tensión lineal en las láminas están orientados unidireccionalmente, y la dirección de los elementos de tensión lineal en una lámina está girada con respecto a la dirección de las cintas en una lámina adyacente; o las láminas comprenden elementos de tensión lineal tejidos,
 50 apilar las láminas de tal manera que la dirección de los elementos de tensión lineal dentro del apilamiento no es unidireccional, y

pegar entre sí por lo menos algunas de las láminas

en donde algunos de los elementos de tensión lineal son elementos de tensión lineal que comprenden polietileno de peso molecular ultra-alto y algunos de los elementos de tensión lineal comprenden aramida.

- 5 9. Método según la reivindicación 8, en el que un artículo moldeado se fabrica mediante un proceso que comprende las etapas de proporcionar láminas que comprenden elementos de tensión lineal, apilar las láminas de tal manera que la dirección de los elementos de tensión lineal dentro del apilamiento no es unidireccional, y comprimir el apilamiento bajo una presión de por lo menos 0,5 MPa.

Figura 1: parte frontal y parte posterior del panel del Ejemplo Comparativo 1 después de 5 disparos

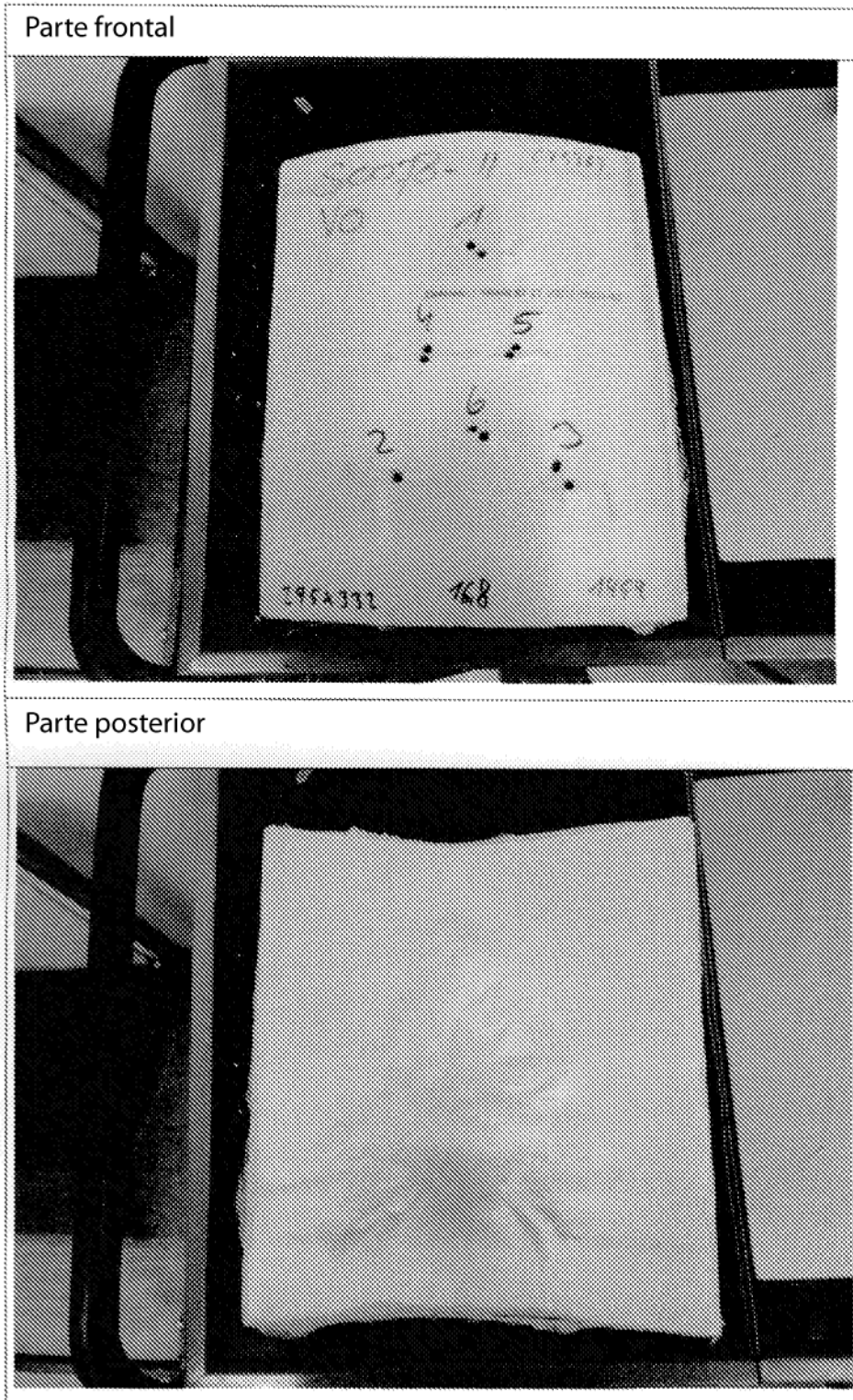


Figura 2: parte frontal y parte posterior del panel del Ejemplo 1 después de 5 disparos

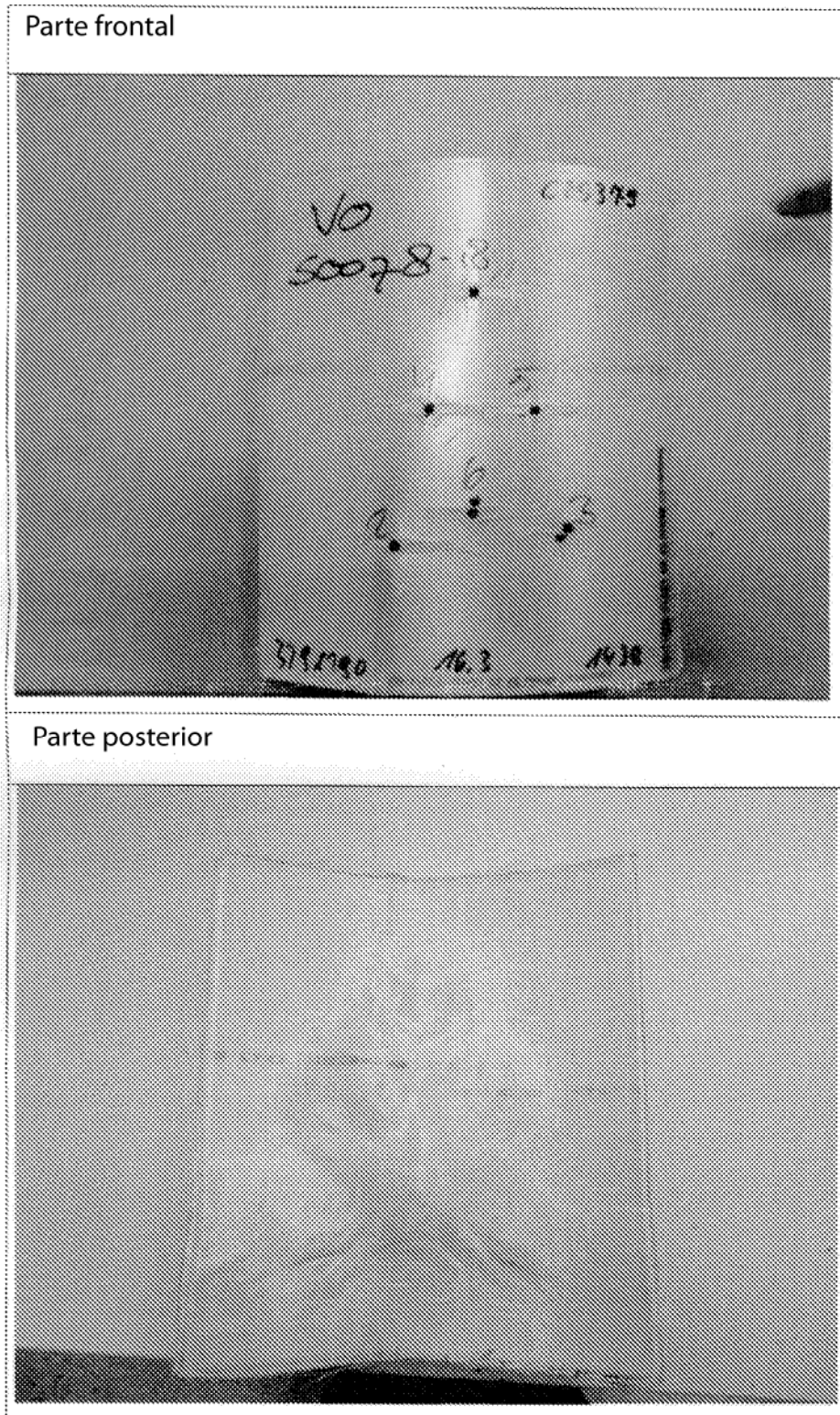
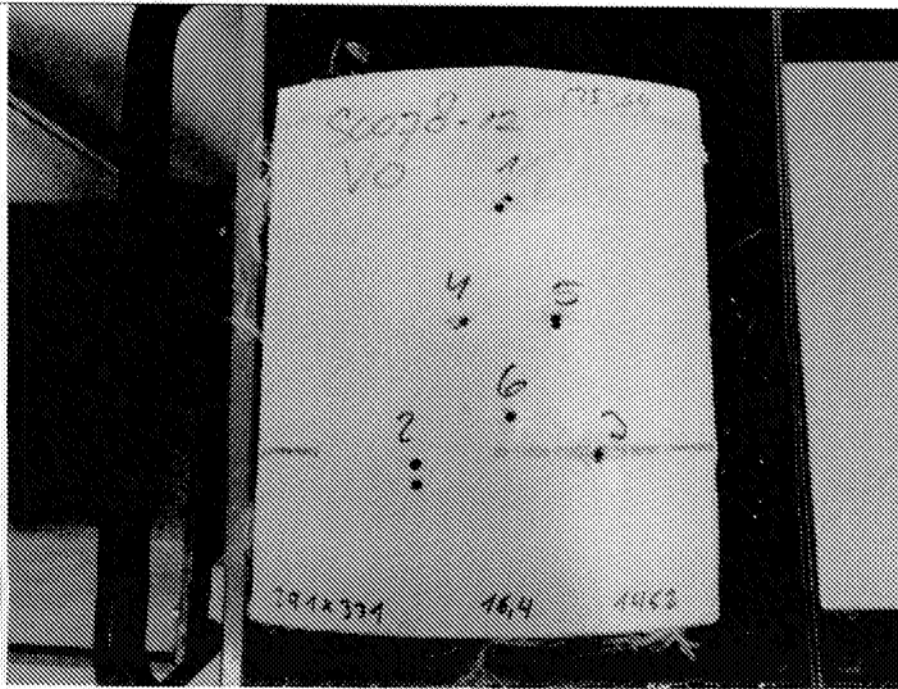


Figura 3: parte frontal y parte posterior del panel del Ejemplo 3 después de 5 disparos

Parte frontal



Parte posterior

