



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 116**

51 Int. Cl.:
F41H 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05768085 .2**

96 Fecha de presentación : **01.07.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1766320**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2007**

54 Título: **Construcción antibalística flexible.**

30 Prioridad: **02.07.2004 EP 04076910**
16.09.2004 US 610209 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.06.2009

73 Titular/es: **DSM IP Assets B.V.**
Het Overloon 1
6411 TE Heerlen, NL

72 Inventor/es: **Rovers, Johannes, Antonius, Pieter**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 321 116 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).

ES 2 321 116 T3

DESCRIPCIÓN

Construcción antibalística flexible.

5 La invención se refiere a una construcción antibalística que comprende un apilamiento de una pluralidad de elementos flexibles que comprende al menos una capa que contiene una red de fibras de gran resistencia.

La invención se refiere además a un artículo antibalístico que comprende dicha construcción, a un método para obtener dicha construcción, y a un uso de dicha construcción.

10 Tal construcción antibalística, también denominada panel o paquete balístico, es conocida desde el documento US 3971072. Esta publicación de patente describe un blindaje ligero que contiene una construcción de una coraza externa metálica delgada y un apilamiento de una pluralidad de capas flexibles de un tejido balístico formado por hilos de filamentos continuos tejidos, capas las cuales están interconectadas por toda su área por medios de conexión o de sujeción, como puntadas, que se extienden a lo largo de trayectorias continuas, trayectorias las cuales están separadas no más de tres cuartos de pulgada (19 mm) y no menos de un octavo de pulgada (3,2 mm). Mediante tal costura, o de otro modo uniendo una pluralidad de capas juntas, se afirma que se reduce la distorsión de la diana posterior de la construcción. Tal construcción antibalística flexible, también denominada como laminado como protección contra una acción balística, se conoce además desde el documento US 2001/0021443 A1. Esta publicación describe un laminado flexible que comprende una pluralidad de capas compuestas de un tejido que contiene fibras de grandes prestaciones, en el que todas las capas están conectadas entre sí. La conexión entre dichas capas se obtiene a través de puntos adhesivos, con lo que el área de cada capa cubierta por adhesivo es alrededor de 10 a 95%. La cantidad de adhesivo está entre 5 y 35% con relación al componente de fibra de las dos capas conectadas entre sí.

25 Una construcción antibalística generalmente no se usa *per se*, sino que se aplica como parte de un artículo antibalístico como un chaleco a prueba de balas u otras partes conformadas usadas con fines protectores, incluyendo diferentes tipos de blindajes corporales blandos. Típicamente, la construcción o panel se inserta en un soporte, que puede estar construido de tejidos de prendas convencionales tales como nailon o algodón. La construcción antibalística se puede unir permanentemente al soporte, o puede ser retirable.

30 La distorsión de la diana posterior, también denominada deformación de la cara posterior, es una expresión usada en la técnica para referirse a la deformación de la superficie posterior de una construcción o artículo antibalístico contra el cuerpo del usuario al impactarle un proyectil. Un proyectil impactante, como una bala, puede ser detenido por la construcción, esto es, puede no penetrar o perforar completamente el material, pero puede, como resultado de su elevada energía de impacto y choque, y la deformación local resultante, dar como resultado aún lesiones graves del cuerpo o de los órganos internos, denominadas habitualmente como traumatismo contuso o simplemente traumatismo.

35 La reducción del traumatismo contuso es el resultado desde la introducción de blindajes corporales antibalísticos blandos modernos, como los chalecos a prueba de balas, basados en fibras de altas prestaciones como aramidas, por ejemplo Kevlar® o Twaron®, polietileno de masa molar ultra elevada (UHMPE, por ejemplo Dyneema® o Spectra®), o poli(p-fenilen-2,6-benzobisoxazol) (PBO, por ejemplo Zylon®). La mayoría de los estándares para el comportamiento del blindaje corporal se centran en el poder de detención de la bala, pero a menudo también cuantifican el traumatismo máximo permisible. El estándar 0101.04 del National Institute of Justice (NIJ) clasifica el blindaje corporal blando en tres categorías principales: IIA, II, y IIIA (desde la protección más débil a la más fuerte). El blindaje de nivel IIA protege frente a balas de punta redondeada con camisa de metal blindadas de 9 mm, con masas nominales de 8,0 g impactando a una velocidad mínima de 332 m/s, y frente a balas con camisa de metal blindadas de calibre 40 S&W, con masas nominales de 11,7 g impactando a una velocidad mínima de 312 m/s. El blindaje de nivel II protege frente a balas de punta redondeada con camisa de metal blindadas de 9 mm, con masas nominales de 8,0 g impactando a una velocidad mínima de 358 m/s, y frente a balas de punta blanda encamisadas de magnum 357, con masas nominales de 10,2 g impactando a una velocidad mínima de 427 m/s. El blindaje de nivel IIIA protege frente a balas de punta redondeada con camisa de metal blindadas de 9 mm, con masas nominales de 8,0 g impactando a una velocidad mínima de 427 m/s, y frente a balas de punta hueca encamisadas de magnum 44, con masas nominales de 15,6 g impactando a una velocidad mínima de 427 m/s. El nivel III y el nivel IV se refieren a blindajes corporales rígidos que protegen frente a cartuchos de rifle.

55 El blindaje de nivel IIIA es usado típicamente por oficiales de policía implicados en operaciones de alto riesgo, tales como servicio de seguridad, rescate de rehenes, y misiones de protección. En la práctica, el comportamiento de tales chalecos antibalísticos certificados por NIJ a menudo se mejora adicionalmente ajustando sobre el pecho una almohadilla o plancha adicional (habitualmente de 8 x 5 pulgadas, 20,32 x 17,70 centímetros) para evitar traumatismos, debido a que el traumatismo máximo de un chaleco de nivel IIIA (44 mm) es demasiado elevado. Las planchas contra traumatismos pueden ser blandas y pueden estar hechas del mismo material que los paneles protectores en el chaleco antibalístico, o pueden ser rígidas y estar hechas de materiales diferentes, incluyendo láminas metálicas; pero todas tienen la desventaja de que aumentan el grosor, añaden peso, y disminuyen la comodidad de su uso.

65 Numerosas publicaciones de patentes se tratan sobre la reducción del traumatismo de paneles antibalísticos para uso en chalecos corporales blandos, que omitirían el uso de almohadillas adicionales contra el traumatismo. El documento US 4413357 propone una construcción de un apilamiento de un tejido muy tejido de fibras de aramida, al menos una capa de laminado de policarbonato flexible, y una capa de un plástico de espuma relativamente grueso, blando (desde el frente hacia la parte trasera o parte posterior del panel). En el documento EP 131447 A, se introduce a modo

ES 2 321 116 T3

de sándwich una capa que atenúa el traumatismo, hecha de plumas, espuma o fieltro, entre las capas frontal y trasera de capas de tejido antibalístico, consolidándose la construcción mediante puntadas u otras uniones. En el documento EP 172415 A se describe una construcción que comprende varias capas de material textil y un absorbente de choques que tiene una estructura tridimensional con una superficie estructurada a modo de oblea, una relación de cavidades de al menos 90% en volumen, y un grosor de 5-30 mm. El documento US 5059467 describe un panel corporal antibalístico que comprende capas resistentes a impactos no metálicos frontales y traseras, espaciadas mediante una tira que define un espacio de aire cerrado, herméticamente estanco, por ejemplo una espuma de poliuretano de celda cerrada. El documento WO 92/06840 A1 se refiere a una construcción de un apilamiento de material antibalístico flexible y un panel reforzante interpenetrado con la capa más interna del apilamiento, en el que el material antibalístico puede estar hecho de, por ejemplo, fibras de aramida, y el panel puede ser una lámina extruida de policarbonato. En el documento WO 96/24816 A1 se describe una construcción protectora que contiene una capa de espuma flexible de 10 mm de grosor, en combinación con capas de tejido. En el documento CA 2169415 A se describen capas de fieltro como medio para mantener un espacio de aire entre los apilamientos de capas de material de fibra de aramida unidireccional. El documento US 6103641 propone un tejido espaciador especial, que comprende una cara frontal y posterior interconectadas y mantenidas a 12-30 mm entre sí mediante monofilamentos. En el documento US 6319862 se describe una construcción de un blindaje de múltiples capas, que comprende un apilamiento frontal de capas de fibras de alta resistencia, por ejemplo fibras de aramida, soportadas por al menos una lámina extruida de poliéster termoplástico, y un apilamiento adicional de tales capas soportadas por al menos una lámina de poliéster termoplástico.

Un inconveniente de la construcción conocida del documento US 3971072 es que la puntada densa reduce la flexibilidad y también puede reducir la resistencia antibalística. Otras construcciones propuestas indicadas anteriormente contienen generalmente capas adicionales que aumentan el grosor y/o el peso de la construcción. El documento US 2001/021443 A describe una construcción antibalística que forma una base para el preámbulo de la reivindicación independiente 1. De este modo, existe la necesidad en la industria de una construcción antibalística ligera que combine flexibilidad con un nivel elevado de protección antibalística y bajo traumatismo contuso.

Esto se proporciona mediante una construcción según la reivindicación 1.

La construcción antibalística según la invención proporciona una deformación de la cara posterior notablemente reducida (y de este modo una reducción del traumatismo contuso), sin la adición de capas adicionales, por ejemplo un denominado forro antitraumatismo, que incrementarían el grosor y/o peso, a la vez que la flexibilidad de la construcción no se ve afectada o apenas lo hace.

Otra ventaja de la construcción según la invención es que el poder de detención de la bala, por ejemplo expresado en un valor de V_{50} , no se deteriora por el medio de conexión aplicado. Aún una ventaja adicional es que la construcción según la invención también proporciona una protección mejorada frente a otros peligros, como otros objetos impactantes como piedras, o frente a, por ejemplo, caídas. Los artículos típicos que usan ventajosamente la construcción según la invención incluyen partes protectoras para codos, hombros, muñecas, rodillas, piernas, etc.

La construcción antibalística comprende un apilamiento de una pluralidad de elementos flexibles. Por elemento flexible se quiere decir un elemento, o una lámina o capa (laminada), que cuando se mantiene sobre un soporte plano, sobresaliendo el elemento 20 cm del soporte, se dobla bajo su propio peso, estando el borde exterior de la parte no soportada sobresaliente al menos 10 mm más bajo que la parte soportada del elemento. Dentro del apilamiento de elementos, los elementos se pueden mover o desplazar con relación entre sí a lo largo de al menos parte de su superficie de contacto. Este movimiento de elementos con relación entre sí permite que el apilamiento de elementos se doblen y flexionen, lo que obviamente se prefiere para aplicaciones de blindajes corporales blandos. En la construcción, el lado del frente es el lado que hace frente a la amenaza o proyectil impactante, mientras que el lado trasero o posterior es el lado opuesto al lado que hace frente a la amenaza o proyectil impactante, es decir, el más próximo al usuario o al objeto a proteger. El lado frontal de la construcción - también denominado cara del golpe - contiene elementos que no están sustancialmente enlazados o conectados entre sí, esto es, los elementos no están unidos o adheridos entre sí a lo largo de una parte sustancial de sus superficies adyacentes con medios de conexión. Sin embargo, es difícil de manipular y procesar posteriormente un apilamiento de capas que carezca de coherencia. Para lograr un cierto nivel de coherencia, la construcción se puede unir, por ejemplo, mediante puntadas, preferiblemente tan pocas como sea posible, por ejemplo sólo en las esquinas o alrededor de los bordes periféricos (además del medio de conexión en los elementos del lado trasero). Tales medios de conexión no se aplican para afectar al comportamiento antibalístico o al traumatismo. Otra posibilidad es encerrar la construcción en una cubierta o envoltura flexible.

La construcción antibalística comprende un apilamiento de una pluralidad de elementos flexibles que comprende al menos una capa que contiene una red de fibras de resistencia elevada.

Dentro del contexto de la presente Solicitud, una fibra es un cuerpo alargado con una dimensión longitudinal mucho mayor que su anchura y grosor. El término fibra incluye así un monofilamento, un hilo multifilamentoso, una tira, una cinta o rollo, o similar, y puede tener secciones transversales regulares o irregulares. El término fibra incluye una pluralidad de uno cualquiera o una combinación de los anteriores.

Las fibras de resistencia elevada tienen una resistencia a la tracción de al menos alrededor de 1,0 GPa, y un módulo de tracción de al menos alrededor de 40 GPa. Las fibras pueden ser fibras inorgánicas u orgánicas, y las fibras adecuadas se enumeran por ejemplo en el documento US 5185195. Las fibras inorgánicas adecuadas son, por ejemplo, fibras de vidrio, fibras de carbono y fibras cerámicas. Las fibras orgánicas adecuadas con tal resistencia elevada a

ES 2 321 116 T3

la tracción son, por ejemplo, fibras de poliamida aromática (también simplemente fibras de aramida), especialmente poli(p-fenilentereftalamida), polímero cristalino líquido y fibras de polímeros de tipo escalera, tales como polibenzimidazoles o polibenzoxazoles, especialmente poli(1,4-fenilen-2,6-benzobisoxazol) (PBO), o poli(2,6-diimidazo[4,5-b-4',5'-e]piridinileno-1,4-(2,5-dihidroxi)fenileno) (PIPD; también denominado como M5), y fibras de, por ejemplo, poliolefinas, alcohol polivinílico, y poliacrilonitrilo, las cuales están muy orientadas, tales como las obtenidas, por ejemplo, mediante un proceso de hilado en gel. Las fibras tienen preferiblemente una resistencia a la tracción de al menos alrededor de 2 GPa, al menos 2,5 o incluso al menos 3 GPa. Preferiblemente se usan fibras de poliolefina, de aramida, de PBO y de PIPD altamente orientadas, o una combinación de al menos dos de las mismas. La ventaja de estas fibras es que tienen una resistencia a la tracción muy elevada, de forma que son en particular muy adecuadas para uso en artículos antibalísticos ligeros.

Las poliolefinas adecuadas son en particular homopolímeros y copolímeros de etileno y propileno, que también pueden contener pequeñas cantidades de uno o más polímeros, en particular otros polímeros de 1-alqueno.

Se obtienen buenos resultados si se selecciona como poliolefina un polietileno lineal (PE). Polietileno lineal se entiende aquí que significa polietileno con menos de una cadena lateral por 100 átomos de carbono, y preferiblemente con algunas pocas más que una cadena lateral por 300 átomos de carbono, conteniendo una cadena lateral o ramificación generalmente al menos 10 átomos de carbono. El polietileno lineal puede contener además hasta 5% en moles de uno o más alquenos, que son copolimerizables con aquél, tales como propeno, buteno, penteno, 4-metilpenteno, octeno.

Preferiblemente, el polietileno lineal tiene una masa molar elevada, con una viscosidad intrínseca (IV, según se determina en disoluciones en decalina a 135°C) de al menos 4 dl/g, más preferiblemente al menos 8 dl/g. Tal polietileno también se denomina como polietileno de masa molar ultraelevada (UHMWPE). La viscosidad intrínseca es una medida de la masa molar (también denominada peso molecular) que se puede determinar más fácilmente que los parámetros de masa molar reales como M_n y M_w . Hay varias relaciones empíricas entre IV y M_w , pero tal relación depende mucho de la distribución de masas molares. Basándose en la ecuación $M_w = 5,37 \times 10^4 [IV]^{1,37}$ (véase el documento EP 0504954 A1), una IV de 4 u 8 dl/g sería equivalente a M_w de alrededor de 360 ó 930 kg/mol, respectivamente.

Preferiblemente se usan fibras de polietileno de altas prestaciones (HPPE), que consisten en filamentos de polietileno que se han preparado mediante un proceso de hilado en gel, tal como se describe, por ejemplo, en los documentos GB 2042414 A o WO 01/73173 A1. Un proceso de hilado en gel consiste esencialmente en preparar una disolución de un polietileno lineal con una viscosidad intrínseca elevada, hilar la disolución en filamentos a una temperatura por encima de la temperatura de disolución, enfriar los filamentos por debajo de la temperatura de gelificación, de tal forma que se produzca la gelificación, y estirar los filamentos antes, durante y/o después de la eliminación del disolvente.

Una capa que contiene una red de fibras se puede formar a partir de fibras solas, a partir de fibras con un revestimiento polimérico adecuado, o a partir de fibras y un aglutinante, tal como un polímero adecuado como material de matriz. Las fibras se pueden disponer en una red de diversas configuraciones. Por ejemplo, las fibras se pueden obtener en diversas alineaciones diferentes, desde haces de hilos retorcidos o no retorcidos. Los ejemplos adecuados incluyen un tejido de punto o tejido (liso, cruzado, cesto, raso u otra tejedura), o estructuras no tejidas como un fieltro o una capa de fibras estabilizadas orientadas unidireccionalmente. A la vista del comportamiento antibalístico, se prefieren configuraciones de red en las que las fibras de resistencia elevada están orientadas principalmente en una dirección. Los ejemplos aquí no incluyen sólo capas de fibras orientadas unidireccionalmente estabilizadas con un aglutinante, sino también estructuras tejidas en las que las fibras de resistencia elevada forman una parte importante del tejido, por ejemplo como las fibras de urdimbre, y en las que las fibras de trama forman una parte minoritaria y no necesitan ser fibras de resistencia elevada, como las construcciones descritas en el documento EP 1144740 B1, u otros tejidos denominados tejidos de una sola tejedura.

En caso de capas con tales fibras de resistencia elevada orientadas unidireccionalmente, el elemento contiene preferiblemente al menos dos capas de fibras orientadas unidireccionalmente, estando las direcciones de las fibras en capas adyacentes giradas entre sí, preferiblemente en un ángulo entre 45° y 90°, más preferiblemente el ángulo es alrededor de 80-90°.

Con una capa de fibras orientadas unidireccionalmente estabilizadas con un aglutinante se quiere decir una capa en la que los filamentos se orientan sustancialmente paralelos en un plano, orientación la cual está estabilizada con un aglutinante. Tal capa también se denomina como monocapa en la técnica. El término aglutinante se refiere a un material que une o mantiene juntas a las fibras, y puede encerrar a las fibras en su totalidad o en parte, de forma que la estructura de la monocapa se retiene durante la manipulación y obtención de los elementos. El material aglutinante se puede haber aplicado en diversas formas y maneras; por ejemplo como una película, como cintas de unión transversales o fibras transversales (transversales con respecto a las fibras unidireccionales), o impregnando y/o embebiendo las fibras con un material de matriz, por ejemplo con un fundido polimérico o una disolución o dispersión de un material polimérico en un líquido. Preferiblemente, el material de matriz se distribuye homogéneamente por toda la superficie de la monocapa, mientras que una tira de unión o fibras enlazantes se pueden aplicar localmente. Los aglutinantes adecuados se describen en los documentos EP 0191306 B1, EP 1170925 A1, EP 0683374 B1 y EP 1144740 B1.

En una realización preferida, el aglutinante es un material de matriz polimérico, y puede ser un material term endurecido o un material termoplástico, o mezclas de los dos. El alargamiento en la ruptura del material de matriz es preferiblemente mayor que el alargamiento de las fibras. El aglutinante tiene preferiblemente un alargamiento de 3 a

ES 2 321 116 T3

500%. Los materiales de matriz poliméricos termoendurecidos y termoplásticos adecuados se enumeran, por ejemplo, en el documento WO 91/12136 A1 (páginas 15-21). A partir del grupo de polímeros termoendurecidos, como material de matriz se seleccionan preferiblemente ésteres vinílicos, poliésteres insaturados, epóxidos o resinas fenólicas. Del grupo de polímeros termoplásticos, como material de matriz se pueden seleccionar poliuretanos, polivinilos, 5 poliacrílicos, poliolefinas o copolímeros de bloques elastoméricos termoplásticos tales como copolímeros de bloques de poliisopropeno-polietileno-butileno-poliestireno o poliestireno-poliisopreno-poliestireno. Preferiblemente, el aglutinante consiste esencialmente en un elastómero termoplástico, que reviste preferiblemente de forma sustancial los filamentos individuales de dichas fibras en una monocapa, y tiene un módulo de tracción (determinado según ASTM D638 a 25°C) menor que alrededor de 40 MPa. Tal aglutinante da como resultado una elevada flexibilidad de una monocapa, y de un elemento y sus construcciones. Se encontró que se obtienen resultados muy buenos si el aglutinante 10 en la monocapa es un copolímero de bloques de estireno-isopreno-estireno.

En una realización especial de la invención, el aglutinante en el elemento en el conjunto según la invención también contiene, además del material de matriz polimérico, una carga en una cantidad de 5 a 80% en volumen, calculada en base al volumen total del aglutinante. Más preferiblemente, la cantidad de carga es de 10 a 80% en volumen, y lo más preferible de 20 a 80% en volumen. Se encontró que como resultado, la flexibilidad del artículo antibalístico aumenta sin efectos adversos significativos sobre las características antibalísticas. 15

Las cargas no contribuyen a la unión entre las fibras, sino más bien sirven para la dilución volumétrica de la matriz entre las fibras, como resultado de lo cual el artículo antibalístico es más flexible y tiene una mayor energía de absorción. La carga comprende preferiblemente una sustancia finamente dispersa que tiene un bajo peso o densidad. La carga puede ser un gas, aunque el uso de un gas como carga presenta problemas prácticos en el procesamiento del material de matriz. La carga también puede comprender, entre otras, las sustancias habituales para preparar dispersiones, tales como emulsionantes, estabilizantes, aglutinantes y similares, o un polvo finamente disperso. 20

Preferiblemente, la cantidad de aglutinante en la monocapa es como máximo 30% en masa, más preferiblemente como máximo 25, 20 o incluso como máximo 15% en masa, puesto que las fibras contribuyen mayoritariamente al comportamiento antibalístico. 25

Preferiblemente, si un elemento contiene dos o más capas de fibras, las capas o monocapas están enlazadas o unidas entre sí a lo largo de esencialmente toda su superficie. Tal enlace o unión puede resultar del aglutinante presente en las capas, por ejemplo durante el laminado o calandrado de las capas a cierta temperatura y presión, pero también puede resultar de la adición de un material de unión adicional, como una película termoplástica entre las capas, que actúa como adhesivo. 30

El número real de capas en un elemento puede variar considerablemente, dependiendo del grosor de las capas, pero se debería de escoger de forma que el elemento muestre flexibilidad. En general, cuanto más delgada sea una capa, más capas pueden estar presentes en el elemento para retener un nivel deseado de flexibilidad. En realizaciones preferidas, el número de capas es de 2 a 8, preferiblemente 2 ó 4. 35

El elemento puede comprender además, además de las capas fibrosas, una capa de película sobre una o ambas superficies exteriores. Las películas adecuadas incluyen películas delgadas, por ejemplo menores que 20, 15 o incluso menores que 10 micrómetros de grosor, hechas de polímeros termoplásticos como poliolefinas, por ejemplo polietileno, polipropileno o sus copolímeros; politetrafluoroetileno; poliésteres, poliamidas, o poliuretanos, incluyendo versiones elastoméricas termoplásticas de dichos polímeros. La ventaja de tales películas es la estabilización adicional de las capas fibrosas, y el incremento de la flexibilidad de la construcción facilitando el movimiento relativo de los elementos. Las películas pueden ser no porosas, pero también pueden ser (micro)porosas. 40

En la construcción según la invención, 5 a 50% en masa de los elementos contienen medios de conexión que interconectan elementos adyacentes en múltiples puntos distribuidos sobre su superficie, con lo que los elementos interconectados están localizados en la parte del lado trasero de la construcción, es decir, el lado opuesto del lado que encara el peligro o el proyectil impactante. La parte del lado trasero se entiende que está formada por alrededor de 75% en masa de la construcción desde la cara trasera. Estos elementos en la parte del lado trasero de la construcción pueden incluir el último elemento que forma la cara trasera, pero también puede ser un cierto número de elementos interconectados que están soportados por uno o más elementos (no interconectados), o por otras capas flexibles, que forman la cara trasera de la construcción. Preferiblemente, tales otros elementos de soporte o capas forman como máximo el 25% en masa de la construcción, más preferiblemente como máximo 20, 15, 10 o incluso como máximo 5% en masa. 45

Los medios de conexión adecuados son aquellos que pueden realizar una conexión localizada entre dos elementos adyacentes, de forma que aún es posible el movimiento relativo de los elementos a lo largo de al menos parte de su superficie de contacto. Los ejemplos incluyen medios como diversos métodos de puntada, grapado, ribeteado, termosoldado en diferentes patrones, aplicación de puntos de adhesivo, aplicación de tiras de adhesivo de doble cara, u otros medios conocidos en la técnica, en tanto que se pueda realizar una conexión sin perder todo el movimiento relativo entre los elementos. Por esta razón, los medios de conexión están distribuidos sobre la superficie. Se prefieren múltiples puntos pequeños de medios de conexión diseminados sobre la superficie total, con respecto a unas pocas áreas locales que tienen una densidad elevada de medios de conexión. 50

ES 2 321 116 T3

Preferiblemente, el medio de conexión cubre como máximo el 20% del área superficial de un elemento, más preferiblemente como máximo 15, 10, 5, 2 o incluso como máximo 1%. Se observó que al aumentar el área superficial cubierta con los medios de conexión, el traumatismo tiende a disminuir, pero también la flexibilidad; por lo tanto, el número relativo de láminas a interconectar se puede reducir en consecuencia.

El medio de conexión se puede extender al azar sobre la superficie, pero también puede seguir patrones o rutas regulares. El medio de conexión puede seguir por ejemplo virtualmente líneas rectas, pero también líneas curvas, o caminos circulares o en espiral.

Los caminos de los medios de conexión, especialmente puntadas, pueden correr todos esencialmente paralelos, pero también pueden formar un ángulo, y de esta forma se cruzan entre sí; por ejemplo, como dos o más grupos de rutas paralelas se cruzan entre sí. Los ángulos adecuados son de 10 a 90°, preferiblemente de alrededor de 45 a 90°. Los patrones de los medios de conexión pueden formar así estructuras típicas como triángulos, cuadrados, estrellas, o sus combinaciones.

La puntada o costura es la forma más preferida de aplicar los medios de conexión, como la puntada de cierre, la puntada de cadena convencional o en zigzag. Las puntadas se pueden aplicar de forma relativamente fácil, también a través de un gran número de elementos de una sola vez, y el número de puntadas por área superficial se puede variar fácilmente. Las puntadas también cubren un área superficial relativamente pequeña, y así permiten el movimiento relativo de los elementos.

La longitud de la puntada, esto es, la distancia entre dos puntos consecutivos en los que el hilo de la puntada entre el elemento en una ruta de puntada, puede variar ampliamente. Las longitudes de puntada adecuadas van desde alrededor de 1 hasta alrededor de 15 mm, preferiblemente de alrededor de 2-10 ó 3-8 mm.

La distancia entre rutas adyacentes de puntadas, u otros medios de conexión, puede variar ampliamente, por ejemplo de alrededor de 0,5 a 15 cm. Una distancia más corta es más eficaz reduciendo el traumatismo, pero una distancia demasiado corta reduce la flexibilidad; mientras que una distancia demasiado larga es apenas eficaz. Preferiblemente, la distancia entre las rutas de puntadas es al menos alrededor de 1, 2 ó 3 cm, y menor que 12, 10, 8 ó 6 cm. Como se indica anteriormente para el área superficial cubierta, cuanto más corta es la distancia de las rutas, más pequeño es el número (o % en masa) de láminas que se tienen que interconectar para obtener el efecto deseado, dependiendo del tipo de construcción. La persona experta puede encontrar un óptimo para una construcción dada mediante cierta experimentación normal dentro de los límites indicados.

Las puntadas se pueden aplicar usando máquinas de costura estándar, especialmente máquinas de costura industriales, y se pueden usar hilos o urdimbres de costura estándar. En una realización preferida, el hilo de costura es un hilo de resistencia elevada, por ejemplo similar a los hilos de resistencia elevada en las capas de los elementos.

En una realización de la invención, alrededor de 10-40% en masa de los elementos en la construcción contienen medios de conexión, elementos los cuales están localizados en la parte del lado trasero de la construcción, es decir, el lado opuesto del lado que encara el peligro o el proyectil impactante; más preferiblemente alrededor de 15-35, 17-30, o incluso 18-25% en masa de los elementos contienen medios de conexión. Esto proporciona un equilibrio entre la reducción del traumatismo contuso y la flexibilidad de la construcción; lo cual mejora el nivel de protección y comodidad del usuario de un artículo que comprende tal construcción, como un chaleco a prueba de balas. Por ejemplo, en una construcción de 40 elementos, los últimos 10 elementos, es decir, alrededor de 25% en masa, contienen medios de conexión en forma de rutas transversales de puntadas que definen cuadrados de 5 x 5 cm.

En una realización de la invención, todos los elementos del número seleccionado de elementos en la parte del lado trasero contienen medios de conexión que los conectan juntos como un solo paquete.

En otra realización, los elementos seleccionados en la parte del lado trasero se agrupan en al menos dos grupos de al menos 2 elementos, grupos los cuales contienen medios de conexión que interconectan los elementos dentro de un grupo. Por ejemplo, en una construcción de 40 elementos, los últimos 10 elementos se agrupan en 5 pares de 2 elementos que contienen medios de conexión. Especialmente en tales realizaciones, las rutas de medios de conexión, por ejemplo puntadas, pueden ser diferentes para los distintos grupos de elementos, por ejemplo que difieren en el ángulo, que forma la ruta de puntada con el elemento, con lo que las diferentes rutas de puntadas de grupos adyacentes se pueden girar, por ejemplo, con un ángulo, y las rutas se cruzan entre sí virtualmente (por ejemplo, como se puede observar a través del apilamiento). De esta manera, se puede reducir el número de medios de conexión (puntadas) por área superficial. La ventaja de tal realización es una optimización adicional de la flexibilidad frente a la reducción del traumatismo de la construcción. Los diferentes grupos de elementos también pueden contener una combinación de diferentes medios de conexión, como puntadas y adhesivo.

El documento US 5185195 también describe una construcción antibalística que comprende un apilamiento de una pluralidad de elementos fibrosos flexibles, en los que al menos dos elementos se han asegurado juntos mediante medios de conexión; pero los medios de conexión (puntadas) aquí se extienden a lo largo de rutas adyacentes que tienen una distancia menor que 3,2 mm, cubriendo así una gran parte de la superficie, y no están limitados a los elementos de la parte trasera. En los ejemplos, todas las capas de un apilamiento de tejidos tejidos se cosieron juntas. Se indica en la densidad del área muy elevada de los medios de conexión, que son particularmente puntadas, para dar como resultado una resistencia de punción mejorada del punto sometido a la puntada; no se discute sobre el traumatismo.

ES 2 321 116 T3

La aplicación se refiere además a una construcción antibalística que comprende un apilamiento de una pluralidad de elementos flexibles que comprenden al menos una capa que contiene una red de fibras de resistencia elevada, en el que al menos 50% en masa de los elementos están unidos juntos por puntadas en al menos 2 grupos de al menos 2 elementos con una distancia entre rutas de puntadas adyacentes de al menos alrededor de 1 cm. Preferiblemente, al menos 75, 85, 90, 95% en masa o incluso todos los elementos se unen juntos por puntadas en grupos. Realizaciones adicionales preferidas para los elementos, monocapas, fibras, aglutinante, capa de película, densidad superficial de puntada, longitud de puntada, rutas de puntada y su orientación son todas análogas a las realizaciones descritas anteriormente para una construcción en la que sólo los elementos en la parte del lado trasero están interconectados. La ventaja de tales construcciones es una combinación de un efecto de bajo traumatismo y buena flexibilidad; aunque no se reduce el poder de detención de la bala. El que no se reduzca el poder de detención incluso si todos los elementos están unidos por puntadas es sorprendente, debido a que se ha observado en experimentos anteriores que la puntada en las capas frontales de una construcción aumenta la probabilidad de que la bala penetre en la construcción. Sin desear estar unidos por ninguna teoría, se supone que este efecto puede estar relacionado con el número de puntadas en los elementos del lado frontal que es relativamente bajo en el presente caso, disminuyendo así el cambio de una bala que golpea una puntada.

En una realización preferida, la construcción está hecha de 2-4 grupos de elementos que están interconectados con puntadas, en los que las rutas de la puntada en un grupo corren sustancialmente paralelas con la distancia entre las rutas de alrededor de 1-10 cm y con una longitud de puntada de alrededor de 1-15 mm, y en las que las rutas de puntada de grupos adyacentes están girados con un ángulo de alrededor de 10-90°, preferiblemente alrededor de 45-90°. La ventaja de tal construcción es un equilibrio adicional del poder de detención elevado de la bala, un bajo traumatismo, y una buena flexibilidad.

La invención se refiere además a artículos antibalísticos que comprenden una construcción según la invención. Los artículos antibalísticos incluyen un blindaje corporal, especialmente un blindaje corporal blando, como chalecos a prueba de balas, pero no están limitados a ellos. La invención se refiere específicamente a aquellos artículos en los que se requiere flexibilidad en combinación con un nivel elevado de protección, especialmente un bajo traumatismo. Otros artículos típicos que usan ventajosamente la construcción según la invención incluyen diversas partes protectoras para los codos, hombros, muñecas, rodillas, piernas, etc., artículos los cuales ofrecen protección frente a otras amenazas distintas de las balas, y se pueden usar durante el trabajo o el deporte.

La invención se refiere además a un método para obtener una construcción antibalística flexible con una deformación reducida de la cara posterior, apilando una pluralidad de elementos flexibles que comprende al menos una capa que contiene una red de fibras de resistencia elevada, e interconectando de 5 a 50% en masa de los elementos, localizados en el lado trasero de la construcción aplicando medios de conexión en múltiples puntos distribuidos sobre la superficie de los elementos. La secuencia de estas etapas no es crítica, pero desde el punto de vista práctico se prefiere aplicar primero los medios de conexión a los elementos seleccionados, y después obtener la construcción apilada.

Las formas preferidas para llevar a cabo el método de la invención son análogas a las diversas realizaciones discutidas anteriormente para la construcción de los elementos.

La invención se elucidará adicionalmente con referencia a los siguientes experimentos.

Métodos

- IV: la viscosidad intrínseca se determina según el método PCT-179 (Hercules Inc. Rev. 29 de abril, 1982) a 135°C en decalina, siendo el tiempo de disolución 16 horas, con DBPC como antioxidante en una cantidad de 2 g/l de disolución, extrapolando la viscosidad según se mide a diferentes concentraciones hasta la concentración cero;
- Propiedades de tracción: la resistencia a la tracción (o resistencia), el módulo de tracción (o módulo) y el alargamiento en la ruptura se definen y se determinan sobre hilos multifilamentosos como se especifica en ASTM D885M, usando una longitud de calibre nominal de la fibra de 500 mm, una velocidad de cruceta de 50%/min., y abrazaderas Instron 2714, del tipo Fibre Grip D5618C. En base a la curva de esfuerzo-deformación medida, el módulo se determina como el gradiente entre 0,3 y 1% de la deformación. Para el cálculo del módulo y de la resistencia, las fuerzas de tracción medidas se dividen entre el título, como se determina pesando 100 metros de fibra; los valores en GPA se calculan suponiendo una densidad de 0,97 g/cm³ para las fibras de HPPE;
- El comportamiento antibalístico de las construcciones se determina en muestras de 40 x 40 cm con un procedimiento de ensayo según Stanag 2920 usando balas de 0,44 Magnum SJHP (de Remington). Se fija una construcción de capas usando tiras flexibles de cierre sobre un soporte relleno con material de soporte de plastilina Roma, que se acondiciona previamente a alrededor de 35°C. El efecto del traumatismo se cuantifica midiendo la profundidad de la indentación en el material soporte, que resulta de la deformación de la cara posterior al impactar 4 balas a 436 ± 10 m/s a 7,5-8,0 cm del borde de la muestra de ensayo. Este procedimiento se basa en el estándar 0101.04 de NIJ para la protección de nivel IIIA, pero es más restrictivo (las balas impactan en puntos periféricos más críticos en lugar de en el centro de la muestra); en este ensayo, una muestra que presenta un traumatismo medio de 44 mm o menor, y ninguna penetración completa, se supone que pasa NIJ IIIA.
- En otra serie de experimentos, se determinó el valor V₅₀ para una bala encamisada metálica blindada de 9 mm Parabellum (de Dynamit Nobel) análogamente al procedimiento Stanag 2920, usando como soporte plastilina Caran d'Ache.

ES 2 321 116 T3

Experimento comparativo A

Se obtuvo una construcción apilando 36 hojas de elementos de 40 x 40 cm cortados de un tejido laminado Dyneema® UD-SB21 (disponible de DSM Dyneema, Países Bajos). Este producto UD tiene una densidad de área de alrededor de 145 g/m², y contiene 4 capas cruzadas hechas de hilo multifilamentoso de polietileno de altas pres-
5 taciones Dyneema® SK76 (de resistencia a la tracción 3,5 GPa, módulo 115 GPa; basado en el polietileno de masa molar ultraelevada) y alrededor de 18% en masa de un material de matriz elastomérico; y en ambos lados una película separadora de polietileno.

10 La construcción se estableció mediante caminos de puntada individuales de alrededor de 4 cm de longitud en las 4 esquinas, y se ensayó subsiguientemente su comportamiento balístico según se indica anteriormente. Los resultados dados a conocer en la Tabla 1 son datos promedio para al menos dos construcciones independientes, y al menos 4 disparos para cada construcción. El producto satisface típicamente los requisitos de nivel IIIA de peligrosidad de NIJ.

15 Experimento comparativo B

Análogamente al experimento A, se obtuvieron construcciones, pero los 36 elementos se dispusieron adicional-
mente en puntadas transversalmente, con una longitud de puntada de alrededor de 5 mm y una distancia entre los
20 caminos de puntadas paralelos de alrededor de 10 cm. La puntada se realizó con una máquina de coser industrial Adler®, usando un hilo de poliéster Serafill® 10 como hilo de coser (al igual que para las puntadas de las 4 esqui-
nas). La flexibilidad de esta construcción fue notablemente menor que la del Ejemplo Comparativo A, según se juzga
flexionando manualmente la construcción en diversas direcciones. El ensayo balístico mostró más variación en los
resultados del traumatismo, y 1 de 8 disparos penetraron completamente en las construcciones; véase la Tabla 1.

25 Experimentos comparativos C y D

Se repitió el experimento B, pero se disminuyó la distancia entre los caminos de las puntadas. Los resultados en la
Tabla 1 indican que el efecto del traumatismo tiende a aumentar. Además, 1 de los 8 disparos no fue detenido por C; 2
de 8 disparos penetraron completamente en el caso de D. Se juzgó que la flexibilidad había disminuido adicionalmente,
30 en comparación con los experimentos previos.

Ejemplo 1

Análogamente al experimento A, se obtuvieron construcciones, pero los 12 últimos elementos en el lado trasero de
35 la construcción se unieron por puntadas en dirección transversal, con una distancia entre los caminos paralelos de las
puntadas de alrededor de 5 cm (definiendo cuadrados de 5 x 5 cm). Se encontró que esta forma de puntada da como
resultado una flexibilidad sólo ligeramente menor frente a la referencia que no tiene puntadas; mediante juicio manual
así como midiendo la flexión bajo su propio peso de la construcción de 20 cm que sobresale de un soporte sobre el que
40 se mantiene la parte que queda. Sin embargo, el comportamiento antibalístico mejora significativamente: el efecto del
traumatismo es notablemente inferior, y todas las balas fueron detenidas (Tabla 1).

Ejemplo 2

Se repitió el ejemplo 1, pero ahora los últimos 12 elementos se dispusieron en puntadas en dos grupos de 6
45 elementos, con lo que cada grupo se unió por puntadas en una dirección con una distancia entre las rutas paralelas de
5 cm, y con lo que la dirección de las puntadas giró alrededor de 90° para el segundo grupo. Parece que las puntadas
no redujeron la flexibilidad percibida de la construcción.

Ejemplos 3 y 4

50 Se repitieron los ejemplos 1 y 2, pero ahora los últimos 8 elementos se unieron por puntadas, dando como resultado
un comportamiento antitraumatismo incluso mejor (todas las balas se detuvieron). Se vio que la flexibilidad tenía un
nivel similar que la construcción antes de las puntadas.

55 Ejemplos 5-10

Se repitieron los ejemplos 1 y 2, pero ahora la distancia entre las rutas de las puntadas fue 4,3, 2,5 ó 1 cm. Parece
que la puntada no redujo significativamente la flexibilidad percibida de las construcciones; al menos se pudo derivar
una relación no onambigua entre la distancia del camino de las puntadas y la flexibilidad, a partir de la evaluación
60 manual y ensayos de flexión. Los datos en la Tabla 1 confirman la mejora en el comportamiento antitraumatismo
como resultado de este método parcialmente conector.

Experimentos comparativos E

65 En estas series de experimentos se evaluó el efecto de aplicar puntadas al lado frontal de una construcción, uti-
lizando puntadas en dirección transversal de todos los elementos de las construcciones que contienen 24 hojas de
Dyneema® UD-SB21 de 40 x 40 cm (con alrededor de una distancia de 5 cm entre las rutas de las puntadas). Las balas
de 9 mm de Parabellum se dispararon entre los caminos de las puntadas, o sobre las puntadas. Los experimentos se

ES 2 321 116 T3

realizaron al menos tres veces. Si se dispara entre las puntadas, se encuentra una V_{50} media de 508 m/s, mientras que el disparo a las construcciones justo en las puntadas da como resultado una V_{50} media de 425 m/s.

5 Estos experimentos indican que la presencia de las puntadas en los elementos del lado frontal reduce el poder de detención de las balas, y demuestran además la ventaja de interconectar sólo parte de los elementos en una construcción en la parte del lado posterior.

TABLA 1

Experimento	Caracterización de la construcción			Comportamiento balístico		
	Número de hojas	AD (kg/m ²)	Puntada	Traumatismo medio (mm)	Nivel IIIA de NIJ	
10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65	Exp. Comp. A	36	5,2	Ninguna	43	Pasa
	Exp. Comp. B	36	5,2	36 elementos; distancia 10 cm en dirección transversal	44	Falla
	Exp. Comp. C	36	5,2	36 elementos; distancia 5 cm en dirección transversal	49	Falla
	Exp. Comp. D	36	5,3	36 elementos; distancia 2,5 cm en dirección transversal	50	Falla
	Ejemplo 1	36	5,2	Últimos 12 elementos; distancia 5 cm en di-	41	Pasa

ES 2 321 116 T3

5			rección transversal			
10	Ejemplo 2	36	5,2	Últimos 6 + 6 elemen- tos; rutas paralelas distancia 5 cm; girada 90°	42	Pasa
15						
20	Ejemplo 3	36	5,2	Últimos 8 elementos; distancia 5 cm en di- rección transversal	39	Pasa
25						
30	Ejemplo 4	36	5,2	Últimos 4 + 4 elemen- tos; rutas paralelas distancia 5 cm; girada 90°	39	Pasa
35						
40	Ejemplo 5	36	5,2	Últimos 8 elementos; distancia 4,3 cm en dirección transversal	39	Pasa
45						
50	Ejemplo 6	36	5,2	Últimos 4 + 4 elemen- tos; rutas paralelas	38	Pasa
55						
60						
65						

ES 2 321 116 T3

			distancia 4,3 cm; gi- rada 90°			
5						
10	Ejemplo 7	36	5,2	Últimos 8 elementos; distancia 2,5 cm en dirección transversal	38	Pasa
15						
20	Ejemplo 8	36	5,2	Últimos 4 + 4 elemen- tos; rutas paralelas distancia 2,5 cm; gi- rada 90°	39	Pasa
25						
30	Ejemplo 9	36	5,2	Últimos 8 elementos; distancia 1 cm en di- rección transversal	36	Pasa
35						
40	Ejemplo 10	36	5,2	Últimos 4 + 4 elemen- tos; rutas paralelas distancia 1 cm; girada 90°	38	Pasa
45						
50						
55						
60						
65						

REIVINDICACIONES

5 1. Construcción antibalística que tiene un lado frontal que encara la amenaza o el proyectil impactante, y un lado
trasero opuesto a aquél, comprendiendo dicha construcción un apilamiento de una pluralidad de elementos flexibles
que comprenden al menos una capa que contiene una red de fibras de resistencia elevada, **caracterizado** porque 5 a
10 50% en masa de los elementos contienen medios de conexión que interconectan elementos adyacentes en múltiples
puntos distribuidos sobre su superficie, con lo que los elementos interconectados están localizados en la parte del lado
trasero de la construcción, en el que el lado frontal contiene elementos que no están sustancialmente conectados entre
sí con medios de conexión, y la parte del lado trasero está formada por alrededor de 75% en masa de la construcción
de la cara trasera.

15 2. Construcción según la reivindicación 1, en la que las fibras tienen una resistencia a la tracción de al menos
alrededor de 2 GPa.

3. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que la red de fibras es un tejido tejido.

20 4. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que el elemento contiene al menos dos
capas de fibras orientadas unidireccionalmente estando las direcciones de las fibras en capas adyacentes giradas entre
sí.

5. Construcción según la reivindicación 4, en la que las capas de fibras orientadas unidireccionalmente se estabili-
zan con un aglutinante.

25 6. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que el elemento comprende además una
capa de película sobre una o ambas caras más externas.

7. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que los medios de conexión cubren como
máximo 10% del área superficial de un elemento.

30 8. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que los medios de conexión son puntadas.

9. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que los medios de conexión se colocan en
rutas adyacentes que tienen una distancia de 0,5 a 15 cm.

35 10. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en la que alrededor de 10-40% en masa de
los elementos contiene medios de conexión que interconectan elementos adyacentes en múltiples puntos distribuidos
sobre su superficie.

40 11. Construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en la que los elementos interconectados se
agrupan en al menos dos grupos de al menos 2 elementos.

12. Artículo antibalístico que comprende la construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

45 13. Método para obtener la construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende apilar
una pluralidad de elementos flexibles que comprende al menos una capa que contiene una red de fibras de resistencia
elevada, e interconectar de 5 a 50% en masa de los elementos localizados en la parte del lado trasero de la construcción,
aplicando medios de conexión en múltiples puntos distribuidos sobre la superficie de dichos elementos.

50 14. Método según la reivindicación 13, en el que los medios de conexión se aplican mediante puntadas.

15. Uso de la construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 en partes protectores para codos,
hombros, muñecas, rodillas o piernas.

55

60

65