

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 514 541**

51 Int. Cl.:

B32B 5/26 (2006.01)

B23B 5/28 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2008 E 08799640 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2121301**

54 Título: **Artículos antibalas compuestos de capas cruzadas**

30 Prioridad:

21.03.2007 US 726069

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

28.10.2014

73 Titular/es:

**HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)
101 Columbia Road, P.O. Box 2245
Morristown, NJ 07962-2245, US**

72 Inventor/es:

**ARVIDSON, BRIAN D.;
ARDIFF, HENRY G.;
BHATNAGAR, ASHOK;
HURST, DAVID A. y
WAGNER, LORI L.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 514 541 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 antibalas compuestos de capas cruzadas

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a materiales compuestos que son útiles para aplicaciones antibalas y otras aplicaciones, y a un método para su fabricación.

Descripción de la técnica relacionada

10 En la técnica se conocen productos resistentes antibalas. Pueden ser de tipo flexible o rígido. Muchos de estos productos se basan en fibras de tenacidad elevada, y se usan en aplicaciones tales como armadura, tales como chalecos resistentes a las balas.

Un tipo popular de producto resistente antibalas se obtiene a partir de fibras de tenacidad elevada orientadas unidireccionalmente, tales como fibras de polietileno o fibras de aramida de tenacidad elevada. Aunque tales productos tienen propiedades resistentes antibalas deseables, continúa existiendo la necesidad de proporcionar productos con propiedades potenciadas.

15 En consecuencia, sería deseable proporcionar un producto resistente antibalas que tenga propiedades antibalas mejoradas.

Sumario de la invención

Según esta invención, se proporciona un tejido compuesto de múltiples capas, comprendiendo el tejido compuesto:

20 (a) un primer tejido que comprende una primera capa de fibras y una segunda capa de fibras, comprendiendo la primera capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una primera matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la primera capa de fibras superficies primera y segunda, comprendiendo la segunda capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una segunda matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la segunda capa de fibras superficies primera y segunda, estando la primera superficie de la segunda capa de fibras adyacente a la segunda superficie de la primera capa de fibras, estando dispuestas las fibras en la segunda capa de fibras en un ángulo con respecto a la dirección de las fibras orientadas unidireccionalmente de la primera capa de fibras; y

25 (b) un segundo tejido que comprende fibras orientadas multidireccionalmente opcionalmente en una tercera matriz de resina, comprendiendo el segundo tejido fibras de tenacidad elevada, teniendo el segundo tejido superficies primera y segunda, estando la primera superficie del segundo tejido adyacente a la segunda superficie de la segunda capa de fibras, y estando el segundo tejido unido directa o indirectamente al primer tejido, formando de ese modo el tejido compuesto;

en el que cada matriz de resina se forma a partir de un material elastomérico que posee un módulo de tracción inicial igual o menor que 41,4 MPa (6000 psi).

35 Además, según esta invención, se proporciona un tejido compuesto de múltiples capas, comprendiendo el tejido compuesto:

40 (a) un primer tejido que comprende una primera capa de fibras y una segunda capa de fibras, comprendiendo la primera capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una primera matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la primera capa de fibras superficies primera y segunda, comprendiendo la segunda capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una segunda matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la segunda capa de fibras superficies primera y segunda, estando la primera superficie de dicha segunda capa de fibras en contacto con la segunda superficie de la primera capa de fibras, estando las fibras en la segunda capa de fibras dispuestas en un ángulo con respecto a la dirección de las fibras orientadas unidireccionalmente de la primera capa de fibras;

(b) opcionalmente, una primera película de plástico unida a la primera superficie de la primera capa de fibras de dicho primer tejido;

(c) una segunda película de plástico unida a la segunda superficie de la segunda capa de fibras del primer tejido; y

50 (d) un segundo tejido que comprende fibras orientadas multidireccionalmente opcionalmente en una tercera matriz de resina, comprendiendo el segundo tejido fibras de tenacidad elevada, teniendo el segundo tejido

superficies primera y segunda, estando la primera superficie del segundo tejido unida a la segunda película de plástico;

en el que cada matriz de resina se forma a partir de un material elastomérico que posee un módulo de tracción inicial igual o menor que 41,4 MPa (6000 psi).

- 5 También, según esta invención, se proporciona un método para formar una estructura de tejido compuesto, comprendiendo el método:
- (a) suministrar una primera capa de fibras que comprende fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una primera matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la primera capa de fibras superficies primera y segunda;
 - 10 (b) suministrar una segunda capa de fibras que comprende fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una segunda matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la segunda capa de fibras superficies primera y segunda;
 - (c) unir juntas las capas de fibras primera y segunda de manera que la primera superficie de la segunda capa de fibras esté unida a la segunda superficie de la primera capa de fibras, estando las fibras en la segunda
 - 15 capa de fibras dispuestas en un ángulo con respecto a la dirección de las fibras orientadas unidireccionalmente de la primera capa de fibras;
 - (d) aplicar opcionalmente una primera película de plástico a la primera superficie de la primera capa de fibras;
 - (e) aplicar una segunda película de plástico a la segunda superficie de la segunda capa de fibras;
 - 20 (f) suministrar un segundo tejido que comprende fibras orientadas multidireccionalmente opcionalmente en una tercera matriz de resina, comprendiendo el segundo tejido fibras de tenacidad elevada, teniendo el segundo tejido superficies primera y segunda; y
 - (g) unir la primera superficie de dicho segundo tejido a la segunda película de plástico para formar de ese modo el tejido compuesto.

25 La invención proporciona un primer tejido que comprende dos capas fibrosas de fibras orientadas unidireccionalmente que están dispuestas en un ángulo una con respecto a la otra (denominado habitualmente como "de capas cruzadas"). El primer tejido está unido a un segundo tejido que comprende fibras orientadas multidireccionalmente. Adicionalmente, pueden estar presentes capas en la estructura compuesta, tales como películas de plástico en una o en ambas superficies del primer tejido. Cuando está presente en la superficie inferior

30 otras capas, y se pueden usar varias capas del tejido compuesto para formar productos deseados, tales como productos resistentes antibalas.

Sorprendentemente, se ha encontrado que la estructura compuesta tiene un comportamiento antibalas mejorado cuando se compara con una estructura similar en la que los tejidos primero y segundo no están unidos juntos. Además, se ha encontrado sorprendentemente que la deformación de la cara posterior se puede reducir uniendo

35 juntas las dos capas de tejido.

Descripción detallada de la invención

La presente invención comprende un tejido compuesto de múltiples capas que está formado de al menos una primera capa de tejido y una segunda capa de tejido. Las fibras en ambas capas de tejido primera y segunda comprenden fibras de tenacidad elevada, y las capas están unidas juntas, directa o indirectamente.

40 Para los fines de la presente invención, una fibra es un cuerpo alargado cuya dimensión longitudinal es mucho mayor que las dimensiones transversales de anchura y grosor. En consecuencia, el término "fibra" incluye monofilamento, multifilamento, cinta, tira, mecha cortada y otras formas de fibra troceada, cortada o discontinua, y similares que tengan secciones transversales regulares o irregulares. El término "fibra" incluye una pluralidad de cualquiera de los anteriores, o una combinación de los mismos. Un hilo es una hebra continua compuesto de

45 muchas fibras o filamentos. Las fibras también pueden estar en forma de película o cinta cortada.

Las secciones transversales de las fibras útiles aquí pueden variar ampliamente. Pueden ser de sección transversal circular, plana u oblonga. También pueden ser de sección transversal irregular o regular multilobular, que tiene uno o más lóbulos regulares o irregulares que se proyectan desde el eje lineal o longitudinal de las fibras. Se prefiere que las fibras sean de sección transversal sustancialmente circular, plana u oblonga, más preferiblemente circular.

50 Como se usa aquí, la expresión "fibras de tenacidad elevada" significa fibras que tienen tenacidades iguales o mayores que alrededor de 7 g/d. Preferiblemente, estas fibras tienen módulos de tracción iniciales de al menos alrededor de 150 g/d y energías en la ruptura de al menos alrededor de 8 J/g según se mide mediante ASTM D2256. Como se usa aquí, las expresiones "módulo de tracción inicial", "módulo de tracción" y "módulo" significan el módulo

de elasticidad, según se mide mediante ASTM D2256, para un hilo y, mediante ASTM D638, para un material elastomérico o de matriz.

5 Preferiblemente, las fibras de tenacidad elevada tienen tenacidades iguales o mayores que alrededor de 10 g/d, más preferiblemente iguales o mayores que alrededor de 16 g/d, incluso más preferiblemente iguales o mayores que alrededor de 22 g/d, y lo más preferible iguales o mayores que alrededor de 28 g/d.

10 Las fibras de resistencia elevada útiles en los hilos y tejidos de la invención incluyen fibras de poliolefinas de peso molecular elevado muy orientadas, particularmente fibras de polietileno y fibras de polipropileno de módulo elevado (o tenacidad elevada), fibras de aramida, fibras de polibenzazol tales como polibenzoxazol (PBO) y polibenzotiazol (PBT), fibras de polialcohol vinílico, fibras de poliacrilonitrilo, fibras de copoliéster de cristal líquido, fibras de poliamida, fibras de poliéster, fibras de vidrio, fibras de grafito, fibras de carbono, fibras de basalto o de otro mineral, fibras poliméricas de varillas rígidas, y sus mezclas y amasados. Las fibras preferidas de resistencia elevada útiles en esta invención incluyen fibras de poliolefinas (más preferiblemente fibras de polietileno de tenacidad elevada), fibras de aramida, fibras de polibenzazol, fibras de grafito, y sus mezclas y amasados. Las más preferidas son fibras de polietileno y/o fibras de aramida de tenacidad elevada.

15 La patente U.S. nº 4.457.985 explica generalmente tales fibras de polietileno y de polipropileno de peso molecular elevado. En el caso de polietileno, las fibras adecuadas son aquellas de peso molecular medio ponderal de al menos alrededor de 150.000, preferiblemente alrededor de un millón, y más preferiblemente entre alrededor de dos millones y alrededor de cinco millones. Tales fibras de polietileno de peso molecular elevado se pueden hilar en disolución (véanse patente U.S. nº 4.137.394 y patente U.S. nº 4.356.138), o se pueden hilar en filamentos a partir de una disolución para formar una estructura de gel (véanse la patente U.S. nº 4.413.110, la patente alemana nº 3.004.699, y la patente GB nº 2051667), o las fibras de polietileno se pueden producir mediante un procedimiento de laminado y estirado (véase la patente U.S. nº 5.702.657). Como se usa aquí, el término polietileno significa un material polietilénico predominantemente lineal que puede contener cantidades minoritarias de ramificación de cadena o comonomeros que no exceden alrededor de 5 unidades modificadoras por 100 átomos de carbono de cadena principal, y que también puede contener mezclado con él no más de alrededor de 50 por ciento en peso de uno o más aditivos poliméricos tales como polímeros de I-alqueno, en particular polietileno, polipropileno o polibutileno de baja densidad, copolímeros que contienen monoolefinas como monómeros principales, poliolefinas oxidadas, copolímeros poliolefinicos de injerto y polioximetilenos, o aditivos de peso molecular bajo tales como antioxidantes, lubricantes, agentes protectores de la radiación ultravioleta, colorantes, y similares, que se incorporan habitualmente.

Se prefieren fibras de polietileno de tenacidad elevada (también denominadas como fibras de polietileno de cadena extendida o de peso molecular elevado), y están disponibles, por ejemplo, con la marca fibras e hilos SPECTRA® de Honeywell International Inc. de Morristown, Nueva Jersey, U.S.A.

35 Dependiendo de la técnica de formación, la relación de estiramiento y las temperaturas, y otras condiciones, se puede impartir a estas fibras una variedad de propiedades. La tenacidad de las fibras de polietileno es al menos alrededor de 7 g/d, preferiblemente al menos alrededor de 15 g/d, más preferiblemente al menos alrededor de 20 g/d, todavía más preferiblemente al menos alrededor de 25 g/d, y lo más preferible al menos alrededor de 30 g/d. De forma similar, el módulo de tracción inicial de las fibras, según se mide mediante una máquina de ensayo de tracción Instron, es preferiblemente al menos alrededor de 300 g/d, más preferiblemente al menos alrededor de 500 g/d, todavía más preferiblemente al menos alrededor de 1.000 g/d, y lo más preferible al menos alrededor de 1.200 g/d. Estos valores más elevados para el módulo de tracción inicial y para la tenacidad son generalmente obtenibles solamente empleando procedimientos de hilado en gel o de crecimiento en disolución. Muchos de los filamentos tienen puntos de fusión mayores que el punto de fusión del polímero a partir del que se formaron. De este modo, por ejemplo, el polietileno de peso molecular alto de alrededor de 150.000, alrededor de un millón y alrededor de dos millones de peso molecular, tiene generalmente puntos de fusión en la masa bruta de 138°C. Los filamentos de polietileno muy orientados obtenidos a partir de estos materiales tienen puntos de fusión de alrededor de 7°C a alrededor de 13°C mayores. De este modo, un ligero incremento en el punto de fusión refleja la perfección cristalina y mayor orientación cristalina de los filamentos en comparación con el polímero bruto.

50 Preferiblemente, el polietileno empleado es un polietileno que tiene un poco más de alrededor de un grupo metilo por mil átomos de carbono, más preferiblemente un poco más de alrededor de 0,5 grupos metilo por mil átomos de carbono, y menos de alrededor de 1 por ciento en peso de otros constituyentes.

55 De forma similar, se pueden usar fibras de polietileno de peso molecular elevado muy orientadas de peso molecular medio ponderal al menos alrededor de 200.000, preferiblemente al menos alrededor de un millón, y más preferiblemente al menos alrededor de dos millones. Tal polipropileno de cadena extendida se puede formar en polímeros orientados razonablemente bien mediante las técnicas prescritas en las diversas referencias citadas anteriormente, y especialmente por la técnica de la patente U.S. nº 4.413.110. Puesto que el polipropileno es un material mucho menos cristalino que el polietileno y contiene grupos metilo colgantes, los valores de tenacidad logrables con polipropileno son generalmente sustancialmente menores que los valores correspondientes para polietileno. En consecuencia, una tenacidad adecuada es preferiblemente al menos alrededor de 8 g/d, más preferiblemente al menos alrededor de 11 g/d. El módulo de tracción inicial para polipropileno es preferiblemente al

5 menos alrededor de 160 g/d, más preferiblemente al menos alrededor de 200 g/d. El punto de fusión del polipropileno se eleva generalmente varios grados por el procedimiento de orientación, de manera que el filamento de polipropileno tiene preferiblemente un punto de fusión principal de al menos 168°C, más preferiblemente al menos 170°C. Los intervalos particularmente preferidos para los parámetros descritos anteriormente pueden proporcionar ventajosamente un comportamiento mejorado en el artículo final. El empleo de fibras que tienen un peso molecular medio ponderal de al menos alrededor de 200.000 acoplado con los intervalos preferidos para los parámetros descritos anteriormente (módulo y tenacidad) puede proporcionar un comportamiento ventajosamente mejorado en el artículo final.

10 En el caso de fibras de polinucleótido de cadena extendida, la preparación y estirado de fibras de polietileno hiladas en gel se describen en diversas publicaciones, incluyendo las patentes U.S. 4.413.110; 4.430.383; 4.436.689; 4.536.536; 4.545.950; 4.551.296; 4.612.148; 4.617.233; 4.663.101; 5.032.338; 5.246.657; 5.286.435; 5.342.567; 5.578.374; 5.736.244; 5.741.451; 5.958.582; 5.972.498; 6.448.359; 6.969.553, y la publicación de solicitud de patente U.S. 2005/0093200.

15 En el caso de fibras de aramida, las fibras adecuadas formadas a partir de poliamidas aromáticas se describen, por ejemplo, en la patente U.S. n° 3.671.542. Las fibras de aramida preferidas tendrán una tenacidad de al menos alrededor de 20 g/d, un módulo de tracción inicial de al menos alrededor de 400 g/d, y una energía en la ruptura de al menos alrededor de 8 J/g, y las fibras de aramida particularmente preferidas tendrán una tenacidad de al menos alrededor de 20 g/d y una energía en la ruptura de al menos alrededor de 20 J/g. Las fibras de aramida más preferidas tendrán una tenacidad de al menos alrededor de 23 g/d, un módulo de al menos alrededor de 500 g/d, y una energía en la ruptura de al menos alrededor de 30 J/g. Por ejemplo, los filamentos de poli(p-fenileno tereftalamida) que tienen valores de módulo y de tenacidades moderadamente elevados son particularmente útiles en la formación de materiales compuestos resistentes antibalas. Los ejemplos son Twaron® T2000 de Teijin, que tiene un denier de 1000. Otros ejemplos son Kevlar® 29, que tiene 500 g/d y 22 g/d como valores de módulo de tracción inicial y tenacidad, respectivamente, así como Kevlar® 129 y KM2 que están disponibles en 400, 640 y 840 deniers de du Pont. También se pueden usar en esta invención fibras de aramida procedentes de otros fabricantes. También se pueden usar copolímeros de poli(p-fenileno tereftalamida), tales como co-poli(p-fenileno tereftalamida 3,4' oxidifenileno tereftalamida). También son útiles en la práctica de esta invención fibras de poli(m-fenileno isoftalamida), vendidas por du Pont con el nombre comercial Nomex®.

30 Las fibras de polialcohol vinílico (PV-OH) de peso molecular elevado que tienen módulo de tracción elevado se describen en la patente U.S. n° 4.440.711 de Kwon et al. Las fibras de PV-OH de peso molecular elevado deberían tener un peso molecular medio ponderal de al menos alrededor de 200.000. Las fibras de PV-OH particularmente útiles deberían tener un módulo de al menos alrededor de 300 g/d, una tenacidad preferiblemente de al menos alrededor de 10 g/d, más preferiblemente al menos alrededor de 14 g/d, y lo más preferible al menos alrededor de 17 g/d, y una energía en la ruptura de al menos alrededor de 8 J/g. Las fibras de PV-OH que tienen tales propiedades se pueden producir, por ejemplo, mediante el procedimiento descrito en la patente U.S. n° 4.599.267.

40 En el caso de poliacrilonitrilo (PAN), la fibra de PAN debería tener un peso molecular medio ponderal de al menos alrededor de 400.000. La fibra de Pan particularmente útil debería tener una tenacidad de preferiblemente al menos alrededor de 10 g/d, y una energía en la ruptura de al menos alrededor de 8 J/g. La fibra de PAN que tiene un peso molecular de al menos alrededor de 400.000, una tenacidad de al menos alrededor de 15 a 20 g/d y una energía en la ruptura de al menos alrededor de 8 J/g es la más útil; y tales fibras se describen, por ejemplo, en la patente U.S. n° 4.535.027.

Las fibras de copoliéster de cristal líquido adecuadas para las prácticas de esta invención se describen, por ejemplo, en las patentes U.S. n° 3.975.487; 4.118.372 y 4.161.470. Las fibras de copoliéster de cristal líquido están disponibles bajo la denominación de fibras Vectran® de Kuraray America Inc.

45 Las fibras de polibenzazol adecuadas para la práctica de esta invención se describen, por ejemplo, en las patentes U.S. n° 5.286.833, 5.296.185, 5.356.584, 5.534.205 y 6.040.050. Las fibras de polibenzazol están disponibles bajo la denominación de fibras Zylon® de Toyobo Co.

Las fibras de varillas rígidas se describen, por ejemplo, en las patentes U.S. n° 5.674.969, 5.939.553, 5.945.537 y 6.040.478. Tales fibras están disponibles bajo la denominación de fibras M5® de Magellan Systems International.

50 Preferiblemente, las fibras en la primera capa de tejido se seleccionan del grupo de fibras de poliolefinas de tenacidad elevada (más preferiblemente fibras de polietileno de tenacidad elevada), fibras de aramida, fibras de PBO, fibras de grafito, y sus mezclas. Igualmente, las fibras en la segunda capa de tejido se seleccionan del mismo grupo de fibras.

55 Las capas de tejido de esta invención se forman preferiblemente a partir de todas o sustancialmente todas las fibras de tenacidad elevada. Como alternativa, al menos alrededor de 50% en peso de las fibras en las capas de tejido son fibras de tenacidad elevada, y más preferiblemente al menos alrededor de 75% en peso de las fibras en las capas de tejido son fibras de tenacidad elevada.

El primer tejido está en forma de un tejido no tejido de fibras orientadas unidireccionalmente de tenacidad elevada.

El primer tejido tiene una pluralidad de capas de fibras, y cada una de estas capas de fibras incluyen fibras orientadas unidireccionalmente. Como es conocido, en tal disposición, las fibras orientadas unidireccionalmente de cada capa están alineadas paralelas entre sí a lo largo de una dirección común de fibras. Las capas de fibras orientadas unidireccionalmente pueden incluir una cantidad minoritaria de un material que proporciona cierta estabilidad al producto en la dirección transversal; tal material puede estar en forma de fibras, hilos, o hilos adhesivos, todos los cuales no son materiales de tenacidad elevada, o resinas, adhesivos, películas, y similares que se pueden separar a lo largo de la longitud de la capa de fibras orientadas unidireccionalmente sino que se extienden en un ángulo con ella. Tales materiales, si están presentes, pueden comprender hasta alrededor de 10%, más preferiblemente hasta alrededor de 5%, en peso del peso total de cada capa de fibras.

El primer tejido se puede construir vía una variedad de métodos. Cada una de las capas de fibras que forman el primer tejido se forma preferiblemente suministrando haces de hilos de los filamentos de tenacidad elevada a partir de una fileta y se conducen a través de guías y a un peine colimador. El peine colimador alinea los filamentos de forma coplanar y de una manera sustancialmente unidireccional. Las fibras se pueden conducir entonces a una o más barras extendedoras que se pueden incluir en el aparato de revestimiento, o se pueden situar antes o después del aparato de revestimiento.

Las capas de fibras del primer tejido se revisten con una composición de resina de matriz. Como se usa aquí, el término "revestimiento" se usa en un sentido amplio para describir una red de fibras en la que las fibras individuales tienen una capa continua de la composición de matriz que rodea a las fibras, o una capa discontinua de la composición de matriz sobre la superficie de las fibras. En el primer caso, se puede afirmar que las fibras están completamente embebidas en la composición de matriz. Los términos revestimiento e impregnación se usan aquí de forma intercambiable. Preferiblemente, la resina de matriz de cada una de las capas de fibra del primer tejido tiene la misma estructura química, o similar, de manera que las capas se pueden unir fácilmente entre sí.

Los métodos típicos para formar cada una de las capas de fibras se describen, por ejemplo, en las patentes U.S. 5.552.208 y 6.642.159.

Al menos dos de las capas de fibras del primer tejido se combinan de una manera tal que los ángulos de orientación de las capas sean diferentes. Estas capas de fibras se pueden disponer de forma cruzada de una manera conocida en la técnica. Por ejemplo, las fibras en la primera capa de fibras se extienden preferiblemente 90° con respecto a las fibras en la segunda capa de fibras. Los ángulos de rotación de las fibras en las diversas capas de fibras pueden ser cualesquiera ángulos escogidos, tales como 0°/90°, 0°/90°/0°/90°, ó 0°/45°/90°/45°/0° u otros ángulos. Tales alineamientos unidireccionales girados se describen, por ejemplo, en las patentes U.S. 4.623.574; 4.737.402; 4.748.064; y 4.916.000.

Las capas de fibras primera y segunda del primer tejido se pueden unir juntas mediante cualquier técnica deseada. Por ejemplo, la resina o resinas de matriz de las dos capas se pueden emplear como el agente de unión. Como alternativa, las dos capas de fibras se pueden unir por medio de un adhesivo, una película de plástico, o por cualquier otro medio adecuado.

En una realización preferida, dos capas de fibras están dispuestas de forma cruzada en una configuración 0°/90°, o en una configuración aproximada de 0°/90°, y después se consolidan para formar la primera capa de tejido. Las dos capas de redes de fibras se pueden colocar continuamente de forma cruzada, preferiblemente cortando una de las capas de fibras en longitudes que se pueden colocar sucesivamente transversalmente a la anchura de la otra red en una configuración de 0°/90°. El equipo para el apilamiento cruzado continuo de capas fibrosas es conocido, y se describe, por ejemplo, en las patentes U.S. 5.173.138 y 5.766.725. El primer tejido de dos capas continuas resultante se puede enrollar entonces en un rollo, preferiblemente con una capa de material de separación entre cada una de las estructuras de dos capas adyacentes.

Las fibras de tenacidad elevada de la primera capa de fibras y de la segunda capa de fibras pueden ser las mismas o pueden ser fibras químicamente diferentes. Por facilidad de fabricación, las fibras de tenacidad elevada de cada capa de fibras son las mismas, pero en algunas construcciones puede ser deseable hacer que las fibras en cada capa de fibras sean diferentes para combinar las diferentes propiedades de cada material de fibra. Los ejemplos de la construcción del primer tejido incluyen fibras de polietileno de tenacidad elevada usadas como las fibras en ambas capas de fibras, fibras de aramida usadas como las fibras en ambas capas de fibras, fibras de polietileno de tenacidad elevada usadas como las fibras en la primera capa de fibras y fibras de aramida usadas como las fibras en una segunda capa de fibras, fibras de aramida usadas como las fibras en una primera capa de fibras y fibras de polietileno de tenacidad elevada usadas como las fibras en la segunda capa de fibras, así como también otras construcciones que usan cualesquiera de las fibras de tenacidad elevada mencionadas anteriormente.

Como se menciona anteriormente, el primer tejido se puede formar a partir de más de dos capas de fibras, y en el primer tejido se puede emplear cualquier número deseado de capas de fibras. Por ejemplo, el primer tejido puede tener una estructura de cuatro capas, en la que las capas de fibras adyacentes están orientadas entre sí, preferiblemente a 90°.

Con respecto al segundo tejido, se prefiere que la capa del segundo tejido no se revista con una resina de matriz.

Como alternativa, el segundo tejido se puede revestir con una resina de matriz, preferiblemente de la misma estructura química o similar como se hace en las capas de fibras del primer tejido.

5 La composición de resina de matriz se puede aplicar como una disolución, dispersión o emulsión, o similar, sobre las fibras de las capas de fibras que forman la primera capa de tejido. La resina de matriz se puede aplicar a cualquier técnica deseada, tal como pulverización, inmersión, revestimiento en rodillo, revestimiento en masa fundida, o similar. La capa o capas de tejido revestidas se pueden hacer pasar entonces a través de un horno para el secado, en el que se someten a calor suficiente para evaporar el agua u otro disolvente en la composición de resina de matriz.

10 La segunda capa de tejido también está formada de fibras de tenacidad elevada, pero las fibras están orientadas en múltiples direcciones en el tejido. Esto es, las fibras en el segundo tejido están orientadas multidireccionalmente. Esto significa que hay suficientes fibras que se extienden en una segunda dirección con respecto a la dirección principal del tejido para proporcionar cierto grado de resistencia al tejido en la dirección transversal. La expresión "fibras orientadas multidireccionalmente" es distinta de "fibras orientadas unidireccionalmente".

15 El segundo tejido puede estar en forma de un tejido tejido, un tejido tricotado, un tejido trenzado, un tejido afieltrado, un tejido de papel, y similar. Preferiblemente, el segundo tejido está en forma de un tejido tejido. Esta segunda capa de tejido se puede denominar como un producto textil antibalas.

20 Como se menciona anteriormente, las fibras de tenacidad elevada en la segunda capa de tejido se puede escoger del mismo grupo de fibras mencionadas anteriormente con respecto a la primera capa de tejido. Preferiblemente, las fibras en la segunda capa de tejido también se seleccionan del grupo de fibras de poliolefinas de tenacidad elevada (más preferiblemente fibras de polietileno de tenacidad elevada), fibras de aramida, fibras de PBO, fibras de grafito, y sus mezclas. Lo más preferible, tales fibras son fibras de polietileno de tenacidad elevada y/o fibras de aramida.

25 Si se emplea un tejido tejido, puede ser de cualquier patrón de tejedura, incluyendo tejedura lisa, tejedura de cesto, asargado, satén, tejidos tejidos tridimensionales, y cualquiera de las diversas variaciones. Se prefieren los tejidos de tejedura lisa y de cesto, y son más preferidos aquellos tejidos que tienen el mismo recuento de urdimbre y trama. En una realización, como se menciona anteriormente, el tejido tejido no incluye una matriz de resina. En otra realización, el tejido tejido puede incluir una matriz de resina antes de la unión al primer tejido.

30 Los hilos del tejido tejido pueden estar trenzados, recubiertos o enmarañados. El segundo tejido se puede tejer con hilos que tienen diferentes fibras en las direcciones de urdimbre y trama, o en otras direcciones. Por ejemplo, un tejido tejido se puede formar con fibras de aramida en la dirección de urdimbre y con fibras de polietileno de tenacidad elevada en la dirección de trama, o viceversa.

35 Como se menciona anteriormente, el segundo tejido puede estar como alternativa en forma de un tejido tricotado. Las estructuras tricotadas son construcciones compuestas de bucles entrelazados, siendo los cuatro tipos principales estructuras de punto, raschel, de red y orientadas. Debido a la naturaleza de la estructura del bucle, las mallas de las primeras tres categorías no son tan adecuadas puesto que no aprovechan completamente la resistencia de una fibra. Las estructuras tricotadas orientadas, sin embargo, usan hilos incrustados rectos mantenidos en el sitio mediante puntadas tricotadas de denier fino. Los hilos son absolutamente rectos sin el efecto de ondulación encontrado en tejidos tejidos, debido al efecto entrelazante en los hilos. Estos hilos incrustados se pueden orientar en una dirección monoaxial, biaxial o multiaxial, dependiendo de los requisitos de ingeniería. Se prefiere que el equipo de tricotado específico usado a la hora de incrustar los hilos que soportan carga sea tal que los hilos no sean perforados.

45 El segundo tejido se puede formar como alternativa a partir de un tejido no tejido, tal como un tejido en forma de un fieltro, tal como fieltros punzados con agujas. Un fieltro es una red no tejida de fibras orientadas al azar, preferiblemente al menos una de las cuales es una fibra discontinua, preferiblemente una fibra de mecha que tiene una longitud que oscila de alrededor de 0,25 pulgadas (0,64 cm) a alrededor de 10 pulgadas (25 cm). Estos fieltros se pueden formar mediante varias técnicas conocidas en la técnica, tales como mediante cardado o depósito de fluido, soplado en fundido o depósito por rotación. La red de fibras se consolida mecánicamente mediante punzado con aguja, unión por puntada, hidroenmarañamiento, enmarañamiento con aire, unido por hilatura, enlazamiento por hilatura o similar, químicamente tal como con un adhesivo, o térmicamente con una fibra para unir por puntos o una fibra amasada con un punto de fusión más bajo.

50 Como alternativa, el segundo tejido puede estar en forma de un tejido de papel que se puede formar, por ejemplo, formando una pasta de papel de un líquido que contiene fibras de tenacidad elevada.

En otra realización, el segundo tejido puede estar en forma de un tejido compuesto de múltiples capas, tal como un tejido que incluye una tercera capa que puede ser un tejido orientado unidireccionalmente o un tejido orientado multidireccionalmente. La tercera capa también se forma preferiblemente a partir de fibras de tenacidad elevada.

55 Los hilos útiles en las diversas capas fibrosas pueden tener cualquier denier adecuado, y pueden ser del mismo o de diferente denier en cada capa. Por ejemplo, los hilos pueden tener un denier de alrededor de 50 a alrededor de 3000. La selección está gobernada por consideraciones de eficacia antibalas, otras propiedades deseadas, y coste.

Para tejidos tejidos, los hilos más finos son más costosos de fabricar y de tejer, pero pueden producir una mayor eficacia antibalas por peso unitario. Los hilos tienen preferiblemente alrededor de 200 denier a alrededor de 3000 denier. Más preferiblemente, los hilos tienen alrededor de 400 denier a alrededor de 2000 denier. Lo más preferible, los hilos tienen alrededor de 500 denier a alrededor de 1600 denier.

5 La resina de matriz para las capas de fibras del primer tejido y del segundo tejido o tejidos adicionales (si están presentes) puede estar formada de una amplia variedad de materiales termoplásticos, termoendurecibles o elastoméricos que tienen características deseadas. En una realización, los materiales elastoméricos usados en tal matriz poseen un módulo de tracción inicial (módulo de elasticidad) igual o menor que alrededor de 6.000 psi (41,4 MPa), según se mide mediante ASTM D638. Más preferiblemente, el elastómero tiene un módulo de tracción inicial igual o menor que alrededor de 2.400 psi (16,5 MPa). Lo más preferible, el material elastomérico tiene un módulo de tracción inicial igual o menor que alrededor de 1.200 psi (8,23 MPa). Estos materiales resinosos son de naturaleza típicamente termoplástica.

10 Como alternativa, la resina de matriz se puede seleccionar para que tenga un módulo de tracción elevado cuando se cure, tal como al menos alrededor de 1×10^5 psi (690 MPa). Los ejemplos de tales materiales se describen, por ejemplo, en la patente U.S. 6.642.159, cuya descripción se incorpora aquí expresamente como referencia hasta el grado que no sea inconsistente aquí con ésta.

15 La proporción del material de matriz de resina a fibra en las capas de material compuesto puede variar ampliamente dependiendo del uso final. El material de matriz de resina forma preferiblemente alrededor de 1 a alrededor de 98 por ciento en peso, más preferiblemente de alrededor de 5 a alrededor de 95 por ciento en peso, y todavía más preferiblemente de alrededor de 5 a alrededor de 40 por ciento en peso, y lo más preferible de alrededor de 10 a alrededor de 25 por ciento en peso, basado en el peso total de las fibras y matriz de resina.

20 Como la matriz de resina, se puede utilizar una amplia variedad de materiales elastoméricos. Por ejemplo, se puede emplear cualquiera de los siguientes materiales: polibutadieno, poliisopreno, caucho natural, copolímeros de etileno-propileno, terpolímeros de etileno-propileno-dieno, polímeros de polisulfuro, elastómeros de poliuretano, polietileno clorosulfonado, policloropreno, policloruro de vinilo plastificado usando ftalato de dioctilo u otros plastificantes bien conocidos en la técnica, elastómeros de butadieno-acrilonitrilo, poli(isobutileno-co-isopreno), poliacrilatos, poliésteres, poliéteres, fluoroelastómeros, elastómeros de silicona, elastómeros termoplásticos, y copolímeros de etileno. Los ejemplos de resinas de termoendurecimiento incluyen aquellas que son solubles en disolventes saturados de carbono-carbono, tales como metiletilcetona, acetona, etanol, metanol, alcohol isopropílico, ciclohexano, etilacetona, y sus combinaciones. Entre las resinas de termoendurecimiento están ésteres vinílicos, copolímeros de bloques de estireno-butadieno, ftalato de dialilo, fenol-formaldehído, polivinilbutiral y sus mezclas, como se describen en la patente U.S. 6.642.159 mencionada anteriormente. Las resinas de termoendurecimiento preferidas para tejidos de fibras de polietileno incluyen al menos un éster vinílico, ftalato de dialilo, y opcionalmente un catalizador para curar la resina de éster vinílico.

25 30 35 Un grupo preferido de materiales para tejidos de fibras de polietileno son copolímeros de bloques de dienos conjugados y copolímeros vinilaromáticos. El butadieno y el isopreno son los elastómeros de dienos conjugados preferidos. El estireno, viniltolueno y t-butilestireno son los monómeros aromáticos conjugados preferidos. Los copolímeros de bloques que incorporan poliisopreno y/o polibutileno se pueden hidrogenar para producir elastómeros termoplásticos que tienen segmentos elastoméricos de hidrocarburos saturados. Los polímeros pueden ser copolímeros de tribloques simples del tipo R-(BA)_x (x = 3-150); en el que A es un bloque de un monómero polivinilaromático, y B es un bloque de un elastómero de dieno conjugado, o un tipo A-B-A de elastómero. Una matriz de resina preferida es un copolímero de bloques de estireno-isopreno-estireno, tal como el copolímero de bloques de estireno-isopreno-estireno Kraton® D1107 disponible de Kraton Polymer LLC.

40 45 Una resina de matriz preferida para fibras de aramida es una resina de poliuretano, tal como una resina de poliuretano a base de agua.

En una realización preferida, la resina de matriz se escoge de manera que el tejido compuesto es flexible, y es útil en aplicaciones tales como productos de armaduras blandas y similares.

50 El segundo tejido se une al primer tejido preferiblemente después de que las capas del primer tejido se unan juntas. Se puede emplear cualquier medio adecuado para unir el primer tejido al segundo tejido. Por ejemplo, cuando el segundo tejido esté unido directamente a una de las capas de fibras del primer tejido, la resina de matriz de la capa de fibras se puede usar como el material que une juntos los dos tejidos. Esto se puede lograr a calor y/o presión adecuados. Como alternativa, los tejidos primero y segundo se pueden unir por medio de una capa distinta de adhesivo, que puede ser similar o no a la resina de matriz empleada en el primer tejido. Tales adhesivos se pueden aplicar mediante pulverización, inmersión, revestimiento con rodillo, aplicación como una película, revestimiento por extrusión, o cualquier otra técnica adecuada. Nuevamente, se puede usar calor y/o presión para unir juntas las dos capas de tejido. Además, si el segundo tejido incluye una resina de matriz, esa resina puede ser el vehículo mediante el cual se unan las dos capas de tejido. También se pueden emplear otras técnicas de unión.

Se puede incluir una o más películas de plástico en la estructura compuesta por una variedad de razones, tal como

- para permitir que diferentes capas compuestas adyacentes se deslicen una sobre otra. Esto permite la facilidad de la conformación en una forma corporal y la facilidad de uso, así como otras propiedades deseables. Estas películas de plástico se pueden adherir típicamente a una o ambas superficies del primer tejido. Se puede emplear cualquier película de plástico adecuada, tal como películas hechas de poliolefinas. Los ejemplos de tales películas son películas de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), películas de polietileno de peso molecular ultraelevado (UHMWPE), películas de poliéster, películas de nailon, películas de policarbonato, y similares. Estas películas pueden ser de cualquier grosor deseable. Los grosores típicos oscilan desde alrededor de 0,1 hasta alrededor de 1,2 mils (2,5 a 30 μm), más preferiblemente de alrededor de 0,2 a alrededor de 1 mil (5 a 25 μm), y lo más preferible de alrededor de 0,2 a alrededor de 0,5 mils (5 a 12,5 μm). Lo más preferido son películas de LLDPE.
- Por ejemplo, las dos capas de fibras de tenacidad elevada orientadas unidireccionalmente que se unen juntas y se colocan de forma cruzada pueden tener películas de plástico aplicadas a uno o preferiblemente a ambos lados. La película de plástico interna se pone entonces en contacto con el segundo tejido y se usa como el material que une juntos a los tejidos primero y segundo. Esto se puede lograr con calor y/o presión. La película de plástico externa proporciona la estructura con un grado de capacidad de deslizamiento de manera que cuando una pluralidad de tejidos compuestos se apila juntos, se pueden deslizar unos sobre otros. Si se desea, también se puede aplicar una película de plástico a la superficie externa expuesta del segundo tejido.
- Tras la unión del primer tejido y segundo tejido juntos, se pueden cortar a la forma deseada o se puede enrollar en un rollo para el procesamiento posterior.
- Un artículo se puede formar a partir de un número de capas de la estructura de tejido compuesta (ya sea una estructura de dos capas de tejido, una estructura de tejido de tres capas, una estructura de tejido de cuatro capas, o una estructura con capas adicionales). El número de capas de la estructura de tejido compuesta que están presentes en tal artículo depende de una variedad de factores, incluyendo el tipo de aplicación, peso deseado, etc. Por ejemplo, en un artículo resistente antibalas tal como un chaleco, el número de capas de la estructura compuesta de dos tejidos puede oscilar de alrededor de 2 a alrededor de 60, más preferiblemente de alrededor de 8 a alrededor de 50, y lo más preferible de alrededor de 10 a alrededor de 40. Tales capas se pueden combinar sin unir juntas las varias capas de manera convencional, tal como mediante puntadas a lo largo solamente de los bordes. Para formar cada artículo, el tejido compuesto se puede cortar en la forma deseada.
- Se pueden realizar diversas configuraciones del tejido compuesto basándose en la aplicación deseada, amenaza balística y propiedades deseables tales como ralentización de la llama, durabilidad y repelencia del agua, entre otras. Por ejemplo, se pueden usar materiales de aramida para tanto la segunda capa de tejido orientada multidireccionalmente como tanto para las capas de fibra de la primera capa de tejido unidireccional, o fibras de polietileno de tenacidad elevada para ambas capas de tejido. Como alternativa, las fibras de polietileno de tenacidad elevada y las fibras de aramida se pueden combinar en cualquier combinación deseada, de manera que el primer tejido sea un tejido de aramida y el segundo tejido sea un tejido de polietileno de tenacidad elevada, o que el primer tejido sea un tejido de polietileno de tenacidad elevada y el segundo tejido sea un tejido de aramida. En otra realización, un primer tejido de grafito se puede unir a un segundo tejido tejido de fibras de polietileno de tenacidad elevada, o un primer tejido de PBO se puede unir a un segundo tejido tejido de aramida. Estos materiales se podrían disponer en cualquier configuración deseada. Se pueden emplear otras combinaciones de fibras de tenacidad elevada.
- Como se menciona anteriormente, pueden estar presentes capas de tejido adicionales en el tejido compuesto, y tales capas pueden ser tejidos orientados unidireccionalmente o tejidos orientados multidireccionalmente.
- Para formar un tejido compuesto preferido de esta invención, un método preferido incluye suministrar capas de tejidos primera y segunda que comprenden cada una fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una matriz de resina, comprendiendo las fibras de cada capa fibras de tenacidad elevada. Las fibras pueden ser de los mismos tipos químicos o diferentes. Una primera superficie de la segunda capa de fibras se une a una segunda superficie de la primera capa de fibras, y las capas se disponen de forma cruzada de manera que las fibras en la segunda capa de fibras están dispuestas en un ángulo con respecto a la dirección de las fibras orientadas unidireccionalmente de la primera capa.
- Se puede aplicar una película de plástico a ambas superficies externas de las capas de fibras primera y segunda (a saber, la primera superficie de la primera capa y la segunda superficie de la segunda capa), o sólo a la superficie externa de la segunda capa de fibras. Un segundo tejido que comprende fibras de tenacidad elevada, orientadas multidireccionalmente, se une al primer tejido por medio de la película de plástico que está en contacto. Como resultado, se forma un tejido compuesto. El segundo tejido puede incluir igualmente una matriz de resina (tercera matriz de resina).
- Los tejidos compuestos de esta invención se pueden usar en una amplia variedad de aplicaciones, tales como productos antibalas, productos estructurales, componentes en las industrias automovilística y aeroespacial, etc. Las aplicaciones preferidas son productos de chalecos blandos o duros, tales como chalecos antibalas (chalecos y similares), paneles de vehículos, etc.

Los siguientes ejemplos no limitantes se presentan para proporcionar una comprensión más completa de la invención. Las técnicas específicas, condiciones, materiales, proporciones y datos dados expuestos para ilustrar los principios de la invención son ejemplares y no se deberían de interpretar como limitantes del alcance de la invención.

5 **EJEMPLOS**

Ejemplo 1

Se formó un material compuesto a partir de capas de fibras de aramida orientadas unidireccionalmente y un tejido tejido de aramida. El tejido no tejido orientado unidireccionalmente estaba en forma de una estructura de capas cruzadas de capas de fibras de aramida unidireccionales (cruzadas a 0°/90°). Cada capa de aramida unidireccional se reviste con un elastómero de estireno-isopreno-estireno (Kraton® D1107) que tiene un módulo de tracción de 200 psi (1,4 MPa). Las películas de forro de polietileno de baja densidad se unieron a las capas externas de las capas de fibras. El peso del revestimiento fue $16 \pm 2\%$. Después de que las capas de fibras se cruzaron, las películas de polietileno se laminaron sobre ambos lados del material con calor y presión. Cada película pesa 7 g/m^2 , y tiene un grosor de 7 micrómetros. La densidad de área total de este material es 124 g/m^2 , y el grosor es 0,004 pulgadas (0,01 cm).

Como el tejido tejido, se empleó un tejido de aramida liso que tiene 29 por 29 extremos/pulgada (11,4 por 11,4 extremos/cm) que pesa 4,5 oz/yarda cuadrada ($152,6 \text{ g/m}^2$). No se aplicó ninguna resina al tejido tejido de aramida.

Todas las muestras midieron 18 x 18 pulgadas (45,7 x 45,7 cm).

Se emplearon dos capas de fibras orientadas unidireccionalmente, y el tejido de aramida tejido se colocó entre ellas en forma de sándwich. Las capas se moldearon con calor y presión precalentándolas en un molde durante 10 minutos a 240°F (116°C), aplicando una presión de moldeo de 500 psi (3,5 MPa) durante 10 minutos, enfriando en la prensa durante 10 minutos hasta que se logró una temperatura de 160°F (71°C), retirando entonces la muestra del molde y permitiendo que se enfriara hasta la temperatura ambiente. Las películas de polietileno de baja densidad unen juntas a todas las capas.

Las muestras se prepararon para el ensayo de resistencia antibalas usando 12 capas del tejido compuesto. La estructura combinada tuvo una densidad de área teórica de 0,98 psf ($4,81 \text{ kg/m}^2$) y un peso de 2,19 libras (0,99 kg). La muestra se ensayó para determinar la resistencia antibalas según MIL-STD-662E usando un proyectil de simulación de fragmentos de 17 granos (FSP) que cumple con MIL-P-46593A. Los resultados se muestran en la Tabla 1 más abajo.

El material compuesto se ensayó para determinar la protección frente a fragmentos balísticos según el método de ensayo MIL-STD-662E, y los fragmentos usados cumplieron con MIL-P-46593A. Estos fragmentos fueron simuladores de fragmentos endurecidos FSP de calibre 22, de 17 granos. Una medida del poder protector de un material compuesto de una muestra se expresa citando la velocidad de impacto a la que se detiene el 50% de los proyectiles. Esta velocidad, expresada en unidades de pies por segundo, se denomina la V_{50} .

35 **Ejemplo 2 (Comparativo)**

Se formaron muestras a partir de 39 capas del tejido no tejido de aramida orientado unidireccionalmente usado en el Ejemplo 1. La densidad de área teórica fue 0,99 psf ($4,85 \text{ kg/m}^2$), y el peso fue 2,22 libras (1,01 kg). Los resultados balísticos también se muestran en la Tabla 1, más abajo.

Ejemplo 3 (Comparativo)

40 Se formaron muestras de 32 capas de la capa de tejido de aramida usada en el Ejemplo 1. La densidad de área teórica fue 1,00 psf ($4,90 \text{ kg/m}^2$), y el peso fue 2,28 libras (1,04 kg). Los resultados balísticos también se muestran en la Tabla 1, más abajo.

Ejemplo 4 (Comparativo)

45 Se formó una muestra a partir del tejido no tejido de aramida orientado unidireccionalmente usado en el Ejemplo 1, junto con el tejido de aramida usado en el Ejemplo 1. El tejido de aramida se dispuso en forma de sándwich entre capas del tejido no tejido, pero no se unió a ellas. Se usó un total de 12 capas de la estructura de 3 capas combinada. La densidad de área teórica fue 0,98 psf ($4,81 \text{ kg/m}^2$), y el peso fue 2,22 libras (1,01 kg). Los resultados balísticos también se muestran en la Tabla 1, más abajo.

TABLA 1

Ejemplo	Capas	V50 de FSP de 17 granos, fps (mps)
1	12	1917 (584,6)
2*	39	1762 (537,4)
3*	32	1983 (604,8)
4*	12	1862 (567,9)
* = ejemplo comparativo		

Ejemplo 5

5 Se prepararon muestras preparadas a partir de 12 capas del tejido combinado como en el Ejemplo 1. Las muestras tuvieron una densidad de área teórica de 0,98 psf (4,81 kg/m²), y un peso de 2,20 libras (1,00 kg). La muestra se ensayó para determinar la resistencia balística según MIL-STD-662E usando una bala de 124 granos completamente encamisada metálica (FMJ) de 9 mm. Se determinaron las puntuaciones de V50 y la deformación de la cara posterior. Los resultados antibalas se muestran en la Tabla 2, más abajo.

Ejemplo 6 (Comparativo)

10 Se formaron muestras a partir de 39 capas del tejido no tejido de aramida orientado unidireccionalmente usado en el Ejemplo 5. La densidad de área teórica fue 0,99 psf (4,85 kg/m²), y el peso fue 2,22 libras (1,00 kg). Los resultados balísticos también se muestran en la Tabla 2, más abajo.

Ejemplo 7 (Comparativo)

15 Se formaron muestras a partir de 32 capas de la capa de tejido tejido de aramida usada en el Ejemplo 5. La densidad de área teórica fue 1,00 psf (4,90 kg/m²), y el peso fue 2,29 libras (1,04 kg). Los resultados balísticos también se muestran en la Tabla 2, más abajo.

Ejemplo 8 (Comparativo)

20 Se formó una muestra a partir del tejido no tejido de aramida orientado unidireccionalmente usado en el Ejemplo 6, junto con el tejido de aramida usado en el Ejemplo 7. El tejido de aramida se dispuso en forma de sándwich entre capas del tejido no tejido, pero no se unió a ellas. Se usó un total de 12 capas de la estructura de 3 capas combinada. La densidad de área teórica fue 0,98 psf (4,81 kg/m²), y el peso fue 2,22 libras (1,01 kg). Los resultados balísticos también se muestran en la Tabla 2, más abajo.

TABLA 2

Ejemplo	Capas	V50 de FMJ de 9mm, fps (mps)	Deformación de la cara posterior, mm
5	12	1715 (523,0)	34
6*	39	1640 (500,2)	36
7*	32	1669 (509,0)	45
8*	12	1635 (498,6)	36
* = ejemplo comparativo			

25 Los resultados muestran que laminando un tejido no tejido unidireccional cruzado de fibras de tenacidad elevada con un tejido tejido de fibras de tenacidad elevada, aumenta sorprendentemente el comportamiento antibalas en términos de V50, y se reduce la deformación de la cara posterior.

30 La presente invención proporciona un tejido compuesto que es relativamente simple de fabricar y tiene excelentes propiedades antibalas y otras propiedades deseables. Los tejidos se unen juntos lo que produce un comportamiento balístico mejorado.

Habiendo descrito así la invención en detalle más bien completo, se entenderá que tal detalle no necesita estar

estrictamente adherido a sino que se pueden sugerir además cambios o modificaciones ellos mismos a un experto en la técnica, cayendo todos ellos dentro del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones anejas.

REIVINDICACIONES

1. Un tejido compuesto de múltiples capas, comprendiendo dicho tejido compuesto:

5 (a) un primer tejido que comprende una primera capa de fibras y una segunda capa de fibras, comprendiendo la primera capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una primera matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la primera capa de fibras superficies primera y segunda, comprendiendo la segunda capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una segunda matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la segunda capa de fibras superficies primera y segunda, estando la primera superficie de la segunda capa de fibras adyacente a la segunda superficie de la primera capa de fibras, estando dispuestas las fibras en la segunda capa de fibras en un ángulo con respecto a la dirección de las fibras orientadas unidireccionalmente de la primera capa de fibras; y

15 (b) un segundo tejido que comprende fibras orientadas multidireccionalmente opcionalmente en una tercera matriz de resina, comprendiendo el segundo tejido fibras de tenacidad elevada, teniendo el segundo tejido superficies primera y segunda, estando la primera superficie del segundo tejido adyacente a la segunda superficie de la segunda capa de fibras, y estando el segundo tejido unido directa o indirectamente al primer tejido, formando de ese modo el tejido compuesto;

en el que cada matriz de resina se forma a partir de un material elastomérico que posee un módulo de tracción inicial igual o menor que 41,4 MPa (6000 psi).

20 2. El tejido compuesto de la reivindicación 1, en el que dicho segundo tejido comprende un tejido seleccionado del grupo que consiste en tejidos tejidos, tejidos tricotados, tejidos trenzados, tejidos afieltrados y tejidos de papel.

3. El tejido compuesto de la reivindicación 1, que comprende además al menos una película de plástico, estando dicha película de plástico situada entre dicha primera y dicha segunda capas de fibras, uniendo juntas dicha película de plástico a dichos tejidos primero y segundo.

25 4. El tejido compuesto de la reivindicación 3, que comprende además una película de plástico unida a dicha primera superficie de dicha primera capa de fibras.

5. El tejido compuesto de la reivindicación 1, en el que dichas fibras de tenacidad elevada de dicho primer tejido y dicho segundo tejido comprenden fibras de polietileno y/o fibras de aramida de tenacidad elevada.

6. El tejido compuesto de la reivindicación 1, en el que dicho segundo tejido está en forma de un tejido tejido.

30 7. El tejido compuesto de la reivindicación 1, en el que dicha primera y segunda capas de fibras se colocan de manera que la dirección de las fibras de dicha primera capa de fibras está en un ángulo de alrededor de 90° con respecto a la dirección de las fibras de dichas fibras de dicha segunda capa de fibras.

8. El tejido compuesto de múltiples capas, comprendiendo dicho tejido compuesto:

35 (a) un primer tejido que comprende una primera capa de fibras y una segunda capa de fibras, comprendiendo la primera capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una primera matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la primera capa de fibras superficies primera y segunda, comprendiendo la segunda capa de fibras fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una segunda matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la segunda capa de fibras superficies primera y segunda, estando la primera superficie de dicha segunda capa de fibras en contacto con la segunda superficie de la primera capa de fibras, estando las fibras en la segunda capa de fibras dispuestas en un ángulo con respecto a la dirección de las fibras orientadas unidireccionalmente de la primera capa de fibras;

(b) opcionalmente, una primera película de plástico unida a la primera superficie de la primera capa de fibras de dicho primer tejido;

45 (c) una segunda película de plástico unida a la segunda superficie de la segunda capa de fibras del primer tejido; y

(d) un segundo tejido que comprende fibras orientadas multidireccionalmente opcionalmente en una tercera matriz de resina, comprendiendo el segundo tejido fibras de tenacidad elevada, teniendo el segundo tejido superficies primera y segunda, estando la primera superficie del segundo tejido unida a la segunda película de plástico;

50 en el que cada matriz de resina se forma a partir de un material elastomérico que posee un módulo de tracción inicial igual o menor que 41,4 MPa (6000 psi).

9. Un artículo antibalas que comprende el tejido compuesto de múltiples capas de la reivindicación 1.

10. Un método para formar una estructura de tejido compuesta, comprendiendo dicho método:

- (a) suministrar una primera capa de fibras que comprende fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una primera matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la primera capa de fibras superficies primera y segunda;
- 5 (b) suministrar una segunda capa de fibras que comprende fibras orientadas unidireccionalmente no tejidas en una segunda matriz de resina, comprendiendo las fibras fibras de tenacidad elevada, comprendiendo la segunda capa de fibras superficies primera y segunda;
- 10 (c) unir juntas las capas de fibras primera y segunda de manera que la primera superficie de la segunda capa de fibras esté unida a la segunda superficie de la primera capa de fibras, estando las fibras en la segunda capa de fibras dispuestas en un ángulo con respecto a la dirección de las fibras orientadas unidireccionalmente de la primera capa de fibras;
- (d) aplicar opcionalmente una primera película de plástico a la primera superficie de la primera capa de fibras;
- (e) aplicar una segunda película de plástico a la segunda superficie de la segunda capa de fibras;
- 15 (f) suministrar un segundo tejido que comprende fibras orientadas multidireccionalmente opcionalmente en una tercera matriz de resina, comprendiendo el segundo tejido fibras de tenacidad elevada, teniendo el segundo tejido superficies primera y segunda; y
- (g) unir la primera superficie de dicho segundo tejido a la segunda película de plástico para formar de ese modo el tejido compuesto.