



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 318 291**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04734987 .3**

96 Fecha de presentación : **27.05.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1629247**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2006**

54 Título: **Composición balística única.**

30 Prioridad: **29.05.2003 US 474519 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2009

73 Titular/es: **Barrday, Inc.**
75 Moorefield Street, P.O. Box 790
Cambridge, Ontario NR1 5W6, CA

72 Inventor/es: **Cunningham, David, Verlin**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 318 291 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

Composición balística única.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a materiales compuestos balísticos resistentes.

10 **Antecedentes de la invención**

10 El uso de resinas flexibles con telas tejidas a partir de fibras de alta calidad para fabricar paneles blindados de material compuesto ha sido el objeto de mucha investigación y muchas patentes. El consenso general de este conjunto de trabajo es que cuanto más flexible sea el sistema de resina usado en la fabricación del material compuesto, mejores serán las propiedades balísticas del panel resultante. Además, la adhesión de la resina al hilo balístico debe ser suficientemente escasa para que se produzca la desestratificación en el material compuesto durante el episodio balístico. Este requisito puede ignorarse si la resina del material compuesto se rompe con una resistencia suficientemente baja para permitir que la energía se disipe durante el episodio balístico. Dado este conocimiento básico del diseño de blindajes, el diseño de un estratificado blindado se convierte entonces en un intercambio de las propiedades balísticas del panel frente a los requisitos estructurales para el uso del panel. La Patente de EE. UU. N° 3.000.772, Lunn, 1961, es una de las primeras patentes en analizar los requisitos de un sistema de resina flexible para un comportamiento balístico superior. Esta patente cubre el uso de una película de polietileno con una tela de vidrio unidireccional. La tela de vidrio tiene hilo de vidrio en la dirección de la urdimbre y un hilo secundario en la dirección de la trama para formar la tela. La tela se prensa a continuación en un estratificado después de orientar capas sucesivas de tela con 90 grados con respecto a la capa de tela de encima y debajo. Esta es una práctica estándar conocida como “disponer cruzadamente” las capas. La Patente de EE. UU. N° 3.956.447, Denommee, 1976, analiza la fabricación de un casco balístico para el ejército de EE. UU. usando una resina termoendurecible o termoplástica. En esta patente, el sistema de resina preferido para el casco es un sistema de PVB/fenólico. Roy Lioble, un investigador de the US Army's Research, Engineering and Development Center de Natick, Massachusetts, en su libro *Ballistic Materials and Penetration Mechanics*, Elsevier Scientific Publishing Company, 1980, página 108, analiza que, durante el desarrollo del casco, se descubrió que la resina fenólica por sí misma era demasiado rígida para producir buenos resultados balísticos y que el componente de PVB del sistema se añadía para introducir algo de elongación y flexibilidad en la resina para mejorar las propiedades balísticas mientras se mantenía la rigidez requerida para un casco.

35 Varias patentes cubren el uso de resinas y películas termoplásticas en los materiales compuestos. Lancaster *et al.*, Patente de EE. UU. N° 4.678.702, 1987, enseña el uso de Surlyn como la resina, donde una forma pelicular de Surlyn fluye en la tela tejida bajo calor y presión para encapsular el hilo y formar un material compuesto balístico flexible. Donavan, Patente de EE. UU. N° 4.574.105, 1986, enseña el uso de capas alternas de nailon y Kevlar en las que el nailon se adhiere al Kevlar tejido bajo calor y presión para formar el material compuesto pero el nailon no penetra en las telas. Una serie de patentes de Andrew Park (Patentes de EE. UU. N° 5.437.905, 5.443.882, 5.443.883, 5.547.536, 5.635.288, 5.935.678) cubre el uso de películas entre las capas de hilo unidireccional, donde la película se usa para mantener unidas capas dispuestas cruzadamente del hilo sin penetrar sustancialmente en las capas. Allied-Signal, Patente de EE. UU. N° 4.623.514, cubren la encapsulación sustancial de hilos de alta calidad en capas dispuestas cruzadamente de hilos unidireccionales con una resina con un módulo menor de 41,37 MPa (6000 psi).

45 **Sumario de la invención**

El objeto de esta solicitud de patente es el uso de resinas termoplásticas en combinación con una tela única para producir un material compuesto balístico resistente superior. Las resinas tienen buena adhesión a los hilos balísticos resistentes y alto módulo de tracción. Esta combinación de propiedades, cuando se usara con una tela tejida convencional o una tela unidireccional dispuesta cruzadamente, no daría como resultado un material compuesto balístico superior. La tela única usada en esta invención se describe en WO 02/090866, que forma una base para el preámbulo de la reivindicación independiente 1. Esta tela es una tela casi unidireccional con los hilos balísticos mantenidos en una orientación unidireccional 0/90 mediante un hilo de bajo módulo y alta elongación de diámetro relativamente pequeño. Esta tela es vendida por el presente Solicitante bajo el nombre comercial telas Sentinel. El hilo balístico tejido en esta tela puede ser cualquier hilo de alta resistencia con una tenacidad de al menos aproximadamente 15 gramos por denier y un módulo de al menos aproximadamente 400 gramos por denier. Todos los hilos balísticos resistentes disponibles comercialmente se han tejido en telas Sentinel. Las resinas disponibles que se comportan adecuadamente en esta invención son cualquier resina que se adhiera a los hilos de alta calidad y tenga un módulo de al menos aproximadamente 48,26 MPa (7.000 psi). No se han construido previamente materiales compuestos balísticos resistentes usando una resina que tenga tales valores del módulo, incluyendo los descritos en la WO 02/090866 mencionada anteriormente.

En un aspecto de la presente invención, se proporciona un material compuesto balístico resistente que comprende múltiples capas de una tela que tiene hilos balísticos resistentes unidireccionales en al menos dos capas, estando las capas de hilo balístico a $90^\circ \pm 5^\circ$ entre sí, estabilizándose los hilos balísticos resistentes al tejerse en una segunda tela, estando formada la segunda tela por hilos que tienen una tenacidad y un módulo de tracción sustancialmente inferiores que el hilo balístico resistente, teniendo el hilo balístico resistente una tenacidad de al menos aproximadamente 15 gramos por denier y un módulo de al menos aproximadamente 400 gramos por denier, caracterizado porque el material

ES 2 318 291 T3

compuesto balístico resistente comprende además una capa de resina entre cada par de tales capas múltiples adherida a los hilos balísticos resistentes pero que no encapsula los mismos y que no penetra en la capa de tela, teniendo la resina un módulo de al menos aproximadamente 48,26 MPa (7000 psi).

5 Descripción general de la invención

El requisito básico de que los hilos sean libres para moverse y de que el material compuesto se desestratifique durante el episodio balístico no se ha ignorado en esta invención. En cambio, la libertad del hilo para moverse y del material compuesto para desestratificarse ha sido proporcionada por el hilo flexible de bajo módulo de la tela Sentinel en vez del sistema de resina entre las capas de tela. Dos capas de los hilos balísticos muy inflexibles, fuertemente adheridas entre sí, producen un material compuesto rígido pero muy delgado. Una pila de tales capas rígidas delgadas, incluso cuando las capas rígidas estén unidas por un hilo flexible, produce un material compuesto duro y rígido. En un material compuesto comprendido por capas de tela Sentinel, una de las capas de hilo de este par unido es la capa unidireccional superior de una tela Sentinel y la otra capa de hilo fuertemente adherida es la capa inferior de una segunda tela Sentinel. En la presente invención, las telas Sentinel están estratificadas con la misma superficie hacia arriba y las telas están todas orientadas con los hilos de la urdimbre en la misma dirección. Esta disposición da como resultado un material compuesto con el hilo balístico unidireccional adyacente orientado 0/90 grados. La resina adhiere entre sí capas de tela adyacentes que forman capas rígidas de capas 0/90 estratificadas. Estas capas 0/90 estratificadas están conectadas por el hilo flexible de bajo módulo a la capa de encima y debajo. La integridad y las propiedades del material compuesto resultante están determinadas por la resina, la cantidad de resina y los hilos flexibles.

El hilo flexible proporciona el movimiento y la desestratificación requeridos de las capas de material compuesto y permite el uso de resinas y adhesivos con una adhesión más agresiva que la observada previamente en materiales compuestos balísticos. El hilo flexible también permite el uso de resinas y adhesivos con un módulo de tracción muy superior que los empleados previamente. La resistencia de la capa de desestratificación puede ser controlada por el hilo flexible mientras que la rigidez y la dureza del material compuesto están determinadas por el tipo y la cantidad de la resina termoplástica y su adhesión a las fibras. El uso de una resina de alto módulo que tiene un módulo de al menos aproximadamente 48,26 MPa (7.000 psi), preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 172,4 MPa (25.000 psi) a aproximadamente 206,8 MPa (30.000 psi), con una unión agresiva al hilo requiere que la resina no penetre en la tela ni encapsule sustancialmente el hilo balístico. Si se produce algo de esto, la libertad del hilo balístico para moverse está impedida y la capacidad del hilo para disipar energía está sustancialmente impedida.

La colocación de la resina entre las capas de las telas Sentinel puede controlarse mediante varios medios. Un método es restringir la cantidad de resina usada de modo que haya resina insuficiente para humedecer más de la superficie de las telas. En general, la cantidad de resina usada es menor de aproximadamente 20% en peso del peso del material compuesto. Producir un material compuesto rígido con tal cantidad baja de resina requiere que la resina se adhiera muy muy bien al hilo balístico. La rigidez del material compuesto se proporciona a continuación mediante dos capas de hilos de alto módulo fuertemente adheridas entre sí. Un segundo método es usar una resina con una alta viscosidad de modo que no fluya a la temperatura requerida para la adhesión. Muchas resinas en forma pelicular cumplen este requisito. El polietileno de baja densidad es una de esas películas. El polietileno de baja densidad se reblandece y se adhiere a telas Sentinel tejidas con hilos de polietileno de peso molecular ultraalto pero no penetra sustancialmente en la tela a la temperatura requerida para la adhesión. El polietileno de peso molecular ultraalto incluye en este caso hilos balísticos del tipo descrito con más detalle posteriormente y vendidos bajo el nombre comercial Spectra y Dyneema. Otras películas, incluyendo películas de nailon termoplásticas y películas de ionómero y poliuretano, se comportan de un modo similar.

La capacidad para controlar la rigidez y la dureza del estratificado mientras se mantiene el comportamiento balístico tiene varias ventajas. Cuando la amenaza que ha de detenerse es una amenaza relativamente deformable, tal como una bala de 9 mm, un estratificado duro deformará la bala más que un estratificado blando y la bala deformada mayor habitualmente es más fácil de detener. De forma similar, una bala relativamente no deformable, tal como una bala Tokarev con envuelta de acero, se detiene más fácilmente con un estratificado más flexible cuando la bala se detiene más gradualmente. El estratificado también puede fabricarse con capas de diferente dureza o rigidez. Un ejemplo de esta estructura es un estratificado de dos componentes usado para respaldar una placa blindada cerámica. Una capa de estratificado dura y rígida se coloca directamente tras la placa cerámica donde proporciona soporte al material cerámico durante el episodio balístico. Las capas más blandas del estratificado forman el reverso del material compuesto y absorben energía mediante desestratificación y así minimizan la energía transferida al usuario de la placa blindada.

Las capas de tela usadas en el material compuesto de la presente invención tienen dos capas de hilo unidireccionales con aproximadamente 90 grados entre sí, estabilizadas mediante una segunda tela tejida y se describen a fondo en la WO 02/090866 mencionada anteriormente.

Los hilos balísticos resistentes usados en la presente memoria tienen una tenacidad de aproximadamente 15 gramos por denier y un módulo de tracción de al menos aproximadamente 400 gramos por denier. Ejemplos de hilos balísticos resistentes que pueden usarse en la presente memoria son fibras de aramida, fibras de polietileno de cadena extendida, fibras de poli(p-fenileno-2,6-benzobisoxazol) (PBO) y fibras de vidrio. Fibras de aramida y aramida copolímera son producidas comercialmente por Du Pont, Twaron Products y Teijin bajo los nombres comerciales Kevlar®, Twaron® y Technora®, respectivamente. Fibras de polietileno de cadena extendida son producidas comercialmente por Honeywe-

ES 2 318 291 T3

II, DSM, Mitsui y Toyobo bajo los nombres comerciales Spectra[®], Dyneema[®] y Telemilon[®], respectivamente. Fibra y película de polietileno son producidas por Synthetic Industries y se venden bajo el nombre comercial Tensylon[®]. PBO es producido por Toyobo bajo el nombre comercial Zylon[®]. Polímeros de cristal líquido son producidos mediante licencia bajo el nombre comercial Vectron[®]. Pueden usarse otros hilos balísticos.

Las fibras estabilizantes, que también pueden denominarse hilos flexibles, pueden seleccionarse de una amplia gama de fibras. Tales fibras incluyen fibras naturales, tales como algodón, lana, sisal, lino, yute y seda. Las fibras también incluyen fibras y filamentos artificiales, tales como celulosa regenerada, rayón, rayón polinósico y ésteres de celulosa. Las fibras incluyen además fibras y filamentos sintéticos, tales como materiales acrílicos, por ejemplo, poliacrilonitrilo, materiales modacrílicos, tales como copolímeros de acrilonitrilo-cloruro de vinilo, poliamida, por ejemplo, polihexametilenadipamida (nailon 66), policaproamida (nailon 6), poliundecanoamida (nailon 11), poliolefina, por ejemplo, polietileno y polipropileno, poliéster, por ejemplo, poli(tereftalato de etileno), caucho, caucho sintético y sarán. También puede usarse fibra de vidrio. El denier del hilo flexible puede variar de denier aproximadamente 20 a aproximadamente 1000, dependiendo de los tamaños de las fibras balísticas resistentes. En general, el hilo flexible tiene un diámetro de hasta aproximadamente 14% del diámetro del hilo balístico, preferiblemente aproximadamente 2,5%. El hilo flexible tiene generalmente un módulo de tracción máximo de 1777 gramos por tex y una resistencia mínima a una elongación de 3% que es aproximadamente 0,31% del hilo balístico.

En la tela, el título de hilo del hilo balístico por pulgada es de aproximadamente 40 a aproximadamente 85%, preferiblemente 50% más o menos uno, del apriete máximo que puede tejerse en una tela de tafetán compuesta totalmente por el hilo balístico del mismo tamaño.

En la realización preferida de esta invención, la fibra usada es un hilo de polietileno de alto módulo (fibra Spectra) o hilo de poliaramida (fibras Kevlar) que tiene una tenacidad de al menos aproximadamente 15 gramos por denier y un módulo de tracción de al menos aproximadamente 400 gramos por denier y la resina es una película de polietileno de baja densidad, preferiblemente con una densidad de aproximadamente 0,92 a aproximadamente 0,94 g/m³. La adhesión de polietileno de baja densidad a fibras de polietileno de cadena extendida de alto módulo es muy buena y no puede explicarse por una mera adhesión mecánica. La película parece unirse a o difundirse en la estructura de la cadena extendida. El estratificado construido de Spectra y película de polietileno de baja densidad muestra mejoras notables en el comportamiento sobre estructuras de la técnica anterior. El grosor total de la película de polietileno de baja densidad puede tener un grosor de aproximadamente 8,9 micras (0,35 milésimas de pulgada) a aproximadamente 44,4 micras (1,75 milésimas de pulgada), que puede proporcionarse mediante un solo estrato o múltiples estratos.

Ejemplos

Ejemplo 1

Este Ejemplo es un Ejemplo comparativo.

Una tela Sentinel de tafetán, estilo Barrday número 4850, tejida con hilo Spectra[®] 900 de denier 1200, se revistió con un copolímero de bloques termoplástico; Kraton 1107D. La tela tenía un título de pasada de 16 x 16 y una densidad superficial de 184 g/m². Esta resina es la resina más común usada en estratificados para blindajes de Spectra y tiene un módulo de menos de 41,37 MPa (6.000 psi). El revestimiento de Kraton era 18% en peso. Se fabricó un estratificado de 40,6 cm x 40,6 cm (16" x 16") usando esta tela revestida al consolidar 18 capas en una prensa hidráulica calentada. El material se prensó a 1,03 MPa (150 PSI) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El material compuesto acabado se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. La V-50 es la velocidad a la que se determinaba la probabilidad de que la bala bien se detuviera en el panel o bien pasara a través del panel. El valor V-50 es una medida común de la resistencia balística del panel y es conocido por los familiarizados con el diseño de blindajes. Es la velocidad a la que 50% de un tipo de proyectil dado, cuando choca contra el panel, penetrará completamente en la diana. La V50 del panel era 381,91 m/s (1253 pies/s).

Ejemplo 2

Este Ejemplo ilustra una realización de la invención.

18 capas de la tela usada en el Ejemplo 1 se estratificaron con tres capas de película de polietileno de baja densidad (PE) de 8,9 micras (0,35 milésimas de pulgada) entre cada capa de tela. La película de polietileno de baja densidad tenía una densidad de 0,92 g/m³ y un módulo de 172,4 a 199,9 MPa (25.000 a 29.000 psi). El material se prensó a 1,03 MPa (150 PSI) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El material compuesto acabado se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó el comportamiento de V-50 del panel. Se determinó que la V50 del panel era 438,9 m/s (1440 pies/s), significativamente más alta que la V-50 del Ejemplo 1.

ES 2 318 291 T3

Ejemplo 3

Este Ejemplo ilustra una realización adicional de la invención.

5 18 capas de la tela usada en el Ejemplo 1 se estratificaron con una capa de película de PE de 8,9 micras (0,35 milésimas de pulgada) entre cada capa de tela. La película de PE tenía las mismas propiedades que se especifican en el Ejemplo 2. El material se prensó a 1,03 MPa (150 PSI) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El material compuesto acabado se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo
10 con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. Se determinó que la V50 del panel era 462,1 m/s (1516 pies/s). La V-50 de este panel era significativamente más alta que la V-50 del Ejemplo 1.

Ejemplo 4

15 Este Ejemplo ilustra una realización adicional de la invención.

34 capas de una tela Sentinel tejida con hilo Spectra 1000 de un denier 650 se estratificaron con una capa de película de PE de 8,9 micras (0,35 milésimas de pulgada) entre cada capa de tela. La película de PE tenía las mismas propiedades que se especifican en el Ejemplo 2. El material se prensó a 1,03 MPa (150 PSI) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El material compuesto acabado se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. Se determinó que la V50 del panel era 517,8 m/s (1699 pies/s).

Ejemplo 5

Este Ejemplo ilustra una realización adicional de la invención.

30 34 capas de la misma tela Sentinel del Ejemplo 4, tejida con hilo Spectra 1000 de un denier 650, se estratificaron con tres capas de película de PE de 8,9 micras (0,35 milésimas de pulgada) entre cada capa de tela. La película de PE tenía las mismas propiedades que se especifican en el Ejemplo 2. El material se prensó a 1,03 MPa (150 PSI) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta
35 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El material compuesto acabado se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. Se determinó que la V50 del panel era 438,9 m/s (1440 pies/s).

Ejemplo 6

Este Ejemplo es un Ejemplo comparativo.

45 Una tela Spectra, estilo Barrday número 4431, tejida con hilo Spectra 900 de denier 1200, se estratificó con un película de PE de 8,9 micras (0,35 milésimas de pulgada), que tenía las mismas propiedades que se especifican en el Ejemplo 1. Se fabricó un estratificado de 40,6 cm x 40,6 cm (16" x 16") usando esta tela estratificada al consolidar 15 capas en una prensa hidráulica calentada. El material se prensó a 1,03 MPa (150 PSI) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El material compuesto acabado pesaba 3,6 kilogramos por metro cuadrado (0,74 libras por pie cuadrado). El material compuesto se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. La V-50 del panel era 370,0 metros por segundo (1214 pies por segundo). La tela de esta construcción es una de las telas Spectra más comunes disponibles comercialmente.

Ejemplo 7

Este Ejemplo ilustra una realización adicional más de la invención.

60 28 capas de una tela Sentinel tejida con hilo Spectra 1000 de un denier 1200 se estratificaron con 1 capa de película de PE de 8,9 micras (0,35 milésimas de pulgada) entre cada capa de tela. El hilo Spectra y la película de PE son los mismos que en el Ejemplo comparativo 6. El material se prensó a 1,03 MPa (150 PSI) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El material compuesto acabado pesaba 3,3 kilogramos por metro cuadrado (0,68 libras por pie cuadrado). El material compuesto se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. Se determinó que la V-50 del panel era 459,9 m/s (1509 pies/s). La V-50 de este panel era significativamente más alta que la V-50 del Ejemplo comparativo 6, aun cuando el panel pesaba 8% menos que en el Ejemplo comparativo 6.

ES 2 318 291 T3

Ejemplo 8

Este Ejemplo es un Ejemplo comparativo.

5 12 capas de una tela Barrday, estilo 2182, se estratificaron junto con un sistema de resina Barrday patentado, Black Thermo. La tela es una tela de tafetán tejida a partir de hilo Kevlar 29 de denier 3000. El sistema de resina Black Thermo tiene un módulo de aproximadamente 6,89 MPa (1000 psi). El material se prensó a 1,03 MPa (150 psi) durante 30 minutos a una temperatura de 121,11 grados centígrados (250 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El panel prensado tenía
10 una densidad superficial de la fibra de 5,85 kg /m² (1,20 libras/pie²). El material compuesto acabado se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. Se determinó que la V50 del panel era 369,1 metros/segundo (1211 pies/segundo).

15 Ejemplo 9

Este Ejemplo es un Ejemplo comparativo.

20 12 capas de una tela Barrday, estilo 2183, se estratificaron junto con un sistema de resina Barrday patentado, Black Thermo. La tela es una tela de tafetán tejida a partir de hilo Twaron tipo 1000 de denier 3000. El sistema de resina Black Thermo tiene un módulo de aproximadamente 6,89 MPa (1000 psi). El material se prensó a 1,03 MPa (150 psi) durante 30 minutos a una temperatura de 121,11 grados centígrados (250 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El panel prensado tenía una densidad superficial de la fibra de 5,85 kg /m² (1,20 libras/pie²). El material compuesto acabado se montó en un
25 soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. Se determinó que la V50 del panel era 362,1 metros/segundo (1188 pies/segundo).

Ejemplo 10

30 Este Ejemplo ilustra una realización adicional de la invención.

35 12 capas de una tela Barrday, Estilo 2858, se estratificaron junto con 44,4 micras (1,75 milésimas de pulgada) de película de PE que tenía una densidad de 0,92 g/m³. La tela es una tela Sentinel tejida a partir de hilo Kevlar de denier 3000. La película de PE tiene un módulo de tracción en el intervalo de 172,4 a 199,9 MPa (25.000 a 29.000 psi). El material se prensó a 1,03 MPa (150 psi) durante 30 minutos a una temperatura de 115,56 grados centígrados (240 grados Fahrenheit). El panel se enfrió hasta 82,22 grados centígrados (180 grados Fahrenheit) antes de que se liberara la presión. El panel prensado tenía una densidad superficial de la fibra de 4,83 kg/m² (0,99 libras/pie²). El material compuesto se montó en un soporte y se disparó sin material de respaldo con una bala con envuelta metálica completa
40 de 9 mm. Se determinó la V-50 del panel. Se determinó que la V-50 del panel era 438,9 metros por segundo (1440 pies por segundo). La V-50 de este panel es significativamente superior que la de los paneles del Ejemplo 8 y el Ejemplo 9 mientras que la densidad superficial del panel es significativamente inferior.

Sumario de la descripción

45 Resumiendo esta descripción, la presente invención proporciona un nuevo material compuesto balístico con propiedades balísticas superiores. Son posibles modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

50

55

60

65

ES 2 318 291 T3

REIVINDICACIONES

1. Un material compuesto balístico resistente que comprende:

múltiples capas de una tela que tiene hilos balísticos resistentes unidireccionales en al menos dos capas, estando las capas de hilo balístico a $90^\circ \pm 5^\circ$ entre sí, estabilizándose los hilos balísticos resistentes al tejerse en una segunda tela, estando formada la segunda tela por hilos que tienen una tenacidad y un módulo de tracción sustancialmente inferiores que el hilo balístico resistente, teniendo el hilo balístico resistente una tenacidad de al menos 15 gramos por denier y un módulo de al menos 400 gramos por denier, **caracterizado** porque el material compuesto balístico resistente comprende además:

una capa de resina entre cada par de tales capas múltiples adherida a los hilos balísticos resistentes pero que no encapsula los mismos y que no penetra en la capa de tela, teniendo la resina en la capa de resina un módulo de al menos 48,26 MPa (7000 psi).

2. El material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el hilo balístico resistente se selecciona del grupo que consiste en fibras de aramida, fibras de polietileno de cadena extendida, fibras de poli(p-fenilen-2,6-benzobisoxazol) (PBO) y fibras de vidrio.

3. El material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que los hilos de la segunda tela tienen un denier en el intervalo de 20 a 1000.

4. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los hilos de la segunda tela se seleccionan del grupo que consiste en fibras naturales, fibras sintéticas y fibras de vidrio.

5. El material compuesto de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la fibra natural se selecciona del grupo que consiste en algodón, lana, sisal, lino, yute y seda o la fibra sintética se selecciona del grupo que consiste en celulosa regenerada, rayón, rayón polinósico, éster de celulosa, materiales acrílicos, materiales modacrílicos, poliámidas, poliolefinas, poliéster, caucho, caucho sintético y sarán, preferiblemente se selecciona del grupo que consiste en poliacrilonitrilo, copolímeros de acrilonitrilo-cloruro de vinilo, polihexametilenadipamida, policaproamida, poliundecanoamida, polietilenadipamida, policaproamida, poliundecanoamida, polietileno, polipropileno y poli(tereftalato de etileno).

6. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los hilos de la segunda tela tienen alta elongación.

7. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el segundo hilo se rompe antes que los hilos balísticos resistentes durante el impacto de un proyectil sobre el material compuesto.

8. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el hilo de la segunda tela tiene un diámetro que es hasta 14% del diámetro del hilo balístico, preferiblemente 2,5% del diámetro del hilo balístico.

9. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el hilo de la segunda tela tiene un módulo de tracción máximo de 1777 gramos por tex y/o una resistencia máxima con 3% de elongación que es 0,31% del hilo balístico.

10. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el título de hilo del hilo balístico por centímetro (pulgada) es de 40 a 85%, preferiblemente 50% más o menos 1, del apriete máximo que puede tejerse en una tela de tafetán compuesta totalmente por el hilo balístico del mismo tamaño.

11. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la capa de resina está formada por resina que tiene un módulo de 172,4 a 206,8 MPa (25.000 a 30.000 psi).

12. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la resina en la capa de resina constituye 20% en peso o menos del peso del material compuesto.

13. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la capa de resina está formada por de una película de la resina.

14. El material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el hilo balístico resistente está formado por polietileno y la capa de resina está formada por una película de polietileno de baja densidad.

15. El material compuesto de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la película de polietileno de baja densidad tiene un espesor de 8,9 a 44,4 micras (0,35 a 1,75 milésimas de pulgada).