

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 699**

51 Int. Cl.:

F41H 1/08 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2014 PCT/KR2014/002302**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14148809**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2014 E 14768338 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 2976456**

54 Título: **Material compuesto de fibra de alta resistencia y procedimiento de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

20.03.2013 KR 20130029690

26.12.2013 KR 20130163819

17.03.2014 KR 20140030979

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

12.07.2019

73 Titular/es:

**KOLON INDUSTRIES, INC. (100.0%)
110, Magokdong-ro Gangseo-gu
Seoul 07793, KR**

72 Inventor/es:

**SIM, JAE HYUNG;
RHO, KYEONG HWAN;
LEE, CHANG BAE y
KIM, JUNG HA**

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro María

ES 2 719 699 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

Material compuesto de fibra de alta resistencia y procedimiento de fabricación del mismo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un material compuesto, un procedimiento de fabricación del mismo y un casco que usa el mismo, y más específicamente a un material compuesto de fibra de alta resistencia, que satisface el rendimiento antibalas al nivel requerido en la industria y que ha mejorado enormemente las propiedades de ligereza, un procedimiento de fabricación del mismo y un casco fabricado mediante el uso del mismo.

Estado de la técnica

Un producto a prueba de balas es un producto para la protección de un cuerpo humano contra balas o proyectiles y los productos de rendimiento antibalas dependen en gran medida del material utilizado.

Entre tales materiales para la protección antibalas, el polietileno de alta densidad tiene un peso específico de 0,98, que es menor que el del agua, por lo que es ampliamente utilizado como material a prueba de balas.

Sin embargo, el polietileno de alta densidad tiene las características de que puede deformarse mucho si se le aplica un choque físico durante el uso y es sensible al calor. En particular, cuando el polietileno de alta densidad se emplea para un casco, una capa interna de la superficie del casco puede deformarse localmente durante la colisión de la bala penetrando en el interior de la cavidad del casco, causando una deformación mayor que la distancia de seguridad permitida, por lo que presenta un límite para obtener un excelente rendimiento antibalas.

En general, como otros materiales a prueba de balas, una fibra de poliamida totalmente aromática, comúnmente denominada fibra de aramida, incluye fibra de aramida para-basada que tiene una estructura en la que los anillos de benceno están conectados linealmente a través de un grupo amida (-CONH) y fibra de aramida meta-basada que tiene una estructura de conexión diferente de la aramida para-basada. La fibra de aramida para-basada presenta características excelentes, tales como alta resistencia, alta elasticidad y baja contracción. Dado que la fibra de aramida para-basada tiene una resistencia lo suficientemente alta como para poder levantar un vehículo de dos toneladas con un cable delgado de un grosor de aproximadamente 5 mm, se usa ampliamente para la protección antibalas.

Un material compuesto para protección antibalas se fabrica comúnmente mediante los siguientes procedimientos: preparación de un tejido de aramida utilizando una fibra de aramida para-basada; inmersión del tejido de aramida preparado en una resina y secado de la resina para fabricar un tejido de aramida preimpregnado; y laminado de los tejidos de aramida preimpregnados fabricados en muchas capas y curado de los tejidos laminados para completar el material compuesto.

Sin embargo, cuando el tejido de aramida preimpregnado se fabrica utilizando un procedimiento de inmersión de este tipo, se producen los problemas de que no es posible obtener un tejido de aramida preimpregnado de peso uniforme, puesto que la cantidad de resina impregnada difiere en función de la concentración de la solución de resina y la presión de escurrido, y de que resulta difícil obtener un tejido de aramida preimpregnado con excelentes propiedades de ligereza ya que las resinas están impregnadas en ambos lados del tejido de aramida.

Además, la resina fenólica que se usa comúnmente para fabricar el tejido de aramida preimpregnado no proporciona un excelente rendimiento antibalas porque la conformabilidad durante la fabricación se deteriora debido a sus características rígidas y las resinas no pueden adherirse fuertemente al tejido de aramida.

Por su parte, la publicación de patente coreana accesible al público n.º 10-2011-0009441 divulga un material compuesto de aramida formado con una capa recubierta de resina que incluye una resina fenólica y polivinilbutiral (PVB) que tiene un peso molecular de 50.000 a 60.000 en un lado de un tejido de aramida, un procedimiento de fabricación del mismo y un casco fabricado utilizando el mismo. Sin embargo, la anterior patente citada como técnica relacionada tiene el problema de que la trabajabilidad se reduce porque los granos de resina se separan de la capa recubierta de resina durante el desenrollado del material compuesto de aramida enrollado, ya que la capa recubierta de resina se puede romper fácilmente debido al bajo peso molecular del polivinilbutiral, y por lo tanto, el rendimiento antibalas del casco hecho del material compuesto de aramida disminuye.

Además, las publicaciones de patentes japonesas accesibles al público n.º 2009-028944 y n.º H7-180997, y la patente de Estados Unidos n.º 7.124.449 divulgan un procedimiento de fabricación de productos a prueba de balas tales como un casco a prueba de balas que usa un preimpregnado en el que un compuesto de resina que incluye una resina fenólica y el polivinilbutiral se recubre o se impregna respectivamente en una fibra de aramida.

Sin embargo, las patentes anteriores citadas como técnica relacionada tienen el problema de que: los pesos moleculares de la resina de polivinilbutiral y la resina fenólica, o una relación de mezcla entre la resina fenólica y la resina de polivinilbutiral no se definen en un intervalo preferido y, por lo tanto, cuando se usa una resina de polivinilbutiral con un peso molecular inferior a 80.000, la película de resina preparada se puede romper fácilmente; cuando el material compuesto de aramida enrollado se desenrolla, los granos de resina se separan de la película de resina, por lo que la capacidad de trabajo se deteriora y el rendimiento antibalas también se reduce; cuando la proporción de mezcla de la resina fenólica a la resina de polivinilbutiral es inferior al 20 % en peso (% en peso), las propiedades de curado disminuyen, disminuyendo la estabilidad de la forma y el rendimiento antibalas; cuando la proporción de mezcla de la resina fenólica a la resina de polivinilbutiral supera el 70 % en peso, la resistencia al calor y la estabilidad de la forma aumentan, pero la fuerza de adhesión y la conformabilidad disminuyen; y cuando se usa una resina fenólica convencional que tiene un peso molecular de 3.000 a 4.000, la conformabilidad de la película de resina se reduce debido a las características inherentes de la resina fenólica.

Divulgación de la invención

Problema técnico

Por consiguiente, es un objeto de la presente invención proporcionar un material compuesto de fibra de alta resistencia que pueda resolver los problemas causados por las limitaciones y desventajas descritas anteriormente en la técnica relacionada, un procedimiento de fabricación del mismo y un casco fabricado mediante el uso del mismo.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un material compuesto de fibra de alta resistencia que satisfaga el rendimiento antibalas al nivel requerido en la industria y que tenga propiedades ligereza muy mejoradas, un procedimiento de fabricación del mismo y un casco fabricado mediante el uso del mismo.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un material compuesto de fibra de alta resistencia que tenga una fuerza de adhesión muy mejorada entre el material de fibra de alta resistencia y la conformabilidad, un procedimiento de fabricación del mismo y un casco fabricado mediante el uso del mismo.

Otras características y ventajas de la presente invención se describirán a continuación, y serán parcialmente evidentes a partir de dicha descripción. De manera alternativa, otras características y ventajas de la invención se entenderán mediante realizaciones de la presente invención. Los objetos y otras ventajas de la presente invención se realizarán y lograrán mediante la configuración especificada en la descripción detallada de la presente invención y las reivindicaciones.

Solución al problema

Para lograr los objetos anteriores, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un material compuesto de fibra de alta resistencia que incluye: un material de fibra de alta resistencia; y una película de resina laminada en una superficie del material de fibra de alta resistencia, en el que la cantidad de la película de resina es de 10 a 18 % en peso con respecto al peso total del material de fibra de alta resistencia y la película de resina, la película de resina incluye de 20 a 70 % en peso de resina fenólica, de 20 a 70 % en peso de resina de polivinilbutiral (PVB), y la resina de polivinilbutiral (PVB) tiene un peso molecular de 80.000 a 120.000.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de fabricación de un material compuesto de fibra de alta resistencia, que incluye: preparar un material de fibra de alta resistencia; laminar una película de resina en una superficie del material de fibra de alta resistencia para fabricar un material de fibra de alta resistencia preimpregnado; y laminar el material de fibra de alta resistencia preimpregnado y curarlo para fabricar un material laminado de fibra de alta resistencia, en el que la cantidad de la película de resina es de 10 a 18 % en peso con respecto al peso total del material de fibra de alta resistencia y la película de resina, la película de resina incluye de 20 a 70 % en peso de resina fenólica, de 20 a 70 % en peso de resina de polivinilbutiral (PVB), y la resina de polivinilbutiral (PVB) tiene un peso molecular de 80.000 a 120.000.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con el material compuesto de fibra de alta resistencia de la presente invención, dado que la película de resina recubre un solo lado del material de fibra de alta resistencia mediante el procedimiento de laminación, es posible proporcionar excelentes propiedades de ligereza al reducir una cantidad de resina y un excelente rendimiento antibalas al recubrir uniformemente la película de resina sobre el material de fibra de alta resistencia.

De acuerdo con el material compuesto de fibra de alta resistencia de la presente invención, dado que la propiedad de ser fácilmente rompible se evita usando una resina que incluye polivinilbutiral que tiene un peso molecular de 80.000 a 120.000, es posible mejorar la conformabilidad y la procesabilidad, y se proporciona un excelente rendimiento antibalas obtenido por una mejor adhesividad.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

- 5 En lo sucesivo, se describirán realizaciones preferidas para comprender más concretamente la presente invención con referencia a ejemplos y ejemplos comparativos. Sin embargo, los expertos en la materia apreciarán que tales realizaciones se proporcionan con fines ilustrativos y no limitan la materia que se va a proteger tal como se describe en la descripción detallada y las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, será evidente para los expertos en la materia que son posibles diversas alteraciones y modificaciones de las realizaciones dentro del alcance y espíritu de la presente invención y que estén debidamente incluidas dentro del intervalo definido por las reivindicaciones adjuntas.
- 10 La expresión "material de fibra de alta resistencia preimpregnado" usado en la presente divulgación se refiere a un material de fibra de alta resistencia que está recubierto con una resina y que se cura hasta un estado de preimpregnación en lugar de estar completamente curado.
- 15 La expresión "material laminado de fibra de alta resistencia" usado en la presente divulgación se refiere a un material de fibra de alta resistencia en el que el material de fibra de alta resistencia está laminado en muchas capas y las resinas impregnadas en el mismo están en un estado curado.
- 20 En lo sucesivo, se describirán en detalle realizaciones específicas de un procedimiento de fabricación del material compuesto de fibra de alta resistencia de la presente invención.
- 25 El procedimiento de fabricación del material compuesto de fibra de alta resistencia de la presente invención incluye preparar un material de fibra de alta resistencia; laminar una película de resina en una superficie del material de fibra de alta resistencia para fabricar un material de fibra de alta resistencia preimpregnado; y laminar el material de fibra de alta resistencia preimpregnado y curarlo para fabricar un material laminado de fibra de alta resistencia.
- 30 El material de fibra de alta resistencia es tejido de aramida, tejido de polietileno de peso molecular ultra alto, tejido híbrido que consiste en filamento de aramida y filamento de polietileno de peso molecular ultra alto, filamento de polietileno de peso molecular ultra alto dispuesto en una lámina de polietileno de peso molecular ultra alto de una sola dirección o filamento de aramida dispuesto en una lámina de aramida de una sola dirección.
- 35 En primer lugar, se describirá en detalle el procedimiento de fabricación de tejido de aramida, que es un ejemplo del material de fibra de alta resistencia.
- 40 La fibra de aramida utilizada en la preparación del tejido de aramida se prepara mediante los siguientes procedimientos de polimerización de diamina aromática y cloruro de diácido aromático en un disolvente de polimerización para preparar un polímero de poliamida aromática y luego hilado de un bobina de hilatura que contiene el polímero de poliamida aromática mediante una hiladora giratoria y coagulado para preparar la fibra de aramida.
- 45 Es preferible que la fibra de aramida tenga una finura total en un rango de 600 a 3.000 deniers. Si la finura total de la fibra de aramida es inferior a 500 deniers, la densidad después del tejido debe aumentar, de modo que la productividad puede disminuir. Por otro lado, si la finura total de la fibra de aramida supera los 4.000 deniers, la capacidad de procesamiento del tejido puede disminuir.
- 50 Es preferible que la fibra de aramida tenga una resistencia a la tracción de 20 g/d o más. Cuando se utiliza fibra de aramida que tiene una resistencia a la tracción baja, es difícil obtener un rendimiento antibalas al nivel requerido en la industria.
- 55 Como material de tejido de aramida que funciona para soportar el material compuesto de fibra de alta resistencia, pueden usarse diferentes tipos de material de tejido, pero se puede usar tejido de aramida, que proporciona un excelente rendimiento antibalas y es relativamente fácil de preparar.
- 60 En lo sucesivo, se describirá el procedimiento de fabricación de un tejido de aramida. En primer lugar, se aplica la fibra de aramida preparada según el procedimiento descrito anteriormente como urdimbre para preparar una red de urdimbre, a continuación, se instala la red de urdimbre en una máquina de tejer, se aplica la fibra de aramida como trama y se tejen las fibras de aramida para completar un tejido de aramida. En este momento, es preferible que el tejido de aramida tenga una textura de tejido liso o de cesta. Dado que la textura de tejido liso o tejido de cesta se forma con la urdimbre y la trama haciendo una curvatura constante, es posible proporcionar un excelente rendimiento antibalas, ya que una fuerza externa se dispersa uniformemente sobre todo el tejido cuando la fuerza externa se aplica mediante balas, etc.
- Además, es preferible que el tejido de aramida tenga una densidad de 150 a 520 g/m². Si la densidad del mismo es demasiado baja, el tejido puede comprender suficiente espacio en sí mismo como para hacer que disminuya el rendimiento antibalas, y si la densidad del mismo es demasiado alta, la eficiencia de producción puede disminuir considerablemente debido a las dificultades para preparar el tejido.

A continuación, se describirá un procedimiento de fabricación de un material compuesto de aramida, que es un ejemplo del material compuesto de fibra de alta resistencia.

5 En primer lugar, se describirá un procedimiento de fabricación de un tejido de aramida preimpregnado, que es un ejemplo del material de fibra de alta resistencia preimpregnado. El tejido de aramida preimpregnado se fabrica utilizando un procedimiento de laminación. Para describirlo más específicamente, el tejido de aramida preimpregnado se fabrica llevando a cabo de manera secuencial las etapas de adhesión de una película de resina al tejido de aramida preparado mediante el procedimiento descrito anteriormente, prensado del tejido de aramida con la película de resina adherida al mismo y secado del tejido de aramida prensado.

10 La etapa de adhesión de la película de resina al tejido de aramida puede realizarse mediante un procedimiento continuo o un procedimiento no continuo. En el procedimiento continuo, el tejido de aramida y la película de resina se adhieren entre sí alimentando simultáneamente cada uno de los tejidos de aramida y la película de resina a través de rodillos de alimentación separados. En el procedimiento no continuo, el tejido de aramida y la película de resina se adhieren entre sí mediante la disposición secuencial del tejido de aramida y la película de resina preparados, que tienen un tamaño predeterminado.

20 La etapa de prensado del tejido de aramida con la película de resina adherida al mismo puede realizarse de forma continua utilizando rodillos de presión, o realizarse de forma no continua utilizando placas de presión.

La etapa de secado del tejido prensado puede realizarse de forma continua utilizando una cámara, o realizarse de forma no continua utilizando placas de presión.

25 Si la película de resina contiene resina de polivinilbutiral de baja temperatura de fusión, la etapa de secado se puede realizar a una temperatura de secado baja de 20 a 60 °C. Si la temperatura de secado es inferior a 20 °C, el secado no se puede realizar sin problemas, y si la temperatura de secado es superior a 60 °C, la resina recubierta se cura, por lo que puede disminuir la adherencia del material laminado de aramida que se describe a continuación. Una capa recubierta de resina en un estado preimpregnado se puede formar en un lado del tejido de aramida mediante el anterior procedimiento de secado. El procedimiento de secado se puede realizar utilizando una cámara que se ajusta para mover el tejido de aramida prensado a una velocidad de 4 a 20 m/min.

30 De manera convencional, el tejido de aramida se sumerge en una composición de resina y luego se seca para fabricar el tejido de aramida preimpregnado, en la técnica relacionada.

35 Sin embargo, dado que tal procedimiento de inmersión no permite ajustar la adhesión de la resina a una velocidad constante, es difícil obtener un peso y un rendimiento antibalas uniformes. Además, dado que la resina está impregnada en ambos lados del tejido de aramida, es difícil obtener excelentes propiedades de ligereza. Por lo tanto, cuando un casco a prueba de balas está hecho de un tejido de aramida preimpregnado de este tipo, los soldados al soportar un casco pesado no pueden desarrollar suficiente movilidad, por lo que la capacidad de combate puede disminuir y pueden quedar expuestos a peligro debido a un rendimiento antibalas no uniforme.

40 En contraste, dado que el tejido de aramida preimpregnado de la presente invención se prepara recubriendo la resina en un solo lado del tejido de aramida utilizando el procedimiento de laminación, es posible tener un peso ligero y un rendimiento antibalas uniformes.

45 Es preferible que la cantidad de la capa recubierta de resina formada en el tejido de aramida preimpregnado sea del 10 al 18 % en peso con respecto al tejido de aramida. Si la cantidad de la capa recubierta de resina es inferior al 10 % en peso, el tejido de aramida puede dañarse fácilmente por fricción externa y el rendimiento antibalas puede disminuir debido a una disminución de la fuerza de adhesión durante la formación de un producto. Por otro lado, si la cantidad de la capa recubierta de resina excede el 18 % en peso, las propiedades de ligereza del material compuesto de aramida fabricado con el mismo pueden disminuir.

50 La película de resina contiene una resina con un punto de fusión de 50 a 100 °C. Cuando la película de resina contiene la resina que tiene una temperatura de fusión tan baja, se puede mejorar la conformabilidad del producto y se pueden reducir los costes de fabricación. En particular, se puede usar una película de resina mezclada con resina fenólica y resina de polivinilbutiral.

55 La resina fenólica tiene la ventaja de una excelente resistencia al calor y una alta fuerza de adhesión a la fibra de aramida, pero la conformabilidad disminuye debido a que se rompe fácilmente. Por otro lado, la resina de polivinilbutiral puede mejorar la formabilidad ya que proporciona plasticidad, y la adhesividad puede mejorarse ya que desempeña un papel de material correactivo. La temperatura de fusión se mide utilizando un calorímetro de barrido diferencial (DSC) a una velocidad de barrido de 10/min.

La película de resina contiene la resina fenólica mezclada dentro de un rango predeterminado y la resina de polivinilbutiral que tiene un peso molecular de 80.000 a 120.000. La resina de polivinilbutiral se puede incluir en una cantidad de 20 a 70 % en peso a la de la película de resina. Si la cantidad de resina de polivinilbutiral es inferior al 20 % en peso, la conformabilidad puede deteriorarse y la fuerza de adhesión puede disminuir. Por otro lado, si la cantidad de resina de polivinilbutiral supera el 70 % en peso, la capacidad de procesamiento y la fuerza de adhesión se mejoran, pero la resistencia al calor y el rendimiento antibalas pueden disminuir.

Si el peso molecular de la resina de polivinilbutiral es menor que el rango descrito anteriormente, la película de resina se vuelve fácilmente rompible. Por lo tanto, cuando el material compuesto de aramida enrollado se desenrolla, los granos de resina se separan de la película de resina deteriorando la capacidad de trabajo y disminuyendo el rendimiento antibalas del casco fabricado con el mismo.

La presente invención se caracteriza por utilizar resina fenólica que tiene un peso molecular de 500 a 2.000, que es relativamente más bajo que una resina fenólica convencional, en lugar de usar resina fenólica que tiene un peso molecular de 3.000 a 4.000, con el fin de superar las características inherentes de la resina fenólica como es la reducción en la conformabilidad debido a que se rompe fácilmente durante la fabricación de la película de resina.

Si el peso molecular de la resina fenólica es más alto que el rango descrito anteriormente, la película de resina se vuelve fácilmente rompible. Por lo tanto, cuando el material compuesto de aramida enrollado se desenrolla, los granos de resina se separan de la película de resina deteriorando la capacidad de trabajo, lo que también disminuye el rendimiento antibalas del casco fabricado con el mismo.

Además, la resina fenólica se puede incluir en una cantidad de 20 a 70 % en peso al de la película de resina. Si la cantidad de resina fenólica es inferior al 20 % en peso, la rigidez puede disminuir, por lo que la estabilidad de la forma puede deteriorarse y el rendimiento antibalas puede reducirse. Por otro lado, si la cantidad de resina fenólica excede el 70 % en peso, la resistencia al calor y la estabilidad de la forma pueden aumentar, pero la fuerza de adhesión y la conformabilidad pueden disminuir.

Además, la película de resina puede incluir un plastificante. Es preferible ajustar el plastificante adecuadamente dependiendo de la cantidad de resina de polivinilbutiral. Es decir, si la cantidad de la resina de polivinilbutiral es alta, la cantidad de plastificante se reduce en relación con la misma; por otro lado, si la cantidad de resina de polivinilbutiral es baja, la cantidad de plastificante aumenta en relación con la misma. Es preferible que el plastificante se mezcle dentro de un rango de 0,1 a 5 % en peso al de la película de resina.

El plastificante puede ser al menos uno de entre alquileno, polialquilenglicol, benzoato, diol alifático, alquilenpoliol y diéster.

En lo sucesivo, la presente invención se entenderá más claramente mediante los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos. Sin embargo, estos ejemplos se proponen para explicar concretamente la presente invención, pero no limitan el alcance de la presente invención que se va a proteger.

Ejemplo 1

Para-fenilendiamina, que es diamina aromática, y dicloruro de tereftaloilo, que es cloruro de diácido aromático, se polimerizaron en un disolvente polímero N-metil-2-pirrolidona para preparar un polímero de poli-parafenileno-tereftalamida, y luego se disolvió el polímero en ácido sulfúrico concentrado para preparar una bobina de hilado, que se hizo girar a través de la hilera giratoria para preparar una fibra de aramida totalmente aromática de 3.000 deniers.

Posteriormente, las fibras de aramida se aplicaron como urdimbre y trama, respectivamente, y se tejieron en tejido liso para preparar un tejido de aramida con una densidad de 450 g/m².

A continuación, se aplicó una película de resina al tejido de aramida preparado en el procedimiento de laminación para fabricar un tejido de aramida preimpregnado en el que se forma una capa recubierta de resina solo en un lado del tejido de aramida. En este momento, la película de resina se preparó disolviendo una resina fenólica a 65 % en peso con un peso molecular de 550 y una resina de polivinilbutiral a 35 % en peso con un peso molecular de 90.000 en términos de contenido de sólidos en un disolvente de metanol, eliminando luego el metanol. El procedimiento de laminación se realizó de tal manera que el tejido de aramida fue alimentado por un rodillo de alimentación y la película de resina fue alimentada por otro rodillo de alimentación, respectivamente, para adherir la película de resina en un lado del tejido de aramida, y el tejido de aramida con la película de resina adherida en uno de sus lados se prensó con rodillos de presión, y posteriormente se secó en una cámara mantenida a una temperatura de 40 y a una velocidad de movimiento de 10 m/minuto. Un tejido preimpregnado formado con una capa recubierta de resina de 13 % en peso a la del tejido de aramida se obtuvo a través de dicho procedimiento de laminación.

Posteriormente, se laminaron diecisiete telas de aramida preimpregnadas y luego se insertaron en un molde con forma de casco, y se conformaron bajo una presión de 160 bar y una temperatura de 150 °C durante 20 minutos para fabricar un casco a prueba de balas.

5 Ejemplos 2 a 5

Excepto que el peso molecular de la resina fenólica y la resina de polivinilbutiral, y la tasa de composición de las mismas en la película de resina se alteraron como se muestra en la Tabla 1, los mismos procedimientos que se describen en el Ejemplo 1 se ejecutaron para fabricar un casco a prueba de balas.

10

Ejemplos 6 a 9

Excepto que el peso molecular de la resina fenólica y la resina de polivinilbutiral, y el número de laminaciones de los tejidos preimpregnados de aramida se alteraron tal como se muestra en la Tabla 1, se realizaron los mismos procedimientos que se describen en el Ejemplo 1 para la fabricación de un casco a prueba de balas.

15

Ejemplos 10 a 12

Excepto que el peso molecular de la resina fenólica y la resina de polivinilbutiral, y la cantidad de resina en la capa recubierta de resina se alteraron tal como se muestra en la Tabla 1, se realizaron los mismos procedimientos que se describen en el Ejemplo 1 para la fabricación de un casco a prueba de balas.

20

Ejemplos comparativos 1 a 3

Excepto que el peso molecular de la resina fenólica y la resina de polivinilbutiral se alteraron tal como se muestra en la Tabla 1, se realizaron los mismos procedimientos que se describen en el Ejemplo 1 para la fabricación de un casco a prueba de balas.

25

Ejemplo comparativo 4

Excepto que el peso molecular de la resina fenólica se alteró tal como se muestra en la Tabla 1 y se usó una película de resina que contiene 100 % de resina fenólica en comparación con el Ejemplo comparativo 1, se realizaron los mismos procedimientos que se describen en el Ejemplo comparativo 1 para la fabricación de un casco a prueba de balas.

30

Las respectivas desviaciones estándar y las velocidades medias de los materiales compuestos de aramida fabricados en los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos se midieron mediante el siguiente procedimiento y los resultados de los mismos se muestran en la siguiente Tabla 1.

35

Medición de la desviación estándar

La desviación estándar (σ) que muestra indirectamente el nivel de uniformidad de la cantidad de resina impregnada en el tejido de aramida se midió a partir de los pesos por metro cuadrado obtenidos respectivamente después de recoger diez muestras de materiales compuestos de aramida.

40

Medición de la velocidad media (V50)

La velocidad media (m/s) que muestra indirectamente el nivel de rendimiento antibalas del material compuesto de aramida se midió a partir de un valor obtenido calculando el promedio de la velocidad a la que una bala penetra completamente y la velocidad a la que una bala penetra parcialmente usando un fragmento que simula un proyectil (FSP) de acuerdo con la reglamentación MIL-STD-662F.

45

50

Tabla 1

55

60

[Tabla 1]

Sección	Tasa de composición de la película de resina (% en peso)			Cantidad de resina (% en peso)	Número de laminaciones de tejidos de aramida preimpregnados (láminas)	Desviación estándar	Velocidad media (m/s)
	Resina fenólica (peso molecular)	PVB (peso molecular)	Plastificante				
Ejemplo 1	65(550)	35(90.000)	0	13	17	3,0	641
Ejemplo 2	75(600)	25(80.000)	0	13	17	2,9	632
Ejemplo 3	50(650)	50 (100.000)	0	13	17	2,7	646
Ejemplo 4	35(700)	65 (110.000)	0	13	17	3,1	632
Ejemplo 5	50(900)	49 (120.000)	0	13	17	2,9	646
Ejemplo 6	65(1.200)	35(90.000)	0	13	15	3,2	617
Ejemplo 7	65(1.400)	35(80.000)	0	13	16	3,2	632
Ejemplo 8	65(1.600)	35 (100.000)	0	13	18	3,1	646
Ejemplo 9	65(1.800)	35 (110.000)	0	13	20	3,3	657
Ejemplo 10	65(1.900)	35 (120.000)	0	11	17	3,4	618
Ejemplo 11	65(2.000)	35(85.000)	0	15	17	3,2	652
Ejemplo 12	65(510)	35(95.000)	0	17	17	3,1	657
Ejemplo Comparativo 1	65(3.000)	35(70.000)	0	13	17	13,7	577
Ejemplo Comparativo 2	65(3.200)	35 (130.000)	0	13	17	13,5	598
Ejemplo Comparativo 3	65(3.600)	35(55.000)	0	13	17	13,2	592
Ejemplo Comparativo 4	100(4.000)	0	0	13	117	12,3	563

5 A partir de los resultados de la medición de la desviación estándar y la velocidad media del casco a prueba de balas fabricado en los Ejemplos 1 a 12 y en los Ejemplos comparativos 1 a 3 mostrados en la Tabla 1, se puede ver que el casco, que incluye la resina fenólica que tiene un peso de 500 a 2.000 y la resina de polivinilbutiral que tiene un peso molecular de 80.000 a 120.000, proporciona un excelente rendimiento antibalas.

10 A partir de los resultados de la medición de la desviación estándar y la velocidad media del casco a prueba de balas fabricado en los Ejemplos 2 a 5, se puede ver que el casco, que incluye la resina fenólica y la resina de polivinilbutiral en una cantidad óptima de 1: 1, proporciona el mejor rendimiento antibalas.

15 A partir de los resultados de la medición de la desviación estándar y la velocidad media del casco a prueba de balas fabricado en los Ejemplos 6 a 9, se puede ver que el rendimiento antibalas del casco aumenta gradualmente en proporción al aumento del número de laminaciones.

A partir de los resultados de la medición de la desviación estándar y la velocidad media del casco a prueba de balas fabricado en los Ejemplos 10 a 12, se puede ver que el rendimiento antibalas del casco aumenta gradualmente en proporción al aumento de la cantidad de capa recubierta de resina.

5 Aplicabilidad industrial

El material compuesto de fibra de alta resistencia de la presente invención es útil como material de producto a prueba de balas, por ejemplo, un casco antibalas o ropa antibalas.

10

REIVINDICACIONES

1. Material compuesto de fibra de alta resistencia que comprende:

- 5 un material de fibra de alta resistencia; y
una película de resina laminada sobre una superficie del material de fibra de alta resistencia,

en el que una cantidad de la película de resina es de 10 a 18 % en peso con respecto al peso total del material de fibra de alta resistencia y la película de resina,

- 10 comprendiendo la película de resina de 20 a 70 % en peso de resina fenólica, de 20 a 70 % en peso de resina de polivinilbutiral (PVB), **caracterizado por que** la resina de polivinilbutiral (PVB) tiene un peso molecular de 80.000 a 120.000.

- 15 2. Material compuesto de fibra de alta resistencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material de fibra de alta resistencia es tejido de aramida, tejido de polietileno de peso molecular ultra alto, tejido híbrido que consiste en filamento de aramida y filamento de polietileno de peso molecular ultra alto, filamento de polietileno de peso molecular ultra alto dispuesto en una lámina de polietileno de peso molecular ultra alto de una sola dirección o filamento de aramida dispuesto en una lámina de aramida de una sola dirección.

- 20 3. Material compuesto de fibra de alta resistencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la resina fenólica tiene un peso molecular de 500 a 2.000.

- 25 4. Material compuesto de fibra de alta resistencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la película de resina comprende además un plastificante, que es al menos uno de entre alquilenol, polialquilenglicol, benzoato, diol alifático, alquilenpoliol y diéster.

5. Procedimiento de fabricación de un material compuesto de fibra de alta resistencia, que comprende:

- 30 preparar un material de fibra de alta resistencia;
laminar una película de resina en una superficie del material de fibra de alta resistencia para fabricar un material de fibra de alta resistencia preimpregnado; y

laminar el material de fibra de alta resistencia preimpregnado y curarlo para fabricar un material laminado de fibra de alta resistencia,

- 35 en el que una cantidad de la película de resina es de 10 a 18 % en peso con respecto al peso total del material de fibra de alta resistencia y la película de resina, comprendiendo la película de resina de 20 a 70 % en peso de resina fenólica, de 20 a 70 % en peso de resina de polivinilbutiral (PVB), **caracterizado por que** la resina de polivinilbutiral (PVB) tiene un peso molecular de 80.000 a 120.000.

- 40 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la resina fenólica tiene un peso molecular de 500 a 2.000.

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la etapa de preparación del material de fibra de alta resistencia preimpregnado comprende:

- 45 adherir la película de resina al material de fibra de alta resistencia;
pensar el material de fibra de alta resistencia adherido a la película de resina; y
secar el material de fibra de alta resistencia prensado.

- 50 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la etapa de secado se realiza en un estado en el que se mantiene una temperatura de 20 a 60 °C.

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la etapa de secado se realiza utilizando una cámara que se ajusta para mover el material de fibra de alta resistencia prensado a una velocidad de 4 a 20 m/minuto.

- 55 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el material de fibra de alta resistencia es tejido de aramida, tejido de polietileno de peso molecular ultra alto, tejido híbrido que consiste en filamento de aramida y filamento de polietileno de peso molecular ultra alto, filamento de polietileno de peso molecular ultra alto dispuesto en una lámina de polietileno de peso molecular ultra alto de una sola dirección o filamento de aramida dispuesto en una lámina de aramida de una sola dirección.
- 60