

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 861 299**

(51) Int. Cl.:

D03D 15/12 (2006.01)
D03D 1/00 (2006.01)
D04B 1/16 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2015 PCT/US2015/035833**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15192131**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2015 E 15806706 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2021 EP 3155154**

(54) Título: **Tejido ignífugo con hilos de fibras discontinuas largas de alta tenacidad**

(30) Prioridad:

13.06.2014 US 201462011624 P

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

06.10.2021

(73) Titular/es:

**SOUTHERN MILLS, INC. (100.0%)
6501 Mall Boulevard P.O. Box 289
Union City, GA 30291, US**

(72) Inventor/es:

**STANHOPE, MICHAEL T. y
COLATRUGLIO, MATTHEW LUCIUS**

(74) Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 861 299 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

Tejido ignífugo con hilos de fibras discontinuas largas de alta tenacidad

5 **CAMPO**

[0001] El presente documento se refiere en general a los tejidos ignífugos y, más particularmente, a tejidos ignífugos que incluyen fibras discontinuas largas.

10 **ANTECEDENTES**

[0002] La incorporación de hilos de filamentos continuos en los tejidos aumenta típicamente la resistencia de esos tejidos. En la patente US 2004/0092187 se describe un tejido de protección térmica tejido que comprende una tejedura de hilos de urdimbre en una dirección y de hilos de trama en la dirección perpendicular, con, en una dirección, hilos que consisten en una alternancia de filamentos continuos y de hilos de fibras discontinuas largas y, en la otra dirección, de hilos hechos de hilos de fibras discontinuas largas. Los diversos filamentos continuos e hilos de fibras discontinuas largas están hechos de materiales no inflamables y que no se funden. Sin embargo, los hilos de filamentos continuos tienden a ser costosos. Por tanto, existe la necesidad de tejidos formados con un hilo alternativo que sea menos costoso pero que también aumente la resistencia del tejido.

20

RESUMEN

[0003] Los términos "invención", "la invención", "esta invención" y "la presente invención" utilizados en esta patente están destinados a referirse ampliamente a toda la materia objeto de esta patente y las reivindicaciones de la patente que aparecen al final de este documento. No debe entenderse que las declaraciones que contienen estos términos limiten el tema que se describe en este documento o que limiten el significado o el alcance de las reivindicaciones de la patente que aparecen al final de este documento. Las formas de realización de la invención cubiertas por esta patente se definen en las reivindicaciones que aparecen al final de este documento, no en este resumen. Este resumen es una descripción general de varios aspectos de la invención e introduce algunos de los conceptos que se describen con más detalle en la sección Descripción detallada que aparece más adelante. Este resumen no tiene la intención de identificar características clave o esenciales del objeto reivindicado, ni está destinado a ser utilizado de forma aislada para determinar el alcance del objeto reivindicado. El objeto debe entenderse con referencia a la especificación completa de esta patente, todos los dibujos y cada reivindicación.

35

[0004] Las formas de realización de la invención se refieren a tejidos ignífugos que llevan incorporados hilos de fibras discontinuas largas de alta tenacidad. Dichos hilos son menos costosos que los hilos de filamentos continuos, pero aumentan la resistencia del tejido.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

40

[0005] El objeto de las formas de realización de la presente invención se describe en este apartado con especificidad para cumplir con los requisitos legales, pero esta descripción no pretende necesariamente limitar el alcance de las reivindicaciones. El objeto reivindicado puede incorporarse de otras formas, puede incluir diferentes elementos o etapas, y puede usarse junto con otras tecnologías existentes o futuras. Esta descripción no debe interpretarse en el sentido de que implica ningún orden o disposición particular entre varios pasos o elementos, excepto cuando se describe de manera explícita el orden de los pasos individuales o la disposición de los elementos.

50

[0006] Como se usa en este documento, un "hilo de filamento continuo" se refiere a una fibra de una longitud indefinida o extrema, como la que se encuentra de manera natural en la seda.

[0007] Como se usa en el presente documento, un "hilo de fibras discontinuas largas" se refiere a un hilo formado por fibras discontinuas largas. Las fibras discontinuas largas se definen como fibras que tienen una longitud cortada de más de 5 cm (2 pulgadas). Como entenderá un experto en la técnica, las fibras discontinuas largas se pueden formar usando una variedad de procesos, que incluyen, entre otros, un proceso de rotura por estiramiento, corte de fibra continua a una longitud larga o recogida de fibras discontinuas largas mediante el esquilado de animales (por ejemplo, para obtener fibras discontinuas largas de lana). Durante el proceso de rotura por estiramiento, por ejemplo, las fibras discontinuas largas se forman rompiendo el hilo del filamento para formar fibras largas no continuas que tienen longitudes de aproximadamente 5 cm a 100 cm (de 2 a 40 pulgadas). Las fibras discontinuas largas que resultan de estos y de otros procesos pueden tener una longitud uniforme o una longitud no uniforme. Además, las fibras discontinuas largas que se utilizan para formar un hilo de fibras discontinuas largas pueden ser de la misma longitud o de diferentes longitudes.

65

[0008] Las fibras discontinuas largas se convierten en hilos de fibras discontinuas largas utilizando sistemas y procesos diseñados para su uso con fibras discontinuas largas (a diferencia de los sistemas de algodón), como los sistemas y procesos de rotura por estiramiento, de la lana y de peinado. El proceso de rotura por estiramiento y

los métodos ejemplares para formar hilos rotos por estiramiento (un tipo de hilo largo que se define aquí) a partir de fibras discontinuas largas se describen en el documento "Continuous Filament to Staple Length Conversion", una copia del cual se adjuntó a la solicitud de protección provisional con prioridad.

5 [0009] Los "las hebras hiladas" son hilos formados por fibras cortas, tales como fibras que tienen longitudes de 5 cm (2 pulgadas) o menos.

10 [0010] A diferencia del hilo de filamento, que se mide en unidades de denier, los hilos de fibras discontinuas largas (como los hilos de rotura por estiramiento) se miden por el número de hilos (por ejemplo, el número métrico), de manera similar a las hebras hiladas.

15 [0011] Las formas de realización de la invención se refieren a un tejido ignífugo que incluye hilos de fibras discontinuas largas de alta tenacidad ("AT"), tales como, pero sin limitarse a, hilos rotos por estiramiento. Los hilos de fibras discontinuas largas de AT se insertan en el tejido de manera que aumentan la resistencia del tejido en comparación con un tejido sin tales hilos. Además, gracias a que los hilos de fibras discontinuas largas de AT son más fuertes que los otros hilos del tejido en el que están insertados, el peso total del tejido puede reducirse a la vez que se mantiene su resistencia. En algunas formas de realización, los tejidos según la invención tienen un peso de aproximadamente 100 g/m² - 290 g/m² (3 - 8,5 onzas por yarda cuadrada "oz/yd²"), y tienen una resistencia similar o mayor en comparación con los tejidos sin los hilos de fibras discontinuas largas de AT que pesan al menos 20 aproximadamente un 10 % más.

25 [0012] Los hilos de fibras discontinuas largas de AT pueden colocarse en el tejido en cualquier ubicación deseable. En algunas formas de realización ejemplares, los hilos de fibras discontinuas largas de AT se tejen a la plana o en punto en el tejido en un patrón de red o en un patrón de rayas (por ejemplo, horizontales o verticales). Puede usarse cualquier patrón deseable de tejido a la plana (por ejemplo, básico, sarga) o de punto (por ejemplo, simple, doble, básico, entrelazado). Además, los hilos de fibras discontinuas largas de AT pueden ubicarse en la dirección de la urdimbre o de la trama en el tejido o, cuando se incorporan al tejido en, por ejemplo, un patrón de red, tanto en la dirección de urdimbre como en la de la trama.

30 [0013] Los hilos de fibras discontinuas largas de AT también se pueden combinar, acoplar o cubrir (a saber, para obtener un hilo retorcido, con torsión, cubierto, de núcleo envuelto, recubierto, etc.) con uno o más hilos (o fibras), filamentos y fibras discontinuas largas ignífugos o no ignífugos. Por ejemplo, en una forma de realización, los hilos de fibras discontinuas largas de AT se retuerzen con uno de entre una hebra hilada, un filamento u otro hilo de fibras discontinuas largas.

35 [0014] El resto de los hilos del tejido puede incluir cualquier hebra hilada deseada, que se puede combinar, acoplar o cubrir con otras fibras (hiladas, filamentos, fibras discontinuas largas) como se ha descrito antes.

40 [0015] Los hilos de fibras discontinuas largas de AT pueden estar situados en el tejido con respecto a las hebras hiladas en cualquier proporción deseada. La proporción de los hilos se puede calcular de dos formas diferentes: contando los hilos individuales o contando los cabos. Por ejemplo, cuando se tiene en cuenta un hilo retorcido (por ejemplo, un hilo de fibras discontinuas largas de AT con una hebra hilada), cada hilo se puede tener en cuenta individualmente para determinar la proporción entre el hilo de fibras discontinuas largas de AT y la hebra hilada o se pueden tener en cuenta los dos hilos retorcidos como un solo cabo. Por ejemplo, en el caso de una tela tejida en un patrón con la siguiente repetición de hilo:

- Dos hilos, cada uno formado por retorcimiento de dos hilos; y
- Un hilo formado por retorcimiento de un hilo de fibras discontinuas largas de AT con una hebra hilada.

50 [0016] Al utilizar cualquiera de los métodos de cálculo de la proporción de los hilos, la proporción entre los hilos de fibra corta larga de AT y las hebras hiladas puede ser de aproximadamente 40:1 a aproximadamente 1:40, o de aproximadamente 30:1 a aproximadamente 1:30, o de aproximadamente 25:1 a aproximadamente 1:25, o de aproximadamente 20:1 a aproximadamente 1:20, o de aproximadamente 15:1 a aproximadamente 1:15, o de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 1:10, o 9:1, o 8:1, o 7:1, o 6:1, o 5:1, o 4:1, o 3:1, o 2:1, o 1:1, o 1:2, o 1:3, o 1:4, o 1:5, o 1:6, o 1:7, o 1:8, o 1:9, o incluso de aproximadamente 2:3 a aproximadamente 1:3. En determinadas formas de realización, se insertará un hilo de fibras discontinuas largas de AT en el tejido con respecto a las hebras hiladas en una proporción de aproximadamente un hilo de fibras discontinuas largas de AT por cada 2-5 hebras hiladas.

60 [0017] A continuación se exponen los materiales adecuados a partir de los cuales se forman los hilos de fibras discontinuas largas de AT y las hebras hiladas utilizados en las formas de realización del tejido. Hay que tener en cuenta que las fibras que forman los hilos de fibras discontinuas largas de AT y las hebras hiladas pueden ser ignífugos, pero no es necesario que todos lo sean. Por el contrario, se puede utilizar cualquier combinación de

materiales ignífugos/no ignífugos siempre que el tejido en general sea ignífugo y/o cumpla los estándares deseados para tejidos ignífugos. Más específicamente, en algunas formas de realización, el tejido es un tejido protector adecuado para su uso en ropa de trabajo para bomberos y, por lo tanto, preferiblemente cumple con los estándares de seguridad y rendimiento contra el calor, las llamas y el fuego (por ejemplo, los requisitos de contracción térmica, inflamabilidad vertical y longitud de carbonización), como los establecidos, por ejemplo, en National Fire Protection Association (NFPA) 1971, edición de 1991.

[0018] Los ejemplos de materiales ignífugos y no ignífugos adecuados que se pueden usar para formar las fibras discontinuas largas que posteriormente forman los hilos de fibras discontinuas largas de AT para los tejidos de la presente invención incluyen, pero no se limitan a, materiales de alta tenacidad tales como para-aramida, meta-aramida, polibenzoxazol (PBO), modacrílico, polí{2,6-diimidazo [4,5-b:40;50-e]-piridinileno-1,4(2,5-dihidroxi)fenileno} ("PIP'D"), polietileno de peso molecular ultra alto ("UHMW"), polipropileno de UHMW, alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, polímero de cristal líquido, vidrio, nailon (y nailon ignífugo), carbono, seda, poliamida, poliéster y celulosicos naturales y sintéticos (por ejemplo, fibras de algodón, rayón, acetato, triacetato y lyocell, así como sus homólogos ignífugos algodón ignífugo, rayón ignífugo, acetato ignífugo, triacetato ignífugo y lyocell ignífugo).

[0019] Estos materiales pueden proporcionarse en forma de fibra y/o filamento para su uso en la formación de las fibras discontinuas largas utilizadas para formar los hilos de fibras discontinuas largas de AT. Entre los ejemplos de materiales de para-aramida se incluyen KEVLAR™ (comercializado por DuPont), TECHNORA™ (comercializado por Teijin Twaron BV de Arnheim, Holanda) y TWARON™ (también comercializado por Teijin Twaron BV). Entre los ejemplos de materiales de meta-aramida se incluyen NOMEX™ (comercializado por DuPont), CONEX™ (comercializado por Teijin) y Kermel (comercializado por Kermel). Un ejemplo de un material modacrílico adecuado es PROTEX™ comercializado por Kaneka Corporation de Osaka, Japón. Un ejemplo de un material de PIPD incluye M5 (Dupont). Entre los ejemplos de materiales de polietileno de peso molecular ultra alto se incluyen Dyneema y Spectra. Un ejemplo de material polimérico de cristal líquido es VECTRAN™ (comercializado por Kuraray). Entre los ejemplos de materiales de rayón adecuados se incluyen Viscose™ y Modal™ de Lenzing, comercializados por Lenzing Fibers Corporation. Un ejemplo de un material de rayón ignífugo es Lenzing FR™, también comercializado por Lenzing Fibers Corporation. Entre los ejemplos de materiales de lyocell se incluyen TENCEL G100™ y TENCEL A100™, ambos comercializados por Lenzing Fibers Corporation.

[0020] En algunas formas de realización, todos los hilos de fibras discontinuas largas de AT del tejido pueden formarse con un 100 % del mismo tipo de material, de modo que todos los hilos de fibras discontinuas largas de AT del tejido sean iguales. Alternativamente, se pueden usar en el tejido hilos de fibras discontinuas largas de AT formados por diferentes materiales. Además, cada hilo de fibras discontinuas largas de AT puede estar formado por el mismo o diferentes tipos de materiales. Por ejemplo, un hilo de fibras discontinuas largas de AT puede estar formado por fibras discontinuas largas mezcladas (por ejemplo, para-aramida y polietileno de peso molecular ultra alto).

[0021] Las fibras ejemplares para su uso en las hebras hiladas incluyen, pero no se limitan a, fibras de para-aramida, fibras de meta-aramida, fibras de polibenzoxazol ("PBO"), fibras de polibenzimidazol ("PBI"), fibras modacrílicas, fibras de polí{2,6-diimidazo[4,5-b: 40; 50-e]-piridinileno-1,4(2,5-dihidroxi)fenileno} ("PIP'D"), fibras celulosicas naturales y sintéticas (por ejemplo, fibras de algodón, rayón, acetato, triacetato y lyocell, así como sus contrapartes ignífugas algodón ignífugo, rayón ignífugo, acetato ignífugo, triacetato ignífugo y lyocell ignífugo), nailon y/o fibras de nailon ignífugo, TANLON™ (comercializada por Shanghai Tanlon Fiber Company), fibras de lana, fibras de melamina (como BASOFIL™, comercializada por Basofil Fibers), fibras de poliéster, fibras de alcohol polivinílico, fibras de polieterimida, fibras de polietersulfona, fibras de poliamida, fibras de polietileno de peso molecular ultra alto, fibras de polipropileno de peso molecular ultra alto, fibras de poliacrilonitrilo, fibras de cristal líquido, fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de seda y mezclas de las mismas.

[0022] Cada hebra hilada se puede formar de un solo tipo de fibra o se pueden mezclar diferentes tipos de fibras para formar la hebra hilada. Además, todas las hebras hiladas proporcionadas en el tejido pueden ser las mismas o, alternativamente, pueden usarse hebras hiladas formadas por diferentes fibras en el mismo tejido. En algunas formas de realización, las fibras seleccionadas y/o mezcladas para formar las hebras hiladas mejoran una propiedad del tejido, tal como, pero sin limitarse a, la comodidad, durabilidad y/o la capacidad del tejido para recibir tintes/impresiones.

[0023] Los tejidos ignífugos formados con hilos de fibras discontinuas largas de AT de acuerdo con las formas de realización descritas en este documento generalmente tendrán una tenacidad menor que un tejido equivalente que tenga hilos de filamentos en lugar de los hilos de fibras discontinuas largas de AT, pero tendrán una tenacidad más alta que un tejido equivalente que tenga hebras hiladas en lugar de las hebras largas de AT. Esto se debe a que, a diferencia de los hilos de filamento, los hilos de fibras discontinuas largas de AT no son continuos y no se espera que tengan una resistencia comparable a la de los hilos de filamento que tienen el mismo peso y están formados por el mismo material. Sin embargo, las fibras discontinuas largas de los hilos de fibras discontinuas largas de AT son más largas que las fibras cortas de las hebras hiladas tradicionales y, por tanto, los hilos de fibras discontinuas largas de AT son más resistentes que las hebras hiladas equivalentes.

[0024] La NFPA proporciona pautas mínimas en cuanto a la resistencia que debe tener un tejido para su uso en la confección de prendas de bombero. NFPA 1971 proporciona especificaciones de resistencia a la tracción y al desgarro para tejidos y prendas de protección contra el fuego adecuados. Se comparó la resistencia de un tejido formado de acuerdo con las formas de realización de la presente invención ("Tejido de la invención") con un tejido de referencia. Los tejidos fueron los siguientes:

Tejido de la invención:

10 [0025]

- 227 g/m² (6,7 oz/yd₂) tejido de sarga con hilos rotos por estiramiento de AT y hebras hiladas tejidas tanto en la dirección de urdimbre como en la de trama;
- hilos rotos por estiramiento formados al 100 % por fibras discontinuas largas de para-aramida;
- las hebras hiladas son una mezcla 60/40 de fibras discontinuas de para-aramida (Kevlar®) y meta-aramida (Nomex®);
- dos hilos rotos por estiramiento de AT se retuerzen para formar un cabo;
- dos hebras hiladas se retuerzen para formar un cabo; y
- el tejido se teje en cada una de las direcciones de urdimbre y de trama en un patrón con dos cabos de las hebras hiladas dobles seguidos por un cabo de los hilos rotos por estiramiento de AT dobles.

Tejido de referencia:

25 [0026]

- 254 g/m² (7,5 oz/yd₂) Tejido antidesgarro de 3 cabos formado por un 100 % de hebras hiladas (todas dobles); y
- cada hebra hilada es una mezcla 60/40 de fibras discontinuas de para-aramida (Kevlar®) y meta-aramida (Nomex®).

30 [0027] Los resultados de rendimiento* se muestran en la Tabla I:

TABLA I

Método de prueba	Nombre de la prueba	Tejido de la invención	Tejido de referencia
ASTM D 5587	Desgarro trapezoidal	<u>21,3 Kg</u> (47 libras). (urdimbre) x <u>20,9 Kg</u> (46 libras). (trama)	<u>20,4 Kg</u> (45 libras). (urdimbre) x <u>14,1 Kg</u> (31 libras). (trama)
ASTM D 5034	Resistencia a la rotura por tracción	<u>176 Kg</u> (388 libras). (urdimbre) x <u>181 Kg</u> (398 libras). (trama)	<u>143 Kg</u> (316 libras). (urdimbre) x <u>137 Kg</u> (302 libras). (trama)

* todas las pruebas se realizaron antes del lavado

35 [0028] Por lo tanto, el tejido de la invención es significativamente más resistente que el tejido de referencia, mientras que pesa más de un 10 % menos que el tejido de referencia.

[0029] Por supuesto, son posibles otras construcciones de tejido y están dentro del alcance de la presente invención. Son posibles diferentes disposiciones de los componentes representados en los dibujos o descritos anteriormente, así como componentes y pasos no mostrados o descritos. De manera similar, algunas características y subcombinaciones son útiles y pueden emplearse sin referencia a otras características y subcombinaciones. Se han descrito formas de realización de la invención con fines ilustrativos y no restrictivos, y las formas de realización alternativas resultarán evidentes para los lectores de esta patente. Por consiguiente, la presente invención no se limita a las formas de realización descritas anteriormente o representadas en los dibujos, y se pueden realizar diversas formas de realización y modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Tejido ignífugo que comprende:
una pluralidad de fibras hiladas formadas por fibras cortas que tienen longitudes de 5 cm (2 pulgadas) o menos, en donde al menos parte de la pluralidad de fibras hiladas comprende fibras ignífugas, **caracterizado por el hecho de que** el tejido comprende una pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas formados a partir de fibras discontinuas largas que tienen una longitud de más de 5 cm (2 pulgadas).
2. Tejido ignífugo según la reivindicación 1, en el que el tejido comprende una dirección de urdimbre y una dirección de trama y en el que la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas se proporciona en solo una de las direcciones de urdimbre o de trama.
3. Tejido ignífugo según la reivindicación 1, en el que el tejido comprende una dirección de urdimbre y una dirección de trama y en el que la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas se proporciona tanto en la dirección de urdimbre como en la de trama.
4. Tejido ignífugo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tejido tiene un peso de entre 100 - 290 g/m² (3 a 8,5 onzas por yarda cuadrada), inclusive.
5. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una parte de la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas están retorcidos con otro hilo.
6. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tejido comprende de 1 a 5 hebras hiladas individuales por cada hilo de hebras largas individuales.
7. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos algunas de las fibras discontinuas largas comprenden fibras discontinuas largas ignífugas.
8. Tejido según la reivindicación 7, en el que al menos algunas de las fibras discontinuas largas ignífugas comprenden fibras discontinuas largas de aramida.
9. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una parte de la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas comprende un 100 % de fibras discontinuas largas de para-aramida.
10. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos algunas de las fibras discontinuas largas comprenden fibras discontinuas largas no ignífugas.
11. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos algunas de las fibras ignífugas de la pluralidad de hebras hiladas comprenden fibras de aramida.
12. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos algunas de la pluralidad de hebras hiladas comprenden fibras no ignífugas.
13. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos algunas de las fibras discontinuas largas comprenden fibras rotas por estiramiento de material de alta tenacidad que tienen longitudes de entre 5 cm y 100 cm (de 2 a 40 pulgadas).
14. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tejido es una tela tejida o de punto.
15. Tejido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tejido incluye hilos de fibras discontinuas largas de alta tenacidad formados por fibras discontinuas largas mezcladas de diferentes tipos de materiales.
16. Tejido según la reivindicación 3, en el que:
 - (a) al menos una parte de la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas comprende un 100 % de fibras discontinuas largas de aramida;
 - (b) la pluralidad de hebras hiladas está entretejida con la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas en las direcciones de urdimbre y trama, en donde al menos algunas de la pluralidad de hebras hiladas comprenden un 100 % de fibras de aramida; y
 - (c) al menos uno de la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas está retorcido con otro de la pluralidad de hilos de fibras discontinuas largas y al menos una de la pluralidad de hebras hiladas está retorcida con otra de la pluralidad de hebras hiladas.