

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 802**

51 Int. Cl.:

<b>D04H 1/4218</b>	(2012.01)
<b>B29C 70/08</b>	(2006.01)
<b>B29C 70/20</b>	(2006.01)
<b>D04H 1/4242</b>	(2012.01)
<b>D04H 1/74</b>	(2006.01)
<b>D04H 3/04</b>	(2012.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2015 PCT/US2015/011029**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15156861**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2015 E 15742130 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3092331**

54 Título: **Telas unidireccionales sin trama reforzadas con fibra**

30 Prioridad:

**10.01.2014 US 201461925789 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.05.2020**

73 Titular/es:

**OCV INTELLECTUAL CAPITAL, LLC (100.0%)  
One Owens Corning Parkway  
Toledo, OH 43659, US**

72 Inventor/es:

**ADOLPHS, GEORG;  
MOIREAU, PATRICK;  
FRANCOIS, JEROME;  
WASSENBERG, TOM;  
HARTMAN, DAVID;  
MACDONALD, FRANK y  
HALLER, PATRICK**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 762 802 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**

Telas unidireccionales sin trama reforzadas con fibra

**5 Campo de la invención**

Los conceptos inventivos generales se refieren a telas unidireccionales, ligeras, sin trama, con propiedades mejoradas de resistencia y módulo.

**10 Antecedentes**

Las fibras de refuerzo se utilizan en una variedad de productos. Las fibras pueden usarse como refuerzos en productos como matrices de plástico, papel y cinta reforzados, y productos tejidos. Durante el proceso de formación y recolección de fibras, numerosas fibras se agrupan como una hebra. Se pueden juntar varias hebras para formar un haz de fibras que se utiliza para reforzar una matriz de polímero para proporcionar soporte estructural a productos, como productos de plástico moldeados. Las hebras también se pueden tejer para formar una tela, o se pueden recoger en un patrón como tela.

Las hebras de vidrio de refuerzo se preparan convencionalmente estirando mecánicamente corrientes de vidrio fundido que fluyen por gravedad desde múltiples orificios de bujes llenos de vidrio fundido para formar filamentos que se juntan en hilos de base y luego se recogen. Durante el estiramiento de los filamentos de vidrio, y antes de que se junten en hebras, los filamentos de vidrio a menudo se recubren con una composición de encolado, generalmente una composición de encolado acuosa, usando un rodillo giratorio. La composición de encolado (también denominada "cola") se aplica tradicionalmente durante la fabricación de los filamentos de vidrio para proteger los filamentos de la abrasión resultante del roce de los filamentos a alta velocidad durante la formación y procesos posteriores, actuando así como lubricante. También permite eliminar o evitar las cargas electrostáticas generadas durante este roce. Además, durante la producción de materiales compuestos reforzados, el tamaño mejora la humectación del vidrio y la impregnación de la hebra por el material a reforzar.

Después de que se producen las fibras de refuerzo, con frecuencia se procesan en telares u otros dispositivos de tejido para producir telas tejidas. El proceso de tejido tradicionalmente incluye tanto hilos de urdimbre, que son hilos a lo largo o longitudinales, como hilos de trama, que atraviesan los hilos de urdimbre y se insertan tradicionalmente por encima y por debajo de los hilos de urdimbre, actuando como relleno. Sin embargo, el engarzado de los hilos que se produce cuando los hilos de urdimbre y trama se cruzan uno debajo del otro reduce la resistencia a la tracción y a la compresión de una tela tejida. Además, los hilos de trama añaden peso sin proporcionar beneficios adicionales significativos a las propiedades físicas.

Las telas unidireccionales son telas con al menos aproximadamente el 80 % de las fibras totales en una sola dirección, generalmente en la dirección de urdimbre, también conocida como la dirección de carga del laminado. En consecuencia, si una tela unidireccional incluye fibras de trama, generalmente representan menos del 20 % del total de fibras en el tejido y proporcionan una estructura de respaldo para permitir el tricotado/costura del tejido, proporcionando así una estructura textil estable.

Las fibras de trama tradicionalmente han sido un componente necesario en las telas, actuando como estabilizador para unir mecánicamente los haces de fibras unidireccionales como respaldo y para mantener una distancia entre las fibras unidireccionales, generando así canales para la impregnación de resina en el procesamiento de infusión al vacío. Por ejemplo, aplicaciones como la producción de palas de turbinas eólicas tradicionalmente emplean haces de fibras en varias orientaciones que se unen, formando una preforma. Dichas preformas incluyen fibras de trama que actúan como soporte para las fibras que soportan la carga, manteniendo la preforma unida. La calidad de las palas de la turbina eólica está determinada, al menos en parte, tanto por la fatiga en relación con la vida útil de la pala como también por la rigidez de la pala. Sin embargo, las fibras de trama en un laminado unidireccional han demostrado causar un aumento de la fatiga y también degradaciones de la rigidez durante la vida útil de la pala.

La patente US 6 503 856 desvela un material de lámina de fibra de carbono que comprende una red que comprende una pluralidad de fibras de carbono sustancialmente paralelas, una primera banda adhesiva fundida por soplado adherida a al menos una superficie de dicha red de fibra de carbono y una segunda banda adhesiva fundida por soplado adherida a una superficie de dicha primera banda fundida por soplado. La patente EP 1 027 206 desvela una cinta unidireccional que incluye una pluralidad de estopas de fibras unidireccionales que se calientan y alimentan a través de un par de rodillos para intercalas entre una o dos capas de una rejilla de película de resina. La patente EP 0 441 519 desvela una lámina de refuerzo que incluye una capa adhesiva intercalada entre una lámina de soporte y fibras de refuerzo de dirección única. El documento WO 02/090089 desvela un material de moldeo de múltiples capas que comprende una capa de un material de refuerzo y una capa de un material de resina, en donde dicho material de resina comprende una primera estructura de ventilación para permitir que los gases salgan de dicho material de moldeo a través de la capa de refuerzo durante el procesamiento. La patente US 2006/132543 desvela un material de tela de refuerzo que incluye una primera red de filamentos unidireccionales, un recubrimiento aplicado a la primera red y una segunda capa de filamentos unidireccionales también recubiertos con un material de

recubrimiento.

## Sumario

- 5 Los conceptos inventivos generales están dirigidos a una tela unidireccional sin trama que incluye: una pluralidad de haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos, dichos haces de fibra de vidrio de refuerzo que tienen una primera superficie y una segunda superficie opuesta, cada una de la primera superficie y una segunda superficie opuesta que tiene un ancho; y un velo sin tejer unido selectivamente a al menos una de dicha primera y segunda superficie por al menos uno de calentamiento localizado del velo sin tejer o aplicación localizada de un material adhesivo. Los haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos están separados de tal manera que se forman canales de flujo entre los haces de fibra individuales.

En realizaciones, el velo sin tejer puede ser un velo de vidrio, un velo de polímero o una mezcla de los mismos.

- 15 En algunas realizaciones ejemplares, el velo de polímero comprende al menos uno de filamentos de polipropileno, poliéster, poliamida y poliuretano.

En algunas realizaciones ejemplares, el velo sin tejer está formado por uno de un proceso de fusión por soplado, un proceso de unión por hilatura, un proceso de colocación en seco, un proceso de soplado en húmedo y electro-hilado.

- 20 Los haces de fibra de vidrio de refuerzo comprenden una pluralidad de filamentos de vidrio, que tienen un diámetro de 5  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$ , recubiertos con una composición de encolado que incluye un aglutinante polimérico, que al calentar, unirán los filamentos de vidrio entre sí y con el velo sin tejer.

- 25 En algunas realizaciones ejemplares, la composición de encolado incluye además al menos uno de un formador de película, un agente de acoplamiento, un tensioactivo, un dispersante y un plastificante.

En algunas realizaciones ejemplares, el aglutinante polimérico incluye uno o más de una poliamida, un politetrafluoroetileno, un cloruro de polivinilo, un poliéster, un polipropileno, un poli (sulfuro de fenileno), una polietilénimina, una poliamidaimina, una poliéter-étercetona, un polioximetileno, un polietileno, copolímeros de los mismos, y mezclas de los polímeros y/o copolímeros.

- 30 El velo sin tejer puede ser un velo de vidrio, un velo termoplástico o una mezcla de los mismos.

El velo sin tejer puede ser un velo de vidrio, un velo termoplástico o una mezcla de los mismos.

- 35 Los conceptos inventivos generales se dirigen además a un compuesto reforzado con fibras que incluye al menos una tela unidireccional sin trama como se ha definido anteriormente; y un material de matriz polimérica.

Los conceptos inventivos generales se dirigen además a una tela unidireccional sin trama que comprende:

- 40 una pluralidad de haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos, dichos haces de fibra de vidrio de refuerzo que tienen una primera superficie y una segunda superficie opuesta, cada una de la primera superficie y la segunda superficie opuesta que tienen un ancho; y
- 45 una o más bandas de adhesivo pulverizable que abarcan al menos una parte del ancho de al menos una de la primera y segunda superficie de la pluralidad de fibras de refuerzo sustancialmente paralelas, en donde el adhesivo pulverizable tiene una viscosidad de corte de 2000 a 6000 cps a una temperatura de aplicación de 121,1 °C a 232,2 °C (250 °F a 450 °F),
- 50 en donde los haces de fibra de vidrio están formados por una pluralidad de filamentos de vidrio, que tienen un diámetro de 5  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$ , recubiertos con una composición de encolado que incluye un aglutinante polimérico, en donde dicho aglutinante polimérico es capaz de unir dichos filamentos de vidrio entre sí y a dicho adhesivo pulverizado,
- en donde los haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos están separados de tal manera que se forman canales de flujo entre los haces de fibra individuales.

- 55 En realizaciones ejemplares de la tela unidireccional sin trama, el adhesivo pulverizado comprende uno o más de poliolefina, poli-alfa-olefina amorfa, polipropileno, polipropileno maleado, poliéster, copoliéster, poliamida, copoliamida, poliuretano, epoxi, o polímero de base fenólica.

- 60 Se expondrán características y ventajas adicionales en parte en la descripción que sigue, y en parte pueden ser obvias a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la puesta en práctica de las realizaciones ejemplares descritas en este documento. Los objetos y ventajas de las realizaciones ejemplares descritas en este documento pueden realizarse y lograrse por medio de los elementos y combinaciones particularmente señalados en las reivindicaciones adjuntas. Debe entenderse que tanto el sumario anterior como la siguiente descripción detallada son a modo de ejemplo y explicativos únicamente y no son restrictivos de los conceptos inventivos generales como se desvela o como se reivindica en el presente documento.

65

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 ilustra canales creados entre haces de fibras unidireccionales recubiertos por un velo sin tejer termoplástico.

5 La Figura 2 ilustra una tela unidireccional sin trama que incluye un velo sin tejer unido selectivamente a los haces de fibra de vidrio mediante calentamiento localizado.

La Figura 3(a) ilustra una tela unidireccional formada aplicando un adhesivo a haces de fibras unidireccionales.

La Figura 3(b) ilustra la capacidad de controlar el patrón de aplicación del adhesivo.

La Figura 3(c) ilustra una boquilla sinusoidal ejemplar (izquierda) y una boquilla con diseño ejemplar (derecha).

10 La Figura 3(d) ilustra una muestra de tela unidireccional sin trama a modo de ejemplo con bandas de adhesivo intermitentes en ambos lados que se someten a una prueba de manipulación.

La Figura 4 ilustra una tela unidireccional apilada, sin trama, con canales formados para la infusión de un material matricial.

15 La Figura 5(a) ilustra una muestra de tela unidireccional sin trama de 4 capas antes de la infusión al vacío con una resina.

La Figura 5(b) ilustra una muestra de tela unidireccional sin trama de 4 capas después de someterse a una infusión al vacío con una resina.

La Figura 6 ilustra gráficamente el módulo de Young (Gpa) de tensión estática en la dirección de la fibra principal normalizado a una fracción de volumen de fibra del 50 % para una variedad de diferentes telas unidireccionales.

20 La Figura 7 ilustra gráficamente la fatiga demostrada con una relación de carga de  $R = 0,1$  con una resistencia a la tracción normalizada a una fracción de volumen de fibra del 50 % frente al ciclo de carga para una variedad de diferentes telas unidireccionales.

La Figura 8 es una ilustración macroscópica del daño sufrido por un compuesto reforzado con vidrio que incluye un tejido de trama formado con un soporte no tejido de vidrio después de la prueba de fatiga (carga dinámica).

25 La Figura 9 es una ilustración macroscópica del daño sufrido por un compuesto reforzado con vidrio que incluye una tela unidireccional sin trama con un soporte no tejido de vidrio después de la prueba de fatiga (carga dinámica).

**Descripción detallada**

30 Ahora se describirán más completamente varias realizaciones ejemplares, con referencia ocasional a los dibujos adjuntos. Sin embargo, estas realizaciones ejemplares pueden realizarse de diferentes formas y no deben interpretarse como limitadas a las descripciones expuestas en este documento. Por el contrario, estas realizaciones ejemplares se proporcionan de modo que esta descripción sea exhaustiva y completa, y transmitirá los conceptos inventivos generales a los expertos en la materia.

35 A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en este documento tienen el mismo significado que comúnmente entiende un experto en la materia a la que pertenecen estas realizaciones ejemplares. La terminología utilizada en la descripción de este documento es solo para describir realizaciones ejemplares particulares y no pretende ser limitante de las realizaciones ejemplares.

Como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una" y "el/la" están destinadas a incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

45 A menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, condiciones de reacción, etc., utilizados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones deben entenderse modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos establecidos en la memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se buscan obtener mediante las realizaciones ejemplares actuales. Como mínimo, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de los equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada parámetro numérico debe interpretarse a la luz del número de dígitos significativos y estrategias de redondeo ordinarias.

50 A pesar de que los rangos numéricos y los parámetros que establecen el amplio alcance de las realizaciones ejemplares son aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se presentan con la mayor precisión posible. Sin embargo, cualquier valor numérico contiene inherentemente ciertos errores que resultan necesariamente de la desviación típica encontrada en sus respectivas mediciones de prueba. Cada rango numérico dado a lo largo de esta memoria descriptiva y reivindicaciones incluirá todo rango numérico más estrecho que se encuentre dentro de un rango numérico más amplio, como si todos los rangos numéricos más estrechos estuvieran expresamente escritos en el presente documento.

60 Como se usa en el presente documento, el término "fibra" se define como un haz de uno o más monofilamentos.

Como se usa en el presente documento, el término "polímero" incluye el término "homopolímero" y "copolímero".

65 Como se usa en el presente documento, la frase "haz de fibras" se refiere a un grupo de aproximadamente 400 a

aproximadamente 8000 filamentos individuales.

Como se usa en el presente documento, la frase "tela unidireccional" significa cualquier tela que incluye al menos aproximadamente el 80 % de las fibras totales en una sola dirección, tal como en la dirección de carga, o la dirección de urdimbre, del laminado.

Como se usa en este documento, una tela " sin trama" significa telas que excluyen cualquier fibra de refuerzo dentro de una capa que extienda el ancho de la tela en paralelo y tengan una orientación que varía en 15° o más de la orientación de las fibras unidireccionales descritas anteriormente.

Como se usa en el presente documento, el término "capa" se refiere a una monocapa de fibras orientadas.

Como se usa en el presente documento, el término "canal" se refiere al espacio entre haces de fibras paralelas adyacentes.

Los conceptos inventivos generales están dirigidos a telas unidireccionales sin trama. Otros aspectos de los conceptos inventivos generales están dirigidos a productos compuestos reforzados, tales como laminados, formados a partir de telas unidireccionales sin trama.

Las telas unidireccionales sin trama incluyen uno o más haces de fibra de vidrio de refuerzo. Los haces de fibra de vidrio de refuerzo pueden usarse en forma continua o discontinua. En algunas realizaciones ejemplares, los haces de fibra de vidrio de refuerzo comprenden fibras continuas en forma de filamentos, hilados, hebras, hilos o mechales sin romper.

El vidrio puede ser cualquier composición de vidrio convencional, tal como, por ejemplo, vidrio a base de sílice, vidrios de borosilicato como vidrio E, vidrio de alta resistencia como vidrio S; Vidrio H, vidrio R, vidrio tipo E con cantidades más bajas de boro o vidrio sin boro, y vidrio E-CR (por ejemplo, vidrio Advantex® disponible en Owens Corning).

Las fibras de vidrio continuas se forman extrayendo filamentos de vidrio fundidos de un buje y recubriendo los filamentos de vidrio con una composición de encolado antes de juntar los filamentos de vidrio en un haz, formando un haz de fibras. Los filamentos tienen un diámetro de aproximadamente 5 µm a aproximadamente 40 µm. En algunas realizaciones ejemplares, los filamentos tienen un diámetro de aproximadamente 9 µm a aproximadamente 33 µm, o de aproximadamente 17 µm a 24 µm.

La composición de encolado puede comprender cualquier composición de encolado convencional conocida en la técnica, tal como Owens Corning SE 1500. En algunas realizaciones ejemplares, la composición de encolado incluye uno o más agentes formadores de película, agentes de acoplamiento, tensioactivos, dispersantes, agentes plastificantes y aditivos opcionales.

El agente formador de película desempeña varios papeles en la composición de encolado: permite proteger los filamentos de vidrio de la abrasión durante el estiramiento, por un lado, y a la hebra de los ataques de los productos químicos y el medio ambiente, por otro; también confiere integridad a la hebra. Además, la película formada puede mejorar la compatibilidad de la composición de encolado con la matriz a reforzar. La elección del agente formador de película depende en gran medida de la naturaleza química del material a reforzar.

En algunas realizaciones ejemplares, el agente formador de película se selecciona entre acetatos de polivinilo (homopolímeros o copolímeros, por ejemplo, copolímeros de acetato de vinilo y de etileno), poliésteres, poliéteres, compuestos epoxídicos, poliacrílicos (es decir, homopolímeros o copolímeros de derivados del ácido acrílico), poliuretanos y mezclas de los mismos. El agente formador de película puede seleccionarse entre acetatos de polivinilo, compuestos epoxídicos, poliuretanos y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones ejemplares, el contenido de agente formador de película, basado en el contenido de sólidos totales en la composición de encolado, está entre el 25 % en peso y el 85 % en peso, o entre el 50 % en peso y el 75 % en peso. El agente formador de película se introduce generalmente en la composición de encolado en forma de emulsión o suspensión.

La composición de encolado también puede comprender un tensioactivo, un agente plastificante y/o un agente dispersante. Los tensioactivos funcionan modificando la tensión superficial y mejorando las propiedades de humectación entre el vidrio y los componentes de encolado, así como entre la película de encolado en seco y el material de matriz. Los agentes plastificantes funcionan influyendo en el comportamiento del formador de película al reducir generalmente la rigidez de la película de encolado en seco, el comportamiento de la temperatura y la solubilidad en la matriz para reforzar. Los agentes dispersantes funcionan mejorando la estabilidad de encolado en el almacenamiento y durante la aplicación del encolado sobre el filamento de vidrio. Durante la aplicación de una composición de encolado, se genera un alto esfuerzo cortante que puede romper la emulsión de polímero si no se estabiliza correctamente por un agente dispersante. Algunos componentes pueden combinar varios efectos, como por ejemplo agente tensioactivo y dispersante.

Los tensioactivos, agentes plastificantes y agentes dispersantes pueden incluir compuestos polialcoxilados alifáticos o aromáticos que están opcionalmente halogenados, tales como alquilfenoles etoxilados/propoxilados o alcoholes grasos etoxilados/propoxilados. Estos compuestos polialcoxilados pueden ser copolímeros de bloque o aleatorios; compuestos que comprenden aminas, por ejemplo aminas, que están opcionalmente alcoxiladas, óxidos de amina, alquilamidas, succinatos y tauratos, derivados de azúcar, en particular de sorbitano, alquilsulfatos, que están opcionalmente alcoxilados, alquilsulfatos y éter fosfatos, que están opcionalmente alquilados o alcoxilado. Las composiciones de encolado también pueden incluir agentes antiestáticos, tales como agentes catiónicos o no iónicos orgánicos específicos, tales como aminas cuaternarias grasas o derivados de imidazolinio, para evitar la acumulación de electricidad estática debido a la fricción en los dispositivos de guía, como los ojos de guía de cerámica.

La cantidad total de tensioactivo, agente plastificante, agente dispersante o combinaciones de los mismos en la composición de encolado (contenido de sólidos secos) puede estar en el intervalo de aproximadamente el 2 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, o de aproximadamente el 4 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso del contenido de sólidos secos. En algunas realizaciones ejemplares, un tensioactivo está presente de aproximadamente el 0,25 % al 15 % en peso de contenido de sólidos. En algunas realizaciones ejemplares, un plastificante está presente del 0 a aproximadamente el 10 % en peso de contenido de sólidos. En algunas realizaciones ejemplares, un agente dispersante está presente de aproximadamente el 0,1 % al 15 % en peso de contenido de sólidos. En algunas realizaciones ejemplares, los agentes antiestáticos están presentes del 0 al 8 % en peso de contenido de sólidos.

El agente de acoplamiento facilita la adhesión del encolado a la superficie del vidrio al inducir un enlace covalente con los agentes formadores de película. Los agentes de acoplamiento además pueden generar enlaces covalentes o al menos una red interpenetrada con la matriz polimérica en el caso de una matriz polimérica no reactiva. Otra función de los agentes de acoplamiento es formar una capa de polisiloxano en la fibra de vidrio que mejora la durabilidad en condiciones de envejecimiento agresivo, como en ambientes húmedos, ácidos o de alta temperatura. El agente de acoplamiento puede ser un compuesto hidrolizable, por ejemplo, un compuesto que puede hidrolizarse en presencia de un ácido, tal como ácido acético, láctico o cítrico. En una realización ejemplar, el agente de acoplamiento se selecciona entre silanos, tales como  $\gamma$ -glicidoxipropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -acrililoxipropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -metacrililoxi-propiltrimetoxisilano, poli (oxietileno/oxipropileno)-trimetoxisilano,  $\gamma$ -aminopropiltriethoxisilano, viniltrimetoxisilano, fenilaminopropiltrimetoxi-silano, estirilaminoetilaminopropiltrimetoxisilano y terc-butilcarbamoilpropiltrimetoxisilano; siloxanos, tales como 1,3-diviniltetraetoxidisiloxano; titanatos; circonatos, en particular de aluminio; y mezclas de los mismos. El agente de acoplamiento puede ser un silano o una mezcla de silanos. La cantidad de agente de acoplamiento en la composición de encolado (contenido de sólidos de extracto seco) puede estar en el intervalo de aproximadamente el 2 % a aproximadamente el 25 % en peso, o de aproximadamente el 5 % al 20 % del contenido de materia seca de encolado.

La composición de encolado opcionalmente puede incluir uno o más aditivos. En algunas realizaciones ejemplares, los aditivos incluyen retardantes de fuego, nanopartículas, lubricantes, tales como un éster de ácido graso, un alcohol graso, sales de aminas grasas, un aceite mineral o mezclas de los mismos; agentes complejantes, tales como un derivado de EDTA, un derivado de ácido gálico o un derivado de ácido fosfónico; agentes antiespumantes, tales como una silicona o un aceite vegetal; un poliol; un ácido usado para controlar el pH durante la hidrólisis del agente de acoplamiento, por ejemplo ácido acético, ácido láctico o ácido cítrico; polímeros catiónicos; emulsionantes; modificadores de viscosidad; estabilizadores; ácidos y otras bases.

En algunas realizaciones, el contenido total de aditivos en la composición de encolado está en el intervalo de aproximadamente el 0,1 a aproximadamente el 15 % en peso, en algunas realizaciones del 1 al 5 % en peso (contenido de sólidos de extracto seco).

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la composición de encolado incluye componentes aglutinantes, que pueden ayudar en la producción aguas abajo de las telas unidireccionales sin trama. En algunas realizaciones ejemplares, la composición de encolado incorpora materiales poliméricos y un agente texturizante, como se describe en la patente PCT/US2012/048937, presentada el 31 de julio de 2012, titulada: Sizing Compositions and Methods of Their Use.

Los componentes aglutinantes pueden incluir uno o más materiales aglutinantes poliméricos, tales como, por ejemplo, alcohol polivinílico, partículas poliméricas y metilcelulosa. En algunas realizaciones ejemplares, las partículas de polímero se seleccionan entre una poliamida, un politetrafluoroetileno, un cloruro de polivinilo, un poliéster, un polipropileno, un poli (sulfuro de fenileno), una polietilenimina, una poliamidaimina, una poliéter-étercetona, un polioximetileno, un polietileno, copolímeros de los mismos, copolímeros de estireno y/o etileno y/o propileno de anhídrido maleico o ftálico, y mezclas de los polímeros y/o copolímeros. En algunas realizaciones, el polímero comprende una poliamida o una mezcla de poliamidas.

En algunas realizaciones ejemplares, las partículas aglutinantes incluyen un agente texturizante. El agente texturizante puede usarse para estabilizar las formulaciones de encolado. El agente texturizante es capaz de generar un comportamiento tixotrópico del encolado con una alta viscosidad estática durante el almacenamiento del

encolado y una caída muy rápida de la viscosidad bajo tensión de corte durante la aplicación del encolado en las fibras.

5 En el caso de partículas de polímero que contiene encolado, la distribución de las diferentes familias de componentes aglutinantes es muy diferente de los encolados convencionales, debido al contenido potencialmente alto de partículas. En algunas realizaciones ejemplares, los componentes de encolado incluyen, en peso de contenido de sólidos de extracto seco: de aproximadamente el 10 % a aproximadamente el 90 % en peso de partículas de polímero, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 6 % en peso de un agente texturizante, de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 60 % en peso de un agente formador de película, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 6 % en peso de al menos un compuesto seleccionado entre un tensoactivo, un agente plastificante, un agente dispersante y mezclas de los mismos, de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 10 % en peso de un agente de acoplamiento, y del 0 a aproximadamente el 15 % en peso de al menos un aditivo.

15 En algunas realizaciones ejemplares, una o más fibras de vidrio se juntan, formando una estopa de vidrio o haz de fibras para su uso en la formación de la tela unidireccional sin trama. El haz de fibra de vidrio puede adoptar cualquiera de una variedad de formas, según se desee para una aplicación particular. Por ejemplo, el haz de fibras puede tener una forma plana, una forma redonda, una forma elíptica, o dividirse en múltiples formas. En algunas formas de realización a modo de ejemplo, los haces de fibras están conformados de manera que se pueden formar fácilmente huecos y/o canales entre haces de fibras paralelos cuando los haces de fibras se conforman en una tela, para permitir la impregnación entre y alrededor de los haces de fibras por un material de matriz. En algunas realizaciones ejemplares, los haces de fibras tienen una forma plana o rectangular.

25 En algunas realizaciones ejemplares, la tela unidireccional sin trama incluye una pluralidad de haces de fibra de vidrio posicionados en una alineación sustancialmente paralela, con el eje longitudinal de los haces de fibra posicionados en la dirección de formación. Los haces de fibras sustancialmente paralelos pueden estar adyacentes entre sí, o separados, de modo que se formen canales de flujo entre los haces de fibras individuales. En algunas realizaciones ejemplares, los haces de fibras están libres de toda torsión.

30 Las telas convencionales se forman tejiendo haces de fibras en dos direcciones perpendiculares (es decir, urdimbre y trama). El tejido de los haces de fibra crea una estructura de malla que une una tela. Sin embargo, el tejido dobla las fibras y reduce la resistencia y rigidez máximas que se pueden lograr. Además, solo los haces de fibras en la dirección de la carga (urdimbre) contribuyen a la resistencia general de un compuesto. La trama o las fibras cruzadas, aunque contribuyen a la estructura de una tela, no soportan la carga. Por lo tanto, la mayor presencia de fibras de trama aumenta el peso del tejido sin contribuir a la resistencia del tejido formado. Además, las fibras de trama reducen tanto la resistencia como el módulo de una tela de vidrio, y finalmente un compuesto formado con la tela de vidrio.

40 Por consiguiente, algunas formas de realización ejemplares de la presente invención proporcionan una tela unidireccional sin trama formado por la superposición de un velo sobre al menos un lado (es decir, la superficie superior o inferior) del uno o más haces de fibra de vidrio unidireccionales. El velo sin tejer funciona para mantener los haces de fibra en la ubicación particular deseada, tal como sustancialmente paralela a los canales de flujo dispuestos entre ellos.

45 En referencia a la Figura 1, el velo puede comprender un velo sin tejer 20, tal como un velo de vidrio o de polímero no tejido. En algunas realizaciones ejemplares, el velo de polímero 20 comprende filamentos termoplásticos, tales como polipropileno, poliéster, poliamida, poliuretano y combinaciones de los mismos. El velo sin tejer 20 puede comprender una o más fibras cortadas continuas o cortas dispuestas aleatoriamente sobre los haces de fibras unidireccionales. En algunas realizaciones ejemplares, el velo sin tejer 20 se coloca como una capa superpuesta sobre al menos una superficie de los haces de fibras unidireccionales 14, como se ilustra en la Figura 1. En algunas realizaciones ejemplares, el velo sin tejer se coloca como una capa superpuesta sobre la superficie superior de los haces de fibras unidireccionales y también sobre la superficie inferior de los haces de fibras. En otras realizaciones ejemplares, el velo sin tejer 20 se coloca solo sobre una única superficie de los haces de fibras unidireccionales 14. Colocar el velo sin tejer 20 solo sobre una única superficie mejora la capacidad de la tela para cortarse a medida que se manipula la tela, tal como durante el proceso de bobinado y desenrollado. Además, el uso de un velo sin tejer 20 solo sobre una única superficie reduce el coste total de producción de los tejidos, al tiempo que mantiene o mejora las propiedades deseables.

60 El velo sin tejer 20 puede formarse mediante cualquier método de formación sin tejer tradicional, tal como un proceso de fusión por soplado, proceso de unión por hilatura, proceso de colocación en seco, proceso de colocación en húmedo o electro-hilado. Durante el proceso de unión por hilatura, se extruyen filamentos continuos directamente sobre al menos una superficie de los haces de fibras sustancialmente paralelos. Se puede utilizar aire a alta presión procedente de una pistola neumática para mover y separar los filamentos de los haces de fibras. Las fibras del velo sin tejer pueden unirse a los haces de fibras aplicando rodillos calentados u otro mecanismo de calentamiento para fusionar las fibras. En el caso de un velo sin tejer de filamentos termoplásticos, el calentamiento de los filamentos termoplásticos derrite parcialmente los filamentos, haciendo que los filamentos del velo sin tejer se unan tanto a los

otros filamentos como a los haces de fibras unidireccionales que se encuentran debajo de los filamentos.

Se ha descubierto que unir el velo sin tejer 20 en toda la superficie de los haces de fibras unidireccionales 14 puede reducir la flexibilidad del tejido producido, ya que el velo 20 puede restringir el movimiento de corte de los haces de fibras 14 uno contra el otro. Este movimiento de corte entre los haces de fibras 14 es importante para formar un material conformable/extensible que pueda adaptarse a la forma de la superficie del molde, tal como moldes con superficies curvas. En consecuencia, como se ilustra en la Figura 2, los filamentos 12 del velo sin tejer 20 pueden unirse selectivamente a los haces de fibras 14. Por ejemplo, los filamentos 12 pueden calentarse mediante calentamiento localizado, creando puntos de unión selectivos 18. El calentamiento localizado solo aplica calor a ciertas áreas del velo sin tejer 20. Por lo tanto, solo se derretirán los filamentos 12 particulares que están expuestos al calor, de modo que solo estas áreas localizadas de los filamentos 12 del velo sin tejer 20 se unirán a los haces de fibras unidireccionales 14. Al unir selectivamente filamentos del velo sin tejer 20 a los haces de fibras 14, los haces de fibras conservan la capacidad de corte, que se requiere en muchas aplicaciones, como en la producción de palas eólicas. Esta capacidad de corte se equilibra con la capacidad para soportar la estructura unidireccional y mantener la presencia de canales 16 entre los haces de fibras 14, como se ilustra en las Figuras 1 y 2.

En algunas realizaciones ejemplares, los puntos de unión selectiva 18 tienen un diámetro de aproximadamente 1 mm o menos. En algunas realizaciones ejemplares, un área de 10 cm x 10 cm de la tela unidireccional sin trama 22 incluye aproximadamente de 5 a 2000 puntos 18 unidos selectivamente, o de aproximadamente 50 a 500 puntos unidos selectivamente. En algunas realizaciones ejemplares, los puntos 18 unidos selectivamente se distribuyen de una manera definida para permitir que los haces de fibras unidireccionales 14 tengan suficiente elasticidad para el corte.

Alternativamente, o además, los filamentos 12 del velo sin tejer 20 pueden unirse a los haces de fibras unidireccionales 14 mediante la aplicación localizada de un material adhesivo a los haces de fibras unidireccionales 14 y/o el velo sin tejer 20. La aplicación localizada del material adhesivo permite que los filamentos 12 del velo sin tejer 20 se unan selectivamente a los haces de fibras unidireccionales 14, creando puntos de unión selectivos 18 similares a la unión selectiva de los filamentos termoplásticos mediante calentamiento localizado, descrito anteriormente. El material adhesivo puede aplicarse a los haces de fibras 14 como parte de una composición de encolado, o puede aplicarse después del encolado.

En algunas realizaciones ejemplares, el velo sin tejer 20 consiste en una rejilla termoformable previamente unida. La rejilla puede estar formada por fibras de vidrio o polímero, previamente unidas en la formación de una rejilla. Cuando la rejilla es una rejilla de fibra de vidrio, las fibras de vidrio se recubren primero con un material polimérico termoplástico, antes de la unión previa. Las fibras de polímero se pueden unir previamente usando solo calor. La rejilla termoformable previamente unida puede unirse a al menos una superficie de los haces de fibras unidireccionales 14, proporcionando un soporte para la tela. En algunas realizaciones ejemplares, la rejilla se une selectivamente a los haces de fibras 14, como se ha descrito anteriormente.

Al unir selectivamente el velo sin tejer 20 a los haces de fibras unidireccionales 14, se requiere una cantidad reducida de filamentos poliméricos y/o material adhesivo. Esto reduce tanto el coste de fabricación como el peso de la tela unidireccional producida. El velo sin tejer proporciona un soporte delgado y de bajo peso para los haces de fibras unidireccionales. Las esteras de soporte tradicionales incluyen aproximadamente 20 gramos o más de material polimérico por metro cuadrado, mientras que el velo sin tejer 20 de la presente invención incluye menos de aproximadamente 15 gramos de material polimérico o menos de aproximadamente 5 gramos de material polimérico, según lo determinado por la norma ISO 3374. En algunas realizaciones ejemplares, un velo unidireccional no tejido de 1000 gramos comprende no más de 12 gramos de material polimérico.

El velo sin tejer 20 proporciona un soporte para los haces de fibras unidireccionales 14, eliminando así la necesidad del soporte estructural de las fibras de trama. En algunas realizaciones ejemplares, al menos el 80 % de las fibras en la tela 22 son fibras unidireccionales 14. En otras realizaciones ejemplares, al menos el 90 %, o al menos el 95 % de las fibras en la tela 22 son fibras unidireccionales 14. En otras realizaciones ejemplares más, aproximadamente el 100 % de las fibras de vidrio en la tela 20 son fibras unidireccionales 14.

En referencia a la Figura 3A, en algunas realizaciones ejemplares, en lugar de o además de un velo sin tejer 20, la tela unidireccional 22 se forma pulverizando intermitentemente patrones adhesivos 24 sobre al menos una superficie de los haces de fibras unidireccionales. El pulverizador adhesivo puede comprender un material termoplástico que sea compatible con la composición química de encolado compatible con epoxi o poliéster aplicada a las fibras de vidrio durante la formación. En algunas realizaciones ejemplares, el adhesivo tiene una viscosidad de corte de aproximadamente 2000 a aproximadamente 6000 cps a una temperatura de aplicación de aproximadamente 250 °F (121,1 °C) a aproximadamente 450 °F (232,2 °C) que se filamenta a menos de 50 micrómetros cuando se pulveriza en una banda sobre al menos una superficie de la tela unidireccional. Para aplicar el adhesivo, los haces de fibras unidireccionales se mantienen bajo tensión con espacios de un ancho predeterminado entre cada haz. A medida que se aplica el adhesivo, solidifica y mantiene los haces de fibra en su lugar, manteniendo así los espacios entre los haces. El pulverizado puede estar espaciado intermitentemente para permitir el enrollamiento de la tela unidireccional y permitir que la tela se doble sin distorsión. El espaciado o patrón intermitente de la pulverización de

adhesivo puede determinarse controlando una variedad de parámetros, que incluyen pero no se limitan a la dimensión y diseño del cabezal de pulverización utilizado para aplicar el adhesivo; el número, dimensión, espaciado y/u orientación de los orificios de pulverización 32 del cabezal de pulverización; la presión de aire del aire suministrado al cabezal de pulverización; la presión hidráulica del adhesivo suministrado al cabezal de pulverización; y/o controlando los incrementos deseados a los que se pulveriza el adhesivo. Por ejemplo, se pueden usar varias boquillas que tienen diferentes tamaños de orificio 32 y/o número de orificios 32 por boquilla, para ajustar la salida del adhesivo en aerosol. Por ejemplo, se puede usar una boquilla de pulverización con diseño que dirige el adhesivo en forma de patrones discretos de combinaciones aleatorias de fibra polimérica y puntos de polímero con alta variación sobre la tela 22. En realizaciones adicionales, se puede usar una boquilla de pulverización de patrón sinusoidal que dirige adhesivo en un patrón adhesivo de extrusión continua con aspecto de fibra de polímero sobre la tela 22, generalmente sin puntos de polímero en pulverización. En referencia a la Figura 3(c), se muestran una boquilla de pulverización de patrón sinusoidal ejemplar 28 y una boquilla de pulverización con diseño 30, cada una de las cuales tiene una pluralidad de orificios de pulverización 32. La Figura 3(a) ilustra una tela unidireccional 22 formada aplicando un adhesivo en bandas adhesivas 24 a la tela 22 usando una boquilla de pulverización sinusoidal (izquierda) y una boquilla con diseño (derecha). La Figura 3(b) demuestra aún más la capacidad de controlar el patrón de aplicación de adhesivo sinusoidal, con un patrón de aplicación de adhesivo más ancho/grueso que se muestra en la mitad superior de la Figura y una aplicación más fina en la mitad inferior de la Figura. La Figura 3(d) ilustra una tela unidireccional 22 formada por pulverización intermitente de bandas de adhesivo 24 en ambos lados (es decir, la superficie superior y la superficie inferior) de los haces de vidrio unidireccionales 14.

En algunas realizaciones ejemplares, el adhesivo comprende uno o más de poliolefina, poli-alfa-olefina amorfa ("PAOA"), polipropileno, polipropileno maleado, poliéster, copoliéster, poliamida, copoliamida, poliuretano, epoxi o polímero de base fenólica. Ejemplos de compuestos adhesivos se enumeran en la Tabla 1 a continuación.

**Tabla 1**

Química	Punto de reblandecimiento (°F)	Viscosidad a 350 °F (cps)
PAOA	163	1200
PAOA	303	4000
PAOA	267	3700
PAOA	305	2000

Las poli-alfa-olefinas amorfas pueden injertarse o modificarse con anhídrido maleico para mejorar la adhesión con sustancias polares, tales como los componentes de encolado o la resina epoxi de la matriz compuesta. Al injertar anhídrido maleico en el polímero PAOA, se puede reducir el punto de reblandecimiento del compuesto adhesivo. Por ejemplo, basado en un 7 % de anhídrido maleico en el polímero base, el punto de fusión varía de 80-160 °C y la viscosidad varía de 100-1100 mPas, lo que reduciría el punto de reblandecimiento de PAOA.

En algunas realizaciones ejemplares, la tela unidireccional sin trama 22 comprende haces de fibras unidireccionales 14 que tienen al menos una superficie unida selectivamente a un velo sin tejer 20. En otras realizaciones ejemplares, la tela unidireccional sin trama 22 comprende haces de fibras unidireccionales 14 que se unen entre sí utilizando un aglutinante polimérico en la composición de encolado utilizada para recubrir las fibras de vidrio. En otras formas de realización ejemplares más, la tela unidireccional sin trama 22 comprende haces de fibras unidireccionales 14 que se unen entre sí usando un aglutinante polimérico en la composición de encolado utilizada para recubrir las fibras de vidrio y que tiene al menos una superficie unida selectivamente a un velo sin tejer 20. En otras realizaciones ejemplares más, la tela unidireccional sin trama 22 comprende haces de fibras unidireccionales colimadas 14 recubiertas intermitentemente con un adhesivo en aerosol 24, con o sin la adición de un velo sin tejer 20. Dichas telas unidireccionales sin trama 22 mejoran tanto la resistencia como el módulo de las telas unidireccionales convencionales mediante la eliminación de las fibras de trama que no contribuyen a las propiedades mecánicas de la tela. Por lo tanto, reducir la cantidad de trama en un tejido aumenta proporcionalmente las propiedades mecánicas del tejido. Por ejemplo, al reducir la cantidad de trama en un 5 % se mejoran cada una de la resistencia y el módulo de la fibra en al menos un 5 %.

La tela unidireccional sin trama 22 se puede usar para formar preformas, que incluye apilar varias capas de la tela unidireccional sin trama en orientaciones definidas. Las telas unidireccionales sin trama apiladas en seco 22 pueden recalentarse entonces para unir la tela unidireccional, al menos parcialmente. Como se ha descrito anteriormente, las telas unidireccionales sin trama pueden unirse selectivamente, por recalentamiento localizado o por aplicación de un adhesivo. La preforma puede colocarse luego en un molde e impregnarse con una resina matriz, formando un compuesto.

En algunas realizaciones ejemplares, una o más capas de la tela unidireccional sin trama 22 se apilan, como se ilustra en la Figura 4, y se impregnan con un material de matriz para formar un compuesto reforzado con tela unidireccional 26. La impregnación por el material de matriz puede ocurrir por cualquier proceso tradicional de impregnación/infusión, como un proceso de moldeo por transferencia asistido por vacío, en donde una resina líquida se introduce en una cavidad bajo vacío, o moldeo por transferencia de resina, en donde se usa presión para forzar la resina líquida en refuerzos secos que se han colocado en un molde sellado. Para lograr la infusión de matriz por

vacío, la resina debe poder penetrar las capas de tela, como se ilustra en la Figura 4. Como se muestra en la Figura 4, el velo sin tejer 20 ayuda a crear y mantener canales 16 en la tela unidireccional sin trama manteniendo los haces de fibra unidireccionales a una anchura fija. En otras realizaciones ejemplares, a medida que el velo termoplástico 20 se calienta por encima de su punto de plasticidad/elasticidad y se presiona dentro de los haces de fibras unidireccionales 14 durante la laminación, el velo 20 puede crear canales 16 entre los haces de fibras individuales, como se ilustra en la Figura 1.

La infusión de resina bajo vacío es un proceso dinámico en donde el vacío hace que las capas se condensan, lo que dificulta la infusión adecuada de la resina a través del espesor de múltiples capas de tela. En consecuencia, la formación de telas unidireccionales usando un adhesivo en aerosol funciona para mejorar la infusión de resina, ya que el aerosol adhesivo no cubre completamente las telas unidireccionales, sino que forma bandas separadas con anchuras controladas a través de múltiples haces de fibras unidireccionales. Además, el adhesivo curado mantiene los espacios entre los haces de vidrio adyacentes 14 para permitir una mayor permeabilidad de la resina a través del espesor de múltiples capas. La Figura 5A ilustra una infusión a 0° de 4 capas de tela unidireccional 22. La Figura 5(B) ilustra una infusión a 0° de 4 capas de tela unidireccional que se han infundido con resina al vacío usando un aparato de moldeo al vacío 34, formando un compuesto reforzado con tela unidireccional sin trama 26.

En algunas realizaciones ejemplares, la tasa de permeabilidad se establece previamente disponiendo las fibras de refuerzo para aumentar o disminuir la permeabilidad de los tejidos. La tasa de permeabilidad puede aumentarse o disminuirse ajustando la separación de los haces de fibras 14 dentro de una capa monocapa, formando así canales 16. En algunas realizaciones ejemplares, los canales 16 tienen un diámetro de sección transversal de menos de 1 mm. En algunas realizaciones ejemplares, la tasa de permeabilidad se establece previamente para proporcionar una impregnación completa por la resina entre y alrededor de los haces de fibras 14, de modo que cada una de las fibras se une entre sí.

El material de matriz puede incluir cualquier material de matriz termoestable o termoplástico adecuado para una aplicación particular. Las resinas termoplásticas adecuadas útiles con la presente invención en los procesos de moldeo anteriores incluyen poliésteres (incluidos copoliésteres), por ejemplo, polietilentereftalato, poliamidas, poliolefinas y polipropileno, PEEK, etc. Las resinas termoendurecibles que son útiles incluyen resinas fenólicas, resinas epoxi, resinas de viniléster, poliuretano y resinas de poliéster insaturado.

Los compuestos reforzados con tela unidireccional sin trama 26 pueden usarse para formar productos en una serie de industrias. Por ejemplo, los compuestos se pueden usar en energía eólica, para usar en palas de turbinas eólicas, o automotores.

Los conceptos inventivos generales se han descrito anteriormente de manera genérica y con respecto a diversas realizaciones ejemplares. Aunque los conceptos inventivos generales se han expuesto en lo que se cree que son realizaciones ilustrativas ejemplares, dentro la divulgación se pueden seleccionar una amplia variedad de alternativas conocidas por los expertos en la materia y están abarcadas por la divulgación. Los conceptos inventivos generales no están limitados de otra manera, excepto por la recitación de las reivindicaciones expuestas a continuación. Como apreciarán los expertos en la materia, las composiciones de encolado, las fibras apiladas y los materiales compuestos que incorporan dichas fibras de acuerdo con la presente invención se pueden poner en práctica en una variedad de realizaciones y métodos que no se describen explícitamente en este documento modificando las composiciones y métodos básicos de acuerdo con los principios descritos en el presente documento. En particular, las concentraciones y constituyentes de los diversos ejemplos proporcionados a continuación pueden combinarse y alterarse dentro de los parámetros de composición generales para proporcionar una gran variedad de composiciones de encolado de acuerdo con la presente invención. Por lo tanto, los siguientes ejemplos están destinados a ilustrar mejor la presente invención, pero de ninguna manera pretenden limitar los conceptos inventivos generales de la presente invención.

## Ejemplos

Los siguientes ejemplos describen el rendimiento de varias realizaciones ejemplares de la tela unidireccional sin trama de la presente invención.

### Ejemplo 1 (referencia)

Las telas unidireccionales sin trama se prepararon colocando un velo de vidrio en un lado de los haces de fibras unidireccionales. No se usó aglutinante en las telas unidireccionales sin trama. Una tela unidireccional incluía fibras con un diámetro de 17 micrómetros y una incluía fibras con un diámetro de 24 micrómetros. A continuación se usó una resina de matriz epoxídica de calidad comercial para laminar los tejidos. Las estructuras comparativas también se prepararon utilizando fibras de trama, en lugar de un velo de vidrio. Las variables adicionales incluyen paquetes de fibras retorcidas frente a paquetes de fibras sin torsión y vidrio Owens Corning Advantex<sup>®</sup> frente a vidrio H Owens Corning.

La Figura 6 ilustra el módulo de Young de tracción estática en la dirección de la fibra principal, normalizado a una

fracción de volumen de fibra del 50 %. Como se demuestra en la Figura 6, las telas unidireccionales sin trama para cada tipo de vidrio, Advantex® y vidrio H, son capaces de lograr un módulo de Young más alto que las telas comparables formadas con fibras de trama. El módulo de Young más alto, alrededor de 45 Gpa, se encontró en laminados unidireccionales sin trama formados utilizando haces de fibra de vidrio H no retorcidos y un respaldo de velo de vidrio.

La Figura 7 ilustra la fatiga de los laminados unidireccionales de trama y sin trama descritos anteriormente, con una relación de carga  $R = 0,1$  y con resistencia a la tracción normalizada a una fracción de volumen de fibra del 50 %. Cada marca en el gráfico representa una ruptura después de un número particular de ciclos de carga. La prueba de fatiga se realizó de acuerdo con el método de prueba patentado de DTU publicado en el Journal of Composite Materials. (Bronsted et al., Fatigue damage propagation in unidirectional glass fiber reinforced composites made of a non-crimp fabric. Journal of Composite Materials, 13 de septiembre de 2009). Los ejemplos en la Figura 7 se distinguen por el uso de un velo de vidrio frente a fibras de trama como material de respaldo. Además, el tejido de punto unidireccional convencional (fibra Advantex®) está incluido e indicado por la línea negra sólida.

Como se demuestra en la Figura 7, las estructuras de punto del tejido de punto disminuyen el rendimiento de fatiga en comparación con los respaldos de trama y del velo. Además, el respaldo del velo mejora aún más el rendimiento de fatiga en comparación con un respaldo de trama.

Las Figuras 8 y 9 proporcionan fotografías macroscópicas que ilustran el daño a los laminados después de la prueba de fatiga. La Figura 8 muestra el daño en el laminado unidireccional con un soporte de trama 36. El daño es visible como áreas blanquecinas que están dispersas de manera desigual sobre todo el laminado 36. Estas áreas de daño provocan una ruptura prematura. En contraste, la Figura 9 ilustra el daño al laminado unidireccional sin trama 38 con un vidrio no tejido extendido sobre un lado de los haces de fibras unidireccionales. Como se muestra en la Figura 9, el daño se distribuye uniformemente en toda el área del laminado 38, lo que disminuye la posibilidad de ruptura prematura.

**Ejemplo 2**

En otro ejemplo, los haces de vidrio unidireccionales colimados con espacios entre cada haz adyacente se recubrieron en ambos lados con una composición adhesiva de PAOA, que tenía una alta resistencia a la tracción y una baja pegajosidad residual. Las telas unidireccionales formadas se apilaron luego con 4 capas de espesor y se infundieron al vacío con una resina epoxídica. Los laminados unidireccionales se probaron para determinar sus propiedades mecánicas en las direcciones de 0° y 90°, incluido el módulo de tracción, la resistencia a la tracción, la deformación, la resistencia al corte interlaminar, la resistencia a la flexión y el módulo de flexión. También se realizó un análisis mecánico dinámico y se midió la pérdida por ignición. La Tabla 2, a continuación, ilustra los resultados de las pruebas mecánicas para muestras que se prepararon aplicando cuentas de ~1-2 mm de un adhesivo con distancias de separación variables entre la banda/cuenta de adhesivo.

**Tabla 2**

Cuenta Adhesiva	% de LOI de la Resina	Resistencia a 0° (MPa)	Módulo a 0° (MPa)	Deformación (%)
Separación de 1 pulgada	9,45 ± 0,94	834 ± 50	40411 ± 3507	2,4 ± 0,48
Separación de 2 pulgadas	25,43 ± 0,58	974 ± 37	46822 ± 5226	2,3 ± 0,26
Separación de 3 pulgadas	25,15 ± 1,35	1058 ± 88	50911 ± 5881	2,3 ± 0,21

Como se ilustra en la Tabla 2, la cantidad de resina epoxi utilizada disminuye a medida que aumenta la cantidad de adhesivo, lo que indica que la presencia de adhesivo influye en la infusión de resina en que se necesita menos resina. Además, la resistencia a la tracción y el módulo de los laminados aumentaron a medida que disminuyó la cantidad de adhesivo y aumentó el contenido de vidrio. Por consiguiente, debe lograrse un equilibrio entre la cantidad de adhesivo para la manipulación frente a la obtención de la resistencia y el módulo máximos en un laminado.

**REIVINDICACIONES**

1. Tela unidireccional sin trama que comprende:

5 una pluralidad de haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos, dichos haces de fibra de vidrio de refuerzo que tienen una primera superficie y una segunda superficie opuesta, cada una de la primera superficie y la segunda superficie opuesta que tienen un ancho; y  
 un velo sin tejer unido selectivamente a al menos una de dichas primera y segunda superficie por al menos uno de calentamiento localizado del velo sin tejer o aplicación localizada de un material adhesivo,  
 10 en donde los haces de fibra de vidrio están formados por una pluralidad de filamentos de vidrio, que tienen un diámetro de 5 µm a 40 µm, recubiertos con una composición de encolado que incluye un aglutinante polimérico, en donde dicho aglutinante polimérico es capaz de unir dichos filamentos de vidrio entre sí y a dicho velo sin tejer,  
 15 en donde los haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos están separados de tal manera que se forman canales de flujo entre los haces de fibra individuales.

2. La tela unidireccional sin trama de la reivindicación 1, en donde dicho velo sin tejer es un velo de vidrio, un velo de polímero o mezclas de los mismos.

20 3. La tela unidireccional sin trama de la reivindicación 2, en donde dicho velo de polímero comprende al menos uno de filamentos de polipropileno, poliéster, poliamida y poliuretano.

4. La tela unidireccional sin trama de la reivindicación 1, en donde dicho velo sin tejer está formado por uno de un proceso de fusión por soplado, un proceso de unión por hilatura, un proceso de colocación en seco, un proceso de soplado en húmedo y electro-hilado.  
 25

5. La tela unidireccional sin trama de la reivindicación 1, en donde al menos el 80 % de dichos haces de fibra de vidrio de refuerzo son paralelos entre sí.

30 6. La tela unidireccional sin trama de la reivindicación 1, en donde dicho aglutinante polimérico incluye uno o más de una poliamida, un politetrafluoroetileno, un cloruro de polivinilo, un poliéster, un polipropileno, un poli (sulfuro de fenileno), una polietilenimina, una poliamidaimina, una poliéter-étercetona, una polioximetileno, un polietileno, copolímeros de los mismos y mezclas de dichos polímeros y/o copolímeros.

35 7. Un compuesto reforzado con fibra que comprende:

al menos una tela unidireccional sin trama como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; y un material de matriz polimérica.

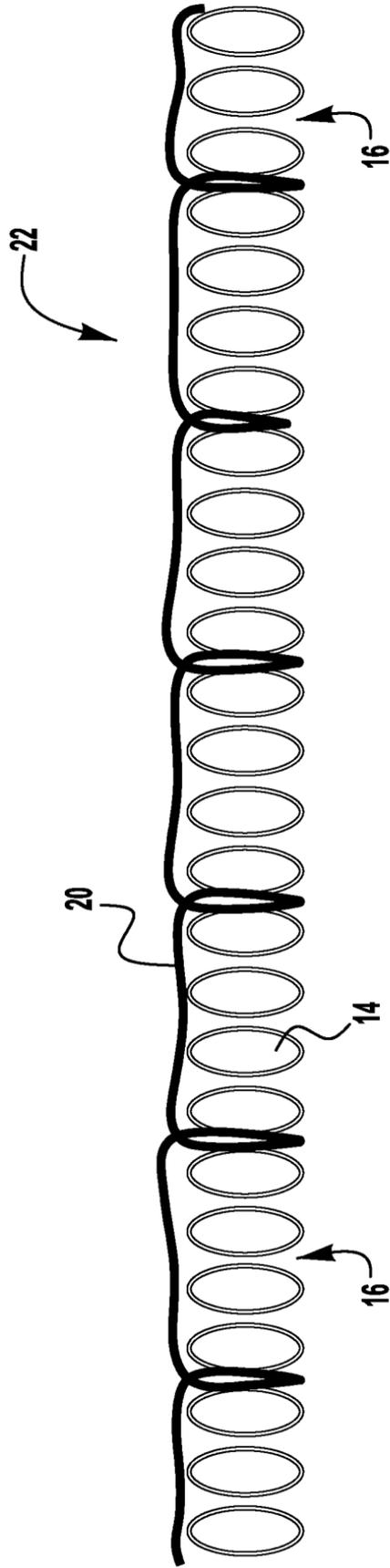
40 8. El compuesto reforzado con fibras de la reivindicación 7, en donde dicho material de matriz polimérica incluye uno o más de poliésteres, polietilentereftalato, poliamida, poliolefina, polipropileno, poliamida, resina fenólica, epoxi y éster vinílico.

45 9. El compuesto reforzado con fibra de la reivindicación 7, en donde dicho compuesto reforzado con fibra es uno de una pala eólica y una parte de automóvil.

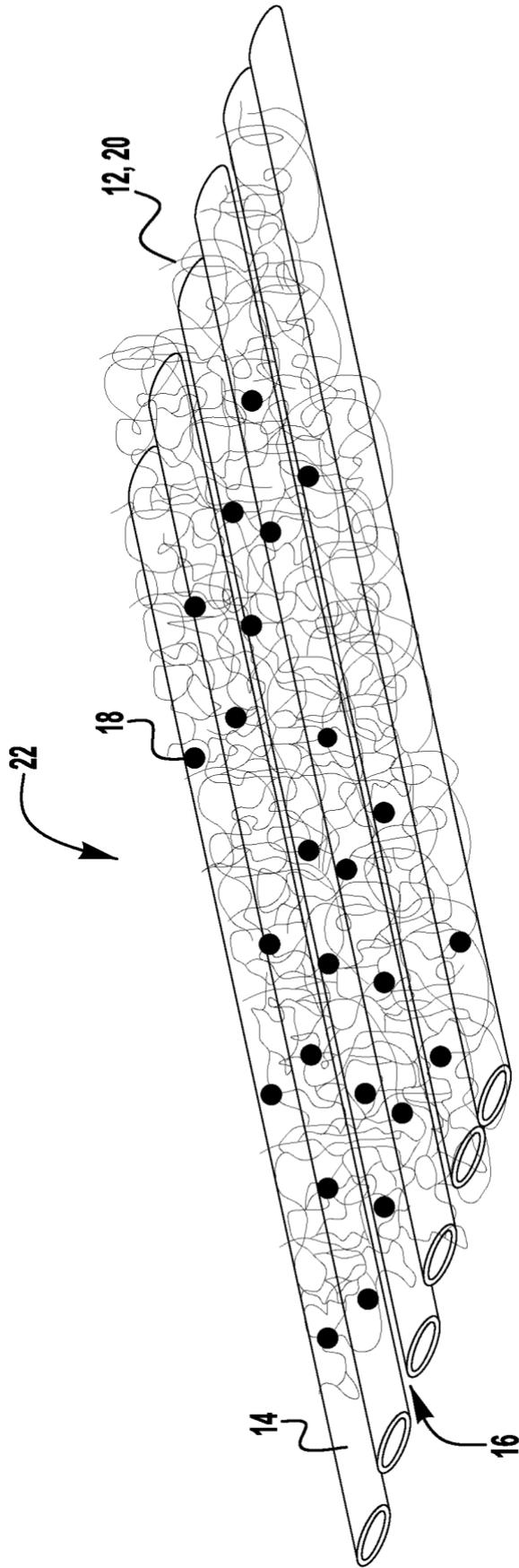
10. Una tela unidireccional sin trama que comprende:

50 una pluralidad de haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos, dichos haces de fibra de vidrio de refuerzo que tienen una primera superficie y una segunda superficie opuesta, cada una de la primera superficie y la segunda superficie opuesta que tienen un ancho; y  
 una o más bandas de adhesivo pulverizable que abarcan al menos una parte del ancho de al menos una de la primera y segunda superficie de la pluralidad de fibras de refuerzo sustancialmente paralelas, en donde el adhesivo pulverizable tiene una viscosidad de corte de 2000 a 6000 cps a una temperatura de aplicación de  
 55 121,1 °C a 232,2 °C (250 °F a 450 °F),  
 en donde los haces de fibra de vidrio están formados por una pluralidad de filamentos de vidrio, que tienen un diámetro de 5 µm a 40 µm, recubiertos con una composición de encolado que incluye un aglutinante polimérico, en donde dicho aglutinante polimérico es capaz de unir dichos filamentos de vidrio entre sí y a dicho adhesivo pulverizado,  
 60 en donde los haces de fibra de vidrio de refuerzo sustancialmente paralelos están separados de tal manera que se forman canales de flujo entre los haces de fibra individuales.

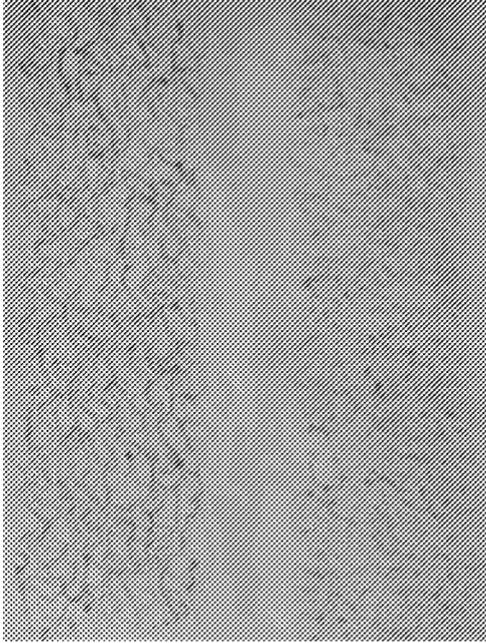
65 11. La tela unidireccional sin trama de la reivindicación 10, en donde dicho adhesivo pulverizado comprende uno o más de poliolefina, poli-alfa-olefina amorfa, polipropileno, polipropileno maleado, poliéster, copoliéster, poliamida, copoliamida, poliuretano, epoxi, o polímero de base fenólica.



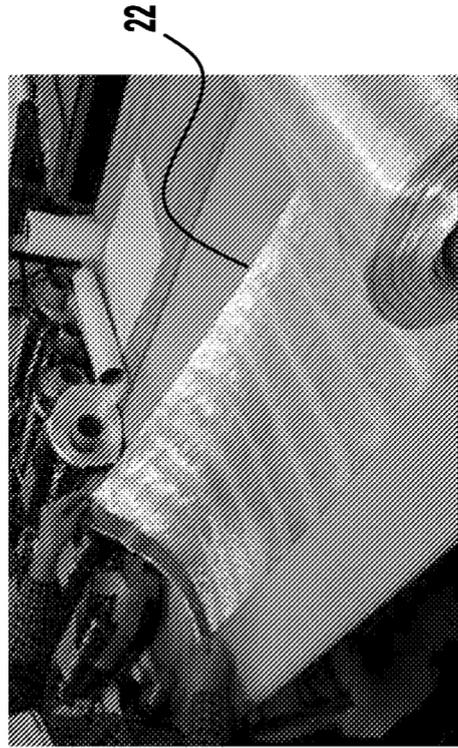
**FIG. 1**



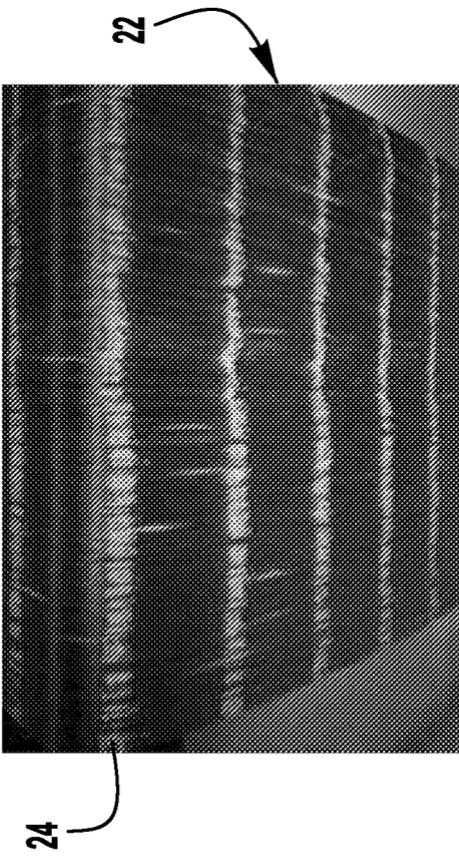
**FIG. 2**



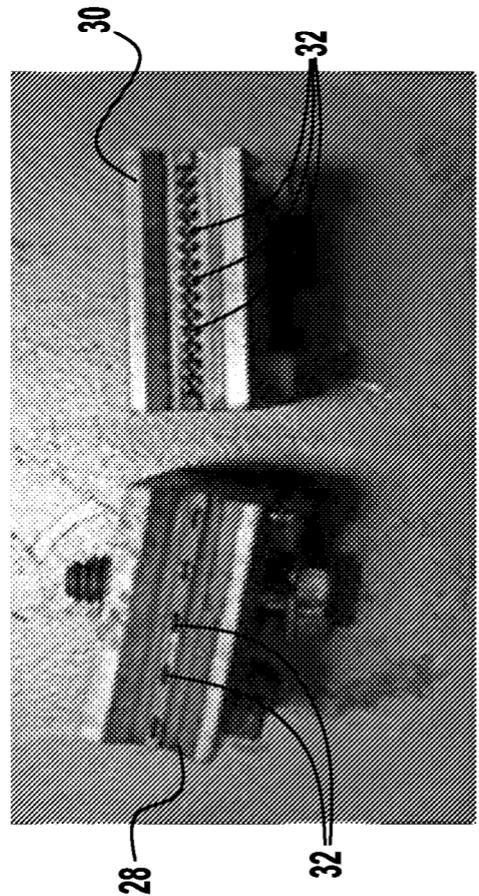
**FIG. 3B**



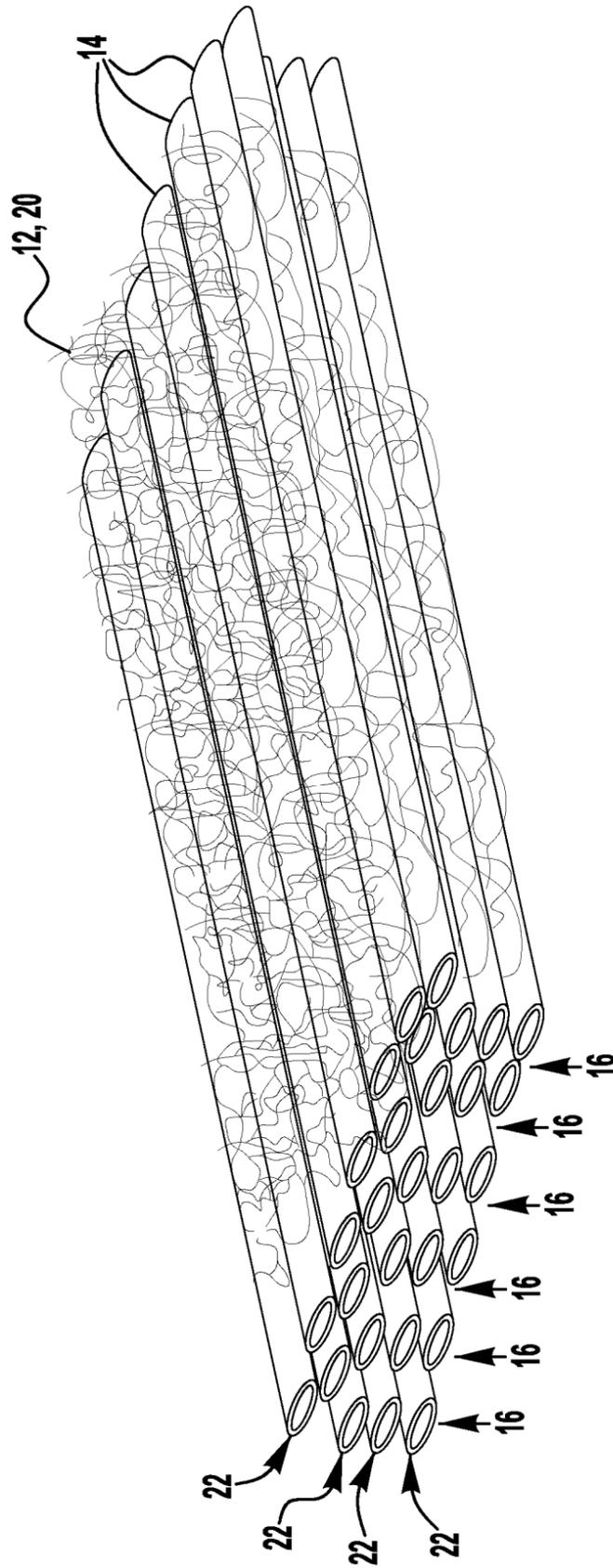
**FIG. 3D**



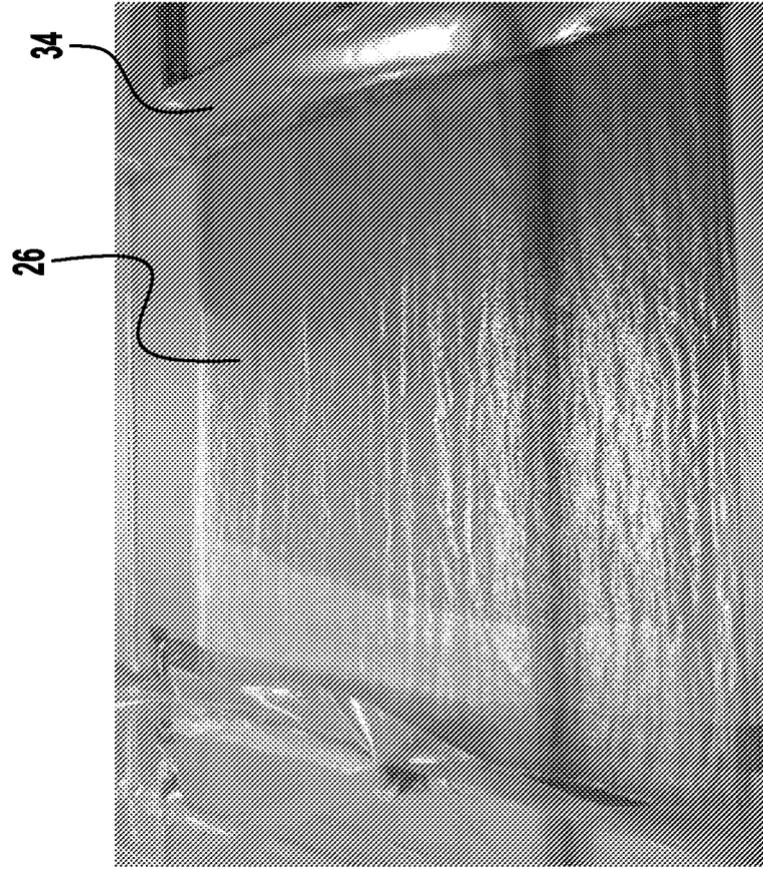
**FIG. 3A**



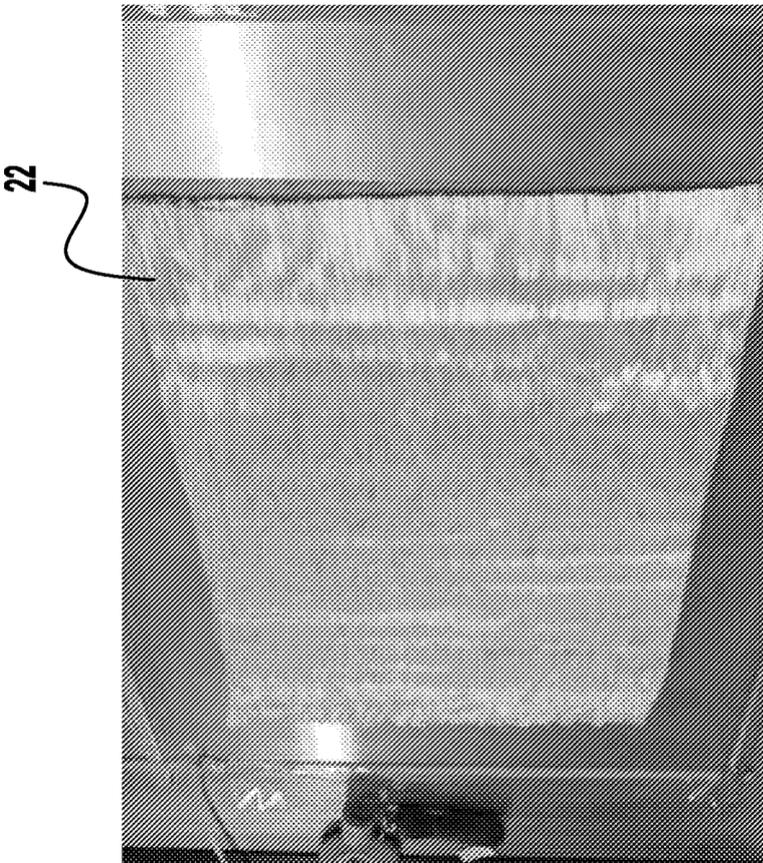
**FIG. 3C**



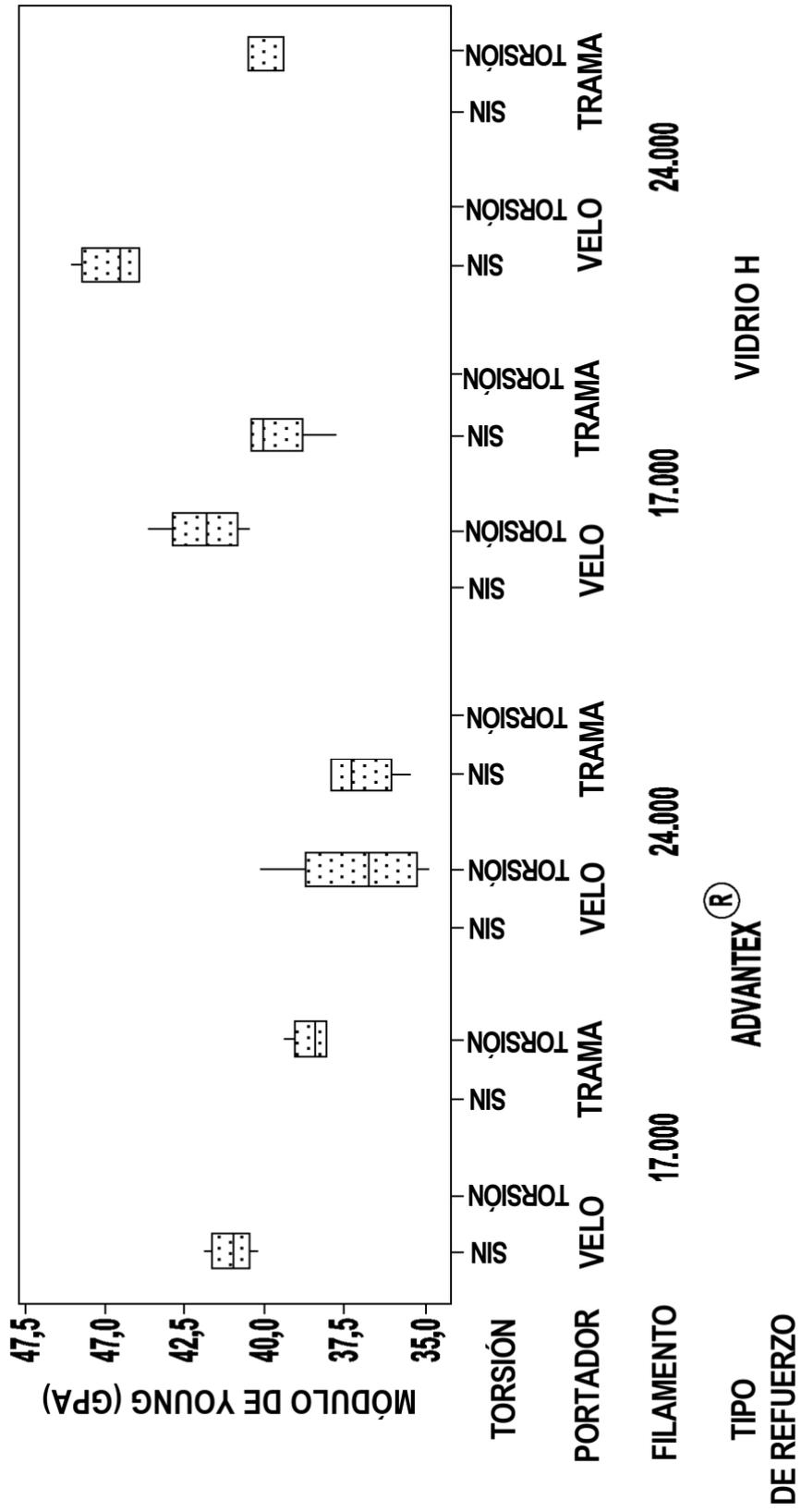
**FIG. 4**



**FIG. 5A**



**FIG. 5B**



**FIG. 6**

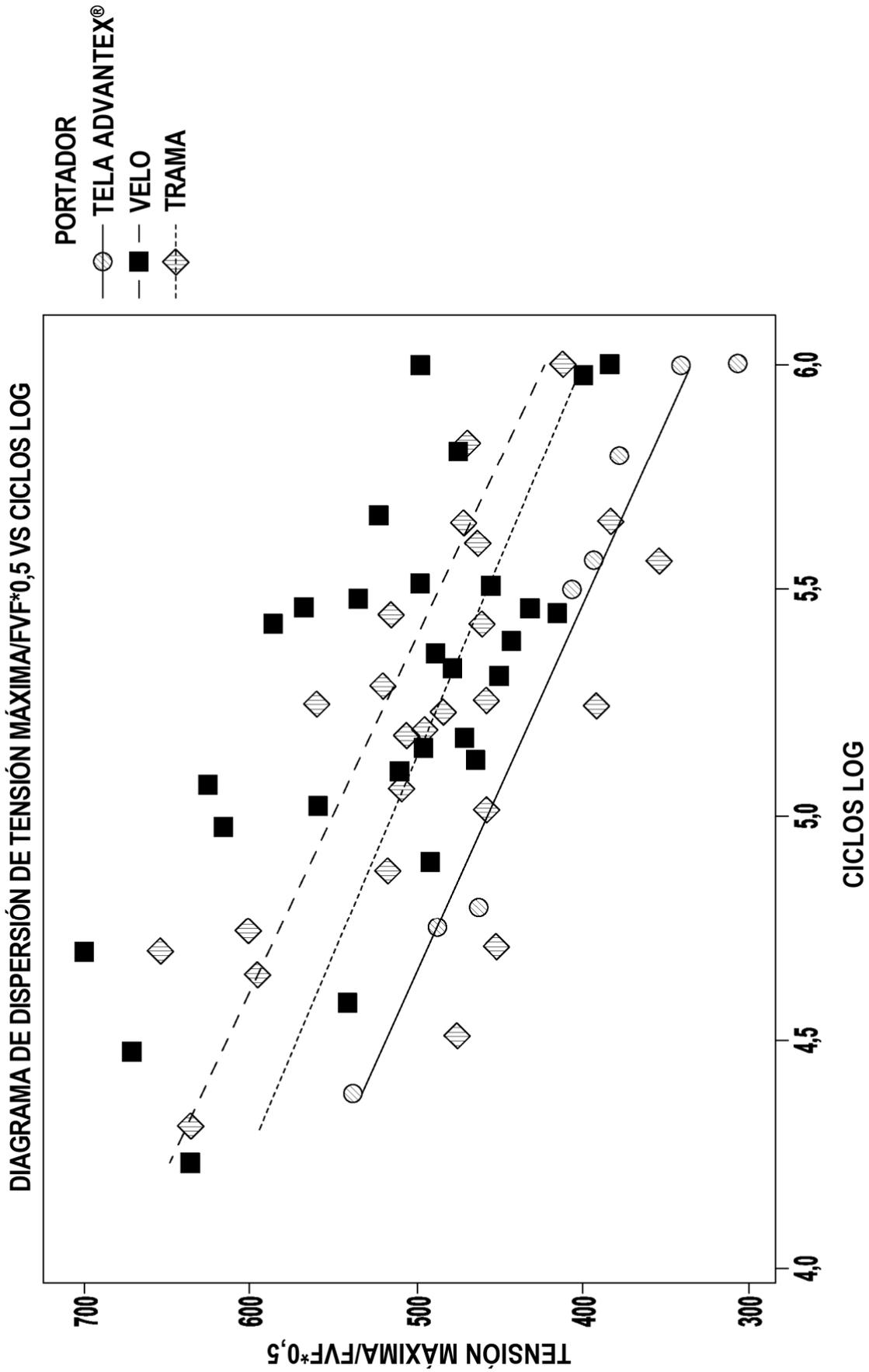
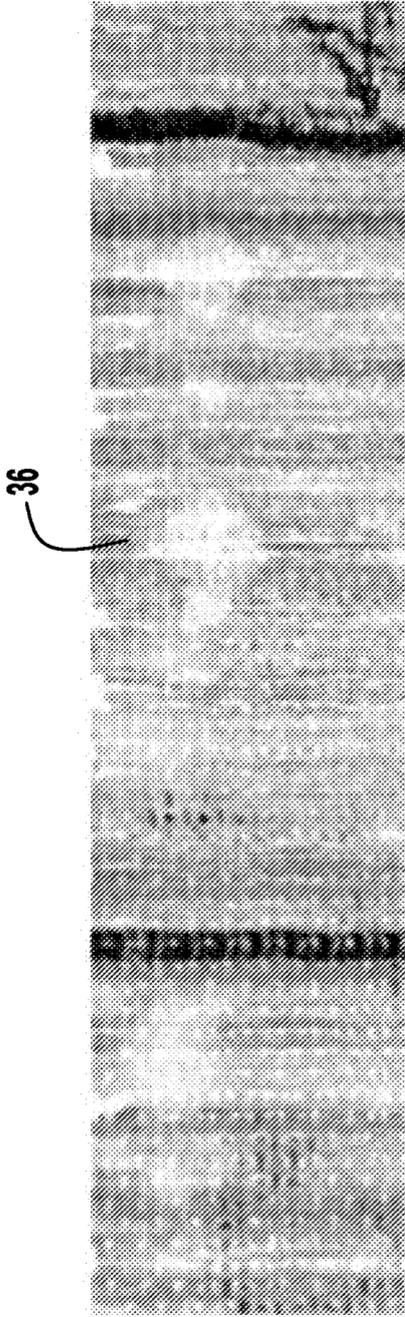
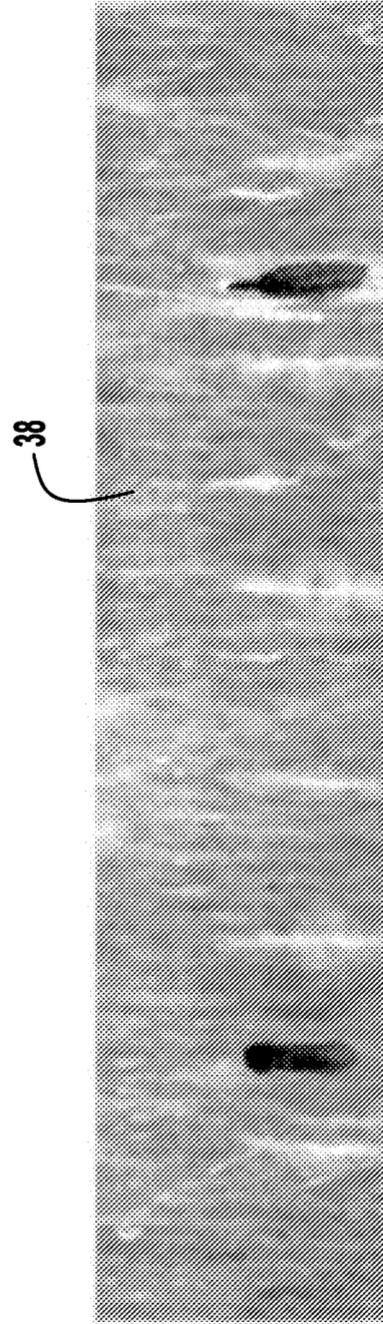


FIG. 7



**FIG. 8**



**FIG. 9**