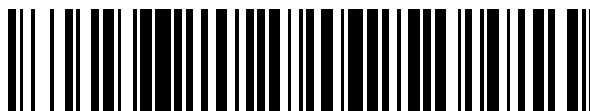


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 124**

51 Int. Cl.:

B29C 70/54	(2006.01)	B32B 37/12	(2006.01)
B29K 223/00	(2006.01)	B29C 70/30	(2006.01)
B29B 15/08	(2006.01)	D01F 6/06	(2006.01)
B32B 5/02	(2006.01)		
B32B 5/26	(2006.01)		
B29K 23/00	(2006.01)		
B29K 63/00	(2006.01)		
B29C 70/08	(2006.01)		
H01Q 1/42	(2006.01)		
B32B 38/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2006 PCT/US2006/030557**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.02.2007 WO07021611**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2006 E 06800805 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 1915476**

54 Título: **Materiales compuestos incluyendo fibras de poliolefina de alto módulo y método para su elaboración**

30 Prioridad:

17.08.2005 US 205575
17.08.2005 US 205661
17.08.2005 US 205662

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2017

73 Titular/es:

INTEGRITY, LLC (100.0%)
2131 WOODRUFF ROAD, NO. 162, SUITE 2100
GREENVILLE, SC 29607, US

72 Inventor/es:

MORIN, BRIAN, G.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 621 124 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

Materiales compuestos incluyendo fibras de poliolefina de alto módulo y método para su elaboración

5 Antecedentes de la invención

Se han desarrollado materiales compuestos en muchos campos con el fin de obtener productos que mantienen las características deseables de cada componente, al mismo tiempo que se minimizan las características menos deseables. Por ejemplo, las fibras de vidrio pueden ofrecer excelentes características de resistencia a la tracción, pero tienen una constante dieléctrica de aproximadamente 6, y por lo tanto son a menudo inadecuadas para aplicaciones eléctricas de gran uso. Sin embargo, las fibras de vidrio se pueden combinar con resinas, tales como ciertas resinas fluorocarbonadas, que exhiben características eléctricas deseables para formar materiales compuestos que tienen buenas propiedades tanto eléctricas como físicas.

15 Otros materiales compuestos fibrosos, por ejemplo, los que proporcionan alta resistencia, a menudo incluyen fibras altamente tecnificadas tales como fibras de vidrio, fibras de acero, fibras de carbono, fibras de Kevlar® (poliparafenileno-tereftalamida), y similares, mantenidas en una matriz estable. Estos materiales pueden ofrecer excelentes características de resistencia, pero también pueden ser muy densos, lo que puede ser problemático cuando el peso del producto es un factor, por ejemplo, en armaduras, partes de automóviles, materiales de embarcaciones, etc.

Además, cuando se deben diseñar los materiales compuestos para cumplir con las especificaciones de ingeniería altas, el coste puede comenzar a ser un problema. Por ejemplo, con el fin de cumplir con especificaciones altamente tecnificadas con respecto a la flexibilidad, módulo, densidad, características eléctricas, y similares, aunque se pueden encontrar diversas combinaciones de materiales diferentes que pueden formar un material compuesto para cumplir con las especificaciones, la formación y costes de materiales se vuelven prohibitivos. Como resultado, a menudo se debe renunciar a ciertas características a fin de proporcionar un producto asequible para el consumidor.

Los materiales de poliolefina pueden aportar muchas características deseables a los materiales compuestos. Por ejemplo, los materiales de poliolefina pueden ser resistentes a la degradación y erosión, las materias primas pueden ser fáciles de obtener, así como bastante baratas, y pueden tener características de baja densidad y pérdida dieléctrica. Desgraciadamente, las características de baja resistencia de los hilos y fibras de poliolefina han sido tales que incluso cuando se combinan con un material secundario, relativamente fuerte en un material compuesto, no se han cumplido los requisitos de resistencia de la aplicación deseada. Además, como estos polímeros son generalmente de naturaleza no polar, con frecuencia no pueden ser utilizados con resinas termoendurecidas conocidas comunes a los compuestos fibrosos, ya que no puede formarse una fuerte unión entre la matriz termoestable y la fibra de poliolefina.

Aunque se han producido mejoras en las fibras de poliolefina y materiales compuestos que incorporan materiales poliméricos fibrosos, queda espacio para mejoras y variaciones adicionales dentro de la técnica.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a estructuras compuestas multicapa, a métodos para formar las estructuras, y a métodos para usar las estructuras. En una realización, las estructuras descritas pueden incluir una primera capa que incluye una fibra de poliolefina semicristalina que tiene un módulo aproximadamente mayor a 8GPa, e incluso mayor en otras realizaciones, y una dimensión de sección transversal máxima menor a aproximadamente 100 μm . Las fibras de poliolefina también pueden exhibir una alta tenacidad, por ejemplo, superior a aproximadamente 400 MPa y pueden tener una densidad baja, por ejemplo, menor a aproximadamente 1,3 g/cm^3 , en una realización. Las estructuras compuestas también incluyen una segunda capa que puede ser igual o diferente de la primera capa y un agente polimérico aglutinante que puede asegurar las capas entre sí. En una realización, la poliolefina puede ser un polipropileno. En una realización particular, la fibra de poliolefina puede formarse a través de un proceso de extrusión en estado fundido, por ejemplo, en un proceso de extrusión en estado fundido que implica un estiramiento con una relación de estiramiento de al menos aproximadamente 6.

En una realización, la primera capa que incluye la fibra de poliolefina puede ser una tela tejida o una tela no tejida. Opcionalmente, la tela puede incluir hilos compuestos que incluyen la fibra de poliolefina en combinación con una segunda fibra, por ejemplo, vidrio, carbono, poliaramidas o similares. En una realización, la tela puede incluir hilos de poliolefina de alto módulo, así como fibras de otros materiales, por ejemplo, fibras de vidrio, etc.

La segunda capa de las estructuras compuestas puede ser idéntica o diferente de la primera capa, según se desee. Por ejemplo, la segunda capa puede incluir también las fibras de poliolefina de alto módulo en la misma o en una disposición diferente de la primera capa, o puede estar formada de materiales completamente diferentes. Por ejemplo, la segunda capa puede ser una fibra de vidrio tejida o no tejida, una tela tejida o no tejida que incluye otro tipo de fibra que puede mantenerse en una matriz polimérica, o una construcción metálica.

El agente aglutinante del material compuesto puede ser termoplástico o termoestable. Por ejemplo, el agente aglutinante puede ser una película o resina termoplástica colocada entre las capas o revestida sobre las fibras o capas formadas, y el material compuesto puede ser conformado y curado en un proceso de moldeo por compresión que puede incluir colocar la construcción bajo calor y/o presión.

Opcionalmente, el agente aglutinante puede ser una resina termoestable. Por ejemplo, la resina termoestable puede ser una resina epóxica termoestable. Una resina termoestable puede ser incluida en el compuesto según cualquier procedimiento. Por ejemplo, la resina termoestable se puede aplicar a las fibras de poliolefina de alto módulo, a la capa o capas que contienen poliolefina, y/o a los materiales que forman una segunda capa diferente del material compuesto. Por ejemplo, la resina termoestable que puede unir las capas entre sí puede formar también una matriz polimérica alrededor de las fibras de otra capa, por ejemplo, una capa de fibra de vidrio.

En ciertas realizaciones, puede ser beneficioso tratar previamente las fibras y/o las capas terminadas antes de asegurar las capas entre sí para mejorar la fuerza de unión del material compuesto. Por ejemplo, puede ser beneficioso oxidar materiales de las capas, con el fin de promover una formación de unión más fuerte entre las capas y los agentes aglutinantes. En una realización, los materiales orgánicos, por ejemplo, las fibras o telas de poliolefina que se encuentran en los compuestos, se pueden oxidar, con el fin de mejorar la unión con resinas que se pueden usar como agentes aglutinantes. Por ejemplo, los materiales se pueden oxidar mediante un método de tratamiento con plasma.

Las estructuras compuestas de la invención pueden presentar excelentes características. Por ejemplo, las estructuras compuestas pueden tener una densidad media baja, tal como menos de aproximadamente $1,5 \text{ g/cm}^3$. Además, los materiales compuestos pueden tener una densidad baja en combinación con características de alta resistencia, tales como una resistencia a la flexión mayor a aproximadamente 80 MPa y/o un módulo de flexión mayor a aproximadamente 3GPa. Además, las estructuras compuestas pueden tener una constante dieléctrica baja, por ejemplo, inferior a aproximadamente 3,5 en algunas realizaciones, o inferior, aunque en otras realizaciones, por ejemplo, inferior a aproximadamente 2,7. Como tal, los materiales compuestos pueden ser esencialmente transparentes a las ondas electromagnéticas.

Los materiales compuestos se pueden utilizar ventajosamente en muchas aplicaciones que incluyen, por ejemplo, en la formación de placas de circuito, cubiertas protectoras y partes para barcos o automóviles. Por ejemplo, los materiales descritos pueden utilizarse en la formación de cubiertas protectoras o estructuras similares útiles para alojar y proteger transmisores y/o receptores electromagnéticos para uso en el seguimiento del tiempo, la supervisión de aeronaves o similares. En otra realización, los materiales compuestos de baja pérdida pueden usarse en la formación de placas de circuito y, en una realización particular, placas de circuito de alta frecuencia, es decir, aquellas que funcionan a frecuencias mayores de aproximadamente 100KHz.

Breve descripción de las figuras

Una exposición completa y habilitadora de la presente invención, incluyendo su mejor modo, para un experto en la técnica, se expone más particularmente en el resto de la memoria descriptiva, incluyendo referencia a las figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de un método para formar fibras de poliolefina de alto módulo adecuadas para su uso en las estructuras compuestas descritas;

La Figura 2 es una representación esquemática de otro ejemplo de un método para formar fibras de poliolefina de alto módulo adecuadas para su uso en las estructuras compuestas descritas;

La Figura 3 es el patrón de dispersión WAXS de un filamento de polipropileno adecuado para su uso en la presente invención;

La Figura 4 es el patrón de dispersión SAXS del filamento de polipropileno de la Figura 3; y

Las Figuras 5-8 ilustran gráficamente características físicas y eléctricas de ejemplos de estructuras compuestas de la presente invención.

El uso repetido de caracteres de referencia en la presente memoria descriptiva y dibujos pretende representar las mismas o características o elementos análogos de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

A continuación, se hará referencia en forma detallada a diversas realizaciones de la invención, de las que se exponen a continuación uno o más ejemplos. Cada realización se proporciona a modo de explicación de la invención, no como limitación de la invención.

En general, la presente invención se refiere a materiales compuestos que incorporan al menos una capa que incluye fibras de poliolefina semicristalinas de alto módulo, así como a métodos para formar los materiales compuestos descritos y métodos para utilizar los materiales descritos. En una realización, los materiales compuestos pueden presentar características mejoradas en comparación con materiales compuestos conocidos previamente. Por

ejemplo, los materiales descritos pueden presentar una alta resistencia a la flexión y un alto módulo de flexión mientras describen una densidad menor que los materiales compuestos conocidos previamente que tienen características de resistencia similares. Además, los materiales compuestos revelados pueden igualar o superar las especificaciones tecnológicas de compuestos previamente conocidos, aunque son menos costosos de producir.

5 Las poliolefinas semicristalinas utilizadas en la formación de una o más capas individuales de los compuestos descritos pueden tener una constante dieléctrica baja, así como una pérdida dieléctrica baja. Por ejemplo, la constante dieléctrica del compuesto podría ser inferior a aproximadamente 4,0, o inferior a aproximadamente 3,5, o incluso inferior a aproximadamente 3,0 en algunas realizaciones. Como tal, en una realización, los materiales compuestos revelados pueden ser esencialmente transparentes a las ondas electromagnéticas y pueden utilizarse beneficiosamente en aplicaciones eléctricas, por ejemplo, en la formación de sustratos de placas de circuitos a precios razonables adecuados para aplicaciones eléctricas de alta frecuencia o para uso como cubiertas protectoras u otras envolturas de protección o revestimientos de circuitos eléctricos.

15 En una realización particular, la poliolefina semicristalina puede ser un polipropileno semicristalino.

Para fines de esta descripción, se pretende que los términos 'polipropileno semicristalino' y 'polipropileno' sean sinónimos e incluyan cualquier composición polimérica semicristalina que comprenda monómeros de propileno, ya sea solos (es decir, homopolímero) o como un copolímero con otras poliolefinas, dienos u otros monómeros (tales como etileno, butileno, y similares). Además, aunque en algunas realizaciones, las fibras de alto módulo pueden estar formadas con uno o más homopolímeros y/o copolímeros de polipropileno como el único componente polimérico de la fibra, en otras realizaciones, las formaciones de polipropileno de la invención pueden incluir otros polímeros y, por lo tanto, los materiales compuestos pueden abarcar fibras de poliolefina de alto módulo formadas a partir de mezclas de polipropileno, por ejemplo, mezclas de polipropileno/polietileno. El término también pretende abarcar cualquier configuración y disposición diferente de los monómeros constitutivos (tales como sindiotácticos, isotácticos, y similares). Por lo tanto, el término tal como se aplica a las fibras está destinado a abarcar hebras reales, cintas, hilos y similares, de monómeros de propileno polimerizados semicristalinos.

Además, los polipropilenos semicristalinos de la invención se pueden formar de cualquier flujo de fusión estándar. Por ejemplo, en una realización, puede utilizarse una resina de polipropileno estándar de grado de extrusión que posee intervalos de índices de flujo de fusión (MFI) entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 50. En una realización, puede utilizarse polipropileno que posea un MFI entre aproximadamente 0,5 y aproximadamente 25. En una realización, el polipropileno utilizado en la formación del hilo de múltiples filamentos puede tener un MFI entre aproximadamente 1 y aproximadamente 15.

Para los fines de esta descripción, el término fibra está destinado a abarcar una estructura que presenta una longitud que excede la dimensión de la sección transversal más grande (tal como, por ejemplo, el diámetro para las fibras redondas). Por lo tanto, el término fibra tal como se utiliza aquí difiere de otras estructuras tales como placas, recipientes, láminas, películas y similares que pueden ser extrudidas, moldeadas por soplado o moldeadas por inyección. Sin embargo, el término abarca estructuras que incluyen fibras de un solo filamento, fibras de múltiples filamentos, hilos, fibras de cinta y similares.

El término hilo de múltiples filamentos está destinado a abarcar una estructura que incluye al menos tres filamentos que se han formado individualmente, tal como mediante extrusión a través de una hiladora antes de ser puestos en contacto entre sí para formar una estructura de un solo hilo que puede luego incorporarse en un tejido.

Las fibras de alto módulo adecuadas para uso en la presente invención pueden tener generalmente un módulo como se mide de acuerdo con la norma ASTM D2256-02, superior a aproximadamente 8 GPa (100 gramos/denier). En una realización, las fibras pueden tener un módulo mayor a aproximadamente 10 GPa, por ejemplo, mayor a aproximadamente 12 GPa, o mayor a aproximadamente 16 GPa. Además, las fibras de la presente invención pueden tener una alta tenacidad, por ejemplo, superior a aproximadamente 400 MPa (5 gramos/denier) en algunas realizaciones, según se mide de acuerdo con la norma ASTM D2256-02. En una realización, las fibras pueden tener una tenacidad mayor a aproximadamente 500 MPa, o mayor aún, mayor a aproximadamente 560 MPa (7 gramos/denier). Las fibras pueden tener también una densidad baja, por ejemplo, inferior a aproximadamente 1,3 g/cm³, en una realización. En otra realización, las fibras pueden tener una densidad inferior, por ejemplo, inferior a aproximadamente 1,0 g/cm³.

En una realización, se pueden utilizar hilos de múltiples filamentos formados a partir de una masa fundida de acuerdo con los métodos descritos en la solicitud de patente estadounidense de propiedad compartida con el número de serie 10/983.153 de Morin, para formar los materiales compuestos descritos.

Una realización de un procedimiento para formar fibras de poliolefina de alto módulo adecuado para su uso en la presente invención se ilustra esquemáticamente en la Figura 1.

De acuerdo con esta realización, se puede proporcionar una composición polimérica al aparato de extrusión 12. La composición polimérica puede incluir uno o más componentes poliméricos, así como cualquier aditivo deseado como

- se conoce generalmente en la técnica. Por ejemplo, la mezcla puede incluir agentes colorantes adecuados, tales como colorantes u otros pigmentos. Otros aditivos que se pueden combinar con la mezcla pueden incluir, por ejemplo, uno o más agentes antiestáticos, agentes antioxidantes, agentes antimicrobianos, agentes de adhesión, estabilizadores, plastificantes, compuestos de abrillantado, agentes clarificantes, agentes estabilizadores de luz ultravioleta, agentes de nucleación, agentes surfactantes, agentes intensificadores o preventivos de olores, agentes dispersores de luz, depuradores de halógeno y similares. Además, se pueden incluir aditivos en la masa fundida o pueden aplicarse como tratamiento superficial ya sea a la formación no estirada u opcionalmente al material estirado.
- En una realización, se puede incluir un aditivo que puede dejar grupos reactivos sobre la superficie del producto de extrusión. Se pueden añadir grupos reactivos para mejorar la adhesión del polipropileno a otros materiales utilizados en la formación de las estructuras compuestas. Por ejemplo, el anhídrido maleico puede incluirse en la masa fundida, dejando grupos sobre la superficie de las fibras adecuados para reaccionar con resinas de poliéster insaturado, entre otros. Estos grupos pueden entonces estar disponibles para unirse con materiales secundarios, tales como agentes aglutinantes, por ejemplo, y mejorar la adhesión entre los diferentes materiales que forman los compuestos.
- En una realización, el aparato de extrusión 12 puede ser cualquier aparato de hilatura por fusión como se conoce generalmente en la técnica. Por ejemplo, el aparato de extrusión 12 puede incluir un colector mezclador 11 en el que puede combinarse, mezclarse y calentarse una composición polimérica para formar una composición fundida. La mezcla puede entonces ser transportada bajo presión a la hiladora 14 donde puede ser extrudida a alta temperatura a través de múltiples orificios de la hiladora para formar múltiples filamentos 9. De acuerdo con una realización, el polímero puede ser extrudido a través de la hiladora con un rendimiento relativamente alto y baja tensión de la línea de hilado. Por ejemplo, el polímero puede ser extrudido a través de la hiladora con un rendimiento no inferior a aproximadamente el 50% de lo requerido para producir una fractura en estado fundido. Los valores de rendimiento específicos de fractura en estado de fusión para cualquier sistema y materiales particulares, así como los métodos para su obtención son generalmente conocidos por los expertos en la técnica, y por lo tanto no se incluye aquí una descripción detallada de este fenómeno.
- Después de la extrusión del polímero, los filamentos 9 no estirados pueden ser templados en un baño de líquido 16 y recogidos por un rodillo 18 de recolección para formar una estructura de fibras de múltiples filamentos o un haz de fibras 28. En una realización, puede calentarse el baño 16. Por ejemplo, el baño puede ser calentado a una temperatura próxima a la temperatura máxima de cristalización (T_o) del polímero. Además, la superficie del baño puede estar situada cerca de la hiladora 14. Por ejemplo, la superficie del baño 16 puede estar a una distancia de la hiladora 14 de tal manera que un filamento extruido 9 pueda entrar en el baño 16 dentro de la distancia de hinchamiento del cabezal del filamento 9. Opcionalmente, los filamentos 9 individuales pueden pasar a través de un anillo de refuerzo calentado o no calentado antes de entrar en el baño 16. El rodillo de recolección 18 y el rodillo 20 pueden estar dentro del baño 16 y transportar filamentos 9 individuales y el haz de fibras 28 a través del baño 16.
- En o cerca del lugar en el que el haz de fibras 28 sale del baño 16, se puede eliminar el exceso de líquido del haz de fibras 28. Esta etapa se puede llevar a cabo generalmente de acuerdo con cualquier procedimiento conocido en la técnica. Por ejemplo, en la realización ilustrada en la Figura 1, el haz de fibras 28 puede pasar a través de una serie de rodillos prensa 23, 24, 25 y 26 para eliminar el exceso de líquido del haz de fibras. Sin embargo, se pueden utilizar alternativamente otros métodos. Por ejemplo, en otras realizaciones, se puede eliminar el exceso de líquido del haz de fibras 28 mediante la utilización de vacío, un proceso de prensado que utiliza una rasqueta, una o más cuchillas de aire y similares.
- En una realización, se puede aplicar un lubricante al haz de fibras 28. Por ejemplo, se puede aplicar un acabado de hilatura en un receptáculo 22 de aplicación del acabado del hilado, como se conoce generalmente en la técnica. Puede aplicarse cualquier lubricante adecuado al haz de fibras 28. Por ejemplo, se puede aplicar un acabado adecuado de base oleosa tal como Lurol PP-912, disponible a través de Ghoulston Technologies, Inc. al haz de fibras 28. La adición de un revestimiento de acabado o lubricante puede mejorar la manipulación del haz de fibras durante el procesamiento subsiguiente y también puede reducir la fricción y la acumulación de electricidad estática en el hilo acabado. Además, una capa de acabado sobre el hilo puede mejorar el deslizamiento entre los filamentos individuales del hilo durante el proceso de estiramiento y puede aumentar la relación de estiramiento alcanzable y, por lo tanto, aumentar el módulo y la tenacidad del hilo estirado de múltiples filamentos.
- Después del templado del haz de fibras 28 y de cualquiera de las etapas de proceso opcionales, se puede estirar el haz de fibras al aplicar calor. Por ejemplo, en una realización, se puede estirar el haz de fibras 28 en un horno 43 calentado a una temperatura de entre aproximadamente 80°C y aproximadamente 170°C. En particular, el haz de fibras 28 puede ser estirado con una relación de estiramiento (definida como la relación de la velocidad del segundo rodillo 34 o rodillo de estiramiento final con respecto al primer rodillo de estiramiento 32) mayor a aproximadamente 6. En una realización, la relación de estiramiento del primer (o único) estiramiento puede estar entre aproximadamente 6 y aproximadamente 25. En otra realización, la relación de estiramiento puede ser mayor a aproximadamente 10, por ejemplo, mayor a aproximadamente 15. Adicionalmente, el hilo puede ser envuelto sobre los cilindros 32, 34 como se conoce generalmente en la técnica. Por ejemplo, en una realización, se pueden colocar

entre aproximadamente 5 y aproximadamente 15 envolturas del hilo en los rodillos de estiramiento.

5 Aunque la realización ilustrada utiliza una serie de rodillos de estiramiento para los fines de estirar el hilo, debe entenderse que puede ser opcionalmente utilizado cualquier procedimiento adecuado que pueda colocar una fuerza sobre el hilo para alargar el hilo después de la etapa de templado. Por ejemplo, se puede utilizar opcionalmente cualquier aparato mecánico que incluya rodillos prensa, rodillos de estiramiento, camisas de vapor, aire, vapor u otros chorros gaseosos para estirar el hilo. Después de la etapa de estiramiento del hilo, se puede enfriar el hilo 30 de múltiples filamentos y enrollarlo sobre un rodillo 40 de recolección.

10 En una realización, el hilo 30 acabado de múltiples filamentos puede enrollarse sobre una bobina o carrete 40 de recolección, como se muestra, y transportarse a un segundo lugar para la formación de los materiales compuestos de la presente invención. En una realización alternativa, el hilo de múltiples filamentos puede ser alimentado directamente a una segunda línea de procesamiento, donde puede procesarse adicionalmente el hilo.

15 La invención no está limitada a fibras de múltiples filamentos de alto módulo formadas de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente. Por ejemplo, en otra realización, una o más capas de las estructuras compuestas descritas pueden incorporar fibras de poliolefina de alto módulo formadas a partir de una película extrudida. Por ejemplo, puede utilizarse una película procesada en estado fundido de alto módulo tal como la descrita en la patente estadounidense No. 6.110.588 de Pérez, et al., para formar fibras y bandas fibrosas para las estructuras compuestas descritas.

20 En una realización, se puede formar primero una película procesada en estado fundido semicristalina, altamente orientada, con una cristalinidad inducida. Se puede obtener una cristalinidad inducida mayor que la normalmente alcanzable en una película procesada en estado fundido por una combinación de moldeo y procesamiento subsiguiente tal como calandrado, recocido, estiramiento, y/o recristalización. Después de la formación de la película, la película se puede procesar adicionalmente para formar las fibras y telas para uso en las estructuras compuestas de la invención.

30 Una forma de realización para formar una película de poliolefina extrudida en estado fundido de alto módulo se ilustra esquemáticamente en la Figura 2. Como se puede observar, de acuerdo con esta realización, se puede proporcionar una composición polimérica al aparato 112 de extrusión y se puede extrudir a través de un cabezal 114 en forma de una película o lámina 109. El grosor de la película 109 se puede elegir generalmente de acuerdo con el uso final deseado y puede lograrse mediante el control de las condiciones del proceso. Por ejemplo, la película 109 moldeada puede tener un grosor en una realización de menos de 2,5 mm (100 milésimas de pulgada). En una realización, la película 109 puede tener un espesor entre 0,8 y 1,8 mm (30 y 70 milésimas de pulgada). Sin embargo, dependiendo de las características deseadas para las fibras que se formarán a partir de la película, la película 109 se puede moldear opcionalmente hasta espesores fuera de este intervalo.

40 Después de la extrusión, la película 114 puede ser templada en un tambor 102 de moldeo caliente, cuya superficie puede mantenerse a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea, pero por debajo de la temperatura de fusión de la composición polimérica. Sin embargo, el templado en un tambor de moldeo caliente no es un requisito de esta realización particular, y en otras realizaciones, se puede templar la película al aire o en un fluido tal como agua, que puede calentarse, como en el proceso de formación de fibras de múltiples filamentos descrito más arriba.

45 En otra realización, la película se puede templar rápidamente a una temperatura por debajo de la temperatura de cristalización y aumentar luego la cristalinidad mediante cristalización inducida por tensión; por ejemplo, por estiramiento a una relación de estiramiento de al menos 2:1.

50 Después del moldeo (y estiramiento, si lo hay), se puede calandrar la película 109, como en 104. El calandrado puede permitir alcanzar una mayor orientación molecular y permitir relaciones posteriores de estiramiento superiores. En una realización, el calandrado se puede realizar a o por encima de la temperatura de cristalización alfa. La temperatura de cristalización alfa se describe aquí como la temperatura a la que las subunidades de cristales pueden ser movidas dentro de la unidad de cristal lamelar más grande.

55 Después del calandrado, la película 109 puede ser estirada bajo condiciones de flujo plásticas que están por debajo de aquellas en las que podría tener lugar un fallo catastrófico de la película. Cuando se considera el polipropileno, las películas se pueden estirar a una longitud de al menos aproximadamente 5 veces la longitud extrudida. En una realización, al considerar tanto las etapas de calandrado como de estiramiento, la relación de estiramiento combinada puede ser de al menos 10:1. En una realización, la relación de estiramiento combinada para una película de polipropileno puede estar entre aproximadamente 10:1 y aproximadamente 40:1.

60 Al igual que con el procedimiento de formación de fibras de múltiples filamentos expuesto anteriormente, se puede realizar un estirado a una temperatura elevada, por ejemplo, en un horno 143, usando rodillos de estiramiento calentados, o similares. Además, la etapa de estiramiento puede utilizar dos rodillos de estiramiento, 132, 134, como se ilustra, u opcionalmente rodillos de estiramiento múltiples, así como cualquier otro método de estiramiento

adecuado.

Después de la etapa de estiramiento, la película 109 altamente orientada puede ser recogida sobre un rodillo 140 para procesamiento adicional u opcionalmente enviada inmediatamente a una segunda línea para procesamiento adicional. El grosor final de la película puede determinarse generalmente por combinación del espesor de moldeado, el espesor de calandrado y la relación de estiramiento. En una realización, el espesor final de la película puede estar entre aproximadamente 0,025 a aproximadamente 0,5 mm (aproximadamente 1 y aproximadamente 20 milésimas de pulgada). En otra realización, el espesor de la película puede estar entre aproximadamente 0,075 a aproximadamente 0,25 mm (aproximadamente 3 y aproximadamente 10 milésimas de pulgada).

Después de la formación de la película altamente cristalina altamente orientada, se puede procesar adicionalmente la película para formar fibras de alto módulo para su uso en las estructuras compuestas descritas. Por ejemplo, en una realización, se puede rebanar o cortar la película de acuerdo con métodos que se conocen generalmente en la técnica para formar una pluralidad de fibras de cinta de alto módulo.

En otra realización, la película puede ser fibrilada y/o microfibrilada para liberar macrofibras y/o microfibras de la película. Por ejemplo, en una realización, puede someterse la película a una etapa de fibrilación usando medios mecánicos convencionales para liberar fibras macroscópicas de la película altamente orientada. Un ejemplo de un medio de fibrilación mecánica utiliza un tambor o rodillo giratorio que tiene elementos de corte tales como agujas o dientes que pueden entrar en contacto con la película a medida que se mueve más allá del tambor. Los dientes pueden penetrar total o parcialmente la superficie de la película para impartir una superficie fibrilada a la misma. Se conocen otros tratamientos de microfibrilación similares e incluyen acciones mecánicas tales como torsión, cepillado (como con un rodillo de puercoespín), frotamiento, por ejemplo, con almohadillas de cuero, y flexión. Las fibras obtenidas por tales procedimientos de fibrilación convencionales pueden tener un tamaño macroscópico, son generalmente de varios centenares de micrómetros en sección transversal, y pueden ser o bien separadas parcialmente o separadas completamente de la película.

Opcionalmente, la película orientada puede ser microfibrilada impartiendo suficiente energía de fluido a la misma para liberar microfibras de la película. Por ejemplo, una o ambas superficies de la película pueden ponerse en contacto con un fluido de alta presión a través, por ejemplo, de una multitud de chorros de fluido. Puede usarse cualquier tipo de fluido líquido o gaseoso. Los fluidos líquidos pueden incluir agua o disolventes orgánicos tales como etanol o metanol. Pueden utilizarse gases adecuados tales como nitrógeno, aire o dióxido de carbono, así como mezclas de líquidos o mezclas de gases. Cualquiera de tales fluidos es preferiblemente uno que no es sustancialmente absorbido por la matriz polimérica, ya que podría reducir la orientación y el grado de cristalinidad de las microfibras. En otra realización, la microfibrilación puede llevarse a cabo sumergiendo la película en un medio de cavitación de alta energía. Por ejemplo, aplicando energía ultrasónica al fluido en el que se sumerge la película.

Las microfibrillas formadas de acuerdo con tal procedimiento tienen generalmente varios órdenes de magnitud más pequeños en diámetro que las fibras obtenidas por medios mecánicos y pueden variar en tamaño desde menos de aproximadamente 0,01 micrómetros hasta aproximadamente 20 micrómetros.

Cuando se utiliza un proceso de microfibrilación, muchas, si no todas, las microfibras pueden permanecer unidas a la película. Ventajosamente, el artículo microfibrilado, que incluye las microfibras parcialmente separadas de la película, puede proporcionar un medio conveniente y seguro de manipular, almacenar y transportar las microfibras. Si se desea, las microfibras se pueden recoger de la superficie de la película por medios mecánicos tales como con un rodillo de puercoespín, raspado y similares y luego se utilizan para formar las estructuras compuestas descritas. Opcionalmente, sin embargo, se puede usar la banda que incluye una pluralidad de microfibras y/o macrofibras parcialmente separadas tal como en las estructuras compuestas. En particular, la banda que incluye una pluralidad de microfibras y/o macrofibras de alto módulo puede formar una banda no tejida para su inclusión como una capa única en las estructuras compuestas descritas.

Cuando se consideran fibras de polipropileno de alto módulo formadas de acuerdo con un proceso de extrusión en estado fundido, tal como las ilustradas en las Figuras 1 y 2, las fibras pueden ser altamente cristalinas y altamente orientadas, con poca o ninguna estructura lamelar. En particular, las fibras individuales (por ejemplo, filamentos individuales de un hilo de múltiples filamentos) pueden poseer una cristalinidad superior a aproximadamente el 80% de acuerdo con las técnicas de medición WAXS. Por ejemplo, la Figura 3 ilustra el patrón de dispersión WAXS de un ejemplo de una fibra de polipropileno de alto módulo de los materiales compuestos descritos formados a partir de una masa fundida. Esta fibra particular se extrajo de un hilo que se formó a partir de una masa fundida por extrusión a través de un hilador con ocho orificios de 0,012 pulgadas de diámetro cada uno, se templó en un baño de agua a 73°C y se estiró a una relación de estiramiento de 16,2. El hilo estirado tenía un denier final de 406 gramos/9000 m. Como se puede ver con referencia a la figura, donde 0ϕ es paralela a la fibra, la región amorfa de la fibra puede ser 20 de 10 a 30 y ϕ de 60 a 90 (la región oscura cerca de la parte baja de la figura 3), y la región cristalina puede ser 20 de 10 a 30 y ϕ de -15 a 15 (incluyendo puntos brillantes en los lados de la Figura 3). Así, integrando la intensidad de la dispersión de rayos X en las regiones cristalina y amorfa, se puede obtener la cristalinidad del filamento como

$$\frac{(I_x - I_A)}{I_x}$$

en donde: I_x es la intensidad en la región cristalina e
 I_A es la intensidad en la región amorfa.

5 Además, las fibras de poliolefina pueden estar altamente orientadas, como se muestra por la estrecha anchura de los picos de WAXS en la Figura 3.

10 La Figura 4 es el patrón SAXS del filamento mostrado en la Figura 3. Como puede verse, ninguna de las estructuras esperadas relativas a la forma cristalina, la orientación y las regiones amorfas aparecen en la Figura, y la fibra parece no tener ninguna región amorfa verdadera en absoluto, pero parece estar compuesta enteramente de regiones cristalinas y regiones amorfas altamente orientadas.

15 Los patrones SAXS de fibras de poliolefina de módulo inferior incluyen generalmente regiones cristalinas y amorfas alternadas que aparecen como puntos brillantes de intensidad de dispersión en el eje del hilo. (Véase, por ejemplo, Polypropylene Fibers - Science and Technology, M. Ahmed, Elsevier Scientific Publishing Company, 1982, páginas 192-203). Las posiciones de estos sitios se pueden utilizar para obtener el espaciamiento de período largo entre las regiones cristalinas repetidas. La ausencia de estos sitios en la Figura 4 indica que cualquier región amorfa en la fibra de la Figura 4 tiene una densidad de electrones casi idéntica a las regiones cristalinas, y está compuesta por lo
 20 tanto de cadenas amorfas densas, altamente orientada o están ausentes por completo. Cuando se combina con el patrón de WAXS de la Figura 3, que indica que la intensidad amorfa es de al menos 15%, se puede suponer que las regiones amorfas del filamento ilustrado están constituidas probablemente por cadenas altamente orientadas.

25 Además, la dispersión ecuatorial en los patrones SAXS, en general, se origina desde el centro normal hasta el eje de la fibra y se proyecta en una veta larga y delgada alejándose del centro en cada dirección. En la fibra ilustrada, y en referencia adicional a la Figura 4, estas vetas de dispersión ecuatorial se han amplificado enormemente, hasta el punto de que se describen más adecuadamente como "alas". Esta dispersión ecuatorial surge de la fibrilación de los segmentos cristalinos en conjuntos de agujas más claramente definidas. Una larga veta ecuatorial surge de una alta concentración de estructuras cilíndricas de tipo shish en el hilo con las lamelas organizadas entre o alrededor de los shishes, como "pinchos". Estas vetas generalmente aparecen en situaciones de estiramientos mayores tales como
 30 las de la presente invención.

35 Como puede verse también en la Figura 4, los filamentos pueden describir una reflexión meridional casi ausente y una dispersión ecuatorial que es fuerte, de tal manera que la proporción de dispersión de la intensidad de dispersión ecuatorial a la meridional es alta, pero sigue habiendo* un fuerte contraste de densidad como la indicada por la intensidad total.

40 En general, las fibras de alto módulo adecuadas para su uso en la formación de los materiales compuestos descritos pueden tener características SAXS que incluyen una relación de intensidad ecuatorial a intensidad meridional mayor a aproximadamente 1,0. En una realización, esta relación puede ser mayor a aproximadamente 3. Las fibras pueden exhibir generalmente una intensidad ecuatorial integrada desde 2θ entre aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,0 y ϕ de aproximadamente 60 a aproximadamente 120 y de aproximadamente 240 a aproximadamente 300 (cero ϕ siendo paralelo al hilo, o vertical en referencia a la Figura 4). Además, las fibras pueden exhibir una intensidad meridional integrada desde 2θ entre aproximadamente 0,4 y aproximadamente 1,0 y ϕ de aproximadamente -60 a
 45 aproximadamente 60 y de aproximadamente 120 a aproximadamente 240.

50 En otra realización, una o más capas de las estructuras compuestas pueden incluir fibras de poliolefina de alto módulo formadas de acuerdo con un proceso de hilado en solución, como se conoce generalmente en la técnica. Por ejemplo, las capas del material compuesto pueden incorporar fibras de poliolefina de alto módulo formadas de acuerdo con los ejemplos de los procedimientos de hilado en solución como se describe en la patente estadounidense No. 4.413.110 de Kavesh et al., y la patente estadounidense No. 4.137.394 de Meihuizen, et al., o la patente estadounidense No. 5.958.582 de Dunbar, et al.

55 De acuerdo con la presente invención, se describen estructuras compuestas de múltiples capas que incluyen una pluralidad de fibras de polipropileno de alta tenacidad y alto módulo en al menos una capa. Los materiales compuestos descritos también incluyen una segunda capa que puede ser igual o diferente de la primera capa, y un agente aglutinante polimérico. Se ha descubierto que, debido a las características únicas y beneficiosas de las fibras de poliolefina de alta resistencia y, en particular, aquellas que exhiben un alto módulo y alta tenacidad en combinación con baja densidad y baja constante dieléctrica, estos materiales pueden combinarse beneficiosamente
 60 con un agente aglutinante polimérico adecuada de acuerdo con cualquier procedimiento combinatorio adecuado y opcionalmente junto con capas formadas de otros materiales para formar los materiales compuestos de la presente invención.

De acuerdo con la invención, una o más capas de los compuestos descritos pueden ser tejidos, no tejidos o tejidos de punto que incorporan las fibras de poliolefina de alto módulo. El término "tejido" se define aquí para abarcar cualquier estructura textil plana producida por el entrelazado de hilos, fibras de múltiples filamentos, fibras de un solo filamento o alguna combinación de las mismas. De acuerdo con esto, una o más capas de los materiales compuestos descritos pueden incluir las fibras de poliolefina de alto módulo en un patrón predeterminado, organizado y entrelazado, denominado aquí tela tejida (es decir, un tejido formado de acuerdo con un procedimiento de tejido y/o tricotado), u opcionalmente puede incluir las fibras en un patrón aleatorio (una tela no tejida), o en un tejido impregnado previamente unidireccional, en el que múltiples fibras unidireccionales están alineadas y mantenidas en una matriz de un agente aglutinante polimérico.

Una tela tejida de las estructuras compuestas descritas puede formarse de acuerdo con cualquier proceso de formación de textiles y utilizar cualquier sistema y dispositivo de formación de textiles tejidos y/o tricotado como se conocen generalmente en la técnica adecuados para su uso con fibras que contienen poliolefina, tales como aquellos descritos en la presente memoria. Por ejemplo, para su inclusión en un material de placa de circuito delgado, la tela podría estar hecha de un hilo pequeño, de aproximadamente 40 denier, e incluida en una estructura de tejido de hasta 100 tramas por pulgada en una o ambas direcciones. Para estructuras más grandes, la tela podría estar compuesta de un hilo más grande, de hasta aproximadamente 10.000 denier o incluso más alto, y tejido en una estructura con sólo 10 o incluso menos tramas por pulgada. De esta manera, pueden prepararse compuestos de diferentes espesores y propiedades físicas. Además, cualquier patrón de tejido que permita que la resistencia del hilo sea transferida al componente de resina es aceptable. Por ejemplo, se pueden utilizar patrones de tejido tales como sarga y raso que son bien conocidos en la técnica a lo largo o en combinación en las estructuras descritas.

Una tela no tejida que incorpora las fibras de poliolefina de alto módulo puede formarse de acuerdo con cualquier proceso de formación adecuado como se conoce generalmente en la técnica. Por ejemplo, después de la formación, se puede colocar aleatoriamente una pluralidad de fibras que incluyen las fibras de poliolefina de alto módulo descritas en un tejido de formación corrediza de acuerdo con cualquier procedimiento conocido y unidas entre sí utilizando un adhesivo, calor aplicado, presión aplicada o alguna combinación de los mismos. Los adhesivos adecuados son generalmente conocidos en la técnica y pueden aplicarse durante el proceso de formación de fibras o durante el proceso de formación de la banda, según se desee. En una realización, una tela no tejida puede incluir una pluralidad de macrofibras y/o microfibras parcialmente y/o completamente liberadas de una película de poliolefina altamente cristalina.

En una realización, una capa para su inclusión en los compuestos descritos puede estar formada enteramente por las fibras de polipropileno de alto módulo y alta tenacidad. Por ejemplo, tanto los hilos de pasada como los hilos de urdimbre de una capa de tela tejida pueden ser exclusivamente hilos de polipropileno de alto módulo. Opcionalmente, sin embargo, las estructuras compuestas de la invención pueden incluir otros materiales, además de las fibras de polipropileno de alto módulo y un agente aglutinante polimérico. Por ejemplo, en una realización, la estructura compuesta puede incluir una o más capas que incluyen fibras de polipropileno de alto módulo, y esta capa puede ser ella misma un material compuesto.

Por ejemplo, en una realización, una capa del material compuesto puede incluir fibras de polipropileno de alto módulo como componente de un hilo compuesto. Un hilo compuesto se define aquí para abarcar un hilo formado a partir de la combinación de dos tipos de fibras diferentes. Por ejemplo, una fibra de polipropileno de alto módulo puede combinarse con una fibra de un material diferente tal como, pero no limitado a, fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras metálicas o fibras formadas de otros polímeros tales como, por ejemplo, poliolefinas de alto rendimiento tales como polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE), fibras basadas en fluorocarbono tales como politetrafluoroetileno (PTFE), o poliamidas tales como poliparafenileno tereftalamida para formar un hilo compuesto.

Los ejemplos de fibras compuestas ejemplares pueden formarse de acuerdo con cualquier proceso adecuado de formación de fibras compuestas. Por ejemplo, se pueden combinar dos o más fibras mediante torsión, textura de torsión falsa, textura de aire o cualquier otro proceso de texturización o combinación de hilos. En una realización, puede formarse un hilo compuesto que incluye un núcleo interno formado de un primer material y una envoltura exterior que comprende un material diferente, y en una realización particular, una fibra de polipropileno de alto módulo como se describe aquí. Un ejemplo de un método para la formación de tales hilos compuestos se ha descrito en la patente estadounidense No. 6.701, 703 de Patrick. En otra realización, se puede formar un hilo compuesto de acuerdo con un método combinatorio de chorro de aire, tal como el descrito en la patente estadounidense No. 6.440.558 de Klaus, et al. Sin embargo, estos son simplemente ejemplos de métodos, y múltiples procedimientos combinatorios adecuados de este tipo son bien conocidos por un experto en la técnica, y por lo tanto no se describen aquí en detalle.

En una realización de hilo compuesto, el hilo compuesto puede incluir dos o más fibras de poliolefina que tienen temperaturas de fusión que difieren en una cantidad significativa. Por ejemplo, un ejemplo de hilo compuesto puede incluir un hilo de polipropileno de alto módulo que tiene una temperatura de fusión de aproximadamente 165°C combinada con un hilo de polietileno que tiene una temperatura de fusión de aproximadamente 135°C. De acuerdo con esta realización particular, las telas tejidas que incluyen el hilo compuesto se pueden comprimir con otras capas

bajo calor y presión suficientes para fundir el constituyente de fusión inferior y pueden actuar como el material de unión polimérico antes mencionado que proporciona una matriz polimérica reforzada por el hilo de polipropileno de alto módulo como una capa en la estructura compuesta. Para el componente de baja temperatura de fusión, son posibles polímeros múltiples o mezclas de polímeros que tienen una temperatura de fusión apropiadamente baja y son bien conocidos por los expertos en la técnica y, por lo tanto, no necesitan ser descritos en detalle en la presente memoria.

En otra realización, una o más capas de la estructura compuesta pueden ser una tela compuesta que puede incluir una mezcla de fibras o tipos de hilos en la tela. Por ejemplo, se puede formar una tela tejida que incluya hilos de polipropileno de alto módulo o materiales compuestos de los mismos en combinación con hilos o fibras de diferentes materiales, tales como, por ejemplo, materiales tales como aquellos discutidos anteriormente en referencia con la formación de hilos compuestos. Por ejemplo, puede formarse un tejido que incluye una pluralidad de hilos de polipropileno de alto módulo en combinación con fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida, fibras compuestas o similares que pueden incluirse intermitentemente a lo largo del tejido.

De acuerdo con esta realización particular, el tamaño, el número total, la dirección y localización de las fibras secundarias en el tejido pueden controlarse para ayudar a definir las características específicas de la capa de tejido. Por ejemplo, la estructura compuesta puede incluir una o más capas individuales de tela tejida que son anisotrópicas con respecto a las características de flexión y/o de resistencia a la tracción que pueden controlarse mediante la adición de fibras secundarias en posiciones predeterminadas en la urdimbre y/o trama del tejido.

Además, una o más capas que incorporan una pluralidad de fibras de polipropileno de alto módulo, las estructuras compuestas de la invención descrita también pueden incluir una o más capas adicionales que no necesariamente incluyen fibras de polipropileno de alto módulo. Una lista no limitativa de materiales que se pueden incluir de manera beneficiosa como una o más capas de las estructuras compuestas descritas puede incluir, por ejemplo, telas tejidas y no tejidas de fibra de vidrio; telas tejidas y no tejidas de fibra de carbono; tejidos poliméricos, telas no tejidas, películas, láminas y similares que pueden incluir cualquiera de una variedad de fibras poliméricas, matrices poliméricas o alguna combinación de las mismas, incluyendo, por ejemplo, matrices termoestables reforzadas con fibras formadas con polímeros halogenados (por ejemplo PTFE, PVC, PVA, etc.), poliaramidas (por ejemplo, Kevlar®), UHMWPE, y similares; películas y láminas metálicas; y/o materiales de cristal líquido.

Estas capas adicionales pueden añadir características físicas deseables a la estructura compuesta tal como resistencia a la tracción, resistencia a la flexión o fuerza de penetración en dirección transversal. Por ejemplo, la estructura compuesta puede incluir uno o más materiales que pueden aumentar la resistencia de la estructura en capas a la perforación o infiltración por una sustancia extraña (por ejemplo, proyectiles, permeación de líquidos, y similares) en dirección transversal.

En una realización, una o más capas del material compuesto pueden mejorar características eléctricas particulares de la estructura. Por ejemplo, la estructura compuesta puede incluir una capa de un material dieléctrico eléctricamente aislante sobre el cual se puede aplicar un metal, por ejemplo, en la formación de un patrón de circuito en un dispositivo eléctrico.

Cualquier capa de las estructuras compuestas descritas puede opcionalmente ser continua o discontinua a través de toda la estructura. Por ejemplo, en el ejemplo particular de una estructura compuesta para uso en un dispositivo eléctrico, una o más capas de la estructura compuesta pueden incluir materiales conductores dispuestos en un patrón particular para formar un circuito eléctrico sobre la estructura. Como se define en la presente memoria, la formación modelada de materiales tales como materiales conductores, puede considerarse una sola capa de las estructuras compuestas descritas, aunque la formación puede ser discontinua a través de la superficie de una capa adyacente de la estructura. Por ejemplo, varias capas de material compuesto pueden ser modeladas cada una con materiales conductores eléctricos para formar un circuito, y luego estas capas se combinan para formar una placa de circuito eléctrico multicapa como es bien conocido en la técnica.

Antes de combinar múltiples capas individuales de las estructuras compuestas descritas, puede ser beneficioso en ciertas realizaciones tratar previamente uno o más de los materiales del material compuesto. Por ejemplo, en una realización, se puede tratar previamente una fibra o una capa formada para mejorar ciertas características de la fibra o capa, tales como humectabilidad o adhesión, por ejemplo. Por ejemplo, una fibra puede ser fibrilada, sometida a tratamientos con plasma o en corona, o puede tratarse con un encolado superficial, todos los cuales son generalmente conocidos en la técnica, para mejorar o reforzar las características físicas. En una realización, las fibras o la capa pueden tratarse para aumentar el área superficial del material, por ejemplo, mediante un proceso de fibrilación, con el fin de aumentar el área disponible para la posterior aplicación de aglutinante y mejorar así la adhesión a capas adyacentes. Por ejemplo, las fibras, películas o tejidos pueden ser fibrilados o microfibrilados de acuerdo con los métodos descritos anteriormente o métodos similares tales como los que se conocen generalmente en la técnica para mejorar la adhesión inter capas e intra capas.

En otra realización, puede ser beneficioso volver funcional la superficie de los materiales que forman una o más capas para promover la formación de una unión más fuerte entre las capas durante el proceso de formación de

material compuesto. En tales realizaciones, la funcionalidad puede obtenerse según cualquier método adecuado. Por ejemplo, se puede recubrir un encolado de fibras sobre las fibras individuales antes de formar una capa de tejido o, opcionalmente, sobre el propio tejido. Un encolado adecuado puede incluir cualquier encolado que sea capaz de unirse a la superficie de la fibra mientras deja grupos reactivos para unirse a una resina matriz o para unirse directamente a otra capa del material compuesto.

En una realización particular, los materiales orgánicos que se incluyen en la estructura compuesta y, en particular, las fibras de polipropileno de alto módulo o capa formada de las mismas se pueden oxidar antes de combinar capas individuales entre sí, para promover una mejor unión de capas. Por ejemplo, las fibras de polipropileno de alto módulo se pueden oxidar antes o después de un proceso de formación de tejido de acuerdo con cualquier método de oxidación adecuado que incluye, pero sin limitarse a, descarga en corona, oxidación química, tratamiento con llama, tratamiento con plasma de oxígeno o radiación UV. En un ejemplo particular, se puede formar un plasma de presión atmosférica tal como el creado con una unidad Enercon Plasma3 que utiliza una atmósfera de 80% de helio y 20% de oxígeno a un nivel de potencia moderado y se puede tratar un tejido o fibra con el plasma para crear grupos reactivos que pueden mejorar la humectación y unión de las fibras a resinas termoestables tales como sistemas de resina de poliéster epoxi o insaturada.

Las capas de los materiales compuestos descritos pueden combinarse de acuerdo con cualquiera entre una variedad de procedimientos adecuados que utilizan un agente aglutinante polimérico. Para los propósitos de la presente descripción, los procesos de formación de material compuesto han sido ampliamente clasificados como procesos de formación de moldeo por compresión o procesos de moldeo por resina termoestable. Opcionalmente, se puede utilizar una combinación de ambos tipos de procesos para combinar las capas. Por ejemplo, dos o más de las capas a incorporar en el producto final pueden combinarse primero mediante un proceso de moldeo por compresión para formar un laminado intermedio, y después de este proceso inicial pueden combinarse uno o más laminados intermedios entre sí o con otras capas a través de un proceso de moldeo de resina termoestable para producir la estructura compuesta acabada.

En una realización, puede utilizarse un proceso de moldeo por compresión en el que las capas pueden ser moldeadas por compresión entre sí con la inclusión de un agente aglutinante termoplástico de bajo punto de fusión como material de matriz dentro y/o entre las capas del material compuesto. Por ejemplo, en una realización, se puede incluir una capa de una película termoplástica de baja fusión entre las otras capas del material compuesto. De acuerdo con esta realización, la película termoplástica puede tener una temperatura de fusión menor que la de los materiales de las capas adyacentes, y en particular, menor que la de la fibra de polipropileno de alto módulo. Tras la adición de calor y presión durante un proceso de moldeo por compresión, la película termoplástica puede fundirse al menos parcialmente y actuar como agente aglutinante.

En otra realización, un agente aglutinante de la resina termoplástica puede recubrirse sobre hilos, fibras o capas individuales antes del ensamblaje de la estructura compuesta. Por ejemplo, hilados individuales o fibras y/o capas acabadas del material compuesto pueden recubrirse por extrusión con una resina termoplástica que tiene un punto de fusión inferior al de las fibras de polipropileno de alto módulo. Tras la aplicación de calor y presión durante un proceso de moldeo por compresión, el material termoplástico puede fundirse al menos parcialmente y fijar firmemente las capas entre sí.

Las posibles resinas termoplásticas y películas para uso como agente aglutinante en procesos de moldeo por compresión pueden incluir, por ejemplo, polietilenos de bajo punto de fusión, copolímeros de polipropileno de bajo punto de fusión o fluoropolímeros de bajo punto de fusión, como se conocen generalmente en la técnica. Las capas adyacentes que pueden ser aseguradas mediante procesos de moldeo por compresión pueden ser iguales o diferentes entre sí. Por ejemplo, mientras que dos o más tejidos de polipropileno adyacentes y esencialmente idénticos se pueden asegurar utilizando procesos de moldeo por compresión, tales procedimientos también pueden ser utilizados para asegurar capas que no son idénticas.

Las capas adyacentes de los materiales compuestos descritos también pueden fijarse entre sí a través de un proceso de moldeo de resina termoestable utilizando un agente aglutinante termoestable. Como generalmente se conoce en la técnica, tal procedimiento puede incluir la aplicación de una resina de matriz termoestable a una o más capas individuales u, opcionalmente, a las fibras que forman una capa individual, poniendo las capas individuales próximas entre sí, conformando la estructura de múltiples capas, tal como en un molde, y curando la resina termoestable para asegurar las capas entre sí, curando opcionalmente mientras la estructura se mantiene bajo presión. Opcionalmente, la resina termoestable se puede aplicar a la estructura de múltiples capas después de que las capas individuales han sido reunidas y conformadas, por ejemplo, mediante inyección de un agente aglutinante termoestable líquido en el molde, pero, en cualquier caso, después del curado de la resina termoestable, la resina puede formar una matriz alrededor y entre otros constituyentes de los materiales compuestos y asegurar la estructura.

Las resinas termoestables adecuadas para uso de acuerdo con esta realización pueden incluir generalmente cualquier resina de matriz termoestable estándar. Opcionalmente, y dependiendo del uso x del producto de múltiples capas, las resinas termoestables pueden elegirse basándose en características físicas o eléctricas específicas del

material. Por ejemplo, cuando se considera la formación de una estructura compuesta para uso en una aplicación eléctrica, puede ser beneficioso utilizar una resina termoestable de baja pérdida, tal como se conoce generalmente en la técnica.

5 Los ejemplos de resinas termoestables adecuadas para uso en la formación de las estructuras compuestas de la presente invención pueden incluir, pero sin limitarse a, polímeros fenólicos, polímeros de melamina, epoxis, siliconas, poliésteres insaturados, poliuretanos, poliamidas, polibutadienos, amidas en bloque de poliéter polieterimidadas, poliimidadas, poliureas, ésteres vinílicos, fluoropolímeros, ésteres de cianato, poliisoprenos, copolímeros de bloque de dieno, tereftalato de polietileno (PET) y similares.

10 Las capas individuales de las estructuras descritas y/o los agentes aglutinantes poliméricos usados en las estructuras compuestas pueden incluir rellenos y/o materiales de refuerzo, como se conocen generalmente en la técnica. Por ejemplo, una o más capas pueden ser una tela reforzada fibrosa, por ejemplo, una tela reforzada con fibra de vidrio, o similar. Además, las capas individuales y/o los agentes aglutinantes de los materiales compuestos descritos pueden incluir rellenos como se conocen generalmente en la técnica. Por ejemplo, se pueden incluir rellenos cerámicos tales como sílice o rellenos tales como negro de humo en una o más capas, u opcionalmente en los agentes aglutinantes poliméricos u otros materiales de la matriz de las estructuras compuestas descritas. Se pueden incluir rellenos en una realización para proporcionar características eléctricas o mecánicas particulares a la estructura.

20 Las estructuras compuestas pueden incluir materiales previamente diseñados específicamente para formar un material compuesto para uso en una aplicación particular. Por ejemplo, debido a las constantes dieléctricas bajas de las poliolefinas utilizadas en los materiales compuestos, las estructuras compuestas pueden utilizarse beneficiosamente en muchas aplicaciones eléctricas de baja pérdida. En una realización particular, una o más capas del material compuesto pueden comprender una pluralidad de fibras de polipropileno de alto módulo, y la estructura compuesta puede ser esencialmente transparente a la radiación electromagnética. De acuerdo con esta realización particular, una construcción de la invención puede utilizarse de manera beneficiosa como una placa de circuito o como un recinto protector para un dispositivo de envío y/o recepción electromagnética, tal como una cubierta protectora. Los dispositivos eléctricos de la presente invención pueden presentar características mejoradas en comparación con dispositivos conocidos anteriormente que no incluyen fibras de poliolefina de alto módulo. Por ejemplo, la constante dieléctrica y/o pérdida dieléctrica puede ser menor que la de los laminados conocidos anteriormente utilizados en aplicaciones similares. Por ejemplo, los materiales compuestos de la presente invención pueden presentar una constante dieléctrica inferior a aproximadamente 3,5 en una realización. En otra realización, la constante dieléctrica puede ser inferior, por ejemplo, inferior a aproximadamente 3,0, o incluso inferior en otras realizaciones, por ejemplo, inferior a aproximadamente 2,7.

40 En una realización particular, una o ambas superficies exteriores de un dispositivo de la invención particularmente adecuado para aplicaciones eléctricas pueden incluir una fibra de refuerzo que tiene una alta estabilidad térmica, tal como vidrio, por ejemplo. Esto puede permitir que el dispositivo se utilice en procesos de alta temperatura tales como los que implican procesos de soldadura estándar, entre otros.

45 En una realización, se puede proporcionar un sustrato compuesto de baja pérdida como se describe en la presente invención a un costo menor que muchos sustratos de baja pérdida previamente conocidos debido a los costos relativamente bajos asociados con materiales de poliolefina, así como los métodos de formación de bajo costo que pueden ser utilizados en la formación de los materiales compuestos.

50 En una realización, se puede usar una estructura compuesta de la invención para formar una estructura protectora que puede ser esencialmente impermeable a la intemperie, suciedad y/u otros elementos que podrían dañar dispositivos que se pueden colocar dentro de la estructura protectora. En una realización particular, dicha estructura protectora y, en particular, la parte de la estructura protectora formada de un material compuesto de la presente invención puede ser transparente a ondas electromagnéticas de varias frecuencias. Como tal, podría proporcionarse una onda electromagnética, tal como la transmitida o recibida por una antena de comunicaciones, torre de microondas, un transmisor/receptor de radar, o cualquier otro dispositivo de transmisión. La estructura de protección podría así proteger los dispositivos eléctricos mantenidos dentro de la estructura de protección, pero no impediría el funcionamiento de los dispositivos, ya que las ondas electromagnéticas que pasan hacia y/o desde los dispositivos eléctricos mantenidos dentro de la estructura protectora pueden pasar a través de los compuestos laminados de la estructura protectora. Tal material laminado protector puede incluir varias estructuras compuestas como se describe aquí. Por ejemplo, en una realización, un material laminado electromagnéticamente transparente puede incluir una o ambas capas externas compuestas de vidrio, Kevlar o polietileno de peso molecular ultra alto, además de una o más capas internas que comprenden las fibras de polipropileno de alto módulo.

60 Un ejemplo particular de una estructura protectora electromagnéticamente transparente es una cubierta protectora dentro del cual se puede generar y transmitir una onda electromagnética desde una antena parabólica. La onda puede entonces pasar a través de la cubierta protectora, y en particular a través de esa porción de la cubierta protectora que comprende una estructura compuesta como se describe en la presente memoria. Después de la reflexión de la onda desde un objeto tal como una nube o un avión, la onda puede volver a pasar a través de la

cubierta protectora de nuevo y ser recibida nuevamente en la antena parabólica.

Otros métodos conocidos para transmitir y/o recibir ondas electromagnéticas pueden ser considerados opcionalmente para diversas aplicaciones eléctricas de la presente invención, además de las asociadas con aplicaciones de radar. Por ejemplo, una estructura protectora como la descrita aquí podría ser utilizada para alojar y proteger los láseres, máseres, diodos y otros dispositivos de generación y/o recepción de ondas electromagnéticas. En una realización particular, una estructura protectora como la descrita aquí puede ser utilizada junto con dispositivos que funcionan con ondas de radiofrecuencia, tales como aquellas entre aproximadamente 100 kHz y aproximadamente 100 GHz, o en una realización entre aproximadamente 1 MHz y aproximadamente 50 GHz, o entre aproximadamente 10 MHz y aproximadamente 20 GHz en otra realización. Las estructuras protectoras de la invención podrían ser útiles para proteger el equipo eléctrico usado para vigilar los patrones climáticos, controlar el tráfico aéreo o terrestre o detectar la presencia de aeronaves, botes u otros vehículos alrededor de instalaciones militares, incluyendo buques de guerra.

En otra realización eléctrica, una estructura compuesta laminada de la invención puede utilizarse como sustrato para circuitos eléctricos, y en particular para circuitos de alta frecuencia. Para los fines de la presente descripción, el término "alta frecuencia" se define aquí como superior a 100 KHz. Por consiguiente, las placas de circuitos eléctricos de alta frecuencia de la invención pueden utilizarse de forma beneficiosa para circuitos que puedan funcionar a una frecuencia mayor de aproximadamente 100 KHz. En una realización, los sustratos de la invención pueden utilizarse junto con circuitos de mayor frecuencia, por ejemplo, circuitos que funcionan a frecuencias superiores a aproximadamente 1 MHz o incluso superiores en otras realizaciones, por ejemplo, por encima de aproximadamente 1 GHz.

Las placas de circuitos de alta frecuencia se han formado en el pasado incluyendo capas conductoras que han sido adheridas a capas de sustrato tales como compuestos de vidrio y epoxi. Tales materiales compuestos de fibra de vidrio/epóxicos tienen sin embargo un alta constante dieléctrica y una alta pérdida. Los materiales compuestos tales como los descritos en la presente memoria que incluyen una pluralidad de fibras extrudidas en estado fundido con alto módulo pueden tener una constante dieléctrica menor que aquellos sustratos previamente conocidos. Por ejemplo, inferior a aproximadamente 3,0, o aproximadamente 2,5, o incluso inferior a aproximadamente 2,2 en algunas realizaciones.

Las placas de circuito según la presente invención pueden estar compuestas de múltiples capas, al menos una de las cuales incluye materiales conductores en un patrón predeterminado para formar un circuito eléctrico y al menos otra de las cuales es una capa de sustrato que incluye una pluralidad de fibras de poliolefina de alto módulo. Opcionalmente, se pueden incluir materiales conductores sobre múltiples capas y/o diferentes materiales conductores se pueden incluir en una sola capa y colocarse en comunicación eléctrica entre sí, por ejemplo, a través de orificios como es generalmente conocido en la industria. Opcionalmente, una o más capas del sustrato pueden estar formadas a partir de otros materiales no conductores, por ejemplo una o más capas de un material compuesto que comprende fibras de vidrio que pueden proporcionar beneficios estructurales adicionales al sustrato de múltiples capas, tales como, por ejemplo, un bajo coeficiente de dilatación térmica o la capacidad de exponerse a altas temperaturas durante un corto período de tiempo, tal como en una operación de soldadura utilizada para conectar cables, porciones de circuitos (por ejemplo, transistores, condensadores, diodos, etc.) y/o dispositivos externos a los circuitos situados sobre o en el sustrato.

En general, las placas de circuitos reveladas pueden usarse proporcionando primero una señal electromagnética de la frecuencia apropiada, transferir la señal a un circuito de la placa de circuitos a través de alambres, cables, juntas de soldadura y/u otros dispositivos como son bien conocidos en la técnica, la propagación de la señal a lo largo de la disposición conductora del circuito, que puede incluir bandas conductoras y/o líneas de banda, así como condensadores, transistores y cualquier otro componente de circuito como se conoce generalmente en la técnica y recibir esta señal en otro elemento, que puede ser interno o externo a la placa de circuitos, según se desee. Los elementos externos pueden incluir, por ejemplo, un chip de ordenador, un chip de memoria o cualquier otro dispositivo eléctrico externo. La señal puede proporcionarse opcionalmente mediante comunicación inalámbrica desde una antena, o alternativamente fuentes de alimentación de microondas tales como las disponibles en circuitos integrados o tubos de vacío, o cualquier otra fuente como son generalmente conocidas por los expertos en la técnica.

Las placas de circuitos reveladas pueden proporcionar los beneficios de una baja constante dieléctrica y baja pérdida dieléctrica, lo que puede resultar en una mayor integridad de la señal, menor pérdida de datos y menor voltaje de funcionamiento del circuito, entre otros beneficios que son bien conocidos en la técnica. Las placas de circuitos descritas pueden ser una parte integral de un teléfono celular, o utilizarse de manera beneficiosa en equipo de conmutación telefónica, ordenadores, dispositivos de microondas de alta potencia o cualquier otro dispositivo eléctrico que funcione en la frecuencia de microondas como se conoce generalmente en la técnica.

En otras realizaciones, las estructuras compuestas pueden incluir una o más capas que muestran alta resistencia a la flexión y/o módulo. Por ejemplo, pueden formarse una o más capas de un tejido o no tejido de fibra de vidrio, una poliaramida no tejida, tal como un tejido de Kevlar®, o una estera de fibra de carbono o un material no tejido. En una

realización particular, estos otros materiales pueden formar las capas externas de la estructura compuesta, con una o más capas que contienen poliolefina de alto módulo intercaladas entre las dos capas externas. Estas capas externas podrían proporcionar al compuesto las ventajas de estos materiales particulares, pero la estructura compuesta puede seguir siendo una construcción de peso mucho menor y/o una construcción de menor costo que los compuestos anteriormente conocidos, al tiempo que sigue alcanzando las características de resistencia deseadas debido a la inclusión de fibras de poliolefina de bajo costo, baja densidad y alto módulo en capas del material compuesto.

Por ejemplo, los materiales compuestos descritos pueden usarse para formar materiales extremadamente fuertes pero ligeros para uso en armaduras corporales, partes de vehículos incluyendo chasis y parachoques de automóviles, cascos de embarcaciones y cascos. En una realización, una estructura compuesta de la invención puede tener una densidad media baja, por ejemplo, menor que aproximadamente $1,5 \text{ g/cm}^3$. En otras realizaciones, la densidad promedio puede ser incluso menor, por ejemplo, menor a aproximadamente $1,2 \text{ g/cm}^3$, o incluso inferior, tal como aproximadamente menor a $1,1 \text{ g/cm}^3$. Estos materiales también pueden exhibir una excelente resistencia a la flexión y características de módulo de flexión. Por ejemplo, la resistencia a la flexión de los materiales compuestos puede ser mayor a aproximadamente 80 MPa, mayor a aproximadamente 100 MPa, o mayor a aproximadamente 150 MPa, en diversas realizaciones de la invención. El módulo de flexión puede ser también bastante alto, por ejemplo, mayor a aproximadamente 3 GPa, en una realización, o incluso mayor en otras realizaciones, por ejemplo, mayor a aproximadamente 10 GPa, o mayor a aproximadamente 15 GPa, en otras realizaciones.

Como es bien conocido en la técnica, la rigidez de un material compuesto laminado tal como los aquí descritos aumenta proporcionalmente con el cubo del espesor del material compuesto. Además, la mayor parte de la masa de la carga nacerá por las capas externas del material compuesto. De acuerdo con la presente invención, los materiales compuestos se pueden diseñar y construir de forma que puedan describir un aumento de espesor sin el esperado aumento de peso correspondiente, a través de la inclusión de materiales de baja densidad en el material compuesto. Además, las estructuras compuestas descritas pueden aprovechar al máximo los materiales experimentales, incluso más pesados y/o más costosos incluso en las capas exteriores del material compuesto. Por lo tanto, se pueden conseguir excelentes características de resistencia en los materiales compuestos a un costo y/o peso reducidos en comparación con materiales compuestos previamente conocidos que incorporan los materiales de módulo más alto (por ejemplo, vidrio, Kevlar®, etc.) a lo largo de la construcción.

La presente invención puede entenderse mejor con referencia a los siguientes ejemplos.

Ejemplo

Se formaron hilos de polipropileno de múltiples filamentos y alto módulo de acuerdo con un proceso tal como el que se ilustra en la Figura 1. Estos hilos de polipropileno de alto módulo se incorporaron en telas tejidas en un telar estrecho. Las fibras eran fibras de polipropileno de 1600 denier y 48 filamentos con un módulo de 16 GPa y una tenacidad de 700 MPa, y se incluyeron en el tejido a 12 tramas por pulgada. La trama estaba hecha de hilo de polipropileno de bajo módulo de 1200 denier, como es bien conocido en la técnica. Estas telas tejidas se utilizaron entonces en la formación de estructuras compuestas de múltiples capas como se describe en la presente memoria. Estas capas de tela se denominan HMPP en las tablas y Figuras que vienen a continuación. Antes de su inclusión en las estructuras compuestas, estos tejidos se trataron con plasma en un dispositivo de tratamiento de plasma Enercon Plasma3 usando una atmósfera de 80% de helio, 20% de oxígeno a una separación de 0,04 pulgadas, 50 pies/min y una potencia de 2 KW. Antes de este tratamiento, el nivel de dinas del tejido era de 32 según el método de medición de Enercon, y después del tratamiento el nivel de dinas se había elevado a 66. (Un nivel de dinas de 72 corresponde al humedecimiento con agua).

Las capas de HMPP se combinaron con otros materiales para formar estructuras compuestas como se describe aquí. Otras capas utilizadas se designan de la siguiente forma:

Tela de fibra de vidrio GLA, disponible a través de Fiberglast Company, producto No. 245 – C.

CAR tela de fibra de carbono, disponible a través de Defender Industries, producto No. 751434.

Tela tejida de polipropileno de bajo módulo PP, disponible a través de Defender Industries, producto No. 751422.

Tela de fibra de tereftalato de polietileno PET, disponible a través de Defender Industries, producto No. 751425.

Tela Kevlar® KEV, disponible a través de Defender Industries, producto No. 751429.

Tela tejida de hilos de polipropileno de alto módulo HMPP como se describió anteriormente.

Las capas individuales se recubrieron con una resina termoestable seleccionada de PET-F (resina de moldeo de poliéster 77-A, Fiberglast Company), PET-TAP (8777 Marine Vynil Ester Resin, disponible a través de TAP Plastics) y Epoxi-TAP elaborada a través de 8752 Marine Epoxy A Side Resine y 8722 Medium B Side Hardener en una proporción de 4:1, ambas de TAP Plastics). Las capas se juntaron entonces, el molde fue apretado a mano con abrazaderas tipo c y la resina termoestable se dejó curar. Los compuestos se prepararon como se muestra a continuación en la Tabla 1. Los compuestos marcados como 4/5 alternantes incluyen 4 capas del primer material listado que se alternan entre 5 capas del segundo material con el segundo material listado formando las capas exteriores de la construcción).

Tabla 1

Número de muestra	Número de capas	Composición de las capas	Resina	Densidad (g/cm ³)	Constante dieléctrica	Resistencia a la flexión (MPa)	Módulo de flexión (GPa)
1	8	HMPP	PET-F	1,06	2,769	93	3,8
2	6	GLA	PET-F	1,58	3,908	199	11,8
3	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	PET-F	1,17	2,94	132	9,2
4	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	PET-F	1,11			
5	8	PP	PET-F	1,02	2,699	64	2
6	8	PET	PET-F	1,23	3,187	68	2,8
7	1/6/1	KEV/HMPP/KEV	PET-F	1,09	2,837	135	8,1
8	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	PET-F	1,11	3,334	133	15,1
9	8	HMPP	PET-F	1,01			
10	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	PET-F	1,18			
11	8	HMPP	PET-TAP	0,98	2,4286	62,2	3,4
12	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	PET-TAP	1,20	2,746	90,6	11,3
13	2/4/2	GLA/HMPP/GLA	PET-TAP	1,40	3,1235	163,9	17,4
14	1/6/1	KEV/HMPP/KEV	PET-TAP	1,08	2,669	76,5	10,5
15	2/4/2	KEV/HMPP/KEV	PET-TAP	1,11	2,8892	132,8	19,7
16	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	PET-TAP	1,08		99,4	17,1
17	2/4/2	CAR/HMPP/CAR	PET-TAP	1,19		157,1	11,1
18	4/5 alternantes	HMPP/GLA	PET-TAP	1,45	3,2745	123,9	19,8
19	8	GLA	PET-TAP	1,86	4,5563	197,8	18,8
20	8	HMPP	Epoxi-TAP	1,01	2,6609	81,9	5,1
21	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	Epoxi-TAP	1,19	2,9732	130,9	12,6
22	2/4/2	GLA/HMPP/GLA	Epoxi-TAP	1,41	3,3276	186,6	16,4
23	1/6/1	KEV/HMPP/KEV	Epoxi-TAP	1,08	2,7934	124	15,8
24	2/4/2	KEV/HMPP/KEV	Epoxi-TAP	1,16	3,0519	138,3	18,3
25	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	Epoxi-TAP	1,06		100,8	19,6
26	2/4/2	CAR/HMPP/CAR	Epoxi-TAP	1,19		208,9	27,8
27	4/6 alternantes	HMPP/GLA	Epoxi-TAP	1,46	3,4273	121,2	13,8
28	8	GLA	Epoxi-TAP	1,84	4,7469	191,5	13,8

5 Las Figuras 5-8 ilustran las características físicas de ejemplos de estructuras compuestas de la presente invención (específicamente, las muestras Nos. 20-27 de la Tabla 1, anterior) en comparación con un material compuesto formado de ocho capas de un material de fibra de vidrio en combinación con una resina epóxica (muestra número 28 de la Tabla 1, anterior). Como se puede ver con referencia a las Figuras y la Tabla, los materiales compuestos de la presente invención pueden tener una constante dieléctrica baja y características de alta resistencia a una densidad global inferior en comparación con los materiales compuestos conocidos previamente.

10

Ejemplo 2

15

Se colocaron ocho capas de tejido HMPP alternando con una película de polietileno y después se comprimieron a 150°C y 8.000 psi durante 5 minutos. El material compuesto resultante tenía buena rigidez y dureza extraordinaria.

Además, se colocaron ocho capas de tejido HMPP alternando con una película de polipropileno de copolímero aleatorio (RCP) bajo condiciones similares. El material compuesto resultante era más fuerte y más rígido que el material compuesto que incluye la película de polietileno, y todavía extraordinariamente duro.

20

Como ejemplo comparativo, se superpusieron ocho capas de tejido HMPP junto con ningún agente aglutinante polimérico. Se comprimieron tres estructuras idénticas a 150°C, 155°C y 160°C, respectivamente, y se mantuvieron a 8000 psi durante 30 minutos. En cada caso, las capas resultantes se despegaron fácilmente, y a 160° C, se encontró que las fibras se habían reducido a la mitad de su longitud original.

25

REIVINDICACIONES

1. Una estructura compuesta de múltiples capas que comprende:
- 5 (i) una primera capa de tejido que comprende
- una pluralidad de fibras de poliolefina semicristalinas extrudidas en estado fundido (a) que tienen un módulo elástico, medido de acuerdo con la norma ASTM D2256-02, de más de 8 GPa y una dimensión de la sección transversal máxima de menos de 100 μm , y al menos una de las siguientes características: cristalinidad superior al 80% de acuerdo con las técnicas de medición WAXS, y una relación de intensidad ecuatorial a intensidad meridional superior a 1,0 medida por técnicas SAXS;
- 10 - grupos funcionales de superficie o estructuras de superficie capaces de unirse con un agente aglutinante polimérico, en donde los grupos funcionales de superficie incluyen uno o más de los siguientes tratamientos: i) al menos un grupo reactivo con resina termoestable, ii) tamaño, o iii) fibrilaciones,
- 15 (ii) una segunda capa; y
 (iii) una capa de fijación del agente aglutinante polimérico (i) a la capa (ii) en la que dichos tratamientos de superficie de dicha primera capa imparten una mayor resistencia de unión con dicho agente aglutinante polimérico.
- 20 2. La estructura de la reivindicación 1, en la que la capa (i) es una tela tejida que comprende las fibras de poliolefina (a) en un patrón entrelazado con segundas fibras (b).
3. La estructura de la reivindicación 1, en la que la capa (ii) comprende
- 25 - terceras fibras (c) en una matriz polimérica, o
 - un metal.
4. La estructura de la reivindicación 1, en la que el agente aglutinante (iii) se selecciona entre un termoplástico que tiene una temperatura de fusión inferior a la de las fibras de poliolefina (a) y una resina termoestable.
- 30 5. La estructura de la reivindicación 1, en la que las fibras (a) son fibras de polipropileno.
6. La estructura de la reivindicación 1, en la que las fibras (a) comprenden macrofibras o microfibras semiseparadas unidas a una película de poliolefina extrudida en estado fundido.
- 35 7. La estructura de la reivindicación 1, que tiene una densidad de menos de 1,5 g/cm^3 y una resistencia a la flexión de más de 80 MPa.
8. La estructura de la reivindicación 1, que tiene una densidad de menos de 1,2 g/cm^3 y un módulo de flexión de más de 3 GPa.
- 40 9. La estructura de la reivindicación 1, que tiene una constante dieléctrica menor que 3,5.
10. La estructura de la reivindicación 1 que comprende:
- 45 (i) una primera capa de tejido que comprende
- una pluralidad de fibras de polipropileno de múltiples filamentos semicristalinos extrudidas en estado fundido (a1) que tienen un módulo de elasticidad, medido de acuerdo con la norma ASTM D2256-02, de más de 10 GPa y una dimensión de sección transversal máxima de menos de 100 μm , y al menos una de las siguientes características: a) cristalinidad superior al 80% de acuerdo con las técnicas de medición WAXS, y b) una relación de intensidad ecuatorial a intensidad meridional superior a 1,0 medida por las técnicas SAXS;
- 50 (ii) una segunda capa; y
 (iii) una capa de fijación del agente aglutinante polimérico de resina termoestable (i) a la capa (ii).
- 55 11. La estructura de la reivindicación 10, en la que la segunda capa es discontinua a través de la primera capa.
12. La estructura de la reivindicación 10, en la que la segunda capa es una tela no tejida que comprende terceras fibras en una matriz polimérica.
- 60 13. La estructura de la reivindicación 10, que tiene una densidad promedio inferior a 1,5 g/cm^3 , una resistencia a la flexión de más de 100 MPa, y un módulo de flexión de más de 10 GPa.
- 65 14. La estructura de la reivindicación 10, que tiene una constante dieléctrica inferior a 3,0.

15. El uso de una estructura compuesta de múltiples capas como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-14 para la fabricación de un artículo seleccionado de una placa de circuito, una cubierta protectora, una carcasa protectora y una parte de un vehículo.
- 5 16. Una estructura laminada que tiene una densidad promedio inferior $1,5 \text{ g/cm}^3$ que comprende:
- - una primera y una segunda capa exterior, comprendiendo ambas una fibra con un módulo elástico, medido de acuerdo con la norma ASTM D2256-02, de más de 20 GPa y una dimensión de sección transversal máxima de menos de $100 \mu\text{m}$, y al menos una de las siguientes características: a) cristalinidad superior a 80% de acuerdo con las técnicas de medición de WAXS, y b) una relación de intensidad ecuatorial a intensidad meridional superior a 1,0 medida por técnicas SAXS;
 - 10 - - una pluralidad de capas internas, al menos una de las cuales es una tela tejida que comprende una pluralidad de fibras extrudidas en estado fundido que incluyen fibras de poliolefina semicristalinas, que tienen un módulo elástico, medido de acuerdo con la norma ASTM D2256-02, de al menos 8 GPa, una tenacidad superior a 400 MPa y una
 - 15 densidad inferior a $1,3 \text{ g/cm}^3$,
 - - un agente aglutinante que adhiere entre sí al menos dos capas de la estructura laminada
17. La estructura laminada de la reivindicación 16, en la que las capas exteriores son tejidos de fibra de vidrio.
- 20 18. La estructura laminada de la reivindicación 16, que es una placa de circuito, una cubierta protectora, o una parte de un vehículo.

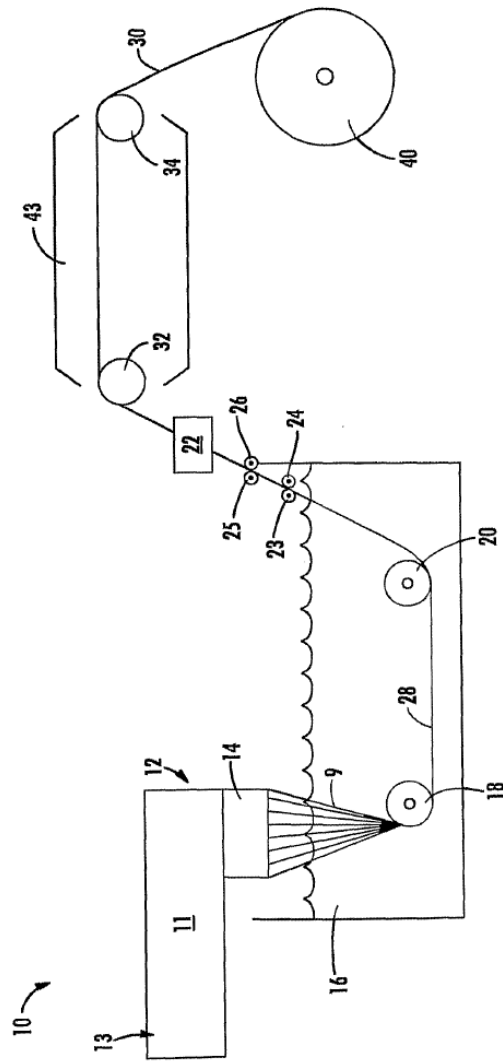


FIG. 1

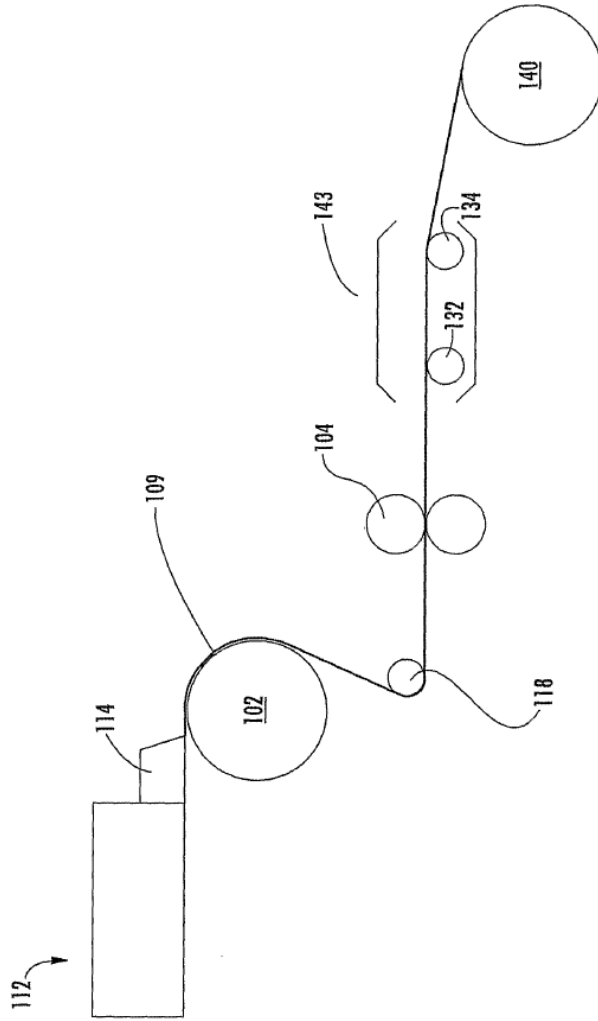


FIG. 2

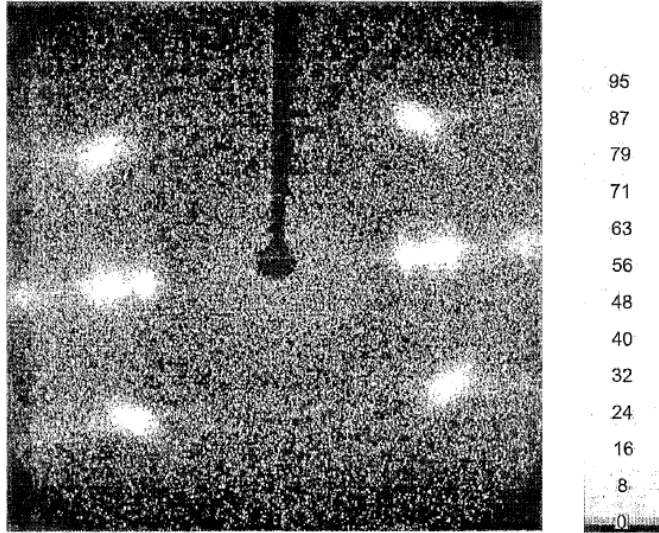


FIG. 3

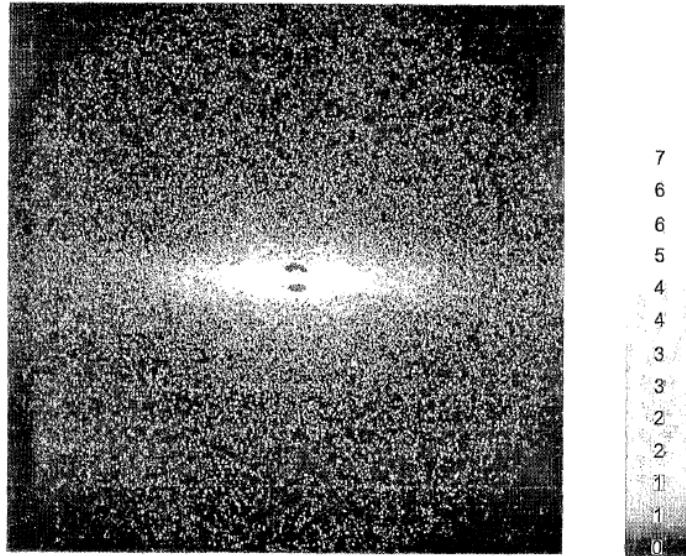


FIG. 4

Figura 5

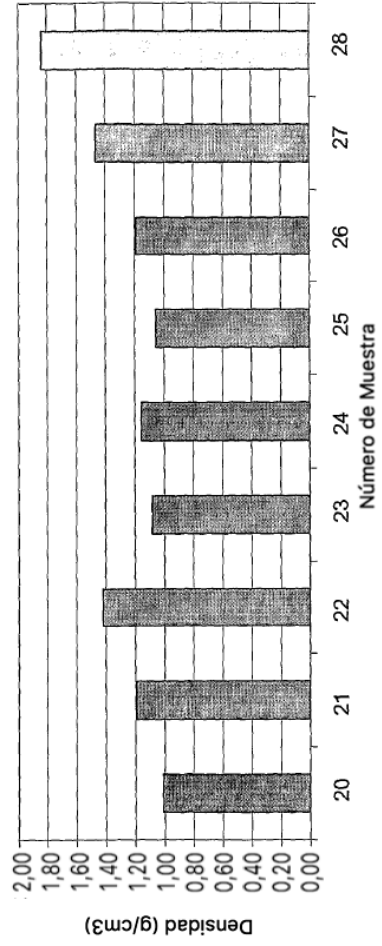


Figura 6

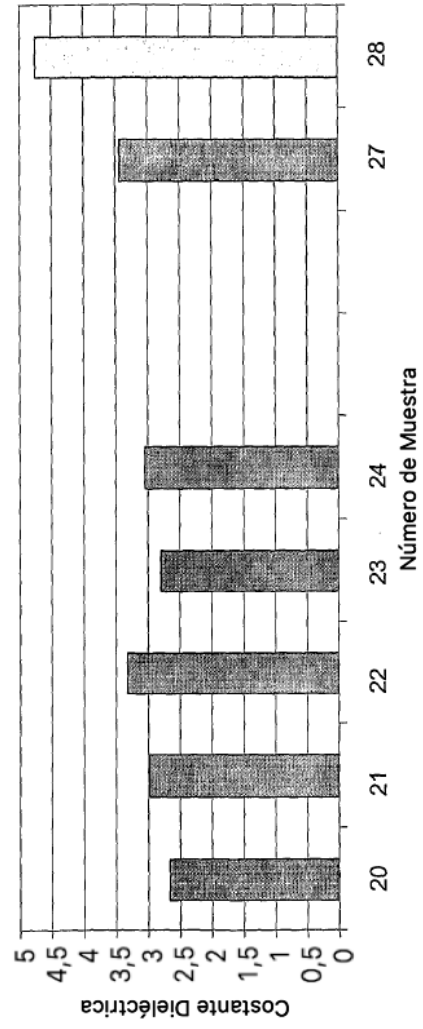


Figura 7

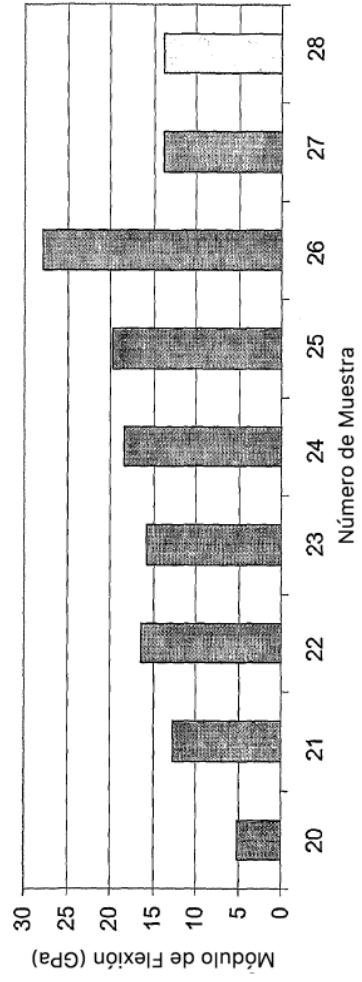


Figura 8

