

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 849 558**

51 Int. Cl.:

**B29C 41/04** (2006.01)

**B29C 41/20** (2006.01)

**B29C 70/32** (2006.01)

**B29K 101/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2017** **E 17182128 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020** **EP 3281757**

54 Título: **Productos termoplásticos reforzados y métodos para preparar los mismos**

30 Prioridad:

**03.08.2016 US 201615227751**

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

**19.08.2021**

73 Titular/es:

**JOHNS MANVILLE (100.0%)  
717 Seventeenth Street  
Denver, CO 80202, US**

72 Inventor/es:

**ZHANG, MINGFU;  
GLEICH, FRIEDRICH y  
ASRAR, JAWED**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 849 558 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

Productos termoplásticos reforzados y métodos para preparar los mismos

### Antecedentes

5 El uso de materiales compuestos reforzados con fibra está creciendo en popularidad, con aplicaciones en transporte, bienes de consumo, energía eólica e infraestructura. Algunas de las muchas razones para elegir materiales compuestos sobre materiales tradicionales tales como metales, madera o plásticos no reforzados incluyen peso reducido, resistencia a la corrosión y resistencia mecánica mejorada. Dentro del campo de los materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra, los termoplásticos se utilizan cada vez más en lugar de los termoendurecibles como resina matriz, debido a una mejor durabilidad, reciclabilidad, termoformabilidad, rendimiento mejorado, menor coste de material y menor coste de fabricación. En este contexto, los documentos FR-A-2.645.070 y EP-A-3.141.576 describen materiales compuestos reforzados con fibras de última generación.

10 El moldeo líquido termoplástico con monómeros u oligómeros de baja viscosidad ha mostrado un gran potencial como tecnología para la producción en masa de materiales compuestos termoplásticos. En comparación con el moldeo termoendurecible tradicional de epoxi y poliuretano, el moldeo líquido termoplástico con monómeros u oligómeros proporciona varias ventajas, tales como tiempos de ciclo cortos y propiedades superiores de los materiales compuestos termoplásticos resultantes, incluida una mayor tenacidad y resistencia al impacto, soldabilidad y reciclabilidad. Un ejemplo de moldeo líquido termoplástico es el moldeo rotacional, que también se conoce como rotomoldeo o colado rotacional.

### Breve compendio

20 Las realizaciones descritas en la presente memoria proporcionan productos termoplásticos reforzados colados rotacionalmente y métodos para formar los mismos. Según una realización, un producto termoplástico reforzado incluye un cuerpo principal de forma cilíndrica formado por medio de colado centrífugo de una resina termoplástica reactiva dentro de un molde. La resina termoplástica reactiva comprende un monómero u oligómero que puede polimerizarse in situ para formar un polímero termoplástico. El cuerpo principal de forma cilíndrica tiene un interior hueco y una pared que se forma mediante la polimerización de la resina termoplástica reactiva. La pared tiene un diámetro interior y un diámetro exterior que definen un espesor de pared medido radialmente entre el diámetro interior y el exterior. Una lámina de refuerzo de tela preimpregnada se coloca dentro de la pared del cuerpo principal de forma cilíndrica. La lámina de refuerzo de tela preimpregnada se extiende al menos parcialmente a lo largo de una longitud axial del cuerpo principal de forma cilíndrica y se extiende circunferencialmente alrededor del cuerpo principal de forma cilíndrica y forma de este modo una capa de refuerzo dentro de la pared del cuerpo principal de forma cilíndrica. La lámina de refuerzo de tela preimpregnada incluye una pluralidad de haces de fibras que están orientados a lo largo de una primera dirección y una segunda dirección y un material termoplástico polimerizado que está saturado dentro de la lámina de refuerzo de tela preimpregnada para que el material termoplástico polimerizado impregne completamente cada haz de fibras de la pluralidad de haces de fibras. En algunos casos, la segunda dirección de los haces de fibras tiene una orientación en ángulo con respecto a la primera dirección.

35 Según otra realización más, un método para reforzar un producto termoplástico incluye colocar una lámina de refuerzo de tela dentro de un molde de colado centrífugo de modo que la lámina de refuerzo de tela se extienda longitudinalmente a lo largo de al menos una parte del molde de colado centrífugo y circunferencialmente alrededor de un eje del molde de colado centrífugo. El método también incluye inyectar una resina termoplástica reactiva dentro del molde de colado centrífugo de modo que la resina termoplástica reactiva sea forzada centrífugamente hacia fuera dentro del molde en contacto con la lámina de refuerzo de tela y una pared interior del molde de colado centrífugo. El método incluye además polimerizar la resina termoplástica reactiva de modo que la resina termoplástica reactiva se solidifique con la lámina de refuerzo de tela dispuesta dentro de una pared cilíndrica del producto termoplástico y circunferencialmente alrededor de un eje del producto termoplástico. La lámina de refuerzo de tela incluye típicamente una pluralidad de primeros haces de fibras que están orientados a lo largo de una primera dirección y un material termoplástico polimerizado que está impregnado dentro de la pluralidad de haces de fibras.

### Breve descripción de los dibujos

La presente tecnología se describe junto con las figuras adjuntas:

50 La Fig. 1 ilustra un preimpregnado termoplástico que puede utilizarse en los procedimientos y productos descritos en la presente memoria.

La Fig. 2 ilustra una realización de un sistema de colado centrífugo.

La Fig. 3 ilustra un producto polimérico colado por centrifugación formado según procedimientos convencionales.

La Fig. 4 ilustra una realización de un producto polimérico reforzado formado de acuerdo con los procedimientos descritos en la presente memoria.

La Fig. 5 ilustra una imagen en sección transversal de un componente colado por centrifugación que incluye un preimpregnado termoplástico dispuesto dentro de una pared del componente colado.

La Fig. 6 ilustra una imagen de microscopía electrónica de barrido (SEM) de un componente colado por centrifugación.

5 En las figuras adjuntas, los componentes y/o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia numérica. Además, se pueden distinguir diversos componentes del mismo tipo añadiendo a la etiqueta de referencia una letra que distinga entre los componentes y/o características similares. Si solo se utiliza la primera etiqueta de referencia numérica en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a cualquiera de los componentes y/o características similares que tengan la misma primera etiqueta de referencia numérica, independientemente del sufijo de la letra.

10 **Descripción detallada**

Las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a productos preimpregnados termoplásticos, y utilizan específicamente productos preimpregnados termoplásticos o productos que emplean dichos preimpregnados. En algunas realizaciones, los productos preimpregnados pueden estar completamente impregnados con materiales termoplásticos. Los productos preimpregnados completamente impregnados se preparan utilizando materiales de resina termoplástica reactiva, específicamente monómeros u oligómeros. En una realización ilustrativa, el material de resina termoplástica reactiva puede ser caprolactama. En otras realizaciones, los productos preimpregnados pueden impregnarse parcialmente con el material termoplástico.

20 Un uso específico de los preimpregnados termoplásticos es el colado o moldeo rotacional o centrífugo (en lo sucesivo, moldeo rotacional). El moldeo rotacional es una técnica de colado que se utiliza típicamente para formar productos cilíndricos. El procedimiento puede emplear diversos materiales tales como metal, vidrio, hormigón y materiales poliméricos. A menudo se utilizan diversos materiales termoplásticos y termoendurecibles en el moldeo rotacional para formar diversos productos, que incluyen tanques de almacenamiento, contenedores, cajas, palés, papeleras, conos de carretera, bolardos, flotadores, boyas, kayaks, canoas, botes, jardineras y juguetes. Por ejemplo, el moldeo rotacional con una resina de caprolactama líquida se ha utilizado para producir piezas de nailon-6 para una amplia variedad de aplicaciones.

30 Los materiales termoplásticos y termoendurecibles moldeados rotacionalmente convencionales no incluyen un material de refuerzo de fibra, debido a la naturaleza del procedimiento de moldeo rotacional, donde el material de resina líquida está en movimiento rotacional durante el procedimiento de moldeo. El movimiento rotacional del material de resina hace que la fijación de un material de refuerzo de fibra dentro de un molde sea extremadamente difícil, si no imposible. El uso de los preimpregnados termoplásticos de la presente memoria permite que el refuerzo de fibra se coloque dentro del molde rotacional y mantenga una orientación dentro del molde durante el procedimiento de moldeo rotacional. Como tales, en contraste con los productos convencionales, los productos rotomoldeados que se forman empleando los preimpregnados termoplásticos están reforzados con un material de fibra.

35 Los preimpregnados termoplásticos empleados en la presente memoria están "basados en tela", lo que significa que los preimpregnados incluyen un material de refuerzo de tela, tales como los descritos más adelante. En una realización ilustrativa, los preimpregnados termoplásticos están completamente impregnados con el material termoplástico, aunque también pueden utilizarse preimpregnados parcialmente impregnados. En algunas realizaciones, estos preimpregnados termoplásticos pueden producirse mediante la impregnación de los materiales de tela con monómeros u oligómeros de baja viscosidad, seguido de polimerización in situ para formar una matriz termoplástica. Los métodos ilustrativos para producir preimpregnados termoplásticos completamente impregnados se describen con más detalle en la solicitud de patente de EE.UU. N° 14/088.034, presentada el 22 de noviembre de 2013, titulada "Preimpregnados que contienen fibra y métodos y sistemas de preparación"; la solicitud de patente de EE.UU. N° 14/794.634, presentada el 8 de julio de 2015, titulada "Sistema para producir un preimpregnado termoplástico completamente impregnado"; la solicitud de patente de EE.UU. N° 14/845.007, presentada el 3 de septiembre de 2015, titulada "Sistema para producir un preimpregnado termoplástico completamente impregnado"; la solicitud de patente de EE.UU. N° 14/880.307, presentada el 12 de octubre de 2015, titulada "Sistema para producir un preimpregnado termoplástico completamente impregnado"; y la patente de EE.UU. N° 9.186.852, titulada "Preimpregnados que contienen fibra y métodos y sistemas de preparación".

50 En otras realizaciones, los preimpregnados termoplásticos pueden producirse mediante el uso de un material en polvo de polímero termoplástico que se coloca e impregna dentro de la tela, o mediante el uso de una película de polímero termoplástico que se coloca encima del material de tela y se impregna dentro de la tela bajo calor y presión. Los métodos ilustrativos para producir tales preimpregnados termoplásticos se describen con más detalle en la solicitud de patente de EE.UU. N° 13/915.023, presentada el 11 de junio de 2013, titulada "Fibras de vidrio aprestadas para artículos compuestos que contienen fibras y métodos para prepararlos".

55 **Preimpregnados termoplásticos basados en tela**

Haciendo referencia ahora a la Figura 1, se ilustra un ejemplo de un preimpregnado 100 termoplástico que puede utilizarse en los diversos procedimientos descritos en la presente memoria. En una realización ilustrativa, el preimpregnado 100 termoplástico puede estar completamente impregnado con el material termoplástico. Por ejemplo,

puede producirse un preimpregnado de nailon-6 mediante la impregnación de una tela de refuerzo con caprolactama fundida, seguido de polimerización in situ de la caprolactama.

El preimpregnado 100 termoplástico (denominado también preimpregnado termoplástico basado en tela) puede incluir una pluralidad de fibras, mechas o haces de fibras (en adelante, haces o mechas de fibras). Las mechas pueden contener fibras de vidrio continuas u otras fibras. En algunas realizaciones, las mechas pueden tejerse juntas. En otras realizaciones, las mechas pueden mantenerse juntas mediante costura, o las fibras pueden enredarse, entrelazarse o formarse en una configuración orientada al azar. En realizaciones que emplean costura, los hilos de costura que se utilizan pueden ser fibras poliméricas u otras fibras. En otras realizaciones más, las mechas pueden orientarse en una dirección aproximadamente paralela. En tales realizaciones, el preimpregnado 100 termoplástico puede tener una orientación de fibra unidireccional.

El término mecha o haz de fibras, como se emplea en la presente memoria, hace referencia a un haz de fibras que se colocan adyacentes unas a otras para formar una cuerda, hilo o componente similar a una cuerda. Un tipo común de fibra que se utiliza en las mechas son las fibras de vidrio, aunque se podrían utilizar diversas otras fibras, incluidas fibras de carbono, fibras de basalto, fibras metálicas, fibra cerámica, fibras naturales, fibras orgánicas sintéticas tales como fibras de aramida y otras fibras inorgánicas.

En algunas realizaciones, las mechas pueden orientarse a lo largo de una primera dirección y a lo largo de una segunda dirección, con la segunda dirección en ángulo con respecto a la primera dirección. Por ejemplo, la segunda dirección puede tener un ángulo con respecto a la primera dirección de 45 grados, 90 grados y similares. Los materiales tejidos son materiales que se producen tejiendo múltiples hilos de mecha juntos. Los hilos de mecha se tejen habitualmente de modo que una primera pluralidad de hilos se extienden en una primera dirección (p.ej., dirección de trama) y una segunda pluralidad de hilos se extienden en una segunda dirección que es típicamente ortogonal a la primera dirección (p.ej., dirección de urdimbre). La primera pluralidad de hebras son aproximadamente paralelas unas a otras, al igual que la segunda pluralidad de hebras. Pueden utilizarse diversos tejidos para formar los preimpregnados 100 termoplásticos descritos en la presente memoria, que incluyen: tejidos lisos, tejidos de sarga, tejidos de satén, tejidos multiaxiales o costura. Los preimpregnados 100 termoplásticos pueden contener cualquier tipo de tela tejida o material de fibra multiaxial. En algunos casos, el preimpregnado 100 termoplástico puede contener esteras de fibras cortadas. El preimpregnado 100 termoplástico puede ser un híbrido de diferentes tipos de fibras, incluido un híbrido de fibras de vidrio y fibras de carbono. Para facilitar la descripción de las realizaciones de la presente memoria, las realizaciones harán referencia generalmente al uso de fibras de vidrio, aunque debe tenerse en cuenta que pueden utilizarse diversos otros tipos de fibras.

El preimpregnado 100 termoplástico incluye un material polimérico termoplástico que está al menos parcialmente saturado o impregnado dentro del material de tela de modo que al menos algunos de los haces de fibras están impregnados con el material termoplástico. En algunas realizaciones, el preimpregnado 100 termoplástico puede estar completamente impregnado con el material polimérico termoplástico. Por ejemplo, pueden utilizarse preimpregnados termoplásticos que se fabrican según las descripciones de las solicitudes '034, '634, '007 y/o '307 y/o la patente '852, que están completamente impregnadas con un material polimérico termoplástico. En tales realizaciones, el material polimérico termoplástico impregna completamente cada haz de fibras del preimpregnado 100 termoplástico.

La Fig. 1 ilustra un rollo del preimpregnado 100 termoplástico. El preimpregnado 100 termoplástico puede tener un alto contenido de fibras de refuerzo. Cuando el preimpregnado 100 termoplástico se somete a un proceso de calentamiento y/o presión, el polímero termoplástico en el preimpregnado se funde o ablanda para permitir que el preimpregnado termoplástico sea moldeado o formado en una pieza de material compuesto y/o para permitir que el preimpregnado se adhiera con otros materiales termoplásticos.

Dado que el preimpregnado 100 termoplástico está basado en telas (a menudo telas tejidas), la distribución y la orientación deseadas de las fibras pueden construirse previamente en el diseño de la tela. Por consiguiente, los preimpregnados 100 termoplásticos proporcionan una libertad de diseño significativamente mayor, y pueden utilizarse para producir piezas de material compuesto termoplástico reforzado que no pueden conseguirse mediante procedimientos convencionales. Un ejemplo específico de esta ventaja se proporciona en aplicaciones donde se necesita resistencia longitudinal. En tales aplicaciones, el preimpregnado 100 termoplástico puede formarse a partir de telas con una cantidad requerida de fibras orientadas a lo largo de una dirección longitudinal o axial del producto final deseado.

Un beneficio adicional es que el tamaño de las fibras puede adaptarse a la polimerización in situ de monómeros u oligómeros reactivos para comunicar un enlace químico fuerte entre las fibras de refuerzo y la matriz de resina termoplástica. Como tal, puede lograrse una mejora significativa en la propiedad del material compuesto.

#### Colado centrífugo/Moldeo rotacional

Haciendo referencia a la Fig. 2, se ilustra una realización de un sistema 200 de colado centrífugo donde un material, tal como un material de resina termoplástica reactiva, se hila dentro de un molde 202 y se moldea radialmente hacia afuera y se cura en una forma, tal como una tubería u otro objeto generalmente cilíndrico. Además del molde 202, el sistema 200 incluye un recipiente 204 o tanque dentro del cual está contenido el material de resina. En el presente

sistema, el recipiente puede llenarse con una resina termoplástica reactiva (p.ej. caprolactama). El recipiente 204 está conectado de forma fluida al molde 202 para permitir que el material sea entregado al interior del molde 202. El molde está montado rotacionalmente dentro del sistema 200 y está configurado para ser impulsado rotacionalmente por medio de uno o más mecanismos 206 de accionamiento, que pueden incluir rodillos, cojinetes, engranajes y similares. Se utiliza un dispositivo 208 de motor para suministrar la entrada rotacional al mecanismo 206 de accionamiento. El sistema 200 puede incluir uno o más componentes estabilizadores 210 adicionales, tales como uno o más rodillos colocados frente al mecanismo 206 de accionamiento.

El material que se inyecta en el molde 202 se cuela radialmente hacia fuera y en contacto con una superficie interior del molde 202 debido a fuerzas centrífugas. El material se cura o polimeriza dentro del molde 202 para formar el producto 220 final polimerizado. El producto 220 final polimerizado tiene una superficie exterior que coincide o corresponde con la superficie interior del molde 202. Los ejemplos de productos que se forman mediante moldeo rotacional o colado centrífugo incluyen: tanques de almacenamiento, contenedores, cajas, palés, papeleras, conos de carretera, bolardos, flotadores, boyas, kayaks, canoas, botes, jardineras y juguetes.

Un preimpregnado 222 termoplástico se coloca dentro del molde 202 durante el colado. El preimpregnado 222 termoplástico se coloca dentro del molde 202 de tal modo que el preimpregnado 222 termoplástico se dispone dentro de la pared radial del producto 220 final polimerizado. El preimpregnado 222 termoplástico se dispone a menudo dentro del molde 202 de modo que el preimpregnado 222 termoplástico esté adyacente a la pared interior del molde 202. Como tal, el preimpregnado 222 termoplástico se dispone a menudo en o cerca de la pared exterior del producto 220 final polimerizado. En otros casos, el preimpregnado 222 termoplástico puede colocarse hacia el interior de la pared interior del molde 202 de modo que el preimpregnado 222 termoplástico esté en o adyacente a una pared interior del producto 220 final polimerizado. El preimpregnado 222 termoplástico puede disponerse esencialmente en cualquier lugar dentro de la pared del producto 220 final polimerizado.

Como se ilustra en la Fig. 3, en los productos 300 poliméricos colados por centrifugación convencionales, una estera 304 de fibra o tela (en adelante, estera 304 de tela) no puede disponerse en una posición deseada dentro de una pared de un producto 302 polimérico colado. Esto se debe a que los materiales de tela convencionales son demasiado blandos y flexibles. Los materiales de tela convencionales son "secos", lo que significa que los materiales no están impregnados por, ni incluyen de otro modo, un material termoplástico. Más bien, los materiales de tela convencionales son similares a materiales de tela típicos que incluyen las fibras tejidas y esencialmente nada más. Estos materiales no pueden permanecer en posición dentro del molde durante los procedimientos de colado centrífugo. Más bien, estos materiales de tela se amontonan dentro del molde durante los procedimientos de colado. Como tal, cuando se emplean materiales de tela convencionales en el colado centrífugo, la estera 304 de tela se amontona y/o se aísla dentro del producto 302 polimérico colado. Como tal, el producto 302 polimérico colado no se refuerza eficazmente con la estera 304 de tela y/o el refuerzo no es uniforme.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 4, se ilustra una realización de un producto 400 polimérico reforzado, que puede estar hecho de un material termoplástico. El producto 400 polimérico reforzado tiene un cuerpo 402 principal de forma cilíndrica que se forma mediante colado centrífugo o rotacional de una resina termoplástica reactiva dentro de un molde. El cuerpo 402 principal de forma cilíndrica tiene un interior hueco y una pared 404 que se forma por polimerización in situ de la resina termoplástica reactiva. La pared 404 tiene un diámetro interior y un diámetro exterior que definen un espesor de pared medido radialmente entre el diámetro interior y el exterior. La resina termoplástica reactiva comprende un material prepolimerizado de baja viscosidad adecuado para el procedimiento de colado centrífugo. Un tipo ilustrativo de resina termoplástica reactiva incluye materiales que están compuestos principalmente de monómeros y/u oligómeros precursores, tales como caprolactama, laurilactama, metacrilato de metilo (MMA), tereftalato de butileno cíclico (CBT), prepolímero de poliuretano termoplástico (TPU), alquenos cíclicos y similares.

Una lámina 406 de refuerzo de tela o preimpregnada termoplástica (denominada también en la presente memoria lámina de refuerzo de tela preimpregnada) se coloca dentro de la pared 404 del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica. En contraste con la lámina de tela de la Figura 3, el preimpregnado 406 termoplástico puede utilizarse en los moldes rotacionales porque el material termoplástico curado o polimerizado en el preimpregnado 406 proporciona rigidez e inflexibilidad, lo que permite que la lámina de refuerzo de tela resista los procedimientos de moldeo. Como tal, el material de tela no se amontona dentro del molde rotacional y, en cambio, permanece posicionado de manera relativamente uniforme dentro del molde rotacional y dentro del producto moldeado resultante.

Como se describe en la presente memoria, el preimpregnado 406 termoplástico incluye una pluralidad de haces de fibras. En algunos casos, los haces de fibras pueden estar orientados a lo largo de una primera dirección y una segunda dirección, teniendo la segunda dirección una orientación en ángulo con respecto a la primera dirección. En una realización específica, la primera dirección puede estar alineada con un eje del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica, y/o la segunda dirección puede estar alineada circunferencialmente alrededor del cuerpo 402 principal. También son posibles otras orientaciones de las fibras, que incluyen 30 grados, 45 grados, o una orientación diagonal de 60 grados de las fibras circunferencialmente a lo largo del cuerpo 402 principal.

El preimpregnado 406 termoplástico también incluye un material termoplástico polimerizado que está impregnado dentro de la pluralidad de haces de fibras. En una realización específica, el material termoplástico polimerizado está saturado dentro del preimpregnado 406 termoplástico e impregna completamente cada haz de fibras, o la mayoría de

los haces de fibras, de la pluralidad de haces de fibras. Por ejemplo, la Fig. 6 ilustra una imagen de microscopía electrónica de barrido (SEM) de una sección transversal de un componente 600 colado por centrifugación. La imagen muestra una sección transversal de haces de fibras en un preimpregnado 604, o una lámina de refuerzo de tela, que está perfectamente integrada o dispuesta dentro de una pared 602 gruesa del componente 600 colado por centrifugación. La imagen ilustra que los haces de fibras del preimpregnado 604 están totalmente impregnados o humedecidos por el material termoplástico polimerizado. Dicho de otra manera, la imagen demuestra que el preimpregnado 604 está sustancialmente exento de "fibras secas" o fibras que no están mojadas o impregnadas por el material termoplástico.

En otras realizaciones, el material termoplástico puede impregnar parcialmente la pluralidad de haces de fibras. En algunas realizaciones, el procedimiento de polimerización de la resina termoplástica reactiva puede realizarse a una temperatura que esté por debajo de la temperatura de fusión del material termoplástico polimerizado en el preimpregnado. Por ejemplo, la polimerización aniónica de caprolactama puede llevarse a cabo a una temperatura por debajo del punto de fusión de la poliamida-6. En tales casos, la caprolactama se polimerizará sin provocar la fusión de la poliamida-6, que se recubre sobre e impregna dentro de los haces de fibras en un preimpregnado de poliamida-6. Por lo tanto, la rigidez del preimpregnado termoplástico se mantiene durante el colado centrífugo, y el preimpregnado no se amontonará como los tejidos convencionales.

Aunque la resina termoplástica reactiva puede no impregnar los haces de fibras en el preimpregnado termoplástico, se crea una unión sin costuras entre el material termoplástico polimerizado del preimpregnado 406 y la resina termoplástica reactiva polimerizada que se utiliza en el procedimiento de colado centrífugo. La unión sin costuras se debe típicamente al uso de la misma resina termoplástica en el preimpregnado 406 y el colado centrífugo. Por ejemplo, la Fig. 5 ilustra una imagen en sección transversal de un componente 500 colado por centrifugación que incluye una pared 502 gruesa y un preimpregnado 504 o una lámina de refuerzo de tela. La imagen demuestra que el componente 500 colado por centrifugación está exento de una interfaz entre el material termoplástico polimerizado del preimpregnado y la resina termoplástica reactiva polimerizada de la pared del componente que se cuele por centrifugación en contacto con el preimpregnado 504. Más bien, se produce una transición sin costuras entre estos dos materiales polimerizados, lo que demuestra la unión eficaz de los materiales. En contraste con las realizaciones de la presente memoria, la formación de una interfaz o límite representa un área donde los dos materiales pueden deslaminarse.

El preimpregnado 406 termoplástico se extiende al menos parcialmente a lo largo de una longitud axial o longitudinal del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica y también se extiende circunferencialmente alrededor del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica. El preimpregnado 406 termoplástico se extiende típicamente de manera total o completa circunferencialmente alrededor del cuerpo 402 principal como se ilustra, aunque en algunos casos el preimpregnado 406 termoplástico puede extenderse solo parcialmente alrededor del cuerpo 402 principal, dependiendo de la aplicación requerida, o cualquier otra razón. El preimpregnado 406 termoplástico forma una capa de refuerzo de tela o material de fibra dentro de la pared 404 del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica.

Como se ilustra en la Fig. 4, no hay un agrupamiento significativo del preimpregnado 406 termoplástico (es decir, la lámina de refuerzo de tela) dentro de la pared 404 del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica. Por ejemplo, en contraste con la Fig. 3, el preimpregnado 406 termoplástico no incluye secciones plegadas dentro de la pared 404 y/o alrededor de la periferia del cuerpo 402 principal. En algunos casos, una sola capa del preimpregnado 406 termoplástico puede estar dispuesta dentro de la pared 404 del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica, mientras que en otros casos, las múltiples capas del preimpregnado 406 termoplástico pueden estar dispuestas dentro de la pared 404.

Como se ilustra en la Fig. 4, el preimpregnado 406 termoplástico puede estar dispuesto de manera sustancialmente o aproximadamente concéntrica dentro de la pared 404 del cuerpo 402 principal. Dicho de otra manera, un eje del preimpregnado 406 termoplástico puede estar alineado o concéntrico con un eje del cuerpo 402 principal. En otros casos, el preimpregnado 406 termoplástico puede estar dispuesto dentro de la pared para tener una disposición no concéntrica.

El preimpregnado 406 termoplástico también puede estar dispuesto radialmente hacia adentro desde la pared o superficie exterior del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica. Específicamente, la pared 404 tiene una pared o superficie interior que está definida por un primer radio  $r_1$  y una pared o superficie exterior definida por un segundo radio  $r_2$ . El preimpregnado 406 termoplástico está dispuesto dentro de la pared 404 y tiene un radio  $r_3$ . El radio  $r_3$  del preimpregnado 406 termoplástico puede ser equivalente con  $r_1$  o  $r_2$ , de tal modo que el preimpregnado 406 termoplástico esté dispuesto esencialmente en la superficie interior o exterior del cuerpo 402 principal, respectivamente, o el radio  $r_3$  puede estar entre  $r_1$  o  $r_2$  de modo que el preimpregnado 406 termoplástico esté dispuesto dentro de la pared 404 entre las superficies de la pared interior y exterior.

En algunos casos, el preimpregnado 406 termoplástico se coloca dentro de la pared 404 de modo que el preimpregnado 406 termoplástico sea axialmente más corto que una longitud del cuerpo 402 principal de forma cilíndrica. Por ejemplo, el cuerpo 402 principal puede tener una longitud  $L_1$  axial o longitudinal, y el preimpregnado 406 termoplástico puede tener una longitud  $L_2$  axial o longitudinal que sea más corta que la longitud  $L_1$  del cuerpo 402 principal. Debido a que la longitud  $L_2$  del preimpregnado termoplástico es más corta que la longitud  $L_1$  del cuerpo

principal, el preimpregnado 406 termoplástico está dispuesto dentro del cuerpo 402 de modo que al menos un extremo axial o borde del preimpregnado 406 termoplástico se coloque axialmente hacia adentro de un extremo axial o borde del cuerpo 402 principal. En algunas realizaciones, ambos extremos axiales del preimpregnado 406 termoplástico se colocan axialmente hacia adentro de los respectivos extremos axiales del cuerpo 402 principal.

5 Esta disposición axial más corta del preimpregnado 406 termoplástico se logra colocando el preimpregnado 406 termoplástico dentro del molde rotacional con uno o ambos extremos axiales del preimpregnado 406 termoplástico colocados axialmente hacia dentro de los extremos axiales del molde. Dicho de otra manera, el preimpregnado 406 termoplástico puede colocarse dentro del molde de modo que exista un espacio o espacio libre entre uno o más bordes laterales del componente preimpregnado y el molde. Esta configuración axial más corta puede ayudar a formar el  
10 producto 400 polimérico reforzado al permitir que el material de resina fluya axialmente alrededor del preimpregnado 406 termoplástico. Por ejemplo, el preimpregnado 406 termoplástico puede funcionar como una barrera que impide o evita el flujo radial o el movimiento del material de resina dentro del molde. Con el preimpregnado 406 termoplástico colocado dentro del molde de modo que uno o ambos extremos axiales estén axialmente hacia adentro de los extremos del molde, el material de resina puede fluir alrededor de los extremos axiales del preimpregnado 406 termoplástico y  
15 detrás del preimpregnado 406 termoplástico.

En algunas realizaciones, el preimpregnado termoplástico 406 puede incluir una o más secciones que ayudan en el flujo radial del material de resina dentro del molde. Por ejemplo, el preimpregnado 406 termoplástico puede incluir uno o más orificios (no mostrados) que permiten que el material de resina fluya a través del preimpregnado 406 termoplástico durante el moldeo rotacional. En realizaciones que emplean secciones que ayudan en el flujo radial del  
20 material de resina a través del preimpregnado 406 termoplástico, el preimpregnado 406 termoplástico puede colocarse dentro del molde y el producto 400 polimérico reforzado resultante con los extremos axiales opuestos alineados aproximadamente con los extremos opuestos del molde y el producto 400 polimérico reforzado resultante.

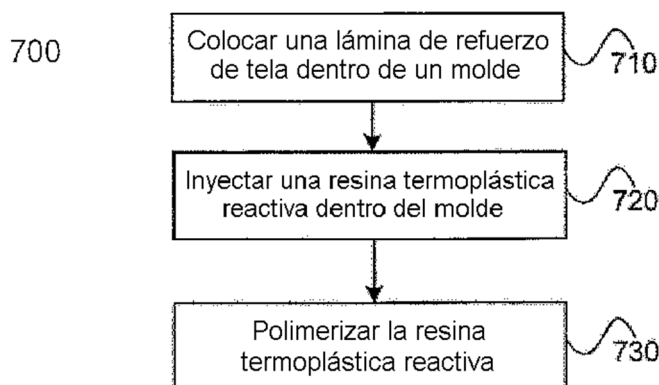
Aunque el cuerpo 402 principal se ilustra en la Fig. 4 con una configuración de pared interior y/o exterior cilíndrica lisa, debe tenerse en cuenta que en muchas realizaciones la pared interior y/o exterior del cuerpo 402 principal incluirá  
25 varios elementos no cilíndricos. o configuraciones lisas. Por ejemplo, la pared interior y/o exterior puede incluir varias proyecciones, dientes, pestañas, nervios, rebajes y similares. Además, los extremos axiales opuestos del cuerpo 402 principal pueden incluir bridas, nervaduras, dientes y similares que ayuden a acoplar secciones adyacentes de tubería y/o sirvan para varios otros propósitos.

En una realización ilustrativa, puede utilizarse un preimpregnado de poliamida-6 completamente impregnado como componente de refuerzo en un procedimiento de moldeo rotacional de caprolactama. El producto resultante es una  
30 pieza de poliamida 6 reforzada. En un procedimiento de moldeo líquido con caprolactama, la temperatura de moldeo es típicamente la temperatura de polimerización de la caprolactama (por ejemplo, 160°C), que está muy por debajo de la temperatura de fusión del material de poliamida-6 en el preimpregnado. Como resultado, la forma neta del preimpregnado se conserva durante el procedimiento de moldeo, lo que asegura que se mantenga la orientación de  
35 la fibra deseada y la distribución de la fibra en las piezas moldeadas.

La impregnación completa de las fibras de refuerzo en el preimpregnado de poliamida-6 también elimina la necesidad de impregnación adicional de resina durante el procedimiento de moldeo. La impregnación completa del preimpregnado termoplástico garantiza además que la pieza moldeada esté exenta de, o no incluya, fibras secas (es decir, fibras que no están mojadas o en contacto con el material termoplástico), que pueden causar degradación en  
40 las propiedades mecánicas de la pieza moldeada. Una ventaja adicional de utilizar preimpregnado de poliamida-6 como refuerzo para el moldeo líquido termoplástico de caprolactama es la perfecta integración de poliamida-6 en el preimpregnado y la poliamida-6 polimerizada in situ a partir de moldeo líquido como se ilustra en la Fig. 6.

**Métodos ilustrativos**

Se ilustra un método 700 para reforzar un producto termoplástico.



45

En el bloque 710, se coloca una lámina de refuerzo de tela dentro de un molde. En algunos casos, el molde puede ser un molde asociado con un procedimiento de inyección de resina, tal como un molde utilizado en el moldeo por transferencia de resina. En otros casos, el molde puede ser un molde de colado centrífugo. En el ejemplo de colado centrífugo, la lámina de refuerzo de tela puede colocarse dentro del molde de modo que la lámina de refuerzo de tela se extienda longitudinalmente a lo largo de al menos una parte del molde de colado centrífugo y circunferencialmente alrededor de un eje del molde de colado centrífugo.

En cualquier caso, la lámina de refuerzo de tela puede incluir una pluralidad de primeros haces de fibras que están orientados a lo largo de una primera dirección y un material termoplástico polimerizado que está parcial o totalmente impregnado dentro de la pluralidad de haces de fibras. En algunos casos, la lámina de refuerzo de tela también puede incluir una pluralidad de segundos haces de fibras que están orientados a lo largo de una segunda dirección que tienen una orientación en ángulo con respecto a la primera dirección. El material termoplástico polimerizado puede impregnarse parcial o totalmente dentro de la pluralidad de segundos haces de fibras.

En el bloque 720, se inyecta una resina termoplástica reactiva dentro del molde. En las realizaciones de inyección de resina, la resina termoplástica reactiva puede inyectarse encima de la lámina de refuerzo de tela. En las realizaciones de colado centrífugo, la resina termoplástica reactiva puede inyectarse de modo que la resina termoplástica reactiva sea forzada centrífugamente hacia fuera dentro del molde en contacto con la lámina de refuerzo de tela y una pared interior del molde de colado centrífugo. En cualquier realización, la resina termoplástica reactiva puede incluir caprolactama, lauro lactama, metacrilato de metilo (MMA), tereftalato de butileno cíclico (CBT), prepolímero de poliuretano termoplástico (TPU), alquenos cíclicos o alguna combinación de los mismos.

En el bloque 730, la resina termoplástica reactiva es polimerizada in situ de modo que la resina termoplástica reactiva polimerizada se solidifica dentro del molde. En las realizaciones de colado centrífugo, la resina termoplástica reactiva polimerizada se solidifica con la lámina de refuerzo de tela dispuesta dentro de una pared cilíndrica del producto termoplástico y circunferencialmente alrededor de un eje del producto termoplástico. En cualquier realización, la polimerización de la resina termoplástica reactiva puede realizarse a una temperatura por debajo del punto de fusión del material termoplástico de la lámina de refuerzo de tela. Por ejemplo, la polimerización aniónica de caprolactama puede llevarse a cabo a una temperatura por debajo del punto de fusión de la poliamida-6. Como tal, el material termoplástico de la lámina de refuerzo de tela puede experimentar un ablandamiento o fusión mínimo o nulo del material termoplástico.

En las realizaciones de colado centrífugo, la lámina de refuerzo de tela puede colocarse dentro del molde de colado centrífugo de modo que exista un espacio entre los extremos axiales opuestos de la lámina de refuerzo de tela y los extremos axiales opuestos del molde de colado centrífugo. El espacio puede permitir el flujo de la resina termoplástica reactiva alrededor de los extremos axiales opuestos de la lámina de refuerzo de tela. La lámina de refuerzo de tela también puede disponerse radialmente hacia dentro desde una pared exterior del producto termoplástico.

Donde se proporcione un intervalo de valores, se entiende que cada valor intermedio, hasta el décimo de la unidad del límite inferior, a menos que el contexto indique claramente lo contrario, entre los límites superior e inferior de ese intervalo también se describe específicamente. Se incluye cada intervalo más pequeño entre cualquier valor establecido o valor intermedio en un intervalo establecido y cualquier otro valor establecido o intermedio en ese intervalo establecido. Los límites superior e inferior de estos intervalos más pequeños pueden incluirse o excluirse independientemente en el intervalo, y cada intervalo en el que ninguno o ambos límites están incluidos en los intervalos más pequeños también está incluido dentro de la invención, sujeto a cualquier límite específicamente excluido en el intervalo indicado. Cuando el intervalo indicado incluye uno o ambos límites, también se incluyen los intervalos que excluyen uno o ambos límites incluidos.

Como se emplea en la presente memoria y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una" y "el o la" incluyen referentes plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Así, por ejemplo, la referencia a "un procedimiento" incluye una pluralidad de tales procedimientos, y la referencia al "dispositivo" incluye la referencia a uno o más dispositivos y equivalentes de los mismos conocidos por los expertos en la técnica, y así sucesivamente.

Además, las palabras "comprende", "que comprende", "incluyen", "que incluye" e "incluye", cuando se utilizan en esta memoria descriptiva y en las siguientes reivindicaciones, pretenden especificar la presencia de características, números enteros, componentes o etapas indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, componentes, etapas, actos o grupos.

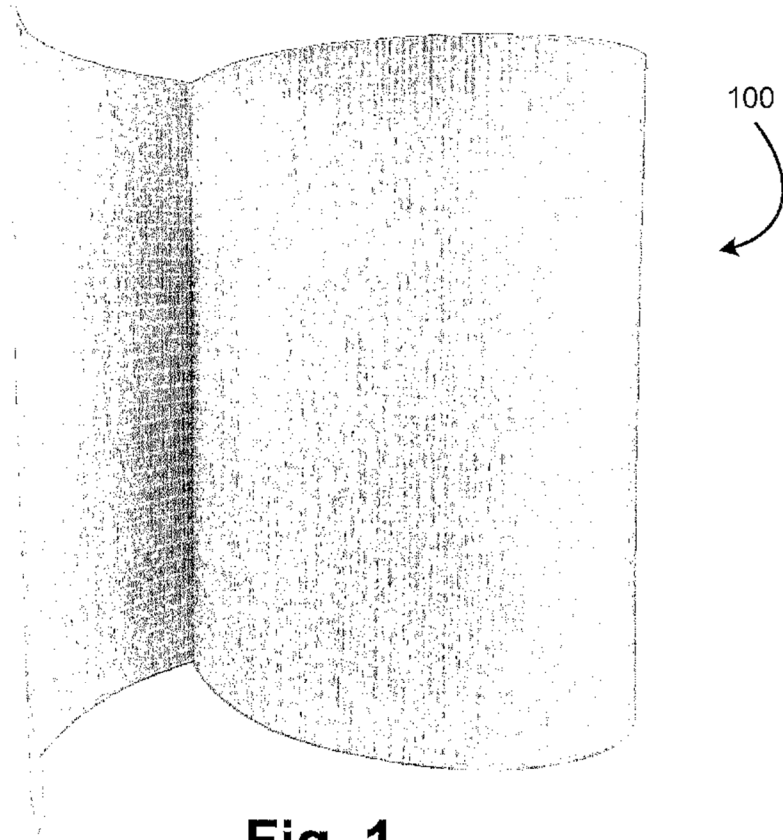
**REIVINDICACIONES**

1. Un producto termoplástico reforzado, que comprende:
  - 5 (i) un cuerpo (402) principal de forma cilíndrica formado por medio de colado centrífugo de una resina termoplástica reactiva dentro de un molde, teniendo el cuerpo principal de forma cilíndrica un interior hueco y una pared (404) que se forma mediante la polimerización de la resina termoplástica reactiva, teniendo la pared un diámetro interior y un diámetro exterior que definen un espesor de pared medido radialmente entre el diámetro interior y el exterior; y
  - 10 (ii) una lámina (406) de refuerzo de tela preimpregnada colocada dentro de la pared (404) del cuerpo (402) principal de forma cilíndrica, extendiéndose la lámina (406) de refuerzo de tela preimpregnada al menos parcialmente a lo largo de una longitud axial del cuerpo (402) principal de forma cilíndrica y extendiéndose circunferencialmente alrededor del cuerpo (402) principal de forma cilíndrica para formar una capa de refuerzo dentro de la pared (404) del cuerpo (402) principal de forma cilíndrica, incluyendo la lámina (406) de refuerzo de tela preimpregnada:
    - una pluralidad de haces de fibras que están orientados a lo largo de una primera dirección y una segunda dirección, teniendo la segunda dirección una orientación en ángulo con respecto a la primera dirección; y
    - 15 - un material termoplástico polimerizado que está saturado dentro de la lámina de refuerzo de tela preimpregnada de tal modo que el material termoplástico polimerizado impregna completamente cada haz de fibras de la pluralidad de haces de fibras.
2. El producto termoplástico reforzado según la reivindicación 1, en donde no hay un agrupamiento significativo de la lámina de refuerzo de tela preimpregnada dentro de la pared del cuerpo principal de forma cilíndrica.
- 20 3. El producto termoplástico reforzado según la reivindicación 1 o 2, en donde una única capa de la lámina de refuerzo de tela preimpregnada está dispuesta dentro de la pared del cuerpo principal de forma cilíndrica.
4. El producto termoplástico reforzado según la reivindicación 1 o 2, en donde múltiples capas de la lámina de refuerzo de tela preimpregnada están dispuestas dentro de la pared del cuerpo principal de forma cilíndrica.
- 25 5. El producto termoplástico reforzado según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la resina termoplástica reactiva comprende caprolactama, lauro lactama, metacrilato de metilo (MMA), tereftalato de butileno cíclico (CBT), prepolímero de poliuretano termoplástico (TPU) o alquenos cíclicos.
6. El producto termoplástico reforzado según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la primera dirección de los haces de fibras está alineada con el eje del cuerpo principal de forma cilíndrica.
- 30 7. El producto termoplástico reforzado según una o más de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la lámina de refuerzo de tela preimpregnada está dispuesta radialmente hacia dentro desde la pared exterior del cuerpo principal de forma cilíndrica.
8. El producto termoplástico reforzado según una o más de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la lámina de refuerzo de tela preimpregnada es más corta axialmente que el cuerpo principal de forma cilíndrica.
9. Un método para reforzar un producto termoplástico, que comprende:
  - 35 (i) colocar una lámina de refuerzo de tela dentro de un molde de colado centrífugo de modo que la lámina de refuerzo de tela se extienda longitudinalmente a lo largo de al menos una parte del molde de colado centrífugo y circunferencialmente alrededor de un eje del molde de colado centrífugo, incluyendo la lámina de refuerzo de tela:
    - una pluralidad de primeros haces de fibras que están orientados a lo largo de una primera dirección; y
    - 40 - un material termoplástico polimerizado que está impregnado dentro de la pluralidad de haces de fibras;
  - (ii) inyectar una resina termoplástica reactiva dentro del molde de colado centrífugo de modo que la resina termoplástica reactiva sea forzada centrífugamente hacia fuera dentro del molde en contacto con la lámina de refuerzo de tela y una pared interior del molde de colado centrífugo; y
  - 45 (iii) polimerizar la resina termoplástica reactiva de modo que la resina termoplástica reactiva polimerizada se solidifique con la lámina de refuerzo de tela dispuesta dentro de una pared del producto termoplástico y circunferencialmente alrededor de un eje del producto termoplástico.
10. El método según la reivindicación 9, en donde la lámina de refuerzo de tela se coloca dentro del molde de colado centrífugo de modo que exista un espacio entre los extremos axiales opuestos de la lámina de refuerzo de tela y los extremos axiales opuestos del molde de colado centrífugo, permitiendo el espacio el flujo de la resina termoplástica reactiva alrededor de los extremos axiales opuestos de la lámina de refuerzo de tela.
- 50

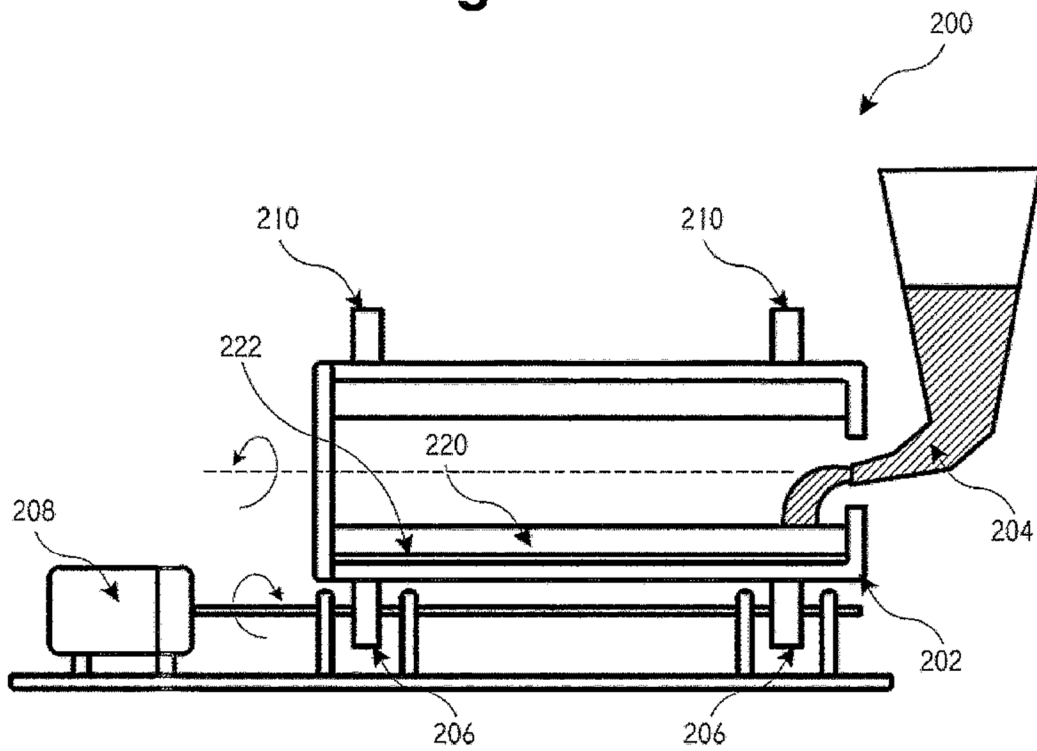
11. El método según la reivindicación 9 o 10, en donde la resina termoplástica reactiva comprende caprolactama, laurilactama, metacrilato de metilo (MMA), tereftalato de butileno cíclico (CBT), prepolímero de poliuretano termoplástico (TPU) o alquenos cíclicos.

5 12. El método según una o más de las reivindicaciones 9 a 11, en donde la lámina de refuerzo de tela está dispuesta radialmente hacia dentro desde una pared exterior del producto termoplástico.

13. El método según una o más de las reivindicaciones 9 a 12, en donde la lámina de refuerzo de tela comprende además una pluralidad de segundos haces de fibras que están orientados a lo largo de una segunda dirección que tienen una orientación en ángulo con respecto a la primera dirección, y en donde el material termoplástico polimerizado está impregnado dentro de la pluralidad de segundos haces de fibras.



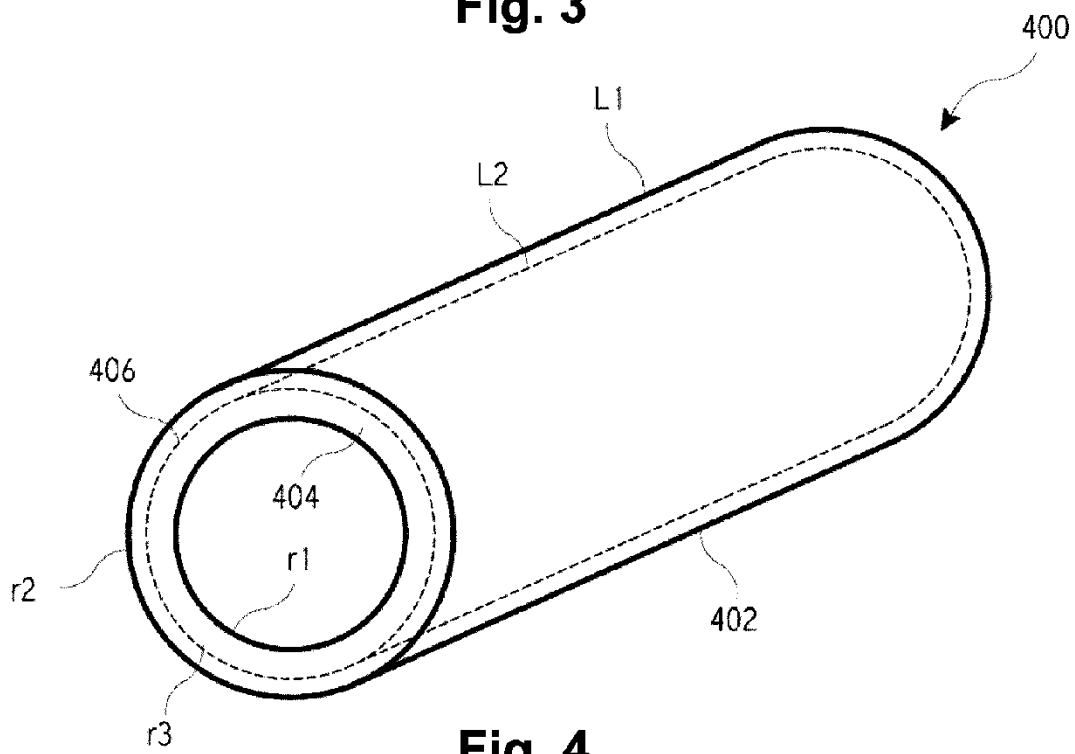
**Fig. 1**



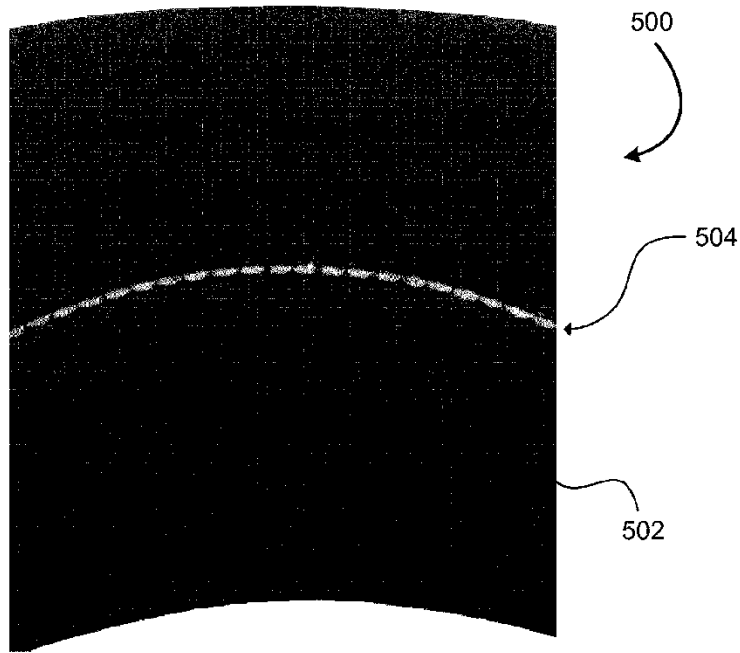
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**