

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 373**

51 Int. Cl.:

B29B 15/12 (2006.01)

B29C 70/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2016 E 18161629 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3351362**

54 Título: **Aparato de pultrusión**

30 Prioridad:

13.02.2015 EP 15155136

21.12.2015 EP 15201578

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

05.04.2021

73 Titular/es:

HEXCEL COMPOSITES GMBH & CO KG (50.0%)

Industriegelaende 2

4720 Neumarkt, AT y

HEXCEL COMPOSITES LIMITED (50.0%)

72 Inventor/es:

MOSER, JOHANNES;

ARCIDIACONO, MARCO;

DE GIORGI, FRANCESCO;

GURU, VITHALDAS y

HUNG, OWEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 816 373 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

Aparato de pultrusión

Campo de invención

5 La invención se refiere a un aparato de pultrusión, a una entrada o esparcidor para un aparato o un proceso de pultrusión y a un proceso de pultrusión; particularmente, pero no exclusivamente, la invención se refiere a un aparato, a una entrada y a un proceso para producir pultrusión reforzada con fibras para su uso en aplicaciones de energía eólica, tales como palas de aerogeneradores.

Antecedentes de la invención

10 Los materiales compuestos que contienen tanto un material de refuerzo fibroso como una matriz de resina o resina, han adquirido una importancia creciente. Dichos materiales combinan una excelente resistencia con un peso muy bajo, lo que los convierte en la primera opción para aplicaciones sensibles al peso, en particular en las industrias aeronáutica y energética.

15 Existen numerosos métodos para la fabricación de estructuras compuestas que incluyen, pero no se limitan a, las matrices poliméricas termoformadas y el procesado en autoclave. Sin embargo, todos requieren gran cantidad de mano de obra, son más costosos que el uso de materiales estrictamente metálicos, no aplicables a aplicaciones de volumen moderado a alto, o no dan como resultado en estructuras estructuralmente eficientes con una relación resistencia/peso deseada.

El documento NL8104019 divulga un proceso para la producción de palas de aerogeneradores a partir de material compuesto que comprende elementos reforzados con fibra extruida curada en combinación con materiales compuestos convencionales que comprenden una matriz de resina en combinación con un material de refuerzo fibroso.

20 Los métodos de procesamiento por pultrusión convencionales tienen tasas de producción moderadas para estructuras de materiales compuestos curados por calor y pultrusionados. Sin embargo, generalmente, una limitación de los procesos de pultrusión es que un proceso de pultrusión está adaptado sólo para producir partes alargadas de sección transversal uniforme. Esto es debido en parte a la naturaleza del propio proceso. Debido a que el proceso funciona tirando de fibras de refuerzo largas y continuas a través de las diversas operaciones unitarias, forma de manera natural materiales compuestos alargados en los que las fibras de refuerzo están alineadas en la dirección de la pultrusión.

25 En la producción de estructuras de materiales compuestos pultrusionados se usan ampliamente matrices termoplásticas y de resina termoestable. Para aplicaciones estructurales, las resinas termoestables, tales como las resinas epoxi, de viniléster, de poliéster y de poliuretano, son más adecuadas, ya que proporcionan estructuras de materiales compuestos estructuralmente eficientes que tienen una mejor relación rendimiento mecánico/peso que las estructuras comparables fabricadas a partir de resinas termoplásticas. Una vez curadas, las resinas termoestables no pueden termoconformarse o conformarse posteriormente de ninguna otra manera, sin embargo, es necesario curar la resina termoestable en la matriz con el fin de unir las fibras entre sí y crear la forma de sección transversal deseada.

30 Normalmente, en estos métodos de procesamiento se emplea un sistema de resina que sacrifica el rendimiento estructural en aras de un procesamiento rápido. Por lo tanto, las estructuras pultrusionadas convencionales son generalmente inadecuadas para aplicaciones estructurales primarias debido a su rendimiento estructural inferior al óptimo. El menor rendimiento estructural es debido a las orientaciones no óptimas de las fibras en el tejido y a la necesidad de usar resinas de curado rápido que tienen un rendimiento estructural no óptimo. La impregnación incompleta de la resina en la fibra y también la humedad que provoca huecos en los laminados son problemas comunes en los métodos de pultrusión convencionales. El desgaste y el deterioro del aparato de pultrusión son también un problema con los sistemas de pultrusión convencionales, particularmente el desgaste y el deterioro causados por el contacto de los materiales de fibra abrasiva con las paredes del aparato. También pueden requerirse fuerzas de arrastre muy elevadas para arrastrar la fibra a través del aparato de pultrusión, y las dificultades para mantener una tasa de flujo de fibra constante a través del aparato con fuerzas de arrastre tan elevadas pueden conducir a inconsistencias en la impregnación de resina en la fibra y/o a reducciones en la calidad de la superficie.

35 El documento US 5.114.633 divulga un proceso en el que dos corrientes de resina co-reactivas se mezclan inmediatamente adyacentes a la entrada de una matriz de impregnación usada para fabricar productos mediante el proceso de pultrusión, ocurriendo el mezclado inmediatamente adyacente a las fibras a medida que se introducen a la abertura del conducto central de la matriz.

40 El documento DE102012013448 divulga un dispositivo de guiado de haces de fibras para una disposición en un dispositivo de pultrusión que comprende muchas placas perforadas respectivamente con al menos una abertura de conducto para haces de fibras, siendo las placas perforadas desplazables horizontal y verticalmente.

La invención tiene por objeto obviar o al menos mitigar los problemas descritos anteriormente y/o proporcionar mejoras en general.

Sumario de la invención

Según la invención, se proporciona un aparato, una entrada o una placa de entrada y un proceso según se define en una cualquiera de las reivindicaciones adjuntas.

En un aspecto de la invención se proporciona un aparato de pultrusión que comprende:

- 5 a) una parte para recibir las fibras,
- b) una parte para inyectar resina en las fibras,
- c) una parte para impregnar las fibras inyectadas con resina, y
- d) una parte de conformación de las fibras impregnadas,

10 en el que las fibras, después de su paso a través de la parte de recepción, convergen en la parte de inyección de resina, y la resina fluye hacia el exterior después de la inyección a medida que las fibras avanzan desde la parte de inyección a la parte de impregnación; caracterizado porque la parte de recepción comprende una entrada que comprende aberturas de tamaño variable en una disposición reticulada oscilante.

15 Las partes individuales comprendidas en el aparato de la presente invención pueden estar presentes como partes claramente separadas, o partes individuales pueden estar inmediatamente adyacentes a una o dos partes diferentes. En algunas realizaciones, una o más partes pueden coincidir al menos parcialmente. Por ejemplo, la parte para inyectar resina en las fibras puede coincidir al menos parcialmente con la parte para recibir fibras y/o la parte para impregnar las fibras inyectadas con resina; y/o la parte para impregnar las fibras inyectadas con resina puede coincidir al menos parcialmente con la parte para inyectar resina en las fibras y/o la parte para conformar las fibras impregnadas.

20 La parte de inyección puede comprender un dispositivo de inyección de resina. Las fibras convergen preferiblemente en una zona de inyección adyacente al dispositivo de inyección. Esto permite que las fibras sean humedecidas directamente con resina.

La resina fluye desde la zona de inyección hacia afuera a medida que las fibras avanzan desde la parte de inyección a la parte de impregnación. Preferiblemente, la resina es poliuretano.

En una realización, el dispositivo de inyección guía las fibras a la zona de inyección.

25 La parte de recepción comprende una entrada para recibir y separar las fibras y ubicar las fibras, unas con relación a las otras. La entrada puede guiar las fibras a la zona de inyección.

En una realización preferida, las fibras tienen forma de estopas de fibra, comprendiendo cada estopa múltiples filamentos de fibra. Típicamente, una estopa puede comprender de 20.000 a 60.000 filamentos, preferiblemente de 50.000 a 60.000 filamentos. Preferiblemente, la fibra es fibra de carbono.

30 A medida que las fibras son arrastradas a través de las diversas partes del aparato desde la parte de recepción a la parte de conformación, puede aplicarse un material de revestimiento, tal como un velo o un tejido pelable, a una o más partes. El material de revestimiento protege las diversas partes contra el desgaste y el deterioro, ya que previene o reduce el contacto entre las fibras, que pueden ser abrasivas, y las superficies de las partes. Además, el material de revestimiento puede proporcionar una calidad superficial deseada a las fibras pultrusionadas. Las calidades superficiales deseadas pueden comprender la rugosidad superficial, o una estructura superficial (que puede incluir canales, ondulaciones). En una realización preferida, el material de revestimiento comprende un velo que tiene un peso comprendido en el intervalo de 5 a 60 g/m², preferiblemente de 5 hasta 40 g/m² y más preferiblemente de 10 a 25 g/m², y/o un tejido pelable que tiene un peso comprendido en el intervalo de 50 a 150 g/m², preferiblemente de 80 a 120 g/m². El material de revestimiento puede eliminarse de las fibras pultrusionadas después de su curado.

40 En una realización preferida, se aplica un primer material de revestimiento, tal como un velo o un tejido pelable, a la parte de recepción y se aplica un material de revestimiento adicional a la parte de inyección y/o a la parte de impregnación. El primer material de revestimiento puede proporcionarse por debajo de las fibras y el material de revestimiento adicional puede proporcionarse por encima de las fibras.

45 En una realización preferida, el área de la sección transversal de la parte de impregnación disminuye a lo largo de su longitud mientras se extiende hacia la parte de conformación, de manera que, a medida que las fibras pasan a través de la parte de impregnación desde la parte de inyección a la parte de conformación, la presión en la parte de impregnación aumenta, ayudando a la impregnación de la resina en las fibras. En particular, la parte de impregnación se estrecha en al menos una dimensión en la dirección de la parte de conformación.

La presente invención proporciona también una entrada o una placa de entrada para un aparato de pultrusión, en el que la entrada o la placa de entrada comprende una o más aberturas de tamaño variable dispuestas en un retículo oscilante.

El proceso puede usar también el aparato de la presente invención.

- 5 De esta manera, la presente invención proporciona un aparato y un proceso eficientes para producir productos pultrusionados de alto rendimiento, que superan los problemas del aparato y de los procesos de la técnica anterior y que pueden producir perfiles estructurales de alto rendimiento que satisfacen los requisitos de los materiales compuestos usados en las industrias aeroespacial o de energía eólica.

Descripción detallada de la invención

Aparato de pultrusión

- 10 El aparato de pultrusión comprende una parte para recibir fibras, una parte para inyectar resina en las fibras, una parte para impregnar las fibras inyectadas con resina, y una parte para conformar las fibras impregnadas. Las partes están preferiblemente integradas. Preferiblemente las partes están dispuestas de manera que las fibras avancen a través de las partes respectivas de manera consecutiva. A continuación, se describirán aspectos más detallados de cada una de estas partes de la siguiente manera.

- 15 Entrada, placa de entrada o esparcidor

- En el aparato de pultrusión puede usarse cualquier fibra en forma de estopas de fibras que comprenden múltiples filamentos. Preferiblemente, las estopas de fibra comprenden estopas de fibra de carbono. La parte de recepción preferiblemente comprende una entrada, o placa de entrada. Preferiblemente, las fibras en forma de estopas se separan y se sitúan en la parte de recepción. La entrada para el aparato de pultrusión de la presente invención comprende aberturas para recibir y situar las fibras con relación a las partes posteriores. Las aberturas pueden estar dispuestas en forma de una rejilla de manera que las fibras puedan pasar a través de la entrada de una manera ordenada y separada. Las aberturas pueden tener, por ejemplo, forma rectangular, incluso forma cuadrada, y pueden ser también equidistantes o pueden estar a una distancia variable entre sí y pueden tener un tamaño igual o variable, teniendo preferiblemente las aberturas forma de rejilla. El esparcimiento de las fibras permite que las fibras converjan en la parte de inyección, de manera que la resina pueda penetrarlas o humedecerlas de manera más eficiente. Esto puede ser beneficioso cuando se usan fibras de carbono, que, debido al tamaño y empaquetado de sus filamentos, pueden ser difíciles de humedecer. Una humectación efectiva conduce a tasas de producción más rápidas y reduce también el tiempo de exposición de la resina al aire, lo que podría afectar a la calidad de la resina.
- 20
- 25

- La entrada comprende una disposición de retículo oscilante. Esto ayuda a garantizar que las fibras sean alimentadas a través de las aberturas sin acumulación de pelusa en las aberturas de entrada. Dicha pelusa puede penetrar periódicamente en otras partes del aparato y puede resultar en defectos en el aparato y/o en el producto pultrusionado. Preferiblemente la disposición de retículo oscilante se proporciona mediante peines oscilantes. Estos pueden disponerse a 90° entre sí para crear un patrón reticulado con la misma geometría que la entrada para alimentar la fibra a través del mismo. Puede haber uno o más peines verticales y uno o más peines horizontales que comprenden múltiples pasadores.
- 30
- 35 El movimiento de los peines puede controlarse mediante uno o más motores, por ejemplo, un motor de movimiento horizontal y/o un motor de movimiento vertical.

Preferiblemente, la entrada está posicionada en el centro con relación a la parte de inyección.

Dispositivo para la inyección de resina

- La parte para inyectar resina en las fibras puede comprender un dispositivo de inyección de resina. Una vez que la fibra se inserta a través de la parte de recepción, tal como una entrada, puede entrar en contacto a continuación con el dispositivo de inyección de resina. El dispositivo puede guiar las fibras a una zona de inyección con las fibras que convergen en la zona de inyección adyacente al dispositivo de inyección. El dispositivo puede comprender un inyector de resina. El dispositivo está posicionado preferiblemente en el centro con respecto a la entrada o con respecto a la dirección del flujo de las fibras a través de la parte de impregnación. Dicho posicionamiento central permite que la resina sea inyectada en fibras dispuestas periféricamente a medida que pasan a través del aparato, de manera que las fibras sean impregnadas desde el centro hacia su exterior. Esto garantiza que el aire se mueva sólo en una dirección, lo que conduce a una impregnación más eficiente. La boquilla de un inyector podría tener cualquier número de formas, incluyendo plana, ancha o una relación de aspecto grande, es decir, con forma de ranura, para producir una película de resina delgada. De manera alternativa o adicional, un inyector de resina puede comprender múltiples puertos de salida para conformar la resina extruida desde los mismos. Por ejemplo, 3 puertos de salida, cada uno de los cuales puede ser generalmente circular o puede tener generalmente forma de ranura, pueden estar dispuestos uno al lado del otro, de manera que el flujo de resina desde el inyector tenga forma de película ancha. Una película de resina extruida más ancha significará que la resina debe recorrer menos distancia en el interior de las fibras. Esto podría mejorar la humectación, la impregnación y acelerar las mismas, permitiendo tasas de producción más rápidas. Preferiblemente, la forma de la resina extruida coincide al menos parcialmente con la forma del producto pultrusionado a conformar en el aparato de pultrusión. La resina puede ser cualquier resina termoestable, pero preferiblemente es poliuretano.
- 40
- 45
- 50
- 55

Preferiblemente, el dispositivo para inyectar la resina está en una cámara y dicho dispositivo está posicionado en el centro en el interior de dicha parte de inyección de resina o dicha cámara. La humedad resultante de la impregnación con resina al aire libre puede conducir a una disminución de la calidad superficial del producto y, en el caso de los polímeros termoestables tales como el poliuretano, estos tienden a formar una espuma en exceso si se exponen al vapor de agua en el aire. Por lo tanto, el hecho de que el dispositivo esté posicionado en el interior de dicho contenedor cerrado evita estos problemas y resulta en una mejor calidad del producto acabado. La cámara puede realizarse en una serie de materiales, pero preferiblemente se realiza en metal.

El posicionamiento central del dispositivo en el interior de la parte de inyección de resina o cámara garantiza además una impregnación eficiente de las fibras insertadas. El dispositivo o la cámara en cuyo interior se encuentra el dispositivo puede posicionarse también en un ángulo con relación a la dirección longitudinal del movimiento de las fibras en la parte de inyección, preferiblemente un ángulo de 0,5 a 2,5°, tal como por ejemplo de 0,9 a 1,1°.

El aparato puede comprender también uno o más inyectores de resina que están posicionados aguas abajo del primer dispositivo para impregnar la fibra con resina.

De manera adicional o alternativa a la inyección generalmente central de resina, la resina puede inyectarse periféricamente. Cuando la resina se inyecta periférica y centralmente, puede inyectarse en la misma posición que la resina inyectada centralmente o aguas abajo de la misma.

Parte de impregnación de resina

A medida que la fibra humedecida se mueve a través de la parte de inyección de resina, las paredes de la misma ejercen presión sobre la fibra humedecida, lo que causa que las fibras se humedezcan por completo. El aparato está configurado de manera que la resina fluya hacia el exterior desde el punto central de inyección a medida que las fibras avanzan desde la parte de inyección a través de la parte de impregnación. La parte de impregnación en el interior del aparato puede comprender también una zona de enfriamiento para enfriar la resina, preferiblemente antes de la parte para conformar la fibra impregnada de resina (matriz).

La parte de impregnación puede tener un volumen total más pequeño que la parte de inyección y/o el área de la sección transversal de al menos parte de la parte de impregnación de resina puede ser más pequeña que el área de la sección transversal de la parte de inyección. En este sentido, la parte de impregnación puede tener dimensiones más pequeñas o más estrechas, tales como la altura, la anchura o la circunferencia y, por lo tanto, puede ser una vía más estrecha a través de la cual puede pasar la fibra inyectada. Esto aumenta la presión con la que la resina es forzada a entrar en las fibras y, como resultado, puede aumentarse el grado de impregnación. El diseño es tal que las fibras y la resina son forzadas a pasar a través de un volumen más pequeño y/o un espacio más estrecho, de manera que la resina sea presionada en las fibras y se aumente la fracción de volumen de la fibra. Dicho volumen más pequeño y/o dicha parte de impregnación más estrecha pueden ser seguidas también por un área de amortiguación que aumenta gradualmente en volumen y/o en área de sección transversal hasta que alcanza el volumen del perfil final y/o un área de sección transversal deseados y la parte de conformación.

La longitud de la parte de impregnación no está especialmente limitada, pero preferiblemente tiene una longitud suficiente en la dirección en la que se tira de la fibra de manera que se impregne una cantidad suficiente de resina en las fibras durante su paso a través de la parte de impregnación de manera que el producto de material compuesto pultrusionado deseado se formará al pasar las fibras impregnadas de resina a través de la parte de conformación. La longitud puede ajustarse para tener en cuenta el tamaño y la forma del producto acabado, la resina y las fibras usadas, la velocidad a la que las fibras son arrastradas a través del aparato y/o las temperaturas usadas. Sin embargo, en al menos algunas realizaciones, la longitud de la parte de impregnación es de 100 a 1.500 mm, preferiblemente de 250 a 1.000 mm, más preferiblemente de 400 a 800 mm.

La forma de la sección transversal de la parte de impregnación puede permanecer generalmente constante a lo largo de su longitud o puede variar. Por ejemplo, la forma de la sección transversal puede cambiar a lo largo de la longitud de la parte de impregnación, por ejemplo, la parte de impregnación puede tener una sección transversal generalmente redonda o cuadrada en el extremo más cercano a la parte de inyección, pero esta puede cambiar a una sección transversal generalmente rectangular en el extremo más cercano a la parte de conformación. De manera similar, el área de la sección transversal de la parte de impregnación puede reducirse a lo largo de su longitud que se extiende a la parte de conformación, de manera que el volumen de una longitud unidad de la parte de impregnación disminuya a lo largo de su longitud, y de manera que la presión de impregnación aumente a lo largo de su longitud. La disminución del área de la sección transversal, y por lo tanto del volumen de una longitud unidad, en la parte de impregnación puede ser regular o irregular; por ejemplo, el área de la sección transversal puede disminuir a lo largo de toda la longitud, bien a una tasa de disminución constante o bien a una tasa variable y, opcionalmente, puede haber presentes regiones en las que el área de la sección transversal no cambia. De manera alternativa, el área de la sección transversal de la parte de impregnación puede disminuir en general a lo largo de su longitud, pero puede aumentar en al menos una región, por ejemplo, debido a la presencia de una región que tiene una mayor área de sección transversal que la región anterior y las regiones posteriores. De esta manera, la parte de impregnación de resina puede incluir dos o más regiones con diferente presión de impregnación. Uno o más orificios de ventilación, que permiten que la resina no impregnada en las fibras escape desde

la parte de impregnación antes de la entrada de las fibras impregnadas con resina en la parte de conformación, pueden estar presentes también a lo largo de la longitud de la parte de impregnación de resina.

Preferiblemente la forma de la sección transversal de al menos la parte final de la parte de impregnación corresponde al menos en general a la forma de la sección transversal de la parte de conformación, para facilitar la transferencia de las fibras impregnadas desde la parte de impregnación a la parte de conformación, aunque las dimensiones de las formas de sección transversal pueden variar. Por ejemplo, si la parte de conformación está adaptada para conformar las fibras impregnadas con resina a una sección transversal rectangular, al menos la parte final de la parte de impregnación tendrá también una sección transversal rectangular que corresponde, al menos en general, a la sección transversal de la parte de conformación, aunque la sección transversal de la parte de conformación puede ser más pequeña que la sección transversal de la parte final de la parte de impregnación en al menos una dimensión, por ejemplo, la sección transversal de la parte de conformación puede tener una altura más pequeña que la sección transversal de la parte final de la parte de impregnación.

En una realización preferida en la que el área de la sección transversal de la parte de impregnación disminuye a lo largo de su longitud mientras se extiende a la parte de conformación, la parte de impregnación se estrecha en al menos una dimensión en la dirección de la parte de conformación, es decir, al menos una de las paredes de la parte de impregnación converge con respecto a al menos una pared opuesta en la dirección de la parte de conformación. Por ejemplo, si la sección transversal de la parte de impregnación es generalmente circular, todas las paredes pueden converger, de manera que el radio de la parte de impregnación disminuya. De manera alternativa, si la sección transversal de la parte de impregnación es generalmente cuadrada o rectangular, las paredes superior e inferior pueden converger, de manera que la altura de la parte de impregnación disminuya, y/o las paredes laterales pueden converger, de manera que la anchura de la parte de impregnación disminuya. Cuando convergen tanto las paredes superior e inferior como las paredes laterales, el grado de convergencia puede diferir; por ejemplo, las paredes superior e inferior pueden converger en mayor grado que las paredes laterales. De manera similar, cuando dos paredes convergen, el ángulo de cada pared con respecto al eje central de la parte de impregnación puede variar; por ejemplo, una pared puede permanecer generalmente paralela al eje central de la parte de impregnación mientras que la pared opuesta forma un ángulo con respecto al eje central, o, preferiblemente, ambas paredes opuestas convergen en el mismo grado con respecto al eje central.

El grado con el cual dos paredes opuestas convergen puede ser constante a lo largo de la longitud de la parte de impregnación o puede variar, y, cuando el grado de convergencia varía, puede ser regular o irregular. Por ejemplo, al menos dos paredes opuestas de la parte de impregnación pueden converger con un ángulo fijo en la dirección de la parte de conformación a lo largo de parte o sustancialmente toda la longitud de la parte de impregnación. De manera alternativa, al menos dos paredes opuestas de la parte de impregnación pueden converger en una curva generalmente continua en la dirección de la parte de conformación a lo largo de parte o sustancialmente toda la longitud de la parte de impregnación.

En una alternativa adicional, al menos dos paredes opuestas de la parte de impregnación pueden converger en una serie de dos o más segmentos lineales de ángulos diferentes con respecto al eje de la parte de impregnación en la dirección de la parte de conformación, a lo largo de parte o sustancialmente toda la longitud de la parte de impregnación. En esta realización, los ángulos de los segmentos lineales con respecto al eje de la parte de impregnación se reducen preferiblemente en la dirección de la parte de conformación, es decir, el ángulo con el que convergen las dos paredes opuestas se reduce en la dirección de la parte de conformación a lo largo de su longitud. Por ejemplo, las paredes superior e inferior de la parte de impregnación pueden converger ambas en una primera sección con un ángulo con respecto al eje de la parte de impregnación de más de 2° hasta 5° (tal como, de 3,7° o 3°), y a continuación ambas pueden converger en una segunda sección posterior con un ángulo con respecto al eje de la parte de impregnación desde más de 1° hasta 2° (tal como 1,5°), y a continuación pueden converger ambas en una tercera parte posterior con un ángulo con respecto al eje de la parte de impregnación desde 0,2° hasta 1° (tal como 0,6°). Las longitudes de cada segmento lineal pueden ser iguales o diferentes; por ejemplo, cuando hay 3 segmentos lineales, el primer segmento, el más inclinado, puede ser el más largo, la segunda sección puede ser de longitud intermedia, y el tercer segmento, el más superficial, puede ser el más corto, o cualquier otra combinación es posible. Los dos o más segmentos lineales pueden ser adyacentes entre sí o pueden estar separados por un segmento lineal que es generalmente paralelo al eje de la parte de impregnación. Por ejemplo, cuando hay 3 segmentos lineales de ángulos diferentes con respecto al eje de la parte de impregnación, cada segmento en ángulo puede estar separado del siguiente segmento en ángulo por un segmento lineal que es generalmente paralelo al eje de la parte de impregnación. Por "generalmente paralelo" se entiende que los segmentos lineales respectivos son completamente paralelos con el eje de la parte de impregnación o varían de esta configuración paralela en no más de 0,5°, tal como desde 0 hasta 0,3°.

En una realización preferida en la que la parte de impregnación se estrecha en al menos una dimensión en la dirección de la parte de conformación, cada una de al menos dos paredes opuestas de la parte de impregnación puede incluir una sección de pared es sustancialmente perpendicular al eje de la parte de impregnación, de manera que el área de la sección transversal de la parte de impregnación disminuya de manera relativamente pronunciada en este punto, es decir, de manera que se forme un punto crítico. En particular, las secciones de pared sustancialmente perpendiculares se forman en paredes convergentes opuestas de la parte de impregnación.

Por sustancialmente perpendicular al eje de la parte de impregnación se entiende que las secciones de pared sustancialmente perpendiculares pueden formar un ángulo de 75° a 110° con respecto al eje de la parte de impregnación, preferiblemente de 80° a 100°, tal como de 85° a 95°.

5 Las secciones de pared sustancialmente perpendiculares en las paredes opuestas pueden estar escalonadas una con respecto a la otra, pero preferiblemente están situadas en el mismo punto una con la otra a lo largo de la longitud de la parte de impregnación.

10 Las secciones de pared sustancialmente perpendiculares pueden estar situadas en cualquier punto a lo largo de la longitud de la parte de impregnación, pero están preferiblemente más cerca del extremo de la parte de impregnación adyacente a la parte de conformación que del extremo de la parte de impregnación adyacente a la parte de inyección de resina. Por ejemplo, las secciones de pared sustancialmente perpendiculares pueden estar situadas sustancialmente en el extremo de la parte de impregnación adyacente a la parte de conformación, de manera que el punto crítico se produzca de manera sustancialmente inmediata antes de la entrada de las fibras impregnadas de resina a la parte de conformación. De manera alternativa, las secciones de pared sustancialmente perpendiculares pueden estar situadas parcialmente a lo largo de la longitud de la parte de impregnación, y preferiblemente de manera que las paredes de la parte de impregnación converjan antes de las secciones de pared sustancialmente perpendiculares, y continúen convergiendo después de las secciones de pared sustancialmente perpendiculares. Por ejemplo, el punto crítico puede estar situado de 50 a 500 mm desde el extremo de la parte de impregnación adyacente a la parte de conformación (por ejemplo, 100 mm o 200 mm), y las paredes de la parte de impregnación pueden converger en un ángulo de 0,05° a 1° con respecto al eje de la parte de impregnación (tal como 0,14° o 0,26°) después del punto crítico. En una realización particular, el área de la sección transversal de la parte de impregnación puede aumentar después de las secciones de pared sustancialmente perpendiculares y, preferiblemente, a continuación, puede disminuir adicionalmente. Por ejemplo, el área de la sección transversal de la parte de impregnación puede disminuir inicialmente de manera relativamente lenta en la dirección de la parte de conformación, a continuación, puede disminuir de manera relativamente pronunciada en un punto crítico, a continuación, puede aumentar después del punto crítico y finalmente puede disminuir adicionalmente.

25 La presencia de las secciones de pared sustancialmente perpendiculares, y por lo tanto de un punto crítico, en la parte de impregnación puede proporcionar una mejor impregnación de la resina en las fibras, una mejor consistencia de la fuerza de arrastre y/o mejores propiedades superficiales del producto pultrusionado final, y la longitud y la posición de las secciones sustancialmente perpendiculares y, por lo tanto, la disminución del área de la sección transversal en el punto crítico, pueden seleccionarse en consecuencia. Por ejemplo, cuando la forma de la sección transversal de la parte de impregnación es rectangular y las paredes superior e inferior convergen, la longitud de las secciones de pared generalmente perpendiculares puede ser de 1 mm, de manera que la altura de la parte de impregnación se reduzca en 2 mm en el punto crítico, que puede estar situado inmediatamente adyacente a la parte de conformación, o dentro de un radio de 300 mm desde la misma.

Material de revestimiento tal como tejido pelable o velo

35 El aparato puede también comprender una o más entradas o aberturas para la inserción de un material de revestimiento en una o más partes del aparato en forma de tejido pelable o "peel ply", o un velo que es un material textil de peso ligero comprendido en el intervalo de 5 a 40 g/m². El material de revestimiento puede comprender también otros equivalentes de revestimiento para seleccionar la calidad superficial deseada del producto. El aparato puede incluir también una o más guías para la inserción de material de revestimiento. El material de revestimiento puede añadirse después de la inserción de las fibras desde arriba y/o desde abajo en la entrada al dispositivo para la impregnación de resina o en la cámara en la que está contenido el dispositivo para la impregnación de resina. Preferiblemente, el primer material de revestimiento se proporciona por debajo de las fibras que entran a la parte de recepción y el material de revestimiento adicional se proporciona por encima de las fibras que pasan a través de la parte de inyección o la parte de impregnación. Los materiales de revestimiento también pueden añadirse en una disposición escalonada, por ejemplo, aguas abajo y aguas arriba de la inyección de resina, para evitar la distorsión de las capas a medida que pasan a través del dispositivo para conformar la fibra impregnada de resina. Los velos adecuados para su uso en la presente invención incluyen velos de poliéster.

Además de definir la calidad superficial deseada para el producto, el material de revestimiento protege también el aparato contra un desgaste y un deterioro excesivos, que pueden ser causados por fibras abrasivas, especialmente fibras de carbono. El material de revestimiento puede ser eliminable desde el producto para conseguir la calidad superficial deseada.

50 El posicionamiento central del dispositivo para impregnar la fibra con resina garantiza que la fibra se impregne por completo, incluso si la resina se inyecta a través del material de revestimiento. Preferiblemente, el material de revestimiento no está completamente húmedo, de manera que el aire pueda escapar desde las fibras impregnadas. También es preferible que la fibra, incluyendo la fibra impregnada de resina, esté completamente cubierta de material de revestimiento, de manera que no haya contacto directo en ningún momento de la fibra de carbono con la superficie del aparato, ya que esto puede conducir a un desgaste y a un deterioro, resultando en un mal funcionamiento del aparato.

Si se usan materiales de revestimiento porosos, tales como velos o tejidos desplegables porosos, la resina puede inyectarse también en las fibras a través de los materiales de revestimiento, y esto puede ser adicional o alternativo a la inyección central de resina. La inyección de resina a través del material de revestimiento permite una simplificación del aparato y/o del proceso de pultrusión al evitar la necesidad de una inyección central de resina, mientras todavía permite

que el material de revestimiento proporcione protección al aparato de pultrusión o a partes del mismo y/o proporcione una calidad superficial deseada a las fibras reforzadas con resina pultrusionada.

5 También pueden integrarse guías de tejido pelable en el aparato. Por ejemplo, las guías pueden mecanizarse en el lado interno del aparato en cualquier parte en la que deba insertarse el tejido pelable. En esta disposición, puede minimizarse el desplazamiento del tejido pelable a través de la anchura. Podría aplicarse un pequeño vacío en esas regiones para mantener el tejido pelable de manera firme en su sitio.

Dispositivo para conformar la fibra impregnada de resina

10 El dispositivo para conformar la fibra impregnada de resina no está especialmente limitado, sino que puede incluir una matriz. El dispositivo puede estar posicionado también en el interior de una cámara aguas abajo del dispositivo para impregnar la fibra con resina, o puede estar posicionado por separado, incluso en una carcasa separada. El dispositivo puede comprender también una zona de calentamiento en la que puede curarse la fibra impregnada de resina. La matriz se posiciona preferiblemente en la zona de calentamiento. No es necesario que la matriz sea estacionaria y puede moverse hacia atrás y hacia adelante a lo largo del perfil de la fibra, de manera que puedan conseguirse formas bidimensionales o incluso tridimensionales curvas u otras formas. Preferiblemente la parte de conformación está adaptada para conformar la fibra impregnada de resina a una sección transversal rectangular.

15 La matriz puede incluir también medios de calentamiento para calentar las fibras impregnadas para permitir que éstas avancen hasta curarse.

Preferiblemente, el dispositivo de conformación está posicionado en el centro con relación a la parte de inyección.

20 El dispositivo para arrastrar la fibra a través del aparato no está especialmente limitado, pero puede ser cualquier medio, tal como un mecanismo para tirar o tiradores que tiren de la fibra a través del aparato.

Proceso de pultrusión

La presente invención proporciona además un proceso para la fabricación de fibras reforzadas con resina pultrusionada, que comprende las etapas de:

- 25 a) recibir las fibras en una parte de recepción de fibras;
- b) inyectar resina en las fibras en una parte de inyección de resina de dicho aparato;
- c) impregnar las fibras inyectadas de resina en una parte de impregnación de dicho aparato y
- d) conformar las fibras impregnadas a una pultrusión en una parte de conformación o parte matriz,

en el que las fibras convergen en la parte de inyección de resina para recibir la resina, y la resina fluye hacia el exterior después de la inyección a medida que las fibras avanzan desde la parte de inyección a través de la parte de impregnación;

30 caracterizado porque) la parte de recepción de fibras comprende una entrada que comprende aberturas de tamaño variable en una disposición de retículo oscilante.

35 El proceso puede comprender inyectar resina centralmente en el interior de la parte de inyección de resina. Esto ayuda a garantizar que la fibra sea impregnada completamente con resina. Las fibras insertadas convergen en la parte de inyección de resina de manera que la resina pueda penetrar o humedecerlas de manera más eficiente, y avanzan desde una parte de recepción a través de las partes de inyección y de impregnación a la parte de conformación. Puede inyectarse también resina adicional en las fibras desde la periferia, en la parte de inyección de resina o aguas abajo de la misma.

40 La resina fluye hacia el exterior desde la parte de inyección a medida que las fibras avanzan desde la parte de inyección a través de la parte de impregnación. La inyección central permite que la resina se impregne en las fibras dispuestas periféricamente a medida que pasan a través de la parte de impregnación de resina, de manera que las fibras se impregnen desde el centro hacia su exterior. Esto garantiza que el aire se mueva sólo en una dirección, lo que conduce a una impregnación más eficiente.

El proceso según la invención puede usar el aparato de pultrusión según la invención.

45 Preferiblemente, la fibra es fibra de carbono y/o la resina es poliuretano. La velocidad de producción de la fibra en el aparato está comprendida en el intervalo de 0,1 a 10 metros/minuto, preferiblemente de 0,25 a 5 metros/minuto, más preferiblemente de 0,5 a 2,5 metros/minuto, incluso más preferiblemente de 0,5 a 1,2 metros/minuto y/o combinaciones de los intervalos indicados anteriormente. El caudal de resina está comprendido en el intervalo de 0,05 a 1,0 kg/minuto, preferiblemente de 0,1 a 0,5 kg/minuto, más preferiblemente de 0,1 a 0,4 kg/minuto, y/o combinaciones de los intervalos indicados anteriormente. El proceso también se realiza también preferiblemente en una sala climatizada en la que hay un bajo contenido de humedad en el aire. Preferiblemente, la sala climatizada tiene una humedad relativa comprendida en el

50 intervalo del 10 al 80%, preferiblemente del 20% al 65%, más preferiblemente del 40 al 65% según se mide según la ASTM

E337. En combinación con la velocidad de producción, esto ayuda a prevenir los efectos de la humedad sobre la formulación de la resina. El aire o la humedad en la resina, tal como poliuretano, hacen que forme espuma, lo que puede conducir a la formación de huecos en el producto laminado.

5 La zona de impregnación puede enfriarse para aumentar el tiempo de curado de la matriz de resina. Cuando se requiera, esto puede ser necesario para velocidades de producción bajas o para velocidades de producción altas a medida que se incrementa el volumen de la resina.

10 El proceso puede comprender también añadir un material de revestimiento, tal como un tejido pelable o un velo, a la fibra antes de conformar la fibra impregnada de resina. El material de revestimiento puede añadirse después de la inserción de las fibras en la parte de recepción de fibra y antes y/o durante y/o después de la inyección de resina y/o la impregnación de resina. El material de revestimiento puede añadirse de una manera escalonada, por ejemplo, aguas abajo y aguas arriba de la inyección de resina, para evitar la distorsión de las capas a medida que pasan a través de la etapa de conformación. Mediante el uso de material de revestimiento poroso, tal como velos o tejidos pelables porosos, puede inyectarse resina en las fibras a través del material de revestimiento, y esto puede ser además de, o como una alternativa a, la inyección central de resina en las fibras.

15 En una realización particular, la fibra, incluyendo la fibra impregnada de resina, está completamente cubierta de material de revestimiento, tal como un tejido pelable o un equivalente, de manera que no haya en ningún momento un contacto directo de la fibra de carbono con la superficie del aparato de pultrusión, lo que puede conducir a un desgaste y un deterioro y a un mal funcionamiento del aparato.

20 La fibra impregnada de resina puede pasar a una zona de enfriamiento justo antes o al principio de la parte de conformación que puede realizarse mediante una matriz. La matriz puede calentarse o puede situarse en o cerca de una zona de calentamiento, de manera que la fibra impregnada de resina puede ser curada. Preferiblemente, esta etapa se realiza a una temperatura comprendida en el intervalo de 150-250°C, preferiblemente 170-200°C.

Producto pultrusionado

25 El producto pultrusionado obtenido mediante el uso del aparato o método de pultrusión de la presente invención puede comprender del 55 al 65% de fracción de volumen de fibra, preferiblemente fibra de carbono, y del 25 al 35% de contenido de resina, preferiblemente poliuretano.

El producto puede comprender también una o más de las siguientes propiedades:

- i) espesor medio de 1,5 a 15,5 mm, preferiblemente de 4,5 a 10 mm, más preferiblemente de 4,5 a 5,5 mm, más preferiblemente de 4,9 a 5,0 mm, o de manera alternativa de 1 a 10 mm; y/o
- 30 ii) alineación de fibras de -2° a 2°, y/o
- iii) módulo de tensión y compresión medio de al menos 133 GPa según las normas ISO 527 e ISO 14126, y/o
- iv) módulo de compresión de al menos 127 GPa según la norma ISO 14126, y/o
- v) deformación lineal por tracción hasta rotura de al menos el 0,94% según la norma ISO 527; y/o
- vi) deformación lineal por compresión hasta rotura de al menos el 0,69% según la norma ISO 14126; y/o
- 35 vii) resistencia al cizallamiento interlaminar de al menos 52 MPa según la norma ISO 14130.

El producto pultrusionado puede tener usos en una serie de campos, tales como las industrias aeroespacial o energética, y tiene un uso particular en los aerogeneradores.

La invención se clarificará a continuación solamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es un aparato de pultrusión según una realización de la presente invención;

40 La Figura 2 es otro aparato de pultrusión según una realización de la presente invención;

La Figura 3 es un esparcidor o entrada para un aparato de pultrusión según otra realización de la presente invención.

La Figura 4 es otro aparato de pultrusión según una realización de presente invención; y

La Figura 5 es otro aparato de pultrusión según una realización de la presente invención.

45 En la Figura 1 se muestra un proceso 1 de pultrusión que comprende un aparato 3, 4 de pultrusión que comprende una parte 3 para recibir las estopas de fibra desde un conjunto 2 de bobinas, y una parte 4 para inyectar resina en las fibras, impregnar las fibras inyectadas con resina y conformar las fibras impregnadas. La parte 4 tiene la forma de una cámara

integrada en la que las fibras se unen o convergen en una zona de inyección de resina. Las fibras 5 impregnadas conformadas se curan en la cámara 4 y a continuación se enrollan en un rodillo 6.

5 La parte 3 de recepción tiene la forma de un esparcidor o entrada que comprende múltiples aberturas, recibiendo cada abertura una estopa de fibra. Las aberturas están separadas y están situadas de manera guíen las estopas de fibra para que converjan en la zona de inyección de resina.

Los detalles de un aparato 10 de pultrusión según una realización de la presente invención se muestran en la Figura 2. El aparato 10 comprende una parte 24 para recibir fibras, una parte 22 para inyectar resina en las fibras, una parte 25 para impregnar las fibras inyectadas de resina, y una parte 26 para conformar las fibras impregnadas. Las fibras convergen en la parte 22 de inyección de resina.

10 La resina es inyectada por un inyector 20 de resina que inyecta la resina en el punto de las fibras convergentes.

Las partes 24, 22, 25 y 26 están integradas para formar una cámara 12. El material de revestimiento, tal como un velo o un tejido 14 pelable es conducido a la cámara 12 en la parte 24 de recepción y en la parte 25 de impregnación. La cámara 12 comprende puertos 16 de inyección de resina adicionales que están adaptados para inyectar resina a través de las capas 14 de tejido pelable. Estos puertos 16 también pueden cerrarse.

15 La matriz o la parte 26 de conformación conforma las fibras impregnadas. Esta parte 26 comprende además medios de calentamiento para calentar las fibras conformadas, lo que les permite avanzar hacia el curado.

20 Durante el uso, las fibras son arrastradas a través de la cámara 12, mientras la resina se inyecta centralmente en la zona 22 de inyección, en el punto de las fibras convergentes. A medida que las fibras se mueven a través de la cámara, estas se comprimen forzando a la resina a fluir desde el centro de la cámara 12 hacia el exterior hacia sus paredes, impregnando de esta manera las fibras en la parte 25. A continuación, las fibras impregnadas son conformadas por la parte 26 de conformación o matriz y a continuación se curan.

La Figura 3 muestra un ejemplo de una parte de recepción en forma de una entrada 31. Las estopas de fibra se disponen de manera que fluyan a través de las aberturas en los peines 32, 33 móviles. El movimiento de los peines 32, 33 se controla mediante un motor 34 de movimiento horizontal y un motor 35 de movimiento vertical.

25 Los peines 32,33 móviles previenen que las fibras se líen y facilitan el flujo de las estopas a través del aparato de pultrusión.

30 La Figura 4 muestra un aparato de pultrusión según otra realización de la presente invención. Las fibras se inyectan bajo un pequeño vacío a través de una parte 40 de inyección. Las fibras y a continuación la resina son forzadas a pasar a través de una zona 41 de impregnación de menor volumen de manera que la resina se comprima en las fibras. El grado de impregnación aumenta con la presión con la que la resina es forzada al interior de las fibras. El aparato comprende una zona 42 de amortiguación que tiene un volumen que se incrementa con relación a las secciones tanto precedente como posterior del aparato. Esta zona de amortiguación se fusiona con la geometría 43 final de la zona de impregnación y a continuación con la zona de conformación, que es una matriz 44.

35 En una realización adicional, la zona de amortiguación puede estar conectada a una presión reducida en comparación con la presión en el interior de la matriz o de la parte de inyección del aparato, o a la presión atmosférica o a una presión que es menor a la atmosférica.

40 En la Figura 5, se muestra un aparato 50 de inyección según otra realización de la presente invención que comprende una parte 52 de impregnación y una parte de conformación en forma de una matriz 54. Las paredes superior e inferior de la parte 52 de impregnación convergen en la dirección de la parte 54 de conformación o matriz, y la parte 52 de impregnación está conectada a la parte 54 de matriz en un punto de conexión, que tiene un punto de contacto entre la parte 52 de impregnación y la parte 54 de matriz. Cada una de las paredes superior e inferior de la parte 52 de impregnación incluye una sección sustancialmente vertical en el punto de conexión con la matriz 54, siendo las secciones verticales sustancialmente perpendiculares al eje de la matriz 54. Cada una de las secciones sustancialmente verticales de las paredes superior e inferior de la parte 52 de impregnación tiene una longitud de 1 mm, de manera que la parte 52 de impregnación y la parte 54 de matriz tengan una diferencia de altura total en el punto de conexión de 2 mm. De manera alternativa, cada una de las secciones sustancialmente verticales de las paredes superior e inferior de la parte 52 de impregnación tiene una longitud de 1,2 mm, de manera que la parte 52 de impregnación y la parte 54 de matriz tengan una diferencia de altura total en el punto de conexión de 2,4 mm.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (10) de pultrusión, que comprende:

- a) una parte (24) para recibir fibras,
- b) una parte (22) para inyectar resina en las fibras,
- 5 c) una parte (25) para impregnar las fibras inyectadas de resina, y
- d) una parte (26) para conformar las fibras impregnadas;

en el que las fibras, después de su paso a través de la parte (24) de recepción, convergen en la parte (22) de inyección de resina para recibir la resina, y la resina fluye hacia el exterior después de la inyección a medida que las fibras avanzan desde la parte (22) de inyección a través de la parte (25) de impregnación; caracterizado por que la parte (24) de recepción de fibras comprende una entrada (31) que comprende aberturas de tamaño variable en una disposición de retículo oscilante.

2. Aparato (10) según la reivindicación 1, en el que la parte (22) de inyección de resina comprende un dispositivo (20) de inyección de resina, en el que las fibras convergen en una zona de inyección adyacente al dispositivo (20) de inyección, opcionalmente en el que el dispositivo (20) de inyección de resina está posicionado en un ángulo de 0,5 a 2,5°, preferiblemente de 0,9 a 1,1° con relación a la dirección de movimiento longitudinal de las fibras en la parte (25) de impregnación.

3. Aparato (10) según la reivindicación 1 o 2, en el que la parte (22) de inyección y la parte (25) de impregnación y opcionalmente la parte (26) de conformación están integradas, opcionalmente para formar una cámara.

4. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el área de la sección transversal de la parte (25) de impregnación se reduce a lo largo de su longitud que se extiende hasta la parte (26) de conformación.

5. Aparato (10) según la reivindicación 4, en el que al menos dos paredes opuestas de la parte (25) de impregnación convergen en una curva generalmente continua a lo largo de su longitud.

6. Aparato (10) según la reivindicación 4, en el que al menos dos paredes opuestas de la parte (25) de impregnación convergen en una serie de dos o más segmentos lineales de ángulos diferentes con respecto al eje de la parte de impregnación a lo largo de su longitud; opcionalmente, en el que los ángulos de los segmentos lineales con respecto al eje de la parte (25) de impregnación se reducen en la dirección de la parte (26) de conformación a lo largo de su longitud, y/o en el que hay una sección lineal que es generalmente paralela al eje de la parte (25) de impregnación entre al menos dos de los dos o más segmentos lineales de ángulos diferentes con respecto al eje de la parte (25) de impregnación.

7. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que al menos dos paredes opuestas de la parte (25) de impregnación incluyen, cada una, una sección de pared que es sustancialmente perpendicular al eje de la parte (25) de impregnación;

preferiblemente en el que las secciones de pared sustancialmente perpendiculares están situadas sustancialmente en el extremo de la parte (25) de impregnación y adyacentes a la parte (25) de conformación,

o en el que las secciones de pared sustancialmente perpendiculares están situadas parcialmente a lo largo de la longitud de la parte (25) de impregnación.

8. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la parte (22) de inyección comprende un dispositivo (20) de inyección de resina posicionado centralmente en el interior de la parte (22) de inyección, opcionalmente en el que la parte (26) de conformación comprende un dispositivo de conformación, y en el que el dispositivo de conformación está posicionado centralmente con relación a la parte (22) de inyección.

9. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la parte (22) de inyección comprende al menos una boquilla de inyección de resina, opcionalmente en el que la al menos una boquilla de inyección de resina es plana, ancha, de gran relación de aspecto, generalmente circular o con forma generalmente similar a una ranura.

10. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la entrada (31) comprende peines (32, 33) oscilantes dispuestos a 90° entre sí.

11. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende además una abertura (16) para insertar material (14) de revestimiento en una o más partes, opcionalmente en el que el material (14) de revestimiento se inserta en una disposición escalonada.

12. Entrada o placa (31) de entrada para un aparato (10) de pultrusión, caracterizada porque la entrada (31) comprende una o más aberturas de tamaño variable, estando preferiblemente dichas aberturas dispuestas en un retículo oscilante,

opcionalmente en la que la entrada o placa (31) de entrada comprende peines (32, 33) oscilantes dispuestos a 90° entre sí.

13. Proceso para la fabricación de fibras reforzadas con resina pultrusionada, que comprende las etapas de

a) recibir fibras en una parte (24) de recepción de fibras de un aparato (10);

5 b) inyectar resina a las fibras en una parte (22) de inyección de resina de dicho aparato (10),

c) impregnar las fibras inyectadas de resina en una parte (25) de impregnación de dicho aparato (10), y

d) conformar las fibras impregnadas en una pultrusión en una parte de conformación o parte (26) de matriz,

10 en el que las fibras recibidas convergen en la parte (22) de inyección de resina para recibir la resina, y la resina fluye hacia el exterior después de la inyección a medida que las fibras avanzan desde la parte (22) de inyección a través de la parte (25) de impregnación;

caracterizado porque) la parte (24) de recepción de fibras comprende una entrada (31) que comprende aberturas de tamaño variable en una disposición de retículo oscilante.

14. Proceso según la reivindicación 13, en el que el aparato (10) es un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

15 15. Proceso según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en el que el proceso comprende proporcionar material (14) de revestimiento en una o más de: la parte (22) de inyección, la parte (25) de impregnación o la parte (26) de conformación, opcionalmente en el que el material (14) de revestimiento se proporciona en una disposición escalonada;

20 o en el que el proceso comprende además añadir material (14) de revestimiento a la fibra antes de conformar la fibra impregnada de resina, opcionalmente en el que la fibra impregnada está totalmente cubierta con material (14) de revestimiento.

16. Proceso según la reivindicación 15, en el que el material (14) de revestimiento comprende un velo o una capa despegable; opcionalmente, en el que resina se inyecta en las fibras a través del velo o capa despegable.

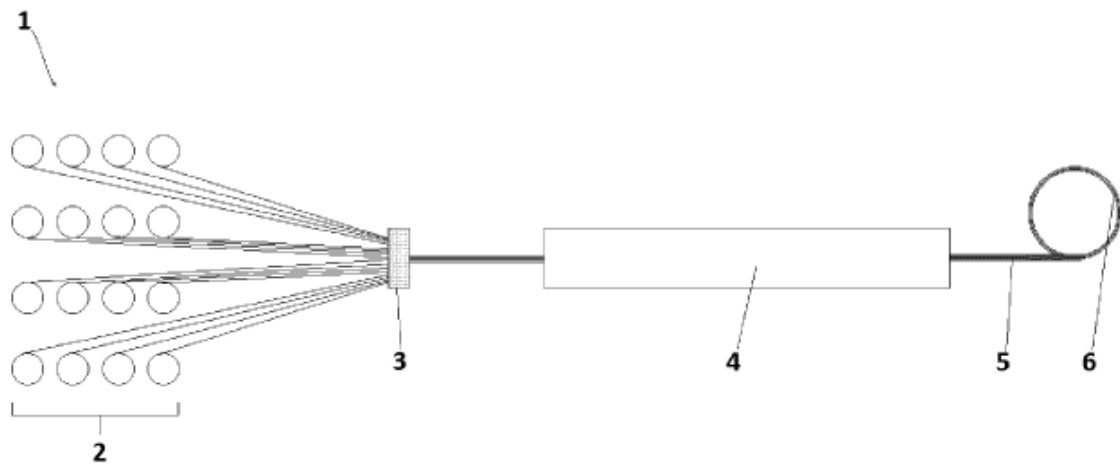


Figura 1

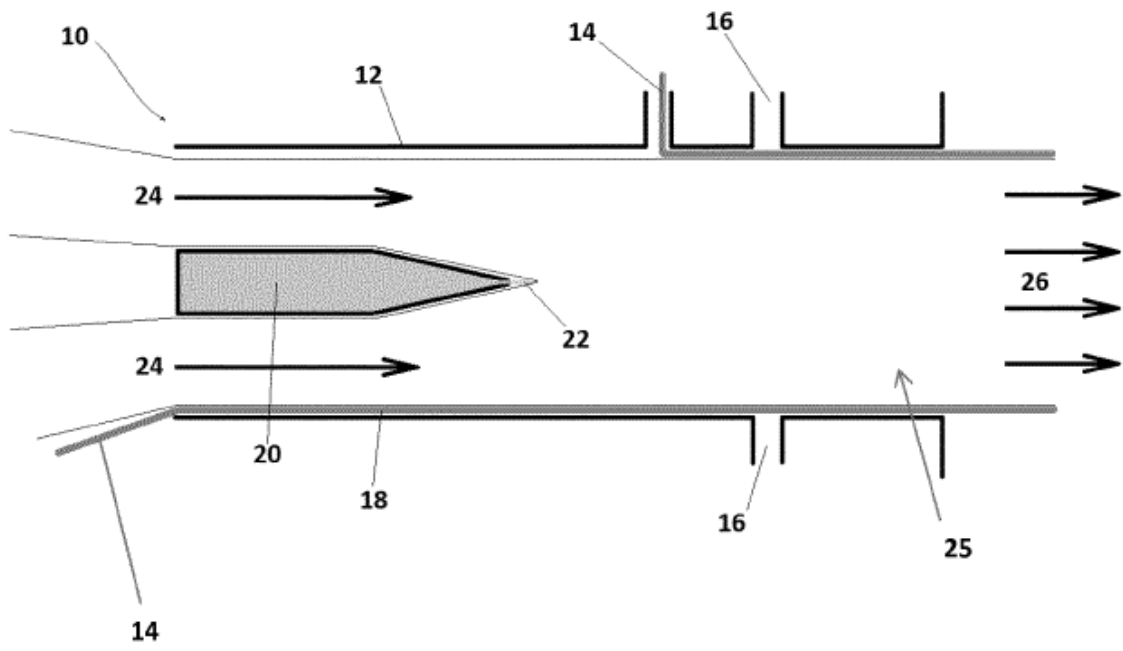


Figura 2

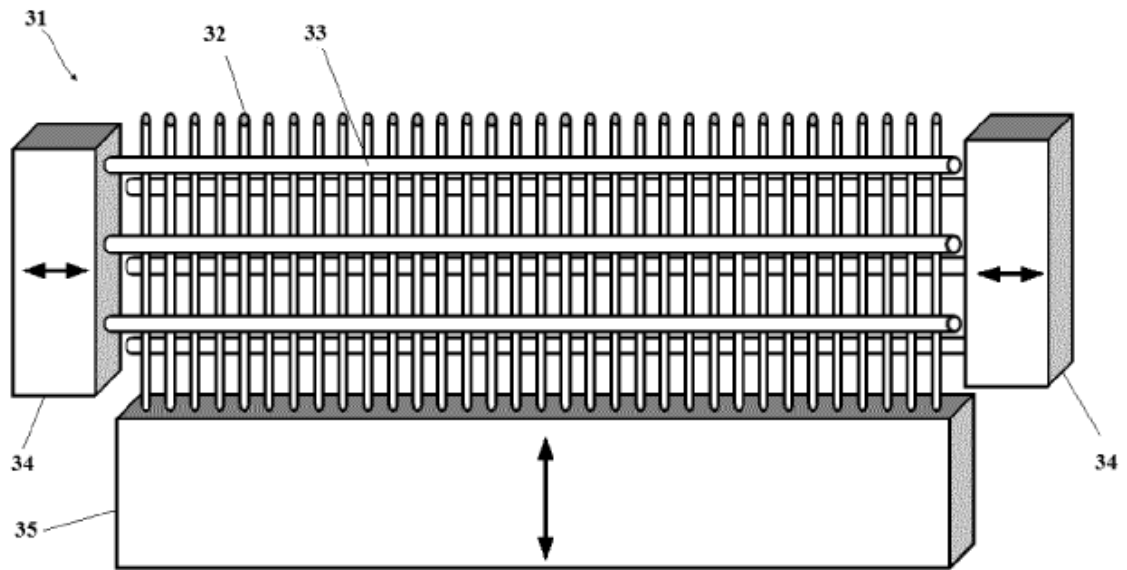


Figura 3

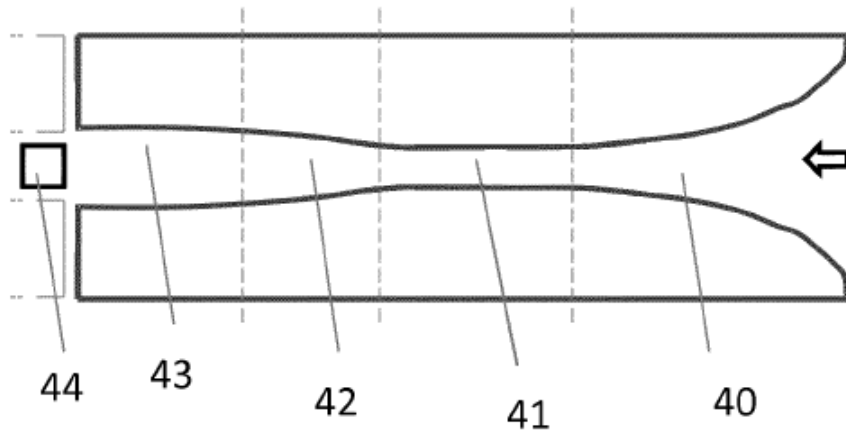


Figura 4

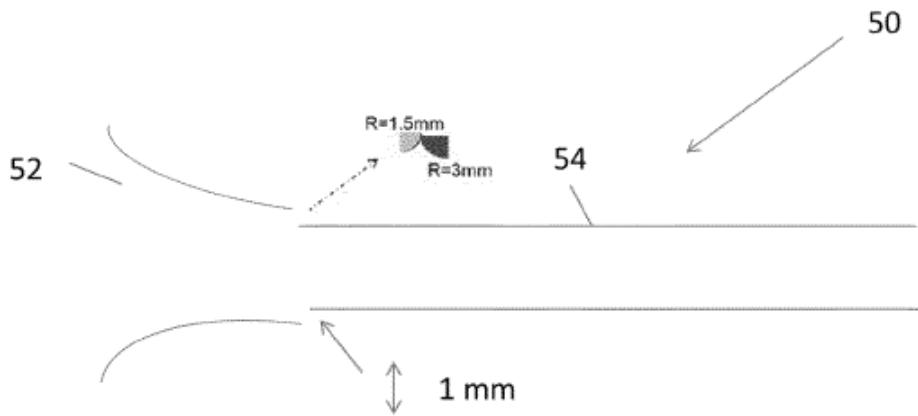


Figura 5