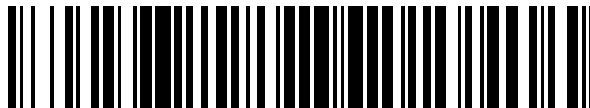


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 609**

51 Int. Cl.:

B29B 15/12 (2006.01)

B29C 70/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2016 PCT/EP2016/052856**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016 WO16128485**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2016 E 16704191 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3256300**

54 Título: **Aparato y método 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:

26.03.2020

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 2 750 609 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 y método de pultrusión

Campo de invención

5 La invención se refiere a un aparato de pultrusión y un proceso de pultrusión, en particular, pero no de forma exclusiva la invención se refiere a un aparato y a un proceso que incluye sus usos para producir fibra reforzada por pultrusión para utilizar en aplicaciones de energía eólica tales como las palas para aerogeneradores.

Antecedentes de la invención

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.

10 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 son o bien más costosos y más laboriosos que utilizar estrictamente materiales metálicos, no aplicables a aplicaciones de volumen moderado a alto, o bien no dan como resultado estructuras estructuralmente eficientes que tengan una relación resistencia/peso deseada.

15 El documento NL8104019 describe 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 El documento US 5.114.633 describe un aparato de pultrusión que comprende una parte para recibir fibras, una parte para inyectar resina en las fibras que comprende un dispositivo de inyección de resina, una parte para impregnar las fibras inyectadas de resina y una parte de conformación de las fibras impregnadas; en donde, el dispositivo de inyección de resina se coloca en el centro dentro de la parte de inyección de resina de modo que las fibras, después de su paso a través de la parte de recepción, converjan en la parte de inyección de resina para recibir la resina.

25 Los métodos convencionales de procesado por pultrusión 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 se adapta sólo para producir partes alargadas de sección transversal uniforme. Esto se debe 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 naturalmente
30 materiales compuestos alargados en los que las fibras de refuerzo se alinean en la dirección de la pultrusión.

En la producción de estructuras de materiales compuestos pultrusionados se utilizan 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 un mejor rendimiento mecánico en relación al peso
35 que las estructuras comparables fabricadas a partir de resinas termoplásticas. Una vez curadas, las resinas termoestables no se pueden termoconformar o dar forma de ninguna otra manera posteriormente, sin embargo, es necesario curar la resina termoestable en la matriz para unir las fibras juntas y crear la forma deseada de la sección transversal.

40 Normalmente, en estos métodos de procesado se emplea un sistema de resina que sacrifica el rendimiento estructural por un procesado rápido. Por lo tanto, las estructuras pultrusionadas convencionales generalmente son inadecuadas para aplicaciones estructurales primarias debido a sus menores rendimientos estructurales al óptimo. El menor rendimiento estructural se debe a las orientaciones no óptimas de las fibras en el tejido y a la necesidad de utilizar resinas de curado rápido con 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
45 pultrusión convencionales. El desgaste y deterioro del aparato de pultrusión también es un problema con los sistemas de pultrusión convencionales, especialmente el desgaste y deterioro causados por el contacto de los materiales de fibra abrasiva con las paredes del aparato. También pueden ser necesarias fuerzas de arrastre muy altas para arrastrar la fibra a través del aparato de pultrusión, y las dificultades para mantener una tasa constante de flujo de fibra a través del aparato con fuerzas de arrastre tan altas pueden dar lugar a inconsistencias en la
50 impregnación de resina en la fibra y/o reducciones en la calidad superficial.

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

Resumen de la invención

De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato y un proceso según se define en una cualquiera de las reivindicaciones adjuntas.

5 En un aspecto de la invención se proporciona un aparato de pultrusión que comprende: una parte para recibir las fibras; una parte para inyectar resina en las fibras; una parte para impregnar las fibras inyectadas con resina, y una parte de conformación de las fibras impregnadas, en donde las fibras se reúnen en la parte de inyección de resina.

10 Las partes individuales comprendidas en el aparato de la presente invención se pueden presentar como partes claramente separadas, o las partes individuales pueden ser inmediatamente adyacentes a una u otras dos partes. En algunas formas de realización, 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 las 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 de conformación de las fibras impregnadas.

15 La parte de inyección comprende 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 se humedezcan directamente con resina.

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

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

20 En otra forma de realización, la parte de recepción puede comprender una entrada para recibir y separar las fibras y situar las fibras relacionadas una con otra. La entrada puede guiar las fibras hacia la zona de inyección.

En una forma de realización preferida, las fibras tienen la forma de tows de fibra, comprendiendo cada tow múltiples filamentos de fibra. Normalmente un tow puede comprender desde 20.000 a 60.000 filamentos, preferiblemente desde 50.000 a 60.000 filamentos. Preferiblemente la fibra es fibra de carbono.

25 A medida que las fibras son arrastradas a través de las varias partes del aparato desde la parte de recepción a través de la parte de conformación, un material de revestimiento, tal como un velo o una capa tipo piel, se puede aplicar a una o más partes. El material de revestimiento protege las distintas partes del desgaste y el deterioro, ya que evita 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 en las fibras pultrusionadas. Las calidades superficiales deseadas pueden comprender la rugosidad superficial, o una estructura superficial (que puede incluir canales, ondulaciones). En una forma de realización preferida el material de revestimiento comprende un velo que tiene un peso en el intervalo de 5 a 60 g/m², preferiblemente desde 5 hasta 40 g/m² y más preferiblemente desde 10 hasta 25 g/m², y/o una capa tipo piel que tiene un peso en el intervalo de 50 a 150 g/m², preferiblemente 80 a 120 g/m². El material de revestimiento se puede eliminar de las fibras pultrusionadas después de su curado.

35 En una forma de realización preferida un primer material de revestimiento, tal como un velo o capa tipo piel, se aplica a la parte de recepción y un material de revestimiento adicional se aplica a la parte de inyección y/o parte de impregnación. El primer material de revestimiento se puede colocar por debajo de las fibras y el material de revestimiento adicional se puede colocar por encima de las fibras.

40 De acuerdo con la invención la parte de impregnación disminuye en área de la sección transversal a lo largo de su longitud extendiéndose hacia la parte de conformación, de modo que cuando las fibras pasan a través de la parte de impregnación desde la parte de inyección hasta 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.

45 En una forma de realización preferida particular, la presente invención proporciona un aparato de pultrusión que comprende:

a) una entrada o placa de entrada que comprende aberturas para la inserción de la fibra;

b) un dispositivo para impregnar con resina la fibra insertada;

c) un dispositivo para dar forma a la fibra impregnada de resina; y

d) un dispositivo para arrastrar la fibra a través del aparato;

50 en donde el dispositivo para impregnar la fibra con resina se coloca en el centro con respecto a la placa de entrada para la inserción de la fibra.

5 La presente invención proporciona además un proceso para fabricar fibras reforzadas con resina pultrusionadas que comprende las etapas de recibir las fibras en una parte de recepción de fibras de un aparato, inyectar resina en las fibras en una parte de inyección de resina de dicho aparato, impregnar las fibras inyectadas con resina en una parte de impregnación de dicho aparato, y dar forma a las fibras impregnadas en una parte de conformación o parte de matriz para conformar la pultrusión, en donde las fibras recibidas se reúnen o convergen en la parte de inyección de resina.

En una forma de realización particular adicional, la presente invención proporciona además un proceso para la pultrusión de fibra, en donde el proceso comprende:

- a) insertar fibra en una cámara;
- 10 b) impregnar la fibra insertada con resina en la cámara;
- c) dar forma a la fibra impregnada de resina; y
- d) tirar de la fibra a través de la cámara;

en donde la fibra se impregna con resina en el centro de la cámara.

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

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

Descripción detallada de la invención

Aparato de Pultrusión

20 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 de conformación de las fibras impregnadas. Las partes están integradas preferiblemente. Preferiblemente las partes se disponen de modo que las fibras avancen a través de las respectivas partes de forma consecutiva. Ahora se describirán aspectos más detallados de cada una de estas partes de la siguiente manera.

25 Entrada, placa de entrada o esparcidor

En el aparato de pultrusión se puede utilizar cualquier fibra con la forma de tows de fibras que comprenden múltiples filamentos. Preferiblemente, los tows de fibra comprenden tows de fibra de carbono. La parte de recepción preferiblemente comprende una entrada, o placa de entrada o esparcidor. Preferiblemente, las fibras con la forma de tows 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 en relación con las partes posteriores. Las aberturas se pueden disponer con la forma de una rejilla de modo que las fibras puedan pasar a través de la entrada de una manera ordenada y separada. Las aberturas pueden ser, por ejemplo, de forma rectangular, incluso de forma cuadrada, y también pueden estar equidistantes o a una distancia variable entre sí y de tamaño igual o variable, teniendo preferiblemente las aberturas la forma de rejilla. El esparcimiento de las fibras permite que las fibras converjan en la parte de inyección, de modo que la resina pueda penetrarlas o humedecerlas más eficientemente. Esto puede ser beneficioso cuando se utilizan fibras de carbono, las cuales, debido al tamaño y empaquetado de sus filamentos, pueden ser difíciles de humedecer. La humectación efectiva conduce a tasas de producción más rápidas y también reduce el tiempo de exposición de la resina al aire, lo que podría afectar la calidad de la resina.

40 Preferiblemente la entrada comprende una disposición de celosía oscilante. Esto ayuda a asegurar que las fibras sean alimentadas a través de las aberturas sin que se acumule pelusa en las aberturas de entrada. Dicha pelusa puede penetrar periódicamente en otras partes del aparato y dar como resultado defectos en el aparato y/o en el producto pultrusionado. Preferiblemente la disposición de celosía oscilante se proporciona mediante peines oscilantes. Estos se pueden disponer a 90° entre sí para crear un patrón de celosía con la misma geometría que la entrada para alimentar la fibra a través de ellos. Puede haber uno o más peines verticales y uno o más peines horizontales que comprenden varios pasadores. El movimiento de los peines se puede controlar mediante uno o más motores, por ejemplo, un motor de movimiento horizontal y/o un motor de movimiento vertical.

Preferiblemente, la entrada se coloca en el centro con respecto a la parte de inyección.

Dispositivo para la inyección de resina

50 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 se coloca 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. Dicha colocación central permite que la resina se inyecte en fibras dispuestas periféricamente a su paso por el aparato, de modo que las fibras se impregnen desde el centro hacia su exterior. Esto asegura que el aire se mueva sólo en una dirección, lo que conduce a una impregnación más eficiente. La boquilla de un inyector puede tener cualquier número de formas, incluyendo la relación de aspecto plana, ancha o grande, es decir, con forma de ranura, para producir una fina película de resina. Alternativa o adicionalmente, un inyector de resina puede comprender múltiples puertos de salida para dar forma a la resina extruida desde los mismos. Por ejemplo, 3 puertos de salida, cada uno de los cuales puede tener cualquiera de las dos formas generalmente circular o generalmente con forma de ranura, se pueden disponer uno al lado del otro, de modo que el flujo de resina desde el inyector tenga la forma de película ancha. Una película de resina extruida más ancha significará que la resina tenga que viajar menos distancia dentro de las fibras. Esto podría mejorar la humectación, la impregnación y acelerarlas, lo que permitiría tasas de producción más rápidas. Preferiblemente, la forma de la resina extruida coincide al menos parcialmente con la forma del producto pultrusionado que se va a conformar en el aparato de pultrusión. La resina puede ser cualquier resina termoestable, pero preferiblemente es poliuretano.

Preferiblemente el dispositivo para inyectar la resina está en una cámara y dicho dispositivo se coloca en el centro dentro 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, tienden a formar una espuma excesiva si se exponen al vapor de agua en el aire. Por lo tanto, el dispositivo que se coloca dentro de un contenedor tan cerrado evita estos problemas y da como resultado una mejor calidad del producto acabado. La cámara se puede fabricar de varios materiales, pero se fabrica preferiblemente de metal.

La posición central del dispositivo dentro de la parte o cámara de inyección de resina garantiza además una impregnación eficaz de las fibras insertadas. El dispositivo o la cámara en la que se encuentra el dispositivo también se puede colocar con un ángulo con respecto 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 también puede comprender uno o más inyectores de resina que se colocan aguas abajo del primer dispositivo para impregnar la fibra con resina.

Además de la inyección de resina generalmente central, la resina se puede inyectar periféricamente. Cuando la resina se inyecta periférica y centralmente, se puede inyectar ya sea en la misma posición que la resina inyectada centralmente o ya sea aguas abajo de la misma.

Parte de impregnación de resina

Cuando 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 provoca que las fibras se humedezcan por completo. El aparato se configura de tal manera que la resina fluya hacia afuera 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 dentro del aparato también puede comprender una zona de enfriamiento para enfriar la resina, preferiblemente antes de la parte de conformación de la fibra impregnada de resina (matriz).

La parte de impregnación puede tener un volumen total menor que la parte de inyección y/o el área de la sección transversal de al menos una parte de la parte de impregnación de resina puede ser menor 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, 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, el grado de impregnación puede aumentar. El diseño es tal que las fibras y la resina se ven forzadas a pasar a través de un volumen más pequeño y/o un espacio más estrecho, de modo que la resina se estruja en las fibras y se aumenta la fracción de volumen de la fibra. Dicho volumen más pequeño y/o parte de impregnación más estrecha también se puede continuar por un área de amortiguación que gradualmente aumente en volumen y/o en el área de la sección transversal hasta que alcance el volumen del perfil final deseado y/o un área de la sección transversal y la parte de conformación.

La longitud de la parte de impregnación no está especialmente limitada, pero preferiblemente tiene la suficiente longitud en la dirección en la que se tira de la fibra de modo que se impregne una cantidad suficiente de resina en las fibras durante su paso a través de la parte de impregnación de tal manera que se formará el producto de material compuesto pultrusionado deseado mediante el paso de las fibras impregnadas de resina a través de la parte de conformación. La longitud se puede ajustar para tener en cuenta el tamaño y la forma del producto acabado, la resina y las fibras utilizadas, la velocidad a la que las fibras son arrastradas a través del aparato y/o las temperaturas utilizadas. Sin embargo, en al menos algunas formas de realización la longitud de la parte de impregnación es de 100 a 1500mm, preferiblemente desde 250 hasta 1000mm, más preferiblemente desde 400 hasta 800mm.

La forma de la sección transversal puede cambiar a lo largo 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 esto puede cambiar a una sección transversal generalmente rectangular en el extremo más cercano a la parte de conformación. Del mismo modo, el área de la sección transversal de la parte de impregnación se reduce a lo largo de su longitud extendiéndose hacia la parte de conformación, de modo que el volumen de una unidad de longitud de la parte de impregnación disminuye a lo largo de su longitud, y de modo que la presión de impregnación aumenta a lo largo de su longitud. La disminución del área de la sección transversal, y por lo tanto del volumen de una unidad de longitud, 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, ya sea a una tasa constante o a una tasa variable de disminución y, opcionalmente, se pueden presentar regiones en las que el área de la sección transversal no cambia. Alternativamente, 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 tenga una mayor área de la sección transversal que la región anterior y las regiones posteriores. Por lo tanto, la parte de impregnación de resina puede incluir dos o más regiones con diferente presión de impregnación. Uno o más venteos que permiten que la resina no impregnada en las fibras escape de la parte de impregnación antes de la entrada de las fibras impregnadas con resina en la parte de conformación también pueden estar presentes 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 se corresponde al menos en general con 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 la sección transversal pueden variar. Por ejemplo, si la parte de conformación se adapta para dar forma a las fibras impregnadas con resina a una sección transversal rectangular, al menos la parte final de la parte de impregnación también tendrá una sección transversal rectangular que se corresponda, al menos en general, con la sección transversal de la parte de conformación, aunque la sección transversal de la parte de conformación puede ser menor 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 sección transversal de la parte de conformación puede tener una altura más corta que la sección transversal de la sección transversal de la parte final de la parte de impregnación.

De acuerdo con el objeto en estudio de la invención en el que el área de la sección transversal de la parte de impregnación disminuye a lo largo de su longitud extendiéndose hacia 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 modo que el radio de la parte de impregnación disminuya. Alternativamente, si la sección transversal de la parte de impregnación es generalmente cuadrada o rectangular, las paredes superior e inferior pueden converger, de modo que la altura de la parte de impregnación disminuya, y/o las paredes laterales pueden converger, de modo 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 medida que las paredes laterales. Del mismo modo, 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 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 irregularmente. 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, en esencia, toda la longitud de la parte de impregnación. Alternativamente, 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, en esencia, 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 con 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, en esencia, toda la longitud de la parte de impregnación. En esta forma de realización, los ángulos de los segmentos lineales con respecto al eje de la parte de impregnación preferiblemente se reducen en la dirección de la parte de conformación, es decir, el ángulo con el que las dos paredes opuestas convergen 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 ambas converger en una primera sección con un ángulo con respecto al eje de la parte de impregnación desde más de 2° hasta 5° (tal como, 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 ambas pueden converger 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 primero, el más inclinado, puede ser el más largo, la segunda sección puede ser de longitud

intermedia, y el tercero, el segmento 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 estar separados por un segmento lineal que generalmente es paralelo al eje de la parte de impregnación. Por ejemplo, cuando hay 3 segmentos lineales con 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 generalmente es paralelo al eje de la parte de impregnación. Por "generalmente paralelo" se entiende que los respectivos segmentos lineales son totalmente paralelos con el eje de la parte de impregnación o varían de ella en no más de 0,5°, tal como por ejemplo desde 0 hasta 0,3°.

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

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

Las secciones de pared, en esencia, perpendiculares en paredes opuestas pueden estar escalonadas una con respecto a la otra, pero preferiblemente se sitúan en el mismo punto una con la otra a lo largo de la longitud de la parte de impregnación.

Las secciones de pared, en esencia, perpendiculares se pueden situar en cualquier punto a lo largo de la longitud de la parte de impregnación, pero están preferiblemente más cercanas al final de la parte de impregnación adyacente a la parte de conformación que al final de la parte de impregnación adyacente a la parte de inyección de resina. Por ejemplo, las secciones de pared, en esencia, perpendiculares se pueden situar, en esencia, al final de la parte de impregnación adyacente a la parte de conformación, de modo que se produce el punto crítico, en esencia, inmediatamente antes de la entrada de las fibras impregnadas de resina en la parte de conformación. Alternativamente las secciones de pared, en esencia, perpendiculares se pueden situar parcialmente a lo largo de la longitud de la parte de impregnación, y preferiblemente de modo que las paredes de la parte de impregnación converjan antes de las secciones de pared, en esencia, perpendiculares, y continúen convergiendo después de las secciones de pared, en esencia, perpendiculares. Por ejemplo, el punto crítico se puede situar desde 50 hasta 500mm desde el final de la parte de impregnación adyacente a la parte de conformación (tal como 100mm o 200mm), y las paredes de la parte de impregnación pueden converger con un ángulo desde 0,05° hasta 1° con respecto al eje de la parte de impregnación (tal como 0,14° o 0,26°) después del punto crítico. En una forma de realización particular, el área de la sección transversal de la parte de impregnación puede aumentar después de las secciones de pared, en esencia, perpendiculares y, preferiblemente, a continuación, 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 de forma pronunciada en un punto crítico, a continuación, aumentar después del punto crítico y finalmente disminuir adicionalmente.

La presencia de las secciones de pared, en esencia, 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 acabado, y la longitud y posición de las secciones, en esencia, perpendiculares y, por lo tanto, la disminución del área de la sección transversal en el punto crítico, se pueden seleccionar 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 modo que la altura de la parte de impregnación se reduzca en 2 mm en el punto crítico, que se puede situar inmediatamente adyacente a la parte de conformación, o dentro de un radio de 300 mm de la misma.

Material de revestimiento tal como capa tipo piel o velo

El aparato también podrá 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 a capas tipo piel o de "capa tipo piel", o un velo que sea un material textil de peso ligero comprendido en el intervalo desde 5 hasta 40 g/m². El material de revestimiento también puede comprender otros equivalentes de recubrimiento para seleccionar la calidad superficial del producto deseada. El aparato también puede incluir una o más guías para la inserción de material de revestimiento. El material de revestimiento se puede añadir después de la inserción de las fibras desde arriba y/o desde abajo en la entrada al dispositivo para impregnación de resina o en la cámara en la que está contenido el dispositivo para impregnación de resina. Preferiblemente, el primer material de revestimiento se proporciona por debajo de las fibras que entran en 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 recubrimiento también se pueden añadir con una disposición escalonada, por ejemplo, aguas abajo y aguas arriba

de la inyección de resina, para evitar la distorsión de las capas al pasar a través del dispositivo para dar forma a la fibra impregnada de resina. Los velos adecuados para utilizar en la presente invención incluyen los velos de poliéster.

5 Además de definir la calidad superficial deseada para el producto, el material de revestimiento también protege el aparato contra el desgaste y deterioro excesivo que pueden causar las fibras abrasivas, especialmente las fibras de carbono. El material de revestimiento puede ser eliminable del producto para lograr la calidad superficial deseada.

10 La posición central del dispositivo para la impregnación de la fibra con resina asegura 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, por lo que el aire puede escapar de las fibras impregnadas. También es preferible que la fibra, incluyendo la fibra impregnada de resina, esté completamente recubierta de material de revestimiento, de modo que no haya contacto directo de la fibra de carbono con la superficie del aparato en ningún momento, ya que esto puede conducir al desgaste y deterioro, dando como resultado un mal funcionamiento del aparato.

15 Si se utilizan materiales de revestimiento porosos, tales como velos porosos o capas tipo piel, también se puede inyectar resina 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 simplificar el aparato y/o proceso de pultrusión al evitar la necesidad de una inyección central de resina, al tiempo que todavía permite que el material de revestimiento proporcione protección al aparato de pultrusión o partes del mismo y/o proporcione una calidad superficial deseada a las fibras reforzadas con resina pultrusionada.

20 También se pueden integrar en el aparato guías de capas tipo piel. Por ejemplo, las guías se pueden mecanizar en el lado interno del aparato en cualquier parte en la que se vaya a insertar la capa tipo piel. En esta disposición, el desplazamiento de las capas tipo piel a través de la anchura se puede minimizar. Se podría aplicar un pequeño vacío en esas regiones para mantener la capa tipo piel firmemente en su lugar.

Dispositivo para dar forma a la fibra impregnada de resina

25 El dispositivo para dar forma a la fibra impregnada de resina no está especialmente limitado, sino que puede incluir una matriz. El dispositivo también se puede colocar dentro de una cámara situada aguas abajo del dispositivo para impregnar la fibra con resina, o bien se puede colocar por separado, incluso en una carcasa separada. El dispositivo también puede comprender una zona de calentamiento en la que la fibra impregnada de resina se puede curar. La matriz se coloca preferiblemente en la zona de calentamiento. No es necesario que la matriz sea estacionaria y se puede mover hacia adelante y hacia atrás a lo largo del perfil de la fibra, de modo que se puedan conseguir formas curvadas bidimensionales o incluso tridimensionales u otras formas. Preferiblemente la parte de conformación se adapta para dar forma a la fibra impregnada de resina hacia una sección transversal rectangular.

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

35 Preferiblemente, el dispositivo de conformación se sitúa en el centro con respecto a la parte de inyección.

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

40 El proceso de acuerdo con la invención preferiblemente es un proceso continuo que comprende insertar la fibra en un aparato que comprende una parte para recibir las fibras, una parte para inyectar resina en las fibras, una parte para impregnar las fibras inyectadas de resina y una parte para dar forma a las fibras impregnadas, impregnando las fibras con resina en la parte de impregnación de resina, dando forma a la fibra impregnada de resina y tirando de la fibra a través del aparato. El proceso comprende inyectar resina de forma centralizada dentro de la parte de inyección de resina. Esto ayuda a asegurar que la fibra esté completamente impregnada con resina. Las fibras insertadas convergen en la parte de inyección de resina de modo que la resina pueda penetrar o humedecerlas de forma más eficiente, y avanzan desde una parte de recepción a la parte de conformación a través de las partes de inyección e impregnación. También se puede inyectar resina adicional en las fibras desde la periferia, ya sea en la parte de inyección de resina o aguas abajo de la misma.

45 La resina fluye hacia afuera 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 modo que las fibras se impregnan desde el centro hacia su exterior. Esto asegura que el aire se mueva sólo en una dirección, lo que conduce a una impregnación más eficiente.

50 El proceso de acuerdo con la invención puede utilizar el aparato de pultrusión de acuerdo con la invención.

Preferiblemente la fibra es fibra de carbono y/o la resina es poliuretano. La velocidad de producción de la fibra en el aparato está en el intervalo de 0,1 a 10 metros/minuto, preferiblemente 0,25 a 5 metros/minuto, más preferiblemente 0,5 a 2,5 metros/minuto, incluso más preferiblemente 0,5 a 1,2 metros/minuto y/o combinaciones de los intervalos mencionados. El caudal de resina está en el intervalo de 0,05 a 1,0 kg/minuto, preferiblemente desde 0,1 hasta 0,5 kg/minuto, más preferiblemente desde 0,1 hasta 0,4 kg/minuto, y/o combinaciones de los intervalos mencionados. El proceso también se lleva a cabo preferiblemente en una sala climatizada donde el contenido de humedad del aire es bajo. Preferiblemente, la sala climatizada tiene una humedad relativa en el intervalo desde el 10 hasta el 80%, preferiblemente desde el 20% hasta el 65%, más preferiblemente desde el 40 hasta el 65% según se mide de acuerdo con la ASTM E337. En combinación con la velocidad de producción, esto ayuda a prevenir los efectos de la humedad en la formulación de la resina. El aire o la humedad en la resina, tal como poliuretano, hacen espuma, lo que puede conducir a la formación de huecos en el producto laminado.

La zona de impregnación se puede enfriar 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.

El proceso también puede comprender añadir a la fibra un material de revestimiento, tal como una capa tipo piel o un velo, antes de dar forma a la fibra impregnada de resina. El material de revestimiento se puede añadir 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 se puede añadir en forma 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 fase de conformación. Mediante la utilización de material de revestimiento poroso, tal como velos o capas tipo piel porosas, se puede inyectar resina en las fibras a través del material de revestimiento, y esto puede ser adicional o alternativo a la inyección central de resina en las fibras.

En una forma de realización particular, la fibra, incluyendo la fibra impregnada de resina, está completamente recubierta de material de revestimiento, tal como una capa tipo piel o un equivalente, de modo que no haya contacto directo de la fibra de carbono con la superficie del aparato de pultrusión en ningún momento, lo que puede conducir al desgaste y deterioro y mal funcionamiento del aparato.

La fibra impregnada de resina puede pasar a una zona de enfriamiento justo antes o al principio de la parte de conformación que se puede realizar mediante una matriz. La matriz se puede calentar o se puede situar en o cerca de una zona de calentamiento, por medio de lo cual la fibra impregnada de resina se puede curar. Preferiblemente esta etapa se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 150-250 °C, preferiblemente 170 - 200 °C.

Producto pultrusionado

El producto pultrusionado obtenido a partir de la utilización del aparato de pultrusión o método 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 también puede comprender 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 alternativamente de 1 a 10 mm; y/o

ii) alineación de fibras de -2° a 2°, y/o

iii) módulo de tensión y compresión medio de al menos 133 GPa de acuerdo con las normas ISO 527 e ISO 14126, y/o

iv) módulo de compresión de al menos 127 GPa de acuerdo con la norma ISO 14126, y/o

v) deformación lineal por tracción hasta rotura de al menos el 0,94% de acuerdo con la norma ISO 527; y/o

vi) deformación lineal por compresión hasta rotura de al menos el 0,69% de acuerdo con la norma ISO 14126; y/o

vii) resistencia al cizallamiento interlaminar de al menos 52 MPa de acuerdo con 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 aerogeneradores.

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

La Figura 1 es un aparato de pultrusión de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 2 es otro aparato de pultrusión de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un esparcidor o entrada para un aparato de pultrusión.

La Figura 4 es otro aparato de pultrusión que no es parte de la presente invención; y

La Figura 5 es otro aparato de pultrusión de acuerdo con una forma de realización de la presente invención

5 En la Figura 1 se muestra un proceso de pultrusión 1 que comprende un aparato de pultrusión 3, 4 que comprende una parte 3 para recibir los tows de fibra desde un conjunto de bobinas 2, y una parte 4 para inyectar resina en las fibras, impregnar las fibras inyectadas con resina y dar forma a 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 impregnadas conformadas 5 se curan en la cámara 4 y a continuación se enrollan en un rodillo 6.

10 La parte de recepción 3 se presenta en forma de un esparcidor o entrada que comprende múltiples aberturas, recibiendo cada abertura un tow de fibra. Las aberturas están separadas y se sitúan de tal forma que los tows de fibra converjan en la zona de inyección de resina.

Detalles de un aparato de pultrusión de acuerdo con una forma de realización de la presente invención 10 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 dar forma a las fibras impregnadas. Las fibras convergen en la parte de inyección de resina 22.

15 La resina se inyecta mediante un inyector de resina 20 que inyecta la resina en el punto de las fibras convergentes.

Las partes 24, 22, 25 y 26 se integran para formar una cámara 12. El material de revestimiento, tal como un velo o una capa tipo piel 14 se conduce a la cámara 12 en la parte de recepción 24 y en la parte de impregnación 25. La cámara 12 comprende puertos de inyección de resina 16 adicionales que se adaptan para inyectar resina a través de las capas de capas tipo piel 14. Estos puertos 16 también se pueden cerrar.

20 La matriz o la parte de conformación 26 da forma a las fibras impregnadas. Esta parte comprende además medios de calentamiento para calentar las fibras conformadas, lo que les permite avanzar en el curado.

25 Durante la utilización, las fibras son arrastradas por la cámara 12, mientras que la resina se inyecta de forma centralizada en la zona de inyección 22, en el punto de las fibras convergentes. A medida que las fibras se mueven a través de la cámara, se comprimen obligando a la resina a fluir desde el centro de la cámara 12 hacia afuera hacia sus paredes, impregnando de este modo las fibras en la parte 25. A continuación se da forma a las fibras impregnadas mediante la parte de conformación o matriz 26 y posteriormente se curan.

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

30 Los peines móviles 32,33 evitan que las fibras se líen y facilitan el flujo de los tows a través del aparato de pultrusión.

35 La Figura 4 muestra un aparato de pultrusión que no es parte de la presente invención. Las fibras se inyectan bajo un pequeño vacío a través de una parte de inyección 40. Las fibras y a continuación la resina son forzadas a pasar a través de una zona de impregnación de menor volumen 41 de modo que la resina se estruje en las fibras. El grado de impregnación aumenta con la presión con la que la resina es forzada dentro de las fibras. El aparato comprende una zona de amortiguación 42 con un volumen que se incrementa en relación con las secciones tanto precedente como posterior del aparato. Esta zona de amortiguación se fusiona con la geometría final 43 de la zona de impregnación y a continuación con la zona de conformación, que es una matriz 44.

40 En una forma de realización adicional la zona de amortiguación se puede conectar a una presión reducida en comparación con la presión dentro de la matriz o la parte de inyección del aparato, o a la presión atmosférica o a una presión que sea inferior a la atmosférica.

45 En la Figura 5, se muestra un aparato de inyección de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención 50 que comprende una parte de impregnación 52 y una parte de conformación con la forma de una matriz 54. Las paredes superior e inferior de la parte de impregnación 52 convergen en la dirección de la parte de conformación o matriz 54, y la parte de impregnación 52 se conecta a la parte de matriz 54 en un punto de conexión, que tiene un punto de contacto entre la parte de impregnación 52 y la parte de matriz 54. Las paredes superior e inferior de la parte de impregnación 52 cada una incluyen una sección, en esencia, vertical en el punto de conexión con la matriz 54, siendo las secciones verticales, en esencia, perpendiculares al eje de la matriz 54. Las secciones, en esencia, verticales de las paredes superior e inferior de la parte de impregnación 52 cada una tiene una longitud de 1 mm, de modo que la parte de impregnación 52 y la parte de matriz 54 tienen una diferencia de altura total en el punto de conexión de 2 mm. Alternativamente, las secciones, en esencia, verticales de las paredes superior e inferior de la parte de impregnación 52 cada una tienen una longitud de 1,2 mm, de modo que la parte de impregnación 52 y la parte de matriz 54 tienen una diferencia de altura total en el punto de conexión de 2,4 mm.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de pultrusión (10) que comprende:

- a) una parte (24) para recibir fibras,
- b) una parte (22) para inyectar resina en las fibras que comprende un dispositivo de inyección de resina (20),
- 5 c) una parte (25) para impregnar las fibras inyectadas de resina, y
- d) una parte (26) para dar forma a las fibras impregnadas;

en donde el dispositivo de inyección de resina (20) se coloca en el centro dentro de la parte de inyección de resina (22) de modo que las fibras, después de su paso a través de la parte de recepción (24), convergen en la parte de inyección de resina (22) para recibir la resina, y la resina fluye hacia afuera desde el punto de inyección en las fibras dispuestas periféricamente a medida que las fibras avanzan desde la parte de inyección (22) a través de la parte de impregnación (25); y caracterizado por que la parte de impregnación (25) se reduce en el área de la sección transversal a lo largo de su longitud extendiéndose hasta la parte de conformación (26).

2. El aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las fibras convergen en una zona de inyección adyacente al dispositivo de inyección (20), en donde opcionalmente el dispositivo de inyección de resina (20) se sitúa con un ángulo de 0,5 a 2,5°, preferiblemente de 0,9 a 1,1° en relación con la dirección longitudinal del movimiento de las fibras en la parte de impregnación (25).

3. El aparato (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la parte de inyección (22) y la parte de impregnación (25), y opcionalmente la parte de conformación (26), se integran, opcionalmente para formar una cámara.

4. El aparato (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde al menos dos paredes opuestas de la parte de impregnación (25) convergen en una curva generalmente continua a lo largo de su longitud.

5. El aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde al menos dos paredes opuestas de la parte de impregnación (25) convergen en una serie de dos o más segmentos lineales con ángulos diferentes con respecto al eje de la parte de impregnación (25) a lo largo de su longitud;

en donde opcionalmente los ángulos de los segmentos lineales con respecto al eje de la parte de impregnación (25) se reducen en la dirección de la parte de conformación (26) a lo largo de su longitud; y/o en donde hay una sección lineal generalmente paralela al eje de la parte de impregnación (25) entre al menos dos de los dos o más segmentos lineales con ángulos diferentes con respecto al eje de la parte de impregnación (25).

6. El aparato (10) de cualquier reivindicación precedente, en donde al menos dos paredes opuestas de la parte de impregnación (25) cada una incluye una sección de pared que es, en esencia, perpendicular al eje de la parte de impregnación (25);

preferiblemente en donde las secciones de pared, en esencia, perpendiculares se sitúan, en esencia, al final de la parte de impregnación (25) y adyacentes a la parte de conformación (26), o en donde las secciones de pared, en esencia, perpendiculares se sitúan parcialmente a lo largo de la parte de impregnación (25).

7. El aparato (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la parte de conformación (26) comprende un dispositivo de conformación y/o la parte de recepción (24) comprende una entrada (31) para situar la fibra con respecto a la parte de inyección (22), y en donde el dispositivo de conformación y/o la entrada (31) se sitúan en el centro con respecto a la parte de inyección (22).

8. El aparato (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la parte de inyección (22) comprende al menos una tobera de inyección de resina, en donde opcionalmente la al menos una tobera de inyección de resina tiene una relación de aspecto plana, ancha y grande, generalmente circular o generalmente con forma de ranura.

9. El aparato (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la parte de recepción de fibra (24) comprende una entrada (31) que comprende aberturas de tamaño variable con una disposición de celosía oscilante, opcionalmente en donde la entrada (31) comprende peines oscilantes (32, 33) dispuestos a 90° entre sí.

10. El aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el aparato (10) comprende además una abertura (16) para insertar material de revestimiento (14) en una o más partes, opcionalmente en donde el material de revestimiento (14) se inserta con una disposición escalonada.

11. Un proceso para la fabricación de fibras reforzadas con resina pultrusionadas, que comprende las etapas de

- a) recibir las fibras en una parte de recepción de fibras (24) de un aparato (10),

- b) inyectar resina en las fibras en una parte de inyección de resina (22) de dicho aparato (10), comprendiendo dicha parte de inyección de resina (22) un dispositivo de inyección de resina (20) colocado en el centro de la parte de inyección de resina (22),
- 5 c) impregnar las fibras inyectadas de resina en una parte de impregnación (25) de dicho aparato (10), en donde la parte de impregnación (25) se reduce en el área de la sección transversal a lo largo de su longitud extendiéndose hasta una parte de conformación (26), y
- d) dar forma a las fibras impregnadas en una pultrusión en una parte de conformación o en una parte de matriz (26),
- 10 en donde las fibras recibidas convergen en la parte de inyección de resina (22) para recibir la resina, y la resina fluye hacia afuera desde el punto de inyección hacia las fibras dispuestas periféricamente a medida que las fibras avanzan desde la parte de inyección (22) a través de la parte de impregnación (25).
12. El proceso de la reivindicación 11, en donde el aparato (10) es un aparato según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
13. El proceso de la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en donde el proceso comprende proporcionar el material de revestimiento (14) en una o más de: la parte de inyección (22), la parte de impregnación (25) o la parte de conformación (26), en donde opcionalmente el material de revestimiento (14) se suministra con una disposición escalonada;
- 15 o en donde el proceso comprende además la adición de material de revestimiento (14) a la fibra antes de dar forma a la fibra impregnada de resina, en donde opcionalmente la fibra impregnada se cubre totalmente de material de revestimiento (14).
- 20 14. El proceso de la reivindicación 13, en donde el material de revestimiento (14) comprende un velo o capa tipo piel; opcionalmente, en donde la resina se inyecta en las fibras a través del velo o capa tipo piel (14).

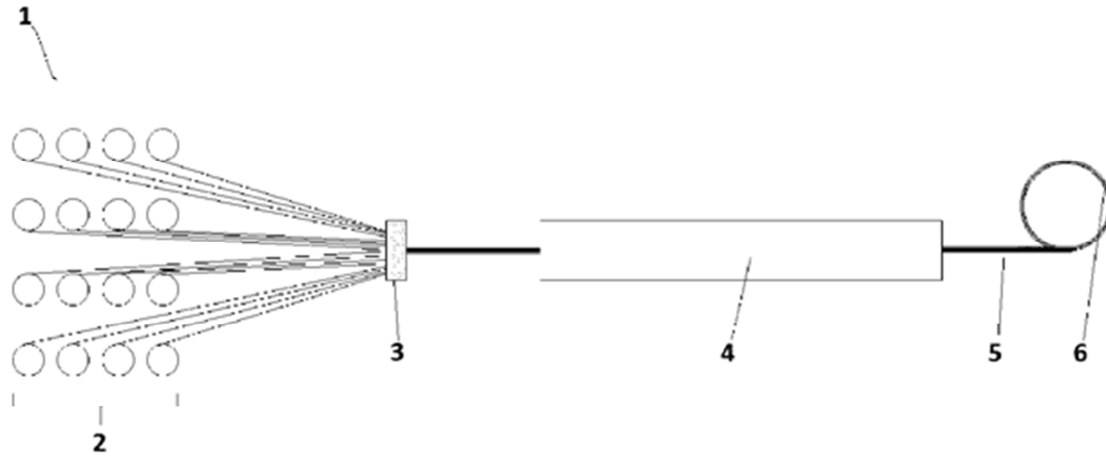


Figura 1

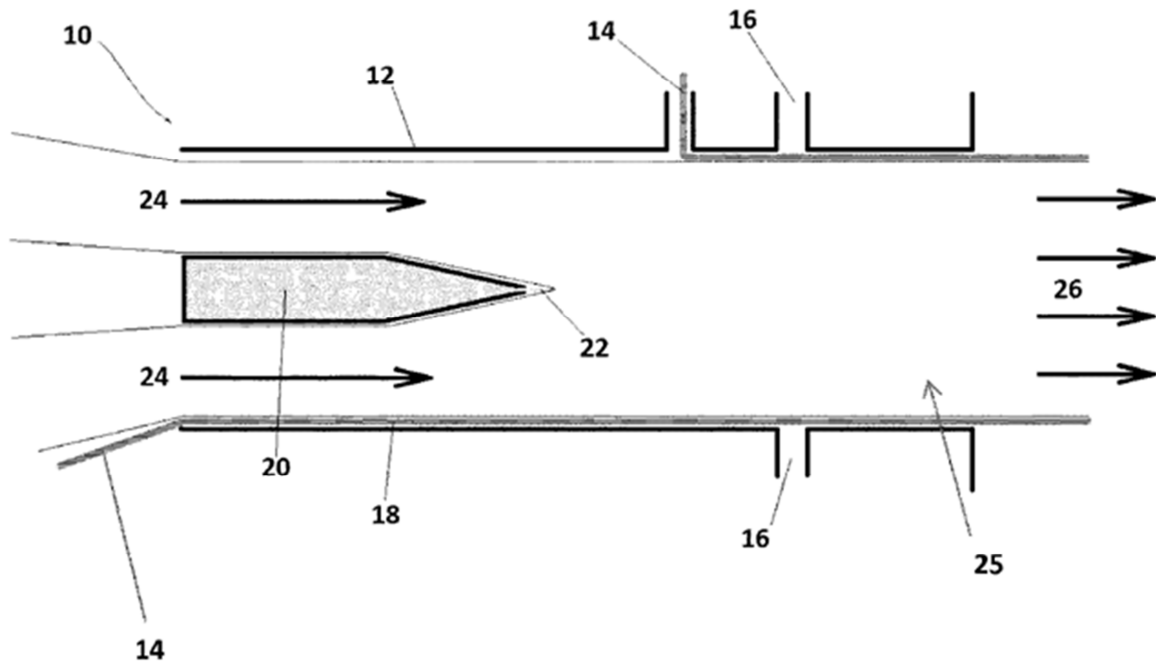


Figura 2

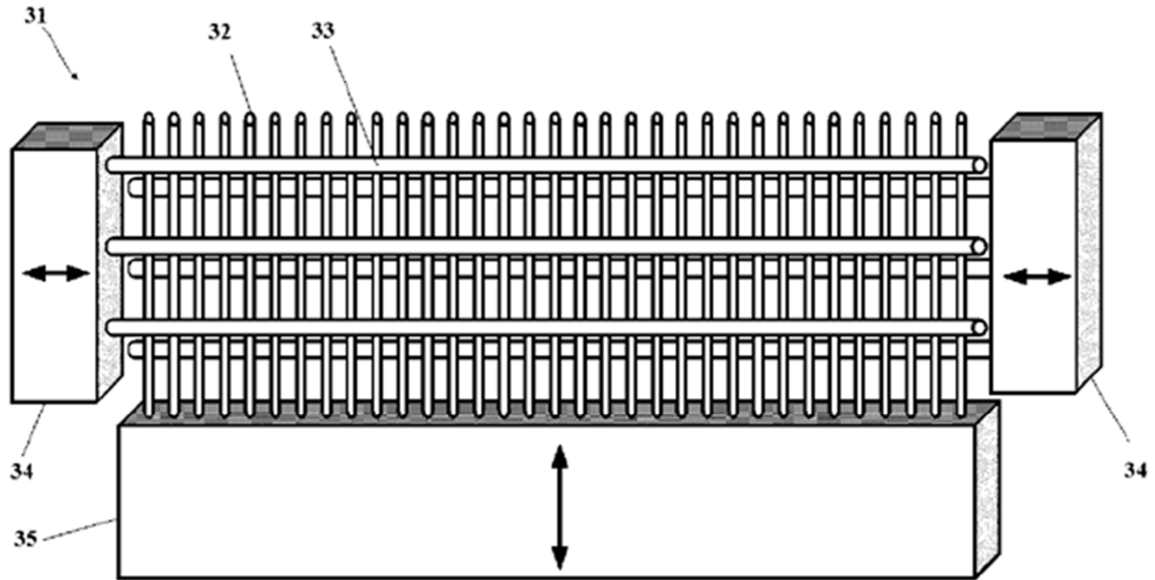


Figura 3

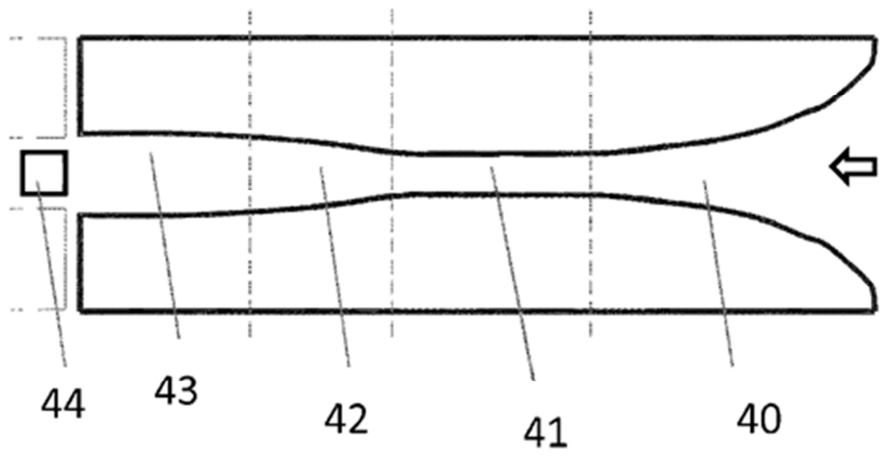


Figura 4

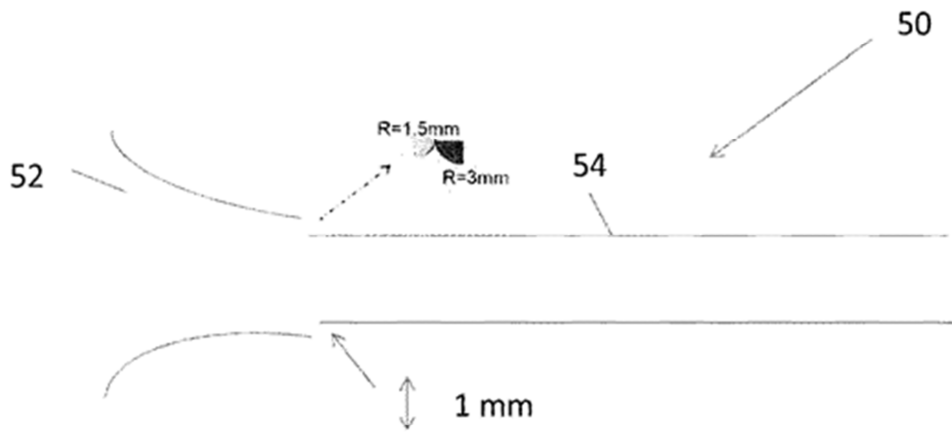


Figura 5