

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 524**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B29C 70/30 (2006.01)

B29C 70/52 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2019** **E 19186647 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2022** **EP 3604797**

54 Título: **Correa pultrusionada estrechada y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

02.08.2018 DE 102018006085

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

09.02.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
SERVICE GMBH (100.0%)
Beim Strohhouse 17-31
20097 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

EYB, ENNO

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 933 524 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

Correa pultrusionada estrechada y procedimiento para su fabricación

5 La invención se refiere a una pala de rotor con una correa con una pluralidad de capas pultrusionadas en cada caso con una longitud y una anchura, una punta y una raíz de la pala de rotor. La invención también se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor con una correa.

10 Las palas del rotor son, por supuesto, bien conocidas en el estado de la técnica, en particular como componentes de aerogeneradores.

Según el documento EP 2 778 393 A2, las palas del rotor se componen generalmente de dos medias carcassas que se pegan entre sí por los bordes. En el interior de la pala de rotor, están dispuestas opuestamente entre sí dos correas que están conectadas a una nervadura principal. También es concebible que, además de la correa en el
15 lado de la punta y en el borde posterior de la pala de rotor, están dispuestas otras correas con correspondientes nervaduras. Generalmente, las correas, en particular las correas, están compuestas de varias capas pultrusionadas laminadas sobre el lado interior de la carcassa de pala de rotor. Por razones de coste, las capas pultrusionadas son esencialmente idénticas en su construcción. Dado que la pala de rotor se va estrechando hacia la punta, el pultrusionado se corta estrechándose en dirección longitudinal. Las correas fabricadas de este modo son
20 relativamente costosas en material y, estáticamente, no son óptimas porque contienen demasiado material en su zona de punta.

El documento WO 2010/034283 A2 describe una pala de rotor con una correa cuya anchura disminuye escalonadamente hacia la punta y que está laminado de forma saliente en el lado interior de la media carcassa de
25 pala de rotor.

El documento DE 10 2008 007 304 A1 describe una pala de rotor para un aerogenerador con una correa aplicada en el interior de la media carcassa de pala de rotor, que sobresale en el interior de la cámara interior de la pala de rotor.

30 El documento EP 2 341 239 A1 desvela una nervadura para un aerogenerador.

El objetivo de la presente invención es proporcionar una pala de rotor mencionada al principio que presente una correa que reduzca las desventajas anteriormente mencionadas.

35 También es objetivo de la invención proporcionar un procedimiento mencionado al principio con el que se pueda fabricar la pala de rotor con una correa y que reduzca las desventajas mencionadas anteriormente.

Sorprendentemente, el objetivo puede resolverse mediante una pala de rotor mencionada al principio con una punta y una raíz de la pala de rotor, en la que se construye una correa de varias capas pultrusionadas y las capas pultrusionadas más estrechas llegan más cerca de la punta en dirección longitudinal que las capas pultrusionadas más anchas.
40

A este respecto, la capa pultrusionada más estrecha se refiere a una anchura de la capa pultrusionada que es más estrecha que la anchura de la capa pultrusionada más ancha. "Más ancha" y "más estrecha" se refieren a la anchura de las capas pultrusionadas en sus proporciones relativas.
45

Se ha demostrado que es ventajoso para las correas de una pala de rotor si la relación entre anchura y grosor de la correa se mueve dentro de unos valores límite predefinidos a lo largo de toda la extensión longitudinal de la correa, incluso, si es posible, permanece igual. La dirección longitudinal se corresponde con la dirección longitudinal de la pala de rotor y la extensión longitudinal discurre a lo largo de la dirección longitudinal. La anchura discurre en perpendicular a la dirección longitudinal.
50

La correa es particularmente ancha y fina en la raíz de la pala de rotor, en una sección central aerodinámica la correa es a la vez ancha y gruesa y se estrecha hacia la punta y también debería ser cada vez más fina al mismo tiempo.
55

La pala de rotor según la invención resuelve este problema simplemente proporcionando una correa con una pluralidad de capas pultrusionadas y, en la dirección de la punta de la pala de rotor, es decir, en la zona de la punta de la pala de rotor, se configuran capas pultrusionadas más anchas en dirección longitudinal más cortas que capas pultrusionadas más estrechas. La invención hace uso de la idea de superponer capas pultrusionadas de diferente anchura y longitud y así formar un estrechamiento y adelgazamiento en la dirección de la punta.
60

En principio, el pultrusionado es adecuado para la configuración de correas porque es poco flexible.

65 Preferiblemente, las capas pultrusionadas más anchas llegan más cerca de la raíz de la pala de rotor en contra de la dirección longitudinal que las capas pultrusionadas más estrechas.

En principio, la rigidez a la flexión, que se ve incrementada por las correas, es alta de por sí en la raíz de la pala de rotor, por lo que solo se necesitan correas finas en la zona de la raíz de la pala de rotor, mientras que, en la dirección de la punta, se impone geométricamente la reducción.

5 Ventajosamente, cada capa pultrusionada presenta una longitud y una anchura constantes en toda su extensión. Una capa pultrusionada que está configurada más ancha que otra capa pultrusionada preferiblemente también está configurada más corta que la otra capa pultrusionada.

10 Preferiblemente, a este respecto un número máximo de capas pultrusionadas se apilan primero unas sobre otras para configurar una correa, mientras que las capas pultrusionadas más anchas se disponen preferiblemente en el lado exterior de la pala de rotor y las capas pultrusionadas sucesivamente más estrechas o de la misma anchura como máximo se colocan en el lado interior de la pala de rotor sobre la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor. Se genera una forma de pirámide escalonada preferiblemente en cada sección transversal. En
15 dirección longitudinal hacia la punta, las capas pultrusionadas son de diferente longitud. Según la invención, las capas pultrusionadas más anchas son más cortas que las capas pultrusionadas más estrechas. De esta manera, las capas pultrusionadas más estrechas llegan hasta más cerca de la punta en dirección longitudinal. De este modo, es posible proporcionar una correa que se hace más estrecha y fina en la dirección de la punta.

20 En la zona de la raíz de la pala de rotor, las capas pultrusionadas interiores y más estrechas son más cortas que las capas pultrusionadas interiores exteriores y más anchas.

Ventajosamente, en cada sección transversal de la pala de rotor, las capas pultrusionadas de la correa del lado exterior de la pala de rotor son más anchas que las capas pultrusionadas de la correa del lado interior de la pala de rotor. Las afirmaciones sobre la anchura se refieren siempre a una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal de la correa o de la pala de rotor.

Ventajosamente, la disposición de las capas pultrusionadas se construye de tal manera que las capas pultrusionadas se hacen más estrechas o, como máximo, presentan la misma anchura en una sección transversal, preferiblemente en cada sección transversal, cuanto más dispuestas están en el lado interior de la pala de rotor, es decir, que las capas pultrusionadas más estrechas están dispuestas interiormente y las capas pultrusionadas más anchas están dispuestas exteriormente, de tal manera que se produce una correa que presenta una forma esencialmente con forma de pirámide escalonada en una sección transversal. Esta forma soporta en particular la carga de la correa, ya que las cargas máximas de la correa se producen en el lado exterior de la pala de rotor, donde la correa también está configurada más ancha, y cuanto más se acerca a la cuerda central de la pala de rotor, menores son las cargas que actúan sobre la correa. En ese lugar, la correa también se estrecha más.

Preferiblemente, los bordes transversales de las capas pultrusionadas están biselados a lo largo de su grosor. La longitud cambia así a lo largo del grosor del pultrusionado. Por borde transversal se entiende en este caso el borde de la capa pultrusionada que discurre perpendicularmente o en ángulo con respecto a la dirección longitudinal y que cierra la capa pultrusionada hacia la punta o la raíz de la pala de rotor.

Esto permite que las capas pultrusionadas interiores y más largas se coloquen de manera continua sobre el borde transversal. Las capas pultrusionadas interiores son blandas y se guían sobre el borde transversal biselado con poca curvatura.

Preferiblemente, los bordes transversales del pultrusionado del lado de la punta están dispuestos perpendicularmente a la dirección longitudinal. También se pueden biselar a lo largo de la longitud. La longitud cambia así a lo largo de la anchura del pultrusionado. La distancia a la punta se determina así mediante un punto más cercano o más lejano determinado igualmente para todos los bordes o un valor medio del borde.

Los pultrusionados de una misma capa pultrusionada puede llegar hasta la punta con diferentes magnitudes. Las distancias desde la punta hasta el final del pultrusionado son así diferentes. Los pultrusionados pueden configurar un desplazamiento longitudinal. Preferiblemente, a lo largo de la anchura de la capa pultrusionada, los pultrusionados exteriores son más cortos que los pultrusionados dispuestos centralmente de la capa pultrusionada. Los pultrusionados de una capa pultrusionada son de manera particularmente preferible de diferentes longitudes.

En esta forma de realización, las bandas pultrusionadas del lado interior de la pala de rotor están alineadas con las bandas pultrusionadas el lado exterior de la pala de rotor a lo largo de sus bordes longitudinales exteriores transversalmente a la dirección longitudinal, al menos en la sección del desplazamiento longitudinal. Por lo tanto, las bandas pultrusionadas interiores no deben sobresalir lateralmente sobre la banda pultrusionada exterior. La banda pultrusionada del lado interior de la pala de rotor también puede ser más estrecha que la banda pultrusionada exterior, que ya ha sido estrechada por el desplazamiento longitudinal.

Preferiblemente, el número de capas pultrusionadas en una sección transversal disminuye hacia el extremo del lado de la punta. A medida que las capas pultrusionadas disminuyen, la correa se hace más fina en la zona de la punta. Este adelgazamiento se combina con un estrechamiento de las correspondientes capas pultrusionadas.

Por lo general, los productos pultrusionados se fabrican como productos semiacabados de sección transversal rectangular y se ponen a disposición en rollos. En principio, presentan una longitud sin fin. Tienen una anchura claramente mayor que un grosor, por lo que presentan un carácter de banda. El pultrusionado se corta a la longitud requerida. El corte se efectúa preferiblemente en perpendicular a la dirección longitudinal. Sin embargo, también puede efectuarse en ángulo, es decir, oblicuamente con respecto a la dirección longitudinal.

Al superponer posteriormente las capas pultrusionadas y fabricar la correa de esta manera, no se crean cavidades o bolsas de aire en el interior de las correas, o solo se crean de muy pequeñas dimensiones. Para ello, de manera favorable los productos pultrusionados se laminan juntos en un procedimiento de infusión al vacío. Debido a la presión negativa generada en el procedimiento de infusión al vacío, la capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor es aspirada sobre la capa pultrusionada biselada del lado exterior de la pala de rotor, de tal modo que hace contacto con la banda de pultrusionado del lado exterior de la pala de rotor en todo el bisel y puede laminarse en una correa sin bolsas de aire.

En esta forma de realización preferida de la invención, los productos pultrusionados no solo se apilan unos sobre otros, sino que también se disponen adyacentemente. Así, cada una de las capas pultrusionadas está configurada por al menos dos, tres o cualquier otro número mayor de pultrusionados dispuestos adyacentemente. Esta forma de realización de la correa tiene la ventaja de que se pueden utilizar pultrusionados de la misma anchura, que configuran una capa pultrusionada de mayor anchura mediante su colocación adyacente, y se pueden configurar capas pultrusionadas de diferentes anchuras mediante la colocación adyacente de un número diferente de pultrusionados. De este modo, las capas pultrusionadas pueden fabricarse de forma rentable, ya que siempre se utiliza solo un tipo específico de pultrusionado con una anchura y un grosor predefinidos. No es necesario fabricar diferentes pultrusionados de diferentes anchuras y utilizarlos para la correa.

De manera particularmente preferible, una capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor presenta un primer número de pultrusionados dispuestos adyacentemente y una capa pultrusionada central presenta un segundo número de pultrusionados dispuestos adyacentemente, y una capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor presenta un tercer número de pultrusionados dispuestos adyacentemente en una sección transversal, así como a lo largo de la anchura de la capa pultrusionada, en donde el primer número es mayor que el segundo número y el segundo número, mayor que el tercer número. Por supuesto, también son concebibles dos o cuatro o más capas pultrusionadas, a las que se refiere entonces correspondientemente el número de capas pultrusionadas.

También es concebible que los núcleos de los componentes de tipo sándwich, por ejemplo, de balsa o de espuma, puedan disponerse a lo largo de la dirección longitudinal de las capas pultrusionadas, que luego se sobrelaminan con las capas pultrusionadas.

Los núcleos pueden colocarse internamente sobre las capas pultrusionadas exteriores para que se alineen con las capas pultrusionadas interiores y configuren una sección transversal de correa rectangular. La sección transversal rectangular de la correa aumenta la rigidez de pandeo de la pala de rotor tras la laminación.

Los núcleos también pueden estar dispuestos junto a las capas pultrusionadas y ser más gruesos que la correa, preferiblemente los núcleos son tan gruesos como el núcleo de la carcasa de pala de rotor fabricada con estructura de tipo sándwich. De esta manera, se genera una transición constante de la correa a la carcasa de pala de rotor que la rodea.

El objetivo se resuelve en su segundo aspecto mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 11.

El procedimiento es adecuado para la fabricación de una de las palas del rotor anteriormente mencionadas. A la inversa, cada una de las palas del rotor anteriormente mencionadas puede fabricarse mediante uno de los siguientes procedimientos.

Según la invención, una capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor más estrecha se coloca sobre una capa pultrusionada más ancha del lado exterior de la pala de rotor y la capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor se extiende en dirección longitudinal más allá de la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor hasta la punta.

Ventajosamente, una capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor se coloca en la dirección de la raíz de la pala de rotor sobre la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor que se extiende en contra de la dirección longitudinal más allá de la capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor hasta la raíz de la pala de rotor. Por lo tanto, la capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor es más larga en la zona de la punta que la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor y preferiblemente más estrecha, y más corta y estrecha en la zona del lado de la raíz de la pala de rotor que la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor.

Finalmente, las capas pultrusionadas se cubren en el lado interior de la pala de rotor con una malla, un tejido, una tela no tejida o una combinación de los materiales mencionados y, a continuación, se infunden con una resina y se conforman en un laminado sólido.

5 Las capas pultrusionadas están formadas preferiblemente por una pluralidad de pultrusionados dispuestos adyacentemente que discurren en cada caso en la dirección longitudinal.

10 Preferiblemente, un primer número de pultrusionados de la misma anchura están dispuestos adyacentemente para configurar la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor en la sección del lado de la raíz de la pala de rotor. El primer número de pultrusionados de igual anchura es también preferiblemente de igual longitud, y un tercer número de pultrusionados de igual anchura se coloca sobre la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor y se extiende hasta más allá de la sección del lado de la raíz de la pala de rotor dentro de una sección del lado de la punta. Preferiblemente, la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor no se extiende más allá de la
15 sección del lado de la raíz de la pala de rotor, sino que termina en la sección del lado de la raíz de la pala de rotor, mientras que la capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor se extiende más en dirección longitudinal al interior de la sección del lado de la punta. Por lo tanto, favorablemente la capa pultrusionada del lado exterior de la pala de rotor es más ancha, pero más corta que la capa pultrusionada del lado interior de la pala de rotor, que está configurada más estrecha, pero más larga.

20 Preferiblemente, se colocan superpuestas no solo dos, sino tres, cuatro o un número mayor de capas pultrusionadas que discurren sucesivamente una tras otra hacia la punta. Esto da lugar a un comportamiento de disminución constante de la correa.

25 Las propias capas pultrusionadas pueden estar formadas en cada caso por un pultrusionado o, más favorablemente, por un número diferente de pultrusionados, preferiblemente de igual anchura. Esto es particularmente económico.

30 Los lados longitudinales de las capas pultrusionadas pueden cerrarse con núcleos de componentes de tipo sándwich. De este modo, las correas adquieren, por un lado, una forma de sección transversal rectangular y, por otro lado, se adaptan al grosor de la carcasa de la pala de rotor en la zona de tipo sándwich.

La invención se describe mediante ejemplos de realización en diez figuras. A este respecto, muestran:

35 la Figura 1 una vista esquemática de una máquina de pultrusión para la fabricación de productos pultrusionados,

la Figura 2 una vista superior esquemática de una correa en una primera forma de realización,

la Figura 2a una vista en sección a lo largo de la línea 2a de la figura 1,

40 la Figura 2b una vista en sección a lo largo de la línea 2b de la figura 2,

la Figura 3 una vista superior de una correa en una segunda forma de realización,

45 la Figura 3a una vista en sección a lo largo de la línea IIIa-IIIa de la figura 3,

la Figura 3b una vista en sección a lo largo de la línea IIIb-IIIb de la figura 3,

la Figura 3c una vista en sección a lo largo de la línea IIIc-IIIc de la figura 3,

50 la Figura 3d una vista en sección a lo largo de la línea IIId-IIId de la figura 3,

la Figura 4 una vista en sección a lo largo de la línea IIId-IIId en una segunda forma de realización con núcleos de sándwich.

55 La máquina de pultrusión mostrada en la figura 1 sirve para la pultrusión de un perfil de plástico reforzado con fibras, en donde el plástico en forma de una resina se deposita alrededor de las fibras y/o mallas. Estos perfiles de plástico también se denominan pultrusionados 1. Las fibras individuales 2 se desenrollan como fibras de vidrio, fibras de carbono de husillos 3 de fibra preferiblemente situados verticalmente. Las fibras 2, junto con los materiales de refuerzo, así como las mallas 4 o las telas no tejidas, que están dispuestas en los correspondientes rollos 6, preferiblemente montados horizontalmente, pueden alimentarse juntas como un haz a una cubeta de resina y una
60 estación 7 de preconformado. Preferiblemente, está previsto que las fibras 2 estén dispuestas solo unidireccionalmente. Sin embargo, también se puede prever que solo las fibras 2 o solo las mallas 4 o las telas no tejidas se utilicen como material de refuerzo del pultrusionado 1.

65 En la máquina de pultrusión mostrada en la figura 1 para la fabricación de los productos pultrusionados 1, tanto las fibras 2 como las mallas 4 se utilizan para reforzar los productos pultrusionados 1. Las mallas 4 y las fibras 2 pasan

primero a través de la cubeta de resina y la estación 7 de preconformado. A este respecto, la resina líquida se acumula alrededor de las fibras 2. La resina depositada alrededor de las fibras 2 se introduce en una herramienta 8 de curado junto con las fibras 2 y las mallas 4. En la herramienta 8 de curado hay una matriz de conformación que, preferiblemente, da al pultrusionado 1 la forma de sección transversal deseada en lo que respecta a la anchura y el grosor. La sección transversal del pultrusionado 1 es constante en toda la extensión longitudinal correspondiente a la dirección del estiramiento. La sección transversal del pultrusionado 1 es rectangular. Sin embargo, el pultrusionado 1 también puede adoptar un diseño de placa o de tira.

En la herramienta 8 de curado, el material de resina se cura aplicando calor a la resina, que puede ser un sistema de dos componentes. La velocidad de pultrusión y el calor se coordinan entre sí de tal manera que el pultrusionado haya alcanzado su resistencia final y esté curado después de salir de la herramienta 8 de curado y no se produzca ninguna otra reticulación de la resina ni siquiera mediante un calentamiento posterior.

El pultrusionado es, en principio, una pieza pultrusionada sin fin que se extrae continuamente de la herramienta 8 de curado por medio de una herramienta 11 de estirado y que, a continuación, puede cortarse a la longitud deseada en una sierra mecánica 12. Sin embargo, también es concebible que el pultrusionado 1 se enrolle en una sola pieza en un rollo y se alimente para su uso posterior. El pultrusionado 1, en particular cuando se suministra en rollos, generalmente presenta anchuras de hasta un metro y un grosor de entre un milímetro y cinco milímetros. El pultrusionado 1 se utiliza para configurar correas según la invención en palas de rotor. Por supuesto, también son posibles otros usos de los pultrusionados 1.

Por ejemplo, la pala de rotor dispone de dos correas 20 enfrentadas en un interior de la pala de rotor y laminadas en los lados interiores de las medias carcasas de la pala de rotor enfrentadas entre sí. Entre las dos correas 20 discurre una nervadura principal. La restante construcción de la pala de rotor no se describirá en este caso con más detalle, ya que la invención se refiere a palas de rotor convencionales en lo que respecta a la estructura de la pala de rotor. Las correas 20 se extienden desde una raíz 31 de la pala de rotor hasta una zona de punta de la pala de rotor.

De manera conveniente, la relación entre el grosor y la anchura de la correa 20 es aproximadamente constante a lo largo de una dirección longitudinal L de la pala de rotor correspondiente a la dirección longitudinal L de la correa. Ventajosamente se mueve al menos dentro de unos márgenes predeterminados.

En la zona de la punta, sin embargo, la pala de rotor se estrecha cada vez más, de tal modo que convencionalmente las anchas tiras de pultrusionado se biselan en la zona de la punta, concretamente de tal modo que la anchura del pultrusionado en la zona de la punta es estrecha progresivamente. Para ello, el pultrusionado se corta convencionalmente en ángulo.

Según la invención, se pone a disposición la correa 20 que se estrecha en anchura hacia la zona de la punta disponiéndose los pultrusionados 1 o bien en diferentes anchuras B y longitudes L unos sobre otros, o bien disponiéndose los pultrusionados 1 de la misma anchura B o de diferentes anchuras B y diferentes longitudes L unos sobre otros y adyacentemente, de tal modo que la correa 20 formada a partir de ellos se estrecha hacia la zona de la punta.

Las figuras 2, 2a y 2b muestran una primera forma de realización de la correa 20 según la invención. La correa 20 comprende tres capas pultrusionadas 21, 22, 23.

La correa 20 mostrada en la figura 2 en una vista superior presenta una sección 25 del lado de la raíz de la pala de rotor, una sección central 26 y una sección 27 del lado de la punta. La correa 20 se estrecha progresiva y gradualmente desde la raíz de la pala de rotor hasta la punta. La anchura B de las correas 20 disminuye en este caso en dos pasos. En otras formas de realización, también es posible lógicamente un mayor número de pasos.

La figura 2a muestra una sección transversal de la correa 20 en la sección 25 del lado de la raíz de la pala de rotor. En la sección transversal, la correa 20 presenta una capa pultrusionada 21 del lado exterior de la pala de rotor, ancha, que está fabricada de cuatro pultrusionados 211, 212, 213, 214 individuales, que puede fabricarse en cada caso, a modo de ejemplo, en una máquina de pultrusión según la figura 1. Una capa pultrusionada 22 central, más estrecha, formada por tres pultrusionados 221, 222, 223 individuales, y una capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor, aún más estrecha, formada por dos pultrusionados 231, 232, junto con la capa pultrusionada 21 del lado exterior de la pala de rotor, forman la correa 20. Los pultrusionados 211, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232 de las capas pultrusionadas 21, 22, 23 están configurados con una anchura B idéntica dentro de las capas pultrusionadas 21, 22, 23, pero también entre las capas pultrusionadas 21, 22, 23.

Por lo tanto, los pultrusionados 211, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232 pueden fabricarse favorablemente con una única máquina de pultrusión según la figura 1, y solo es necesario cortarlas a su longitud L, según la figura 2, para configurar la correa 20.

Una revisión de la figura 2 muestra que la capa pultrusionada 21 del lado exterior de la pala de rotor presenta una primera anchura B₁ y una primera longitud L₁. La capa pultrusionada central 22 presenta una segunda anchura B₂ y una segunda longitud L₂, mientras que la capa pultrusionada 2 del lado interior de la pala de rotor presenta una

tercera anchura B_3 y una tercera longitud L_3 . A este respecto, la primera anchura B_1 es mayor que la segunda anchura B_2 y esta es mayor que la tercera anchura B_3 , mientras que la tercera longitud L_3 es mayor que la segunda longitud L_2 y esta es mayor que la primera longitud L_1 . Las capas pultrusionadas anchas son más cortas que las estrechas.

La figura 2b muestra una sección en la sección central 26 de la correa 20. La capa pultrusionada 21 del lado exterior de la pala de rotor ya se ha agotado en la sección central 26, es decir, ya no está presente. En la sección central 26, solo está ya la capa pultrusionada central 22 y la capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor con tres pultrusionados 221, 222, 223 o dos pultrusionados individuales 231, 232. Sin embargo, en la sección central 26, la capa pultrusionada central 22 está dispuesta directamente en el lado exterior de la carcasa de pala de rotor.

Un corte en la sección del lado de la punta, que no se representa, únicamente estará compuesto ya de la capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor con los dos pultrusionados 231, 232.

Mediante la disposición adyacente de los pultrusionados 211, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232 de la misma anchura y la disposición de los pultrusionados 211, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232 de diferentes longitudes L unos sobre otros, es posible fabricar una correa 20 que presente una anchura B que se vaya estrechando hacia una punta 30 y, al mismo tiempo, un grosor D que vaya disminuyendo hacia la punta 30, de tal manera que la relación mencionada al principio entre anchura B y grosor D no permanece constante, pero sí se mueve dentro de unos valores límite predeterminados.

En la forma de realización según la figura 2 está previsto que la capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor no esté situada centralmente a lo largo de la anchura B sobre la capa pultrusionada 23 del lado exterior de la pala de rotor y de la capa pultrusionada central 22, sino que esté desplazada hacia un lado longitudinal. El desplazamiento d entre las líneas centrales de la capa pultrusionada 21 del lado exterior de la pala de rotor y la capa pultrusionada central 22 hacia la capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor se muestra mediante la desviación de la línea central discontinua con respecto a la línea central continua.

También es concebible que la capa central de pultrusionado 22 se disponga desplazada y sobre la capa pultrusionada 21 del lado exterior de la pala de rotor para curvar la correa 20 en la dirección de profundidad.

Para fabricar la correa 20 según la figura 2, únicamente se necesita un tipo de pultrusionado.

La figura 3 muestra una segunda forma de realización de la correa 20 según la invención, que también presenta una anchura B que disminuye hacia el extremo de la punta y también un grosor D que disminuye hacia el extremo de la punta. El grosor D en este contexto debe entenderse en este sentido, en la sección transversal, como un grosor máximo de la correa 20 a lo largo de una línea central en la dirección longitudinal.

Como en la primera forma de realización, la correa 20 comprende la sección 25 del lado de la raíz de la pala de rotor, la sección central 26, así como la sección 27 del lado de la punta. En la sección 26 del lado de la raíz de la pala de rotor, se superponen ahora cuatro capas pultrusionadas 21, 21a, 22, 23, como se muestra en la sección transversal a lo largo de la línea IIIa-IIIa de la figura 3.

Las dos capas pultrusionadas 21, 21a del lado exterior de la pala de rotor comprenden en cada caso un único pultrusionado 211, 211a de la primera anchura B_1 , así como un único pultrusionado central 221 dispuesto en el lado interior de la pala de rotor de la segunda anchura B_2 dispuesto sobre las dos capas pultrusionadas 21, 21a del lado exterior de la pala de rotor, y la capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor dispuesta en el lado interior de la pala de rotor sobre la capa pultrusionada central 23 comprende igualmente un único pultrusionado 231 de la tercera anchura B_3 . La primera anchura B_1 es mayor que la segunda anchura B_2 y la segunda anchura B_2 es mayor que la tercera anchura B_3 .

La figura 3 muestra que cada una de las cuatro capas pultrusionadas 21, 21a, 22, 23 está configurada en cada caso por un único pultrusionado 211, 211a, 221, 231 continuo. Los dos pultrusionados 211, 211a de lado exterior de la pala de rotor presentan la misma primera anchura B_1 y el pultrusionado 211 del lado exterior de la pala de rotor presenta una longitud L'_1 y el pultrusionado 211a del lado exterior de la pala de rotor presenta la primera longitud L_1 . El pultrusionado central 221 presenta la segunda anchura B_2 y la segunda longitud L_2 , y el pultrusionado 231 del lado interior de la pala de rotor presenta la tercera anchura B_3 y la tercera longitud L_3 . La primera anchura B_1 es mayor que la segunda B_2 . La segunda anchura B_2 es mayor que la tercera anchura B_3 . Lo mismo se cumple con las longitudes, donde la longitud L'_1 es menor que la primera longitud L_1 .

En una sección 25a del lado de la punta de la sección 25 del lado de la raíz de la pala de rotor, la correa 20 sigue presentando la primera anchura B_1 , pero el grosor D de la correa 20 se reduce porque la correa 20 en ese punto ahora solo presenta tres de las capas pultrusionadas 21a, 22, 23, en donde la capa pultrusionada 21a del lado exterior de la pala de rotor presenta la primera anchura B_1 ; la capa pultrusionada central 22, la segunda anchura B_2 ; y la capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor, la tercera anchura B_3 . En una sección a lo largo de la línea IIIc-IIIc, la anchura de la correa 20 se reduce a la segunda anchura B_2 porque la capa pultrusionada 21a del

lado exterior de la pala de rotor se ha agotado, y el grosor D se reduce porque la correa 20 en ese punto solo está compuesta de dos capas pultrusionadas 22, 23, concretamente, el pultrusionado central 221 y el pultrusionado 231 del lado interior de la pala de rotor. Hacia la punta 30, la capa pultrusionada central 22 también se agota al final de la sección central 26, y la sección 27 del lado de la punta de la correa 20 solo está formada ya por la capa pultrusionada 23 del lado interior de la pala de rotor. Las cuatro capas pultrusionadas 21, 21a, 22, 23 están formadas por pultrusionados 211, 211a, 221, 231 de diferente anchura, por lo que se requieren tres procedimientos diferentes de pultrusión para fabricar la correa 20 según la segunda forma de realización.

La figura 3d muestra una sección transversal a lo largo de la línea IIIId-IIId en dirección longitudinal L de la correa 20. A este respecto, puede observarse en particular que los extremos de la punta de los dos pultrusionados 211, 211a del lado exterior de la pala de rotor están biselados de forma muy plana. A este respecto, el biselado corresponde a una relación de 100:1, es decir, que se bisela una altura de un milímetro sobre 100 mm. Esto hace posible que el otro pultrusionado 211a del lado exterior de la pala de rotor que discurre a lo largo de un bisel 32 sobre el pultrusionado 211 del lado exterior de la pala de rotor siga al bisel 32. Los pultrusionados 1 son componentes curados, pero son bastante flexibles y, por lo tanto, pueden seguir en particular el bisel plano 32, así como otro bisel plano 33.

La figura 4 muestra que la correa 20 según la invención presenta la forma de una pirámide escalonada en la sección transversal. Los núcleos 36 de los componentes de tipo sándwich en forma de madera de balsa o espuma pueden estar dispuestos lateralmente en lados longitudinales de los pultrusionados 211a, 221, 231 en toda su extensión longitudinal. La anchura de los núcleos 26 corresponde al sobrante del pultrusionado 211a del lado exterior de la pala de rotor o del pultrusionado central 221, respectivamente, con respecto al pultrusionado central 221 que se encuentra sobre él o con respecto al pultrusionado 231 del lado interior de la pala de rotor. El grosor D de los núcleos 26 puede ser tal que no supere el grosor D de la correa 20, como se muestra a la derecha en la figura 4.

Sin embargo, también son concebibles otros grosores D de los núcleos 26, que se muestran en el lado izquierdo de la figura 4. En este caso, el grosor del núcleo 36 se ha seleccionado de tal modo que hace que el grosor de la correa sea el mismo que el del núcleo de sándwich de la carcasa de la pala de rotor que rodea la correa. El núcleo izquierdo 36 tiene una altura que corresponde a la altura del núcleo de sándwich de la carcasa de la pala de rotor, y el núcleo biselado 36 transfiere de forma constante un grosor de la correa al grosor de la carcasa de la pala de rotor.

Las construcciones de las capas pultrusionadas en la primera y segunda formas de realización tienen en común que los pultrusionados 211, 211a, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232 de las correas 20 se recubren con una capa de fibra, tejido y/o tela no tejida después de ser aplicados a la carcasa de pala de rotor. Para ello, se colocan preferiblemente sobre una capa de fibra, tejido y/o tela no tejida que se encuentra en la carcasa interior de pala de rotor. La correa 20 está así dispuesta, por así decirlo, entre dos capas de tejido. Estos pueden ser infundidos con un sistema de resina en un procedimiento de infusión al vacío, de manera que los pultrusionados 211, 211a, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232 queden, por un lado, pegados entre sí y, por otro, adheridos en particular al lado interior de la media carcasa de pala de rotor. Se trata de procedimientos de infusión convencionales que no se describirán en este caso con más detalle.

Lista de referencias

- 1 Pultrusionado
- 2 Fibras
- 3 Husillos de fibra
- 4 Mallas
- 6 Rodillos
- 7 Estación de preconformado
- 8 Herramienta de curado
- 11 Herramienta de estirado
- 12 Sierra mecánica
- 20 Correa
- 21 Capa pultrusionada
- 21a Capa pultrusionada

22	Capa pultrusionada
23	Capa pultrusionada
25	Sección del lado de la raíz de la pala de rotor
25a	Sección del lado de la punta de la sección del lado de la raíz de la pala de rotor
26	Sección central
27	Sección del lado de la punta
30	Punta
31	Raíz de la pala de rotor
32	Bisel
33	Bisel
36	Núcleos
211	Pultrusionado
211a	Pultrusionado
212	Pultrusionado
213	Pultrusionado
214	Pultrusionado
221	Pultrusionado
222	Pultrusionado
223	Pultrusionado
231	Pultrusionado
232	Pultrusionado
d	Desplazamiento
B	Anchura
B ₁	Primera anchura
B ₂	Segunda anchura
B ₃	Tercera anchura
D	Grosor
L	Longitud/dirección longitudinal
L ₁	Primera longitud
L' ₁	Longitud
L ₂	Segunda longitud
L ₃	Tercera longitud

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor con una correa (20) con una pluralidad de capas pultrusionadas (21, 21a, 22, 23) en cada caso con una longitud (L) y una anchura (B), una punta (30) y una raíz (31) de la pala de rotor,
5 **caracterizada por que** las capas pultrusionadas (22, 23) más estrechas llegan más cerca de la punta (30) en una dirección longitudinal (L) que las capas pultrusionadas más anchas (21, 21a) y sobre las superficies interiores del lado interior de la pala de rotor de los pultrusionados (211a, 221) se han colocado núcleos (36) de componentes de tipo sándwich y los núcleos presentan un grosor (D) tal que llevan de forma constante un grosor de la correa (20) a un grosor del núcleo de sándwich que rodea la correa (20) de una carcasa de pala de rotor.
10
2. Pala del rotor según la reivindicación 1,
15 **caracterizada por que** las capas pultrusionadas (21, 21a) más anchas llegan más cerca de la raíz (31) de la pala de rotor que las capas pultrusionadas (22, 23) más estrechas.
3. Pala del rotor según la reivindicación 1 o 2,
20 **caracterizada por que** las capas pultrusionadas (21, 21a) del lado exterior de la pala de rotor son más anchas que las capas pultrusionadas (23) del lado interior de la pala de rotor.
4. Pala del rotor según la reivindicación 2,
25 **caracterizada por que** las capas pultrusionadas (21, 21a) de la correa (20) del lado exterior de la pala de rotor están configuradas en cada sección transversal en la dirección longitudinal L de la pala de rotor más anchas que las capas pultrusionadas (23) del lado interior de la pala de rotor.
5. Pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 4,
30 **caracterizada por que** las capas pultrusionadas (21a, 21, 22, 23) se hacen más estrechas en una sección transversal o presentan como máximo la misma anchura (B) cuanto más dispuestas estén del lado interior de la pala de rotor.
6. Pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 5,
35 **caracterizada por que** las capas pultrusionadas (21, 22, 23) están configuradas a lo largo de una sección transversal de al menos dos capas pultrusionadas (211, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232) adyacentes.
7. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores,
40 **caracterizada por que** el número de capas pultrusionadas (21, 21a, 22, 23) en una sección transversal en la dirección longitudinal (L) disminuye hacia el extremo del lado de la punta y/o hacia el extremo del lado de la raíz de la pala de rotor.
8. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores,
45 **caracterizada por que** los bordes transversales de las capas pultrusionadas (21, 21a, 22, 23) están conformados biselados hacia el lado exterior de la pala de rotor en un extremo del lado de la punta y/o del lado de la raíz.
9. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores,
50 **caracterizada por que** diferentes pultrusionados (211, 212, 213, 214, 221, 222, 223, 231, 232) de la misma capa pultrusionada (21, 22, 23) se acercan a la punta (30) en diferente medida.
10. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores,
55 **caracterizada por que** una capa pultrusionada (21) del lado exterior de la pala de rotor presenta un primer número de pultrusionados (211, 212, 213, 214) dispuestos adyacentemente y una capa pultrusionada (22) central presenta un segundo número de pultrusionados (221, 222, 223) y una capa pultrusionada (23) del lado interior de la pala de rotor presenta un tercer número de pultrusionados (231, 232) en una sección transversal, y el primer número es mayor que el segundo número y el segundo número es mayor que el tercero número.
60
11. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor con una correa, en el que una capa pultrusionada (23) del lado interior de la pala de rotor más estrecha se coloca sobre una capa pultrusionada (21) del lado exterior de la pala de rotor más ancha, y la capa pultrusionada (23) del lado interior de la pala de rotor más estrecha se extiende en una dirección longitudinal (L) más allá de la capa pultrusionada (21) del lado exterior de la pala de rotor hasta la punta (30) y, en bordes longitudinales de las capas pultrusionadas (21, 21a, 22, 23), se disponen núcleos (36) de componentes de tipo sándwich y los núcleos (36) se configuran con un grosor (D) tal que llevan un grosor de la correa (20) a un grosor del núcleo de sándwich que rodea la correa (20) de una carcasa de pala de rotor.
65
12. Procedimiento según la reivindicación 11,

caracterizado por que los bordes transversales de las capas pultrusionadas están biselados en el extremo del lado de la punta y/o en el extremo del lado de la raíz de rotor.

- 5 13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12,
 caracterizado por que la capa pultrusionada (23) del lado interior de la pala de rotor más estrecha se
 coloca sobre la capa pultrusionada (21) del lado exterior de la pala de rotor más ancha y la capa
 pultrusionada (21) del lado exterior de la pala de rotor más ancha se extiende en contra de la dirección
10 longitudinal (L) más allá de la capa pultrusionada (23) del lado interior de la pala de rotor hasta la raíz (31)
 de la pala de rotor.

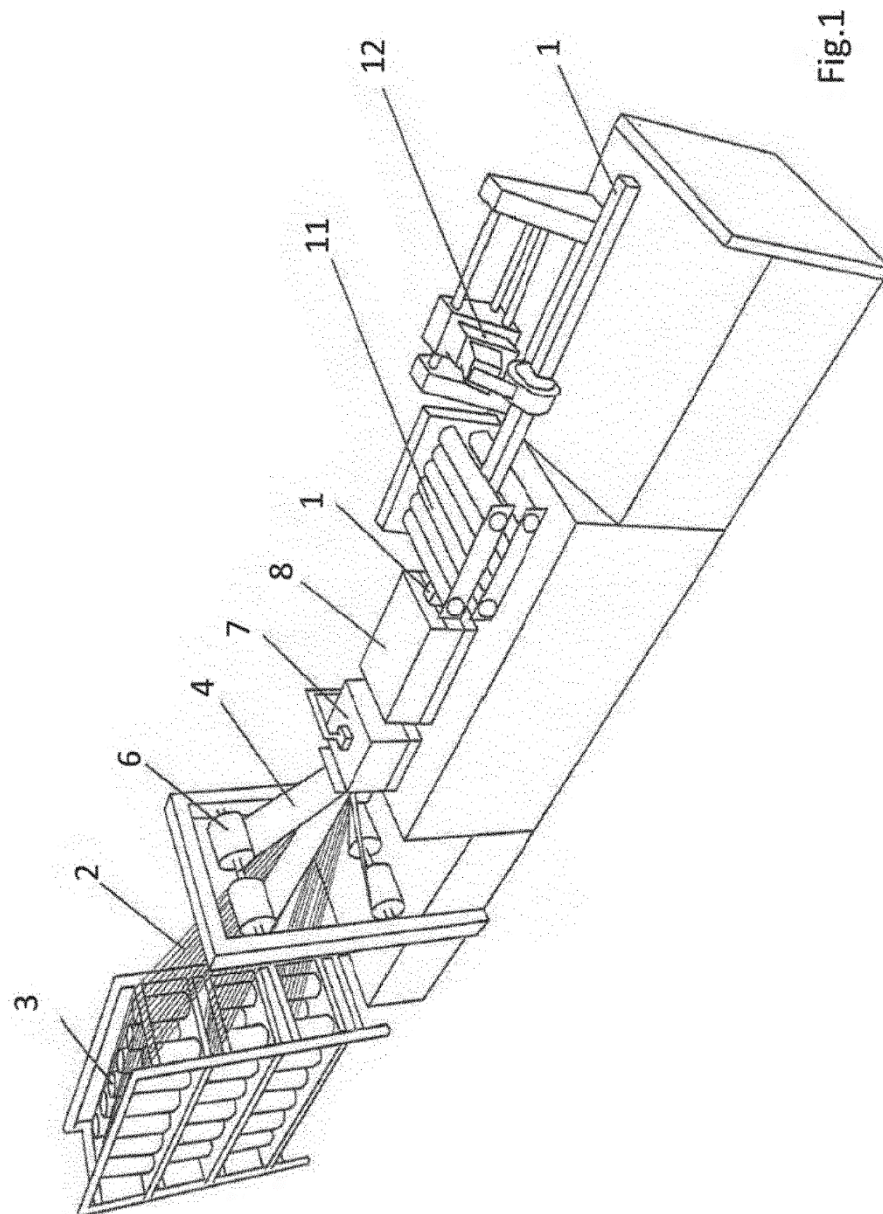
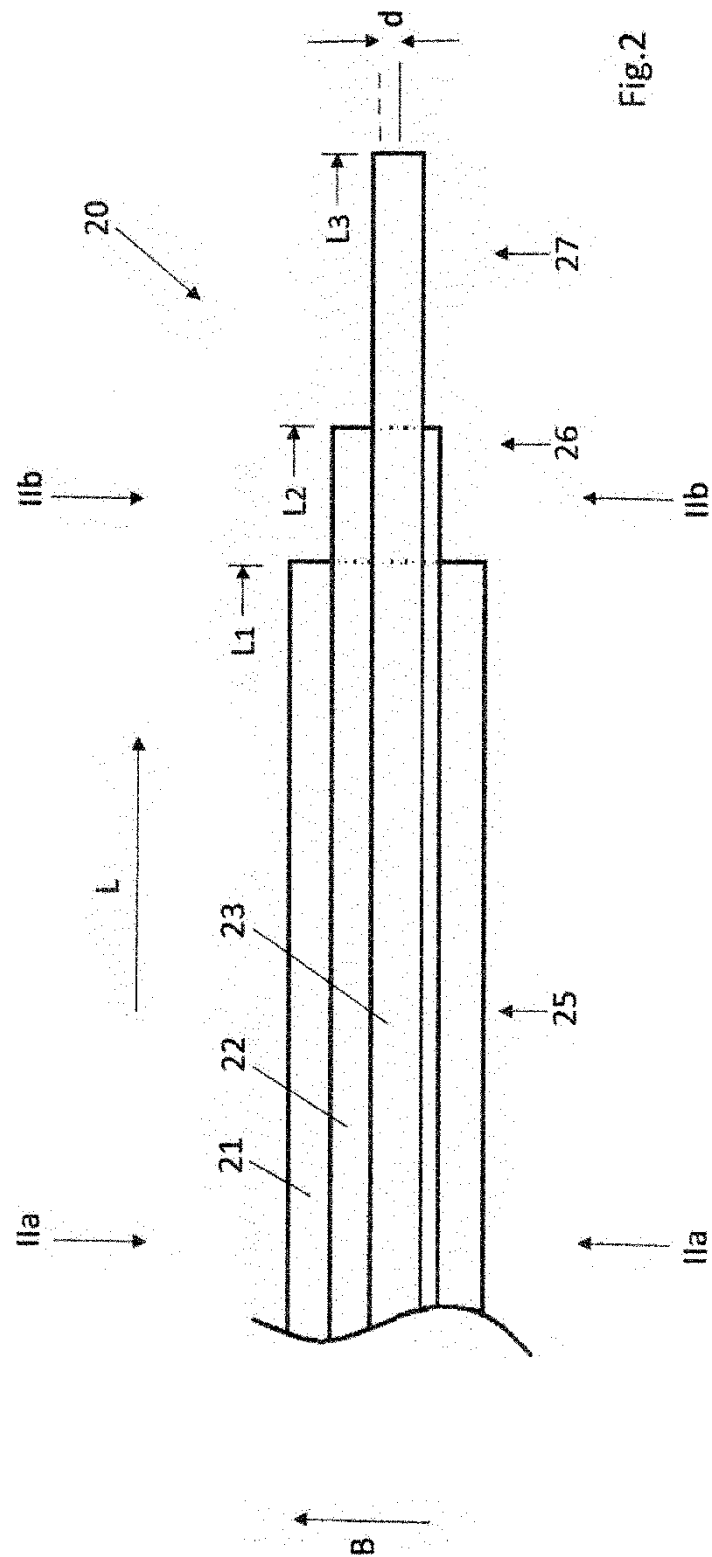
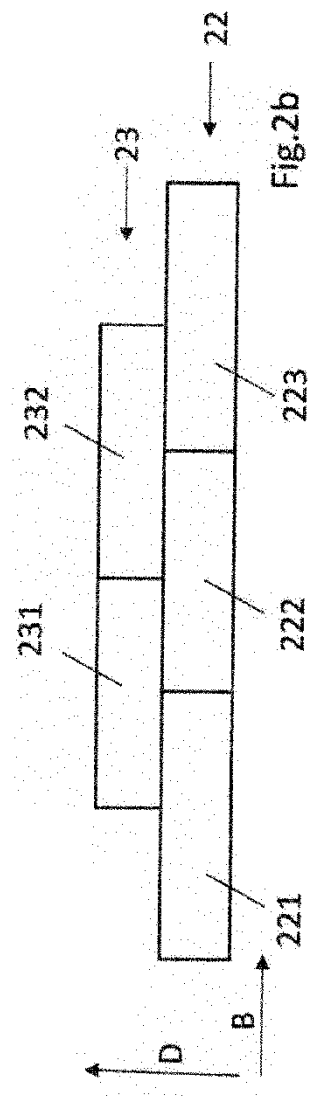
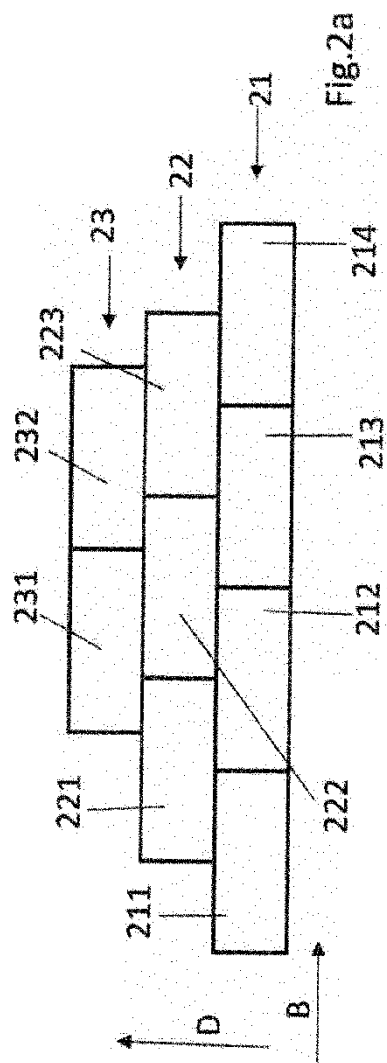


Fig.1





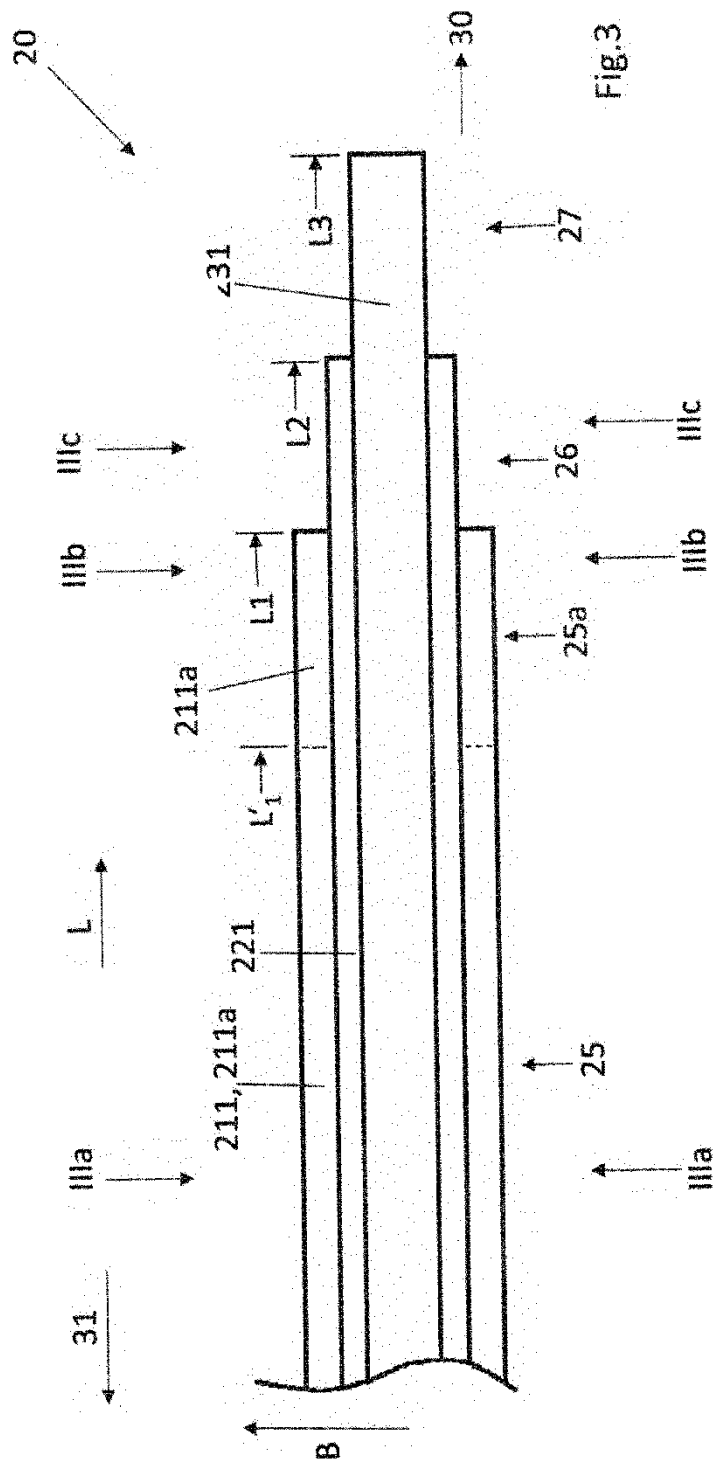


Fig. 3

