

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 767**

51 Int. Cl.:

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2015** **E 15400014 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018** **EP 3081370**

54 Título: **Un relleno de radio compuesto para rellenar un espacio vacío en un conjunto de transición de rigidizador de piel**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2018

73 Titular/es:

**AIRBUS HELICOPTERS DEUTSCHLAND GMBH
(100.0%)
Industriestraße 4
86609 Donauwörth, DE**

72 Inventor/es:

**OEFNER, WALTER y
OTTO, HANS**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 656 767 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).

Un relleno de radio compuesto para rellenar un espacio vacío en un conjunto de transición de rigidizador de piel

DESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere a un relleno de radio compuesto para rellenar un espacio vacío en un conjunto de transición de rigidizador de piel, comprendiendo una pluralidad de haces de mechas en forma de varilla que se comprimen en una forma de relleno de radio en sección transversal predeterminada, comprendiendo dicho relleno de radio compuesto las características de la reivindicación 1. La presente invención se refiere adicionalmente a un método de producir un haz de mechas en forma de varilla para un relleno de radio compuesto, comprendiendo dicho método las características de la reivindicación 12.

15 Rellenos de radio compuestos, que en ocasiones también se denominan en estado de la técnica como "rellenos de empalme" o "fideos", se usan frecuentemente en estructuras de polímero de refuerzo de fibra de carbono complejas para rellenar espacios vacíos que se producen, por ejemplo, en uniones de preformas subyacentes que construyen las estructuras CFRP. En particular, tales espacios vacíos se producen donde los radios de preformas curvas se unen o juntan perpendicularmente para componer paneles de piel o redes para crear, por ejemplo, rigidizadores de refuerzo, tales como rigidizadores en T, rigidizadores en J o vigas en I, que definen las estructuras CFRP complejas, que también pueden denominarse como conjuntos de transición de rigidizador de piel. El término "preforma" generalmente designa una lámina de pliegues de fibra que puede estar provista de un agente adherente y/o ligante y/o resina y que se preforma en una forma comparativamente compleja requerida para la creación de una estructura CFRP dada usando una herramienta de preforma adecuada.

25 Más específicamente, diferentes preformas que se requieren para formar una estructura CFRP compleja a menudo se preparan separadamente en una máquina de fabricación asociada y posteriormente se juntan juntas para formar la estructura CFRP compleja, idealmente durante un proceso de endurecimiento final, pero más a menudo en etapas de proceso sucesivas. Si la estructura CFRP compleja comprende un espacio vacío, por ejemplo, en la unión de las preformas, puede usarse un relleno de radio compuesto para rellenar el espacio vacío. Este relleno de radio compuesto generalmente se fabrica en una máquina de fabricación separada y posteriormente se inserta en el espacio vacío.

30 Sin embargo, es muy importante que un relleno de radio compuesto dado que se inserta en un espacio vacío comprenda bordes muy vivos que en la actualidad se obtienen usando fibras unidireccionales, es decir fibras que se disponen en dirección de 0° con respecto a una extensión longitudinal del relleno de radio compuesto respectivamente el espacio vacío. Estos bordes muy vivos se requieren para evitar que se produzcan bolsas de resina o problemas de grosor en el espacio vacío entre el relleno de radio compuesto y una estructura CFRP compleja subyacente. Tales bolsas de resina son particularmente críticas, ya que pueden definir puntos débiles en los que son probables que sucedan fallos de material de la estructura CFRP compleja subyacente. Adicionalmente, es importante que el relleno de radio compuesto muestre superficies exteriores planas y sin ondulaciones para permitir una adhesión requerida del relleno de radio compuesto a partes circundantes en el espacio vacío, es decir las preformas circundantes.

45 El documento EP 2 727 711 A1 describe un relleno de radio compuesto laminado. El último comprende dos o más láminas de radio, comprendiendo cada una una lámina de pliegues compuestos apilados que tienen una orientación radial que coincide con una orientación radial de la estructura CFRP compleja circundante que define el espacio vacío, que se rellena mediante el relleno de radio compuesto, para ajustarse mejor la forma del espacio vacío. Los pliegues compuestos apilados se forman a partir de un material de refuerzo rodeado por y soportado dentro de un material de matriz, tal como un material preimpregnado. El material de refuerzo puede comprender fibras de alta resistencia, tales como fibras de vidrio o carbono, grafito, fibra de poliamida aromática, plástico reforzado con vidrio u otro material de refuerzo adecuado. El material de matriz puede comprender diversos materiales de polímero o resina, tales como epoxi, poliéster, resinas de viniléster, polímero de polieteretercetona (PEEK), polímero de polietercetonacetona (PEKK), bismaleimida u otro material de matriz adecuado. El término "preimpregnado" pretende designar un tejido tejido o trenzado o material de cinta de tipo tela, por ejemplo, plástico reforzado con vidrio o fibras de carbono, que se han impregnado con una resina sin endurecer o parcialmente endurecida, que es lo suficientemente flexible para formarse en una forma deseada, entonces "se endurece," por ejemplo, mediante la aplicación de calor en un horno o una autoclave, para endurecer la resina en una estructura reforzada con fibra, rígida y resistente. Los pliegues compuestos apilados pueden ser en forma de una cinta unidireccional preimpregnada, una cinta de fibra unidireccional, una cinta CFRP u otra cinta adecuada; un tejido CFRP, un tejido preimpregnado, un tejido tejido que incluye un tejido de fibra de carbono tejido u otro tejido adecuado; una combinación de una cinta o un tejido de la misma; u otro material compuesto adecuado.

60 El documento US 6.689.448 también describe un relleno de radio compuesto laminado. El último comprende una pluralidad de pliegues reforzados de tejido tejido que se cortan por medio de corte ultrasónico para rellenar un espacio vacío en una estructura CFRP compleja. Más específicamente, el relleno de radio compuesto laminado comprende una punta unidireccional, una sección superior que consiste en 14 o 18 pliegues de cinta fina con +- 45°

de orientación, una sección inferior que consiste en 10 pliegues hechas a partir del mismo material y tres pliegues adicionales.

Sin embargo, uso y fabricación de tales rellenos de radio compuestos laminados implica mucha operación manual. Esto requiere mucho tiempo y es caro.

5 El documento US 5.650.229 describe un relleno de radio compuesto de fibras unidireccional. El último comprende un relleno de fibras unidireccional que consiste en una pluralidad de fibras unidireccionales, que también pueden denominarse como fibras "todas a cero grados" con respecto a una orientación de fibras subyacente. Estas fibras unidireccionales o "todas a cero grados" se forman en una herramienta asociada para mostrar una forma que se conforma a una forma de un espacio vacío que debe rellenarse. Adicionalmente, un estabilizador o agente adherente se entremezcla con las fibras unidireccionales en una cantidad suficiente para mantener las fibras juntas en la forma del espacio vacío, pero por debajo de una cantidad que impediría infiltración de resina entre las fibras unidireccionales o "todas a cero grados" durante una inyección de resina posterior, de modo que el relleno de fibras puede integrarse completamente en una estructura CFRP compleja dada.

15 Sin embargo, el uso de relleno de radio compuesto de fibra unidireccional o "todas a cero grados" de este tipo puede resultar en tensiones residuales altas debilitando una correspondiente estructura CFRP compleja final. Adicionalmente, una correspondiente rigidez de un relleno de radio compuesto de fibra unidireccional o "todas a cero grados" de este tipo es comparativamente alta y puede resultar en un fallo en modo de flexión. Además, las fibras unidireccionales o "todas a cero grados" muestran una resistencia al desprendimiento comparativamente baja, ya que estas fibras no mejoran las propiedades de la estructura CFRP compleja final cuando se aplican fuerzas perpendicularmente a la orientación "todas a cero grados" de las fibras. Esto podría ilustrarse fácilmente por medio de un así llamado "test de arranque". Se ha de observar que una probabilidad dada de agrietamiento por tensión o fatiga debido a esta resistencia al desprendimiento comparativamente baja puede al menos disminuirse añadiendo un refuerzo externo. Sin embargo, esto resultaría en un peso adicional no deseado de la estructura CFRP compleja final.

30 El documento US 2012/0308817 A1 describe un relleno de radio compuesto de fibras trenzadas. El último mantiene juntos múltiples extremos de una fibra en una única pieza con una estructura trenzada, que se concibe para hacer el relleno de radio compuesto como tal más fácil de manejar. Más específicamente, este relleno de radio compuesto de fibras trenzadas puede estabilizarse usando un agente adherente y se hace de únicamente trenzas diseñadas que confiere una capacidad de deformación adaptable para ajustarse a diversos perfiles de espacios vacíos. Esta capacidad de deformación se debe a una comparativamente alta tasa de fibras axiales sobre fibras diagonales que forman el envolvente de la trenza. Cada trenza como tal se hace de una pluralidad de hebras de fibra individuales que se entrelazan en una estructura trenzada. Las hebras de fibra individuales pueden hacerse de fibras orgánicas o inorgánicas incluyendo fibras hechas de polímero, carbono, grafito, vidrio, cuarzo, aramida, polibenzoxazol (PBO), polietileno, óxido inorgánico, carburo, cerámica, metal o combinaciones de los mismos.

40 Desafortunadamente, tales rellenos de radio compuestos de fibras trenzadas no son lo suficientemente estables si están hechos de fibras secas. Si, sin embargo, se estabilizan usando un agente adherente o un ligante y se presionan en una forma predefinida, son lo suficientemente estables, pero por el otro lado ya no lo suficientemente deformable para ajustarse perfectamente a una forma de espacio vacío dado y, por otra parte, ya no fácilmente adaptables para secciones transversales variables. Adicionalmente, bordes correspondientes de tales rellenos de radio compuestos de fibras trenzadas no están lo suficientemente vivos para evitar que se produzcan bolsas de resina o problemas de grosor en respectivos espacios vacíos debido a un grosor resultante del "pliegue" de rellenos de radio compuestos de fibras trenzadas, incluso cuando se presionan. En consecuencia, ya que los bordes no están lo suficientemente vivos, pueden aparecer tanto tensiones residuales como bolsas de resina. Además, la estructura trenzada de cada propia trenza también puede resultar en una formación de bolsas de resina, en particular si se fabrica usando procesos de infiltración. Si tales bolsas de resina se producen en la base de la estructura, esto podría de nuevo conducir a agrietamiento.

55 El documento US 6.231.941 describe un relleno de radio compuesto para una pala de túnel de viento, que se forma en un proceso de moldeado por transferencia de resina. Este relleno de radio compuesto se forma mediante una manga trenzada que rodea un número de cables unidireccionales. Se proporcionan una conformación subyacente y proceso de fabricación de tal forma que también pueden fabricarse rellenos de radio compuestos asimétricos. Más específicamente, el relleno de radio compuesto se forma en mandriles que presentan una forma que es idéntica a una forma final requerida del relleno de radio compuesto.

60 Sin embargo, mientras este relleno de radio compuesto de pala de túnel de viento puede resolver algunos de los problemas anteriormente descritos, todavía surge el problema de la agudeza con respecto a los bordes del relleno de radio compuesto. Adicionalmente, el proceso de fabricación del relleno de radio compuesto de pala de túnel de viento requiere mucho tiempo y, por lo tanto, es caro.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un relleno de radio compuesto para rellenar un

espacio vacío en una estructura CFRP compleja, es decir un conjunto de transición de rigidizador de piel, que puede fabricarse comparativamente rápido en un proceso automático con ahorro de costes y tiempo con calidad previsible.

Este objeto se resuelve mediante un relleno de radio compuesto con las características de la reivindicación 1.

5 Más específicamente, de acuerdo con la invención un relleno de radio compuesto para rellenar un espacio vacío en un conjunto de transición de rigidizador de piel comprende una pluralidad de haces de mechas en forma de varilla que se comprimen en una forma de relleno de radio en sección transversal predeterminada. Al menos un haz de mechas en forma de varilla de la pluralidad de haces de mechas en forma de varilla se retuerce alrededor de su eje longitudinal.

10 Se ha de observar que el término "compuesto" designa en el contexto de la presente invención un material que se basa en polímeros reforzados de fibras. Como un material preferido se usan fibras de carbono y/o resinas de epoxi.

15 La idea principal que subyace de la presente invención es crear torsiones dentro de haces de fibras o mechas que componen el relleno de radio compuesto inventivo. Ventajosamente, los haces retorcidos pueden producirse de forma continua y ensamblarse "en línea" de acuerdo con una forma de relleno de radio compuesto deseada final.

20 Preferentemente, se proporciona un agente adherente/ligante y/o resina en la superficie de al menos un número predeterminado de mechas, y preferentemente de cada mecha individual, para fijar un haz de fibras o mechas resultante en un estado retorcido asociado, por ejemplo, calentando el agente adherente/ligante/resina, si es necesario. El agente adherente/ligante puede, por ejemplo, aplicarse en una forma de polvo a una mecha dada y la resina puede, por ejemplo, aplicarse usando un recubrimiento por inmersión.

25 Ventajosamente, el relleno de radio compuesto inventivo cumple adecuadamente los retos que se enfrentan con el diseño de conjuntos compuestos, como conjuntos de transición de rigidizador de piel, en carga estructural. En particular, es fácil de manejar, muy estable y tiene una superficie homogénea. Adicionalmente, la torsión de los haces permite ventajosamente la disminución de una rigidez resultante del relleno de radio compuesto inventivo. Por lo tanto, puede al menos reducirse un riesgo potencial de agrietamiento en interfaces entre el relleno de radio compuesto inventivo y otras partes de, por ejemplo, un conjunto de transición de rigidizador de piel asociado y, por consiguiente, del conjunto de transición de rigidizador de piel en su totalidad.

30 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el relleno de radio compuesto inventivo tiene una estructura y disposición de fibras homogéneas, es decir contenido de volumen de fibras, en toda longitud y geometría, así como una superficie plana con baja ondulación, que permite una mejor adhesión a otras partes del conjunto de transición de rigidizador de piel asociado.

35 De acuerdo con una realización preferida, el al menos un haz de mechas en forma de varilla se compone de mechas que comprenden fibras de carbono. El al menos un haz de mechas en forma de varilla se retuerce alrededor de su eje longitudinal de tal forma que las fibras de carbono muestran una dirección que no es igual a 0° a lo largo del eje longitudinal.

De acuerdo con una realización preferida adicional, el al menos un haz de mechas en forma de varilla es al menos aproximadamente rectilíneo a lo largo del eje longitudinal.

45 De acuerdo con una realización preferida adicional, el al menos un haz de mechas en forma de varilla se compone de mechas, estando cada una provista de al menos uno de un agente adherente de recubrimiento, un ligante y/o resina.

50 De acuerdo con una realización preferida adicional, el ligante se basa en un material termoplástico o termofijado.

De acuerdo con una realización preferida adicional, el ligante se basa en epoxi y/o se modifica con una nanoestructura.

55 De acuerdo con una realización preferida adicional, la resina comprende un material de epoxi o termoplástico.

De acuerdo con una realización preferida adicional, el al menos un haz de mechas en forma de varilla se retuerce al menos 5 a 30 veces alrededor del eje longitudinal, preferentemente 15 a 25 veces, por metro de longitud del al menos un haz de mechas en forma de varilla.

60 Se ha de observar que, dependiendo de un número respectivo de torsiones creadas en un haz dado, una correspondiente rigidez del relleno de radio compuesto es ajustable para un uso final pretendido. Adicionalmente, a medida que la rigidez del haz dado se reduce a través de las torsiones aplicadas al mismo, pueden lograrse propiedades mejoradas en modo de flexión.

De acuerdo con una realización preferida adicional, la forma de relleno de radio en sección transversal predeterminada comprende al menos una de una forma medio triangular, una forma triangular asimétrica, una forma triangular simétrica y una forma de tipo trapezoidal.

5 De acuerdo con una realización preferida adicional, la pluralidad de haces de mechas en forma de varilla comprende al menos dos haces de mechas en forma de varilla con diámetros diferentes.

De acuerdo con una realización preferida adicional, se proporciona al menos un pliegue de fibras y/o al menos un haz de mechas en forma de varilla sin retorcer.

10 La presente invención adicionalmente proporciona un método, de acuerdo con la reivindicación 12, de producir un haz de mechas en forma de varilla para un relleno de radio compuesto que se adapta para rellenar un espacio vacío en un conjunto de transición de rigidizador de piel. El método comprende unir una pluralidad de mechas para formar un haz de mechas en forma de varilla y retorcer el haz de mechas en forma de varilla alrededor de un eje longitudinal asociado para crear un haz de mechas en forma de varilla retorcido.

15 Ventajosamente, el método inventivo y, en consecuencia, la fabricación inventiva puede ser discontinua o continua y, por lo tanto, automatizarse. Una fabricación automatizada de este tipo requiere menos tiempo y es más barata, especialmente cuando se fabrican volúmenes de salida comparativamente grandes. Adicionalmente, permite la fabricación con calidad alta de producto invariable y previsible.

20 Más específicamente, el método inventivo permite una producción continua o discontinua de haces de mechas retorcidos adecuados que pueden ensamblarse "en línea" de acuerdo con una forma de relleno de radio compuesto final deseada. Adicionalmente, una diversidad de diferentes formas y geometrías pueden realizarse con una alta flexibilidad en las geometrías, ya que es ventajosamente posible variar un número subyacente de mechas en cada haz, un número subyacente de torsiones en cada haz, un número subyacente de haces que componen un relleno de radio compuesto dado, un cómputo de tamaño/hilos de cada mecha, y así sucesivamente. Por lo tanto, usando las mismas herramientas y parcialmente los mismos materiales, pueden realizarse muchas geometrías diferentes, incluso geometrías con formas en sección transversal variables, en las que se añaden haces de mechas, por ejemplo, localmente a un relleno de radio compuesto dado.

30 En particular, el método inventivo puede adaptarse fácilmente a cualquier variación en la forma del relleno de radio compuesto. Puede usarse y combinarse cualquier clase de fibra con cualquier posible densidad para producir haces de mechas de tamaños/diámetros variables. Usando una herramienta de geometría adaptada, puede producirse cualquier geometría de relleno de radio sin cambiar una línea de producción subyacente.

35 Si el método inventivo se realiza en una manera discontinua, por ejemplo, un primer haz de mechas se prepara en una línea de producción adecuada y sitúa manualmente en una herramienta de producción que se proporciona para producir un relleno de radio compuesto dado. A continuación, un segundo haz de mechas se prepara y sitúa en la herramienta de producción y así sucesivamente, hasta que todos los haces de mechas retorcidos requeridos para la producción del relleno de radio compuesto dado se sitúan en la herramienta de producción, de modo que puede llevarse a cabo una formación de forma predeterminada del relleno de radio compuesto.

40 Si, sin embargo, el método inventivo se realiza en una manera continua, el relleno de radio compuesto se produce en su totalidad automáticamente y de forma continua. El principio de producción subyacente sería, no obstante, el mismo. Una vez que se prepara cada haz de mechas retorcido, se retira automáticamente de la línea de producción, por ejemplo, por medio de ventosas, y dispone automáticamente en la herramienta de producción. Una portadora dada en la que se preparó el haz de mechas retorcido se transporta a continuación automáticamente de vuelta al comienzo de la línea de producción. Este transporte se haría preferentemente automáticamente usando una cinta transportadora, pero también podría hacerse manualmente.

50 Como alternativa, se preparan, retuercen y calientan haces de mechas para fijarse en un estado retorcido correspondiente fundiendo, por ejemplo, un agente adherente/ligante depositado y enfriándolo, y almacenándolo, por ejemplo, en un contenedor especializado. En una etapa posterior, puede producirse un relleno de radio compuesto deseado usando diferentes clases de haces de mechas retorcidos almacenados dependiendo de una geometría final y propiedades de relleno de radio requeridas.

55 De acuerdo con una realización preferida, antes de unir la pluralidad de mechas para formar un haz de mechas en forma de varilla, cada mecha está provista de al menos uno de un agente adherente de recubrimiento, un ligante y/o resina.

60 Preferentemente, el agente adherente/ligante se proporciona en las mechas durante la producción. Esto es ventajoso, si correspondientes preformas se ensamblan en una etapa posterior.

De acuerdo con una realización preferida adicional, la torsión del haz de mechas en forma de varilla alrededor del

eje longitudinal asociado comprende sujetar fijamente un primer extremo axial del haz de mechas en forma de varilla y girar un segundo extremo axial del mismo alrededor del eje longitudinal asociado 5 a 30 veces, preferentemente 15 a 25 veces, por metro de longitud del haz de mechas en forma de varilla.

5 De acuerdo con una realización preferida adicional, el método de producir un haz de mechas en forma de varilla para un relleno de radio compuesto comprende además activar el agente adherente de recubrimiento, ligante y/o resina para inmovilizar el haz de mechas en forma de varilla en un estado retorcido asociado.

10 Realizaciones preferidas de la invención se describen a modo de ejemplo en la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos. En estos dibujos adjuntos, componentes y elementos idénticos o que funcionan idénticamente se etiquetan con números de referencia y caracteres idénticos y, en consecuencia, se describen únicamente una vez en la siguiente descripción.

15 - La figura 1 muestra una vista en sección de un conjunto de transición de rigidizador de piel con un relleno de radio compuesto de acuerdo con la presente invención,

- La figura 2 muestra vistas en perspectiva del relleno de radio compuesto de la Figura 1,

20 - La figura 3 muestra vistas en sección de formas en sección transversal ilustrativas del relleno de radio compuesto de la Figura 2, y

- La figura 4 muestra vistas esquemáticas de una línea de producción para producir el relleno de radio compuesto de la Figura 2 de acuerdo con la presente invención.

25 La Figura 1 muestra un conjunto de transición de rigidizador de piel 1 ilustrativo que comprende ilustrativamente dos preformas esencialmente en forma de L 2, 3, que están hechas preferentemente de pliegues de tejido reforzado con fibras. Las dos preformas esencialmente en forma de L 2, 3 se unen preferentemente entre sí para crear un rigidizador 6, tales como, por ejemplo, un reborde de una estructura de aeronave (no mostrado). Adicionalmente, las dos preformas esencialmente en forma de L 2, 3 preferentemente se adhieren encolándose a una piel 4 del conjunto de transición de rigidizador de piel 1.

30 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un relleno de radio compuesto 5 se proporciona en un espacio vacío 1a existente en el conjunto de transición de rigidizador de piel 1 entre las dos preformas esencialmente en forma de L 2, 3 y la piel 4. Este relleno de radio compuesto 5 actúa preferentemente contra el despegue o delaminación del conjunto de transición de rigidizador de piel 1.

40 El relleno de radio compuesto 5 se usa preferentemente para crear las preformas por CFRP de resina inyectada aplicada para conjunto de transición de rigidizador de piel 1 de armazones de helicóptero, partes estructurales de helicóptero, puertas de avión, fuselaje de avión y estructuras de cabina y/o aplicaciones no aeroespaciales. Preferentemente, las dos preformas esencialmente en forma de L 2, 3 y la piel 4 se hacen del mismo material. Cada una de las dos preformas de tejido reforzado con fibras esencialmente en forma de L 2, 3 y la piel 4 se conciben preferentemente como un apilamiento de pliegues de lámina.

45 La Figura 2 muestra el relleno de radio compuesto 5 de la Figura 1, que se adapta para rellenar el espacio vacío 1a en el conjunto de transición de rigidizador de piel 1 de la Figura 1. Ilustrativamente, el relleno de radio compuesto 5 tiene una forma en sección transversal triangular simétrica con tres bordes comparativamente vivos y se muestra desde dos ángulos de visión diferentes en las partes (A) y (B) de la Figura 2.

50 Preferentemente, el relleno de radio compuesto 5 comprende una pluralidad de haces de mechas en forma de varilla alargados. Por simplicidad y claridad de los dibujos, sin embargo, únicamente se etiquetan siete haces de mechas de esta pluralidad de haces de mechas en forma de varilla alargados con los signos de referencia 7a-7g.

55 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, los haces de mechas 7a-7g definen una pila de haces de mechas 7 y se comprimen en una forma de relleno de radio en sección transversal predeterminada, que ilustrativamente corresponde a una forma subyacente del espacio vacío 1a de la Figura 1. Preferentemente, al menos uno y, preferentemente, todos los haces de mechas de la pluralidad de haces de mechas 7a-7g se retuercen alrededor de sus ejes longitudinales. Por propósitos de ilustración y por simplicidad y claridad de los dibujos, únicamente el haz de mechas 7f se muestra con su eje longitudinal asociado 7h en la Figura 2(B), a modo de ejemplo.

60 Se ha de observar que el término "retorcido" se refiere en el contexto de la presente invención a una formación de forma que se obtiene en el caso del haz de mechas en forma de varilla alargado 7f mediante la fijación de ambos extremos axiales del mismo y el giro de uno de los extremos axiales fijos alrededor del eje longitudinal asociado 7h. Por lo tanto, fibras subyacentes del haz de mechas 7f se enrollan helicoidalmente o en espiral alrededor del eje

longitudinal asociado 7h.

5 Debería observarse adicionalmente que constitución y formación de forma de todos los haces de mechas 7a-7e y 7g preferentemente se corresponden al menos dentro de tolerancias de fabricación determinadas a las del haz de mechas 7f. Por lo tanto, por brevedad y concisión, únicamente el haz de mechas 7f se describe en más detalle a continuación, representativo de todos los haces de mechas 7a-7g de la pila de haces de mechas 7.

10 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el haz de mechas 7f es al menos aproximadamente rectilíneo a lo largo de su eje longitudinal 7h y se compone de mechas (15 en la Figura 4). Cada mecha está provista preferentemente de al menos uno de un agente adherente de recubrimiento, un ligante y/o resina.

El ligante se basa preferentemente en un material termoplástico o termofijado. Preferentemente, el ligante se basa en epoxi y/o se modifica con una nanoestructura. La resina preferentemente comprende un material de epoxi o termoplástico.

15 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, las mechas (15 en la Figura 4) que componen el haz de mechas 7f comprenden fibras de carbono. El haz de mechas 7f se retuerce preferentemente alrededor de su eje longitudinal asociado 7h de tal forma que sus fibras de carbono muestran una dirección que no es igual a 0° a lo largo del eje longitudinal 7h. Preferentemente, el haz de mechas 7f se retuerce al menos 5 a 30 veces alrededor de su eje longitudinal 7h y, preferentemente, 15 a 25 veces por metro de longitud del haz de mechas 7f.

20 La Figura 3 muestra el relleno de radio compuesto 5 de la Figura 2 con la pila de haces de mechas 7 de la Figura 2, ilustrado por medio de ocho formas en sección transversal ilustrativas, que se etiquetan como partes (A) a (H) de la Figura 3. Estas formas en sección transversal ilustrativas preferentemente comprenden al menos una de una forma medio triangular, una forma triangular asimétrica, una forma triangular simétrica y una forma de tipo trapezoidal. Sin embargo, se ha de observar que estas formas en sección transversal, así como la forma en sección transversal triangular simétrica ilustrativa de la Figura 2 son meramente ilustrativas y no para limitar la presente invención a las mismas. En su lugar, asimismo se contemplan otras formas diversas y geometrías del relleno de radio compuesto 5.

30 Más específicamente, la Figura 3(A) muestra una forma en sección transversal de triángulo rectángulo ilustrativa, que también se denomina como una forma de sección transversal medio triangular. De acuerdo con esta forma en sección transversal de triángulo rectángulo, el relleno de radio compuesto 5 comprende dos lados planos 8a, 8b que están preferentemente al menos aproximadamente perpendiculares entre sí, y un lado curvado 8c. Esta forma en sección transversal de triángulo rectángulo ilustrativamente comprende dos bordes vivos y un borde de ángulo recto.

35 La Figura 3(B) muestra una forma en sección transversal triangular asimétrica ilustrativa. De acuerdo con esta forma en sección transversal triangular asimétrica, el relleno de radio compuesto 5 comprende únicamente el único lado plano 8a, el lado curvado 8c y otro lado curvado 8d, que es ilustrativamente más largo que el lado curvado 8c para crear la simetría. Esta forma en sección transversal triangular asimétrica ilustrativamente comprende tres bordes vivos.

40 La Figura 3(C) muestra una forma en sección transversal de tipo trapezoidal ilustrativa. De acuerdo con esta forma en sección transversal de tipo trapezoidal, el relleno de radio compuesto 5 comprende los dos lados planos 8a, 8b que se disponen preferentemente al menos aproximadamente en paralelo entre sí y conectan a través de los dos lados curvos 8c, 8d. Esta forma en sección transversal de tipo trapezoidal ilustrativamente comprende dos bordes vivos y dos bordes planos.

50 La Figura 3(D) muestra una forma en sección transversal triangular simétrica ilustrativa, en el que la pila de haces de mechas 7 comprende haces de mechas de diferente tamaño y, más particularmente, de diferentes diámetros dependiendo de sus respectivas posiciones en el relleno de radio compuesto 5. Sin embargo, se ha de observar que por simplicidad y claridad de los dibujos se etiquetan únicamente dos haces de mechas en forma de varilla con diámetros diferentes con los signos de referencia 9a, 9b. De acuerdo con esta forma en sección transversal triangular simétrica con haces de mechas de diferente tamaño, el relleno de radio compuesto 5 comprende únicamente el único lado plano 8a y los dos lados curvos 8c, 8d, que ilustrativamente comprenden una longitud idéntica, y comprende tres bordes vivos.

55 La Figura 3(E) muestra una forma en sección transversal triangular simétrica ilustrativa con al menos un pliegue de fibras 10 que se inserta en la pila de haces de mechas 7. A modo de ejemplo, el al menos un pliegue de fibras 10 tiene forma de barra o listón y puede disponerse entre los haces de mechas, es decir respectivas capas de haces, como se ilustra, o en una interfaz con respectivos elementos circundantes, por ejemplo, las dos preformas esencialmente en forma de L 2, 3 y la piel 4 del conjunto de transición de rigidizador de piel 1 de la Figura 1. De acuerdo con esta forma en sección transversal triangular simétrica, el relleno de radio compuesto 5 comprende únicamente el único lado plano 8a y los dos lados curvos 8c, 8d, que ilustrativamente comprenden una longitud idéntica, y comprende tres bordes vivos.

- La Figura 3(F) muestra una forma en sección transversal triangular simétrica ilustrativa, en el que la pila de haces de mechas 7 comprende haces de mechas de tamaño comparativamente grande, respectivamente con un diámetro comparativamente grande comparado con las variantes descritas anteriormente. Sin embargo, se ha de observar que por simplicidad y claridad de los dibujos se etiqueta únicamente un único haz de mechas en forma de varilla con un diámetro comparativamente grande con la señal de referencia 9c. De acuerdo con esta forma en sección transversal triangular simétrica con haces de mechas de tamaño comparativamente grande, el relleno de radio compuesto 5 comprende únicamente el único lado plano 8a y los dos lados curvos 8c, 8d, que ilustrativamente comprenden una longitud idéntica, y comprende tres bordes vivos.
- La Figura 3(G) muestra una forma en sección transversal triangular simétrica ilustrativa con secciones transversales variables 11a, 11b, en el que la forma de sección transversal como tal varía y puede ajustarse usando haces de mechas más grandes y/o más o menos haces de mechas. Ilustrativamente, la pila de haces de mechas 7 comprende en la sección transversal 11b más haces de mechas que en la sección transversal 11a.
- La Figura 3(H) muestra una forma en sección transversal triangular simétrica ilustrativa con al menos uno de ilustrativamente tres haces de mechas no retorcidos en forma de varilla 12a-12c que se insertan en la pila de haces de mechas 7. Preferentemente, estos haces de mechas no retorcidos en forma de varilla 12a-12c se componen de fibras unidireccionales y disponen entre los haces de mechas, es decir en una posición central del relleno de radio compuesto 5, para aumentar una rigidez subyacente del último. Una forma en sección transversal de este tipo es particularmente ventajosa para aplicaciones bien definidas que requieren una alta rigidez mientras evita que se produzcan agrietamientos en una interfaz con respectivos elementos circundantes, por ejemplo, las dos preformas esencialmente en forma de L 2, 3 y la piel 4 del conjunto de transición de rigidizador de piel 1 de la Figura 1.
- La Figura 4 muestra una línea de producción ilustrativa 13 para producir haces de mechas retorcidos en forma de varilla, por ejemplo, los haces de mechas 7a-7g de la Figura 2, para un relleno de radio compuesto de acuerdo con la presente invención, por ejemplo, el relleno de radio compuesto 5 de la Figura 1 a Figura 3. Más específicamente, para ilustrar un método inventivo ilustrativo de producir tales haces de mechas retorcidos en forma de varilla, la línea de producción 13 se ilustra en cuatro fases de producción ilustrativas separadas, que se etiquetan como partes (A) a (D) de la Figura 4.
- De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la línea de producción 13 comprende una plataforma de producción 13a, que se acopla preferentemente a un árbol de carrete 14 a través de una cámara de aplicación 16 y una herramienta de guía 17. La plataforma de producción 13a se adapta para transportar al menos una y preferentemente una pluralidad de portadoras de haces 18a, 18b, 18c y comprende al menos un dispositivo de giro 23 y al menos un cortador 24. Preferentemente, cada portadora de haces 18a, 18b, 18c está provista de puntos de fijación asociados y medios de calentamiento. Ilustrativamente, la portadora de haces 18a comprende en sus extremos axiales puntos de fijación 20a, 20b y medios de calentamiento 21a, 21b. De manera similar, la portadora de haces 18b comprende en sus extremos axiales puntos de fijación 20c, 20d y medios de calentamiento 21c, 21d.
- Se ha de observar que los puntos de fijación 20a, 20b, 20c, 20d definen puntos, en los que también puede llevarse a cabo un calentamiento correspondiente mediante los medios de calentamiento 21a, 21b, 21c, 21d y/o un giro correspondiente por medio de el al menos un dispositivo de giro 23. Por lo tanto, los puntos de fijación 20a, 20b, 20c, 20d pueden denominarse asimismo como "puntos de calentamiento" y/o "puntos de giro".
- La Figura 4(A) ilustra una etapa de método inicial, en el que mechas 15 que están hechas preferentemente de fibras de carbono y se usan como material de inicio se situaron en el árbol de carrete 14 y se guían desde el último en la cámara de aplicación 16. Estas mechas 15 se proporcionan preferentemente en la cámara de aplicación 16 con al menos uno de un agente adherente de recubrimiento, un ligante y/o resina. Por lo tanto, la cámara de aplicación 16 se incorpora como una cámara cerrada con extracción de aire, por cuestiones de seguridad.
- Más específicamente, cada mecha 15 está provista preferentemente de o bien agente adherente/ligante en un estado de polvo o con resina usando recubrimiento por inmersión o cualquier proceso conocido o desconocido adecuado usado para fabricar los así llamados preimpregnados. Sin embargo, se ha de observar que como alternativa pueden usarse fibras disponibles comercialmente que contienen un agente adherente/ligante o fibras preimpregnadas disponibles comercialmente, de modo que puede omitirse la provisión de la cámara de aplicación 16.
- Después de su paso a través de la cámara de aplicación 16, las mechas 15 se guían a través de la herramienta de guía 17 a las portadoras de haces y juntan en la misma para formar correspondientes haces de mechas en forma de varilla. En la Figura 4(A), las mechas 15 se juntan en la portadora de haces 18a para formar el haz de mechas 19a. Por lo tanto, las mechas 15 se unen fijamente a los puntos de fijación 20a, 20b de la portadora de haces 18a, preferentemente sin combarse.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un total de ocho mechas 15 se ensamblan en la portadora de

haces 18a para definir el haz de mechas 19a. Sin embargo, dependiendo de una aplicación subyacente y una forma y geometría finales requeridas del relleno de radio compuesto 5 de la Figura 1 a Figura 3, más o menos mechas 15 pueden ensamblarse en el haz de mechas 19a.

- 5 A modo de ejemplo, la portadora de haces 18b se muestra con un haz de mechas 19b, que se une fijamente a los puntos de fijación 20c, 20d. La portadora de haces 18b se dispone ilustrativamente en una posición en la plataforma de producción 13a, en la que el punto de fijación 20d se conecta al al menos un dispositivo de giro 23. Los haces de mechas 19b, 19a preferentemente respectivamente definen un eje longitudinal asociado 22a.
- 10 La Figura 4(B) ilustra una etapa de método posterior, en la que el haz de mechas 19b se retuerce alrededor del eje longitudinal asociado 22a para crear un haz de mechas en forma de varilla retorcido (26e en la Figura 4(C) y (D)). Por lo tanto, el punto de fijación 20d se gira por medio de el al menos un dispositivo de giro 23 alrededor del eje longitudinal asociado 22a en una dirección de giro 27 predeterminada, mientras el punto de fijación 20c se mantiene estático.
- 15 Más específicamente, retorcer del haz de mechas 19b alrededor del eje longitudinal asociado 22a preferentemente comprende sujetar fijamente un primer extremo axial del haz de mechas 19b por medio del punto de fijación 20c y girar un segundo extremo axial del mismo por medio del punto de fijación 20d alrededor del eje longitudinal asociado 22a un número predeterminado de veces de tal forma que las mechas 15 ya no están en una dirección de 0°. Este número predeterminado de veces preferentemente asciende a 5 a 30 veces, preferentemente 15 a 25 veces, por metro de longitud del haz de mechas 19b.
- 20

Preferentemente, después de que el segundo extremo axial se gire el número predeterminado de veces y, por lo tanto, retuerza el haz de mechas 19b, el agente adherente de recubrimiento, ligante y/o resina se activa para inmovilizar el haz de mechas 19b en un estado retorcido asociado. La activación se realiza preferentemente calentando el haz de mechas 19b en ambos extremos, es decir usando los medios de calentamiento 21c, 21d. En este caso, como las fibras de carbono son conductoras, el calor se transferiría por toda la longitud del haz de mechas 19b de tal forma que el agente adherente de recubrimiento, ligante y/o resina se fundiría e inmovilizaría el haz de mechas 19b en el estado retorcido asociado después de haberse enfriado de nuevo. Como alternativa, el haz de mechas 19b puede calentarse en su totalidad usando cualquier clase de fuente de calor, por ejemplo, un calentador de infrarrojos.

25

30

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la portadora de haces 18a se mueve en dirección de la portadora de haces 18b, es decir hacia el al menos un dispositivo de giro 23, como se indica con una flecha 25a. Este movimiento puede realizarse simultáneamente con la torsión del haz de mechas 19b y se realiza a lo largo del eje longitudinal 22a, que por lo tanto define una trayectoria de movimiento de la portadora de haces 18a.

35

Como se ilustra, moviendo la portadora de haces 18a en la dirección de la flecha 25a, un siguiente haz de mechas 19c se extrae a la plataforma de producción 13a. Este siguiente haz de mechas 19c puede posteriormente unirse fijamente a la portadora de haces 18c.

40

La Figura 4(C) ilustra una etapa de método posterior adicional, en la que la portadora de haces 18b con el haz de mechas 19b en estado retorcido, que se hace referencia ahora con la señal de referencia 26e, se mueve hacia los lados en la plataforma de producción 13a, como se indica mediante una flecha 25b, hacia una posición, en la que el haz de mechas retorcido 26e se ubica en una trayectoria de movimiento 22b. En esta posición, el haz de mechas retorcido 26e puede retirarse de la portadora de haces 18b, preferentemente después de haberse enfriado y, por ejemplo, apilado con otros haces de mechas retorcidos 26a, 26b, 26c, 26d ya sea para almacenamiento o en una herramienta de formación de forma, en la que se realiza el relleno de radio compuesto 5 de la Figura 1 a Figura 3, por ejemplo, comprimiendo los haces de mechas retorcidos 26a-26e.

45

La Figura 4(D) ilustra una etapa de método posterior aún adicional, en la que el haz de mechas retorcido 26e se retira de la portadora de haces 18b, que se mueve a continuación a lo largo de la trayectoria de movimiento 22b en dirección de la portadora de haces 18c, como se indica con una flecha 25c. La portadora de haces 18c se mueve en una dirección 25d hacia el siguiente haz de mechas 19c, que por lo tanto puede disponerse en la portadora de haces 18c y unirse fijamente a la misma.

50

Adicionalmente, el cortador 24 puede activarse para cortar el haz de mechas 19a, que se dispone en la portadora de haces 18a. El último se mueve a continuación a lo largo de la trayectoria de movimiento 22a en la dirección 25a hacia el al menos un dispositivo de giro 23, en el que el haz de mechas 19a se procesa similar al haz de mechas 19b, como se ha descrito anteriormente.

55

Se ha de observar que todas las etapas de método descritas con referencia a la figura 4(A) a (D) pueden realizarse automáticamente y en una manera continua, como se ha descrito anteriormente, o como alternativa al menos en parte manualmente y en una manera discontinua. Además, modificaciones adicionales también están dentro del conocimiento común del experto en la materia y, por lo tanto, también se consideran como parte de la presente

60

invención.

Lista de referencias

- 5 1 conjunto de transición de rigidizador de piel
- 1a espacio vacío
- 2 primera lámina en forma de L de pliegues de fibra
- 3 segunda lámina en forma de L de pliegues de fibra
- 4 piel
- 10 5 relleno de radio compuesto
- 6 rigidizador
- 7 pila de haces de mechas retorcidos
- 7a a 7g haces de mechas retorcidos apilados
- 7h eje longitudinal
- 15 8a, 8b lados planos
- 8c, 8d lados curvos
- 9a, 9b, 9c haces de mechas retorcidos apilados con tamaños diferentes
- 10 pliegue de fibra insertada
- 11a, 11b secciones transversales variables
- 20 12a, 12b, 12c haces centrales más rígidos
- 13 línea de producción de haz de mechas retorcido
- 13a plataforma de producción
- 14 árbol de carrete
- 15 mechas
- 25 16 cámara de aplicación
- 17 herramienta de guía
- 18a, 18b, 18c portadoras de haces
- 19a, 19b, 19c haces de mechas
- 20a, 20b, 20c, 20d puntos de fijación
- 30 21a, 21b, 21c, 21d medios de calentamiento
- 22a, 22b trayectorias de movimiento de portadora de haces
- 23 dispositivo de giro
- 24 cortador
- 25a, 25b, 25c, 25d direcciones de movimiento de portadora de haces
- 35 26a a 26e haces de mechas retorcidos
- 27 dirección de giro

REIVINDICACIONES

1. Un relleno de radio compuesto (5) para rellenar un espacio vacío (1a) en un conjunto de transición de rigidizador de piel (1), comprendiendo una pluralidad de haces de mechas en forma de varilla (7a-7g) que se comprimen en una forma de relleno de radio en sección transversal predeterminada, **caracterizado porque** al menos un haz de mechas en forma de varilla (7f) de dicha pluralidad de haces de mechas en forma de varilla (7a-7g) se retuerce alrededor de su eje longitudinal (7h).
2. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho al menos un haz de mechas en forma de varilla (7f) se compone de mechas (15) que comprenden fibras de carbono, estando dicho al menos un haz de mechas en forma de varilla (7f) retorcido alrededor de su eje longitudinal (7h) de tal forma que dichas fibras de carbono muestran una dirección que no es igual a 0° a lo largo de dicho eje longitudinal (7h).
3. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho al menos un haz de mechas en forma de varilla (7f) es al menos aproximadamente rectilíneo a lo largo de dicho eje longitudinal (7h).
4. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho al menos un haz de mechas en forma de varilla (7f) se compone de mechas (15), estando cada una provista de al menos uno de un agente adherente de recubrimiento, un ligante y/o resina.
5. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** dicho ligante se basa en un material termoplástico o termofijado.
6. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho ligante se basa en epoxi y/o se modifica con una nanoestructura.
7. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** dicha resina comprende un material de epoxi o termoplástico.
8. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho al menos un haz de mechas en forma de varilla (7f) se retuerce al menos 5 a 30 veces alrededor de dicho eje longitudinal (7h), preferentemente 15 a 25 veces, por metro de longitud de dicho al menos un haz de mechas en forma de varilla (7f).
9. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha forma de relleno de radio en sección transversal predeterminada comprende al menos una de una forma medio triangular, una forma triangular asimétrica, una forma triangular simétrica y una forma de tipo trapezoidal.
10. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha pluralidad de haces de mechas en forma de varilla (7a-7g) comprende al menos dos haces de mechas en forma de varilla (9a, 9b) con diámetros diferentes.
11. El relleno de radio compuesto (5) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se proporciona al menos un pliegue de fibras (10) y/o al menos un haz de mechas en forma de varilla sin retorcer (12a-12c).
12. Un método de producir un relleno de radio compuesto (5) que se adapta para rellenar un espacio vacío (1a) en un conjunto de transición de rigidizador de piel (1), comprendiendo dicho método:
- Producir una pluralidad de haces de mechas en forma de varilla (7a-7g), estando cada haz de mechas en forma de varilla (7f) a su vez hecho mediante:
 - La unión de una pluralidad de mechas (15) para formar un haz de mechas en forma de varilla (19b),
 - La torsión de dicho haz de mechas en forma de varilla (19b) alrededor de un eje longitudinal asociado (22a) para crear un haz de mechas en forma de varilla retorcido (7f);
 - Comprimir la pluralidad de haces de mechas en forma de varilla (7a-7g) en una forma de relleno de radio en sección transversal predeterminada, dando lugar de este modo al relleno de radio compuesto (5).
13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque**, antes de unir dicha pluralidad de mechas (15) para formar un haz de mechas en forma de

varilla (19b), cada mecha (15) está provista de al menos uno de un agente adherente de recubrimiento, un ligante y/o resina.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 12,

- 5 **caracterizado porque** dicha torsión de dicho haz de mechas en forma de varilla (19b) alrededor de dicho eje longitudinal asociado (22a) comprende sujetar fijamente un primer extremo axial de dicho haz de mechas en forma de varilla (19b) y girar un segundo extremo axial del mismo alrededor de dicho eje longitudinal asociado de 5 a 30 veces, preferentemente 15 a 25 veces, por metro de longitud de dicho haz de mechas en forma de varilla (19b).

15. El método de acuerdo con la reivindicación 13 y 14,

- 10 **caracterizado por** comprender además activar dicho agente adherente de recubrimiento, ligante y/o resina para inmovilizar dicho haz de mechas en forma de varilla (19b) en un estado retorcido asociado.

Fig. 1

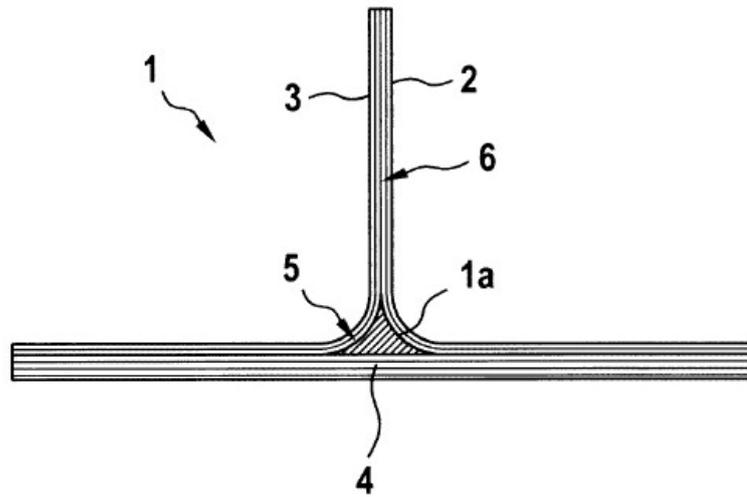
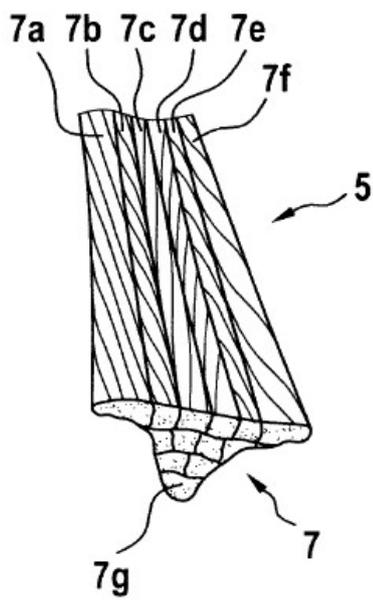


Fig. 2

(A)



(B)

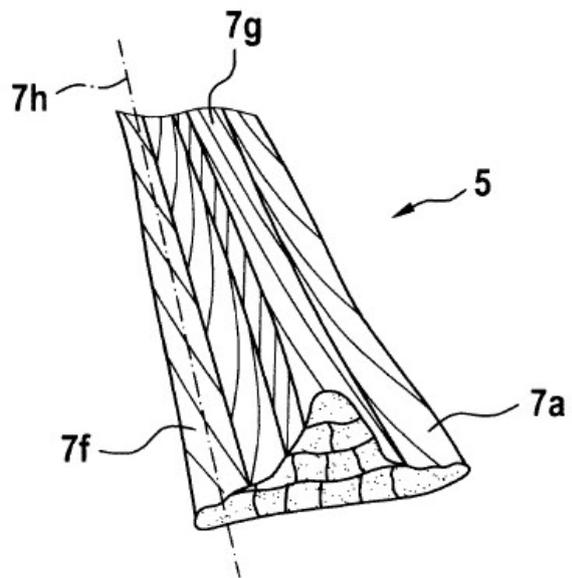


Fig. 3

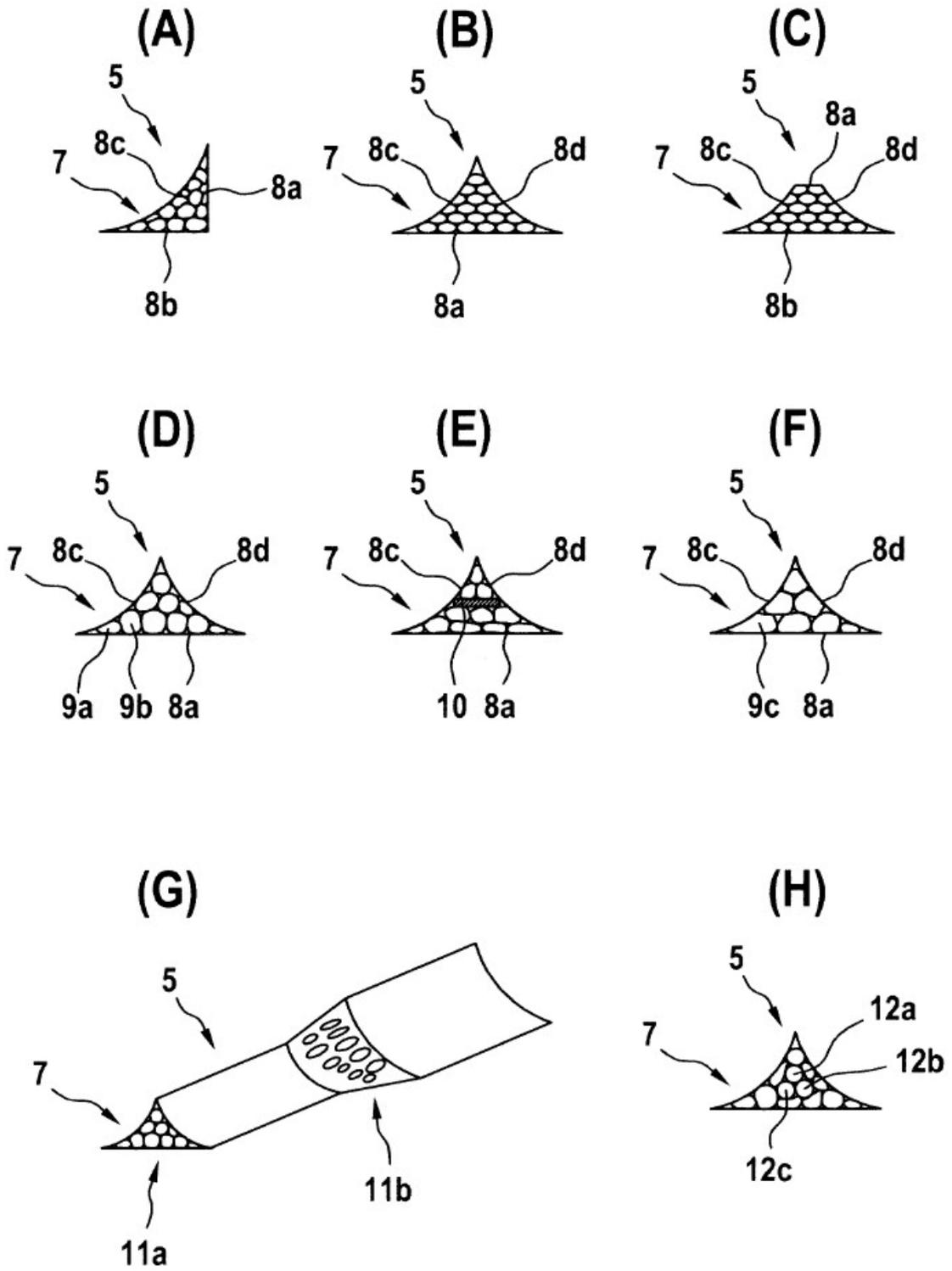


Fig. 4

