

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 221**

51 Int. Cl.:

**D04C 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2010 PCT/EP2010/067736**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2011 WO11061249**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2010 E 10787052 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2501848**

54 Título: **Arquitectura fibrosa tubular cerrada y procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

**18.11.2009 FR 0958155**

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

**17.05.2018**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**DAVID, PATRICK;  
BOMPARD, BRUNO y  
BONNAND, JEAN-LUC**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 668 221 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

Arquitectura fibrosa tubular cerrada y procedimiento de fabricación

5 **Campo técnico**

Los textiles y estructuras fibrosas se obtienen mediante diferentes técnicas de conformación de fibras. Las principales son las siguientes: tricotado, tejido, trenzado, colocación de fibras, recubrimiento y arrollamiento de filamentos. La técnica, los parámetros de realización y el tipo de fibras empleadas se basan en las características buscadas (geométricas, mecánicas, eléctricas, aspecto de superficie, aptitud para tomar forma o para la impregnación, inyección) para el semiproducto o el producto terminado que se quiere fabricar. La naturaleza de las fibras que se pueden emplear es muy variada: fibras naturales, fibras orgánicas, fibras minerales o cerámicas (vidrio, carbono, carburo de silicio, basalto,...). Las estructuras fibrosas se emplean en general como refuerzo de materiales compuestos (cascos, paneles y estructuras, recipientes,...) pero también poseen algunas aplicaciones directas (tejidos filtrantes o de calentamiento, cables trenzados, tejidos aislantes,...).

Existen varias técnicas de realización de estructuras fibrosas. El trenzado presenta las particularidades de una muy gran flexibilidad de concepción geométrica de los recorridos de los hilos (término genérico) de las estructuras, una buena estabilidad dimensional y buenas propiedades mecánicas (rigidez, comportamiento de torsión, resistencia al daño) de las estructuras obtenidas, así como la posibilidad de realizar directamente formas complejas (trenzado en mandril) con una tasa elevada de fibras. Esta técnica, sin embargo, se emplea un poco menos que el tejido el tricotado, debido a su relativa lentitud y a propiedades mecánicas inferiores de los compuestos en compresión. El trenzado consta de muchas semejanzas con el arrollamiento de filamentos. No permite obtener tasas de fibras tan elevadas, pero permite la obtención de piezas más complejas y un mejor comportamiento a impactos. A veces, las dos técnicas pueden emplearse de manera complementaria para realizar objetos.

**Estado de la técnica anterior**

Las trenzas textiles son arquitecturas fibrosas obtenidas entrelazando Hilos (hilos, mechas, cintas o manojos de hilos). Los dispositivos de los Hilos en relación entre sí se definen por la forma y las características del objeto que queremos obtener. La trenza más simple que se puede realizar, también llamada estera, está constituida de solamente tres Hilos donde, alternativamente, uno de los dos Hilos externos toma el lugar del del medio entrecruzándose, lo que conduce cada Hilo a pasar de manera periódica por el centro, por un lado y, después, por el otro, de la trenza. Las trenzas constituidas de un número de Hilos mayor se realizan sobre el mismo principio de entrelazado, pero con, de manera general, Hilos que siguen la misma dirección por una distancia más larga.

Las trenzas "2D" están constituidas de trenzas biaxiales y triaxiales. Las trenzas biaxiales están constituidas de dos grupos de Hilos que se entrecruzan, entre sí, con un ángulo de  $\pm\theta$ , definiéndose  $\theta$  como el ángulo de trenzado. La figura 1 es una representación de una trenza biaxial constituida por un primer grupo de Hilos 1 y un segundo grupo de Hilos 2 que se entrecruzan. El ángulo de trenzado  $\theta$  puede variar aproximadamente entre  $5^\circ$  y  $85^\circ$ , que son los límites prácticos de realización, entre un eje de trenzado  $x$  y un eje de inclinación  $y$ .

Las trenzas triaxiales están constituidas por la presencia de un grupo adicional de Hilos alineados de acuerdo con la dirección de trenzado ( $\theta=0^\circ$ ). La figura 2 es una representación de una trenza triaxial constituida por un primer grupo de Hilos 3, por un segundo grupo de Hilos 4 y por un tercer grupo de Hilos 5 alineado de acuerdo con la dirección de trenzado. Los motivos de entrelazado se definen por dos números: el número de Hilos por encima de los cuales pasa un hilo del grupo puesto y el número de Hilos por debajo de los que pasa. Los principales motivos utilizados son los (1, 1) (Trenzado de diamante), (2, 2) (trenzado normal), (3, 3) (trenzado Hércules). El espesor de trenzado es constante e igual al espesor de 2 Hilos (biaxial). Para cubrir totalmente una pieza, en el caso del recubrimiento de una forma (eliminable posteriormente o no), la relación de los diámetros debe permanecer entre aproximadamente 1 a 3, que corresponde a un ángulo que puede variar entre  $20^\circ$  y  $70^\circ$ . Cabe destacar, sin embargo, que la resistencia mecánica no es la misma en las zonas de diferentes diámetros y varía también en un factor de 1 a 3. Las trenzas tubulares se obtienen efectuando el trenzado o bien, directamente en un forro (o envoltura) constitutivo de la pieza a obtener, o bien, sobre un mandril. Se fabrican unas estructuras espesas apilando varias capas de trenzas (opcionalmente de motivos diferentes) unas sobre otras.

Las trenzas "3D", son una extensión de las trenzas "2D", obtenidas con el trenzado simultáneo de varias capas de trenzas "2D" que presentan una conexión periódica de capa a capa. Este tipo de textura también se conoce bajo la apelación de "trenza interlock". Esto permite obtener espesores mayores, conexiones entre las capas (que conduce a mejores propiedades mecánicas, tales como una mejor resistencia a la delaminación) y, formas más complejas y más precisas.

El trenzado es una técnica textil tradicional, muy antigua (1748, telar de tejer de Thomas Wadford), empleado originalmente para realizar cuerdas, cordones o refuerzos de tubos.

La figura 3 representa el esquema de principio de una máquina de trenzar circular, tal como se describe en

"Handbook of Composite Reinforcements" por Y. Ed. Lee y col.

Una trenzadora 2D que puede, o bien ser vertical, o bien ser horizontal, está constituida por un conjunto de husos 11 (soportes de bobinas de Hilos) que se desplazan en el interior de un camino de guía definido en una mesa y según un plan de trenzado 12. Para una trenzadora circular simple, que permite realizar tubos, los husos siguen caminos ondeando en la periferia de la mesa circular, la mitad en un sentido del círculo, la otra mitad en sentido inverso, entrelazándose los dos caminos como se muestra en la figura 4. Un sistema de desplazamiento rectilíneo 14, perpendicular a la mesa de trenzado y sincronizado en relación con el movimiento de los husos, permite recibir la trenza 13, opcionalmente en un mandril 15. Se puede hacer referencia a este tema en el artículo N 2511 de las Técnicas del Ingeniero (10 de abril de 2006) y en "Handbook of Composite Reinforcements", citado anteriormente. La referencia 16 representa la zona de convergencia de los hilos a trenzar 17. La referencia 18 representa un hilo axial, la referencia 19 representa una guía de hilo axial.

La relación de la velocidad de desplazamiento de los husos en relación con la de desplazamiento del mandril define el ángulo de trenzado. La relación del número de bobinas en relación con el número de cruces define, ella, el tipo de motivo de trenzado realizado. La adición de bobinas fijas permite obtener trenzas triaxiales. Si los husos no dan vueltas completas, sino que dan media vuelta después de cierta distancia, se obtienen trenzas planas. Los husos constan de sistemas de tensión uniforme, permitiendo tensar o compensar los Hilos (no siendo la distancia de un huso a la zona de convergencia en la trenza constante), para obtener trenzas de motivos uniformes y de capacidad deseada. Como se indicó anteriormente, el espesor de una capa (trenza biaxial) es igual a dos veces el espesor de un hilo. Para obtener una pieza tubular espesa, se puede, de manera clásica, detener el desplazamiento del mandril cuando se ha trenzado la longitud deseada, cortar los Hilos y realizar un segundo paso, después repetir la operación hasta alcanzar el espesor deseado.

Existen dos tipos de trenzadoras 3D. El primer tipo se llama rectangular, con un movimiento alterno de acuerdo con dos direcciones y permitiendo la obtención de trenzas "cartesianas". El segundo tipo es circular, con un movimiento alterno en el sentido radial y circular, que conduce a trenzas "polares". La obtención de perfiles de diferentes formas de sección transversal es posible por un posicionamiento predeterminado de los husos en la máquina en el estado inicial. Se obtienen perfiles huecos por trenzado polar, perfiles masivos por trenzado cartesiano. Se puede hacer referencia a este tema en el artículo N 2511 de las Técnicas del Ingeniero, ya citado y en "Handbook of Composites" de G. Lubin y col., Springer, 1998.

Los materiales compuestos estructurales están constituidos por refuerzos fibrosos, tales como trenzas y, por una matriz, que es el material entre las fibras (y proporciona la cohesión al material). Se caracterizan por diferentes tipos de matrices:

- matrices orgánicas: termoplásticas o termoestables,
- matrices metálicas,
- matrices minerales o cerámicas (vidrio, carbono, carburo de silicio,...).

No existen estructuras trenzadas tubulares cerradas, en uno o dos extremos. Por el mismo principio del trenzado 2D y 3D (véase la figura 3), las trenzas no se pueden cerrar puesto que el inicio y el final de la operación comienzan y finalizan con Hilos paralelos (en manojo), o bien, mantenidos juntos en el punto de formación (inicio del trenzado), o bien, terminando en las bobinas (fin del trenzado). El trenzado comienza y finaliza en dos diámetros comprendidos entre dos valores relacionados con los ángulos de trenzado. Tampoco existe, en la literatura técnica o en patentes, descripción de realización de estructuras cuyo cuerpo principal sea una trenza y que permita, en continuidad con el conjunto de los Hilos, obtener formas de menor diámetro que el mínimo o, que permita el cierre de ésta. Acerca de esto se podrá consultar el artículo "A Comparison of Helical Filament Winding and 2D Braiding of Fiber Reinforced Polymeric Components" por M. Munro y col., Material and Manufacturing Processes, vol. 10, N°. 1, páginas 37 a 46, 1995. Las soluciones existentes para cerrar estructuras basadas en trenzas, en particular necesarias para aplicaciones de recipientes a presión, integran insertos metálicos en los extremos.

La patente US 7 204 903 describe, de manera muy resumida, una solución original. El trenzado se lleva a cabo en un forro de forma cilíndrica en el centro y hemisférico (cúpulas) en los extremos. Una al menos de las cúpulas posee un inserto en su extremo (polo). El trenzado se lleva a cabo de manera clásica en la parte cilíndrica y, sobre la parte hemisférica, hasta el inserto. La innovación reside en el hecho de que, en este momento, en lugar de distribuir en la dirección opuesta, para realizar una segunda capa, el trenzado se detiene y las bobinas giran (aproximadamente 180°), para la mitad en un sentido, y para la otra mitad, en el otro sentido, lo que coloca las bobinas enfrente de su ubicación inicial. El trenzado se reanuda entonces (capa siguiente), siguiendo la dirección inversa a la anterior. La ventaja citada, en relación con el trenzado clásico, es evitar, durante la transición del trenzado de una capa a otra, tener que cortar los Hilos, o, cuando poseen una flexibilidad suficiente, curvarlos y replegarlos. El modo de fabricación empleado conduce, durante la rotación de 180°, en la parte hemisférica, a una capa sobre dos que corresponde a colocaciones de los Hilos sin conexión entre ellos (equivalente al arrollamiento de filamentos) y a un espesor importante al nivel del inserto (los Hilos se recubren contra éste). Cabe destacar que no se da ningún valor o precisión en el trenzado en sí, en los diámetros del cilindro o del inserto, independientemente del descriptivo de la invención o los ejemplos (el único valor numérico es el del ángulo de rotación entre dos trenzados). La enseñanza de

esta patente no resuelve el cierre de un extremo, sino solamente la integración de un inserto. Por otra parte, la invención no da una solución para el problema de los diámetros pequeños.

5 El documento US 2008/0264551 describe la fabricación de recipientes compuestos (cilindro y partes inferiores hemisféricas) a base de Hilos secos (no impregnados de resina) para el almacenamiento de gas base o alta presión. La invención reside en que el forro sirve de módulo durante la inyección de la resina y también de sistema de calentamiento o de refrigeración durante la polimerización. El trenzado se realiza por combinación de trenzado biaxial o triaxial, en las caras de las cúpulas, doblando y deformando la trenza biaxial y sellando los extremos de los Hilos por un medio tal como encolado. Este método permite, según los autores, un buen control del espesor y del  
10 contorno. Este sistema utiliza trenzas clásicas y no permite tener una continuidad de los Hilos en las cúpulas, puesto que sus extremos están pegados, ni el cierre a base de Hilos.

15 El documento WO-A-89/05724 describe la realización de una botella de material compuesto, de precio moderado, para el almacenamiento de gas a alta presión. Los extremos de las botellas constan de dos remates conectados entre sí por un vástago central, sirviendo uno de los dos de introducción o de extracción de gas. El cuerpo de la botella está constituido por trenzas coaxiales con una matriz de resina. Los remates pueden ser de forma troncocónica o hemisférica, de metal o de plástico. Este documento no describe la técnica de trenzado, parece que las trenzas empleadas son del tipo estándar. Esta invención no permite tampoco realizar trenzas cerradas puesto que los extremos están constituidos por insertos en los extremos.

20 El documento EP-A-0 487 374 presenta un recipiente de almacenamiento de gas a presión constituido de Hilos colocados por arrollamiento de filamentos y/o de una trenza. El recipiente es de forma cilíndrica con partes inferiores. No existe información acerca de la trenza empleada diferente al hecho de que sirve como refuerzo longitudinal, por lo tanto, a priori, en la parte cilíndrica. No existe descripción de cierre por un Hilo continuo.

25 El documento US 3 765 557 presenta un medio de elaboración de un recipiente a presión que se realiza por arrollamiento de filamentos donde el hilo estándar se reemplaza por un hilo trenzado. Esta patente, por lo tanto, no es relativa a la técnica de trenzado y conduce a estructuras muy diferentes. Por otra parte, es típico poder obtener, por arrollamiento de filamentos, un extremo cerrado, sin embargo, con un espesor extra.

30 La patente US 5 070 914 describe una nueva arquitectura tejida y su medio de fabricación. La técnica se basa en el tejido, con hilos que se extienden de manera radial e hilos circunferenciales tejidos, que describen una espiral. Estas estructuras se basan en una trayectoria de hilos en forma de espiral y no presentan simetría cilíndrica o axial, al contrario que la invención, que será objeto de las reivindicaciones adjuntas.

35 El documento US 2007/119 295 A1 divulga un procedimiento de fabricación de una arquitectura fibrosa tubular, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes, que consisten en:

- 40 a) realizar parejas de bobinas a partir de hilos, realizándose cada pareja de bobinas enrollando una primera parte de un hilo, a partir de un primer extremo del hilo, en una primera bobina de la pareja y enrollando una segunda parte del hilo, a partir del segundo extremo del hilo, en la segunda bobina de la pareja,  
b) colocar las parejas de bobinas en los husos de un telar disponiéndolas en función de una Estructura Primaria deseada,  
c) confeccionar la Estructura Primaria en el telar de la etapa b), correspondiendo esta Estructura Primaria con la  
45 parte inferior de la arquitectura fibrosa,  
d) establecer en un telar un soporte de acuerdo con la parte tubular de la arquitectura fibrosa para soportar, posicionar y mantener dichos hilos durante su entrecruzamiento en la siguiente etapa,  
e) realizar, con ayuda de dichos hilos y del telar de la etapa d), la parte tubular de la arquitectura fibrosa sobre el  
50 soporte.

55 El documento US 3 586 058 A divulga una arquitectura fibrosa que posee una parte tubular cerrada en al menos uno de sus extremos o parte inferior, en la que: la parte tubular está constituida por una arquitectura cuya cada mecha proviene de manera continua de la parte inferior. Cada mecha proveniente de la parte inferior se reencuentra de manera continua, por cada uno de sus extremos, en la parte tubular. Las mechas de la parte tubular se entrecruzan de acuerdo con un modo de trenzado.

### Resumen de la invención

60 Las formas que podemos obtener con los trenzados son formas planas (cables, cordones), trenzas planas y formas tubulares, secciones variadas y variables en la misma pieza (por ejemplo, conductos de aire para aviones). Para las trenzas tubulares, existe una limitación técnica que no permite, en los extremos de las trenzas, o bien, cerrarlos o bien, realizar, una reducción de sección importante. El objeto de la presente invención es remediar esta limitación, permitiendo una continuidad de la arquitectura fibrosa, manteniendo los mismos Hilos de refuerzo entre la parte  
65 cerrada o, parte inferior y, el cuerpo o, parte tubular, de la pieza. La invención tiene por objeto a la vez un nuevo tipo de arquitectura fibrosa tubular (o de forma hueca) cerrada en un extremo, al menos y, también, su procedimiento o método de fabricación.

Por lo tanto, la invención tiene por objeto un procedimiento de fabricación de una arquitectura fibrosa tubular, completa o parcialmente cerrada en uno de sus extremos, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes, que consisten en:

- 5 a) realizar parejas de bobinas a partir de hilos, de mechas, de cintas o de manojos de hilos, designados en lo sucesivo bajo el término genérico Hilos, realizándose cada pareja de bobinas enrollando una primera parte de un Hilo, a partir de un primer extremo del Hilo, en una primera bobina de la pareja y enrollando una segunda parte del Hilo, a partir del segundo extremo del Hilo, en la segunda bobina de la pareja,
- 10 b) colocar las parejas de bobinas en los husos de un telar disponiéndolas en función de una Estructura Primaria deseada,
- c) confeccionar la Estructura Primaria en el telar de la etapa b), correspondiendo esta Estructura Primaria con la parte inferior de la arquitectura fibrosa,
- d) establecer en un telar un soporte de acuerdo con la parte tubular de la arquitectura fibrosa para soportar, posicionar y mantener dichos Hilos durante su entrecruzamiento en la siguiente etapa,
- 15 e) realizar, con ayuda de dichos Hilos y del telar de la etapa d), la parte tubular de la arquitectura fibrosa sobre el soporte para que la unión entre la parte inferior y el resto de la parte tubular presenta una continuidad del conjunto de los Hilos y una transición de geometría continua entre la arquitectura de la parte inferior y la del resto de la parte tubular.
- 20 Según un modo de implementación, las parejas de bobinas se disponen, en la etapa a), para que la Estructura Primaria obtenida sea radiante.
- Según otro modo de implementación, las parejas de bobinas se disponen, en la etapa a), para que la Estructura Primaria obtenida sea del tipo biaxial.
- 25 Según otro modo de implementación, las parejas de bobinas se disponen, en la etapa a) en los husos y en la fileta del telar, para que la Estructura Primaria obtenida sea del tipo triaxial.
- Los Hilos de las bobinas, en la etapa d), pueden soportarse, posicionar y mantienen, para obtener una arquitectura tubular biaxial. También pueden soportarse, posicionar y mantienen, para obtener una arquitectura tubular triaxial.
- 30 El telar de la etapa d) puede ser el telar de la etapa b).
- La Estructura Primaria puede realizarse según una técnica seleccionada entre el tejido, el trenzado, el recubrimiento y la colocación de Hilos. También puede ser una textura multicapa, multidimensional o multidireccional, cuyos Hilos que provienen de ella sirven para realizar la parte tubular que, por lo tanto, es multicapa.
- 35 La parte tubular fibrosa de la arquitectura fibrosa puede realizarse, sobre el soporte, según una técnica seleccionada entre el tejido, el trenzado, el recubrimiento y la colocación de hilos. También se puede realizar, sobre el soporte, según unos modos de texturas multicapas, multidimensionales o multidireccionales.
- 40 El telar de la etapa d) también se puede seleccionar entre un telar de tejer, un telar de trenzar, un telar de recubrir y un telar de colocación de hilos.
- 45 El procedimiento puede constar de una etapa adicional g) durante la cual la parte tubular de la arquitectura fibrosa se prolonga en un extremo del soporte para constituir una segunda parte inferior de la arquitectura fibrosa. La etapa adicional g) puede llevarse a cabo hasta obtener una segunda parte inferior cerrada por trenzado, tejido, recubrimiento o colocación de hilos.
- 50 Opcionalmente, durante la etapa c), la confección de la Estructura Primaria se realiza incorporando en la Estructura Primaria al menos un inserto o al menos un remate.
- Opcionalmente, durante la etapa e), la realización de la parte tubular de la arquitectura fibrosa se efectúa incorporando en la parte tubular al menos un inserto o, al menos, un remate.
- 55 La invención también tiene por objeto una arquitectura fibrosa tubular que posee una parte tubular cerrada completa o parcialmente en al menos uno de sus extremos o parte inferior, en la que:
- 60 - la parte tubular está constituida por una arquitectura cuyo cada hilo, mecha, cinta o manajo de hilos, designados a continuación bajo el término genérico de Hilo, proviene de manera continua de la parte inferior,
- cada Hilo proveniente de la parte inferior se reencuentra de manera continua, por cada uno de sus extremos, en la parte tubular,
- la unión entre la parte inferior y el resto de la parte tubular presenta una continuidad del conjunto de los Hilos y una transición de geometría continua entre la arquitectura de la parte inferior y la del resto de la parte tubular,
- 65 - los Hilos de la parte tubular se entrecruzan, preferentemente siguiendo un modo de trenzado o de tejido.

La parte inferior puede estar constituida por una estructura obtenida por superposición de recubrimiento, de tejido bidireccional, de tejido tridireccional, de tejido multicapa o multidireccional.

5 La parte tubular puede estar constituida por superposición de recubrimiento, de tejido tridireccional, de tejido multicapa o multidireccional.

Opcionalmente, al menos un inserto o remate se incorpora en al menos una parte inferior.

10 Opcionalmente, al menos un inserto o remate se incorpora en la parte tubular.

Los hilos pueden estar constituidos por fibras orgánicas, metálicas, minerales o cerámicas.

15 La invención tiene también por objeto un material compuesto constituido por la arquitectura fibrosa descrita anteriormente, incrustada en una matriz orgánica, metálica o mineral.

### Breve descripción de los dibujos

20 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas y particularidades se mostrarán con la lectura de la descripción que va a seguir, dada a título de ejemplo no limitante, acompañada de los dibujos adjuntos por los cuales:

- la figura 1, ya descrita, es una representación de una trenza biaxial constituida por un primer grupo de Hilos y un segundo grupo de Hilos que se entrecruzan,
- la figura 2, ya descrita, es una representación de una trenza triaxial constituida por un primer grupo de Hilos, por un segundo grupo de Hilos y por un tercer grupo de Hilos que se entrecruzan,
- 25 - la figura 3, ya descrita, representa el esquema de principio de una máquina de trenzar circular,
- la figura 4, ya descrita, muestra los caminos ondulantes que siguen los husos en la periferia de una mesa circular de una máquina de trenzar,
- la figura 5 ilustra una Estructura Primaria, con cada Hilo constituyente arrollado en dos bobinas, según la invención,
- 30 - la figura 6 es un esquema de principio de realización de una arquitectura fibrosa cerrada según la invención, con cada hilo que proviene de ella arrollado en dos bobinas,
- la figura 7 ilustra un primer conjunto de grupos de Hilos de una Estructura Primaria, con cada Hilo constituyente arrollado en dos bobinas, según la invención,
- la figura 8 ilustra un segundo conjunto de grupos de Hilos de una Estructura Primaria, con cada Hilo constituyente arrollado en dos bobinas, según la invención,
- 35 - la figura 9 ilustra un tercer conjunto de grupos de Hilos de una Estructura Primaria, con cada Hilo constituyente arrollado en dos bobinas, según la invención,
- la figura 10 ilustra un cuarto conjunto de grupos de Hilos de una Estructura Primaria, con cada Hilo constituyente arrollado en dos bobinas, según la invención.

40

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN PARTICULARES

El principio de la invención, para la fabricación de una arquitectura fibrosa tubular cerrada en uno de sus extremos consiste en realizar las siguientes operaciones:

45

- realizar y conectar parejas de bobinas a partir de Hilos (hilos, mechas, cintas o manojos de hilos),
- colocar las bobinas en los husos de un telar disponiéndolo de acuerdo con la geometría deseada,
- confeccionar una estructura fibrosa llamada "Estructura Primaria" que constituirá la parte inferior (o cierre) de la arquitectura fibrosa,
- 50 - integrar un soporte (forro o mandril), de acuerdo con la pieza a realizar, que soportará, posicionará y mantendrá los Hilos durante sus entrecruzamientos,
- realizar, con ayuda de dichos Hilos y del telar, la arquitectura textil que revestirá el soporte,
- repetir estas etapas hasta que el conjunto de las arquitecturas alcance el tamaño deseado.

55 La figura 5 ilustra una estructura primaria 30 con para cada hilo 31 que la constituye, los extremos arrollados en dos bobinas 32. La estructura primaria 30 constituye una parte inferior para la estructura tubular a obtener.

60 La estructura primaria 30 que constituye la parte inferior de la estructura tubular se dispone en un mismo extremo de un mandril de trenzado tubular 34 montado sobre una placa de trenzado 35. El trenzado continúa para revestir el mandril 34. Esto se ilustra en la figura 6, que es un esquema de principio de la realización del trenzado de la estructura tubular a obtener, a partir de Hilos provenientes de la Estructura Primaria que constituye la parte inferior.

65 La concepción de la estructura primaria necesita que la parte realizada tenga el número de hilos (o par de bobinas) que corresponde al deseado para la forma tubular (determinable a partir de las características de la pieza que queremos realizar). Se puede hacer referencia a este tema en el artículo de M. Munro y col., citado anteriormente.

Hay dos modos posibles de realización: un modo directo y un modo indirecto.

5 Según el modo directo, primero se realizan pares de bobinas con un único hilo (para cada par). Las bobinas realizadas de este modo se colocan en los husos de la máquina de trenzado con entrecruzamiento de los Hilos y sin entrecruzamiento en el caso de un recubrimiento simple, para realizar la estructura primaria. Este último caso se ilustra en la figura 7, que muestra un primer grupo de Hilos paralelos 41 cuyos extremos de cada Hilo se arrollan en las bobinas 42, un segundo grupo de Hilos paralelos 43 y un tercer grupo de Hilos paralelos 44, disponiéndose los grupos de hilos unos sobre otros sin entrecruzamiento. El mandril se posiciona entonces en la máquina y uno de sus extremos se recubre por la parte inferior de la estructura tubular obtenida de esta manera. Después, el trenzado puede continuar de manera convencional.

15 Según el modo indirecto, primero se realiza la estructura primaria con Hilos, cada uno de los cuales se arrolla, en cada uno de sus extremos, en una bobina. Se coloca, en la máquina de trenzado, la estructura primaria obtenida, el mandril y las bobinas en los husos. Después, el trenzado puede realizarse de manera convencional.

La estructura primaria constitutiva de la parte inferior también se puede realizar directamente en la forma o forro a revestir, en particular, si la forma se aleja de una forma plana y es altamente abombada (hemisférica, por ejemplo).

20 La estructura primaria se puede realizar mediante diferentes técnicas. A título de ejemplo, se pueden citar las tres técnicas siguientes.

Según una primera técnica, los Hilos se colocan simplemente siguiendo tres direcciones diferentes (véase la figura 7). Esta técnica proporciona una muy buena conformabilidad y es simple de implementar.

25 Según una segunda técnica, los Hilos se colocan en entrelazado triaxial. La figura 8 ilustra esta disposición. Se ve ahí un primer grupo de Hilos paralelos 51 dispuesto según una primera dirección y cuyos extremos de cada Hilo se arrollan en bobinas 52, un segundo grupo de Hilos paralelos 53 dispuesto según una segunda dirección y un tercer grupo de Hilos paralelos 54 dispuesto según una tercera dirección. Esta técnica permite mantener una homogeneidad de la estructura.

30 Una tercera técnica consiste en un tejido clásico tal como se ilustra en la figura 9. Ahí se ve un primer grupo de Hilos paralelos 61 dispuestos según una primera dirección y cuyos extremos de cada Hilo se arrollan en bobinas 62 y, un segundo grupo de Hilos paralelos 63 dispuesto según una segunda dirección perpendicular a la primera dirección.

35 Estas soluciones presentan la ventaja de permitir un espesor y una tasa de fibras similar a las de la trenza tubular que entra en continuidad con la estructura primaria o la parte inferior.

40 Varias capas, opcionalmente de estructuras diferentes, pueden apilarse a la vez, para constituir la estructura primaria. El trenzado realizado por la parte tubular puede ser 2D (biaxial o triaxial) o 3D.

Para obtener estructuras espesas cerradas, se puede realizar un apilamiento de las capas (parte inferior y parte cilíndrica) añadiendo cada vez una capa con la técnica descrita anteriormente, como se hace esto convencionalmente para las trenzas de tipo 2D.

45 En lugar de realizar una estructura primaria completamente cerrada, es posible realizar un cierre solamente parcial o con reducción de sección importante. Esto puede integrar un remate o inserto. Esto es lo que muestra la figura 10, donde se ve una estructura primaria en un forro con un inserto 70, representándose solo dos bobinas 72 provenientes del mismo Hilo 71. La estructura primaria comprende tres grupos de hilos dispuestos según direcciones diferentes: un primer grupo de Hilos paralelos 71, un segundo grupo de Hilos paralelos 73 y un tercer grupo de Hilos paralelos 74.

55 Es posible realizar un cierre total o parcial, en el otro extremo, deteniendo el trenzado de la parte cilíndrica cuando la longitud deseada se ha realizado, invirtiendo la posición de una rotación de 180° (siguiendo la dirección de trenzado) de la pieza a trenzar y desplazando las bobinas en relación con los tres ejes de simetría.

El conjunto del principio de la invención puede aplicarse a otras técnicas que implementen Hilos continuos tales como la colocación de fibras, el recubrimiento de fibras o el tejido de fibras. De la misma manera que anteriormente, se pueden realizar las etapas siguientes:

- 60
- fabricación, por una primera técnica, de una primera arquitectura, que integra Hilos conectados a bobinas, conectándose cada uno de los Hilos, en cada uno de sus extremos, a una bobina,
  - fabricación de una arquitectura contigua, empleando una segunda técnica, con utilización de las bobinas anteriores.

Esto permite realizar piezas que entrelazan arquitecturas de diferentes tipos, en continuidad.

Las estructuras obtenidas, independientemente de que se obtengan por trenzado o por las técnicas descritas anteriormente, pueden densificarse por las diferentes vías de manera convencional, como se indicó anteriormente.

5 A título de ejemplo de realización, se puede citar la realización de probetas SiC/SiC cerradas en un extremo, para aplicación de tubo compuesto de alta temperatura.

10 Primero, se realiza (primera etapa) la estructura primaria de la parte inferior o cierre (primera capa). Para ello, doce bobinas de fibras Tyranno SA3 1600 filaments (diámetros 7  $\mu\text{m}$ ) se desenrollan y se rebobinan en doce otras bobinas con el fin de disponer de doce pares de bobinas con una longitud de hilo entre las dos bobinas de aproximadamente 1 m. Una estructura triaxial se realiza con doce pares de bobinas distribuidas de manera equilibrada (siguiendo las orientaciones 0°, +120°, -120°).

15 Se realiza entonces (segunda etapa) el resto de la trenza (primera capa). La parte inferior y las bobinas se llevan a la trenzadora. Las bobinas se colocan en los husos, colocándose cada bobina conectada a otra respetando la geometría inicial de la estructura triaxial (véase la figura 8) y, la parte inferior se pone sobre la parte inferior de un mandril de grafito de 7,0 mm de diámetro exterior y 12 cm de altura, con la parte inferior hemisférica. El trenzado se realiza con un trenzado biaxial de 45° a lo largo del forro, después, los Hilos se cortan.

20 Se procede entonces (tercera etapa) a la realización de otras tres capas. Una segunda estructura primaria, repitiendo la primera etapa, se realiza, y luego se coloca, como se describió en la segunda etapa, en la trenza fabricada. El trenzado se realiza de la misma manera que en la segunda etapa. Las otras dos capas se realizan de la misma manera.

25 La cuarta etapa tiene por objeto densificar las trenzas con carburo de silicio. Las trenzas se densifican de manera relativamente convencional. La pieza se coloca en un horno de CVI (infiltración química en fase de vapor) para sufrir la deposición de una interfase de carbono de aproximadamente 0,2  $\mu\text{m}$  de espesor (condiciones de deposición: T = 1000 °C, P = 5 kPa, precursor: propano, tiempo de residencia = 3 s, duración de introducción del propano = 5 minutos 30 s) después, una deposición de SiC (T = 950 °C, P = 2 kPa, precursor: metiltriclorosilano al 25 % en hidrógeno, tiempo de residencia = 1 s, duración de infiltración: 60 h). El mandril de grafito se elimina entonces. La densidad del compuesto SiC/SiC obtenido es de 2,5.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una arquitectura fibrosa tubular, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes, que consisten en:
- 5 a) realizar parejas de bobinas (32, 42, 52, 62, 72) a partir de hilos, de mechas, de cintas o de manojos de hilos, designados en lo sucesivo bajo el término genérico Hilos, realizándose cada pareja de bobinas enrollando una primera parte de un Hilo (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), a partir de un primer extremo del Hilo (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), en una primera bobina (32, 42, 52, 62, 72) de la pareja y enrollando
- 10 una segunda parte del Hilo (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), a partir del segundo extremo del Hilo (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), en la segunda bobina (32, 42, 52, 62, 72) de la pareja,
- b) colocar las parejas de bobinas (32, 42, 52, 62, 72) en los husos de un telar disponiéndolas en función de una Estructura Primaria (30) deseada,
- 15 c) confeccionar la Estructura Primaria (30) en el telar de la etapa b), correspondiendo esta Estructura Primaria (30) a la parte inferior de la arquitectura fibrosa,
- d) establecer en un telar un soporte (34) de acuerdo con la parte tubular de la arquitectura fibrosa para soportar, posicionar y mantener dichos Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) durante su entrecruzamiento en la etapa siguiente,
- 20 e) realizar, con ayuda de dichos Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) y del telar de la etapa d), la parte tubular de la arquitectura fibrosa sobre el soporte (34), **caracterizado por que** la arquitectura fibrosa tubular está completa o parcialmente cerrada en uno de sus extremos, de manera que la unión entre la parte inferior y el resto de la parte tubular presente una continuidad del conjunto de los Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) y una transición de geometría continua entre la arquitectura de la parte inferior y la del resto de la parte tubular.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las parejas de bobinas (32, 42, 52, 62, 72) se disponen, en la etapa a), de modo que la Estructura Primaria (30) obtenida sea radiante.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las parejas de bobinas (32, 42, 52, 62, 72) se disponen, en la
- 30 etapa a), de modo que la Estructura Primaria (30) obtenida sea del tipo biaxial.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las parejas de bobinas (32, 42, 52, 62, 72) se disponen, en la etapa a), en los husos y en la fileta del telar, de modo que la Estructura Primaria (30) obtenida sea del tipo triaxial.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, los Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) de las bobinas (32, 42, 52, 62, 72), en la etapa d), se soportan, posicionan y mantienen, de modo que se obtenga una arquitectura tubular biaxial.
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) de las bobinas (32, 42, 52, 62, 72), en la etapa d), se soportan, posicionan y mantienen de modo que se obtenga una arquitectura tubular triaxial.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el telar de la etapa d) es el telar de la
- 45 etapa b).
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la Estructura Primaria (30) se realiza según una técnica seleccionada entre el tejido, el trenzado, el recubrimiento y la colocación de Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
- 50 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y 8, en el que la Estructura Primaria (30) es una textura multicapa, multidimensional o multidireccional, cuyos Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) que provienen de ella sirven para realizar la parte tubular que, entonces, es multicapa.
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la parte tubular de la arquitectura
- 55 fibrosa se realiza, sobre el soporte (34), según una técnica seleccionada entre el tejido, el trenzado, el recubrimiento y la colocación de Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la parte tubular de la arquitectura
- 60 fibrosa se realiza, sobre el soporte (34), según unos modos de texturas multicapas, multidimensionales o multidireccionales.
12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el telar de la etapa d) se selecciona entre un telar de tejer, un telar de trenzar, un telar de recubrir y un telar de colocación de hilos.
- 65 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que consta de una etapa adicional g) durante la cual la parte tubular de la arquitectura fibrosa se prolonga en un extremo del soporte (34) para constituir una

segunda parte inferior de la arquitectura fibrosa.

- 5 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la etapa adicional g) se lleva a cabo hasta obtener una segunda parte inferior cerrada por trenzado, tejido, recubrimiento o colocación de Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74).
15. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, durante la etapa c), la confección de la Estructura Primaria (30) se realiza incorporando en la Estructura Primaria (30) al menos un inserto (70) o, al menos, un remate.
- 10 16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que, durante la etapa e), la realización de la parte tubular de la arquitectura fibrosa se efectúa incorporando en la parte tubular al menos un inserto o, al menos, un remate.
- 15 17. Arquitectura fibrosa tubular que posee una parte tubular completa o parcialmente cerrada en al menos uno de sus extremos o parte inferior, en la que:
- la parte tubular está constituida por una arquitectura cada uno de cuyos hilo, mecha, cinta o manajo de hilos, designados a continuación bajo el término genérico Hilo (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74), proviene de manera continua de la parte inferior,
  - 20 - cada Hilo (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) proveniente de la parte inferior se reencuentra de manera continua, por cada uno de sus extremos, en la parte tubular,
  - los Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) de la parte tubular se entrecruzan, **caracterizada por que**
  - 25 - la unión entre la parte inferior y el resto de la parte tubular presenta una continuidad del conjunto de los Hilos (31) y una transición de geometría continua entre la arquitectura de la parte inferior y la del resto de la parte tubular.
- 30 18. Arquitectura según la reivindicación 17, en la que la parte inferior está constituida por una estructura obtenida por superposición de recubrimiento, de tejido bidireccional, de tejido tridireccional, de tejido multicapa o multidireccional.
19. Arquitectura según la reivindicación 17, en la que la parte tubular está constituida por superposición de recubrimiento, de tejido tridireccional, de tejido multicapa o multidireccional.
- 35 20. Arquitectura según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, en la que al menos un inserto (70) o un remate están incorporados en al menos una parte inferior.
21. Arquitectura según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, en la que al menos un inserto o un remate están incorporados en la parte tubular.
- 40 22. Arquitectura según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, en la que los Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) están constituidos por fibras orgánicas, metálicas, minerales o cerámicas.
- 45 23. Arquitectura según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 22, en la que los Hilos (31, 41, 43, 44, 51, 53, 54, 61, 63, 71, 73, 74) de la parte tubular se entrecruzan de acuerdo con un modo de trenzado o de tejido.
24. Material compuesto constituido por la arquitectura fibrosa según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23, incrustada en una matriz orgánica, metálica o mineral.

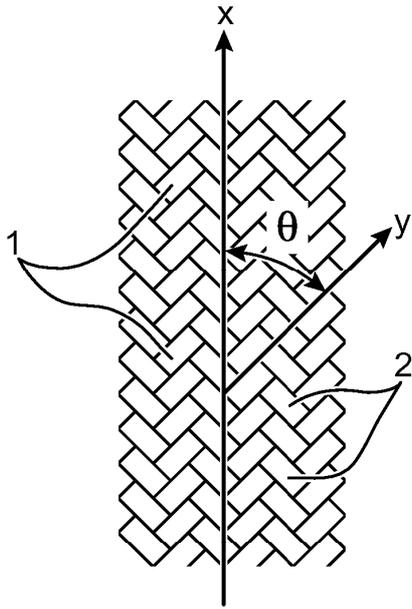


FIG. 1

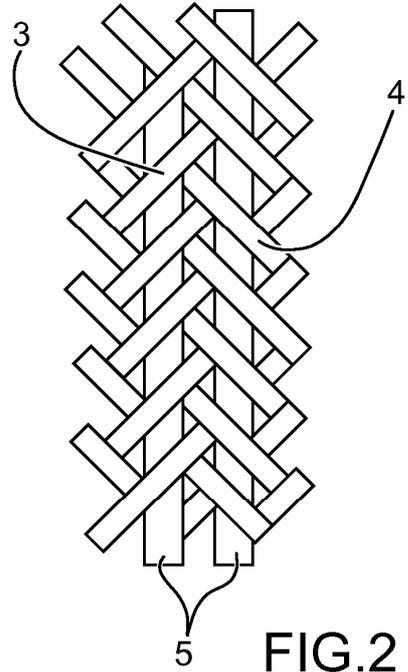


FIG. 2

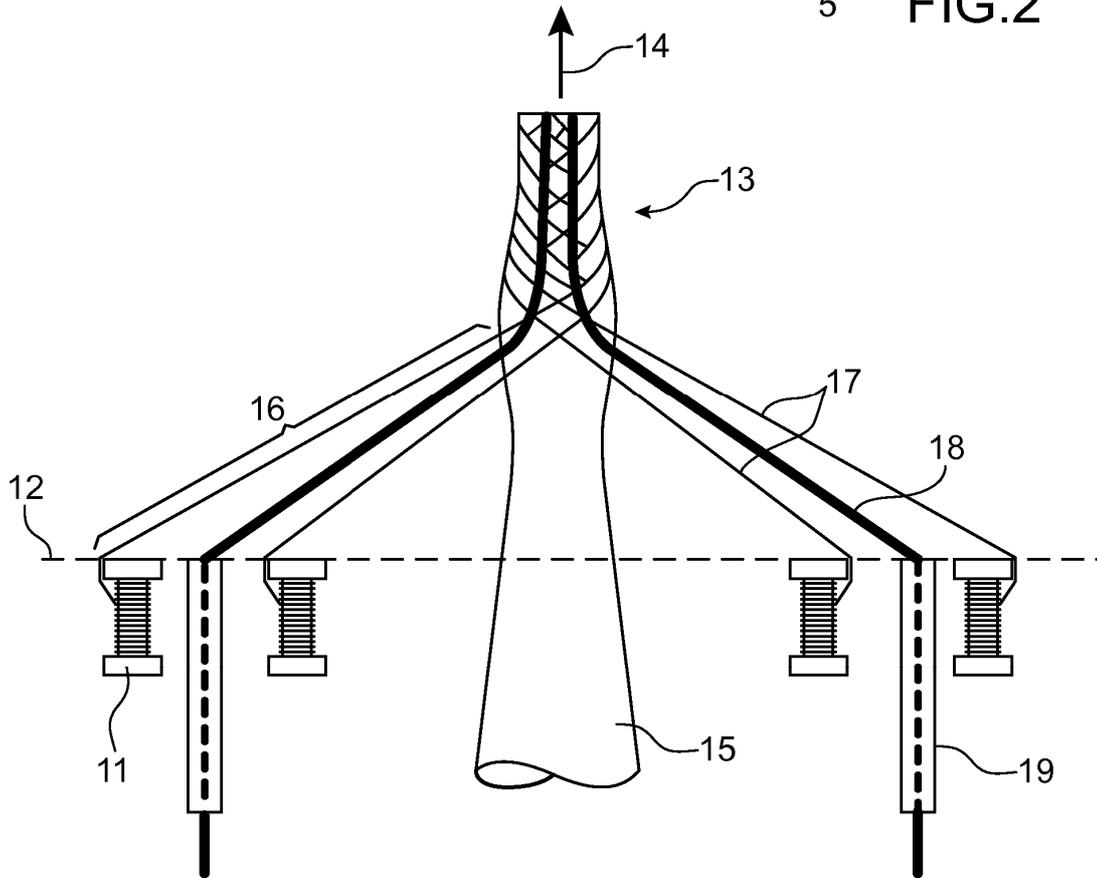


FIG. 3

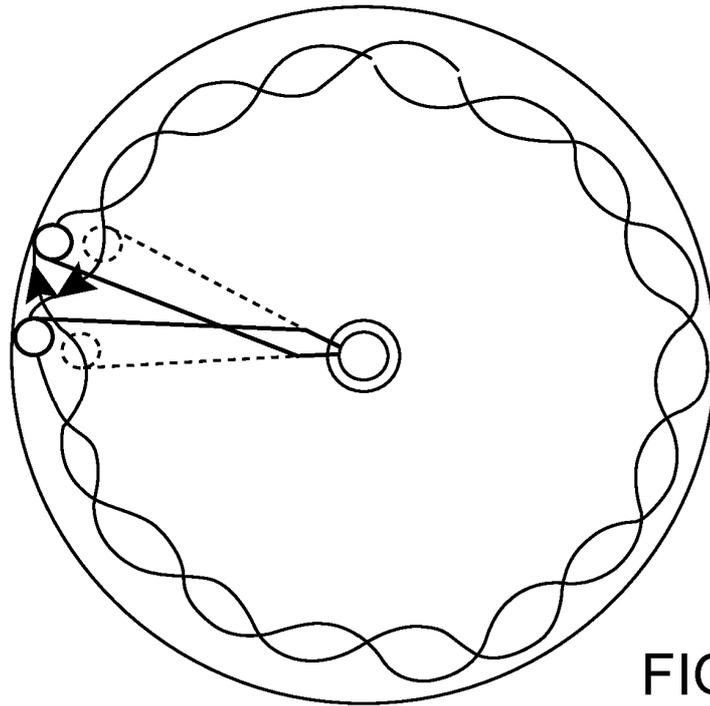


FIG. 4

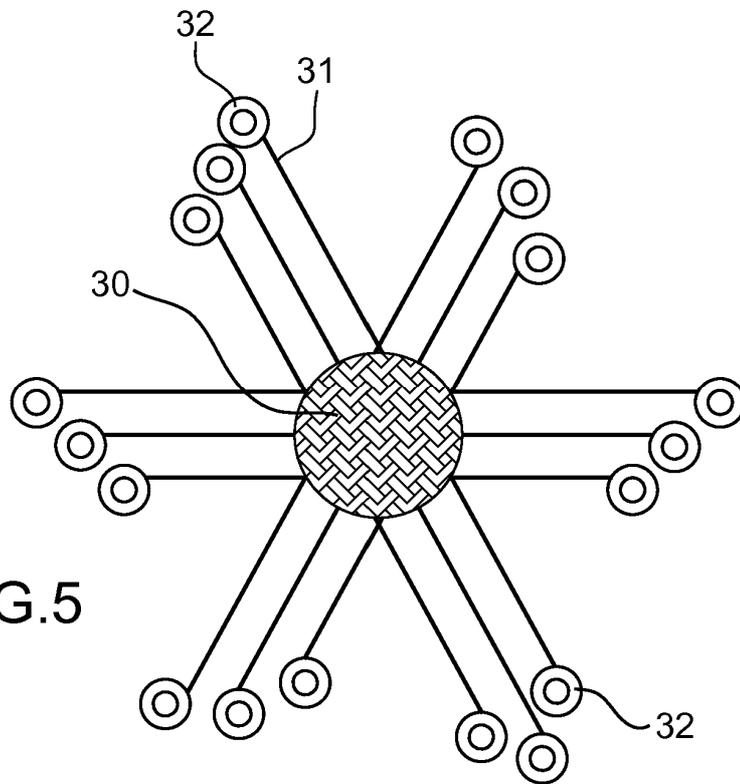
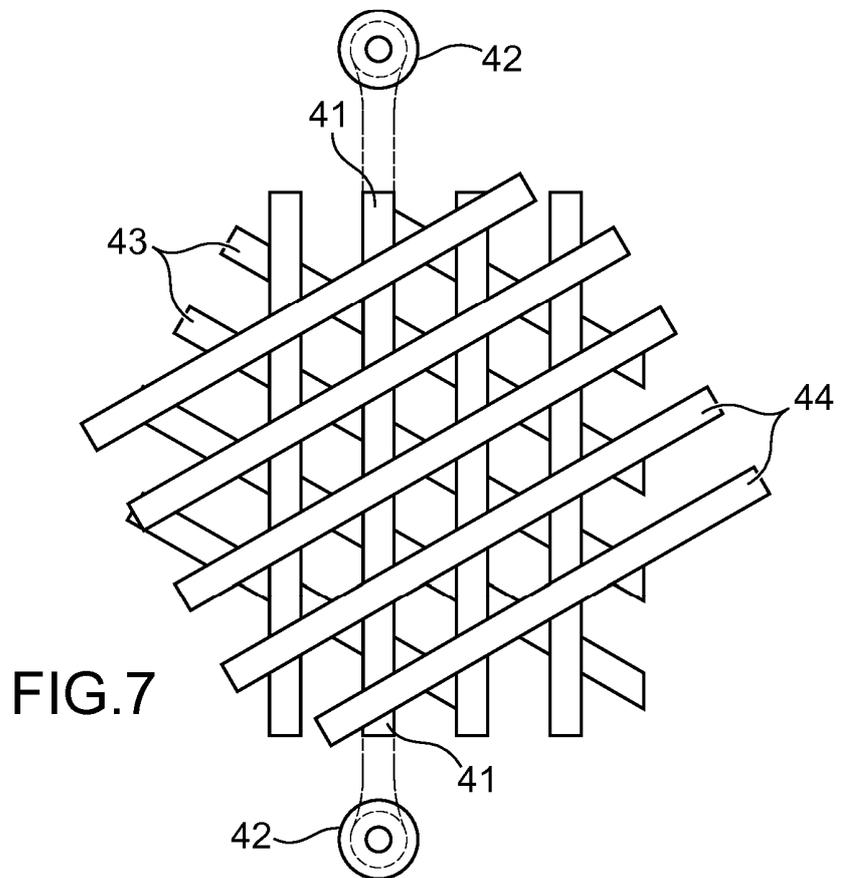
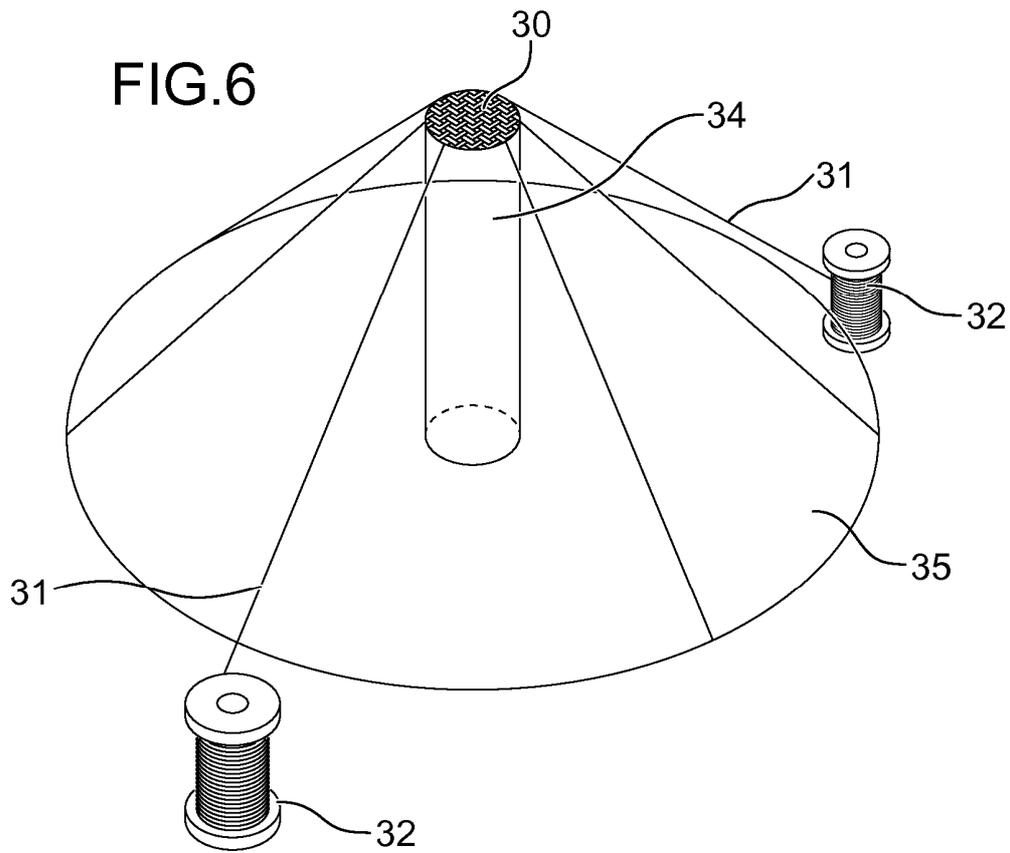
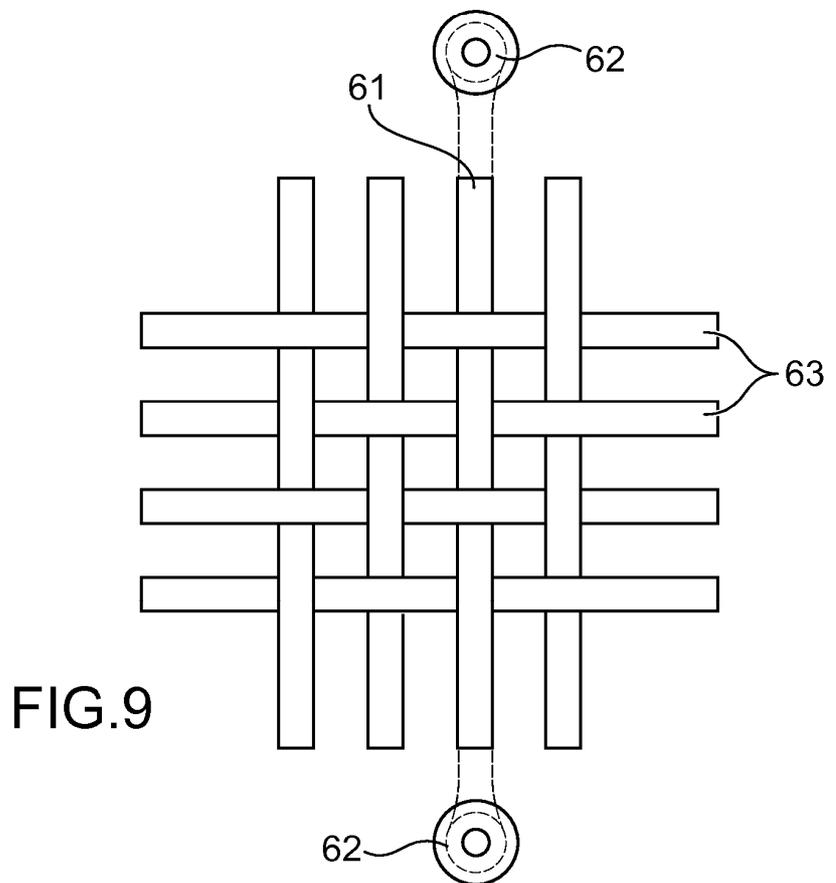
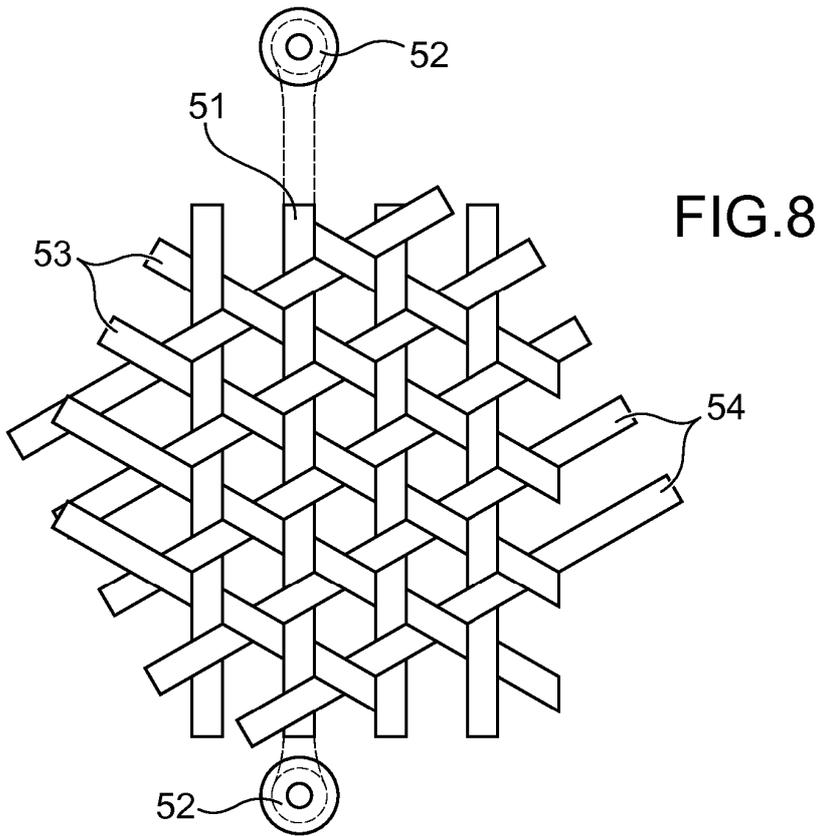


FIG. 5





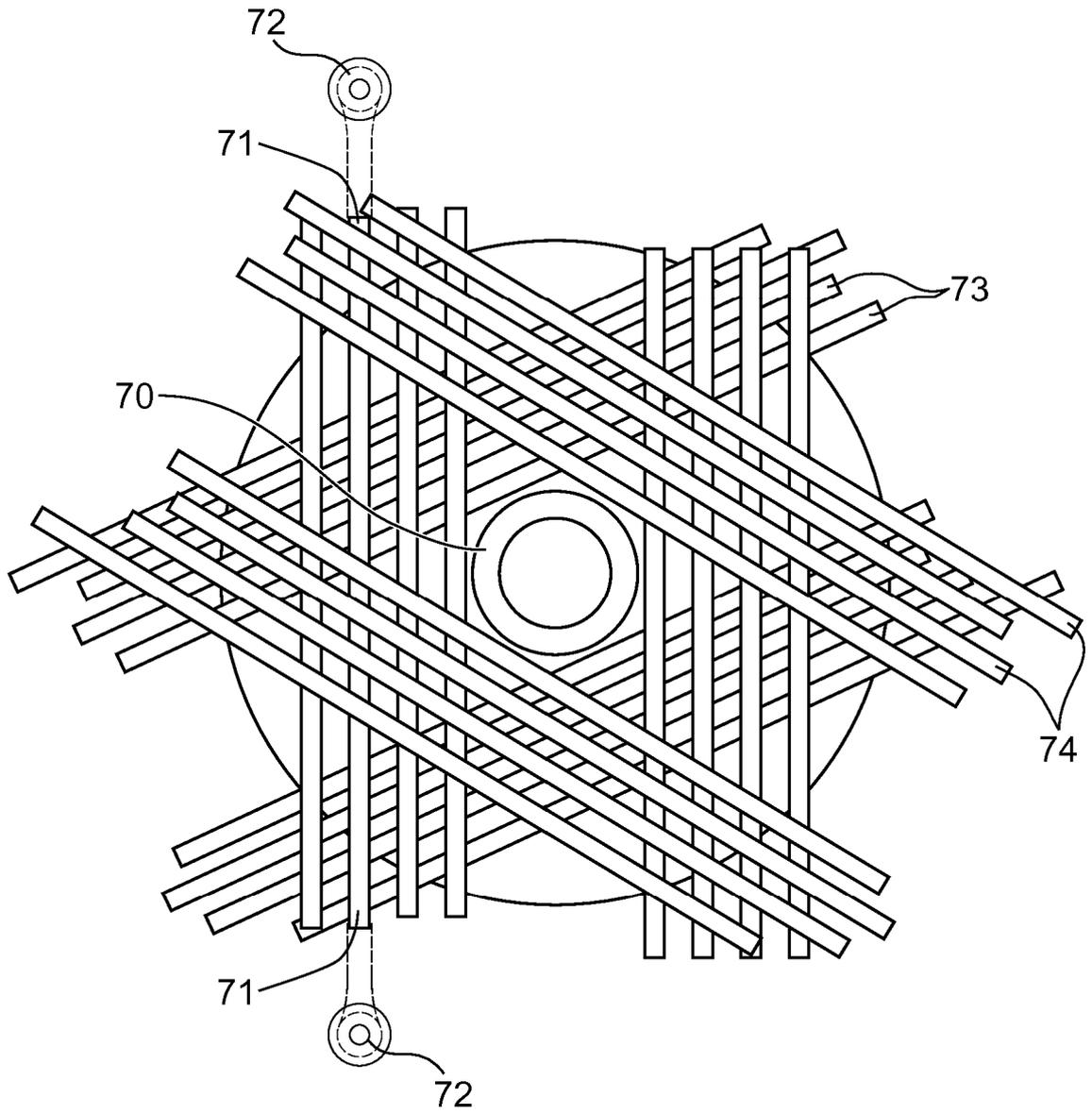


FIG.10