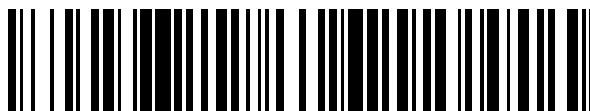


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 326**

51 Int. Cl.:

D04C 1/06 (2006.01)

D04C 3/20 (2006.01)

D04C 3/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2012** **E 12196166 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019** **EP 2740824**

54 Título: **Armadura textil triaxial, procedimiento de producción de armaduras textiles triaxiales y pieza de material de composite**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2020

73 Titular/es:

VOSTECH B.V. (100.0%)
Meidoorn 2
6181 MP Elsloo, NL

72 Inventor/es:

CAHUZAC, GEORGES

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 763 326 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

Armadura textil triaxial, procedimiento de producción de armaduras textiles triaxiales y pieza de material de composite

La presente invención se refiere al dominio de materiales de composite que están constituidos por una armadura de textil, o refuerzo de fibra larga, impregnada con una matriz denominada resina. Esa invención es un nuevo tipo de armadura y su procedimiento de fabricación permite obtener piezas de bajo coste con formas complejas, abiertas o cerradas, con altas prestaciones mecánicas (valor). Esa invención es más precisamente un nuevo tipo de arquitectura textil que es una trenza triaxial con la mayoría de los hilos en la dirección longitudinal y de espesor constante. Para obtener de esas trenzas de materiales de composite de alto rendimiento, es necesario que los hilos en las tres direcciones tengan un engarzado de fibra mínimo y creen pocos huecos internos al cruzarse. Ese es el resultado logrado por esa invención.

Podemos dar como ejemplo de la técnica anterior el tejido QISOTM de la compañía A&P. Ese tejido triaxial obtenido trenzando en una máquina de trenzado normal se denomina ISO puesto que tiene la misma cantidad de fibra en las tres direcciones, 0°, +60° y -60°. Pero el análisis geométrico muestra que es imposible recuperar continuamente la superficie del tejido al mismo tiempo por los hilos oblicuos o diagonales a + o - 60° y por los hilos axiales a 0°.

La razón de esto es el cruce de los hilos sesgados entre dos hilos axiales.

El análisis geométrico de ese cruce muestra que si queremos cubrir toda la superficie con hilos sesgados, sin ningún vacío entre dos hilos sesgados, es necesario crear un vacío entre dos hilos axiales del tamaño de su propio ancho, es decir, digamos que es posible recuperar solo la mitad de la superficie por los hilos axiales. Por lo tanto, para tener la misma cantidad de fibras en las tres direcciones, es necesario duplicar el espesor de esos hilos axiales. La superficie de dicho tejido se fabrica por cintas alternativas que sostienen dos capas de hilos sesgados y cintas que sostienen cuatro capas, los dos hilos sesgados y dos hilos axiales. Por lo tanto, esa arquitectura de fibra no está optimizada y una pieza fabricada por muchas capas de dicho tejido no tendrá una relación de volumen de fibra lo suficientemente alta como para hacer partes aeronáuticas. Un tejido de este tipo se fabrica en una máquina de trenzado regular que produce arquitecturas textiles que no son lo suficientemente buenas para fabricar materiales de composite de alto rendimiento.

La invención resuelve ese problema porque permite fabricar trenzas triaxiales con un espesor constante y una mayoría de fibra en la dirección axial, manteniendo todas las otras ventajas del procedimiento de trenzado que crea piezas conformadas a alta velocidad, introduciendo en el centro de la máquina de trenzado un mandril que está cubierto por los hilos. Esa forma de hacer piezas se denomina a menudo sobretrenzado.

Un intento previo para resolver ese problema se puede encontrar en la patente francesa n.º 2 753 993 de Georges CAHUZAC que crea una arquitectura de fibra de alta calidad. Esa armadura de textil contiene capas de hilos axiales dispuestos en quincuncios y unidos dos por dos por los hilos sesgados. La primera capa axial está unida con la segunda capa por los hilos sesgados con una orientación, mientras que la segunda capa está unida con la tercera por los hilos sesgados con la otra orientación. Esa armadura de textil está bien fabricada pero no tiene un espesor simétrico y eso puede crear cierta deformación durante la polimerización con contracción de la matriz de resina.

Su procedimiento de fabricación consiste en utilizar una máquina de trenzado que tiene ruedas dentadas dispuestas en quincuncios dentro de un cilindro. La trayectoria de las bobinas móviles que sostienen los hilos sesgados se obtiene mediante la combinación del giro de esas ruedas dentadas con el cambio del ángulo de las agujas guía. Ese mecanismo es complejo y podría bloquear el funcionamiento si no se ajusta correctamente. Los engranajes que se disponen en quincuncios debajo de un cilindro son difíciles de mecanizar correctamente. Esta máquina de trenzado es costosa de construir y difícil de ajustar.

Otro ejemplo de la técnica anterior se da en la patente francesa n.º 2 804 133 que describe una máquina circular de trenzado multicapa que se fabrica con una cuarta hilera concéntrica de ruedas dentadas y sus engranajes. Todas las ruedas tienen cuatro muescas. Las piezas fijas con trayectorias cruzadas se disponen entre cada dos ruedas para proporcionar las trayectorias requeridas para los portabobinas. Los hilos axiales se introducen dentro de los tubos dispuestos en el centro de cada rueda. Esta máquina de trenzado tiene un funcionamiento confiable, pero no puede hacer una armadura de fibra de alta calidad porque los cruces de hilos sesgado crean una arquitectura de fibra que contiene muchos huecos axiales en los que es imposible insertar hilos. Pero las características mecánicas de una pieza de material de composite dependen de la forma en que los hilos están bien dispuestos de acuerdo con los esfuerzos (resistencias), sin ninguna flexión del hilo y sin crear por su cruce huecos rellenos solo con resina, disminuyendo la relación de volumen de fibra de tal pieza y creando la flexión del hilo durante la compactación.

Ese problema se ha resuelto en la patente inglesa GB 8234187 o EP 0113196 en la que se describe una máquina de trenzado multicapa que mantiene filas de tubos entre las filas de ruedas dentadas para insertar los hilos axiales necesarios para llenar estos huecos. Esa máquina tiene ruedas dentadas que no son adyacentes y se disponen en dos niveles diferentes. La diferencia en la velocidad de giro entre cada fila permite el funcionamiento de esa máquina solo con pocos portabobinas y con topes entre dos ruedas. En realidad, esa máquina de trenzado no puede funcionar porque siempre habrá un paso de bloqueo alcanzado después de algunos giros.

Otro ejemplo de la técnica anterior se da en la patente francesa n.º FR2884836 inventada por Georges CAHUZAC. La armadura de textil multicapa descrita permite la realización de piezas de buena calidad. Su procedimiento de fabricación consiste en utilizar un tipo muy especial de máquina de trenzado en el que los portabobinas se mueven secuencialmente en zigzag, lo que es una limitación para la velocidad del trenzado. La deposición simultánea de todas las capas de hilo de una pieza compensa esa desaceleración, pero es un procedimiento menos flexible que una deposición rápida de algunas capas independientes con trenzado optimizado para cada una.

Nuestra nueva armadura de textil para fabricar piezas de material de composite se basa en el uso de máquinas de trenzado con dos filas de ruedas dentadas conocidas al menos desde el siglo XIX, puesto que podemos encontrar una descripción de una mejora de dicha máquina en la patente de Estados Unidos n.º 886825 del 5 de mayo de 1908. Un ejemplo más reciente de tales máquinas de trenzado se puede encontrar en la patente francesa n.º 1.105.915 del 20 de mayo de 1954 de Arthur CROSSLEY y Henri Morton CROSSLEY en la que se describen dos máquinas de trenzado, una con dos filas de ruedas dentadas y otra con tres filas de ruedas dentadas. Pero el uso de esas máquinas de trenzado quedó en desuso, si alguna vez se han construido, y su enorme interés por hacer armaduras para piezas de material de composite no se vio hasta hoy.

Nuestra presente invención comprende una armadura de textil triaxial de alta calidad, muy útil para fabricar piezas largas y baratas directamente conformadas, con el fin de remediar su falta en la gama de procedimientos existentes. Una armadura de acuerdo con la presente invención tiene tres orientaciones de fibra, la primera axial y las otras dos formando un ángulo, por ejemplo +60° y -60°, con la dirección axial, en la que esos hilos sesgados no se cruzan entre sí durante el cruce de la capa de hilos axiales, sino que lo hacen en sus respectivos intervalos pares e impares. Los hilos de +60° pasan a través de la capa de hilo axial en cada intervalo impar, mientras que el hilo de -60° lo atraviesa en cada intervalo par. La calidad de esas armaduras mejora al agregar pequeños hilos axiales en el lado superior e inferior de esos intervalos para obtener armaduras con tres capas de hilos axiales, en los que los hilos de la capa central son más grandes que los hilos axiales de la capa lateral. Esas armaduras tienen un espesor notablemente constante y todos sus hilos tienen trayectorias muy suaves.

Los hilos axiales en la capa central pueden tener una sección transversal redonda o elíptica, pero más preferentemente la sección transversal de los hilos axiales tiene una sección transversal aplanada. Esta sección transversal aplanada es necesaria para crear una capa que tenga un espesor mínimo y una resistencia máxima. El tamaño de la sección transversal de los hilos axiales de la capa central en una dirección básicamente perpendicular al espesor es al menos dos veces el tamaño de la sección transversal en la misma dirección de los hilos axiales de la capa lateral o los hilos sesgados. Se observa que se pueden aplicar todo tipo de secciones transversales.

El procedimiento para fabricar esas armaduras de acuerdo con la presente invención es un procedimiento de trenzado, es decir, un procedimiento que mueve las bobinas de hilo mediante el giro de ruedas adyacentes intercambiando entre sí sus portabobinas.

Una máquina de trenzado para hacer una armadura de acuerdo con la presente invención tiene que construirse con dos filas circunferenciales de ruedas adyacentes y tres filas de tubos para introducir los hilos axiales. Los tubos de las filas externas e internas se sitúan en el centro de las ruedas dentadas, mientras que los tubos de la fila central se sitúan en o cerca del cruce de las diagonales que unen los ejes de las cuatro ruedas adyacentes. Esas máquinas de trenzado se pueden construir de dos maneras para disponer las ruedas giratorias. La primera forma es disponer las dos filas de ruedas en un disco. La segunda forma es disponer las dos filas de ruedas dentro de un anillo cilíndrico o esférico. En ambos casos, los hilos se colocan sobre un mandril central después de apoyarse en un anillo fijo que lo rodea.

Las Figuras anexas ayudarán a comprender mejor cómo se puede hacer la presente invención.

La Figura 1 es una vista de una trenza fabricada de acuerdo con la técnica anterior. Dentro de esa trenza, los hilos axiales están separados por espacios iguales o mayores que su propio ancho para permitir el paso de los hilos diagonales a través de los hilos axiales mientras se cruzan entre sí en esos mismos espacios. La pieza de material de composite obtenida al colocar muchas de estas trenzas no puede ser una pieza de alta calidad porque cada capa trenzada no tiene un espesor constante.

La Figura 2 es una vista esquemática de la disposición de las ruedas giratorias dentadas en una máquina de trenzado fabricada en la técnica anterior para hacer armaduras de piezas de material de composite. Esa máquina tiene solo una fila de ruedas dentadas que están haciendo por sus giros los portabobinas que sostienen los hilos sesgados que se mueven en direcciones opuestas a lo largo de dos trayectorias cruzadas. Esos hilos están formando la trenza alrededor de un mandril central. Los hilos axiales pasan a través del centro de cada rueda dentada y se colocan en la trenza como se muestra en la Figura 1.

La Figura 3 muestra un primer ejemplo de la armadura de acuerdo con la invención. Los hilos 2 sesgados pasan sobre dos hilos 1a axiales y pasan después bajo dos hilos 1a axiales. Los hilos 3 sesgados pasan también sobre y debajo dos hilos 1a axiales pero su paso a través de la capa de hilos 1a se desplaza en un intervalo con aquél de los hilos 2 sesgados. Se puede decir que esta armadura se caracteriza por la obtención de los hilos 2 sesgados, que constituyen una primera dirección, a través de la capa de hilos 1a axiales en sus dichos intervalos pares y la obtención de los hilos

3 sesgados, que constituyen la segunda dirección, a través de esa capa de hilos 1a axiales en sus dichos intervalos impares.

En esta armadura, esos intervalos de hilos 1a axiales pueden ser más pequeños que en la armadura mostrada en la Figura 1 porque los hilos 2 y 3 sesgados atraviesan la capa de hilos 1a en intervalos separados y los hilos 2 nunca se cruzan con los hilos 3 en esos intervalos. La celda unitaria que caracteriza esta arquitectura de fibra se fabrica de una capa de cuatro hilos axiales unidos por dos conjuntos de N hilos sesgados cruzados, siendo N un número par, igual a dos en esta Figura.

La Figura 4 muestra un segundo ejemplo de armadura de acuerdo con la presente invención. Los hilos 1b axiales se introdujeron por encima y por debajo de los intervalos entre los hilos 1a axiales para mejorar la continuidad del espesor de esta armadura. La celda unitaria que caracteriza esta arquitectura de fibra se forma por 12 hilos axiales dispuestos en tres capas, con los hilos 1a de la capa central en quincuncios con los hilos 1b de las capas laterales, unidos por dos conjuntos cruzados de N hilos, siendo N un número par, igual a dos para la armadura que se muestra en esta Figura 3. Cada hilo 2 o 3 sesgados obtiene más de 6 y menos de 6 hilos 1a y 1b axiales mientras cruza $2 \cdot N$ hilos 3 o 2 del otro conjunto de hilos sesgados. La armadura creada es adecuada para hacer material de composite de alto rendimiento porque su espesor es uniforme y tiene la mayoría de los hilos en la dirección axial. La armadura que se muestra en la Figura 4 tiene las secciones de los hilos 1a de la capa central aproximadamente dos veces más grandes que las de los hilos 1b de las capas laterales. Como el lugar para cada hilo axial central es dos veces más grande y dos veces más grueso que el del hilo axial lateral, su sección se puede elegir generalmente entre dos veces y cuatro veces más grande que la sección de los hilos axiales laterales para mejorar la homogeneidad del espesor de esa armadura.

La Figura 5 muestra un tercer ejemplo de la armadura objeto de la invención. El número N de cada conjunto de hilos sesgados se duplicó en comparación con la Figura 4, por lo tanto, es igual a cuatro. Eso permite tener una armadura en la que la amplitud de los hilos 2 o 3 sesgados es la misma que la de los hilos 1b axiales laterales para un ángulo de 60° .

La Figura 5a muestra un cuarto ejemplo del objeto de armadura de la presente invención. El número N de cada conjunto de hilos sesgados se ha incrementado a seis. Eso permite tener una armadura en la que el ancho de los hilos 2 o 3 sesgados es el mismo que el de los hilos 1b axiales laterales para un ángulo de 45° .

La Figura 6 muestra una vista en sección de otro ejemplo de armadura de acuerdo con la presente invención en la que se obtiene una capa central gruesa utilizando como hilos 1a axiales un producto de densidad ligera, por ejemplo, una espuma para crear una armadura adecuada para hacer la parte central de una estructura intercalada utilizable para su impregnación por infusión de resina. Los hilos sesgados tienen en esa armadura el posicionamiento correcto para transportar las cargas de corte entre las capas superficiales, el mismo posicionamiento que podemos encontrar en la patente francesa n.º 2.918.599.

La Figura 7 muestra un dibujo plano de la disposición de las dos filas de ruedas 4 dentadas y de las tres filas de tubos 5 y 6 en las que se introducen los hilos 1a y 1b axiales para hacer armaduras de acuerdo con la presente invención. Cada rueda tiene cuatro muescas como en cualquier máquina de trenzado regular. Los tubos 5 en los que se introducen los hilos 1b axiales de las capas laterales se sitúan en el centro de cada rueda dentada, mientras que los tubos 6 en los que se introducen los hilos 1a axiales de la capa central se sitúan cerca del cruce de las diagonales que unen los ejes de las cuatro ruedas adyacentes. Todas esas ruedas 4 están unidas con engranajes 14 no mostrados en ese dibujo pero visibles en la Figura 10. Cada portabobinas 9 es guiado por las ranuras 7 y 8 mecanizadas en una placa situada entre las ruedas y los engranajes. Cuando todas las ruedas giran, los portabobinas cargados con los hilos 2 sesgados se mueven hacia el lado derecho guiados por las ranuras 7 mientras que los portabobinas cargados con los hilos 3 sesgados se mueven hacia el lado izquierdo guiados por las ranuras 8. Sus ranuras de guía están mecanizadas de tal manera que permiten el uso de bobinas tan grandes como sea posible al pasar en el centro entre los tubos 5 y 6. Al introducir hilos axiales solo en la fila central de tubos 6, se obtiene la armadura visible en la Figura 3. Al introducir hilos en las tres filas de tubos, las armaduras visibles en la Figura 4 o 5 se trenzan. Para evitar que los portabobinas choquen durante el trenzado, su número está limitado a dos en cada trayectoria que va de una rueda a las siguientes cuatro. Por lo tanto, la armadura visible en la Figura 5a no es factible usando ruedas con cuatro muescas.

La Figura 7a muestra el mismo dibujo en el que el número de muescas en cada rueda se ha reducido a tres. El número de portabobinas 9 se puede aumentar a tres en cada trayectoria sin colisionar. Por lo tanto, la armadura visible en la Figura 5a es factible usando ruedas con solo tres muescas.

Es interesante observar que cuando el número de muescas es uniforme en las dos filas de ruedas, es posible colocar solo dos portabobinas en cada trayectoria de ocho muescas. Cuando el número de muescas de las ruedas es impar en las dos filas, es posible colocar un portabobinas cada dos muescas. Y cuando el número de muescas es impar en una fila e incluso en la otra, es posible colocar un portabobinas cada tres muescas.

La Figura 8 muestra una disposición de ruedas de este tipo en la fila interna que tienen cuatro muescas, y ruedas de la fila externa que tienen 5 muescas. Por lo tanto, es posible colocar tres portabobinas en cada trayectoria de 9 muescas.

La Figura 9 muestra una vista frontal general de una máquina de trenzado capaz de hacer que la armadura sea objeto de la presente invención. Sus ruedas dentadas se disponen en un disco 13 vertical. Esa disposición vertical es usualmente nombrada en el eje horizontal. Esa disposición es conveniente para introducir un mandril 10 que estará cubierto por los hilos.

- 5 La Figura 10 es la vista lateral de esa máquina de trenzado que muestra los engranajes 14 que accionan las ruedas 4, la placa 15 en la que se mecanizan las ranuras de guía, y la trayectoria de los hilos desde los extremos de los tubos 5 y 6 hasta el mandril 10 en el que crean la armadura 12 después de deslizarse dentro del anillo 11.

- 10 La Figura 11 muestra la vista lateral de una máquina de trenzado realizada mediante la disposición simétrica de las dos filas de ruedas dentro de un gran anillo. La superficie sobre la que se mueven los portabobinas es una superficie esférica.

- 15 La Figura 12 muestra una máquina de trenzado con su parte inferior instalada en un pozo para mantener el área de formación de armadura de trenzado a una altura conveniente para los operarios o para facilitar la introducción de un mandril de gran longitud en el centro de esa máquina de trenzado. La trenza creada se coloca en un aparato 17 de tracción que hace que la trenza 12 se mueva a una velocidad constante y la enrolla en un tambor 18. Describiremos un primer ejemplo de máquina de trenzado construida para hacer armaduras de acuerdo con la presente invención y también algunos ejemplos de armaduras fabricadas en la misma.

- 20 Esa máquina de trenzado, que se muestra esquemáticamente en las Figuras 9 y 10, está constituida principalmente por dos filas de 28 ruedas 4 dentadas. Ese número N es un múltiplo de 4, por lo que esas trenzas tendrán un número entero de celdas unitarias. Las ruedas de la fila interna tienen 4 muescas, mientras que las ruedas de la fila externa tienen 5 muescas. Esos tres números se eligen de acuerdo con la fórmula que une los diámetros de las ruedas en dos filas concéntricas con su número N:

$$D_{ext}/D_{int} = (1 + \sin(\pi/N))/(1 - \sin(\pi/N)),$$

en el que D_{ext} es el diámetro de una rueda en la fila exterior de ruedas, D_{int} es el diámetro de una rueda en la fila interior de ruedas y N es el número de ruedas dentadas por fila.

- 25 Como N = 28, esa relación es igual a 1,25216 que está muy cerca de 1,25 la relación 5/4 de los números de muescas.

- 30 Esas ruedas dentadas están unidas con engranajes 14 que también están en esa relación de 1,25 entre sus dos filas. El diámetro de las ruedas de la fila interna es de 160 mm y el diámetro de las ruedas de la fila externa es de 200 mm. Esa máquina puede recibir 84 portabobinas como máximo. Como el número de muescas es par en la fila interna de ruedas y es impar en la fila externa, es posible colocar un portabobinas cada tres muescas. Cada trayectoria correspondiente a la celda unitaria, es decir, cubriendo la distancia entre cinco hilos axiales en cuatro pasos, se fabrica de $4 + 5 = 9$ muescas y puede recibir tres portabobinas sin chocar.

Como las bobinas y los portabobinas son componentes habituales de las máquinas de trenzado, no se describen en esa patente.

- 35 Un mandril 10 se sitúa en el centro de la máquina. Su forma puede ser la forma interna de la pieza requerida. Por lo tanto, su forma puede ser distinta a la redonda, rectangular por ejemplo, tener un tamaño variable o una curvatura para trenzar un marco de fuselaje por ejemplo. Se puede mover para tirar de la trenza o se puede fijar y la trenza se desliza sobre la misma para enrollarse alrededor de un tambor (véase Figura 12). Se puede colocar un mecanismo de corte entre el mandril 10 y el tambor 18 para enrollar sobre el mismo un tejido triaxial plano.

- 40 Un anillo 11 rodea el mandril 10 y ayuda a facilitar la formación de la armadura 12 trenzada. El mismo está unido en el marco 16 de la máquina por algunas barras que no se muestran aquí. El ajuste de la velocidad del mandril, o de la velocidad de deslizamiento de la trenza cuando el mandril no se mueve, con la velocidad de giro de las ruedas ajusta según sea necesario el ángulo de los hilos diagonales con los hilos axiales.

Esa máquina de trenzado permite trenzar una armadura con tres capas de 28 sitios axiales de hilos pero, como podemos poner en la capa central de dos a cuatro hilos, esa trenza tiene el equivalente de 112 a 168 hilos axiales.

- 45 La armadura creada por esta máquina de trenzado es similar a la que se muestra en la Figura 5. Al trenzar alrededor de un mandril de 200 mm de diámetro, usando como hilo de trenzar hilo de carbono 50K de SGL y colocando cuatro hilos axiales en los tubos centrales, este procedimiento de trenzado produce armaduras triaxiales con las siguientes características: con trenzado un ángulo de trenzado de 45° y un relación de volumen de fibra del 60 %, un espesor de 1,5 mm, 59 % de fibras axiales y 41 % de hilos sesgado, con un ángulo de trenzado de 60°, un espesor de 1,7 mm, 50 % de fibras axiales y fibras sesgadas. Esa armadura triaxial se producirá a una velocidad de 320 Kg/hora para un ángulo de trenzado de 45°, 220 Kg/hora para un ángulo de trenzado de 60°.

- 50 Se describirá un segundo ejemplo de máquina de trenzado más grande y también algunos ejemplos de armaduras fabricadas con la misma.

Esa máquina de trenzado de gran tamaño, visible en la Figura 12, tiene dos filas de 144 ruedas. Ese número es un

múltiplo de cuatro, por lo que el número de celdas unitarias es entero. Cada rueda tiene solo tres muescas, porque es posible colocar más portabobinas sin colisionar que si hubiéramos usado ruedas más regulares con cuatro muescas. Cuando el número de muescas es impar en las dos filas de ruedas, es posible colocar una trayectoria de celda unitaria de 6 intervalos de muesca en una bobina cada dos intervalos, por lo que podemos colocar tres portadores de bobina en cada trayectoria. Como hay cuatro trayectorias por unidad de celda, el número de portabobinas es $3 \times 4 = 12$ cada cuatro ruedas o $144/4 \times 12 = 432$. El número de tubos para introducir los hilos axiales es el mismo: $144 \times 3 = 432$.

El diámetro interno de la rueda es de 200 mm y el diámetro externo de la rueda es de 208.9 mm. La relación $(1 + \sin(\pi/N)) / (1 - \sin(\pi/N)) = 1,0446$ es suficientemente cercana a 1 para mantener el cambio de velocidad, cuando los portabobinas pasan de una fila de ruedas a la otra, a un valor aceptable. El diámetro de los portabobinas es de 110 mm y el diámetro de sus bobinas es de 80 mm. El diámetro externo de esa máquina de trenzado es de 10 m. Será útil instalarlo parcialmente en un pozo para facilitar el trabajo del operador.

La armadura trenzada tendrá el equivalente de 576 a 864 hilos axiales dependiendo del número de hilos puestos en cada tubo de la fila central.

Al trenzar alrededor de un mandril de 1 m de diámetro, usando como hilo de trenzado hilo de carbono 50K de SGL y colocando cuatro hilos axiales en los tubos centrales, este procedimiento de trenzado produce armaduras triaxiales con las siguientes características: con un ángulo de trenzado de 45° , para un relación de volumen de fibra del 60 %, un espesor de 1,52 mm, 59 % de fibras axiales y 41 % de fibras sesgadas, con un ángulo de trenzado de 60° , un espesor de 1,78 mm, 50 % de fibras axiales y fibras sesgadas. Esa armadura triaxial se producirá a una velocidad de 1600 Kg/hora para un ángulo de trenzado de 45° , 1100 Kg/hora para un ángulo de trenzado de 60° .

En comparación con los procedimientos reales para fabricar piezas de material de composite, este nuevo procedimiento permitirá la fabricación de armaduras conformadas para piezas de material de composite, a menudo denominadas preformas, más baratas que cualquier otro procedimiento, puesto que todos los hilos en tres direcciones se envuelven en el mandril. En comparación con la colocación de la fibra, la tasa de colocación de la fibra es mucho más alta, es decir, es una apuesta segura usar este nuevo procedimiento. Y el precio de la materia prima también es más barato, puesto que ese procedimiento usa solo fibra seca sin todos los problemas generados al usar hilos preimpregnados. Cuando se usa en un procedimiento de colocación manual, el uso de tejidos con el equivalente de cuatro capas de hilos, dos axiales y dos diagonales, disminuye el tiempo de colocación de la pieza. En comparación con los tejidos multiaxiales, o los tejidos no engarzados permite la realización de piezas conformadas cerradas. También es bien sabido que las arquitecturas textiles de enclavamiento son mejores contra la delaminación y para la absorción de impactos.

Este procedimiento es muy adecuado en el mundo aeronáutico para fabricar aspas del ventilador de motor a reacción, aspas de helicóptero o avión y para cualquier tipo de pieza larga como marcos de fuselaje, refuerzos y marcos de aviones ultraligeros. Esas armaduras nuevas serán convenientes para hacer cuadros de bicicleta, motocicleta, automóvil o camión, y también sus paneles de recuperación en forma. También se pueden usar para fabricar piezas mecánicas como ejes de torsión debido a la alta rigidez en flexión y torsión permitida por la alta calidad de su arquitectura de fibra.

Estas armaduras se obtienen con una forma cerrada, pero es fácil cortarlas axialmente para obtener tejidos triaxiales planos y luego doblarlas para obtener cualquier tipo de perfil. Este procedimiento será en el futuro un procedimiento muy importante para fabricar piezas de material de composite de alta calidad a bajo coste pero con una amplia gama de aplicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Armadura textil triaxial para fabricar un material de composite de alta calidad que comprende una sola capa central de hilos (1a) axiales, reticulados por hilos (2, 3) sesgados que se extienden en una primera y una segunda dirección, **caracterizada porque** los hilos (2, 3) sesgados pasan alternativamente sobre dos hilos (1a) axiales de la capa central única y pasan después debajo de dos hilos (1a) axiales de la capa central, pasando la capa central de hilos (1a) axiales separados por un intervalo entre hilos (1a) axiales de la capa central para evitar que los hilos (2) sesgados se extiendan en la primera dirección y los hilos (3) sesgados que se extienden en la segunda dirección pasen a través de la capa central de hilos (1a) axiales en el mismo intervalo, extendiéndose los hilos (2) sesgados en la primera dirección a través de la capa central de hilos (1a) axiales en intervalos pares entre los hilos (1a) axiales de la capa central, y extendiéndose los hilos (3) sesgados en la segunda dirección a través de la capa central de hilos (1a) axiales en intervalos impares.
2. Armadura textil triaxial de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** los hilos (1a) axiales tienen un tamaño de sección transversal que tiene al menos el doble del tamaño de la sección transversal de los hilos (2, 3) sesgados.
3. Armadura textil triaxial de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** el material de composite de alta calidad comprende la capa central única de hilos (1a) axiales y dos capas laterales de hilos (1b) axiales, en la que las capas laterales de hilos (1b) axiales están colocadas en lados opuestos con respecto a la capa central de hilos (1a) axiales, estando las capas (1a, 1b) axial central única y lateral axial reticuladas por los hilos (2, 3) sesgados que se extienden en la primera y la segunda dirección, en la que un patrón elemental se forma por doce hilos (1a, 1b) axiales dispuestos en tres capas, en la que los hilos (1a) axiales de la capa central se colocan en quincunces con respecto a los hilos (1b) axiales de las capas laterales, unidos por dos conjuntos cruzados de N hilos N (2, 3) sesgados cada uno, en la que cada hilo (2, 3) sesgado que se extiende en una de la primera y segunda direcciones pasa alternativamente por seis hilos (1a, 1b) axiales y por debajo de seis hilos (1a, 1b) axiales mientras cruza 2*N hilos (2, 3) que se extienden en la otra de la primera y la segunda dirección.
4. Armadura textil triaxial de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** la capa central de hilos (1a) comprende hilos (1a) axiales que tienen un tamaño de sección transversal que tiene al menos el doble del tamaño de la sección transversal de los hilos (1b) axiales de las capas laterales.
5. Armaduras textiles triaxiales de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores. **caracterizadas porque** los hilos (1a) de la capa central comprenden un material que tiene una densidad específica baja, estando la densidad específica del material en el intervalo de 20 kg/m³ y 300 kg/m³.
6. Procedimiento de producción de armaduras textiles triaxiales de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, usando en un procedimiento de trenzado una máquina de trenzado que comprende dos filas circulares adyacentes de ruedas (4) dentadas que mueven bobinas de hilo cargadas con hilos (2, 3) sesgados intercambiándose los portabobinas (9) de cada una, y dos filas circulares de tubos (5) para introducir hilos (1b) axiales en un eje de giro de cada rueda dentada (4), en el que los tubos (6) centrales se colocan cerca de la intersección de las diagonales de la figura formada por los ejes de giro de cuatro ruedas (4) dentadas adyacentes y en el que solo se introducen hilos (1a) axiales en estos tubos (6) centrales.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por** utilizar una máquina de trenzado en la que las dos filas adyacentes de ruedas (4) dentadas se colocan concéntricamente en un disco (13).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **caracterizado por** utilizar una máquina de trenzado en la que el número de muescas de las ruedas (4) difiere entre las dos filas para lograr una misma velocidad periférica, siendo la relación del número de muescas de las ruedas entre una fila externa y una interna igual a la relación entre el diámetro de las ruedas (4) en la fila externa y el diámetro de las ruedas en la fila interna.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 6-8, **caracterizado por** utilizar una máquina de trenzado en la que los dos intervalos adyacentes de N ruedas (4) dentadas se disponen simétricamente dentro o fuera de un anillo cilíndrico o esférico.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 6-9, **caracterizado por** utilizar una máquina de trenzado en la que el número de muescas de las ruedas (4) es tres en las dos filas.
11. Procedimiento de producción de armaduras textiles triaxiales de acuerdo con la reivindicación 4, usando en un procedimiento de trenzado una máquina de trenzado que comprende dos filas circulares adyacentes de ruedas (4) dentadas que mueven bobinas de hilo cargadas con hilos (2, 3) sesgados intercambiándose los portabobinas (9) de cada una, y tres filas circulares de tubos (5, 6) para introducir hilos (1a, 1b) axiales, comprendiendo tubos (6) centrales y tubos (5) laterales y, en el que cada tubo central (6) se coloca cerca de la intersección de las diagonales de la figura formada por los ejes de giro de cuatro ruedas (4) dentadas adyacentes, en el que los tubos (5) laterales se sitúan en los ejes de giro de las ruedas (4) dentadas y en el que todos los hilos (1a) axiales que se introducen en el tubo (6) central tienen al menos el doble de tamaño en sección transversal que los hilos (1b) axiales que se introducen en los tubos (5) laterales.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por** utilizar una máquina de trenzado en la que las dos filas adyacentes de ruedas (4) dentadas se colocan concéntricamente en un disco (13).
- 5 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, **caracterizado por** utilizar una máquina de trenzado en la que el número de muescas de las ruedas (4) difiere entre las dos filas para lograr una misma velocidad periférica, siendo la relación del número de muescas de las ruedas entre una fila externa y una interna igual a la relación entre el diámetro de las ruedas (4) en la fila externa y el diámetro de las ruedas en la fila interna.
14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, 12 o 13, **caracterizado por** utilizar una máquina de trenzado en la que los dos rangos adyacentes de N ruedas (4) dentadas se disponen simétricamente dentro o fuera de un anillo cilíndrico o esférico.
- 10 15. Pieza de material de composite, en particular piezas de construcción automotriz y/o aeronáutica, tales como viguetas, pilares A, pilares B, pilares C, piezas de suspensión de motor, vigas de rigidización o refuerzo, que comprenden al menos una armadura textil triaxial de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 junto con un material resinoso o plástico.

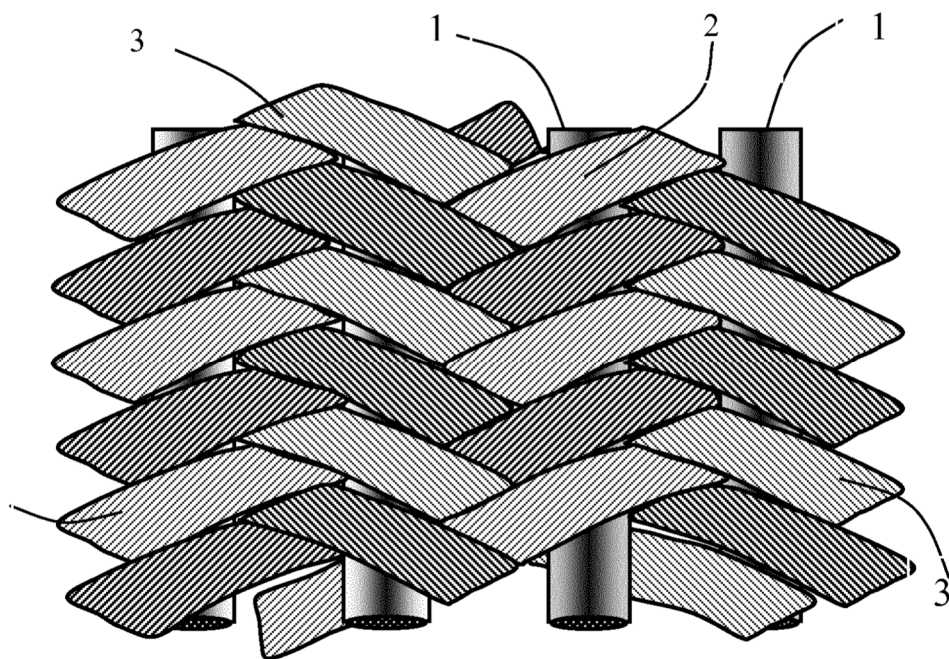


FIG.1 (técnica anterior)

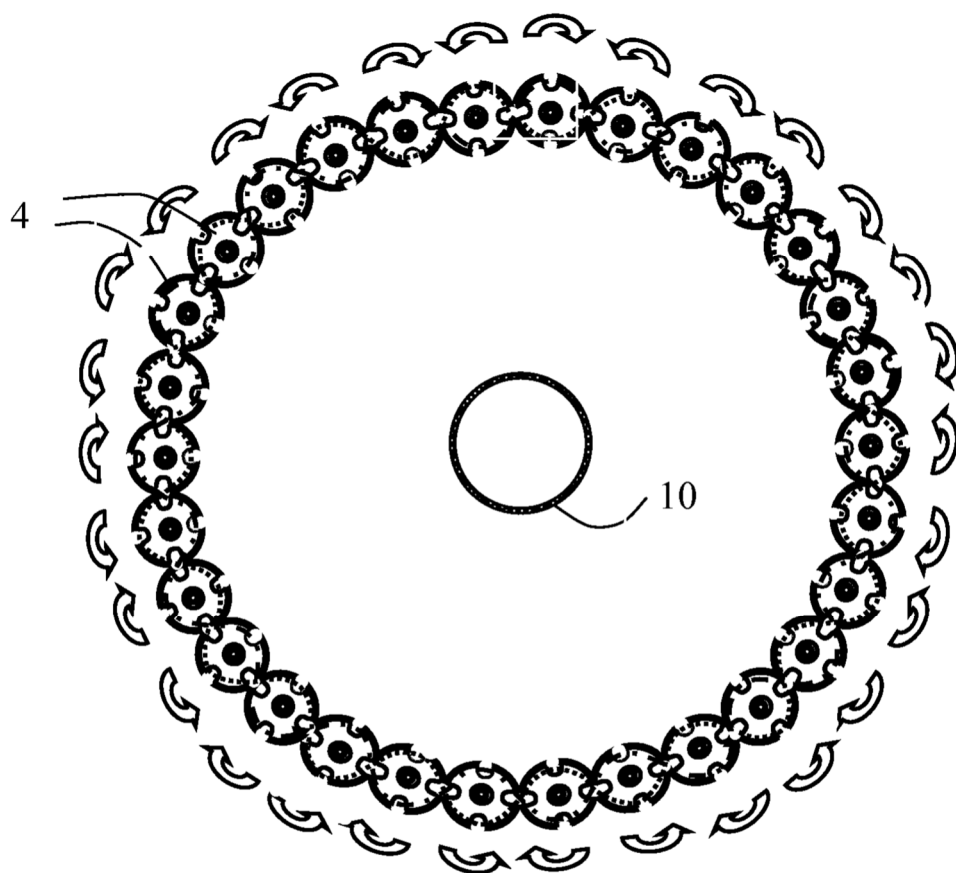
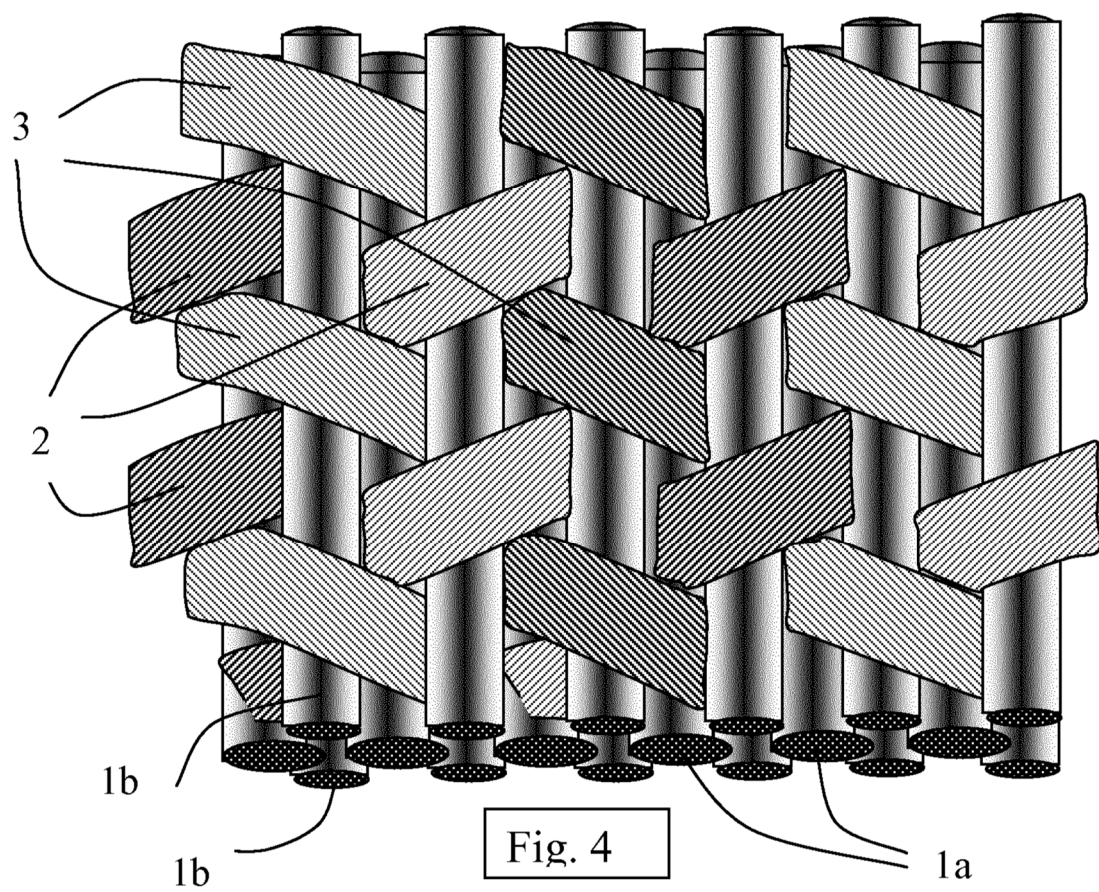
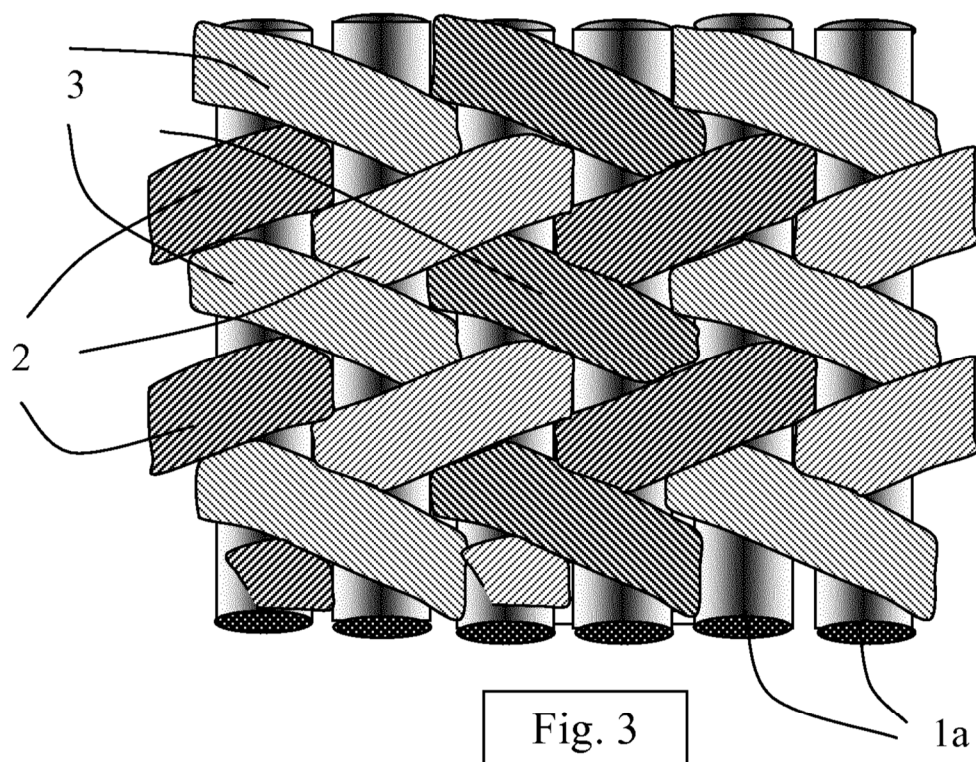
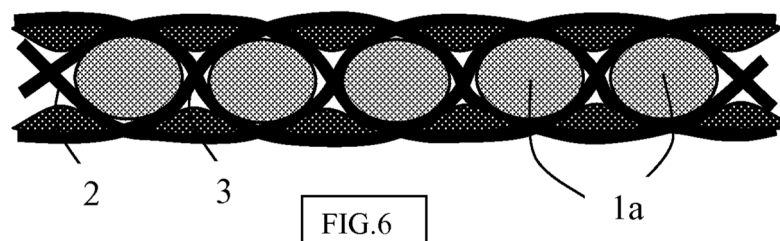
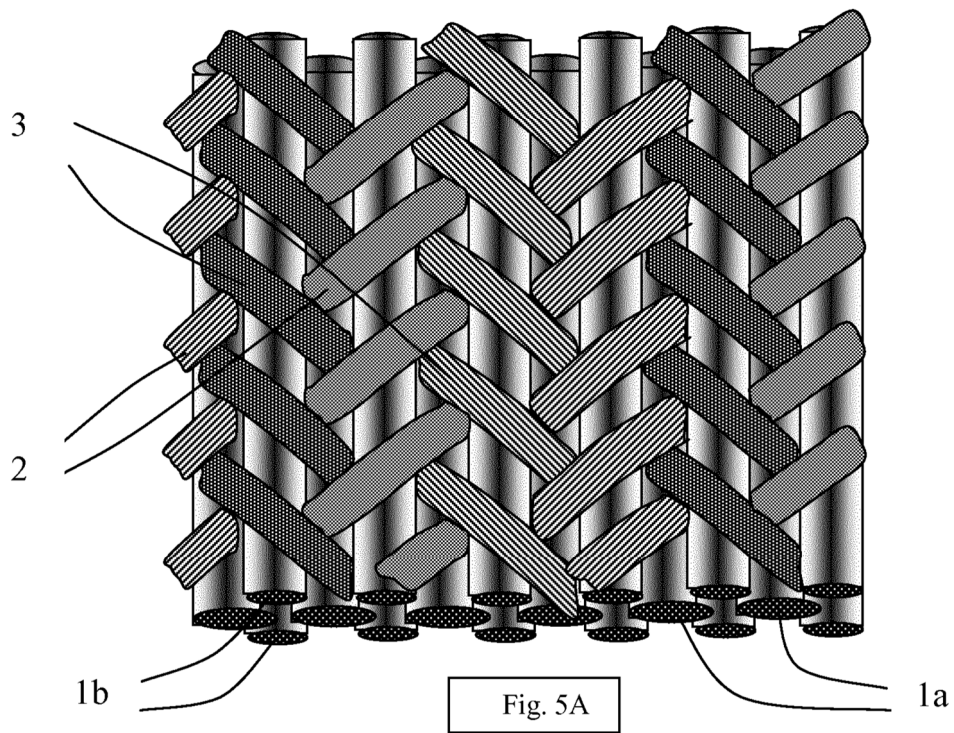
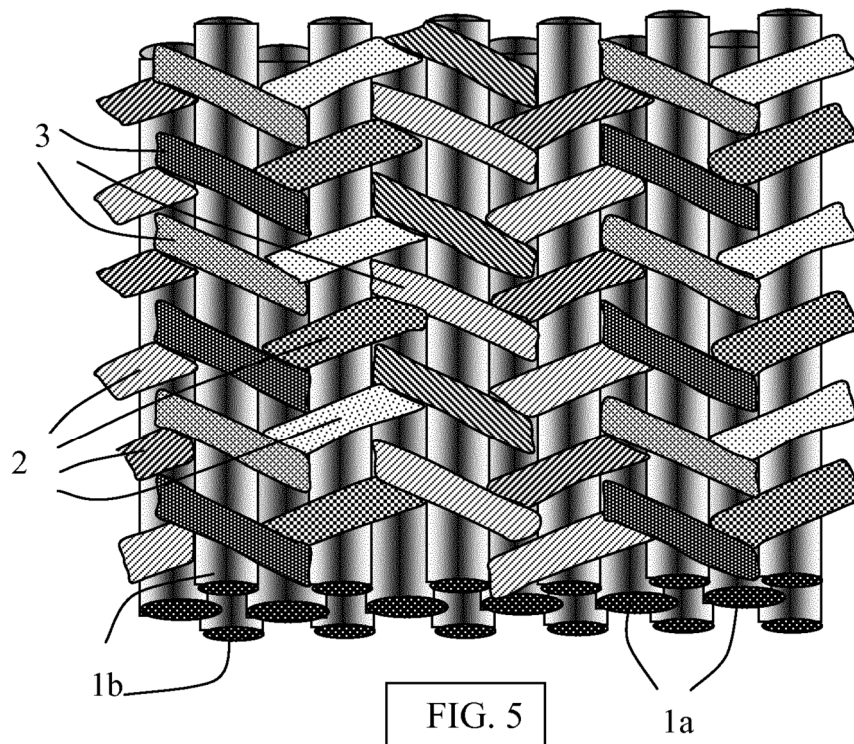
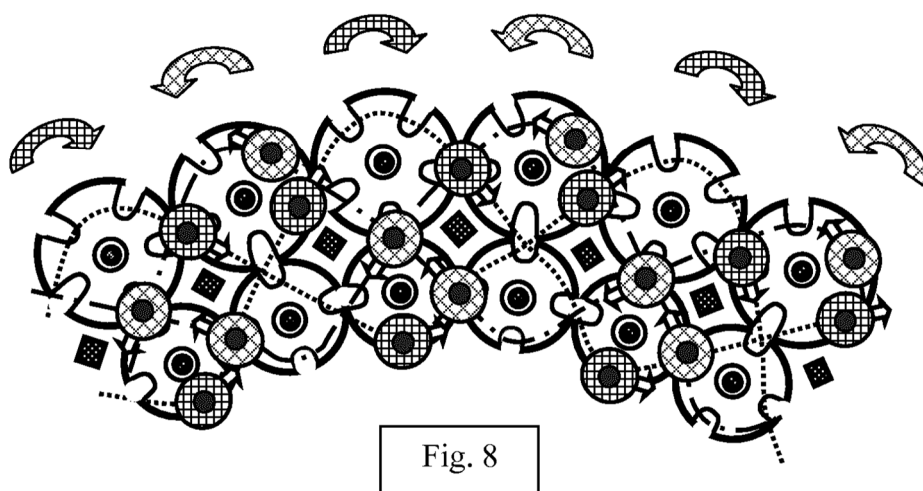
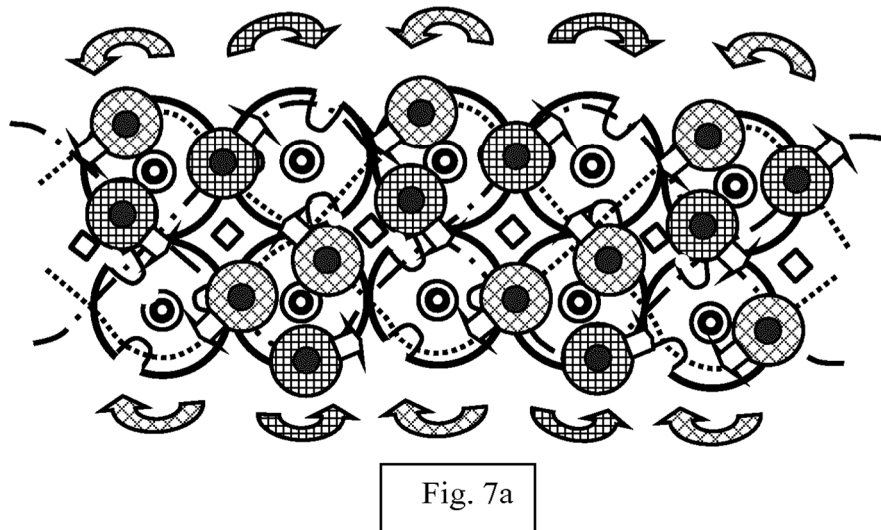
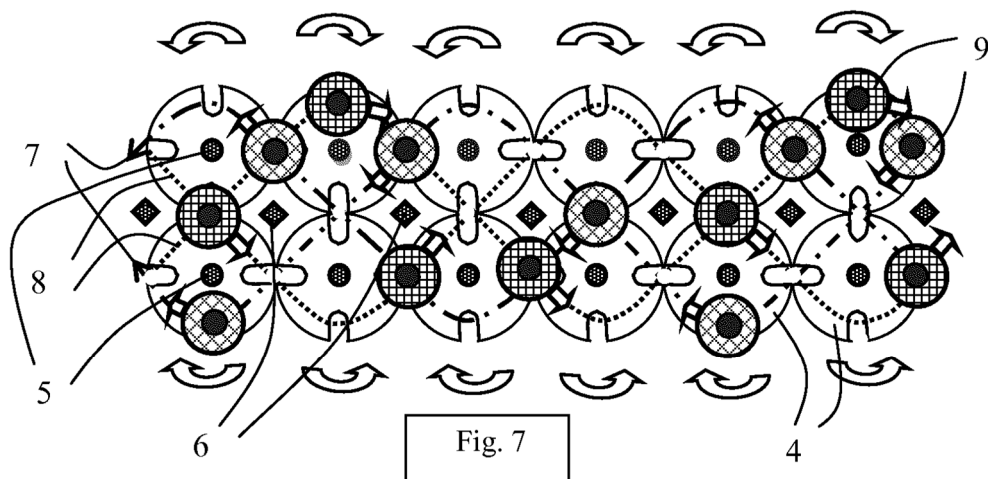


FIG.2 (técnica anterior)







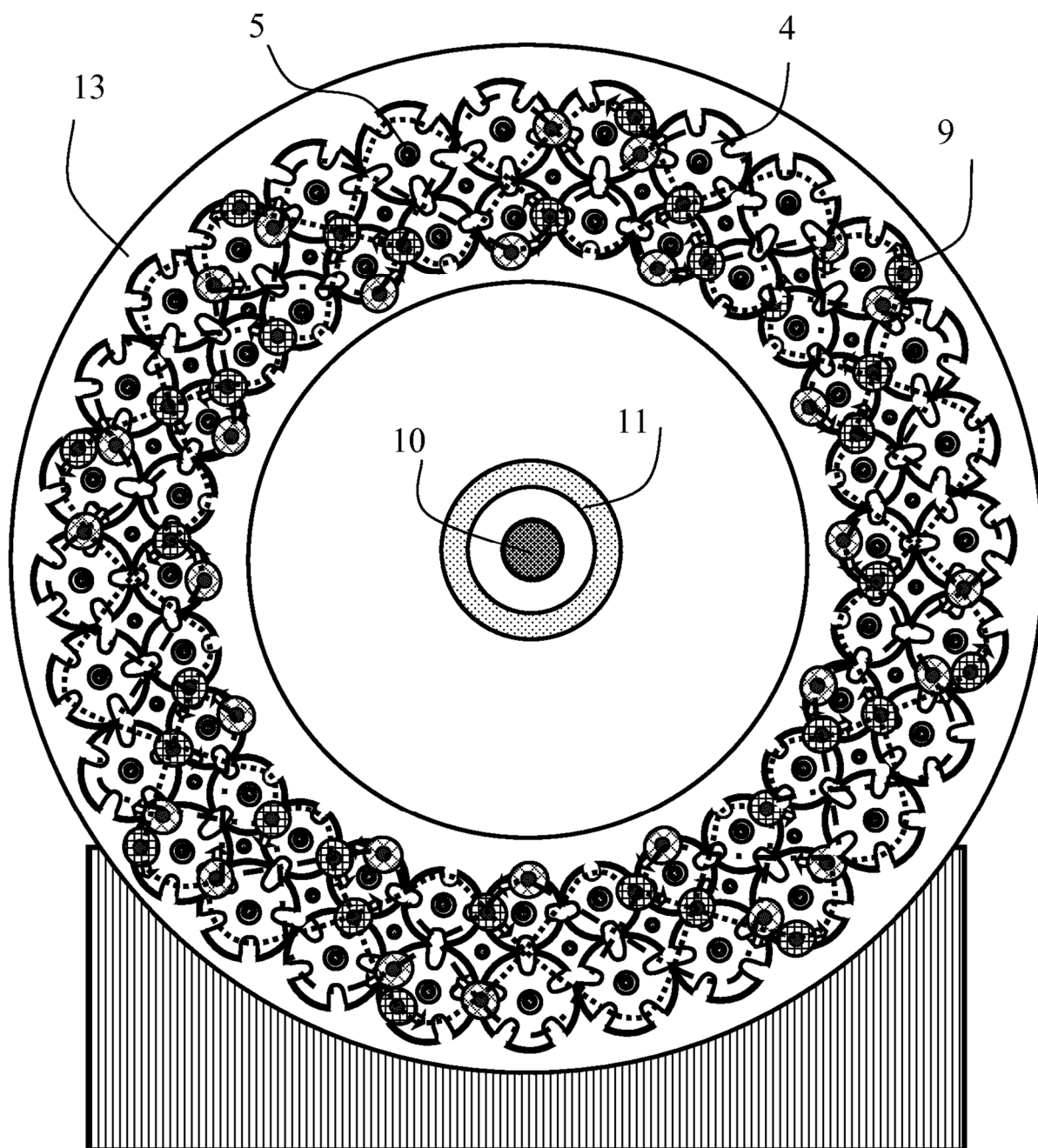


FIG. 9

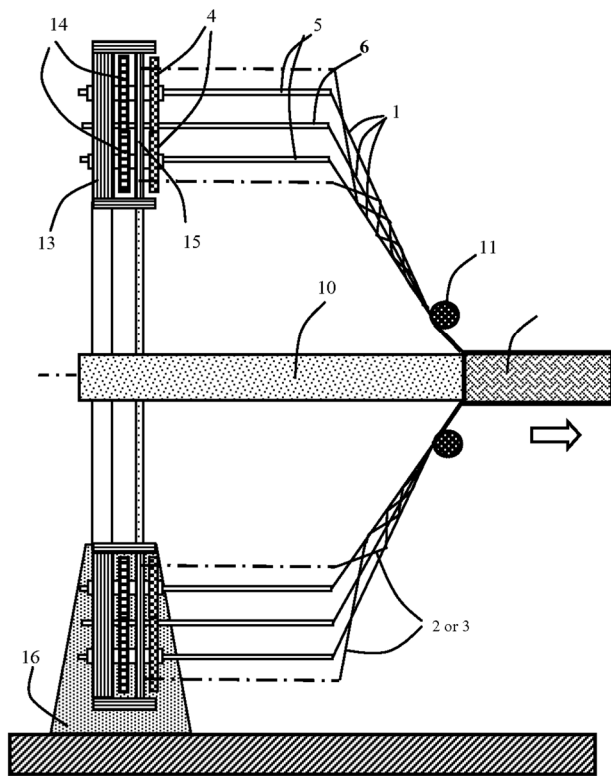


FIG. 10

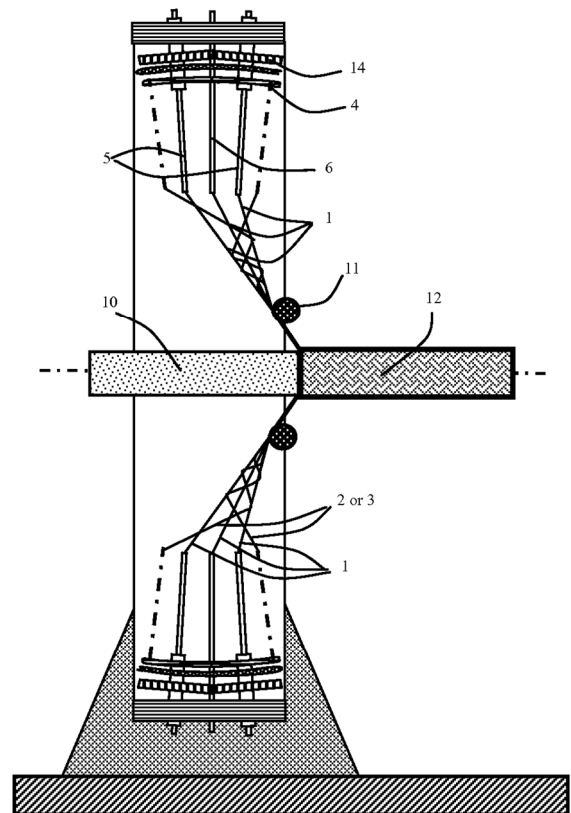


FIG. 11

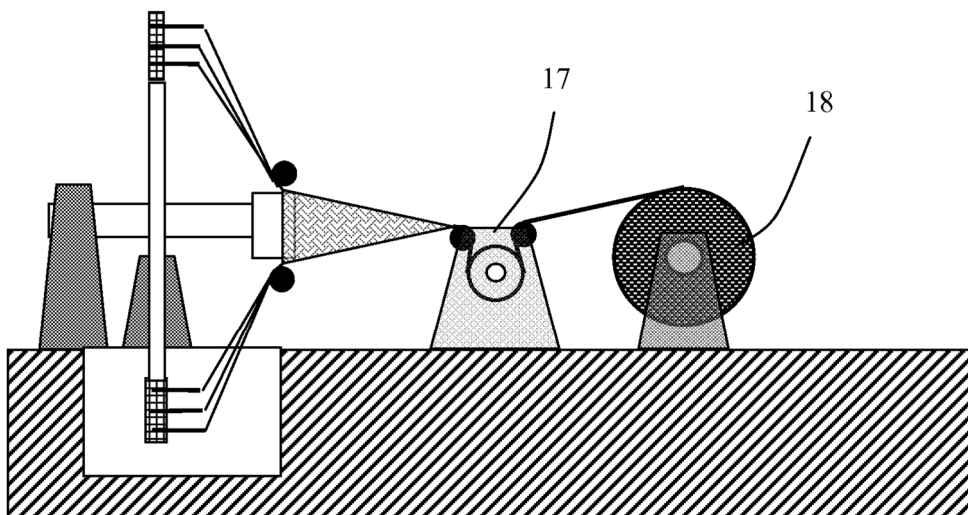


FIG. 12