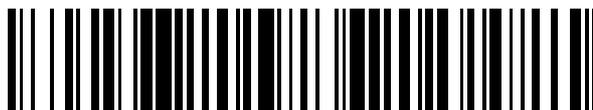


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 612**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

B29C 70/38 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2008 E 08717792 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2136979**

54 Título: **Troquel elástico para tendido de fibras, dispositivo de tendido con dicho troquel y utilización de dicho dispositivo**

30 Prioridad:

13.03.2007 DE 102007012609

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

17.10.2016

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
85521 Ottobrunn, DE**

72 Inventor/es:

**MEYER, OLIVER y
SCHOPPE, STEPHAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 586 612 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

Troquel elástico para tendido de fibras, dispositivo de tendido con dicho troquel y utilización de dicho dispositivo

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de tendido para tender piezas de fibras. El dispositivo de tendido según la invención es apropiado, en especial, para emplear en un método de fabricación de una preforma para una estructura de un compuesto de fibras adaptada a un flujo de fuerzas. La invención se refiere además a una utilización del dispositivo de tendido en un método de ese tipo, y a un dispositivo de fabricación de una preforma con un dispositivo de tendido semejante.
- 10 En la fabricación de vehículos automóviles de todo tipo, en especial, en la construcción de aparatos aéreos y aeroespaciales, pero también en otras ramas de la industria, como en la construcción de máquinas, existe cada vez más la necesidad de disponer de materiales resistentes y, no obstante, ligeros de peso y lo más económicos posible. En especial, los materiales de compuestos de fibras ofrecen un potencial de construcción ligera sobresaliente. El principio consiste en que fibras especialmente altamente resistentes y rígidas puedan ser embebidas en una matriz adaptadas a los esfuerzos, con lo cual se producen componentes con propiedades mecánicas sobresalientes, que con las técnicas actuales son típicamente un 25 % más ligeros que el aluminio y 50 % más ligeros que las estructuras de acero de rendimiento comparable. Un inconveniente estriba en los elevados costes del material y, en especial, en la fabricación costosa y, en la mayoría de los casos, manual.
- 15
- 20 Existe por ello el deseo de crear una fabricación automatizada, que posibilite una disposición mecánica de las fibras en el espacio.
- 25 Para fabricar estructuras de compuestos de fibras con fibras dispuestas según el flujo de las fuerzas, se han fabricado para aplicaciones seleccionadas las llamadas preformas como semiproductos textiles. Se trata, en este caso, de productos bi o tridimensionales con dirección de las fibras concebidas de forma adaptada a los esfuerzos.
- 30 Hasta ahora, se tendían para ello fibras continuas en la dirección de las cargas con medios de la tecnología textil y se prefijaban con medios de la técnica textil, por lo general mediante cosido, técnicas de tricotar o similares. Ejemplos de dispositivos y métodos para fabricar tales preformas se encuentran en el documento DE 30 03 666 A1, en el DE 196 24 912, el DE 197 26 831 A1 así como en el DE 100 05 202 A1.
- 35 Sin embargo, los métodos conocidos para fabricar preformas son complicados de aplicación y de técnica de procesos. En especial, en los componentes, donde se hayan de esperar líneas flujos de fuerzas curvas con densidad variable, no es posible fabricar un componente concebido adaptándose al flujo de fuerzas con los métodos conocidos hasta ahora. En especial, las fibras no pueden orientarse a lo largos de pistas definitivamente curvadas de, y no se puede variar localmente el contenido de fibras.
- 40 El documento EP 0 392 974 A2 describe un mecanismo de avance para transportar un cuerpo estratificado con una pinza de vacío para sujetar el cuerpo estratificado con un mecanismo de descarga para retirar una hoja protectora aplicada en una capa de pegamento sobre el cuerpo estratificado.
- 45 En el documento EP 0 512 126 A1, se revela un dispositivo para manipular piezas de trabajo de material compuesto, que presenta un cabezal de transporte pivotante.
- 50 Es misión de la invención crear un dispositivo aplicable en una fabricación de semiproductos textiles para estructuras de compuestos de fibras concebidas adaptándose al flujo de fuerzas, con el cual las fibras puedan adaptarse mejor a trazados de flujos de fuerzas complicados.
- 55 Se resuelve este problema con un dispositivo de tendido según la reivindicación 1 adjunta.
- Una utilización ventajoso en un método de fabricación de estructuras de compuestos de fibras así como de un dispositivo de fabricación de preformas con un dispositivo tendido semejante son objeto de las reivindicaciones secundarias.
- 60 Configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones subordinadas.
- Según la invención, se prevé un dispositivo de tendido para tender piezas de fibra con una superficie elásticamente deformable para ejercer presión superficialmente sobre las piezas de fibras en una superficie de molde tridimensional.
- 65 Un mecanismo semejante posibilita, por ejemplo, el tendido de piezas de fibras a lo largo de geometrías superficiales discrecionales, por ejemplo, también a lo largo configuraciones superficiales tridimensionalmente curvadas.

- En un método de fabricación de semiproductos textiles, para los que el mecanismo de tendido es aplicable por conveniencia, se puede elaborar una preforma de modo que se extienda primero aplanadamente un haz de filamentos de fibras, preferiblemente un roving. De este haz de filamentos de fibras extendido, se recorta luego una pieza de cinta de fibras, también llamada patch en la descripción siguiente, preferiblemente de longitud prefijada.
- 5 Seguidamente, se recoge la pieza de cinta de fibras mediante un dispositivo tendido y se emplaza en una posición predefinida. Se fija allí la pieza de cinta de fibras mediante un material aglutinante. Se repite el recorte, el tendido y la fijación de piezas de cinta de fibras, emplazándose y fijándose las piezas de cinta de fibras en diferentes posiciones predefinidas. Se realiza esto preferiblemente de tal modo que, a partir de los diversos patches fijados uno al lado de otro y/o en otros componentes eventuales de la preforma, se conforme la deseada preforma con la
- 10 orientación de fibras adecuadamente adaptadas al flujo de fuerzas. Con ello, también se puede, por ejemplo, reforzar selectivamente una zona de una preforma fabricada convencionalmente, por ejemplo, siempre que se tiendan patches adaptados a los flujos de fuerzas en lugares especialmente recargados.
- Visto en general, un método semejante, que puede llamarse también tecnología de preformado de patches de fibras, posibilita mediante un proceso de tendido especial la aplicación exactamente en posición de pequeñas piezas de fibras (patches). Con la orientación y el número de piezas de fibras, pueden satisfacerse las propiedades de la preforma requeridas.
- 15 Una orientación de las piezas de fibras a lo largo de superficies complicadas curvadas tridimensionalmente se posibilita con el dispositivo de tendido según la invención. En configuración preferida, el dispositivo de tendido es apropiado para tender exactamente en posición, según un plan de tendido piezas de fibras (patches) aglutinadas y recortadas según geometrías definidas, en el marco de una tecnología (FPP) de preformado de patches de fibras. Un troquel de tendido propuesto para ello forma parte del dispositivo de tendido y puede montarse en diversas variaciones geométricas, por ejemplo, en forma paralelepípedica o en un formato de rodillo, etc.
- 20 Preferiblemente, se dispone la superficie elásticamente deformable en un cuerpo elastómero, en especial, la superficie flexible se conforma, en este, con mayor preferencia de silicona, un elastómero que resiste muchas variaciones de carga y que tiene, al mismo tiempo, funciones desprendedoras, lo que resulta ventajoso para transportar fibras aglutinadas y, en especial, para tenderlas. La silicona se retícula con un ablandador y el elastómero contiene una adición de porciones metálicas. El elastómero contiene por lo menos en la zona de la superficie flexible de 10 a 25 % en peso de un polvo metálico, en particular, de un polvo de metal ligero.
- 25 La adecuación de la superficie mediante un cuerpo elastómero se asemeja a la técnica de impresión por tampón. En cualquier caso, no se conoce, en cualquier caso, ninguna aplicación similar de un dispositivo de tendido.
- 30 En una aplicación ventajosa del dispositivo de tendido en el marco de una fabricación de preformas, pueden fabricarse, en especial, preformas optimizadas según el flujo de las fuerzas por tendido de piezas de fibras extendidas, recortadas muy cortamente. Por ejemplo, un aparato de corte de fibras recorta cintas de fibras provistas de aglutinante, especialmente prefabricadas en trozos cortos y las envía a una cinta de producción continua bajo vacío. Allí se individualizan las piezas de cinta de fibras y se transportan al dispositivo de tendido. El traspaso de las piezas de cinta de fibras a un cabezal de tendido del dispositivo de tendido tiene lugar preferiblemente en voladizo sobre una combinación de módulos de succión y módulos de purga.
- 35 En configuración preferida, el dispositivo de tendido está provisto de un mecanismo activador para el material aglutinante, por ejemplo, un dispositivo calefactor en el cabezal de tendido, que calienta la pieza de cinta de fibras durante el transporte al lugar de emplazamiento y con ello activa un aglutinante. El mecanismo calefactor se ha realizado como mecanismo calefactor eléctrico, habiéndose previsto por lo menos un cable de corriente flexible para conectar eléctricamente el mecanismo calefactor. El por lo menos un cable de corriente presenta al menos un hilo de carbono conducido a través de un elemento de soporte. El elemento de soporte elástico presenta un bloque de un elastómero. El cabezal de tendido ejerce presión sobre la pieza de cinta de fibras en el lugar predefinido y se suelta luego preferiblemente con un impulso de purga. El cabezal de tendido vuelve luego a la posición de partida.
- 40 Para poder configurar también figuras tridimensionales complicadas, se prevé, por ejemplo, que la pieza de cinta de fibras sea comprimida al emplazarla sobre una zona parcial de una superficie del molde para la preforma.
- 45 Un cabezal de tendido del dispositivo de tendido, que presenta la superficie flexible o superficie de presión, se controla preferiblemente automáticamente de tal modo que el cabezal de tendido pueda moverse de un lado a otro entre por lo menos una o varias posiciones de recepción, donde las piezas de fibra se reciban, por ejemplo, individualizadas de las piezas de cinta de fibras antes mencionadas, y las posiciones respectivamente predeterminadas.
- 50 Para posicionar exactamente en su lugar las piezas de cinta de fibras, se prefiere además que se sujeten sólidamente en la superficie flexible, por eso se ha previsto un dispositivo de sujeción. Lo cual se puede llevar a cabo preferiblemente mediante fuerzas neumáticas, en especial, mediante succión y purgado. El dispositivo de sujeción presenta preferiblemente un mecanismo neumático, mediante el cual la pieza de fibras se puede succionar hacia la superficie elástica o alejarla de ella por purgado.
- 55
- 60
- 65

Preferiblemente, un espacio hueco de un canal y/o de un sistema de distribución está provisto de una estructura de apoyo permeable al gas, empleando una tela no tejida de succión. La sujeción mediante succión neumática tiene la ventaja, junto con la recepción simplificada mencionada arriba de las piezas de cinta de fibras, de que las piezas de cinta de fibras pueden descansar de forma plana sin deformaciones. En especial, en el caso de una estructura de una pieza de cinta de fibras extendida de forma plana, es posible sin problemas la sujeción mediante succión.

Cuando un mecanismo de emplazamiento, mediante el cual se mueve la superficie flexible para tenderla, presenta también un mecanismo para girar o pivotar la superficie, se pueden tender con sencillez las piezas de fibras con orientaciones de las fibras mutuamente diferentes. Por ello, se puede conseguir un tendido con orientaciones de fibras, que pueden seguir incluso pistas más curvadas prefijadas.

En configuración preferida, el dispositivo de tendido está en condiciones, según ello, de recibir piezas de fibras como, por ejemplo, recortes de fibras, rápida y económicamente y de transportarlas a un determinado lugar de tendido. Durante el transporte, un mecanismo activador activa un material aglutinante para fijar las fibras. Por ejemplo, una calefacción integrada en la superficie de contacto calienta el material y activa con ello un medio aglutinante sobre el recorte de fibras.

En el lugar de emplazamiento, se ejerce presión sobre la pieza de fibras en una superficie, por ejemplo, una preforma, donde se adapta la superficie flexible de la geometría superficial.

En el lugar de emplazamiento se suelta además ventajosamente el grupo de fibras así comprimido con un impulso de purgado. Por ello, está provista la superficie flexible de canales de succión y de purga para succionar y purgar una pieza de fibras. Esto puede contribuir al mismo tiempo para la refrigeración del material aglutinante.

El material aglutinante se enfría en el lugar de emplazamiento y se endurece, con lo cual se fijan las fibras. El material de fibras permanece en el lugar de emplazamiento y el cabezal de tendido puede volver de nuevo a la posición de recepción para recoger la próxima pieza de fibras.

Ejemplos de realización de la invención se explican a continuación más detalladamente a base de los dibujos representados. En ellos se muestra:

Figura 1, una representación de conjunto esquemática de un dispositivo para la fabricación de una preforma con el fin de fabricar estructuras de compuestos de fibras adaptadas a los flujos de fuerzas;

Figura 1a, una representación esquemática de una configuración alternativa del dispositivo de la figura 1 en un plano de separación indicado por una línea de puntos y trazos;

Figura 2, una representación esquemática de un dispositivo desenrollador utilizable en el dispositivo según la figura 1 para desenrollar un haz de filamentos de fibras tratable en el dispositivo según la figura 1;

Figura 3, una representación esquemática en perspectiva de un sensor de posición utilizable en el dispositivo de desenrollamiento de la figura 2 así como un diagrama de su curva característica;

Figura 4, una vista en perspectiva de un dispositivo de extensión conocido en sí mismo para explicar el principio de actuación de una extensión de un haz de filamentos de fibras empleado en el dispositivo según la figura 1;

Figura 5, una representación esquemática en perspectiva de un dispositivo de extensión utilizable con el dispositivo de la figura 1;

Figura 6a, una vista lateral esquemática de un dispositivo de esponjamiento utilizable con el dispositivo de la figura 1;

Figura 6b, una representación esquemática del principio de actuación del mecanismo de esponjamiento de la figura 6a;

Figura 7, un alzado lateral esquemático de un mecanismo de aglutinación utilizable con el dispositivo de la figura 1;

Figura 8, un alzado lateral esquemático de una combinación de dispositivo corte y dispositivo de tendido empleada con una forma de realización de un dispositivo para fabricar una preforma;

Figuras 9 y 10, representaciones esquemáticas del principio de actuación del mecanismo de corte de la figura 8;

Figura 11, una representación esquemática de pistas prefijadas para el tendido de fibras mediante uno de los dispositivos según la figura 1 o la figura 8;

Figura 12, una línea piezas de cinta de fibras tendidas mediante el dispositivo según la figura 1;

Figura 13, una representación esquemática de una preforma fabricable con uno de los dispositivos según la figura 1 o la figura 8;

Figura 14, una vista esquemática de la sección transversal a través de un cabezal de tendido utilizable con el dispositivo de tendido de la figura 8 o la figura 1;

Figura 15, una vista por debajo sobre el cabezal de tendido de la figura 14; y

Figura 16, una representación en perspectiva esquemática y detallada del dispositivo de tendido de la figura 8.

5 En la figura 1 se representa un dispositivo de fabricación de preformas designado en conjunto con la referencia 10. Con dicho dispositivo 10 de fabricación de preformas, se puede fabricar con sencillez un semiproducto textil complicado con filamentos de fibras, que discurren adaptadas al flujo de las fuerzas, para la fabricación de estructuras de compuestos de fibras incluso con diseño complicado del semiproducto. Tales semiproductos textiles se llaman preformas. La fabricación de dichas preformas se lleva a cabo en el dispositivo según la figura 1 a partir de piezas de fibras cortas individuales fijadas mediante material aglutinante, piezas que se han recortado antes a partir de una madeja de filamentos de fibras especialmente preparada o una cinta de fibras. El dispositivo 10 de fabricación de preformas puede fraccionarse, por tanto, en un grupo 12 preparador para preparar las cintas 14 de fibras y en un grupo 16 de corte y tendido para cortar piezas de cinta de fibras y tenderlas. Se ha indicado con una línea de puntos y trazos la posible separación 15 entre dichos grupos 12 y 16.

10 La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización de un grupo 16 de corte y tendido semejante; un segundo ejemplo de realización de un grupo 16 de corte y tendido semejante se representa en la figura 8.

15 En primer lugar, se explica a base de la figura 1 la estructura conjunta así como el principio de actuación del dispositivo 10 de fabricación de preformas, después de lo cual se explican entonces sus diferentes grupos estructurales individuales a base de las otras figuras.

20 Tal como puede observarse en la figura 1, el dispositivo 10 de fabricación de preformas presenta un dispositivo 18 de desenrollado, un dispositivo 20 de extensión, un dispositivo 22 aglutinador, un dispositivo 24 de corte, un dispositivo 26 de transporte, un dispositivo 28 de tendido así como un molde 30 previo. Dichos dispositivos 18, 20, 22, 24, 26, 28 y 30 individuales son respectivamente capaces de transitar por sí mismos y también pueden utilizarse para cumplir sus objetivos de utilización sin los otros dispositivos respectivos.

25 Por ello, la presente revelación comprende también los respectivos dispositivos 12, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 individualmente y solos respectivamente.

30 El dispositivo 18 de desenrollado sirve para suministrar una madeja de filamentos de fibras, por ejemplo, un roving. El dispositivo 18 de desenrollado está configurado, como aún se verá explicado más detalladamente a continuación, de tal modo que se facilite un desenrollado sin torsión del roving 32. Para fabricar componentes (CFK) reforzados por fibras de carbono, se utiliza en el ejemplo de realización representado un roving 32 de carbono.

35 El dispositivo 20 de extensión sirve para extender del modo más ancho posible los distintos filamentos del roving 32, para disponer así de una cinta 14 de fibras lo más plana posible con el menor número capas de filamentos individuales adyacentes posible. Para ello, el dispositivo 20 de extensión tal como se explicará aún más detalladamente a continuación, presenta un mecanismo 34 dispersor y un mecanismo 36 de esponjamiento.

40 El dispositivo 22 aglutinador sirve para proveer de un material 38 aglutinante a los filamentos de la cinta 14 de fibras y/o a las diversas piezas de cinta de fibras, que sirva para fijar las piezas de cinta de fibras en el preforma. En la forma de realización representada en la figura 1, el dispositivo 22 aglutinador forma parte del grupo 12 de preparación y se utiliza para proveer de material 38 aglutinante a la cinta 14 de fibras extendida. En formas de realización no representadas del dispositivo 10 de fabricación de preformas, se puede subordinar adicional o alternativamente un dispositivo 22 aglutinador al grupo 16 de corte y de tendido para proveer entonces de material 38 aglutinante a las piezas de fibras ya recortadas.

45 El dispositivo 24 de corte se ha conformado para cortar piezas de determinada longitud de la cinta 14 de fibras (piezas de fibras). Las distintas piezas de cinta de fibras se designarán a continuación como parches 40, 40', 40".

50 El dispositivo 26 de transporte sirve para individualizar los parches 40 y para transportarlos al dispositivo 28 de tendido.

55 El dispositivo 28 de tendido se ha realizado de tal modo que pueda recoger parches 40 individuales y los pueda emplazar en posiciones predeterminadas, en este caso en el molde 30 previo. El molde 30 previo sirve para dar a la preforma 42 una configuración superficial tridimensional prefijada.

El dispositivo 10 de fabricación de preformas presenta además un dispositivo 44 de control, que presenta en este caso varios controles 44a, 44b, que controla los distintos dispositivos 12, 18, 20, 22, 26, 30 de tal modo que se forme la preforma 42 a modo de cubierta de producto de parches a partir de o con los distintos parches 40.

60 Con el dispositivo 10 de fabricación de preformas, se puede llevar a cabo, por consiguiente, automáticamente el siguiente método de fabricación para fabricar una preforma 42 para una estructura de un compuesto de fibras adaptada a los flujos de fuerzas:

65 Primero se extiende un haz de filamentos de fibras presentes en forma de roving 32 y se provee del material 38 aglutinante térmicamente activable en el presente ejemplo de realización. La cinta 14 de fibras aglutinada dispuesta se recorta, a continuación, en las piezas de longitud definida – parches 40 -. Los parches 40 se

individualizan y se transportan al dispositivo 28 de tendido. El dispositivo 28 de tendido emplaza cada patch 40 en una posición 46 respectivamente prefijada del molde 30 previo y ejerce presión sobre el patch 40 en el molde 30 previo.

5 Con el dispositivo 10 de fabricación de preformas puede llevarse a cabo, por consiguiente, una tecnología de preformación de patches de fibras, que posibilita mediante un proceso de tendido especial la aplicación precisa en posición de piezas de fibra cortas.

10 Por la orientación y el número de las piezas de fibras, pueden satisfacerse las propiedades requeridas de la preforma 42. Con ello, pueden orientarse fibras a lo largo de pistas curvas definidas; y el contenido de fibras puede variarse localmente.

15 Por el emplazamiento piezas de cintas de fibras – patches 40 – cortas extendidas y recortadas, se pueden fabricar preformas 42 optimizadas según los flujos de fuerzas. Un mecanismo 48 de corte de fibras recorta las cintas 14 de fibras aglutinadas, especialmente prefabricadas en piezas cortas, y los traspasa a una cadena 50 de fabricación en vacío del mecanismo 26 de transporte.

20 El traspaso de los patches 40 desde la cadena 50 de fabricación de vacío a un cabezal 52 de tendido del dispositivo 28 de tendido tiene lugar pasando por encima de una combinación de módulos de succión y purga. El cabezal 52 de tendido calienta el patch 40 durante el transporte al lugar de tendido y activa con ello el material 38 aglutinante. El cabezal 52 de tendido ejerce presión sobre el patch 40 en el lugar prefijado y luego se suelta con un impulso de purga. El cabezal 52 de tendido retorna luego a la posición de partida.

25 Esta tecnología permite la producción completamente automática de preformas de fibras complejas. Parámetros como contenido de fibras, orientación de las fibras y radios de las curvas pueden variarse ampliamente.

30 En las formas de realización representadas aquí, se utilizan fibras de carbono extendidas en vez de semiproductos textiles para fabricar las preformas 42. La longitud de las fibras es muy corta (pocos centímetros) en comparación con productos preconfeccionados, que utilizan fibras largas. Por un posicionamiento especial de las fibras cortas – en los patches 40 – pueden conseguirse valores característicos similarmente altos como con los compuestos de fibras largas.

35 Las fibras cortas pueden tenderse con relativa precisión a lo largo de de las trayectorias del flujo de fuerzas complejo. En recortes textiles empleados antes para fabricar tales preformas, sólo podían ajustarse orientaciones preferentes.

40 Por ello pueden representarse aquí con la tecnología representada formas geométricas extremas. El método de fabricación se automatiza completamente y pueden incluirse variaciones de espesor dentro de una preforma y/o modificarse los contenidos volumétricos de las fibras.

45 En el el dispositivo 10 de fabricación de preformas representado en la figura 1, se utiliza un láser 54 en el grupo 16 de corte y tendido como aparato 48 de corte de fibras, cuyo láser puede moverse controlado en el proceso exactamente respecto de la cinta 14 de fibras. Además, se indicado en la figura 1 un brazo robótico como mecanismo 184 de tendido para mover el cabezal 52 de tendido. El molde 30 previo puede moverse y girar exacta y definitivamente respecto para ello para poder generar con sencillez estructuras en 3D de diversa complejidad de preformas 42.

50 Resumiendo, una idea básica de la forma de realización de la tecnología de preformación de patches de fibras representada aquí es extender rovings 32 de fibras de carbono con la mayor anchura posible, recubrirlas de polvo aglutinante y recortar los llamados patches 40 con una nueva técnica de corte en piezas de longitud definida. Dichos patches 40 son recibidos después por el dispositivo 28 de tendido especial, emplazados en una posición prefijada y fijados mediante el material 38 aglutinante. Por consiguiente, pueden fabricarse las más diversas geometrías de los componentes y arquitecturas de las fibras.

55 Con el proceso de fabricación representado aquí, se emplean fibras extendidas. Una extensión de las fibras constituye una base para evitar agrupaciones locales de extremos de fibras en el interior del material compuesto ulterior, ya que esa concentración de tensiones provoca y en el peor de los casos pueden dar lugar a fallos de los componentes. Mediante un extendido se reduce el espesor de los rovings 32. Con ello, pueden llegar más fibras continuas a la zona de influencia de un extremo de fibra y compensar las puntas de tensión. Por lo demás, con un tendido solapante se reduce el escalón en el extremo del corte de un roving 32.

60 Un escalón semejante podría ser con un roving sin extendido de hasta 250 µm de altura y daría lugar a un desvío de las fibras de carbono situadas encima afuera de la orientación del flujo de fuerzas. Adicionalmente, podría formarse allí una zona rica en resina, que actuaría negativamente sobre la resistencia del material.

65

Para poder llevar a cabo un extendido lo más efectivo posible, deberían evitarse torsiones del roving 32, ya que filamentos dispuestos transversalmente podrían volver a estrechar un roving ya extendido. La tensión dentro de un roving 32 en estado extendido debería ser constante, pues por las diferencias de tensión podrían verse afectadas la anchura del extendido y la calidad del mismo.

5 El dispositivo 18 de desenrollado, que a continuación se explicará con mayor detalle a base de la figura 2, sirve para poder suministrar un roving 32 sin torsión desde un bobina 56 de alimentación y para compensar el movimiento pendular del roving 32 con la tracción de la bobina 56 de alimentación. El dispositivo 18 de desenrollado presenta para ello un apoyo 58 móvil de la bobina 56 de alimentación de tal modo que la bobina 56 de alimentación se mueva
10 según la posición de la zona justamente a desenrollar del roving 32 de forma que la posición de desenrollado permanezca lo más constante posible.

15 Para ello, el apoyo 58 dispone de un carro 62 apoyado a lo largo de una guía 60 lineal. El carro 62 puede moverse mediante motores de paso y, en el ejemplo representado aquí, mediante un husillo 64 de accionamiento en la dirección del eje de giro de la bobina 56 de alimentación. El movimiento del carro 62 es accionado por un motor 66 con control incorporado. Un sensor 68 detecta la posición 70 actual del roving 32 y controla con ello el movimiento de rotación del motor 66.

20 Como sensor 68 sirve, en este caso, un fotodiodo 72 de resolución local, que se ha representado en la figura 3 junto con su línea característica. Una línea de diodos del fotodiodo 72 registra la sombra del roving 32 y da la posición a través de un circuito amplificador (no representado explícitamente) como señal analógica. El centro de una silueta corresponde en función del lugar a un determinado valor de la tensión.

25 La señal analógica se traspasa como señal de tensión bipolar al control del motor 66, donde 0 voltios corresponde al centro del sensor. Adicionalmente se ilumina el sensor 68 con un foco IR-LED (diodo emisor de luz iridiscente) de una determinada frecuencia, por ejemplo, 10 kHz, para evitar una influencia en la señal de medición por la luz ambiental. Dicho sensor 68 se optimiza a los requerimientos especiales de un desenrollamiento compensador de la posición del roving 32 en la bobina 56 de alimentación y permite aún más ajustes como, por ejemplo, el desplazamiento del centro y la adaptación de la flexión. La combinación del fotodiodo 72 de resolución local y del
30 servomotor 66 controlado tiene la ventaja de que el movimiento antagónico se dispara en función de la velocidad del movimiento actual del roving 32. Con velocidades de tracción lentas, se disparan movimientos de compensación relativamente lentos, mientras que altas velocidades de tracción disparan movimientos antagónicos rápidos correspondientes. Con ello se desenrolla el roving 32 sensiblemente libre de oscilaciones como cinta 74 plana. Al final del dispositivo 18 de desenrollado, el roving 32 rodea con un movimiento en forma S dos pequeños rodillos 75, en este caso dos pequeños rodillos de acero fino entallados, que adicionalmente estabilizan las últimas oscilaciones.
35 El dispositivo 18 de desenrollado puede representarse de forma diferente a la figura 1 operándose también de modo completamente autónomo respecto de los restantes grupos constructivos y necesitando básicamente sólo un suministro de energía, por ejemplo, una conexión de corriente.

40 El roving 32 recorre en conexión en el dispositivo 18 de desenrollado un tramo de extendido en el dispositivo 20 de extendido.

45 El dispositivo 20 de extendido presenta, como ya se mencionó más arriba, primero el mecanismo 34 extensor, que se ha representado más exactamente en la figura 5 y su principio de actuación se explicará primero a base de la figura 4.

50 La figura 4 muestra un esquema de principios ya conocido a partir del documento DE 715801 A del antiguo principio de extendido mecánico. En este caso, una madeja 14 de fibras recorre consecutivamente una barra 76 doblada y luego una barra 78 recta.

55 La combinación de una barra recta con otra curva cuida en el extendido de radio básicamente conocido, representado en la figura 4, de que la fuerza de tracción, que actúa sobre las fibras, sea desviada. Actúa, pues, también una fuerza, que hace presión sobre las fibras por encima de la barra curvada. En el lugar más elevado de la desviación, actúa sobre los filamentos la mayor fuerza. A distancia creciente de dicho lugar, la fuerza será menor. Es decir, los filamentos pueden aliviarse de la carga cuando se mueven hacia el exterior de la barra curvada. Aunque, al mismo tiempo, el aspecto resultante del extendido depende de la fuerza de tracción sobre las fibras, del rozamiento entre las fibras y la barra, de la posición de las barras entre sí y de la flexión de las barras. En el caso de una flexión extrema, la diferencia de las fuerzas operantes entre el lugar más elevado y una posición exterior es tan grande que el rozamiento superficial de la barra carece ya de importancia. Los filamentos se moverán bruscamente hacia fuera,
60 es decir, el roving 32 resbalaría o se dividiría. Si la flexión es demasiado reducida, entonces la relación de extendido resulta demasiado baja.

65 Debido a ello, el extensor de radio representado en la figura 4 pata no es apropiado para el tratamiento industrial de rovings 32 en la preparación de la fabricación de preformas a escala industrial. En especial, daría lugar a defectos en el roving 32 como, por ejemplo, torsiones, hendeduras o arrugas para resbalar o para henderse en el material extendido.

5 El mecanismo 34 de extendido representado en la figura 5 resuelve problemas con la calidad del material de los rovings u otros haces de filamentos de fibras a extender, siempre que el roving 32 o bien el haz de filamentos de fibras sea sometido siempre de nuevo a por lo menos una arista 80 de extendido doblada convexamente. Para ello, el mecanismo 34 de extendido presenta por lo menos una arista 80 de extendido doblada convexamente, que se mueve respecto del roving con por lo menos una componente de la dirección perpendicularmente al extendido longitudinal del roving 32 o del otro haz de filamentos de fibras de tal manera que el roving sea sometido a tensión en la arista 80 de extendido doblada convexamente y seguidamente se mueva de nuevo con por lo menos una componente de dirección perpendicularmente al roving 32 o al haz de filamentos de fibras alejándose de modo que se libere de la arista 80 de extendido.

10 La por lo menos una arista 80 de extendido se conforma en la realización práctica en un resalto 82 radial en un árbol 84 de rotación.

15 En una configuración preferida según el ejemplo de realización representado en la figura 5, se han conformado por lo menos dos aristas, de las que al menos una se ha configurado como arista 80 de extendido doblada convexamente, móvil desde direcciones opuestas hacia el roving 32 o bien hacia el haz de filamentos de fibras. En el ejemplo de realización se han previsto para ello dos árboles 84, 86 de rotación con resaltos 82 radiales, girando los árboles 84, 86 de rotación de modo mutuamente opuesto.

20 Junto a primeros resaltos 82 radiales, en los que se han configurado aristas 80 de extendido dobladas convexamente, se han previsto por añadidura, en configuración preferida, segundos resaltos 88 radiales, que marchan por inercia con aristas 90 rectas. Con ello, se ha creado un dispositivo de extendido, en el que pueden moverse por lo menos una arista 80 de extendido doblada convexamente y por lo menos una arista 90 recta en direcciones opuestas sobre el roving 32 o el haz de filamentos de fibras, hasta que el roving 32 o bien el haz de filamentos de fibras se extienda entre las aristas 80, 90 de modo similar a la figura 4. Las aristas 80, 90 pueden retornar también para descarga del roving 32 o bien del haz de filamentos de fibras nuevamente en dirección opuesta.

25 Esto es especialmente sencillo en la configuración según la figura 5, realizándose de modo que, en los árboles 84, 86 de rotación accionados opuestamente en este caso por medio de un engranaje 92 de rueda dentada, se conformen varias aletas 94 que configuran los resaltos 84, 86 radiales, las cuales se extienden básicamente en dirección axial y en cuyas zonas radialmente más exteriores se configura las aristas 80 o 90. Además a una aleta 94 con la arista 90 recta sigue en dirección periférica una aleta con la arista 80 de extendido doblada convexamente radialmente hacia fuera y seguidamente de nuevo una aleta 94 con arista 90 recta y así sucesivamente.

30 En una otra realización, las aristas de todas las aletas 94 se configuran como aristas 80 de tendido dobladas convexamente radialmente hacia fuera. Por el ordenamiento de órganos móviles que se mueven opuestamente, en el ejemplo de realización los dos árboles 84, 86 de rotación, se extienden las fibras respectivamente entre dos aristas 80 de extendido dobladas opuestamente.

35 De ese modo el mecanismo 34 de extendido se ha configurado, por así decirlo, como extensor de aletas, que cuida siempre nuevamente del tendido renovado del roving 32 en las aristas 80 de extendido. Adicionalmente se abre una hendidura en el roving 32 o en el haz de filamentos de fibras por la flexión mutua, y los filamentos 100 pueden moverse independientemente unos de otros.

40 En el dispositivo 20 de extendido sigue el mecanismo 34 de extendido, configurado como extensor de aletas, y a continuación el mecanismo 36 de esponjamiento en la dirección de avance del roving 32, el cual se ha configurado en la realización presentada aquí como cámara 96 de succión según el llamado Principio de Fukui. La cámara 96 de succión puede ser del tipo que se describe en el documento US-A-6 032 342. El roving esponjado y previamente extendido es atraído además por una fuerte corriente 98 de aire laminar a la cámara 96 de succión. Los distintos filamentos 100 son rodeados por la corriente de aire y pueden resbalar con relativa facilidad unos sobre otros. Por lo demás, la cámara 96 de succión puede compensar ligeras oscilaciones de la tensión del roving 32.

45 En la fabricación de fibras de carbono, se llevan los haces de filamentos frecuentemente con libertad y a través de ojetas. Además, parte de los filamentos 100 pueden girar alrededor del resto del haz y dar lugar a estrechamientos hacia adentro del roving ya en la fabricación. Tras el enrollado en una bobina de roving, al principio apenas son visibles tales defectos, ya que el haz de filamentos de fibras es estirado de forma plana. Tras el esponjado del haz de filamentos de fibras en el mecanismo 34 de extendido se puede ver, no obstante, claramente partes de los rovings, que discurren transversalmente. Este efecto puede dar lugar a huecos y desplazamientos en el roving 32, que influyen negativamente en la calidad del extendido.

50 Para conseguir una imagen de extendido lo más homogénea posible, se prevé un extendido en varios escalones en una forma de realización de la invención no representada explícitamente, en la cual la relación de extendido se incrementa escalonadamente. Para ello, se prevé primero un primer mecanismo 34 de extendido y un primer mecanismo 36 de esponjado para extender el roving 32 hasta primera medida de anchura, por ejemplo, a un valor

entre 8 y 16 mm. Luego sigue otro escalón más con un mecanismo 34 de extendido adicional y otro mecanismo 36 de esponjamiento más con mayores dimensiones que el primer mecanismo de extendido y el primer mecanismo de esponjamiento para llevar a cabo así un extendido hasta una anchura mayor, por ejemplo, entre 20 y 35. mm

5 Después el roving 32 se presenta como cinta ancha y delgada, la cinta 14 de fibras.

En la trayectoria subsiguiente, se aún se dota a dicha cinta 14 de fibras de una pequeña cantidad de material 38 aglutinante.

10 Teóricamente, en un roving de 12k perfectamente extendido de 30 mm de anchura no quedan más que tres filamentos superpuestos. Además, se tomó un diámetro de los filamentos 100 de 7 μm y una máxima densidad de paquete. No obstante, un roving 32 siempre presenta en la realidad fallos de extendido, que pueden dar lugar a zonas más gruesas y, con ello, a un número mayor de extremos de filamentos.

15 La provisión del roving 32 así extendido con material 38 aglutinante se realiza en el dispositivo 22 de aglutinación representado en la figura 7 en su principio. El dispositivo 22 de aglutinación se configura a partir de su principio básico según la forma de un pulverizador tal como se describe, por ejemplo, en el documento US-A-3 518 810, el US-A-2 489 846, el US-A-2 394 657, el US-A-2 057 538 o el US-A-2 613 633. Tiene según ello una tolva 102, en cuya salida discurre un cilindro 106 dotado de elevaciones 104 radiales.

20 El cilindro 106 es en el ejemplo de realización representado un cilindro de acero moleteado, que con su superficie rugosa lleva a cabo el transporte de polvo. Dicho cilindro 106 es tratado a su vez por un cilindro 108 cepillador, que retira el material 38 aglutinante pulveriforme del cilindro 106 y lo esparce sobre la cinta 14 de fibras que corre por debajo.

25 Entre la cinta 14 de fibras y el mecanismo de recubrimiento puede aplicarse una tensión U de modo que el polvo, como en un revestimiento de laca en polvo, pueda depositarse electrostáticamente en la cinta 14 de fibras.

30 El cilindro 106 de transporte así como el cilindro 108 de cepillado son accionados por dos electromotores 110 y 112 separados para poder ajustar lo más libremente posible los parámetros de extendido. El control tiene lugar por medio de un mecanismo 114 de control, que puede formar parte del dispositivo 44 de control.

35 Para evitar que el polvo pueda bloquear en lugares estrechos y agarrotar las piezas mecánicas, la tolva 102 no está sólidamente fija en el resto del dispositivo 22 de aglutinado, sino sujeta en un soporte 116 que permita movimientos de compensación. Una ventaja del soporte 116 es además que la tolva 102 puede oscilar en una operación ininterrumpida y el polvo es removido automáticamente hacia abajo. El polvo se esparce en cantidades exactamente dosificables sobre la superficie del roving 32, que pasa por debajo a una velocidad definida, por ejemplo, de 3 a 6 m/seg. Polvo en exceso cae pasando el roving 32 a un recipiente (no representado) de recogida y puede volver a ser introducido más tarde en el proceso.

40 Las mediciones han mostrado que la cantidad esparcida de material aglutinante depende casi linealmente de la velocidad de rotación del cilindro 106.

45 El dispositivo 22 de aglutinamiento presenta además un mecanismo 118 calefactor para fijar las partículas de polvo del material 38 aglutinante a fundir a temperaturas de calentamiento en la superficie de los filamentos 100.

50 En la forma de realización representada, el mecanismo 118 calefactor presenta un tramo de calentamiento de unos 100 a 500 mm de largo. La configuración preferida del mecanismo 118 calefactor está dotada de rayos calentadores, en este caso, de rayos 120 calentadores infrarrojos. El rendimiento calorífico del mecanismo 118 calefactor puede ajustarse con precisión por medio del mecanismo 114 de control.

Las partículas aglutinantes son fácilmente derretidas y se aglutinan en la superficie de las fibras.

55 Después puede enrollarse – como se indica en la figura 1 - la cinta 14 de fibras terminada en una bobina 121 de película especial y se almacena transitoriamente para una utilización ulterior.

60 En el ejemplo de realización representado en la figura 1, la cinta 14 de fibras así prefabricada especialmente se envía al mecanismo 24 de corte, donde se divide en patches 40, 40', 40" y seguidamente se tiende mediante un dispositivo 28 de tendido.

La figura 1a muestra una realización con grupos 12, 16 separados, utilizando las bobinas 121 de película como ejemplo para un almacenamiento transitorio. Los grupos 12, 16 también podrían estar así en emplazamientos de producción separados.

65 En la figura 8 se ha representado más explícitamente una segunda forma de realización del grupo 16 de corte y tendido. En esta configuración de la figura 8, el dispositivo 24 de corte presenta un aparato 122 de corte de fibras

con un mecanismo 124 de cuchilla y un cilindro 126 antagónico así como por lo menos uno o, como se ha representado aquí, varios cilindros 128 de transporte.

5 El mecanismo 124 de cuchilla se puede accionar en función de la velocidad de rotación de los cilindros 126 antagónicos y/o de los cilindros 128 de transporte para cortar patches 40 de longitud definida-

10 En especial, el mecanismo 124 de cuchilla presenta un mecanismo de acoplamiento (no representado más detalladamente), que acopla un accionamiento del mecanismo 124 de cuchilla con un accionamiento de los cilindros 126, 128.

15 El mecanismo 124 de cuchilla está provisto de un cilindro 130 de cuchillas en el ejemplo representado, que presenta como resalto radial una arista, en este caso varias aristas 132 de cuchilla. El cilindro 130 de cuchillas, en el ejemplo de realización representado, puede acoplarse por medio del mecanismo de acoplamiento no representado de tal modo con el accionamiento de los cilindros 126 antagónicos que las aristas 132 de las cuchillas se muevan con la misma velocidad periférica que la superficie de los cilindros 126 antagónicos.

20 El dispositivo de corte representado en la figura 8 y con mayores detalles en la figura 9 presenta, según ello, un aparato 134 de corte de acoplamiento, en el que dos parejas de cilindros 128 transportadores y un cilindro 126 antagónico engomado es accionado mediante un motor no representado con mayor detalle a través de un engranaje central en unión positiva de forma, por ejemplo, mediante una correa dentada (no representada). Los cilindros 128 transportadores tiran de una cinta de fibras sin fin – aquí en especial la cinta 14 de fibras extendida y la conducen sobre un cilindro 126 antagónico giratorio a la misma velocidad.

25 Sobre el cilindro 126 antagónico hay un montante 136 de cuchillas en posición de espera. Si se ha de realizar un corte, un acoplamiento electromagnético acopla el montante 136 de cuchillas al movimiento del aparato de corte. En el punto de contacto, el montante 136 de cuchillas y el cilindro 126 antagónico tienen la misma velocidad de giro. El material a cortar es roto por un filo 138 de cuchilla.

30 Después, se desacopla el montante 136 de cuchillas y es parado mediante, por ejemplo, un freno electromagnético (no representado). El segundo par de cilindros 128 transportadores evacua los recortes.

35 El aparato 134 de corte por acoplamiento posibilita el recorte sin retroceso de las cintas de fibras extendidas. El ritmo de corte o bien la longitud de corte puede modificarse además de modo controlado por ordenador con la operación en marcha.

40 El mecanismo de frenado (no representado explícitamente) cuida de que el cilindro 130 de cuchillas esté siempre parado cuando el acoplamiento no esté conectado. El acoplamiento y el proceso de frenado marcha por un relé de cambio común (no representado), por ello se excluyen las perturbaciones por fallos del programa. Un mecanismo de sensores no representado adicionalmente, por ejemplo, un circuito de aproximación inductivo registra la posición de la cuchilla y cuida de un frenado de la cuchilla en posición horizontal. Si se dispara una orden de corte por parte del control conectado, por ejemplo, el dispositivo 44 de control, se acopla el cilindro 130 de cuchillas, acelera y realiza un corte. Cuando, como se ha previsto en el ejemplo de realización, el cilindro 130 de cuchillas tiene en ese momento la misma velocidad periférica que el cilindro 126 antagónico, no se esconde el filo 138 de la cuchilla y resulta un tiempo de espera de cuchilla sensiblemente más largo, comparable con una sencilla cuchilla de impulsión. 45 Tras el proceso de corte, se desacopla el cilindro 130 de cuchillas y se frena y se detiene en la misma posición que al comienzo. La longitud de corte se programa en un software de control.

50 La figura 10 muestra el curso esquemático del circuito del aparato de corte. Como puede observarse en la figura 10, se fija el ritmo de corte dependiente de la velocidad de avance del aparato de corte. La longitud de corte mínima resulta a base de las dimensiones del cilindro 130 de cuchillas y el cilindro 126 antagónico y queda, por ejemplo, en el orden de magnitud de la anchura de la cinta 14 de fibras extendida. La máxima longitud de corte es teóricamente ilimitada.

55 En las dos formas de realización presentadas aquí del grupo 16 de corte y tendido, se mandan los patches 40, 40', 40'' tras el dispositivo 24 de corte al mecanismo 26 de transporte, que retira los patches 40, 40', 40'' del dispositivo 24 de corte con una mayor velocidad de transporte que la velocidad de avance de la cinta 14 de fibras hacia el dispositivo 24 de corte o en el mismo. Gracias a ello se individualizan los patches 40, 40', 40'' y se proveen de suficiente gran separación mutua. El mecanismo 26 transportador está provisto de un mecanismo de sujeción, que sujeta los patches 40, 40', 40'' en el mecanismo transportador, y de un mecanismo de traspaso, que traspasa los patches 40, 40', 40'' al cabezal 52 de tendido del mecanismo 28 de tendido. 60

65 El mecanismo de sujeción y el mecanismo de traspaso se han realizado aquí en forma de cadena 50 de producción en vacío. Una cámara 140 de succión voluminosa distribuye el rendimiento de succión de una fuente de depresión no representada en mayor detalle, por ejemplo, una soplante aspiradora, por todo el conjunto del mecanismo 26 transportador. Una cinta con provista de muchos tubos pasantes, por ejemplo, una cinta de polipropileno, es conducida sobre una chapa agujereada que cubre la cámara 140 de succión.

5 El mecanismo 26 transportador es accionado por acoplamiento a una unidad de transporte del dispositivo 24 de corte. En el ejemplo aquí representado, la cadena 50 de producción en vacío está acoplada al engranaje de unión positiva de forma, que acciona los cilindros 128 transportadores y el cilindro 126 antagónico. Al mismo tiempo, una relación de traspaso, por ejemplo, una relación de paso de 1 a 2, cuida de una separación suficientemente grande entre los patches 40, 40', 40". Al final del tramo de transporte, queda una cámara 144 de succión y purga, que es accionada con un módulo de vacío neumático. En tanto la pieza – patch 40 – de fibras es conducida sobre la cámara 144 de succión y purga, se encuentra la misma en operación de succión. Cuando el cabezal 52 de tendido esté en una posición 146 de traspaso prefijada, se dispara en el momento justo un impulso de purga, que manda el patch 40 sobre el cabezal 52 de tendido.

10 El cabezal 52 de tendido succiona el patch 40, lo calienta y lo transporta con orientación prefijada a su posición prefijada.

15 Al mismo tiempo, tal como se ha representado en la figura 11, los patches 40, 40', 40" deben tenderse a lo largo de pistas 148 curvadas prefijadas en el molde 30 previo. Con 150 se han indicado, a lo largo de dichas pistas 148 curvadas, patches 40 tendidos con la correspondiente orientación y su solape. En las zonas de solape, los patches 40 se fijan mutuamente por el material 38 aglutinante calentado por el cabezal 52 de tendido.

20 No obstante, con el dispositivo 24 de corte representado en la figura 1 utilizando el láser 54 (u otro método de corte por rayos) se pueden producir también formas de aristas cortantes complicadas. En la figura 12, se ha representado una forma de aristas cortantes especialmente ventajosa con aristas 152, 154 cortantes curvadas convexa o bien cóncavamente mutuamente complementarias. Las aristas 152, 154 cortantes dirigidas antagónicamente en cada patch 40 están curvadas en forma de arco circular. Gracias a ello, las aristas 152, 154 de corte de patches 40, 40', 40" consecutivos pueden quedar muy ajustadamente unas con otras incluso con acodado de los patches 40, 40', 40", sin que se produzcan intersticios o engrosamientos. De ese modo pueden tenderse también radios de curvatura menores en las pistas 148 con las orientaciones de fibras adecuadas con una disposición de densidad constante de las piezas de fibras. La fijación de los patches 40, 40', 40" puede realizarse por solape con patches vecinos o superpuestos o tendidos por debajo (no representados).

25 De ese modo, se pueden representar también preformas 42 muy complicadas, como se han señalado, por ejemplo, en la figura 13. En este caso, se ha configurado una preforma 192 a modo de un remiendo con las piezas de fibras cortas para una estructura de compuesto de fibras adaptada al flujo de fuerzas destinada a una bocina de ventana, por ejemplo, para un cuerpo de un aparato aéreo o aeroespacial. Los patches 40, 40', 40" está orientados según las líneas de flujo de fuerzas.

30 La forma anular representada se puede conseguir en técnica de procesos, por ejemplo, con un molde 30 previo determinado rotativo, como se ha representado por la flecha 156 en la figura 1.

35 A base de las figuras 14 a 16, se explica ahora aún más detalladamente el dispositivo 28 de tendido y su cabezal 52 de tendido de la forma de realización representada más detalladamente en la figura 8 correspondiente al grupo 16 de corte y tendido.

40 El cabezal 52 de tendido debe satisfacer la función de recibir una pieza de fibras o patch 40, 40', 40" y transportarla a la respectiva próxima posición 46 prefijada en el molde 30 previo, donde se ha de tender un patch 40, 40', 40". A este objeto, el cabezal 52 de tendido tiene un dispositivo de sujeción fijo. Aunque también pueden imaginarse otros dispositivos de sujeción fija, en este caso se ha conformado el dispositivo de sujeción como mecanismo 158 de succión en el ejemplo representado aquí con objeto de facilitar una recepción más sencilla del patch desde el mecanismo 26 de transporte.

45 Resulta ventajoso además que el material 38 aglutinante del que está provisto el patch 40 recibido, sea activado con el cabezal 52 de tendido durante el transporte. Para ello, el cabezal 52 de tendido presenta un dispositivo de activación para activar el material 38 aglutinante. El dispositivo de activación está configurado según el material aglutinante utilizado. Si, por ejemplo, se utiliza un material aglutinante activable mediante un aditivo, entonces el cabezal 51 de tendido presenta un mecanismo para el suministro de dicho aditivo. En otra configuración no representada aquí con más detalle, se suministra tanto material aglutinante activo como, por ejemplo, un pegamento, sólo durante el transporte del patch en el cabezal 52 de tendido. En una configuración semejante, el cabezal 52 de tendido presenta un mecanismo de alimentación de material aglutinante. Para utilización en el dispositivo 10 de fabricación de preformas explicado anteriormente, que emplea material 38 aglutinante térmicamente activable, el mecanismo de activación se configura en la forma de realización representada como mecanismo 160 calefactor.

50 Además, resulta ventajoso que el cabezal 52 de tendido pueda emplazar el patch 40, 40', 40" con seguridad también en configuraciones superficiales tridimensionales complicadas del molde 30 previo. Para ello, el cabezal 52 de tendido está provisto de un mecanismo 162 presión, que sea apropiado para ejercer presión sobre el patch transportado en diferentes configuraciones superficiales. El dispositivo 162 de presión presenta, en una

configuración preferida, una superficie 164 flexible, en la que el patch pueda ser sólidamente sujeto mediante el dispositivo de sujeción. La superficie 164 flexible se conforma con mayor preferencia aún realizada en un elemento 166 de soporte elástico.

5 La figura 14 muestra una sección transversal a través de un troquel 168 de tendido del cabezal 52 de tendido, que reúne el mecanismo de sujeción, el mecanismo de activación y el mecanismo de presión. El troquel 168 representado en la figura 14 presenta, por consiguiente, el mecanismo 158 de succión, el mecanismo 160 calefactor así como el mecanismo 162 de presión con la superficie 164 flexible en el elemento 166 de soporte elástico.

10 La figura 15 muestra una vista por debajo de la superficie 164 flexible.

Con el troquel 168 de tendido, pueden tenderse exactamente en posición, con la tecnología (FPP) de preformación de patches de fibras, piezas de fibras (patches) aglutinada y recortadas de geometrías definidas según planes de tendido (por ejemplo, el plan de tendido reproducido en la figura 11). El troquel 168 de tendido es un componente central de la técnica de tendido y también puede utilizarse en otras variaciones geométricas. Se puede pensar en troqueles de tendido, por ejemplo, paralelepípedicos o en forma de rodillo.

15 En el ejemplo de realización concreto según la figura 14, se ha configurado el troquel 168 de tendido como troquel de silicona. La adaptación superficial del troquel de silicona se asemeja a la técnica de impresión por tampón, aunque aquí se lleva a cabo la correspondiente aplicación en un campo completamente diferente tecnológicamente.

20 El troquel 168 de tendido está en disposición recibir rápidamente y con la debida precaución recortes de fibras por medio de una succión integrada – mecanismo 158 de succión - y de transportarlos a un lugar de tendido definido. Durante el transporte, una calefacción calienta el material – mecanismo 160 calefactor - integrada en la superficie de contacto – superficie 164 flexible - y activa con ello el agente aglutinador – agente 38 aglutinante – sobre el recorte de fibras. El recorte de fibras es prensado sobre la superficie, adaptándose el material blando del troquel a la geometría superficial. Cuando el troquel 168 de tendido se retira de la superficie, se dispara un impulso de purga, el material 38 aglutinante se enfría y el material de fibras permanece en el lugar de tendido.

25 El troquel 168 de tendido posibilita la fabricación de preformas 42 de patches de fibras.

30 En la figura 14 se ha representado el elemento 166 de soporte elástico – cuerpo de presión elástico – con una distribución 170 de aire, que forma parte del mecanismo 158 de succión. La parte no representada del mecanismo 158 de succión está provista de fuentes neumáticas habituales y controles neumáticos (no representados). Además, la superficie 164 flexible se representa como superficie 172 calefactora elástica con canales 174 de succión y de purga.

35 El elemento 166 de soporte elástico descansa en una placa 175 de acoplamiento, que está provista de elementos de fijación liberables (no representados) para fijar el troquel 168 de tendido en un mecanismo 176 de posicionamiento (véase la figura 16).

40 Además se ha previsto un termoelemento 178 como parte de control del mecanismo 160 calefactor. Una línea 180 de corriente muy flexible conecta el termoelemento 178 con la superficie 172 calefactora elástica.

45 En la figura 15, se ha representado la superficie de succión – superficie 164 flexible – con los canales 174 de succión y de purga.

50 A continuación se explica más detalladamente la utilización del troquel 168 de tendido así como detalles adicionales del dispositivo 28 de tendido a base de su utilización en el dispositivo 10 de fabricación de preformas.

55 En la tecnología de preformación de patches de fibras presentada aquí, se disponen patches 40 de fibras individuales formando una preforma 42, 192 tridimensional. Para ello, una técnica de tendido adecuada convierte el proyecto constructivo en realidad. El dispositivo 28 de tendido recibe los patches 40 de fibras aglutinados y recortados de la cadena 50 de producción en vacío, que está asociada al dispositivo 24 de corte, y emplaza los patches 40 de fibras a ritmo lo más rápido posible sobre la superficie. En el ejemplo de realización representado, se tienden los patches 40, 40', 40'' de fibras sobre la superficie del molde 30 previo.

60 Al mismo tiempo, los patches 40, 40', 40'' deben ser comprimidos sobre la superficie conformadora para configurar una preforma 42 estable. El troquel 168 de tendido debe ser además lo más blando posible para poder adaptarse con fuerza uniforme a una superficie tridimensional. Resulta ventajoso además para la configuración representada que, poco antes del tendido, se pueda disponer de una determinada cantidad de calor para activar el material 38 aglutinante. Para ello, la superficie 164 flexible está dotada del mecanismo 160 calefactor, que afecta lo menos posible a las propiedades mecánicas del material del troquel. Análogamente a la cadena 50 de producción en vacío, resulta también ventajoso en el troquel 168 de tendido una fijación superficial del patch 40 de fibras de filigrana. Para ello, la superficie 164 flexible tiene también una función succionadora.

65

La fabricación del troquel 168 de tendido se asemeja a la fabricación del troquel de presión por tampón de la técnica de impresión. Para la fabricación de troqueles de presión por tampón existen una serie siliconas especiales, que pueden resistir largo tiempo las cargas mecánicas alternativas permanentes.

5 De esas siliconas, se selecciona la silicona, que corresponda lo mejor posible a los requerimientos adicionales, debidos al mecanismo 160 calefactor así como al contacto con el material 38 aglutinante. Por ejemplo, es adecuada la silicona M 4615, que puede obtenerse en el mercado en la firma Wacker, ya que posee una resistencia al rasgado muy elevada y puede mezclarse con elevadas proporciones de ablandador. Puesto que en el troquel 168 de tendido se integra una calefacción, se hicieron ensayos de estabilidad térmica del material del troquel. Resulta además
10 ventajoso que el troquel 168 de tendido pueda soportar temperaturas constantes de hasta 200°C. Los ablandadores convencionales con base de grasa de silicona tienden además a una difusión elevada y pueden derramarse del troquel de silicona. Ese problema puede resolverse mediante ablandadores, que por lo menos se reticulen parcialmente en la silicona. Semejante ablandador es, por ejemplo, el de la firma Wacker ofrecido en el mercado como Ablandador MH20.

15 Para poder calentar la superficie de tendido del troquel 168 de tendido, se pueden emplear diversos dispositivos 160 calefactores. Se consideran, por ejemplo, calefacciones eléctricas, circuitos de líquidos o aire caliente. En cuanto a técnica de acabado, lo más sencilla es la variante de renovar una calefacción 160 eléctrica. Eso ofrece al mismo tiempo la posibilidad de muy elevados rendimientos térmicos con un ajuste de temperatura exacto.

20 Para no afectar la flexibilidad del elemento 166 de soporte, las líneas 180 eléctricas se hacen por conveniencia mediante un hilo de fibras de carbono. La elevada flexibilidad de un hilo semejante no da lugar a una rigidización de la superficie 164 flexible. Además una fibra semejante soporta también varios cientos de miles de ciclos de carga.

25 La conductibilidad térmica del elemento 166 de soporte elástico se puede incrementar agregando porciones metálicas en la silicona. Para ello resulta apropiado, por ejemplo, polvo de aluminio o un polvo de un metal ligero diferente.

30 Con una proporción de polvo de aproximadamente un 10 a un 25 % en peso, en especial, de aproximadamente 20% en peso, la superficie 164 flexible posee una conductibilidad térmica suficiente de modo que un elemento calefactor del mecanismo 160 calefactor y la superficie 164 flexible pueden mantenerse aproximadamente a la misma temperatura.

35 Con cantidad de polvo creciente, puede limitarse, no obstante, la flexibilidad del troquel 168 de tendido. Si se continúa aumentando la cantidad de polvo, se podría dar lugar a descargas eléctricas disruptivas. Por eso, el porcentaje en peso antes mencionado es el más preferido.

40 En la superficie 164 flexible del troquel 168 de tendido se integraron los canales 174 de succión y de purga, que conducen conjuntamente en el interior del troquel 168 de tendido por encima de una cámara 182. En la cámara 182 se ha tendido un material no tejido de succión (no representado), que evita un colapso al ejercer presión en el troquel 168 de tendido.

45 Para evitar las sobrecargas electrostáticas resulta ventajoso que la superficie 164 flexible esté hecha de material flexible de propiedades antiestáticas. Por ejemplo, la superficie 164 flexible está hecha mediante silicona antiestática. El elemento 166 de transporte elástico se configura, por ello, con la silicona previamente mencionada con buenas propiedades elásticas, mientras que la superficie 164 flexible está hecha de una silicona antiestática. Un ejemplo para una silicona antiestática semejante es la silicona adquirible en el mercado bajo la denominación de Elastosil RT402.

50 A continuación, se explica aún más detalladamente el mecanismo de tendido del dispositivo 28 de tendido a base de la figura 16.

55 El mecanismo 184 de tendido reproducido en la figura 16 sirve para mover el troquel 18 de tendido, para transportar patches 40 de fibras desde el dispositivo 24 de corte a la posición 46 prefijada. El mecanismo 184 de tendido permite un ritmo de tendido rápido y un ángulo de tendido ajustable.

60 Tal como se explicó anteriormente, el patch 40 es traspasado sin contactos desde la cadena 50 de producción en vacío al troquel 168 de tendido. Para ello, el dispositivo 44 de control dispara un impulso de purga de la cámara 144 de succión/purga de la cadena 50 de producción en vacío tras un tiempo de retardo, ajustado en función de una orden de corte. El patch 40 es traspasado en un recorrido aéreo de unos pocos milímetros (unos 0,5 a 140 mm) sobre el troquel 168 de tendido succionante. Después de ello comienza el desarrollo del movimiento del mecanismo 184 de tendido.

65 El mecanismo 184 de tendido presenta un primer accionamiento de translación para transportar el troquel 168 de tendido desde la posición de recepción a una posición por encima de la posición prefijada. Dicho primer accionamiento se ha realizado como cilindro 186 neumático horizontal en el ejemplo de realización del mecanismo

184 de tendido representado. Este cilindro 186 neumático horizontal puede desplazar el troquel 168 de tendido desde su posición receptora sobre el lugar de tendido. Un segundo accionamiento, en este caso en forma de un cilindro 188 neumático vertical, ejerce presión sobre el troquel 168 de tendido, preferiblemente presión regulable sobre la superficie.

5 Durante el proceso de desplazamiento se mantiene la superficie del troquel permanentemente a una temperatura regulable para que el aglutinante pueda activar su adherencia. Tan pronto como el patch 40 toca la superficie, se enfría el material 38 aglutinante y se endurece. Se dispara luego un impulso de purga, en el mecanismo 158 de succión del troquel 168 de tendido, controlado por un dispositivo 44 de control; el troquel de tendido se libera por ello y retorna seguidamente de nuevo a su posición de partida. Al mismo tiempo, las propiedades separadoras de la silicona resultan ventajosas, porque no permanece material 38 aglutinante alguno en el troquel.

15 Por un tercer accionamiento, que está configurado en el ejemplo de realización en forma de un motor 190 de paso con un sistema de árboles 191 de eje estriado, se puede girar el troquel 168 de tendido. Con ello, pueden generarse también sendas de patches 40 oblicuas sin que todo el cabezal de tendido (por ejemplo, troquel 168 de tendido con mecanismo 184 de tendido) tenga que ser girado.

20 Para conseguir un proceso de tendido económico, se planificó una proporción de ritmo muy elevada de más de dos procesos de tendido por segundo. Por ejemplo, se llevan a cabo cinco procesos de tendido o más por segundo. Con una longitud de patch de 60 mm y utilizando un roving de 12k se llega así a un caudal de fibras teórico de 14,4 g/min. Si se desea tender, por ejemplo, un metro cuadrado con patches 40 de fibras en el espesor de un tendido biaxial (unos 500 g/m²), entonces se necesitaría para ello el dispositivo 10 de fabricación de preformas durante 35 minutos. Tiempos más cortos puede conseguirse utilizando varios dispositivos 28 de tendido, por ejemplo, utilizando varios autómatas que trabajen conjuntamente en la superficie.

25 Debido a que por el momento las velocidades conseguibles son relativamente bajas, la técnica de FPP en la forma presentada actualmente es apropiada, en especial, para el refuerzo de otros tipos de preformas así como para componentes de paredes delgadas y complejos. Se puede pensar así en, por ejemplo, el refuerzo de bordes de orificios en tendidos multiaxiales o tejidos. Una bocina de ventana, cuya preforma 192 se ha representado en la figura 13, se podría fabricar asimismo de paredes muy delgadas y con un tendido de fibras definido.

30 Para determinados tipos de preformas se requieren menos grados de libertad en una instalación de FPP – dispositivo 10 de fabricación de preformas -. Si sólo se hubiesen de fabricar, por ejemplo, perfiles de refuerzo, entonces podrían simplificarse y reunirse en una línea de producción conjunta los distintos grupos constructivos.

35 Con ello pueden rebajarse tanto los costes de las instalaciones, como también aumentarse la productividad.

Lista de signos de referencia

40	10	Dispositivo de fabricación de preformas
	12	Grupo de preparación
	14	Cinta de fibras
	15	Separación
	16	Grupo de corte y tendido
45	18	Dispositivo de desenrollado
	20	Dispositivo de extendido
	22	Dispositivo de aglutinación
	24	Dispositivo de corte
	26	Dispositivo de transporte
	28	Dispositivo de tendido
50	30	Molde previo
	32	Roving
	34	Mecanismo de extendido
	36	Mecanismo de esponjamiento
	38	Material aglutinante
55	40, 40', 40"	Patch (recortes de una cinta de fibras; piezas de cinta de fibras)
	42	Preforma
	44	Dispositivo de control
	44a	Control
	44b	Control
60	46	Posición prefijada
	48	Aparato de corte de fibras
	50	Cadena de producción en vacío
	52	Cabezal de tendido
	54	Láser
65	56	Bobina de alimentación
	58	Apoyo

	60	Guía lineal
	62	Carro
5	64	Husillo de accionamiento
	66	Motor
	68	Sensor
	70	Posición
	72	Fotodiodo
10	74	Cintilla plana
	75	Rodillito
	76	Barra curvada
	78	Barra recta
	80	Arista de extendido
15	82	Primer resalto radial
	84	Árbol de rotación
	86	Árbol de rotación
	88	Segundo resalto radial
	90	Arista recta
20	92	Engranaje de rueda dentada
	94	Aleta
	96	Cámara de succión
	98	Corriente de aire laminar
	100	Filamentos
25	102	Tolva/bocina
	104	Elevaciones radiales
	106	Cilindro
	108	Cilindro de cepillado
	110	Electromotor
	112	Electromotor
30	114	Mecanismo de control
	116	Soporte
	118	Calefacción
	120	Radiador calefactor de infrarrojos
35	121	Bobina de película
	122	Aparato de corte de fibras
	124	Mecanismo de cuchillas
	126	Cilindro antagónico
40	128	Cilindro transportador
	130	Cilindro de cuchillas
	132	Aristas de cuchilla
	134	Aparato de corte de acoplamiento
	136	Montante de cuchillas
45	138	Filo de cuchilla
	140	Cámara de succión
	142	Chapa de orificios
	144	Cámara de aspiración/purga
	146	Posición de traspaso
50	148	Pistas curvadas
	150	Patches solapantes
	152	Arista de corte
	154	Arista de corte
	156	Movilidad del molde previo – multidimensional –
55	158	Mecanismo de succión
	160	Mecanismo calefactor
	162	Mecanismo de presión
	164	Superficie flexible
	166	Elemento de soporte elástico
60	168	Troquel de tendido
	170	Distribución de aire
	172	Superficie de calentamiento elástica
	174	Canales de succión y purga
	175	Placa de acoplamiento
	176	Mecanismo de emplazamiento
65	178	Termoelemento
	180	Línea eléctrica

	182	Cámara
	184	Mecanismo de tendido
	186	Cilindro neumático horizontal (primer accionamiento)
5	188	Cilindro neumático vertical (segundo accionamiento)
	190	Motor de pasos (tercer accionamiento)
	191	Sistema de árboles estriados
	192	Preforma de una bocina de ventana

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (28) de tendido para tender piezas (40, 40', 40'') de fibras provistas de material (38) aglutinante para fijar en un molde (30) previo,
- 5 presentando dicho dispositivo (28) de tendido un cabezal (52) de tendido para recibir y tender los piezas (40, 40', 40'') de fibras, el cual comprende una superficie (164) flexible para ejercer presión superficialmente sobre los piezas (40, 40', 40'') de fibras en una superficie (30) de molde curvada, disponiendo el dispositivo (28) de tendido de un mecanismo (176) de tendido para mover y colocar con precisión la superficie (164) flexible entre por lo menos dos posiciones (46, 146) prefijadas,
- 10 siendo el mecanismo (176) de emplazamiento capaz de girar o pivotar la superficie (164) flexible alrededor de un eje de rotación que cruza la superficie flexible o un plano paralelo a la misma, controlándose automáticamente el cabezal (52) de tendido de modo que los piezas (40, 40', 40'') de fibras puedan tenderse a lo largo de pistas (148) curvadas prefijadas sobre la superficie (30) del molde.
- 15 2. Dispositivo de tendido según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la superficie elástica está montada en un cabezal (52) de tendido, que puede moverse entre por lo menos una posición (146) de recepción para recoger por lo menos una pieza (40, 40', 40'') de fibras, y por lo menos una posición (46) prefijada para tender la pieza (40, 40', 40'') de fibras recogida.
- 20 3. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un dispositivo de retención separable para sujetar la pieza de fibras en la superficie (164) flexible.
4. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un mecanismo de activación para activar el material (38) aglutinante con el fin de fijar las piezas (40, 40', 40'') de fibras en un lugar de tendido.
- 25 5. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un mecanismo (160) de calefacción para calentar una pieza (40, 40', 40'') de fibras que descansa en la superficie (164) flexible.
- 30 6. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la superficie (164) flexible está montada en un elemento (166) de soporte elástico.
7. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la superficie (164) elástica está hecha de un elastómero, estando formado el elastómero a partir de silicona o conteniendo silicona.
- 35 8. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la superficie (164) flexible está hecha a partir de un elastómero antiestático o conteniendo un elastómero antiestático, en especial, una silicona antiestática.
- 40 9. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** al menos un elemento de calefacción eléctrico está embebido en el elastómero en la proximidad de la superficie (164) elástica.
- 45 10. Dispositivo de tendido según la reivindicación 6 o según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** el elemento (166) de soporte está provisto de por lo menos un canal (170) para conducir un agente de presión de un dispositivo (158) neumático para la superficie (164) flexible y/o un sistema distribuidor para distribuir el agente de presión sobre la superficie (164) flexible.
- 50 11. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** un troquel (168) de tendido, que soporta la superficie (164) flexible a modo de una superficie de troquel elástica, que se puede fijar en el mecanismo (176) de emplazamiento y/o por que el troquel (168) de tendido presenta un mecanismo (4) de acoplamiento para acoplar de modo separable en el mecanismo (176) de emplazamiento.
- 55 12. Dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el mecanismo (176) de emplazamiento presenta un mecanismo (184) de tendido con un primer accionamiento (186) para accionar el troquel (158) de tendido en una primera dirección y un segundo accionamiento (188) para accionar el troquel (158) de tendido en una segunda dirección diferente a la primera dirección, preferiblemente perpendicular a la mismo, y/o un brazo de robot.
- 60 13. Aplicación del dispositivo de tendido según una de las reivindicaciones 1 a 12 a un método de fabricación de estructuras de compuestos de fibras adaptadas al flujo de las fuerzas, para tender piezas (40, 40', 40'') de fibras en posiciones prefijadas.
- 65 14. Dispositivo (10) de fabricación de preformas, que presenta varios dispositivos (18, 20, 22, 26, 28, 30), de los que uno es el dispositivo (28) de tendido según una de las reivindicaciones 1 a 12, y que presenta además un dispositivo (44) de control, que controla los dispositivos (18, 20, 22, 26, 28, 30) individuales, donde el dispositivo (44) de control controla los dispositivos (18, 20, 22, 26, 28, 30) individuales de modo que para conformar una preforma (42) se

tienden en el molde (30) previo las piezas (40, 40', 40'') de fibras individuales a modo de tapa de zurcido a lo largo de pistas (148) curvadas prefijadas.

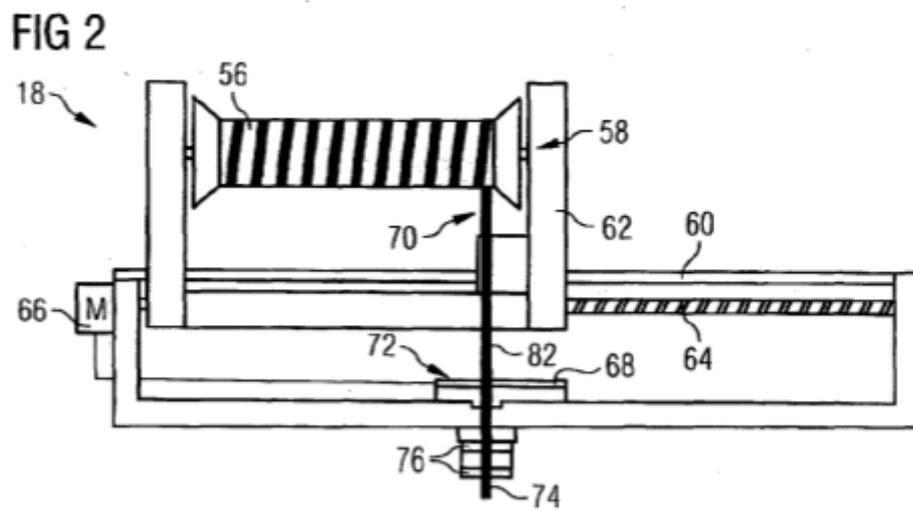
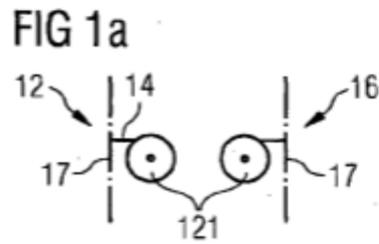
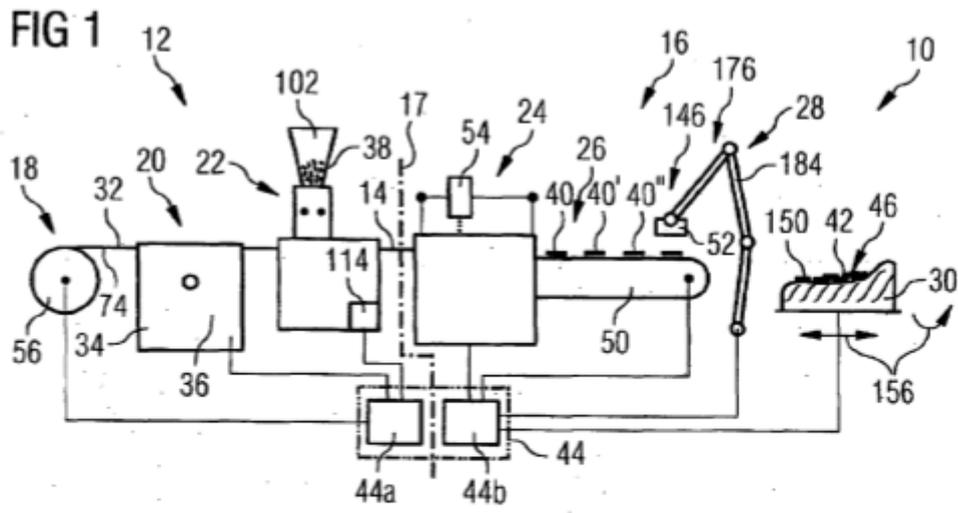


FIG 3

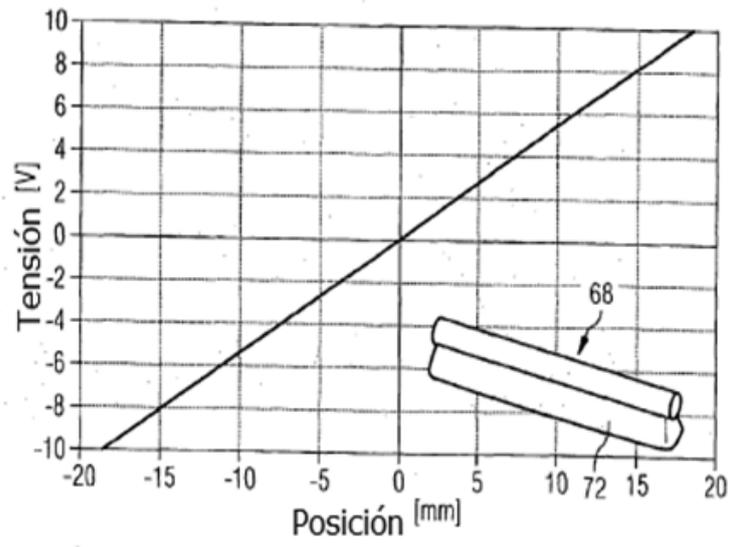


FIG 4

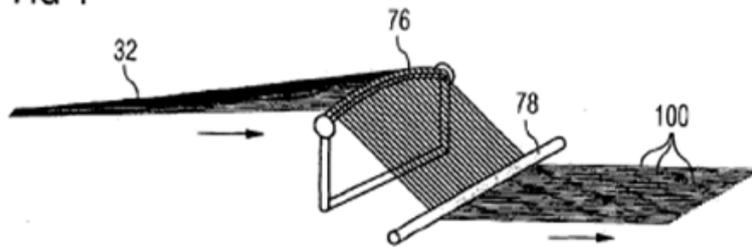


FIG 5

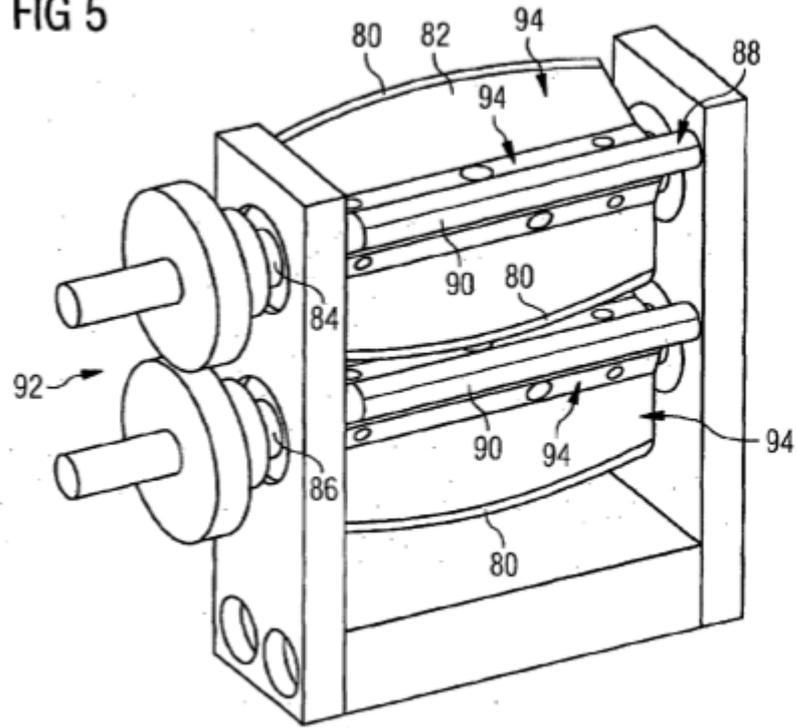


FIG 6a

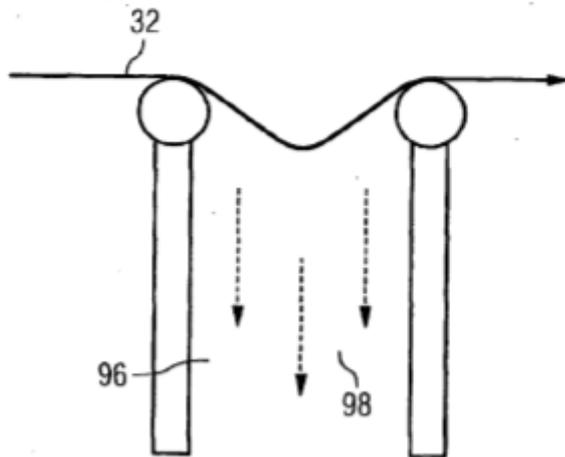


FIG 6b

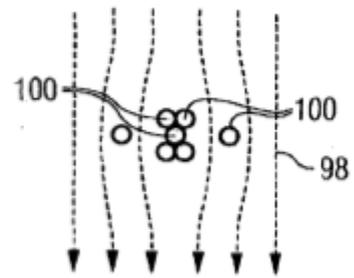


FIG 9

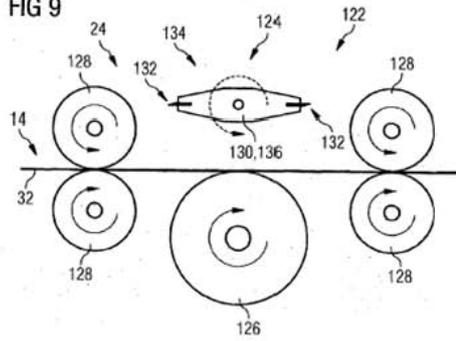


FIG 10

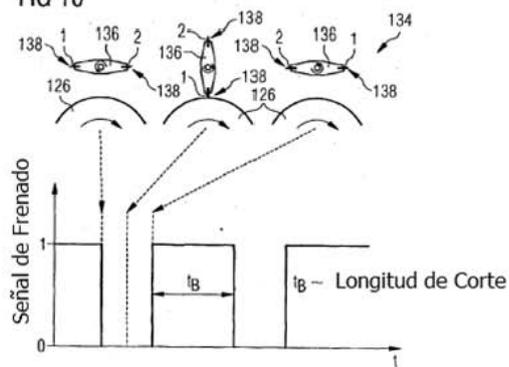


FIG 11



FIG 12

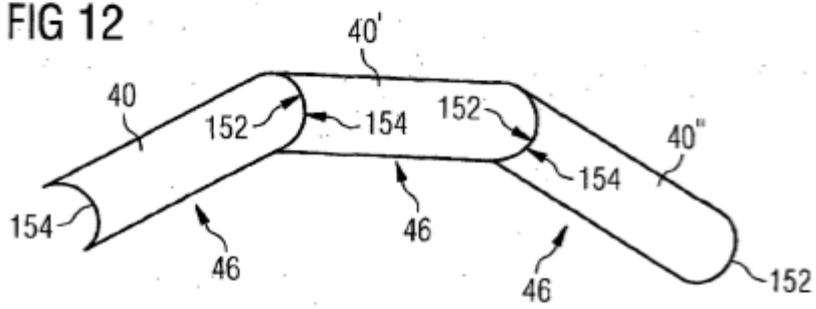


FIG 13

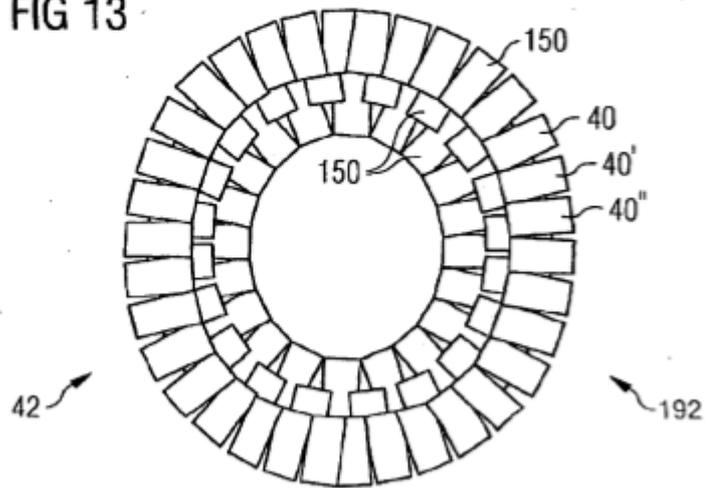


FIG 14

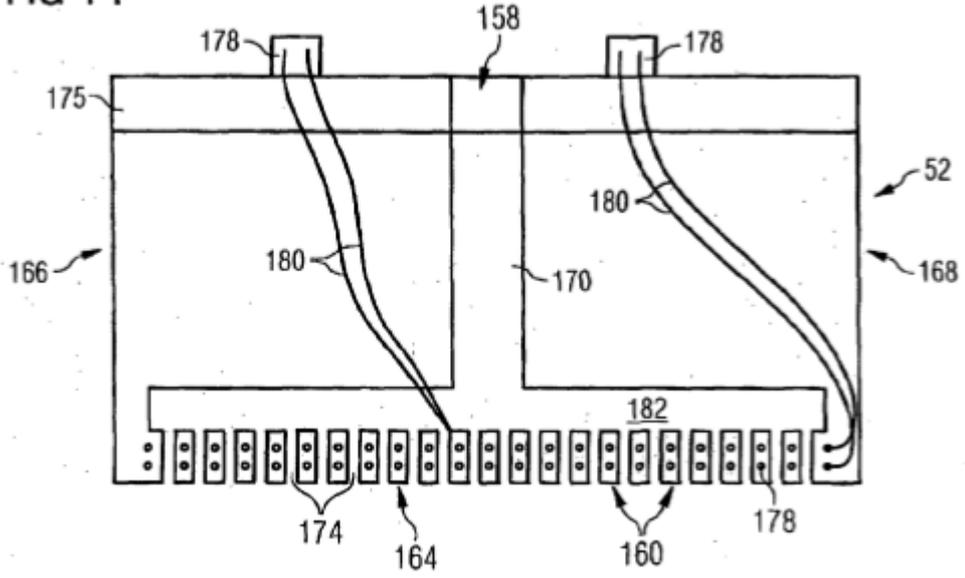


FIG 15

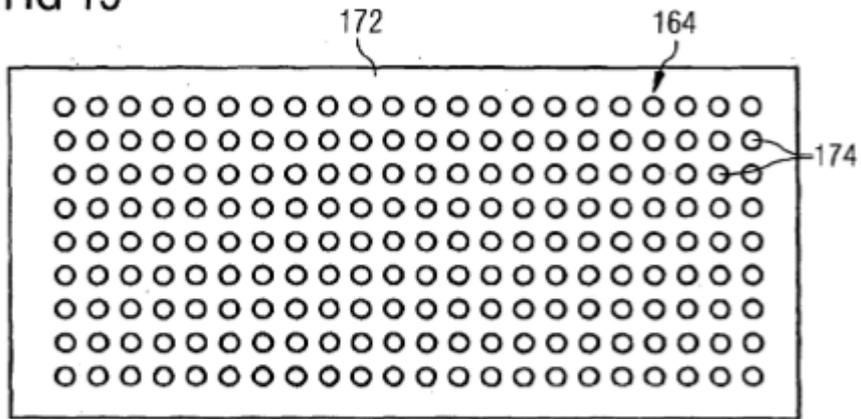


FIG 16

