

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 194**

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 15190223 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2018** **EP 3000572**

54 Título: **Tampón elástico de aplicación de fibras**

30 Prioridad:

13.03.2007 DE 102007012609

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

24.05.2018

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:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 669 194 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

Tampón elástico de aplicación de fibras

La invención se refiere a un tampón de aplicación de fibras para su utilización en un dispositivo de aplicación para la colocación de piezas de fibra, así como a un dispositivo de aplicación provisto de un tampón de aplicación de este tipo. El dispositivo de aplicación resulta especialmente apropiado para su utilización en un procedimiento para la fabricación de una preforma para una estructura compuesta de fibras conforme al flujo de fuerza.

En la construcción de aviones de toda índole, especialmente en la construcción de aeronaves y naves espaciales, pero también en otros sectores industriales como en la construcción de máquinas, existe una demanda cada vez mayor de materiales resistentes y a la vez ligeros y, en lo posible, económicos. Especialmente los materiales compuestos de fibras ofrecen un excelente potencial de construcción ligera. El principio consiste en insertar especialmente fibras altamente resistentes y rígidas apropiadas para la carga en una matriz, con lo que se crean componentes con propiedades mecánicas extraordinarias que con las técnicas empleadas hasta ahora son normalmente un 25 % más ligeros que el aluminio y un 50 % más ligeros que las estructuras de acero con una capacidad comparable. El inconveniente está en el elevado coste del material y especialmente en la fabricación complicada y, en su mayor parte, manual.

Por esta razón existe el deseo de conseguir una fabricación automática que permita una disposición mecánica de las fibras en el espacio.

Para fabricar estructuras compuestas de fibras con fibras dispuestas de acuerdo con el flujo de fuerza se han fabricado para aplicaciones seleccionadas unas así llamadas preformas como productos textiles semiacabados. Se trata de estructuras en la mayoría de los casos bidimensionales o tridimensionales con una orientación de fibras apropiada para la carga. Hasta ahora, las fibras sinfín se pliegan con medios de la técnica textil en dirección de carga, fijándose previamente con medios de la técnica textil, generalmente mediante costuras, técnicas de tricotado o similares. Unos ejemplos de estos dispositivos y procedimientos para la fabricación de preformas como éstas se encuentran en los documentos DE 30 03 666 A1, DE 196 24 912, DE 197 26 831 A1, así como DE 100 05 202 A1.

Sin embargo, los procedimientos conocidos para la fabricación de preformas son complicados en lo que se refiere a su aplicación y técnica de proceso. Especialmente en los componentes en los que hay que contar con líneas de flujo de fuerza curvadas de densidad variable no es posible fabricar con los métodos conocidos hasta ahora un componente diseñado de manera que sea apto para el flujo de fuerza. En especial, las fibras no se pueden orientar a lo largo de piezas de curvatura definida y el contenido de fibras tampoco se puede variar localmente.

El documento EP 0 392 974 A2 trata de un dispositivo para la aplicación mecánica de un cuerpo estratificado flexible y adhesivo por una de sus caras. El dispositivo presenta un gancho de vacío con un tampón de material elástico blando en el que se prevén varios canales. La presión negativa se distribuye a través de un espacio hueco en una placa de vacío entre los canales para la aspiración del cuerpo estratificado. Para la fusión de una capa adhesiva del cuerpo estratificado, el cuerpo estratificado fijado en el tampón se conduce a un dispositivo calefactor externo.

El objetivo de la invención consiste en crear un tampón de aplicación para su empleo en un dispositivo utilizable en una fabricación semiproductos textiles para estructuras compuestas de fibras aptas para el flujo de fuerza, con el que las fibras se puedan adaptar mejor a los cursos de flujo de fuerza complicados, de manera que sea posible reducir los costes de inversión e incrementar la productividad.

Esta tarea se resuelve con un tampón de aplicación según la reivindicación 1 adjunta.

Un dispositivo de aplicación con un tampón de aplicación como éste es objeto de la reivindicación secundaria.

Otras variantes de realización ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Según la invención, un tampón de aplicación para su utilización en un dispositivo de aplicación se prevé para la colocación de piezas de fibra con una superficie elásticamente deformable para el ajuste superficial a presión de las piezas de fibra a una superficie de molde tridimensional.

Un dispositivo de este tipo permite, por ejemplo, la colocación de piezas de fibra a lo largo de cualquier geometría superficial, por ejemplo, también a lo largo de estructuras superficiales curvadas.

En un procedimiento de fabricación de productos textiles semiacabados, para los que se puede emplear ventajosamente el dispositivo de aplicación, se puede fabricar una preforma separando en primer lugar de forma plana un haz de filamentos de fibra, preferiblemente un roving. De este haz de filamentos de fibra separado se corta a continuación una pieza de banda de fibra, en la siguiente descripción denominada también patch, preferiblemente con una longitud predefinida. Posteriormente, la pieza de banda de fibra se levanta por medio de un dispositivo de aplicación y se coloca en una posición predefinida. Allí, la pieza de banda de fibra se fija mediante un material aglutinante. El corte, la aplicación y la fijación de las piezas de banda de fibra se repiten, posicionándose y fijándose las piezas de banda de fibra en distintas posiciones predefinidas. Esto se realiza preferiblemente de manera que a partir de varios patches fijados unos a otros y/o eventualmente en otros componentes de la preforma se configure la preforma deseada con una orientación de fibras adecuada para el flujo de fuerza. De este modo se puede reforzar, por ejemplo, también de manera específica una preforma fabricada mediante métodos tradicionales, por ejemplo, colocando patches en zonas sometidas a cargas especiales.

En general, un procedimiento como éste, que también se puede definir como tecnología de Fiber-Patch-Preforming, permite por medio de un proceso de aplicación especial la colocación de piezas de fibra cortas (patches) en posiciones exactas. A través de la orientación y del número de piezas de fibra se pueden cumplir los requisitos formulados a las características de la preforma.

5 Gracias al dispositivo de aplicación según la invención es posible una orientación de piezas de fibra a lo largo de complicadas superficies curvadas tridimensionales.

En una forma de realización preferida, el dispositivo de aplicación sirve para colocar en el marco de una tecnología de Fiber-Patch-Preforming (FPP) piezas de fibra (patches) conglomeradas y cortadas en geometrías definidas en posiciones exactas de acuerdo con un plan de aplicación. Un tampón de aplicación propuesto para ello forma parte
10 del dispositivo de aplicación y se puede utilizar en diferentes variaciones geométricas, por ejemplo, en forma de paralelepípedo o en forma de rollo.

La superficie elásticamente deformable se proporciona preferiblemente en un cuerpo elastómero. La superficie flexible se forma además preferiblemente de silicona, un elastómero que soporta numerosos cambios de carga y que al mismo tiempo cumple funciones de separación, lo que resulta ventajoso para el transporte de fibras conglomeradas y especialmente para su colocación.
15

La adaptación superficial por medio de un cuerpo elastómero se parece a la técnica de impresión con tampón. Sin embargo, no se conoce ninguna utilización parecida en un dispositivo de aplicación.

En una utilización ventajosa del dispositivo de aplicación en el marco de una fabricación de preformas se pueden fabricar preformas optimizadas en cuanto al flujo de fuerza, especialmente mediante la colocación de piezas de fibra separadas y cortadas de forma corta. Una cortadora de fibras, por ejemplo, corta bandas de fibras conglomeradas especialmente prefabricadas en trozos cortos y coloca estos trozos en una cadena de vacío. En dicha cadena, las
20 piezas de banda de fibra se separan y se transportan al dispositivo de aplicación. La entrega de las piezas de banda de fibra a una cabeza de aplicación del dispositivo de aplicación se produce preferiblemente de manera volante a través de una combinación de módulos de succión y de soplado.

En una forma de realización preferida, el dispositivo de aplicación está dotado de un sistema de activación para el material de aglutinación, previéndose, por ejemplo, un dispositivo calefactor en la cabeza de aplicación que calienta la pieza de banda de fibra durante el transporte al lugar de colocación y que, como consecuencia, activa un aglutinante. La cabeza de aplicación presiona la pieza de banda de fibra sobre la zona predefinida y se separa después preferiblemente mediante un impulso de soplado. Acto seguido, la cabeza de aplicación vuelve a la
25 posición inicial.

Para poder crear también estructuras tridimensionales complicadas se prevé, por ejemplo, que durante el posicionamiento la pieza de banda de fibra se presione sobre una zona parcial de una superficie de moldeo para la preforma.

Una cabeza de aplicación del dispositivo de aplicación, que presenta la superficie flexible o la superficie de compresión, se controla preferiblemente de modo que pueda realizar un movimiento de vaivén entre al menos una o varias posiciones de alojamiento, en las que se alojan las piezas de fibra, por ejemplo, algunas de las piezas de banda de fibra antes mencionadas, y las respectivas posiciones predeterminadas.
35

Para posicionar las piezas de banda de fibra en su posición exacta se prefiere además que éstas se fijen en la superficie flexible. Esto se consigue preferiblemente por medio de fuerzas neumáticas, especialmente por medio de succión y soplado. La retención mediante succión neumática ofrece, además del alojamiento simplificado antes mencionado de las piezas de banda de fibra, la ventaja de que las piezas de fibra se pueden colocar de forma plana sin dislocarse. Especialmente en una estructura plana separada de una pieza de banda de fibra a colocar, la fijación mediante succión se puede llevar a cabo sin problemas.
40

Cuando un dispositivo de posicionamiento, por medio del cual se mueve la superficie flexible para la aplicación, presenta además un dispositivo para el giro o la orientación de una superficie, las piezas de fibra se pueden colocar fácilmente con orientaciones de fibra diferentes. Se puede conseguir, por lo tanto, una colocación con orientaciones de fibra capaces de ajustarse a formas predeterminadas más curvadas.
45

En una variante de realización preferida, el dispositivo de aplicación está en condiciones de recibir las piezas de fibra como, por ejemplo, las piezas de fibra cortadas, de manera rápida y cuidadosa y de transportarlas a un lugar de depósito definido. Durante el transporte, un sistema de activación activa un material aglutinante para la fijación de las fibras. Una calefacción integrada en la superficie de contacto calienta, por ejemplo, el material, activando así un aglutinante sobre la pieza de fibra cortada.
50

En el lugar de depósito, la pieza de fibra se aplica a presión a una superficie, por ejemplo, de una preforma, adaptándose la superficie flexible a la geometría de la superficie.

55 En el lugar de depósito, el grupo de fibras aplicado a presión se separa ventajosamente con ayuda de un impulso de soplado. Esto puede contribuir simultáneamente al enfriamiento del material aglutinante. El material aglutinante se enfría en el lugar de depósito y se solidifica, con lo que las fibras se fijan. El material de fibras permanece en el lugar

de depósito y la cabeza de aplicación puede volver a la posición inicial para la recepción de la siguiente pieza de fibra.

A continuación se explican más detalladamente algunos ejemplos de realización de la invención a la vista de los dibujos representados. Se muestra en la

- 5 Figura 1 una representación sinóptica esquemática de un dispositivo para la fabricación de una preforma para la fabricación de estructuras compuestas de fibras apropiadas para el flujo de fuerza;
- Figura 1a una representación esquemática de una forma de realización alternativa del dispositivo según la figura 1 en un plano de separación insinuado por medio de una línea de puntos y rayas;
- 10 Figura 2 una representación esquemática de un dispositivo de desenrollado empleado en el dispositivo de la figura 1 para el desenrollado de un haz de filamentos de fibra procesado en el dispositivo según la figura 1;
- Figura 3 una representación esquemática en perspectiva de un sensor de posición utilizable en el dispositivo de desenrollado de la figura 2, así como un diagrama de su curva característica;
- Figura 4 una vista en perspectiva de un dispositivo de separación en sí conocido para la explicación del principio de acción de una separación de un haz de filamentos de fibra empleada en el dispositivo según la figura 1;
- 15 Figura 5 una representación esquemática en perspectiva de un dispositivo de separación utilizable en el dispositivo de la figura 1;
- Figura 6a una vista lateral esquemática de un dispositivo de ahuecamiento utilizable en el dispositivo de la figura 1;
- Figura 6b una representación esquemática del principio de acción del dispositivo de ahuecamiento de la figura 6a;
- 20 Figura 7 una vista lateral esquemática de un dispositivo de conglomeración utilizable en el dispositivo según la figura 1;
- Figura 8 una vista lateral esquemática de una combinación de dispositivo de corte y dispositivo de aplicación utilizada en una forma de realización de un dispositivo para la fabricación de una preforma;
- Figuras 9/10 representaciones esquemáticas del principio de acción del dispositivo de corte de la figura 8;
- 25 Figura 11 una representación esquemática de bandas predeterminadas para la colocación de fibras por medio de uno de los dispositivos según la figura 1 o la figura 8;
- Figura 12 una serie de piezas de banda de fibra colocadas por el dispositivo según la figura 1;
- Figura 13 una representación esquemática de una preforma fabricada por medio de uno de los dispositivos según la figura 1 o la figura 8;
- 30 Figura 14 una vista esquemática en sección de una cabeza de aplicación utilizable en el dispositivo de aplicación de la figura 8 o de la figura 1;
- Figura 15 una vista desde abajo sobre la cabeza de aplicación de la figura 14 y
- Figura 16 una representación esquemática detallada en perspectiva del dispositivo de aplicación de la figura 8.

35 En la figura 1 se representa sinópticamente un dispositivo de fabricación de preformas identificado en conjunto con el número 10. Con este dispositivo de fabricación de preformas se puede fabricar de manera sencilla un producto textil semiacabado complicado con filamentos de fibra extendidos de forma adecuada para el flujo de fuerza para la fabricación de estructuras compuestas de fibras, incluso en caso de una estructura complicada del producto semiacabado. Estos productos textiles semiacabados reciben el nombre de preformas. La fabricación de éstas se produce en el dispositivo según la figura 1 a partir de distintas piezas de fibra cortas fijadas por medio de material aglutinante y cortadas previamente de un cordón de filamentos de fibra o una banda de fibra especialmente

40 preprocesadas. El dispositivo de fabricación de preformas se puede dividir, por lo tanto, en un grupo de procesamiento 12 para el procesamiento de piezas de fibra 14 y en un grupo de corte y de aplicación 16 para el corte de piezas de banda de fibra y la colocación de las mismas. Con una línea de puntos y rayas se indica la posible separación 15 entre estos grupos 12 y 16.

45 La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización de un grupo de corte y de aplicación 16 de este tipo; un segundo ejemplo de realización de un grupo de corte y de aplicación 16 como éste se representa en la figura 8.

En primer lugar se explican a la vista de la figura 1 la estructura general, así como el principio de acción del dispositivo de fabricación de preformas 10, explicándose después a la vista de las demás figuras sus diferentes grupos de construcción.

50 Como se ve en la figura 1, el dispositivo de fabricación de preformas 10 presenta un dispositivo de desenrollado 18, un dispositivo de separación 20, un dispositivo de conglomeración 22, un dispositivo de corte 24, un dispositivo de transporte 26, un dispositivo de aplicación 28, así como un premolde 30. Estos dispositivos individuales 18, 20, 22, 24, 26, 28 y 30 pueden funcionar respectivamente cada uno por sí solo y se pueden utilizar también sin los demás

dispositivos para que cumplan sus fines previstos. Por lo tanto, la presente revelación comprende también los respectivos dispositivos 12, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 individualmente y cada uno por sí solo.

El dispositivo de desenrollado 18 sirve para suministrar un cordón de filamentos de fibra, por ejemplo, un roving 32. El dispositivo de desenrollado 18 se configura, como se explicará más adelante con mayor detalle, de manera que sea posible un desenrollado sin torsión del roving 32. Para la fabricación de componentes reforzados con fibra de carbono (CFK) se emplea en el ejemplo de realización representado un roving de carbono.

El dispositivo de separación 20 sirve para una separación lo más ancha posible de los distintos filamentos del roving 32, a fin de proporcionar una banda de fibra lo más plana posible 14 de un número lo más reducido posible de capas de distintos filamentos dispuestos unos al lado de otros. A estos efectos, el dispositivo de separación 20 presenta, como se explicará más adelante con mayor detalle, un mecanismo de separación 34 y un dispositivo de ahuecamiento 36.

El dispositivo de conglomeración 22 sirve para dotar filamentos del cordón de fibras 14 y/o diferentes piezas de banda de fibra de un material aglutinante 38 que sirve para la fijación de las piezas de banda de fibra en la preforma. En la forma de realización representada en la figura 1, el dispositivo de conglomeración 22 forma parte del grupo de procesamiento 12 y se emplea para dotar el cordón de fibras 14 separado del material aglutinante 38. En formas de realización no representadas del dispositivo de fabricación de preformas 10 se puede asignar adicional o alternativamente un dispositivo de conglomeración 22 al grupo de corte y de aplicación 16 para aplicar a las piezas de fibra ya cortadas el material aglutinante 38.

El dispositivo de corte 24 se diseña para el corte de piezas de longitud definida del cordón de fibras 14 (piezas de fibra). Las distintas piezas de banda de fibra se denominarán de aquí en adelante patches 40, 40', 40".

El dispositivo de transporte 26 sirve para la separación de los patches 40 y para el transporte de los mismos al dispositivo de aplicación 28.

El dispositivo de aplicación 28 se configura de manera que pueda recoger los distintos patches 40 y colocarlos en posiciones predefinidas, aquí en el premolde 30. El premolde 30 sirve para proporcionar a la preforma 42 una estructura superficial tridimensional predeterminada.

El dispositivo de fabricación de preformas 10 posee además un sistema de control 44 que aquí presenta varios dispositivos de control 44a, 44b y que controla los dispositivos individuales 12, 18, 20, 22, 26, 30 de manera que, a modo de una manta de patchwork o con los distintos patches 40, se cree la preforma 42.

Con el dispositivo de fabricación de preformas 10 se puede realizar por lo tanto de forma automática el siguiente procedimiento de fabricación de una preforma 42 para una estructura compuesta de fibras adecuada para el flujo de fuerza:

En primer lugar se separa un haz de filamentos de fibra existente en forma de roving 32 que se dota después del material aglutinante 38 que en el presente ejemplo de realización se activa térmicamente. La banda de fibra conglomerada 14 así proporcionada se corta a continuación en piezas de longitud definida (patches 40). Los patches 40 se separan y se transportan al dispositivo de aplicación 28. El dispositivo de aplicación 28 coloca cada patch 40 en una posición 46 respectivamente predefinida en el premolde 30 y aplica el patch 40 a presión al premolde 30.

Con el dispositivo de fabricación de preformas 10 se puede realizar así una tecnología de Fiber-Patch-Preforming que, gracias a un proceso de aplicación especial, permite la aplicación de piezas de fibra cortas en su posición exacta. A través de la orientación y del número de piezas de fibra se pueden cumplir las características exigidas de la preforma 42. De este modo, las fibras se pueden orientar a lo largo de bandas de curvatura definida y el contenido de fibras puede variar localmente.

Mediante la colocación de piezas de banda de fibra (patches 40) cortas y separadas se pueden fabricar preformas 42 optimizadas en cuanto al flujo de fuerza. Un mecanismo de corte de fibras 48 corta las bandas de fibra conglomeradas especialmente prefabricadas 14 en trozos pequeños y los entrega a una cadena de vacío 50 del dispositivo de transporte 26.

La entrega de los patches 40 de la cadena de vacío 50 a una cabeza de aplicación 52 del dispositivo de aplicación 28 se produce de manera volante a través de una combinación de módulos de succión y de soplado. La cabeza de aplicación 52 calienta el patch 40 durante el transporte al lugar de depósito y activa así el material aglutinante 38. La cabeza de aplicación 52 presiona el patch 40 sobre el lugar predefinido y se separa después por medio de un impulso de soplado. La cabeza de aplicación 52 vuelve a continuación a la posición inicial.

Esta tecnología permite la producción completamente automática de preformas de fibra complejas. Los parámetros como contenido de fibras, orientación de fibras y radios de curvatura se pueden variar en gran medida.

En los ejemplos de realización aquí representados se emplean para la fabricación de las preformas 42 fibras de carbono separadas en lugar de productos textiles semiacabados. La longitud de las fibras es muy corta (pocos centímetros) en comparación con tejidos confeccionados que utilizan fibras largas. Mediante un posicionamiento especial de las fibras cortas -en los patches 40- se pueden conseguir coeficientes mecánicos similares a los de los compuestos de fibras largas.

Las fibras cortas se pueden colocar de manera relativamente exacta a lo largo de la ruta del flujo de fuerza. En los cortes textiles utilizados anteriormente para la fabricación de estas preformas sólo se pueden ajustar las orientaciones preferentes. Como consecuencia, con la tecnología aquí representada se pueden mostrar formas geométricas extremas. El procedimiento de fabricación es completamente automático y se pueden obtener variaciones de grosor dentro de una preforma y/o diferentes contenidos volumétricos de fibras.

En el ejemplo de realización representado en la figura 1 del dispositivo de fabricación de preformas 10 se emplea en el grupo de corte y de aplicación 16 como mecanismo de corte de fibras 48 un láser 54 que, controlado por un procesador, se puede mover exactamente en relación con el cordón de fibras 14. En la figura 1 se indica además como mecanismo de aplicación 184 para el movimiento de la cabeza de aplicación 52 un brazo de robot. El premolde 30 se puede mover y girar de forma exacta y definida respecto al mismo para poder realizar de manera sencilla diferentes estructuras complejas en 3D de las preformas 42.

En resumen, una idea principal de la forma de realización aquí presentada de la tecnología de Fiber-Patch-Preforming consiste en separar los rovings de fibra de carbono 32 con la mayor anchura posible, en recubrirlos con polvo aglutinante y en cortar, por medio de una nueva técnica de corte, piezas de longitud definida, los así llamados patches 40. Estos patches 40 se llevan después a un dispositivo de aplicación especial 28, se colocan en una posición predefinida y se fijan por medio del material aglutinante 38. Así se pueden crear las más diversas geometrías de componente y arquitecturas de fibra.

En el proceso de fabricación aquí ilustrado se emplean fibras separadas. Una separación de fibras constituye la base para evitar aglomeraciones locales de extremos de fibras dentro del posterior material compuesto, dado que pueden causar concentraciones de tensión y provocar en el peor de los casos fallos del componente. Mediante la separación se reduce el grosor del roving 32. Así pueden llegar más fibras continuas a la zona de influencia de un extremo de fibra y compensar las puntas de tensión. En caso de una colocación solapada se reduce además el escalón al final del corte de un roving 32. Un escalón de este tipo podría tener en un roving no separado una altura de hasta 250 μm y daría lugar a una desviación de la fibra de carbono situada por encima de la dirección del flujo de fuerza. Adicionalmente se podría producir una zona rica en resina que influye negativamente en la resistencia del material.

Para realizar una separación lo más eficaz posible conviene evitar torsiones del roving 32, puesto que los filamentos de desarrollo transversal podrían estrechar de nuevo un roving separado. La tensión dentro del roving 32 debería ser constante en estado separado, dado que las diferencias de tensión podrían influir en la anchura y en la calidad de separación.

El dispositivo de desenrollado 18, que se explica a continuación con mayor detalle a la vista de la figura 2, sirve para poder suministrar un roving 32 desde una bobina de reserva 56 sin torsión y para compensar el movimiento pendular del roving 32 durante el desenrollado de la bobina de reserva 56. El dispositivo de desenrollado 18 presenta un alojamiento móvil 58 de la bobina de reserva 56, de manera que la bobina de reserva 56 se mueva de acuerdo con la correspondiente posición de la zona del roving 32 que se está desenrollando, con lo que la posición de desenrollado se mantiene en lo posible constante.

Con esta finalidad, el alojamiento 58 presenta un carro 62 apoyado a lo largo de una guía lineal 60. El carro 62 se puede mover con ayuda de motores paso a paso y en el ejemplo aquí representado con ayuda de un husillo de accionamiento en dirección del eje de giro de la bobina de reserva 56. El movimiento del carro 62 se activa por medio de un motor 66 con un sistema de control integrado. Un sensor 68 observa la posición actual 70 del roving 32 y controla así el movimiento de giro del motor 66.

Como sensor 68 sirve un fotodiodo de resolución espacial 72 que se representa en la figura 3 junto con su curva característica. Una línea de diodos del fotodiodo 72 registra la sombra del roving 32 y emite la posición a través de un circuito amplificador (no representado explícitamente) como señal analógica. El centro de una sombra corresponde en dependencia del lugar a un valor de tensión determinado. La señal analógica se transmite como señal de tensión bipolar al sistema de control del motor 66, correspondiendo 0 voltios al centro del sensor. Adicionalmente se ilumina el sensor 68 con un foco LED IR a una frecuencia determinada, por ejemplo, de 10 KHz, para evitar una influenciación de la señal de medición por la luz ambiental. Este sensor 68 ha sido optimizado para adaptarlo a las exigencias especiales de los devanados que compensan la posición del roving 32 en la bobina de reserva 56 y permite además otros ajustes como, por ejemplo, el desplazamiento del centro y la adaptación de la flexión. La combinación de fotodiodo de resolución espacial 72 y servomotor controlado 66 tiene la ventaja de que el movimiento contrario se activa en dependencia de la velocidad del movimiento actual del roving 32. En caso de velocidades de devanado lentas se provocan movimientos de compensación relativamente lentos, mientras que las velocidades de devanado elevadas activan contramovimientos rápidos. De este modo, el roving 32 se desenrolla en gran medida sin vibraciones como cinta plana 74. Al final del proceso de desenrollado 18, el roving 32 rodea en su movimiento en forma de S dos rollos pequeños 75, aquí: dos pequeños rollos de acero fino entallados que amortiguan adicionalmente estas vibraciones. El dispositivo de desenrollado 18 puede funcionar también, al contrario de lo que se representa en la figura 1, de forma completamente autónoma de los demás grupos de construcción y en principio sólo necesita una fuente de alimentación de energía, por ejemplo, una conexión de corriente eléctrica.

El roving 32 pasa a continuación del dispositivo de desenrollado 18 por un tramo de separación del dispositivo de separación 20.

El dispositivo de separación 20 presenta en primer lugar, como ya se ha mencionado antes, el mecanismo de separación 34 representado más exactamente en la figura 5 y cuyo principio de acción se explica a la vista de la figura 4.

La figura 4 muestra un diagrama esquemático de un antiguo principio de separación mecánico ya conocido por el documento DE 715801 A. Un cordón de fibras 14 va pasando sucesivamente por una barra curvada 76 y después por una barra recta 78. La combinación de una barra recta y una barra curvada se encarga en los separadores de radio en principio conocidos y representados en la figura 4 de que la fuerza de tracción que actúa sobre las fibras se desvíe. Así actúa también una fuerza que presiona la fibra contra la barra curvada. En el punto más alto de la desviación, la fuerza más alta actúa sobre los filamentos. Con el aumento de la distancia respecto a este punto la fuerza va disminuyendo. Es decir, los filamentos pueden evitar la carga si se desplazan en la barra doblada hacia fuera. Sin embargo, el resultado de la separación depende de la fuerza de tracción sobre la fibra, de la fricción entre la fibra y la barra, de la posición de las barras entre sí y de la curvatura de la barra. En una curvatura extrema, la diferencia de las fuerzas activas entre el punto más alto y una posición exterior es tan grande que la fricción superficial de la barra ya no tiene ninguna importancia. Los filamentos se trasladarán de golpe hacia fuera, es decir, el roving 32 se resbalaría o partiría. Si la curvatura es demasiado pequeña, la relación de separación resulta demasiado reducida.

Por esta razón, el separador de radios representado en la figura 4 no resulta apropiado para el tratamiento industrial de rovings 32 para el procesamiento en la fabricación de preformas a escala industrial. Los defectos en el roving 32 como, por ejemplo, torsiones, grietas o pliegues, provocarían en especial un resbalamiento o una partición del material separado.

El mecanismo de separación 34 representado en la figura 5 resuelve los problemas con la calidad de material de los rovings o de otros haces de filamentos de fibra colocando los rovings 32 o el haz de filamentos de fibra siempre de nuevo sobre al menos un canto de separación de curvatura convexa. Para ello, el mecanismo de separación 34 presenta al menos un canto de separación 80 de curvatura convexa que con al menos un componente direccional perpendicular a la extensión longitudinal del roving 32 o del haz de filamentos de fibra se mueve relativamente respecto al mismo, de manera que éste se coloque bajo tensión sobre el canto de separación de curvatura convexa 80 y se separe después nuevamente con al menos un componente direccional verticalmente del roving 32 o del haz de filamentos de fibra, de modo que éste se desprenda del canto de separación 80.

El al menos un canto de separación 80 se configura en la práctica en un saliente radial 82 de un eje de giro 84.

En una forma de realización preferida según el ejemplo de realización representado en la figura 5 se pueden mover al menos dos cantos, uno de los cuales se configura en forma de canto de separación de curvatura convexa 80 desde direcciones opuestas hacia el roving 32 o el haz de filamentos de fibra. En el ejemplo de realización se prevén dos ejes de giro 84, 86 con salientes radiales 82, girando los ejes de giro 84, 86 en sentido contrario el uno respecto al otro.

Además de los primeros salientes radiales 82, en los que se configuran cantos de separación de curvatura convexa 80, se prevén en una variante de realización preferida unos segundos salientes radiales 88 que terminan en cantos rectilíneos 90. De este modo se crea un dispositivo de separación en el que al menos un canto de separación de curvatura convexa 80 y al menos un canto rectilíneo 90 se pueden mover desde direcciones opuestas hacia el roving 32 o el haz de filamentos de fibra hasta que el roving 32 o el haz de filamentos de fibra se separen entre los cantos 80, 90 de forma similar a la que se representa en la figura 4. Los cantos 80, 90 también se pueden reconducir en sentido opuesto para descargar el roving 32 o el haz de filamentos de fibra.

Esto se realiza de manera especialmente sencilla en la forma de realización según la figura 5 por el hecho de que en los ejes de giro 84, 86 accionados en sentido contrario, aquí por medio de un engranaje de ruedas dentadas 92, se configuran varias alas 94 que forman los salientes radiales 82, 88 que se extienden fundamentalmente en dirección axial y en cuyas zonas radialmente exteriores se configuran los cantos 80 ó 90. A un ala 94 con el canto rectilíneo 90 sigue en dirección perimetral un ala con el canto de separación curvado de forma convexa 80 radialmente hacia fuera, y a continuación de nuevo un ala 94 con el canto rectilíneo 90, etc.

En otra forma de realización, los cantos de todas las alas 94 se configuran como cantos de separación 80 curvados de forma convexa radialmente hacia fuera. Mediante la disposición en órganos de movimiento que se mueven en sentido contrario, en el ejemplo de realización los dos ejes de giro 84, 86, las fibras se separan respectivamente entre dos cantos de separación 80 curvados en sentido opuesto.

De esta manera, el mecanismo de separación 34 se configura, por decirlo así, a modo de separador de aletas que se encarga una y otra vez de una nueva colocación del roving 32 sobre los cantos de separación 80. Adicionalmente se rompe en el roving 32 o en el haz de filamentos de fibras, como consecuencia de la curvatura alternativa, un encolado y los filamentos 100 se pueden mover de forma independiente los unos de los otros.

En el dispositivo de separación 20 sigue al mecanismo de separación 34 configurado como separador de aletas, en dirección de transporte del roving 32, el dispositivo de ahuecamiento 36 previsto en la configuración aquí presentada

como cámara de aspiración conforme al así llamado principio Fukui. La cámara de aspiración 96 puede ser del tipo descrito en el documento US-A-6 032 342. El roving 32 ahuecado y preseparado es introducido por una fuerte corriente de aire laminar 98 en la cámara de aspiración 96. Los distintos filamentos 100 están rodeados por el aire y se pueden deslizar con relativa facilidad unos encima de otros. La cámara de aspiración 96 puede compensar además ligeras oscilaciones en la tensión del roving 32.

En la fabricación de fibras sintéticas, los haces de filamentos se guían con frecuencia libremente y se conducen a través de ojete. Durante este proceso, partes de los filamentos 100 pueden rodear el resto del haz y provocar estricciones del roving durante la propia fabricación. Después del enrollado en una bobina de roving estos defectos en principio apenas se ven, dado que el haz de filamentos se bobina de forma plana. Después del ahuecamiento de los haces de filamentos en el mecanismo de separación 34, sin embargo, se pueden ver claramente piezas de roving de desarrollo transversal. El efecto puede dar lugar a huecos y desplazamientos en el roving 32 que influyen negativamente en la calidad de separación.

Para conseguir un aspecto de separación lo más homogéneo posible se prevé en una forma de realización no representada explícitamente de la invención una separación en varias fases, en la que la relación de separación se incrementa de forma escalonada. Se prevé en primer lugar un primer mecanismo de separación 34 y un primer dispositivo de ahuecamiento 36 para la separación del roving 32 con una primera medida de anchura, por ejemplo, con un valor de entre 8 y 16 mm. Después sigue otra fase con otro mecanismo de separación 34 y con otro dispositivo de ahuecamiento 36 con medidas mayores que las del primer dispositivo de separación y del primer dispositivo de ahuecamiento, para realizar así una separación con una anchura más grande, por ejemplo, con un valor de entre 20 y 35 mm.

A continuación el roving 32 se obtiene en forma de cinta ancha y fina, siendo aquí el cordón de fibras 14.

Posteriormente este cordón de fibras 14 se apresta con una pequeña cantidad de material aglutinante 38.

Teóricamente en un roving de 12 k de 30 mm de ancho perfectamente separado ya sólo se superponen tres filamentos. Se han supuesto un diámetro de los filamentos 100 de 7 µm y una máxima densidad de relleno. Sin embargo, en realidad un roving 32 siempre presenta defectos de separación que en algunos puntos pueden dar lugar a una zona más gruesa y, por lo tanto, a un número mayor de filamentos.

La aplicación de material aglutinante 38 al roving 32 así separado se realiza en el dispositivo de conglomeración 22 cuyo principio se representa en la figura 7. El dispositivo de conglomeración 22 se configura en principio en forma de un dispersor de polvo, como el que se describe, por ejemplo, en los documentos US-A-3 518 810, US-A-2 489 846, US-A-2 394 657, US-A-2 057 538 o US-A-2 613 633. Por lo tanto está provisto de un embudo 102 por cuya salida pasa un rodillo 106 dotado de protuberancias radiales 104.

El rodillo 106 es, en el ejemplo de realización representado, un rodillo de acero que con su superficie rugosa se encarga del transporte del polvo. Sobre este rodillo 106 actúa a su vez un rodillo de cepillado 108 que retira el material aglutinante en forma de polvo 38 del rodillo 106 y lo dispersa sobre el cordón de fibras 14 que va pasando por debajo.

Entre el cordón de fibras 14 y el mecanismo de aplicación se puede aplicar una tensión U de manera que el polvo se ajuste, al igual que en un recubrimiento de esmalte en polvo, electrostáticamente al cordón de fibras 14.

El rodillo de transporte 106, así como el rodillo de cepillado 108 se accionan por medio de dos motores eléctricos separados 110 y 112 para poder ajustar los parámetros de dispersión con la mayor libertad posible. El control se produce a través de un dispositivo de control 114 que puede formar parte del sistema de control 44.

Para evitar que el polvo bloquee zonas estrechas y atasque componentes de la máquina, el embudo 102 no se fija en el resto del dispositivo de conglomeración 22, sino que se sujeta en un soporte 116 que permite movimientos compensatorios. Una ventaja del soporte 116 consiste en que el embudo 102 puede vibrar durante el funcionamiento, con lo que el polvo se sacude automáticamente hacia abajo. El polvo se dispersa en cantidades exactamente dosificables por la superficie del roving 32 que pasa por debajo a una velocidad definida, por ejemplo, del orden de 3 a 6 m/seg. El exceso de polvo cae al lado del roving 32 en un recipiente colector (no representado) y se puede incorporar después nuevamente al proceso.

Las mediciones han demostrado que la cantidad de material aglutinante aplicada depende prácticamente de forma lineal de la velocidad de giro del rodillo 106.

El dispositivo de conglomeración 22 presenta además un dispositivo calefactor 118 para fijar las partículas de polvo del material aglutinante 38, que se funde a temperaturas de calefacción, en la superficie de los filamentos 100.

En la forma de realización representada, el dispositivo calefactor 118 presenta un tramo de calefacción de unos 100 a 500 mm de longitud. La variante de realización preferida del dispositivo calefactor 118 está dotada de radiadores eléctricos, aquí de radiadores eléctricos infrarrojos 120. La potencia calorífica del dispositivo calefactor 118 se puede ajustar exactamente mediante el sistema de control 114.

Las partículas del aglutinante se funden con facilidad y se unen a la superficie de la fibra.

A continuación, como se indica en la figura 1a, la banda de fibra acabada 14 se puede enrollar en una bobina de película especial 121 y almacenar de manera intermedia para su utilización posterior.

5 En el ejemplo de realización representado en la figura 1, el cordón de fibras 14 prefabricado así especialmente se aporta al dispositivo de corte en el que se divide en patches 40, 40', 40" y se coloca después con ayuda del dispositivo de aplicación 28.

La figura 1a muestra una variante de realización con grupos separados 12, 16 en la que las bobinas de lámina 121 se emplean como ejemplo para un almacenamiento intermedio. Los grupos 12, 16 también se podrían colocar en emplazamientos de producción separados.

10 En la figura 8 se ilustra más detalladamente una segunda forma de realización del grupo de corte y de aplicación 16. En esta forma de realización según la figura 8, el dispositivo de corte 24 presenta un mecanismo de corte de fibras 122 con un dispositivo de cuchillas 124 y un contrarrodillo 126, así como con al menos uno o, como se representa aquí, varios rodillos de transporte 128.

El dispositivo de cuchillas 124 se puede accionar en dependencia de la velocidad de giro del contrarrodillo 126 y/o de los rodillos de transporte 128 para el corte de patches 40 de longitud definida.

15 El dispositivo de cuchillas 124 presenta especialmente un mecanismo de acoplamiento (no representado en detalle) que acopla un accionamiento del dispositivo de cuchillas 124 a un accionamiento para los rodillos 126, 128.

20 El dispositivo de cuchillas 124 está provisto en el ejemplo ilustrado de un cilindro portacuchillas 130 que, como saliente radial, presenta al menos un canto de cuchilla, aquí varios cantos de cuchilla 132. En el ejemplo de realización representado, el cilindro portacuchillas 130 se puede acoplar además, por medio del mecanismo de acoplamiento no representado en detalle, al accionamiento del contrarrodillo 126 de manera que los cantos de cuchilla 132 se muevan a la misma velocidad periférica que la superficie del contrarrodillo 126.

25 El mecanismo de corte representado en la figura 8 y en mayor detalle en la figura 9 presenta, por lo tanto, un mecanismo de corte de acoplamiento 134, en el que dos pares de rodillos de transporte 128 y un contrarrodillo engomado 126 se activan por medio de un motor no representado detalladamente a través de un engranaje central en arrastre de forma, por ejemplo, a través de una correa dentada (no representada). Los rodillos de transporte 128 introducen una banda de fibra sinfín, aquí especialmente la banda de fibra separada 14, y la conducen a través del contrarrodillo 126 que gira a la misma velocidad.

30 Por encima del contrarrodillo 126, una barra portacuchillas 136 se encuentra en posición de espera. Si se trata de realizar un corte, el acoplamiento electromagnético acopla la barra portacuchillas 136 al movimiento del mecanismo de corte. En el punto de contacto, la barra portacuchillas 136 y el contrarrodillo 126 tienen la misma velocidad de giro. El filo de la cuchilla 138 rompe el material a cortar. A continuación, la barra portacuchillas 136 se desacopla y se para con ayuda de un sistema de frenado, por ejemplo, con un freno electromagnético aquí no representado. El segundo par de rodillos de transporte 128 transporta las piezas cortadas.

35 El mecanismo de corte de acoplamiento 134 permite el corte sin torsión de las bandas de fibra separadas. El acto de corte o la longitud de corte se pueden variar durante el funcionamiento mediante un control por ordenador.

40 El sistema de frenado (no representado explícitamente) se encarga de que el cilindro portacuchillas 130 se pare siempre que el engranaje no esté conectado. El proceso de acoplamiento y de frenado se produce a través de un relé de conmutación común (no representado), con lo que se excluyen los fallos por errores del programa. Un dispositivo de sensor no representado, por ejemplo, un interruptor de proximidad inductivo, registra la posición de las cuchillas y se encarga del frenado de las cuchillas en posición horizontal. Si el sistema de control conectado, por ejemplo, el sistema de control 44, emite una orden de corte, el cilindro portacuchillas 130 engrana, acelera y realiza un corte. Si en este momento el cilindro portacuchillas 130 tiene, como se prevé en el ejemplo de realización, la misma velocidad periférica que el contrarrodillo 126, el filo 138 de la cuchilla no se dobla y se consigue una vida útil de la cuchilla considerablemente más larga en comparación con una simple cuchilla de impulsión. Después del proceso de corte, el cilindro portacuchillas 130 se desacopla y se frena y retiene en la misma posición que al comienzo. La longitud del corte se programa en un software de control.

45 La figura 10 muestra el proceso esquemático del control del mecanismo de corte. Como se ve en la figura 10, el ciclo de corte se predetermina en función de la velocidad de avance del mecanismo de corte. La mínima longitud de corte resulta debido a las dimensiones del cilindro portacuchillas 130 y del contrarrodillo 126 y es, por ejemplo, del orden de la anchura de la banda de fibra separada 14. En teoría, la máxima longitud de corte no tiene límites.

50 En las formas de realización aquí presentadas del grupo de corte y de aplicación 16, los patches 40, 40', 40" se entregan detrás del dispositivo de corte 24 al dispositivo de transporte 26 que transporta los patches 40, 40', 40" a una velocidad de transporte mayor que la velocidad de transporte del cordón de fibras 14 a o en el dispositivo de corte 24, separándolos del dispositivo de transporte 24. De este modo, los patches 40, 40', 40" se separan, previéndose una distancia suficientemente grande entre ellos. El dispositivo de transporte 26 está dotado de un dispositivo de retención, que retiene los patches 40, 40', 40" en el dispositivo de transporte, y de un dispositivo de entrega que entrega los patches 40, 40', 40" a la cabeza de aplicación 52 del dispositivo de aplicación 28.

El dispositivo de retención y el dispositivo de entrega se han realizado aquí en forma de la cadena de vacío 50. Una cámara de aspiración de gran volumen 140 distribuye la potencia de succión de una fuente de presión negativa no representada en detalle, por ejemplo, un ventilador aspirante, por todo el dispositivo de transporte 26. Una banda dotada de muchos tubos continuos, por ejemplo, una banda de polipropileno, se conduce sobre una chapa perforada 142 que cubre la cámara de aspiración 140.

El dispositivo de transporte 26 se acciona por medio de un acoplamiento a una unidad de transporte del dispositivo de corte 24. En el ejemplo aquí representado, la cadena de vacío 50 se acopla al engranaje en arrastre de forma que acciona los rodillos de transporte 128 y el contrarrodillo 126. Una relación de transmisión correspondiente, por ejemplo, una relación de transmisión de 1 a 2, proporciona una distancia suficientemente grande entre los patches 40, 40', 40". Al final del tramo de transporte se encuentra una cámara de succión y soplado 144 que se acciona con un módulo de vacío neumático. Mientras se conduce una pieza de fibra (patch 40) por encima de la cámara de succión y soplado 144, la misma está en funcionamiento. Cuando el tampón de aplicación se encuentra en una posición de entrega predeterminada 146, se activa en el momento correcto un impulso de soplado que coloca el patch 40 en la cabeza de aplicación 52.

La cabeza de aplicación 52 aspira el patch 40, lo calienta y lo transporta con una orientación predeterminada a su posición predeterminada.

Como se ve en la figura 11, los patches 40, 40', 40" se depositan a lo largo de tiras curvadas predeterminadas 148 sobre el premolde 30. En la referencia 150 se indican los patches aplicados a lo largo de estas tiras curvadas 148 con la orientación correspondiente y su solapamiento. En las zonas de solapamiento, los patches 40 se fijan unos a otros con ayuda del material aglutinante 38 calentado por la cabeza de aplicación 52.

Sin embargo, con el dispositivo de corte representado en la figura 1 y mediante la utilización del láser 54 (o de otro procedimiento de corte por rayo) también se pueden crear otras formas de canto de corte complicadas. En la figura 12 se representa una forma de canto de corte especialmente ventajosa con cantos de corte 152, 154 curvados de forma convexa o cóncava los unos respecto a los otros. Los cantos de corte 152, 154 orientados en dirección contraria en cada patch 40 se curvan en forma de arco circular. De esta forma, los cantos de corte 152, 154 de los patches 40, 40', 40" dispuestos unos detrás de otros se pueden ajustar perfectamente incluso en caso de acodamiento de los patches 40, 40', 40", sin que se produzcan huecos o engrosamientos. De este modo se pueden cubrir, con una adaptación ajustada uniforme de las piezas de fibra, radios de curvatura más estrechos de las tiras 148 con las correspondientes orientaciones de las fibras. La fijación de los patches 40, 40', 40" se puede llevar a cabo mediante solapamiento con los patches contiguos o situados por encima o por debajo (no representados).

De esta manera se pueden fabricar también preformas 42 muy complicadas como las que se indican, por ejemplo, en la figura 13. Aquí se ha formado, a modo de patchwork y con las piezas de fibra cortas, una preforma 192 para una estructura compuesta de fibras apropiada para el flujo de fuerza para un embudo de ventana, por ejemplo, para un fuselaje de una aeronave o una nave espacial. Los patches 40, 40', 40" se orientan de acuerdo con las líneas de flujo de fuerza.

La forma anular representada se puede conseguir, por ejemplo, por medio de un premolde 30 que se puede girar de manera definida, como representan las flechas 156 de la figura 1.

A la vista de las figuras 14-16 se explican ahora además el dispositivo de aplicación 28 y su cabeza de aplicación 52 de la forma de realización del grupo de corte y de aplicación 16 representado más detalladamente en la figura 8.

La cabeza de aplicación 52 tiene la función de recibir una pieza de fibra o un patch 40, 40', 40" y de transportarlo hasta la posición predeterminada 46 respectivamente más próxima en el premolde 30 prevista para la aplicación del patch 40, 40', 40". Para este fin, la cabeza de aplicación 52 dispone de un dispositivo de retención. Aunque sean posibles otros dispositivos de retención, en el ejemplo aquí representado el dispositivo de retención se ha configurado, con vistas a una recepción sencilla del patch del dispositivo de transporte 26, como dispositivo de aspiración 158.

Resulta además ventajoso que el material aglutinante 38, del que está provisto el patch 40 recibido, se active durante el transporte con la cabeza de aplicación 52.

Para ello, la cabeza de aplicación 52 presenta un dispositivo de activación para la activación del material aglutinante 38. El dispositivo de activación se configura en función del material aglutinante empleado. Si se utiliza, por ejemplo, un material aglutinante activable por un aditivo, la cabeza de aplicación presenta un mecanismo para la adición de este aditivo. En otra forma de realización no representada aquí en detalle se aporta material aglutinante activo, por ejemplo, un adhesivo, durante el transporte del patch en la cabeza de aplicación. En una variante de realización como ésta, la cabeza de aplicación presenta un mecanismo para la adición del material aglutinante. Para el empleo en el dispositivo de fabricación de preformas 10 antes descrito, que utiliza material aglutinante activable 38, el dispositivo de activación se configura en la forma de realización representada como dispositivo calefactor 160.

También resulta ventajoso que la cabeza de aplicación 152 pueda fijar el patch 40, 40', 40" de forma segura en estructuras superficiales tridimensionales más complicadas del premolde 30. Con esta finalidad, la cabeza de aplicación 52 debe estar dotada de un elemento de presión 162 adecuado para la aplicación a presión del patch transportado 40 a diferentes estructuras superficiales. El elemento de presión 162 presenta en una variante de

realización preferida una superficie flexible 164 en la que se puede retener el patch 40 con ayuda del dispositivo de retención. La superficie flexible 164 se configura además con preferencia en un elemento de soporte elástico 166.

La figura 14 muestra una sección transversal de un tampón de aplicación 168 de la cabeza de aplicación 52 que une el dispositivo de retención, el dispositivo de activación y el elemento de presión. El tampón de aplicación 168 representado en la figura 14 presenta, por lo tanto, el dispositivo de aspiración 158, el dispositivo calefactor 160, así como el elemento de presión 162 con la superficie flexible 164 en el elemento de soporte elástico 166.

La figura 15 muestra una vista desde abajo sobre la superficie flexible 164.

Con el tampón de aplicación 168 se pueden colocar con la tecnología de Fiber-Patch-Preforming (FPP), en su posición exacta, piezas de fibra (patches) conglomeradas y cortadas en geometrías definidas de acuerdo con un plan de aplicación (por ejemplo, con el plan de aplicación reproducido en la figura 11). El tampón de aplicación 168 es un componente central de la técnica de aplicación y se puede utilizar también en otras variantes geométricas. Se puede pensar, por ejemplo, en tampones de aplicación en forma de paralelepípedo o rollo.

En el ejemplo de realización concreto según la figura 14, el tampón de aplicación 168 se ha configurado como tampón de silicona. La adaptación superficial del tampón de silicona se parece a la técnica de impresión con tampón. Sin embargo, aquí la utilización correspondiente se produce en un campo tecnológico completamente distinto.

El tampón de aplicación 168 es capaz de recibir las piezas cortadas de fibra de forma rápida y cuidadosa a través de un sistema de aspiración integrado, el dispositivo de aspiración 158, y de transportarlas a un lugar de colocación definido. Durante el transporte, un sistema de calefacción, el dispositivo calefactor 160, integrado en la superficie de contacto, la superficie flexible 164, calienta el material y activa así un aglutinante, el material aglutinante 38, en la pieza cortada de fibra. La pieza cortada de fibra se aplica a presión sobre la superficie, adaptándose el material blando del tampón a la geometría de la superficie. Cuando el tampón de aplicación 168 se aleja de la superficie se activa un impulso de soplado, con lo que el material aglutinante 38 se enfría y el material de fibras permanece en el lugar en el que ha sido depositado.

El tampón de aplicación 168 permite la fabricación de preformas Fiber-Patch 42.

En la figura 14 se representa el elemento de soporte elástico 166, que es el cuerpo de presión elástico, con un distribuidor de aire 170 que forma parte del dispositivo de aspiración 158. La parte no representada del dispositivo de aspiración 158 está dotada de fuentes neumáticas y controles neumáticos (no representados). Se ilustra además la superficie flexible 164 como superficie de calefacción elástica 172 con canales de succión y de soplado 174.

El elemento de soporte elástico 166 se encuentra sobre una placa de acoplamiento 4 dotada de elementos de fijación separables (no representados) para la fijación del tampón de aplicación 168 en un dispositivo de posicionamiento 176 (véase figura 16).

Se prevé además un elemento térmico 178 como elemento de control del dispositivo calefactor 160. Un cable de corriente 180 altamente flexible conecta el elemento térmico 178 a la superficie de calefacción elástica 172.

En la figura 15 se representa la superficie de aspiración, que es la superficie flexible 164, con los canales de succión y de soplado 174.

A continuación se explican más detalladamente la utilización del tampón de aplicación 168, así como otros detalles del dispositivo de aplicación 28 a la vista de su empleo en el dispositivo de fabricación de preformas 10.

En el caso de la tecnología de Fiber-Patch-Preforming aquí presentada se disponen patches de fibra 40 a modo de una preforma tridimensional 42, 192. Una técnica de aplicación adecuada convierte un plan de estructuración en realidad. El dispositivo de aplicación 28 recibe los patches de fibra 40 conglomerados y cortados de la cadena de vacío 50 asignada al dispositivo de corte 24 y posiciona los patches de fibra 40 en un ciclo lo más rápido posible sobre una superficie. En el ejemplo de realización representado, los patches de fibra 40, 40', 40" se colocan sobre una superficie del premolde 30.

Los patches 40, 40', 40" se tienen que presionar sobre la superficie conformadora para crear una preforma estable 42. Conviene que el tampón de aplicación 168 sea lo más blando posible para poder adaptarse con fuerza uniforme a una superficie tridimensional. Para la configuración aquí representada resulta además ventajoso que justo antes de la colocación se pueda proporcionar una determinada cantidad de calor para la activación del material aglutinante 38. Para ello, la superficie flexible 164 se dota de un dispositivo calefactor 160 que influye lo menos posible en las propiedades mecánicas del material del tampón. De manera similar a la cadena de vacío 50, en el caso del tampón de aplicación 168 también se considera ventajosa una fijación plana de los patches de fibra de filigrana 40. Por este motivo, la superficie flexible 164 cumple también una función de aspiración.

La fabricación del tampón de aplicación 168 se apoya en la fabricación de tampones de impresión de la técnica de impresión. Para la fabricación de tampones de impresión existe una serie de siliconas especiales capaces de resistir durante mucho tiempo cargas mecánicas alternativas permanentes. De entre estas siliconas se elige la silicona que mejor cumple los requisitos adicionales debidos al dispositivo calefactor 160, así como al contacto del material aglutinante 38. La silicona M 4615, por ejemplo, comercializada por la empresa Wacker, se considera adecuada puesto que posee una resistencia a la rotura muy alta y se puede mezclar con elevados porcentajes de suavizante.

- Dado que en el tampón de aplicación 168 se integra una calefacción, se han realizado ensayos en relación con la estabilidad respecto a la temperatura del material del tampón. Se considera ventajoso que el tampón de aplicación 168 pueda soportar temperaturas permanentes de hasta 200 °C. Los suavizantes convencionales a base de aceite de silicona tienden a una mayor difusión y pueden salir del tampón de silicona. Este problema se puede solventar con suavizantes reticulados al menos en la silicona. Un suavizante de este tipo es, por ejemplo, el suavizante MH20 ofertado en el mercado por la empresa Wacker.
- Para poder calentar la superficie de colocación del tampón de aplicación 168 se pueden utilizar diferentes dispositivos calefactores 160. Se emplean, por ejemplo, calefacciones eléctricas, circuitos de líquido o aire caliente. Desde el punto de vista técnico de fabricación, la variante más sencilla es la de un dispositivo calefactor eléctrico 160. Esto ofrece al mismo tiempo la posibilidad de potencias caloríficas muy altas con un ajuste exacto de la temperatura.
- Para no influir en la flexibilidad del elemento de soporte elástico 166, los cables de corriente 180 se realizan ventajosamente por medio de un hilo de fibra de carbono. La alta flexibilidad de un hilo como éste no provoca ningún endurecimiento de la superficie flexible 164. Una fibra de estas características soporta además varios cientos de miles 100.000 de ciclos de carga.
- La conductibilidad térmica del elemento de soporte elástico 166 se puede aumentar mediante la adición de partes de metal a la silicona. Por ejemplo, se considera adecuado un polvo de aluminio o un polvo de cualquier otro metal ligero.
- Con una parte de polvo de aproximadamente un 10-25 por ciento en peso, en especial de aproximadamente un 20 por ciento en peso, la superficie flexible 164 posee una conductibilidad térmica suficiente, de manera que un elemento calefactor del dispositivo calefactor 160 y la superficie flexible 164 se puedan mantener más o menos a la misma temperatura.
- No obstante, con el aumento de la cantidad de polvo se puede reducir la flexibilidad del tampón de aplicación 168. Si la cantidad de polvo se aumenta todavía más, se pueden producir fallos eléctricos. Por esta razón se da preferencia al porcentaje en peso antes indicado.
- En la superficie flexible 164 del tampón de aplicación 168 se han integrado los canales de succión y de soplado 174 que en el interior del tampón de aplicación 168 se juntan a través de una cámara 182. En la cámara 182 se coloca un vellón absorbente (no representado) que impide un colapso durante la aplicación a presión del tampón de aplicación 168.
- Para evitar cargas electrostáticas resulta ventajoso que la superficie flexible 164 sea de un material flexible con propiedades antiestáticas. La superficie flexible consiste, por ejemplo, en una silicona antiestática. El elemento de soporte elástico 166 se fabrica por lo tanto de la silicona antes mencionada con buenas propiedades elásticas, mientras que la superficie flexible 164 se fabrica de una silicona antiestática. Un ejemplo de una silicona antiestática es la silicona comercializada bajo el nombre de Elastosil RT402.
- A la vista de la figura 16 se explica a continuación con mayor detalle el mecanismo de aplicación del dispositivo de aplicación 28.
- El mecanismo de aplicación 184 reproducido en la figura 16 sirve para el movimiento del tampón de aplicación 168 para el transporte de los parches de fibra 40 del dispositivo de corte 24 a la posición predefinida 46. El mecanismo de aplicación 184 permite un ciclo de colocación rápido y un ángulo de colocación regulable.
- Como se ha explicado antes, el parche 40 se entrega sin contacto de la cadena de vacío 50 al tampón de aplicación 168. Para esta operación, el sistema de control 44 activa después de un tiempo de retardo ajustado, en dependencia de una orden de corte, un impulso de soplado de la cámara de succión/soplado 144 de la cadena de vacío 50. El parche 40 se transmite a través de una vía aérea de pocos milímetros (aproximadamente 0,5-10 mm) al tampón de aplicación 168 que lo absorbe. Después se inicia el movimiento del mecanismo de aplicación 184.
- El mecanismo de aplicación 184 presenta un primer accionamiento de traslado para el transporte del tampón de aplicación 168 de la posición de recepción a una posición por encima de la posición predeterminada. Este primer accionamiento se ha realizado en la forma de realización representada del mecanismo de aplicación 184 como cilindro neumático horizontal 186. Este cilindro neumático horizontal 186 puede desplazar el tampón de aplicación 168 desde su posición de recepción sobre la zona de colocación. Un segundo accionamiento, aquí en forma de un cilindro neumático vertical 188, presiona el tampón de aplicación 168, preferiblemente con una presión regulable, sobre la superficie.
- Durante el proceso de desplazamiento, la superficie del tampón se mantiene permanentemente a una temperatura regulable para que el aglutinante pueda activar su adherencia. Cuando el parche 40 toca la superficie, el material aglutinante 38 se enfría y se solidifica. Controlado por el sistema de control 44, se activa después un impulso de soplado en el dispositivo de aspiración 158 del tampón de aplicación 168; el tampón de aplicación se separa y vuelve posteriormente a su posición inicial. En esta operación resultan ventajosas las características de separación de la silicona, puesto que en el tampón no queda ningún material aglutinante 38.

A través de un tercer accionamiento, configurado en el ejemplo de realización en forma de motor paso a paso 190 con sistema de árbol estriado 191, el tampón de aplicación 168 se puede girar. Así se pueden crear también pistas de patches oblicuos 40 sin necesidad de girar toda la cabeza de aplicación (por ejemplo, tampones de aplicación 168 con mecanismo de aplicación 184).

- 5 Para conseguir un proceso de aplicación rentable se ha previsto un índice de ciclo muy alto de más de dos procesos de aplicación por segundo. Se realizan, por ejemplo, cinco procesos de aplicación por segundo o más. Con una longitud de patch de 60 mm y utilizando un roving 12k se alcanza así un rendimiento teórico de paso de fibras de 14,4 g/min. Si se quisiera cubrir, por ejemplo, un metro cuadrado con patches de fibra 40 con el grosor de un tejido biaxial (aproximadamente 500 g/m²), el dispositivo de fabricación de preformas 10 necesitaría unos 35 minutos para hacerlo. Mediante el empleo de varios dispositivos de aplicación 28, por ejemplo, de varios robots que trabajan conjuntamente en una superficie, se pueden conseguir tiempos más cortos.

Debido a las velocidades alcanzables, que en la actualidad son todavía relativamente bajas, la técnica FPP en la forma presentada actualmente resulta especialmente apropiada para el refuerzo de otros tipos de preforma, así como para componentes de paredes finas y complejos.

- 15 Se puede pensar, por ejemplo, en el refuerzo de bordes perforados de tejidos multiaxiales o telas. Un embudo de ventana, cuya preforma 192 se representa en la figura 13, se podría fabricar también con paredes muy finas y con una capa de fibras definida.

- 20 Para determinados tipos de preforma se necesitan menos grados de libertad en una instalación FPP o un dispositivo de fabricación de preformas 10. Si se trata, por ejemplo, de fabricar únicamente perfiles de refuerzo, es posible simplificar los distintos grupos de construcción y agruparlos en una línea de producción. Los grupos de construcción que no se utilizan se pueden suprimir o el dispositivo se puede dividir en varias unidades de construcción con almacenamiento intermedio del material semiacabado.

De este modo se pueden reducir los costes de la instalación y se puede incrementar la productividad.

25 Lista de referencias

- 10 Dispositivo de fabricación de preformas
- 12 Grupo de procesamiento
- 14 Cordón de fibras
- 16 Grupo de corte y de aplicación
- 30 18 Dispositivo de desenrollado
- 20 Dispositivo de separación
- 22 Dispositivo de conglomeración
- 24 Dispositivo de corte
- 26 Dispositivo de transporte
- 35 28 Dispositivo de aplicación
- 30 Premolde
- 32 Roving
- 34 Mecanismo de separación
- 36 Dispositivo de ahuecamiento
- 40 38 Material aglutinante
- 40, 40', 40" Patch (secciones de una banda de fibra; piezas de banda de fibra)
- 42 Preforma
- 44 Sistema de control
- 46 Posición predefinida
- 45 48 Mecanismo de corte de fibras
- 50 Cadena de vacío
- 52 Cabeza de aplicación
- 54 Láser

	56	Bobina de reserva
	58	Alojamiento
	60	Guía lineal
	62	Carro
5	64	Husillo de accionamiento
	66	Motor
	68	Sensor
	70	Posición
	72	Fotodiodo
10	74	Cinta plana
	75	Rollo pequeño
	76	Barra curvada
	78	Barra recta
	80	Canto de separación
15	82	Primer saliente radial
	84	Eje de giro
	86	Eje de giro
	88	Segundo saliente radial
	90	Canto rectilíneo
20	92	Engranaje de ruedas dentadas
	94	Alas
	96	Cámara de aspiración
	98	Corriente de aire laminar
	100	Filamentos
25	102	Embudo
	104	Protuberancias radiales
	106	Rodillo
	108	Rodillo de cepillado
	110	Motor eléctrico
30	112	Motor eléctrico
	114	Dispositivo de control
	116	Soporte
	118	Dispositivo calefactor
	120	Radiador IR
35	122	Mecanismo de corte de fibras
	124	Dispositivo de cuchillas
	126	Contrarrodillo
	128	Rodillo de transporte
	130	Cilindro portacuchillas
40	132	Cantos de cuchilla
	134	Mecanismo de corte de acoplamiento
	136	Barra portacuchillas

	138	Filo de cuchilla
	140	Cámara de aspiración
	142	Chapa perforada
	144	Cámara de succión/soplado
5	146	Posición de entrega
	148	Tiras curvadas
	150	Patches solapados
	152	Canto de corte
	154	Canto de corte
10	156	Movilidad del premolde (multidimensional)
	158	Dispositivo de aspiración
	160	Dispositivo calefactor
	162	Elemento de presión
	164	Superficie flexible
15	166	Elemento de soporte elástico
	168	Tampón de aplicación
	170	Distribuidor de aire
	172	Superficie de calefacción elástica
	174	Canales de succión y de soplado
20	175	Placa de acoplamiento
	176	Dispositivo de posicionamiento
	178	Elemento térmico
	180	Cable de corriente
	182	Cámara
25	184	Mecanismo de aplicación
	186	Cilindro neumático horizontal (primer accionamiento)
	188	Cilindro neumático vertical (segundo accionamiento)
	190	Motor paso a paso (tercer accionamiento)
	191	Sistema de árbol estriado
30	192	Preforma de embudo de ventana

REIVINDICACIONES

1. Tampón de aplicación (168) para su empleo en un dispositivo de aplicación (28) para la colocación de piezas de fibra (40, 40', 40'') que comprende una superficie elásticamente deformable (164) para la aplicación plana a presión de las piezas de fibra (40, 40', 40'') a una superficie de conformación curvada (30), comprendiendo el tampón de aplicación (168) para la colocación de piezas de fibra (40, 40', 40'') una superficie flexible elásticamente deformable (164), un dispositivo de retención (158) para la retención de una pieza de fibra (40, 40', 40'') en la superficie elásticamente deformable (164) y un elemento de soporte elástico, configurándose la superficie elásticamente deformable (164) en el elemento de soporte elástico (166), caracterizado por que la superficie elásticamente deformable (164) se configura como superficie de calefacción elástica (172) para la activación de un material aglutinante (38) de las piezas de fibra (40, 40', 40'') ajustadas a la superficie elásticamente deformable (164) justo antes de la colocación de las piezas de fibra (40, 40', 40'') con canales de succión y de soplado (174) integrados.
2. Tampón de aplicación (168) según la reivindicación 1, caracterizado por que la superficie de calefacción elástica (172) presenta un dispositivo calefactor (160) para el calentamiento de una pieza de fibra (40, 40', 40'') ajustada a la superficie elásticamente deformable (164) configurado como dispositivo calefactor eléctrico, previéndose al menos un cable de corriente flexible (180) para la conexión eléctrica del dispositivo calefactor.
3. Tampón de aplicación (168) según la reivindicación 2, caracterizado por que el al menos un cable de corriente (180) presenta al menos un hilo de carbono conducido a través del elemento de soporte (166).
4. Tampón de aplicación (168) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el elemento de soporte elástico (166) presenta un bloque de un elastómero y/o por que la superficie elásticamente deformable (164) está formada por un elastómero.
5. Tampón de aplicación (168) según la reivindicación 4, caracterizado por que el elastómero se fabrica de o con silicona.
6. Tampón de aplicación (168) según la reivindicación 5, caracterizado por que la silicona se mezcla con un suavizante.
7. Tampón de aplicación (168) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la superficie elásticamente deformable (164) se fabrica de o con un elastómero antiestático, especialmente de una silicona antiestática.
8. Tampón de aplicación (168) según una de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado por que el elastómero contiene una parte de componentes termoconductores.
9. Tampón de aplicación (168) según una de las reivindicaciones 4 a 8, caracterizado por que un elemento calefactor eléctrico se inserta en el elastómero de la superficie elásticamente deformable.
10. Tampón de aplicación (168) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el elemento de soporte (166) está dotado de al menos un canal (170) para la conducción de un fluido de presión a la superficie elásticamente deformable (164) y/o de un sistema de distribución para la distribución del fluido de presión entre los canales de succión y de soplado (174).
11. Tampón de aplicación (168) según la reivindicación 10, caracterizado por que al menos un espacio hueco (182) del canal y/o del sistema de distribución está dotado de una estructura de apoyo permeable al gas, especialmente mediante inserción de un vellón absorbente.
12. Dispositivo de aplicación (28) para la colocación de piezas de fibra (40, 40', 40'') que presenta una superficie elásticamente deformable (164) para la aplicación plana a presión de las piezas de fibra (40, 40', 40'') a una superficie de conformación curvada (30), caracterizado por un tampón de aplicación (168) según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que se configura la superficie elásticamente deformable (164), y por un dispositivo de posicionamiento (176) para el movimiento y posicionamiento exactos de la superficie elásticamente deformable (164) entre al menos dos posiciones predeterminadas (46, 146), siendo el dispositivo de posicionamiento (176) capaz de girar o desplazar la superficie elásticamente deformable (164) alrededor de una superficie flexible o de un eje de giro que cruza un plano paralelo a la misma.
13. Dispositivo de aplicación (28) según la reivindicación 12, caracterizado por un dispositivo de acoplamiento para el acoplamiento separable del tampón de aplicación (168) al dispositivo de posicionamiento (176).

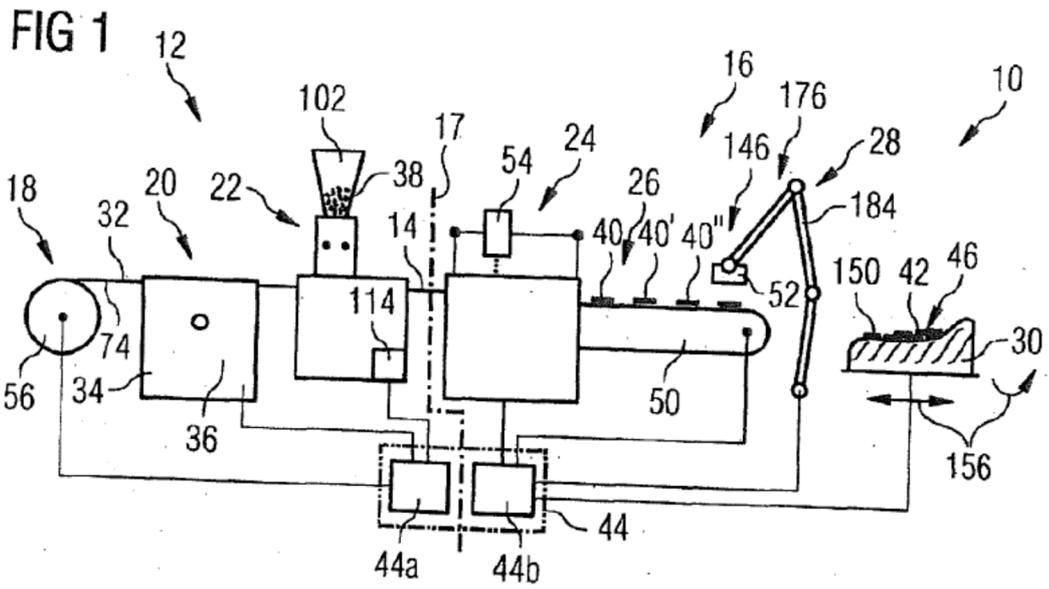


FIG 1a

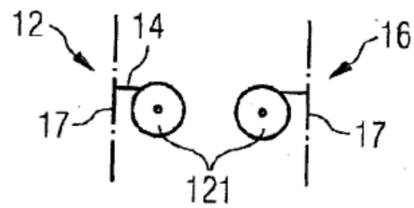


FIG 2

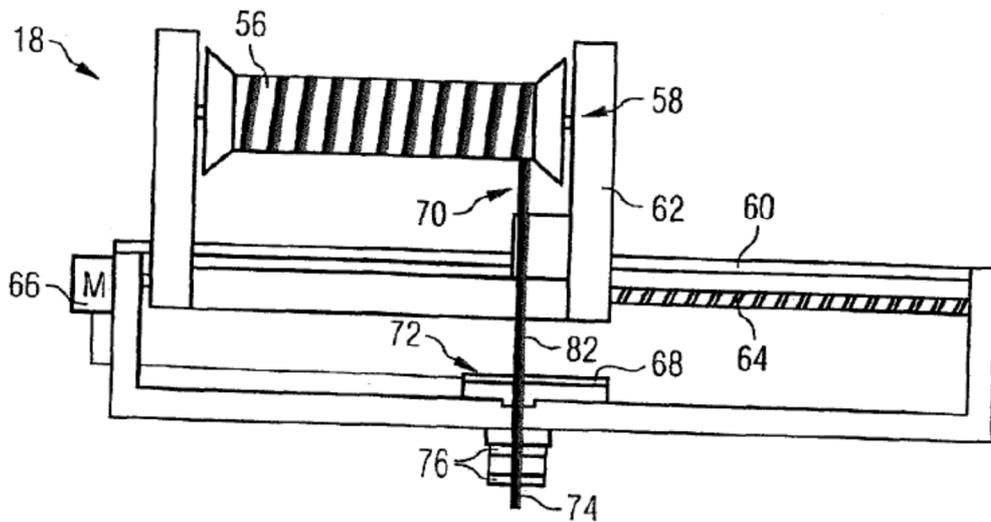


FIG 3

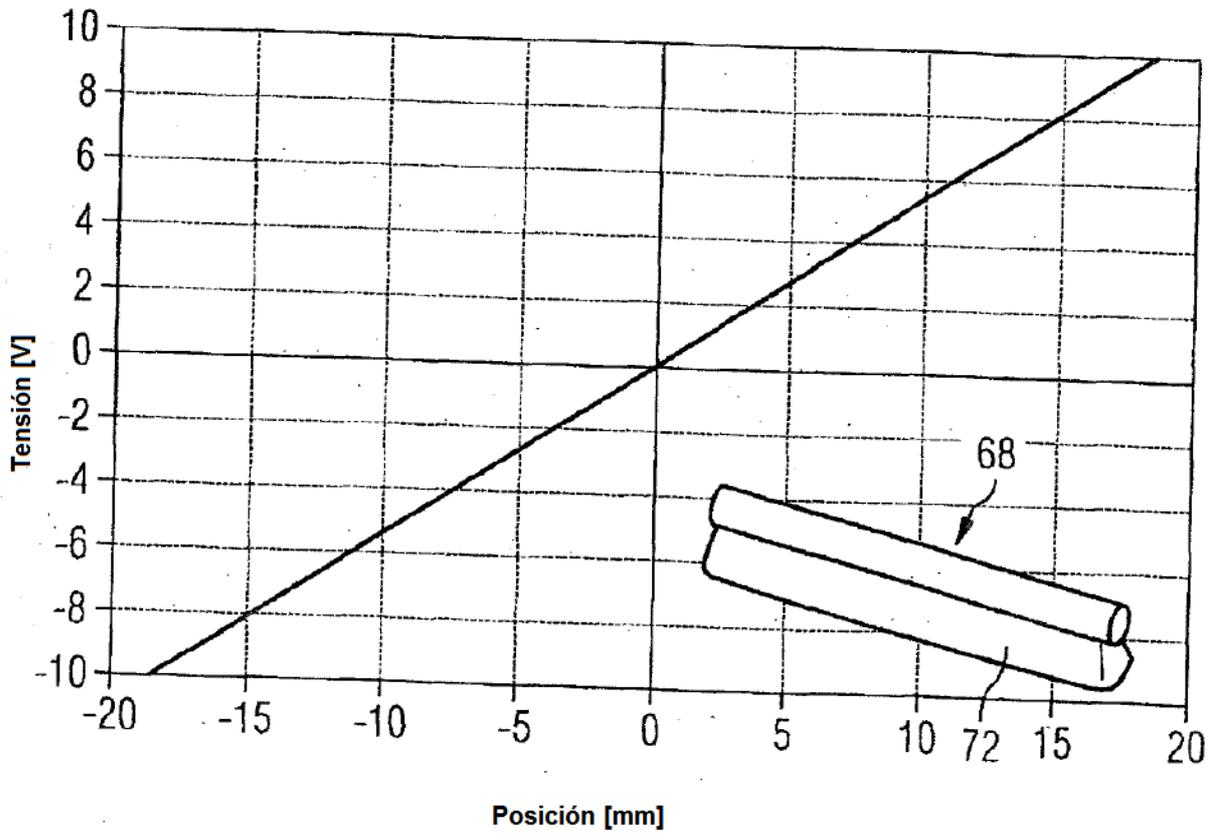


FIG 4

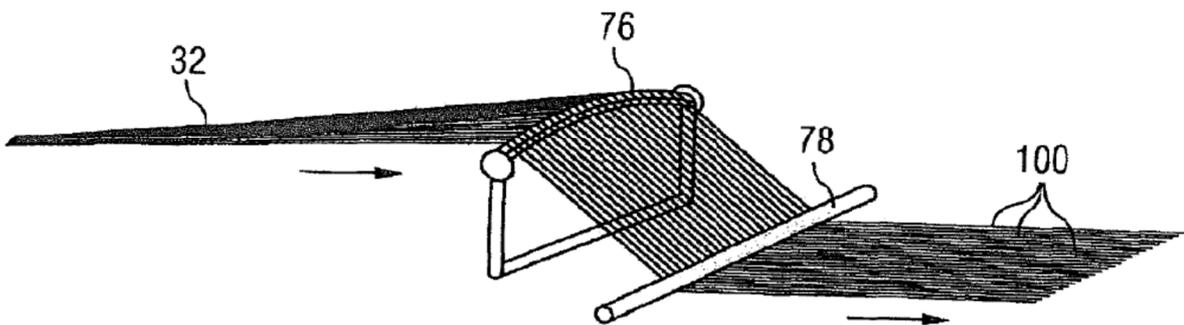


FIG 5

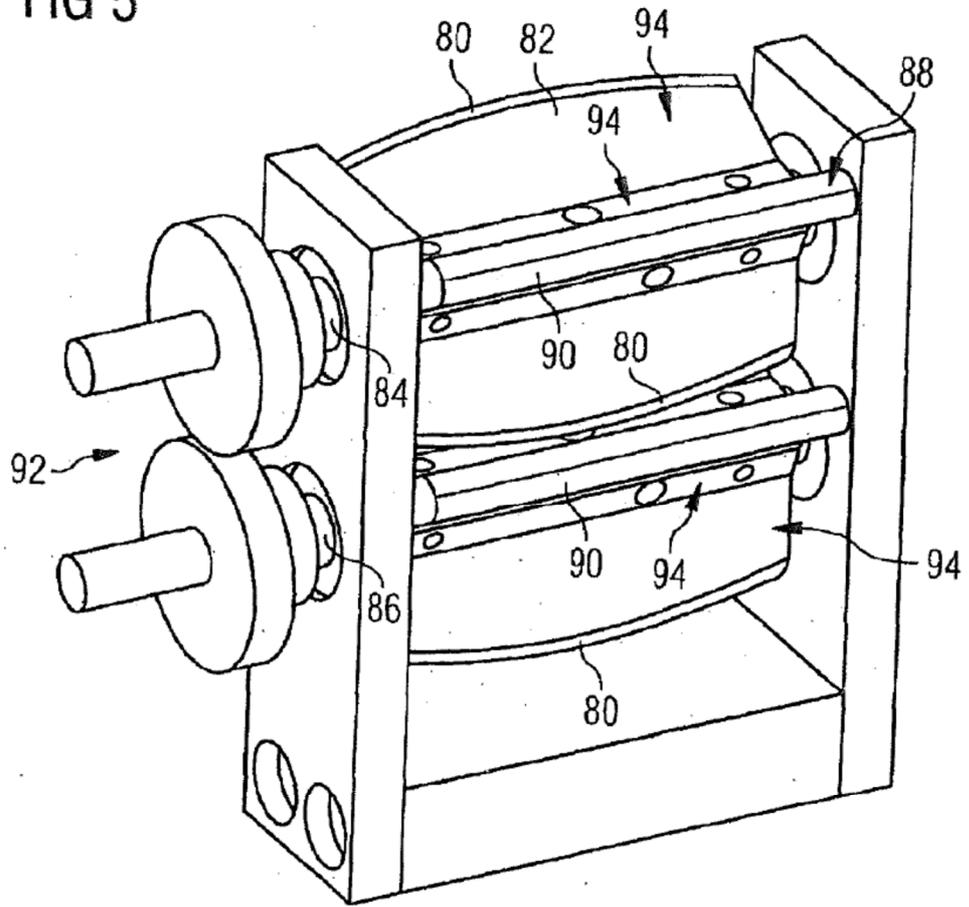


FIG 6a

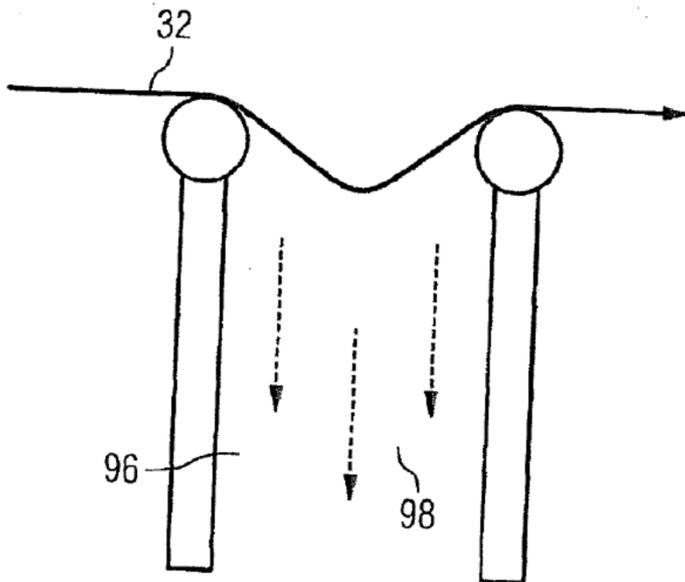


FIG 6b

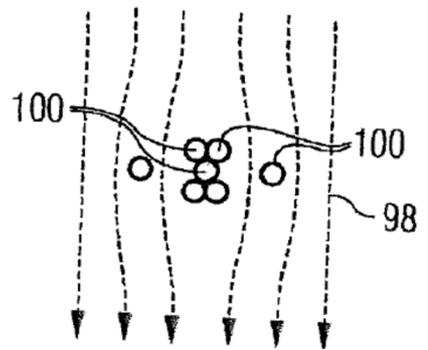


FIG 7

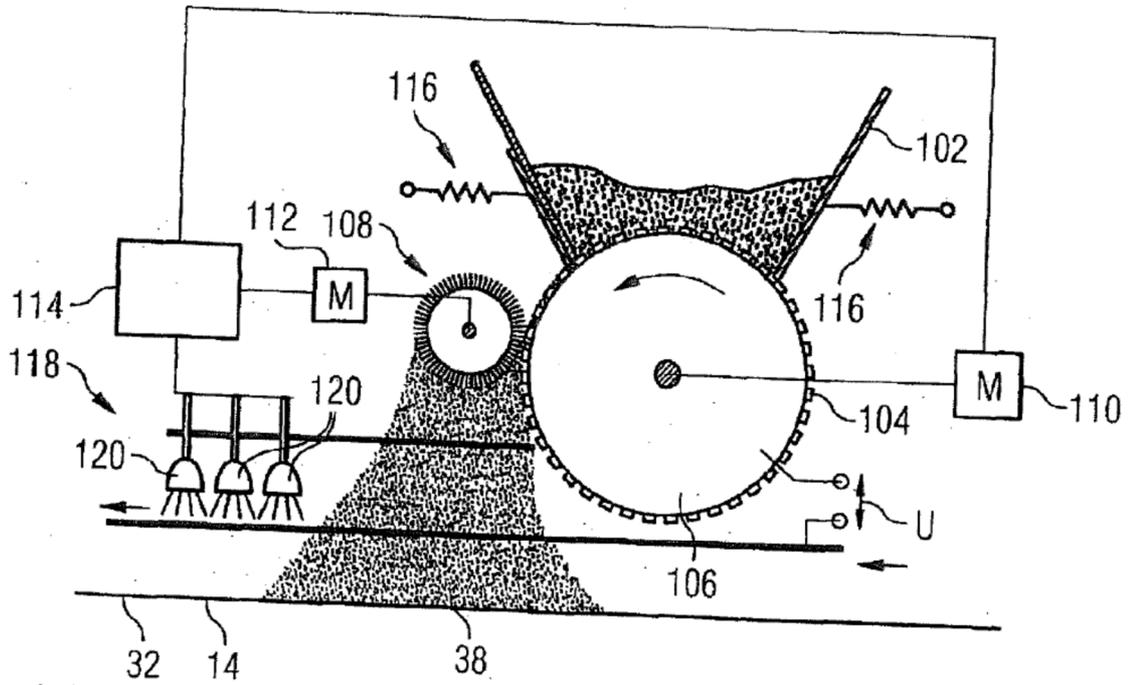


FIG 8

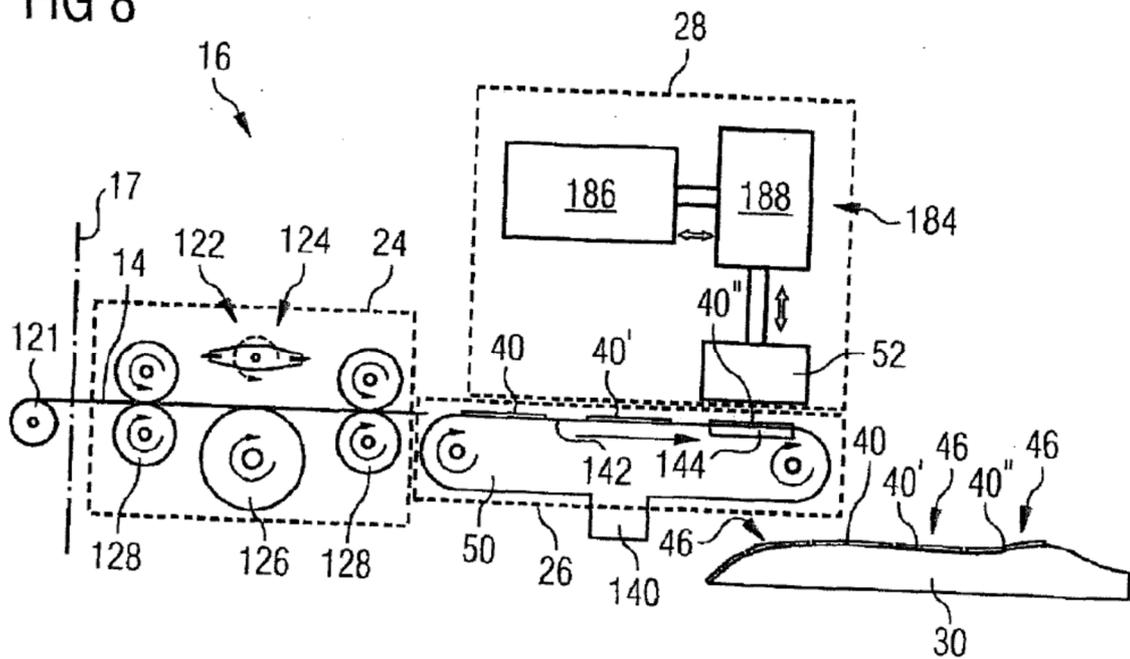


FIG 9

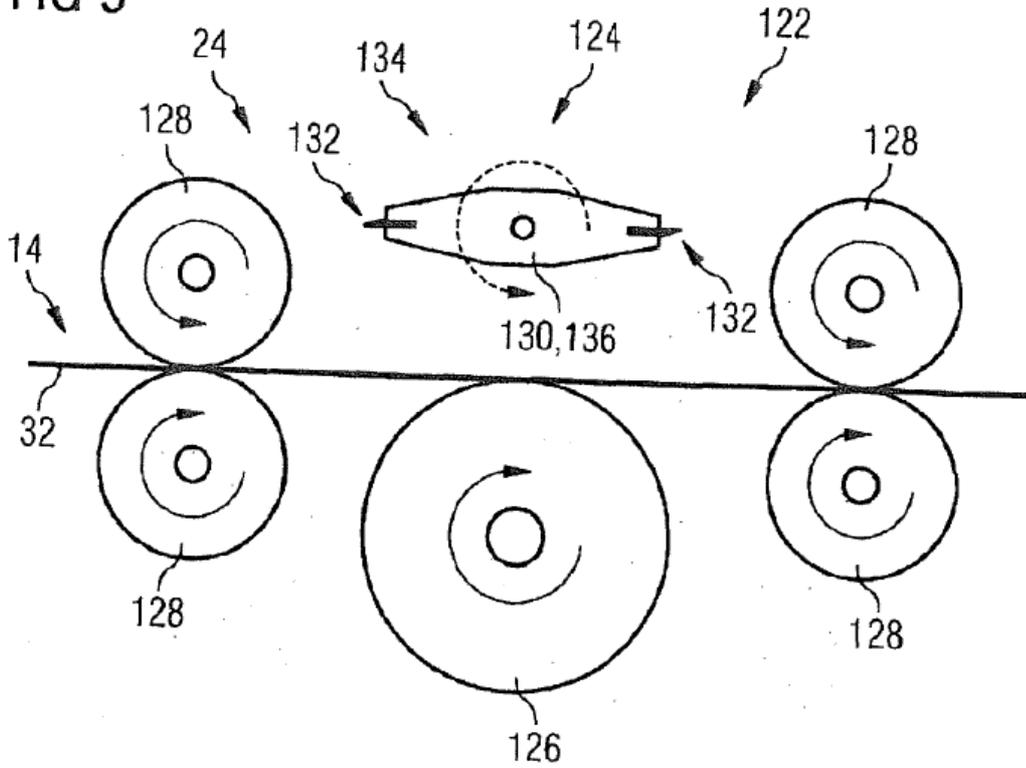
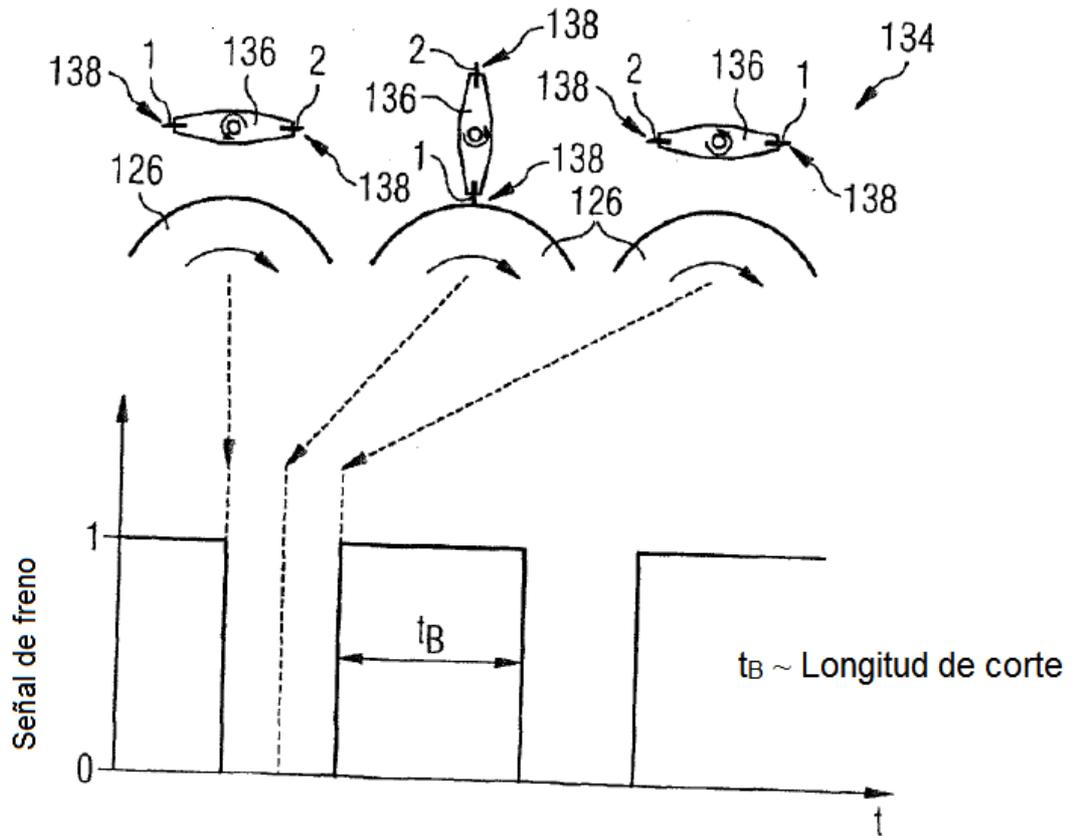


FIG 10



6/8

FIG 11

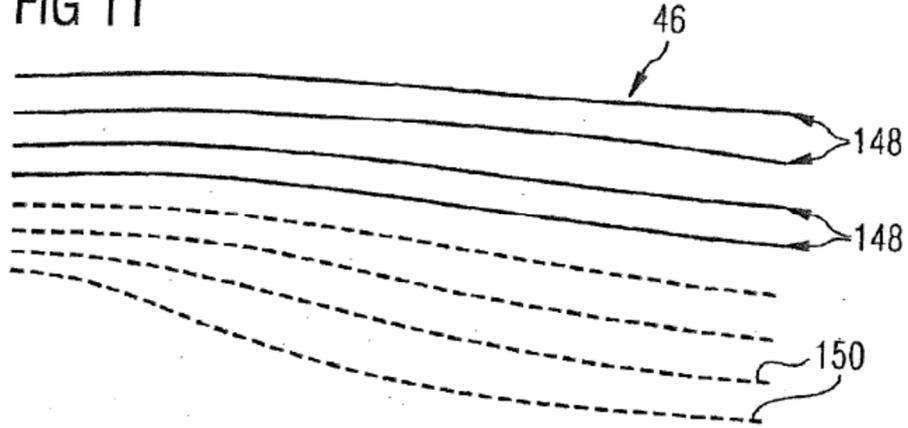


FIG 12

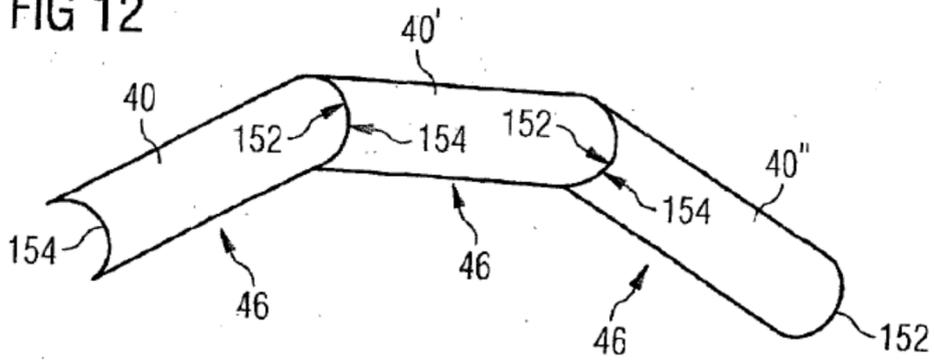


FIG 13

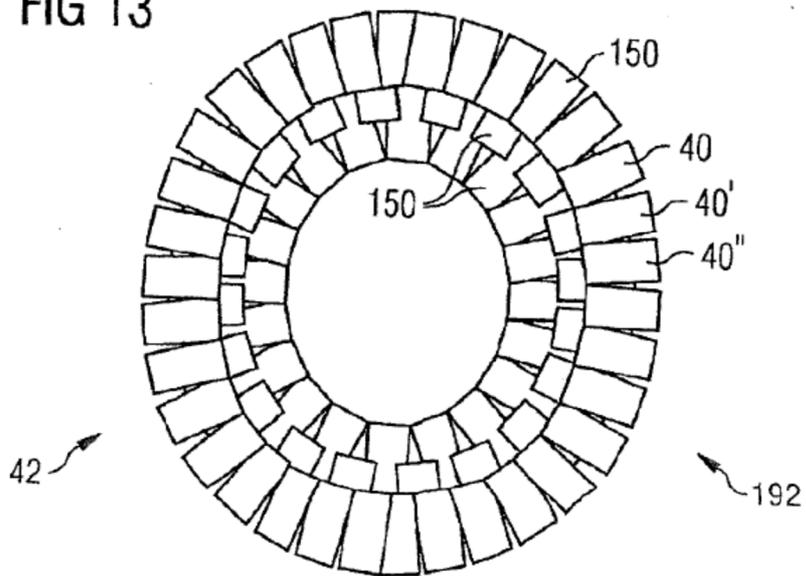


FIG 14

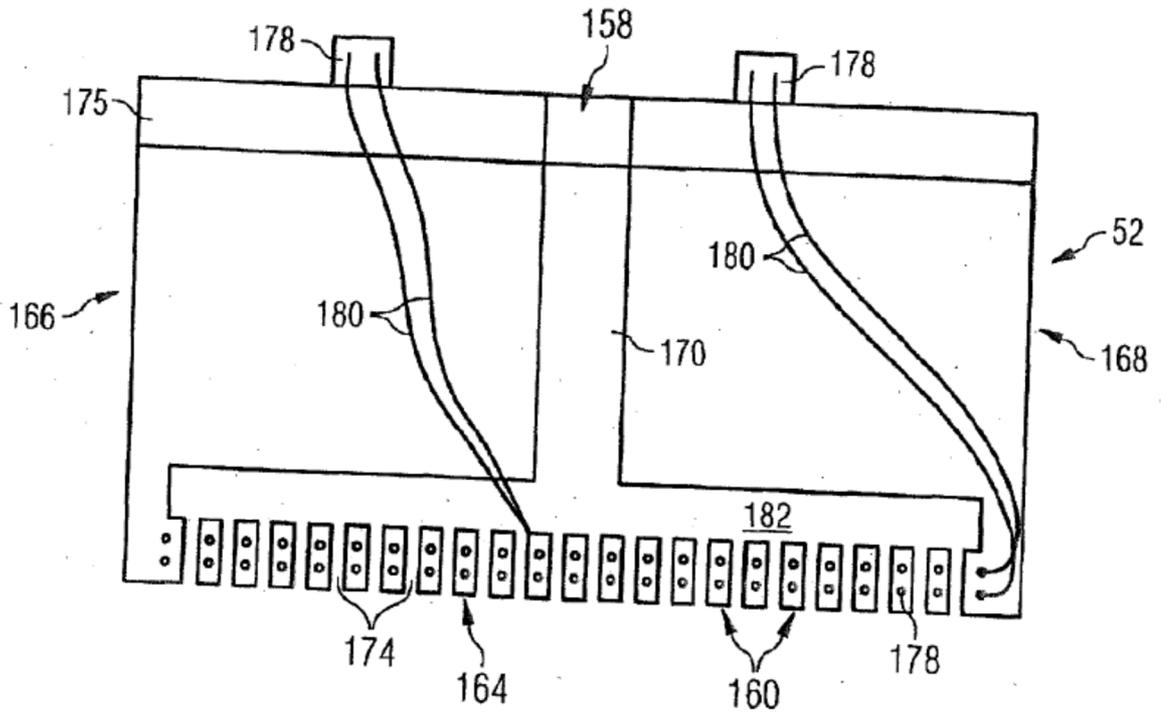


FIG 15

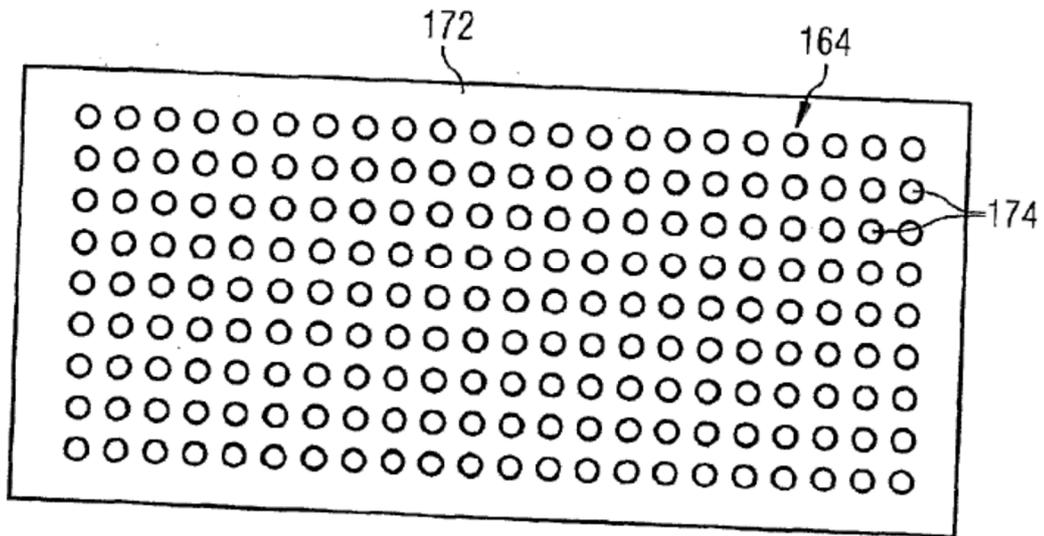


FIG 16

