

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 167**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B29C 70/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2019** **PCT/US2019/057411**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2020** **WO20086560**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2019** **E 19877099 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 3870841**

54 Título: **Instalación de banda de turbina eólica sin pórtico con calentamiento**

30 Prioridad:

22.10.2018 US 201862748830 P

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

30.09.2024

73 Titular/es:

TPI COMPOSITES, INC. (100.0%)
373 Market Street
Warren, RI 02885, US

72 Inventor/es:

SCHIBSBYE, KARSTEN y
SALIMI, AMIR

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 980 167 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

Instalación de banda de turbina eólica sin pórtico con calentamiento

5 Antecedentes del objeto descrito

Campo del objeto descrito

10 El tema descrito se refiere a un sistema, y al método correspondiente, de fabricación de estructuras compuestas a gran escala, por ejemplo, palas de turbinas eólicas. Estas estructuras compuestas a gran escala se forman normalmente a partir de un molde de dos piezas y un inserto de banda de cizalladura, una vez moldeadas las mitades de la pala, requiere procesos complejos de instalación y cierre del molde, que incluyen un aparato de pórtico elevado para transportar y posicionar la banda de cizalladura a fin de completar la fabricación.

15 En particular, la presente descripción proporciona un sistema y un método correspondiente de instalación de la banda de cizalladura, sin necesidad de un pórtico para soportar la banda de cizalladura, mediante el empleo de elementos de soporte en la banda de cizalladura que sirven como guía de instalación y, al mismo tiempo, garantizan la estabilidad de la banda después de la instalación.

20 Descripción de la técnica relacionada

25 Las palas de las turbinas eólicas generalmente comprenden una carcasa de pala hueca hecha principalmente de materiales compuestos, tales como plástico reforzado con fibra de vidrio. La carcasa de la pala se compone normalmente de dos medias carcasas, una carcasa del lado de presión inferior y una carcasa del lado de succión superior, que se moldean por separado en los respectivos semimoldes hembra, antes de unirse entre sí a lo largo de bridas en los bordes delantero y trasero de la pala. Este método de fabricación de una pala se ilustra esquemáticamente en la Figura 1a.

30 Haciendo referencia a la Figura 1a, esta muestra un molde 10 para una pala de turbina eólica dividido en dos semimoldes, un molde superior del lado de succión 10a y un molde del lado de presión inferior 10b que están dispuestos uno al lado del otro en una configuración abierta del molde. Una carcasa de pala del lado de presión 12a está soportada sobre una superficie de molde 14a del molde inferior 10a y una carcasa de pala del lado de succión 12b está soportada sobre una superficie de molde 14b del molde superior 10b. Cada una de las carcasas 12a, 12b está formada por una pluralidad de capas de tela de fibra de vidrio, que están unidas entre sí mediante resina curada.

35 Después de formar las carcasas 12a, 12b en las respectivas mitades del molde 10a, 10b, las bandas de cizalladura 16 se unen a una superficie interior 17 de la carcasa de la pala de barlovento 12a. Aunque en las Figuras 1A-1C se representan dos bandas de cizalladura, la presente descripción incluye el uso de una sola banda de cizalladura. De hecho, realizaciones una sola banda de cizalladura pueden ser menos estables que los diseños de banda doble, por lo que la presente descripción tiene una utilidad aún mayor para las realizaciones de banda única. Como se muestra, las bandas de cizalladura 16 son estructuras que se extienden longitudinalmente que puentean las dos semicarcasas 12a, 12b de la pala y sirven para transferir las cargas de cizalladura desde la pala al buje de la turbina eólica en uso. En sección transversal, como se muestra en la Figura 1a, cada una de las bandas de cizalladura 16 comprende una banda 18 que tiene un borde inferior 19 que comprende una primera brida de montaje 20 que se extiende longitudinalmente y un borde superior 21 que comprende una segunda brida de montaje que se extiende longitudinalmente. 22. Se aplica un adhesivo, tal como el epoxi, a lo largo de estas bridas de montaje 22 para unir las bandas de cizalladura 16 a las respectivas semicarcasas 12a, 12b.

50 Como se muestra en la Figura 1b, una vez que las bandas de cizalladura 16 se han unido a la carcasa superior de la pala 12a, se aplica adhesivo a lo largo de las segundas bridas de montaje (superiores) 22 de las bandas de cizalladura 16, y a lo largo del borde anterior 24 y el borde posterior 26 de las carcasas de la pala. 12a, 12b. El molde superior 10b, que incluye la carcasa superior de la pala 12b, se levanta, gira y se coloca sobre el molde de pala inferior 10a para unir las dos semicarcasas de la pala 12a, 12b a lo largo de los bordes delantero y trasero 24, 26 y para unir las bandas de cizalladura 16 a una superficie interior 28 de la carcasa superior de la pala 12b. La etapa de colocar una mitad del molde encima de la otra se denomina cerrar el molde.

60 Haciendo referencia ahora a la Figura 1C, puede surgir un problema cuando el molde 10 está cerrado por lo que las bandas de cizalladura 16 pueden moverse ligeramente con respecto a la carcasa superior 12b. Por ejemplo, las bandas de cizalladura 16 pueden moverse ligeramente por su propio peso durante el cierre del molde o pueden desprenderse por contacto con la carcasa superior 12b. La curvatura cóncava de la carcasa superior 12b también tiende a forzar ligeramente a las bandas de cizalladura 16 a unirse, como se muestra en la Figura 1C. Tal movimiento de las bandas de cizalladura 16 durante el cierre del molde puede provocar que las bandas de cizalladura 16 se adhieran a la carcasa superior 12b en una posición subóptima.

65 Además, el proceso convencional para instalar una banda de cizalladura en el molde utiliza un accesorio de instalación complejo, por ejemplo, un pórtico elevado. El gran tamaño y peso del dispositivo de pórtico a menudo crea

complicaciones con respecto al espacio del taller, y el funcionamiento del dispositivo de pórtico presenta un retraso significativo en el tiempo del ciclo de fabricación.

Además, hay varias técnicas que requieren el empleo de accesorios permanentes para guiar las bandas de cizalladura durante el cierre del molde. Un ejemplo de lo cual se proporciona en la publicación de patente estadounidense n.º 2017/0151711, que incluye las estructuras de guía de banda. Sin embargo, el uso de dichos accesorios permanentes tiene un impacto adverso en el peso de la pala, además de aumentar la complejidad y los costes del diseño, lo que afecta a la estructura diseñada de la pala al convertirse en un parásito para la estructura de la pala en uso. Además, los métodos anteriores tenían que formar parte del diseño inicial de la pala.

El documento US-9 470 205 B2 de la técnica relacionada describe un sistema de palas de turbina eólica que incluye un primer segmento de pala que tiene un primer elemento de larguero que incluye primeras planchas que tienen un primer espesor y una primera composición de plancha, y un segundo segmento de pala que tiene un segundo elemento de larguero que incluye segundas planchas que tienen un segundo espesor y una segunda composición de plancha diferente de la primera composición de plancha. El segundo segmento de pala se une al primer segmento de pala en una junta y, en algunas realizaciones particulares, el producto global del espesor y el módulo de elasticidad de las primeras planchas es aproximadamente igual al producto total del espesor y el módulo de elasticidad de las segundas planchas.

Sigue existiendo la necesidad de un método y un sistema eficientes y económicos para proporcionar soporte a las bandas/elementos estructurales durante la fase de ensamblaje de los dispositivos de turbina eólica que garanticen la colocación adecuada de la banda de cizalladura, sin necesidad de un accesorio de pórtico y sin afectar a la estructura del producto.

De acuerdo con la presente descripción, se proporciona un sistema novedoso para manipular la banda de cizalladura y establecer un proceso de instalación sin pórtico.

Resumen del objeto descrito

El objetivo y las ventajas del objeto descrito se expondrán y resultarán evidentes a partir de la descripción que sigue, y se aprenderán mediante la puesta en práctica del objeto descrito. Se conseguirán y obtendrán ventajas adicionales del objeto descrito mediante los métodos y sistemas especialmente señalados en la descripción escrita y en las reivindicaciones de la misma, así como de los dibujos adjuntos.

Para lograr estas y otras ventajas y de acuerdo con el propósito del tema descrito, tal como se describe y se describe ampliamente, la presente invención se refiere a un método para formar una pala de turbina eólica, que comprende: proporcionar una primera mitad de pala; proporcionar una segunda mitad de pala; proporcionar una banda de cizalladura, incluyendo la banda de cizalladura al menos una abertura formada en la misma; proporcionar al menos un mamparo, el al menos un mamparo unido a la banda de cizalladura; colocar la banda de cizalladura y al menos un mamparo en la primera mitad de la pala; disponer la segunda mitad de la pala sobre la primera mitad de pala para definir un interior de pala entre las mismas, la banda de cizalladura y al menos un mamparo están dispuestos dentro del interior de la pala, donde el mamparo incluye un bastidor y una tapa extraíble.

En algunas realizaciones, un primer mamparo incluye un primer y un segundo componente simétrico, el primer componente dispuesto en el primer lado de la banda de cizalladura y el segundo mamparo dispuesto en el primer lado de la banda de cizalladura. Por ejemplo, los componentes simétricos primero y segundo pueden configurarse en una geometría generalmente en forma de D.

En algunas realizaciones, un segundo mamparo incluye un primer y un segundo componente asimétrico, el primer componente dispuesto en el primer lado de la banda de cizalladura y el segundo mamparo dispuesto en el primer lado de la banda de cizalladura.

En algunas realizaciones, el primer componente del segundo mamparo está configurado en una geometría generalmente en forma de D y el segundo componente del segundo mamparo está configurado con una geometría cónica.

En algunas realizaciones, un primer mamparo está ubicado cerca de la raíz de la pala y un segundo mamparo está ubicado a una distancia predeterminada del primer mamparo.

En algunas realizaciones, colocar la banda de cizalladura y el mamparo en la primera mitad de la pala incluye girar la banda de cizalladura desde una orientación horizontal a una vertical.

En algunas realizaciones, el método también incluye retirar al menos una tapa de un mamparo para exponer el interior de la pala.

En algunas realizaciones, el método también incluye calentar y/o enfriar el interior de la pala.

De acuerdo con otro aspecto de la descripción, se proporciona un método para formar una pala de turbina eólica que comprende: proporcionar una primera mitad de pala; proporcionar una segunda mitad de pala; proporcionar una banda de cizalladura, incluyendo la banda de cizalladura al menos una abertura formada en la misma; proporcionar al menos un mamparo, el al menos un mamparo unido a la banda de cizalladura; colocar la banda de cizalladura y al menos un mamparo en la primera mitad de la pala; disponer la segunda mitad de pala sobre la primera mitad de pala para definir un interior de pala entre las mismas, la banda de cizalladura y al menos un mamparo dispuestos dentro del interior de la pala; calentar el interior de la pala, en donde el calentamiento incluye dirigir el fluido desde la raíz de la pala a través de un mamparo hacia la punta de la pala con el fluido circulando alrededor de la banda de cizalladura.

En algunas realizaciones, el calentamiento incluye bombear fluido a través de una abertura en un primer lado de la banda de cizalladura.

En algunas realizaciones, el calentamiento incluye succionar fluido a través de una abertura en un segundo lado de la banda de cizalladura.

En algunas realizaciones, el calentamiento incluye dirigir el fluido alrededor del extremo distal de la banda de cizalladura cerca de la punta de la pala.

En algunas realizaciones, el calentamiento incluye dirigir el fluido alrededor de la banda de cizalladura en una ubicación entre la raíz y la punta.

En algunas realizaciones, un primer mamparo incluye una primera abertura para el paso de fluido ubicada en el mismo, y un segundo mamparo incluye una segunda abertura para el paso de fluido ubicada en el mismo, desplazándose la primera abertura en una dirección en el sentido de las cuerdas con respecto a la segunda abertura.

En algunas realizaciones, el método también incluye retirar al menos una tapa de la segunda mitad de la pala para exponer al menos un mamparo dispuesto en el interior de la pala.

En algunas realizaciones, el método también incluye realizar una operación de colocación después de retirar al menos una tapa.

En algunas realizaciones, el calentamiento incluye bombear simultáneamente fluido calentado en la raíz de la pala y aspirar fluido frío en la raíz de la pala.

En algunas realizaciones, el calentamiento incluye canalizar conductos para distribuir el fluido calentado a través de los mamparos.

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son ejemplares y pretenden proporcionar una explicación adicional del objeto divulgado reivindicado.

Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen parte de esta memoria descriptiva, se incluyen para ilustrar y ofrecer una comprensión adicional del método y el sistema del objeto descrito. Junto con la descripción, los dibujos sirven para explicar los principios del objeto descrito.

Breve descripción de los dibujos

Se muestra una descripción detallada de diversos aspectos, características y realizaciones del objeto descrito en la presente memoria con referencia a los dibujos adjuntos, que se describen brevemente a continuación. Los dibujos son ilustrativos y no están dibujados necesariamente a escala, con algunos componentes y características exagerados para mayor claridad. Los dibujos ilustran diversos aspectos y características del presente objeto y pueden ilustrar una o más realizaciones o ejemplos del presente objeto en su totalidad o en parte.

Las Figuras 1A-C representan vistas en sección transversal de un molde de pala de turbina eólica convencional y un método de fabricación.

Las Figuras 2 a 4 son representaciones esquemáticas de un conjunto de mamparo y banda de cizalladura.

La Figura 5 es una representación esquemática de una banda de cizalladura (etapa 0), con mamparos de soporte unidos (etapa 1) y girada (etapa 2) para su instalación en un molde de pala de turbina eólica, de acuerdo con una realización de la presente descripción.

La Figura 6 es una representación esquemática de una banda de cizalladura dispuesta en una mitad de molde abierta (etapa 3), en configuración cerrada (etapa 4) y con los mamparos de soporte retirados (etapa 5), de acuerdo con una realización de la presente descripción.

La Figura 7 es una representación esquemática de una banda de cizalladura dispuesta en un molde y unida a los conductos de HVAC (etapa 6), y con los conductos de HVAC retirados (etapa 7), de acuerdo con una realización de la presente descripción.

- 5 La Figura 8 es una representación esquemática de un patrón de flujo de aire ejemplar dentro del molde de palas, de acuerdo con una realización de la presente descripción.

Descripción detallada de una realización ilustrativa

- 10 A continuación, se hará referencia en detalle a realizaciones ilustrativas del objeto descrito, ilustrándose un ejemplo de las mismas en los dibujos adjuntos. El método y las etapas correspondientes del objeto descrito se describirán junto con la descripción detallada del sistema.

- 15 Los métodos y sistemas presentados en el presente documento pueden usarse para la construcción de estructuras grandes. El tema descrito es particularmente adecuado para la construcción de palas de turbinas eólicas. Con fines de explicación e ilustración, y no de limitación, en las Figuras 2-10 se muestra una realización ejemplar del sistema de acuerdo con el tema descrito y se designa generalmente con el carácter de referencia 1000. Se pueden proporcionar números de referencia similares (diferenciados por el número inicial) entre las diversas vistas y figuras presentadas en el presente documento para indicar estructuras funcionalmente correspondientes, pero no necesariamente idénticas.

- 20 Como se muestra en la Figura 2, la presente descripción incluye una pluralidad de mamparos 200, 204 para su uso en relación con una banda de cizalladura 100. Los mamparos 200 incluyen una tapa extraíble 300 que se puede separar del bastidor del mamparo para permitir el acceso al interior de la pala. El bastidor 201 de los mamparos puede permanecer unido a la superficie interior de la pala mientras se retiran las tapas, como se muestra. El bastidor del mamparo puede formarse como una pieza unitaria (tal como la unidad generalmente semicircular tal como se muestra en la Figura 3), y/o como una estructura multicomponente que se ensambla para formar una unidad generalmente semicircular (tal como la primera mitad 201a y la segunda mitad 201b, como se muestra en la Figura 3).

- 25 En algunas realizaciones, la unión de los bastidores multicomponentes 201a, 201b se encuentra desplazada con respecto a la parte del bastidor que se acopla a la banda de cizalladura 100, como se muestra. Por ejemplo, el subcomponente 201a de bastidor se puede unir al subcomponente 201b de bastidor en una ubicación que coincida con un borde delantero y/o trasero de la pala. En algunas realizaciones, los mamparos se pueden ensamblar con una combinación de tipos de bastidor (por ejemplo, un bastidor unitario 201 en un primer lado de la banda de cizalladura 100 y un bastidor multicomponente 201a, 201b en un segundo lado de la banda de cizalladura 100, como se muestra en la Figura 3). En algunas realizaciones, el mamparo puede formarse a partir de dos secciones de bastidor 201 que se unen en ubicaciones que coinciden con las áreas superficiales superior e inferior de la pala, como se muestra en la Figura 4. Los bastidores, y cualquier subcomponente de los mismos, pueden incluir una unión macho 202 y hembra 203, tal como un acoplamiento de lengüeta y ranura. Además, los bastidores 201 pueden dimensionarse con una superficie interior que generalmente es arqueada a lo largo de los lados y generalmente plana a lo largo de la parte superior e inferior, como se muestra. La parte superior/inferior plana facilita la unión con la superficie plana de la banda de cizalladura 100. La tapa 300 se puede unir al bastidor después de que las partes del bastidor 201a, 201b se ensamblen entre sí.

- 30 En algunas realizaciones, se aplica un adhesivo (por ejemplo, pegamento) en los bordes superior e inferior de la banda de cizalladura 100 para unirla a los bastidores de los mamparos (es decir, el resto de la superficie de la banda de cizalladura no recibe ningún adhesivo, de modo que las tapas 300 se pueden quitar). En algunas realizaciones, los mamparos 200 tienen generalmente forma de D, aunque se incluyen geometrías alternativas dentro del alcance de esta descripción. De manera similar, en algunas realizaciones, el mamparo ubicado entre la banda de cizalladura y el lado inferior/de presión de la pala es simétrico con el mamparo ubicado entre la banda de cizalladura y el lado superior/de succión de la pala. Alternativamente, en algunas realizaciones, el mamparo ubicado entre la banda de cizalladura y el lado inferior/de presión de la pala es asimétrico y el mamparo está ubicado entre la banda de cizalladura y el lado superior/de succión de la pala, aunque se incluyen geometrías alternativas dentro del alcance de esta descripción.

- 35 Como se muestra en la Figura 5, la banda de cizalladura 100 se proporciona inicialmente tendida de lado en la posición horizontal, como se muestra en la etapa 0. Obsérvese que, aunque la geometría de la banda de cizalladura ejemplar 100 se muestra con una configuración cónica desde la raíz 102 hasta la punta 104, la presente descripción es igualmente aplicable a las bandas de cizalladura de cualquier forma/tamaño. Se forma una pluralidad de aberturas 103 en la banda de cizalladura para permitir que el fluido (por ejemplo, aire) pase a través de la sección transversal de la banda de cizalladura. Como el espesor de la pala tiende a ser mayor cerca de la raíz, existe una mayor necesidad de calentamiento para curar los materiales adicionales. En consecuencia, una realización de la presente descripción incluye un mayor número (por ejemplo, dos) de aberturas 103 formadas en la banda cerca de la raíz 102 en comparación con el número (por ejemplo, una) de aberturas 103 formadas en la banda cerca de la punta 104. Estas aberturas aceleran el calentamiento/curado y reducen/eliminan el estancamiento del flujo del fluido de calentamiento durante un ciclo de curado. En la realización mostrada, se forman dos aberturas 103 en la zona de la raíz, mientras que se pueden formar aberturas adicionales y se pueden formar en la dirección transversal. En algunos casos, el tamaño y la frecuencia de las aberturas pueden variar con las dimensiones y la ubicación de la banda de cizalladura (por ejemplo, más aberturas, de mayor tamaño, cerca de la raíz con menos aberturas de menor tamaño cerca de la

punta). Como se indicó anteriormente, estas aberturas 103 sirven como conductos de aire en el cuerpo de la banda de cizalladura para permitir la circulación del aire en la zona de la raíz, donde el espesor del sistema de resina de infusión y el material adhesivo son significativos, y para evitar el estancamiento del flujo de aire en la zona de la punta.

Mientras la banda está en orientación horizontal, se instalan soportes o mamparos 200 en la banda de cizalladura 100, como se muestra en la etapa 1. En esta realización ejemplar, los mamparos 200 están unidos a la banda de cizalladura en marcas métricas específicas de la envergadura de la banda. En algunas realizaciones, los mamparos se colocan a una distancia fija entre sí, mientras que en otras realizaciones la separación puede variar a lo largo de la envergadura de la pala. En algunas realizaciones, los mamparos se colocan cerca de la sección de raíz, donde la pala es más pesada y alta (es decir, una abertura de mayor tamaño). Como se muestra, un primer mamparo 202 está colocado cerca de la raíz de la pala y está formado por dos elementos generalmente en forma de D (como se muestra mejor en la Figura 2), uno dispuesto a cada lado de la banda de cizalladura 100. Un segundo mamparo 204 está posicionado distalmente del primer mamparo 202 y está formado con un elemento generalmente en forma de D en un primer lado y un elemento en forma cónica en el segundo lado (como se muestra mejor en la Figura 3). En la realización ejemplar mostrada, el estrechamiento puede ser asimétrico con una parte superior del mamparo 204 inclinada hacia abajo en un ángulo mayor que la parte inferior inclinada hacia arriba. Alternativamente, el estrechamiento se puede formar simétricamente con las superficies superior e inferior en ángulo igual con respecto al eje central del mamparo. El grado de estrechamiento varía de acuerdo con el contorno de la pala, de manera que la forma del mamparo complementa el espesor y/o la curvatura variables de la pala dondequiera que se coloquen los mamparos a lo largo de la envergadura de la pala. Los mamparos también incluyen aberturas o conductos 203 para recibir la circulación de fluido, por ejemplo, aire, a lo largo de la envergadura de la pala, como se describe con más detalle a continuación.

Aunque la realización ejemplar representa dos mamparos 202, 204 dispuestos en los lados delantero y trasero de la banda de cizalladura 100, se pueden unir mamparos adicionales y no uniformes a la banda de cizalladura. Por ejemplo, en algunos casos, el tamaño y la frecuencia de los mamparos pueden variar con las dimensiones y la ubicación de la banda de cizalladura (por ejemplo, más mamparos, de mayor tamaño, próximos a la raíz y menos mamparos de menor tamaño cerca de la punta). Los mamparos próximos a la raíz pueden extenderse a una mayor distancia (o «altura») desde la banda de cizalladura 100 que los mamparos próximos a la punta. En consecuencia, los mamparos pueden configurarse con una reducción gradual de la altura a lo largo de la envergadura de la pala para que coincida con la reducción del espesor y/o la curvatura de la pala.

Como se describió anteriormente, los mamparos 200 pueden tener un lado generalmente plano configurado para engancharse con la banda de cizalladura 100, y un lado arqueado opuesto configurado para engancharse con el revestimiento de la pala. En algunas realizaciones, cada mamparo está configurado como una estructura multicomponente con un primer mamparo 202a unido a un primer lado (por ejemplo, el lado del borde delantero) de la banda de cizalladura, y un segundo mamparo 202b unido a un segundo lado (por ejemplo, el lado del borde posterior) de la banda de cizalladura, como se muestra en la Figura 3. En tales configuraciones de múltiples componentes, los mamparos 202, 204 pueden separarse mediante la banda de cizalladura 100 de manera que no haya partes de interconexión entre los mamparos 202a, 202b y cada mamparo puede instalarse, quitarse o reposicionarse independientemente del otro. En algunas realizaciones, los dos mamparos 202a, 202b pueden tener una característica de interbloqueo que sujeta los dos mamparos entre sí (con la banda de cizalladura 100 que permanece entre ellos).

Los mamparos 200 se pueden fijar a la banda de cizalladura con una variedad de medios de fijación que incluyen una unión adhesiva o mecánica (por ejemplo, tornillos, remaches, etc.), así como fuerzas de fricción mediante un ajuste por interferencia. Una vez que los mamparos 200 están unidos a la banda de cizalladura 100, la banda de cizalladura se puede levantar y girar en una orientación vertical, como se muestra en la etapa 2. Esta operación se puede realizar con un dispositivo elevador aéreo, por ejemplo, una grúa, y no requiere el complejo y engorroso aparato de pórtico (que se extiende a lo largo de la banda). La banda de cizalladura 100, con los mamparos unidos 200, se instala entonces en el molde de revestimiento de la pala, como se muestra en la etapa 3 de la Figura 6, utilizando el mismo dispositivo de elevación superior empleado en la etapa 2.

Como los mamparos 200 tienen una forma precisa para que coincidan con la superficie de la pala, la banda de cizalladura 100 se puede instalar en su posición final dentro del molde de la pala simplemente bajando y soltando la banda de cizalladura 100 (con los mamparos 200 unidos) en la ubicación correcta en cuanto a la envergadura (etapa 3). Los mamparos 200 pueden servir como confirmación visual de que la banda de cizalladura 100 está posicionada correctamente. Por ejemplo, se pueden colocar marcas (ópticas: proyección láser o líneas físicas) dentro del revestimiento de la pala para que coincidan con el borde de los mamparos, cuando están colocados correctamente.

Una vez colocada en la alineación correcta, la segunda mitad del molde se cierra sobre la primera mitad del molde (con la banda de cizalladura 100 colocada en el interior), como se muestra en la etapa 4. A continuación, se pueden retirar porciones seleccionadas, o tapas 300, de los mamparos para permitir que los técnicos tengan acceso al interior de la pala (etapa 5) y permitir las operaciones de fabricación posteriores, por ejemplo, la colocación manual de segmentos compuestos. En la realización ejemplar mostrada, dos tapas 302, 304 son extraíbles del molde y están dispuestas cerca de la sección de raíz. En la configuración abierta o retirada que se muestra en la etapa 5, se puede acceder a la banda de cizalladura 100, al igual que a los bastidores del mamparo 202, 204. En la representación de la etapa 5 de la Figura 6, los dos segmentos de la superficie superior de la pala se muestran separados del resto de la

superficie del revestimiento con fines ilustrativos únicamente de la configuración de mamparo/banda subyacente; en funcionamiento, la superficie de la pala permanece contigua. En algunas realizaciones, se pueden retirar una o más tapas de mamparo de la pala y colocarlas fuera de la pala, permaneciendo los bastidores de mamparo unidos dentro de la pala (como se muestra en la etapa 5), para facilitar el acceso interno.

Una vez finalizadas las operaciones de fabricación posteriores, por ejemplo, la colocación manual de los segmentos compuestos, las tapas 300 se vuelven a colocar en los mamparos 200 y se conecta un sistema de calentamiento a los conductos de fluido, por ejemplo, de aire, que están integrados en las tapas, como se muestra en la etapa 6 de la Figura 7. Aunque la realización ejemplar descrita se centra en la circulación de aire para calentar la turbina, el aparato y el método descritos en el presente documento también son aplicables al enfriamiento de la pala. Una vez realizada la operación de calentamiento/enfriamiento (que se describe con más detalle a continuación) hasta el nivel de curado deseado, las tapas 300 pueden retirarse nuevamente de los mamparos 200 para completar la pala y su posterior instalación sobre el terreno. La capacidad de desmontaje de las tapas 300 es ventajosa en este caso, ya que reduce el peso de la pala y cualquier impacto correspondiente en el rendimiento. Como se indicó anteriormente, los bastidores de los mamparos pueden permanecer unidos permanentemente a las superficies interiores de las palas. De acuerdo con otro aspecto de la descripción, se proporcionan un sistema y un método de calentamiento que aceleran el proceso de curado del molde cerrado, cuyo esquema ejemplar se muestra en la Figura 6. Intentar proporcionar un sistema de calefacción conectándolo al cierre de la raíz y bombeando calor al interior del interior cerrado de la pala no permite la penetración efectiva del aire caliente y el estancamiento se produce bastante cerca de la raíz de la pala.

Como muestra la Figura 8, en el sistema descrito actualmente, el interior de la pala se divide en dos espacios (por ejemplo, raíz y punta) utilizando los mamparos 200 y su sistema de tuberías correspondiente. Las aberturas 203 del mamparo y las tuberías correspondientes pueden posicionarse y orientarse de manera que el flujo de aire no incida directamente en las superficies de las palas. La circulación del aire caliente en cada una de estas celdas por separado mejora la eficiencia del proceso de calentamiento. En algunas realizaciones, se puede incluir una unidad de succión en el lado opuesto (lado inferior de la Figura 6) del sistema de bombeo que asegura el flujo suave de aire dentro de ambas celdas de calentamiento. Además, la ubicación de las unidades de bombeo y succión se puede cambiar en la mitad del proceso para obtener un grado uniforme de curado en ambos lados de la pala.

El aire caliente se puede dirigir a través del primer mamparo 202, a través de las aberturas 103 de la banda de cizalladura y volver a través del primer mamparo 202, para envolver la banda de cizalladura próxima a la raíz de la pala. Esto establece una primera zona de circulación indicada por la flecha «A» en la Figura 6. Al atravesar este camino, el aire pierde temperatura por conducción y convección hacia los componentes vecinos, lo que acelera el curado. Tras envolver la banda de cizalladura, el aire es arrastrado hacia la raíz a través del aparato de succión en frío, que vuelve a atravesar los mamparos primero y segundo.

Además, el aire caliente se puede dirigir, a través de los conductos/tuberías 400, a través del primer mamparo 202 y dispensarse en el segundo mamparo 204, a través de las aberturas 103 espaciadas a lo largo del resto del tramo de la banda de cizalladura, y de vuelta a través del segundo mamparo 204, donde se puede canalizar/aspirar nuevamente a través del primer mamparo 202. Esto establece una segunda zona de circulación indicada con la flecha «B» en la Figura 6, que nuevamente se envuelve alrededor de la banda de cizalladura a lo largo de una distancia mayor del tramo de la pala que la zona de circulación «A». Esta zona de circulación «B» puede incluir un conducto de aire entre el extremo de la banda de cizalladura y la punta de la pala.

En algunas realizaciones, la operación de calentamiento/bombeo se ejecuta independientemente de la operación de enfriamiento/succión. En algunas realizaciones, la operación de calentamiento/bombeo se ejecuta simultáneamente con la operación de enfriamiento/succión. De manera adicional o alternativa, tanto la operación de calentamiento/bombeo como la operación de enfriamiento/succión se pueden ejecutar de forma continua o intermitente con tiempos de inicio/parada y/o metas del proceso preprogramadas (por ejemplo, detectar que la temperatura de la superficie del revestimiento ha alcanzado un valor umbral).

De acuerdo con un aspecto de la descripción, una vez que se completa el proceso de curado, el sistema de calentamiento y las tapas 300 se pueden retirar de la pala. La pala puede pasar (y transportarse si es necesario) a una bahía de acabado mientras los bastidores de los mamparos (sin tapas) permanecen adheridos a ella de forma permanente. Adicional o alternativamente, los mamparos se pueden retirar, si así se desea.

Por consiguiente, el sistema y el método descritos en el presente documento proporcionan múltiples ventajas, que incluyen:

1. Elimina las exigencias y restricciones del espacio de la planta debido al almacenamiento de accesorios de pórtico grandes convencionales para mover la banda de cizalladura.
2. Acelera el proceso de instalación de la banda y acorta el tiempo del ciclo de producción.
3. Evita el uso compartido de recursos y las limitaciones de uso de la grúa, ya que los moldes de cada sección de producción comparten los mismos accesorios.

4. Proporciona ahorros significativos en los gastos de capital para el lanzamiento de un nuevo diseño de pala (por ejemplo, no requiere los costos irre recuperables asociados con el accesorio de pórtico)

5 5. Acelera el proceso de curado y acorta el tiempo del ciclo de producción.

6. Los bastidores de los mamparos que permanecen en la pala (su peso es muy insignificante y no afectan a la integridad estructural de la estructura de la pala) necesitan la aprobación del fabricante del equipo original.

10 7. Evita la necesidad de crear un pasaje de aire en la banda de cizalladura.

Además, el sistema y el método descritos en el presente documento proporcionan una técnica para estabilizar la banda durante la instalación; permite cerrar en un solo paso las dos mitades del molde, de manera que la banda de cizalladura se pueda unir y curar simultáneamente a ambas capas del molde; y garantiza la posición y orientación correctas de la banda de cizalladura, de modo que no es necesario colocar accesorios ni un sistema de pórtico para soportar la banda.

15 Aunque solo se representa una única banda de cizalladura 100 en la realización ejemplar, se pueden emplear bandas de cizalladura adicionales dentro del alcance de la presente descripción. Además, aunque la banda de cizalladura 100 se representa como una construcción de viga en I, se pueden emplear configuraciones de banda de cizalladura alternativas, por ejemplo, vigas divididas que tienen generalmente una construcción en forma de U o en forma de V, si así se desea.

20 Si bien el objeto descrito se describe en la presente memoria en términos de determinadas realizaciones preferidas, los expertos en la técnica reconocerán que pueden realizarse diversas modificaciones y mejoras en el objeto descrito sin apartarse de su ámbito. Además, aunque las características individuales de una realización del objeto descrito pueden explicarse en la presente memoria o mostrarse en los dibujos de una realización y no en otras realizaciones, debería ser evidente que las características individuales de una realización pueden combinarse con una o más características de otra realización o características de una pluralidad de realizaciones, siempre que estén dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

25 Además de las realizaciones específicas que se reivindican a continuación, el tema descrito también se refiere a otras realizaciones que tienen cualquier otra combinación posible de las características dependientes que se reivindican a continuación y las descritas anteriormente. Por lo tanto, las características particulares presentadas en las reivindicaciones dependientes y descritas anteriormente pueden combinarse entre sí de otras maneras dentro del alcance de la materia descrita, de modo que se debe reconocer que la materia divulgada también se refiere específicamente a otras realizaciones que tengan cualquier otra combinación posible. Por lo tanto, la descripción anterior de las realizaciones específicas de la materia descrita se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos. No se pretende que sea exhaustivo ni que limite el tema descrito a las realizaciones descritas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la conformación de una pala de turbina eólica que comprende:

5 proporcionar una primera mitad de pala;
 proporcionar una segunda mitad de pala;
 proporcionar una banda de cizalladura (100), incluyendo la banda de cizalladura al menos una
 abertura (103) formada en la misma;
10 proporcionar al menos un mamparo (200), el al menos un mamparo (200) unido a la banda de
 cizalladura (100);
 colocar la banda de cizalladura (100) y al menos un mamparo (200) en la primera mitad de la pala;
 disponer la segunda mitad de pala sobre la primera mitad de pala para definir un interior de pala entre las
 mismas, con la banda de cizalladura (100) y al menos un mamparo (200) dispuestos dentro del interior
15 de la pala,
 caracterizado porque el mamparo (200) incluye un bastidor (201) y una tapa extraíble (300).
2. El método de la reivindicación 1, en donde un primer mamparo (200) incluye un primer y un segundo
 componentes asimétricos, el primer componente dispuesto en un primer lado de la banda de cizalladura (100)
20 y el segundo componente dispuesto en un segundo lado de la banda de cizalladura (100).
3. El método de la reivindicación 1, en donde el bastidor (201) permanece unido permanentemente a la banda
 de cizalladura (100).
4. El método de la reivindicación 1, en donde un primer mamparo (202) está ubicado cerca de la raíz (102) de
25 la pala y un segundo mamparo (204) está ubicado a una distancia predeterminada del primer mamparo.
5. El método de la reivindicación 1, en donde colocar la banda de cizalladura (100) y los mamparos (200) en la
 primera mitad de la pala incluye girar la banda de cizalladura desde una orientación horizontal a una
 orientación vertical.
30
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además retirar al menos una tapa (300) de un mamparo
 (200) para exponer el interior de la pala.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende además calentar y/o enfriar el interior de la pala.
35
8. El método de formación de una pala de turbina eólica según la reivindicación 1, que comprende, además:

 calentar el interior de la pala, en donde el calentamiento incluye dirigir el fluido desde la raíz de la pala (102)
 a través de un mamparo hacia la punta de la pala (104) con el fluido circulando alrededor de la banda de
40 cizalladura (100).
9. El método de la reivindicación 8, en donde el calentamiento incluye bombear fluido a través de una abertura
 en un primer lado de la banda de cizalladura (100) o succionar fluido a través de una abertura en un segundo
45 lado de la banda de cizalladura (100).
10. El método de la reivindicación 8, en donde el calentamiento incluye dirigir el fluido alrededor del extremo distal
 de la banda de cizalladura (100) cerca de la punta de la pala (104) y/o dirigir el fluido alrededor de la banda
 de cizalladura (100) en una ubicación entre la raíz (102) y la punta (104).
- 50 11. El método de la reivindicación 8, en donde un primer mamparo (202) incluye una primera abertura para el
 paso de fluido ubicada en su interior, y un segundo mamparo (204) incluye una segunda abertura para el
 paso de fluido ubicada en el mismo, estando la primera abertura desplazada en el sentido de las cuerdas con
 respecto a la segunda abertura.
- 55 12. El método de la reivindicación 8, que comprende además retirar al menos una tapa (300) de un mamparo
 (200) para exponer el interior de la pala.
13. El método de la reivindicación 8, en donde el calentamiento incluye bombear simultáneamente fluido
 calentado en la raíz de la pala (102) y aspirar fluido frío en la raíz de la pala (102).
60
14. El método de la reivindicación 8, en donde el calentamiento incluye canalizar conductos (400) para distribuir
 el fluido calentado a través de los mamparos (200).

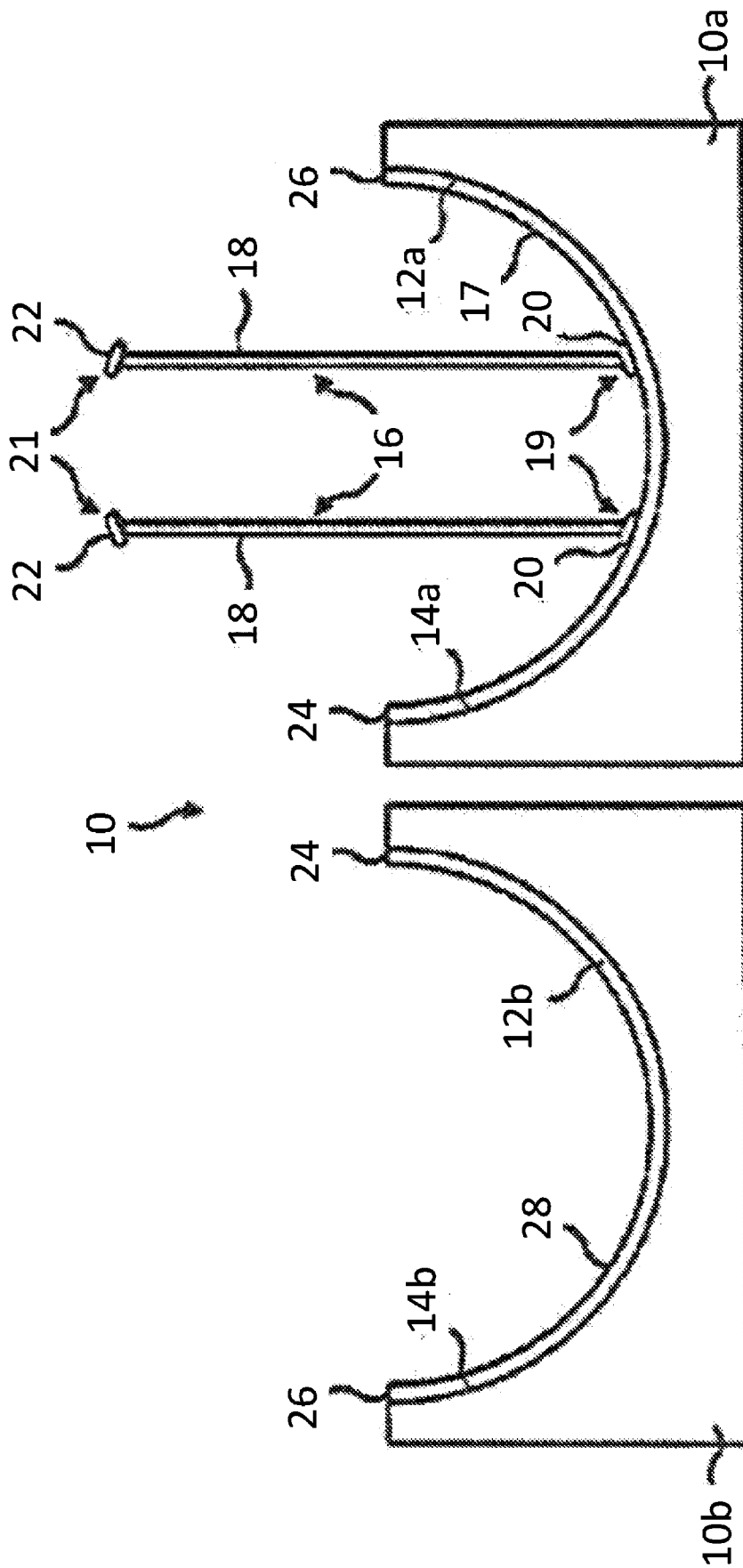


Figura 1A

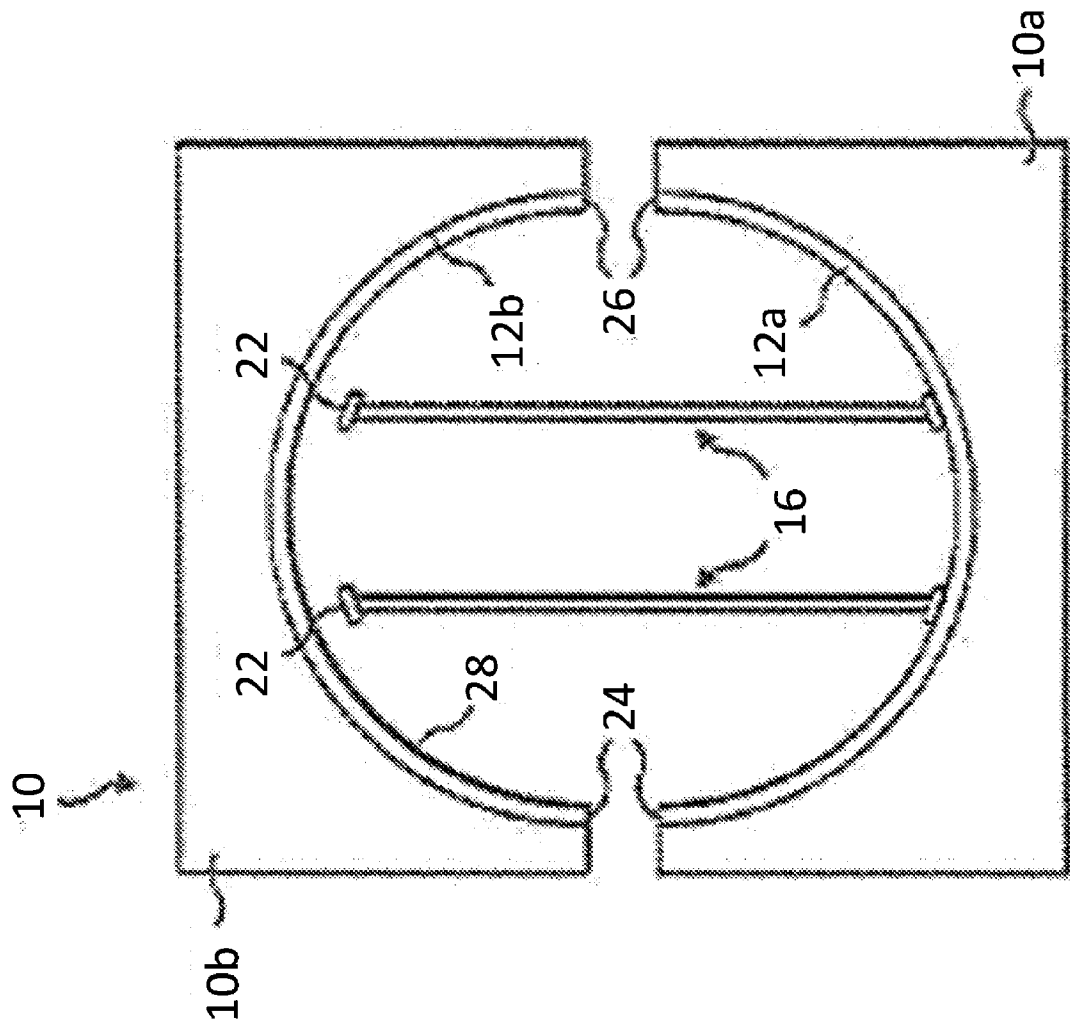


Figura 1B

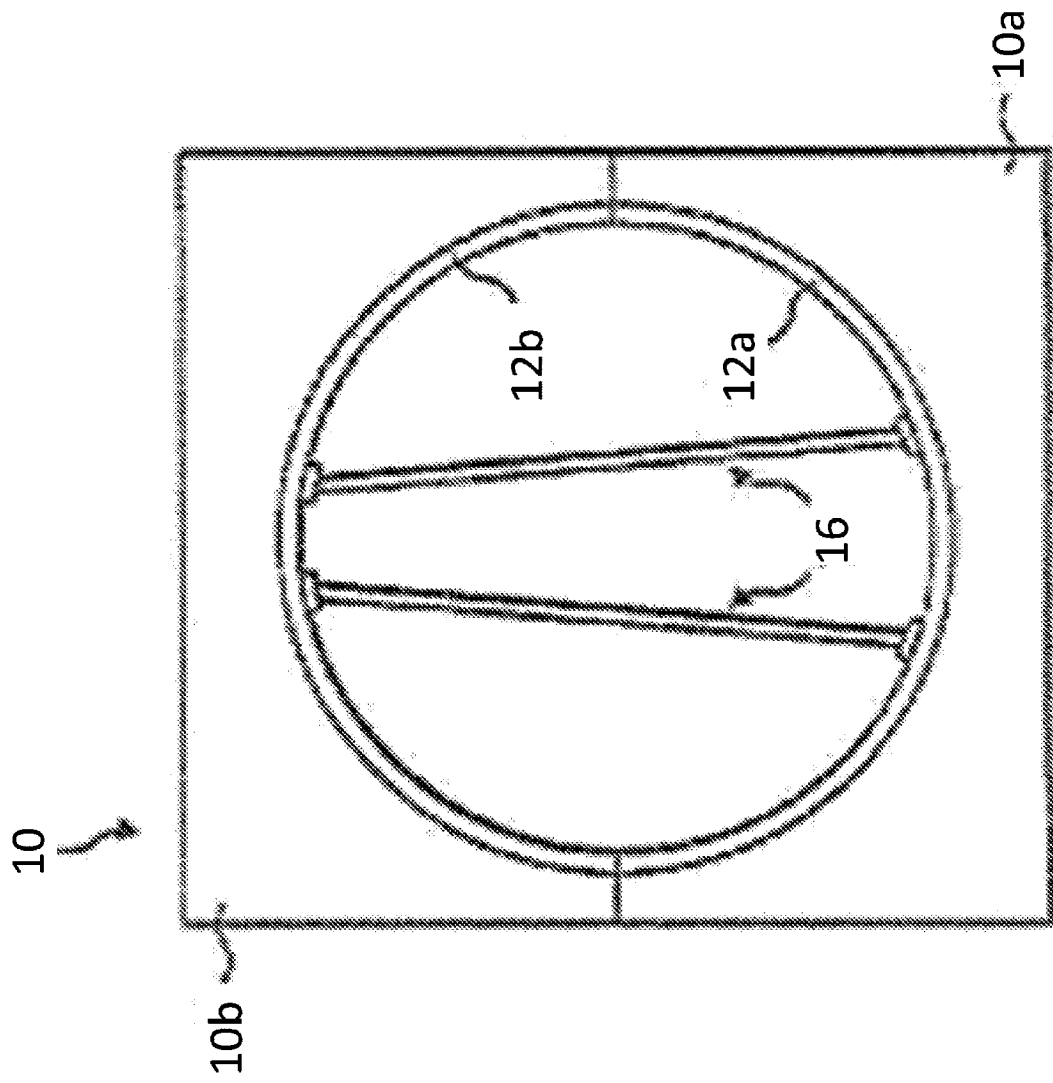


Figura 1C

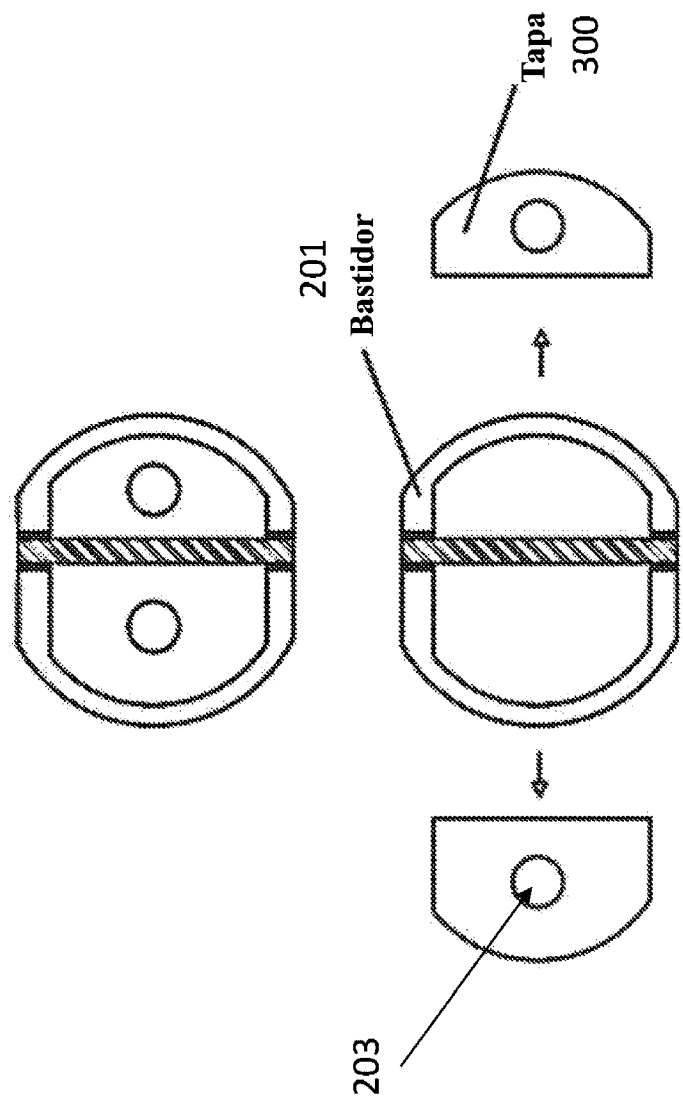
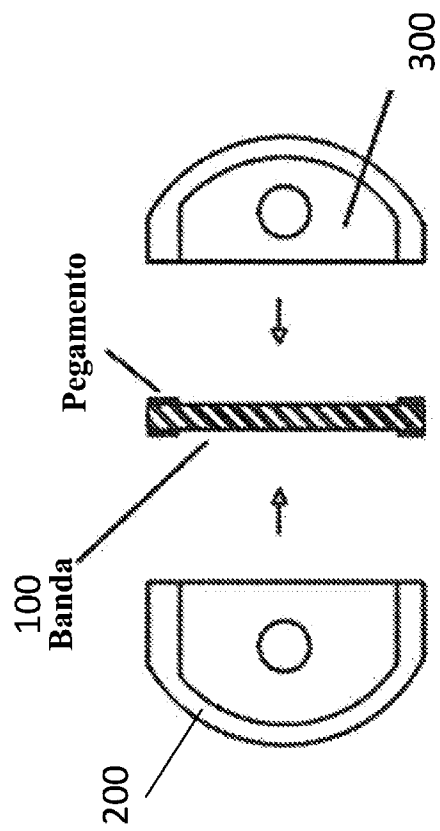


Figura 2

Figura 3

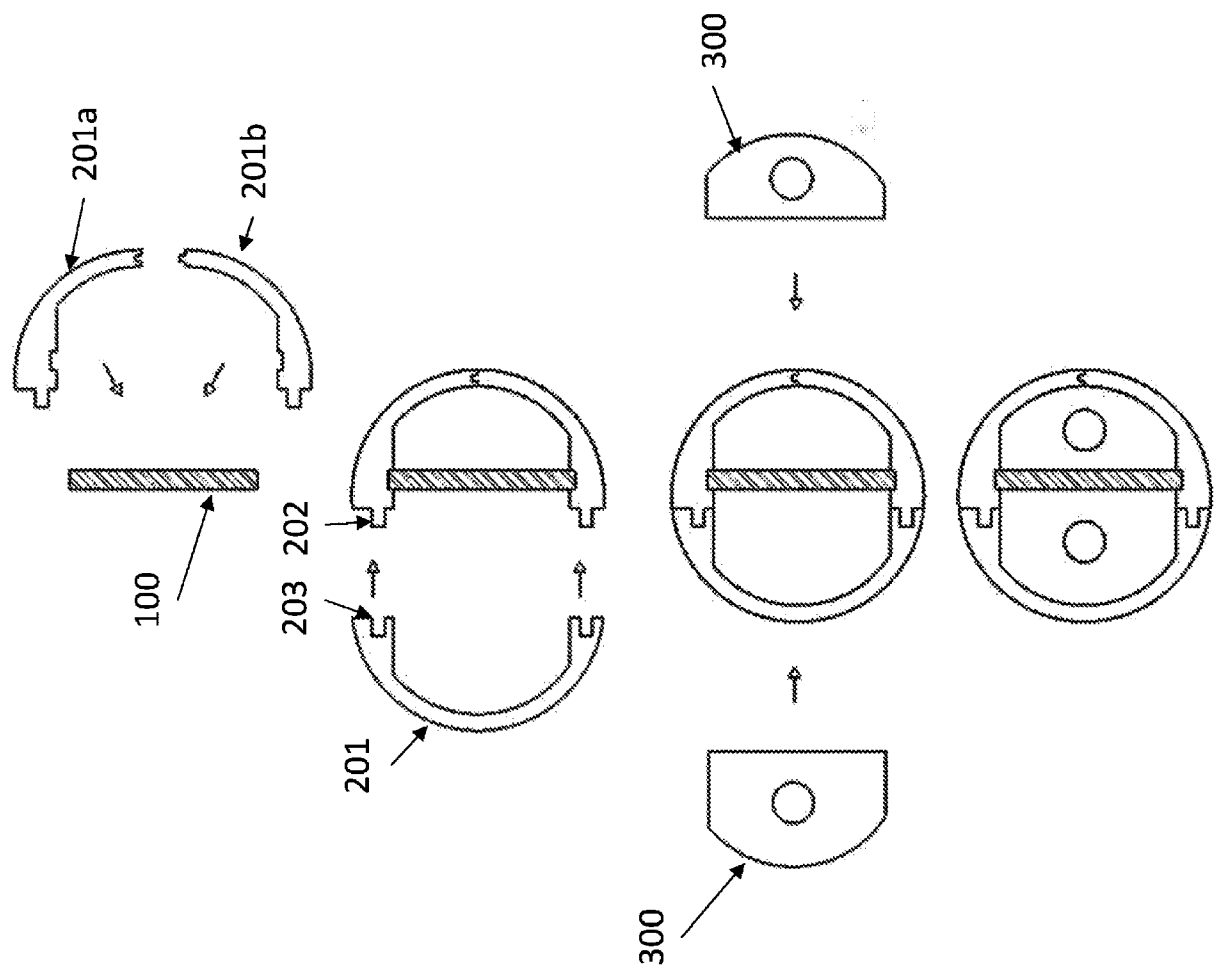
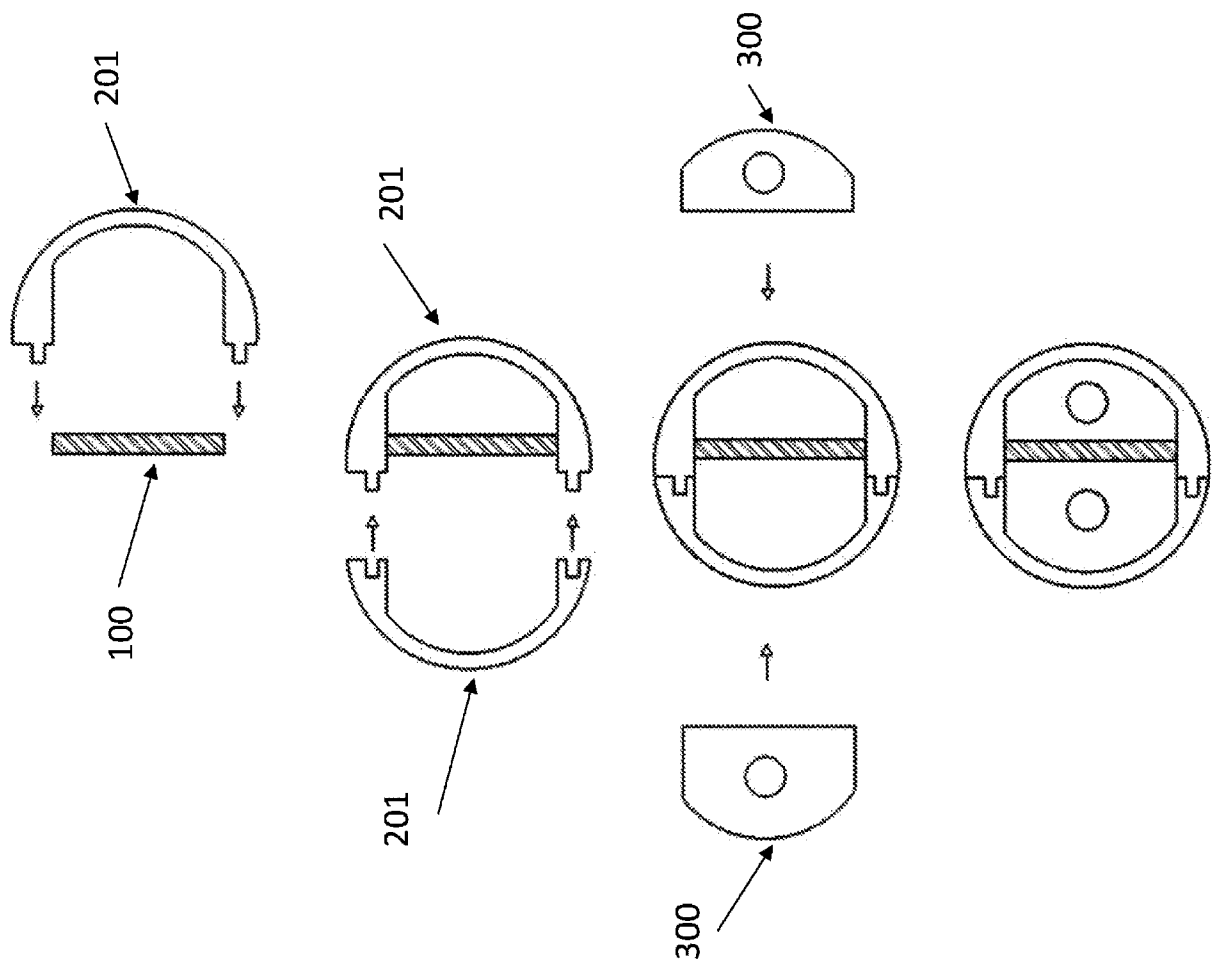


Figura 4



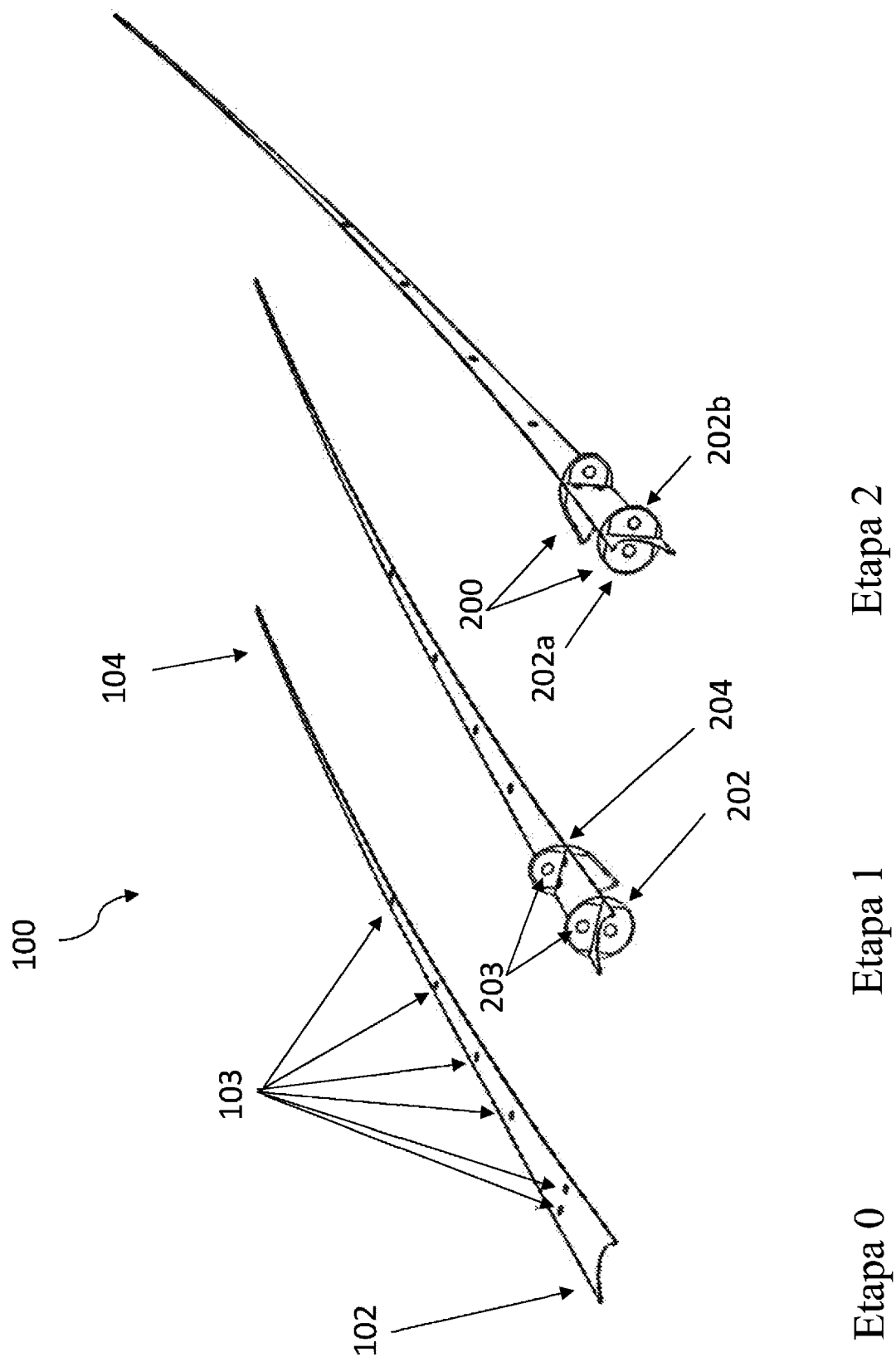


Figura 5

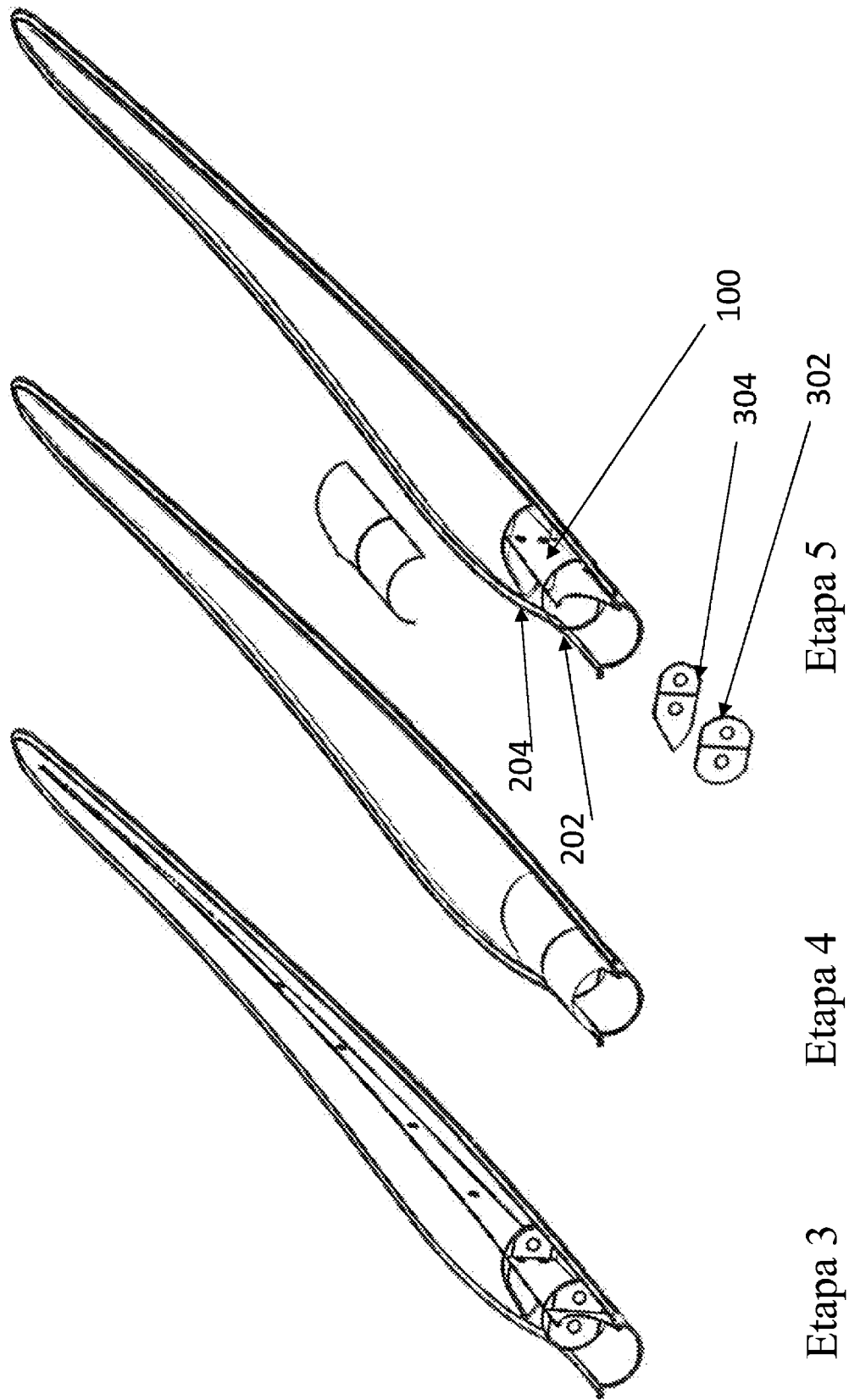
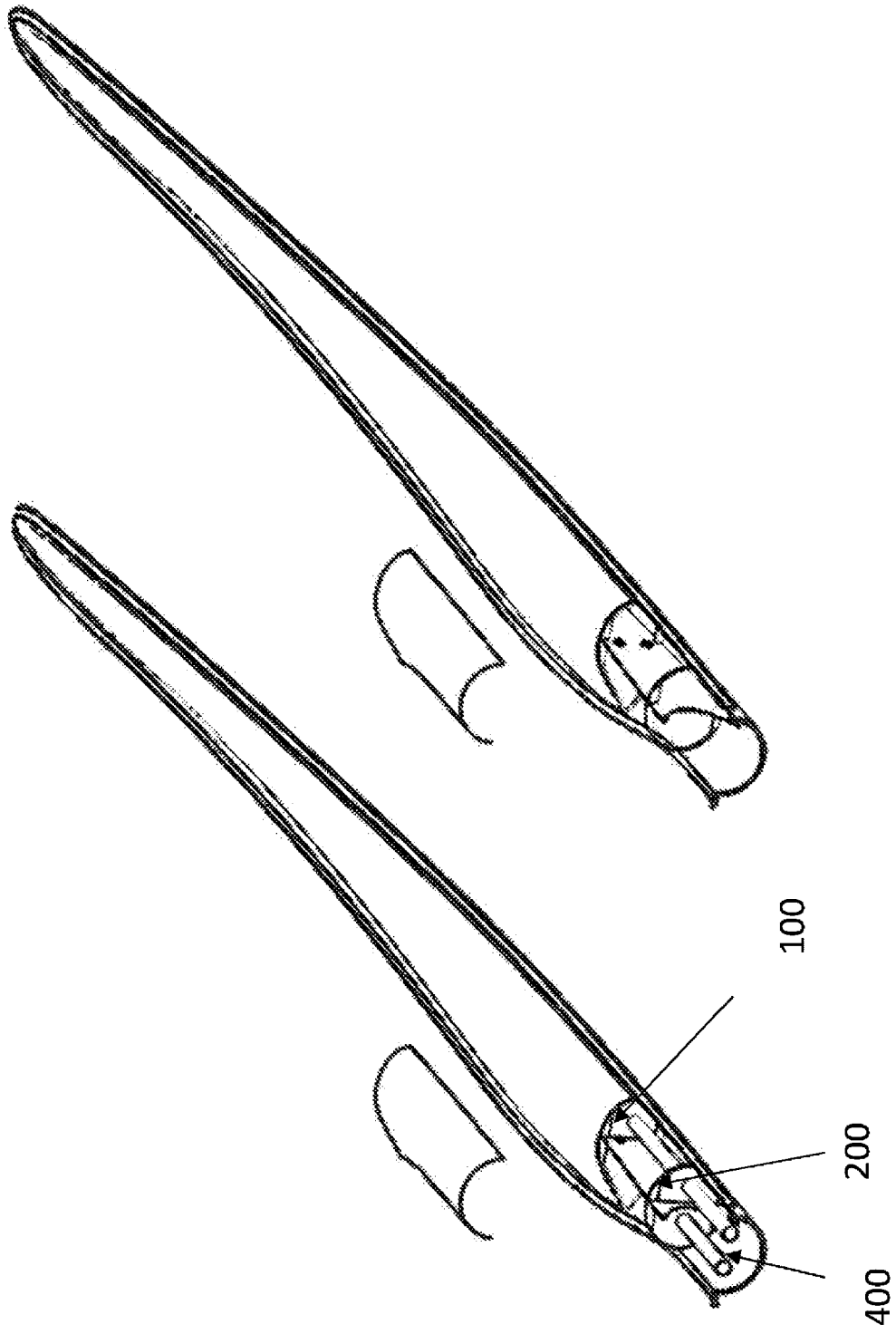


Figura 6



Etapa 7

Etapa 6

Figura 7

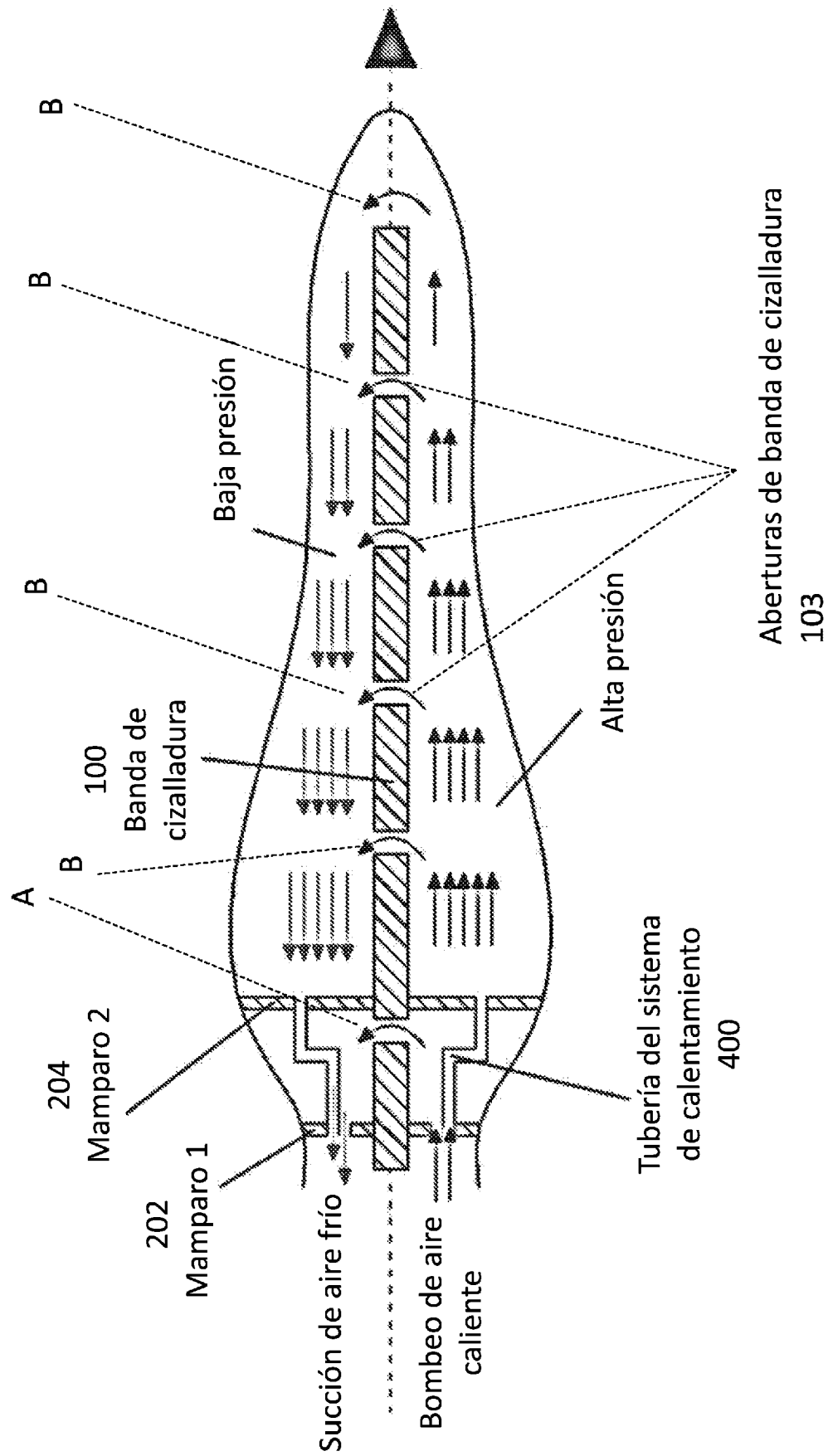


Figura 8