

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 768**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2018** **E 18170371 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019** **EP 3399183**

54 Título: **Paleta del rotor de una planta de energía eólica**

30 Prioridad:

**04.05.2017 DE 102017004288**

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

**08.07.2020**

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)  
Überseering 10  
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**KLEMME, THOMAS;  
KORJAHN, MATTHIAS y  
ERBSLÖH, SASCHA**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 772 768 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

Paleta del rotor de una planta de energía eólica

5 La invención se refiere a una paleta del rotor de una planta de energía eólica que se extiende en la dirección longitudinal entre la raíz de la paleta y el extremo de la raíz de la paleta, y comprende, además, un lado de succión, un lado de presión, un borde delantero y un borde trasero, en donde la paleta del rotor tiene un perfil romo con un borde trasero engrosado en la región de la raíz de la paleta y el borde trasero comprende una superficie del borde trasero que se extiende en la región de la raíz de la paleta. Además, la invención se refiere a una planta de energía eólica que tiene una paleta del rotor de este tipo.

10 Las paletas de los rotores de las plantas de energía eólica son de conocimiento general. Una paleta del rotor con un borde trasero engrosado, es decir, un perfil romo en el área de la raíz de la paleta, se conoce, por ejemplo, de la patente internacional WO 2015/062710 A1. Esta paleta del rotor incluye generadores de vórtice en el lado de succión. Además, se dispone de un dispositivo de inducción de ruptura del flujo, que está situado, por ejemplo, en el borde trasero del lado de presión en el área de la raíz de la paleta, es decir, en la parte roma del perfil de la paleta del rotor. Otra paleta del rotor para una planta de energía eólica se conoce de la patente de los Estados Unidos núm. US 2014/003957 A1.

15 A fin de maximizar el rendimiento del rotor, es deseable que una paleta del rotor tenga el mayor coeficiente de fuerza ascendente posible también en el área de la raíz de la paleta. Sin embargo, esto ve limitado por el gradiente de presión positiva sobre el lado de succión de la paleta del rotor que hay que superar. La capa límite ya está apoyada en esta área por los generadores de vórtices mencionados anteriormente y, por ejemplo, una pestaña en el borde trasero, es decir, un borde de ruptura del flujo en el lado de presión. Con estas medidas conocidas no parece posible aumentar más la fuerza ascendente de la paleta del rotor en el área de la raíz de la paleta del rotor.

20 El objetivo de la invención consiste en proporcionar una paleta del rotor así como una planta de energía eólica con dicha paleta del rotor, en donde el coeficiente de fuerza ascendente de la paleta del rotor en el área de la raíz de la paleta del rotor sea mayor.

25 El objetivo se logra con una paleta del rotor de una planta de energía eólica que se extiende en la dirección longitudinal entre la raíz y la punta de la paleta y que también comprende un lado de succión, un lado de presión, un borde delantero y un borde trasero, en donde la paleta del rotor tiene un perfil romo con un borde trasero engrosado en una región de transición cerca de la raíz de la paleta y comprende una superficie del borde trasero que se extiende en la región de transición, en donde la paleta del rotor se perfecciona por el hecho de que en la superficie del borde trasero está presente al menos un elemento de guía de aire, en donde el elemento de guía de aire está dispuesto para generar una fuerza ascendente en la dirección del lado de succión de la paleta del rotor cuando durante el funcionamiento de la planta de energía eólica fluye contra ella un flujo radial al menos aproximadamente en la dirección longitudinal de la paleta del rotor a lo largo de la superficie del borde trasero.

30 Se reconoció que hasta el momento un flujo radial a lo largo de la superficie del borde trasero en el área de la raíz de las paletas, que se produce durante el funcionamiento de las paletas del rotor, no se ha utilizado en las paletas del rotor con perfiles romos de paletas, o sea, no desempeña ningún papel en la generación de fuerza ascendente. Dado que la velocidad del aire que fluye en la dirección radial a lo largo del borde trasero aumenta con el incremento de la distancia desde la raíz de la paleta del rotor, la presión absoluta en el borde trasero de la paleta del rotor disminuye hacia la punta de la misma. Este gradiente de presión desarrolla un efecto de succión a lo largo del borde trasero de la paleta del rotor. El flujo de aire provocado por esta succión se orienta al menos aproximadamente en la dirección longitudinal de la paleta del rotor, por lo que la dirección del flujo se orienta cada vez más paralela a la dirección longitudinal a medida que aumenta la distancia de la raíz de la paleta.

35 Este flujo dirigido en la dirección longitudinal de la paleta del rotor puede ser utilizado para crear un efecto 3D. Esto puede aumentar el coeficiente de fuerza ascendente de la paleta del rotor en el área de la raíz de la paleta del rotor. Ventajosamente, estas medidas pueden combinarse con medidas conocidas para maximizar el coeficiente de fuerza ascendente. Por ejemplo, al menos un elemento de guía de aire presente en la superficie del borde trasero puede combinarse con generadores de vórtice y/o una pestaña de borde trasero (borde de ruptura de flujo en el lado de presión).

40 En particular, se prevé que al menos un elemento de guía de aire se eleva desde la superficie del borde trasero y comprende una superficie de desviación de aire que forma un ángulo finito con un plano auxiliar perpendicular a un plano de perfil en el que se encuentra un eje de inclinación de la paleta del rotor, en donde la superficie de desviación de aire girada fuera del plano auxiliar por un origen del ángulo que se encuentra en el plano auxiliar en la dirección del lado de presión de la paleta del rotor.

45 El elemento de guía de aire actúa como un desviador de aire que desvía el aire que fluye hacia el lado de presión de la paleta del rotor y por lo tanto ejerce un empuje sobre la paleta del rotor.

50 De acuerdo con otra modalidad ventajosa, la paleta del rotor se perfecciona, además, por el hecho de que el al menos un elemento de guía de aire es un cuerpo alargado que se extiende en la dirección longitudinal entre un primer extremo y un

segundo extremo, en donde el elemento de guía de aire está unido en su primer extremo a la superficie del borde trasero y el segundo extremo del elemento de guía de aire es un extremo libre que sobresale de la superficie del borde trasero.

5 En particular, se prevé que el elemento de guía de aire tenga un perfil en una sección transversal perpendicular a su dirección de extensión longitudinal que, cuando recibe un flujo radial contrario que fluye en la dirección longitudinal de la paleta del rotor a lo largo de la superficie del borde trasero, genera una fuerza ascendente en la dirección del lado de succión de la paleta del rotor.

10 Un elemento de guía de aire de acuerdo con esta modalidad es particularmente ventajoso porque no aumenta la resistencia al aire de la paleta del rotor giratoria o la aumenta solo en una medida insignificante. Esto es así porque su mayor expansión está dirigida esencialmente en la dirección de rotación de la paleta del rotor.

Además, se pretende especialmente que al menos un elemento de guía de aire tenga forma triangular o arqueada.

15 El objetivo también se logra con una planta de energía eólica que tiene una paleta del rotor de acuerdo con uno o más de los aspectos mencionados anteriormente.

20 Las mismas ventajas o similares se aplican a la planta de energía eólica como ya se ha mencionado con respecto a la propia paleta del rotor.

Otras características de la invención pueden verse en la descripción de las modalidades de la invención conjuntamente con las reivindicaciones y los dibujos adjuntos.

25 A continuación se describe la invención sin limitar su idea general sobre la base de ejemplos de modalidades a partir de los dibujos, en donde se hace referencia explícita a los dibujos con respecto a todos los detalles relacionados con la invención que no se explican más detalladamente en el texto. Se muestran:

en la Figura 1

una planta de energía eólica en representación esquemáticamente simplificada desde el frente,

en la Figura 2

30 una paleta del rotor de acuerdo con el estado de la técnica en una vista en perspectiva esquemáticamente simplificada,

En cada una de las Figuras 3 a la 5

una vista en perspectiva esquemáticamente simplificada de una paleta del rotor mostrada por secciones de acuerdo con varios ejemplos de modalidades.

35 En los dibujos, los elementos y/o partes idénticos o similares tienen los mismos números de referencia, de modo que no es necesario hacer una nueva presentación.

40 La Figura 1 muestra una planta de energía eólica 2 en una vista frontal esquemáticamente simplificada. La planta comprende un rotor 4, cuyas tres paletas del rotor 6 están acopladas en su raíz de paletas 8 con un cubo de rotor 10 y se extienden en dirección longitudinal L entre la raíz de las paletas 8 y la punta de las paletas 12. El rotor 4 de la planta de energía eólica 2 mostrado comprende como ejemplo tres paletas del rotor 6.

45 La planta de energía eólica 2 comprende además una sala de máquinas que alberga los demás componentes de la planta de energía eólica 2, en particular su eje principal al que está fijado el cubo del rotor 10, su caja de engranajes, el generador, el sistema de control, etc. La sala de máquinas no es visible en la Figura 1. Esta se apoya en una estructura de soporte 14, que solo se apoya a modo de ejemplo en la tierra. La planta de energía eólica 2 también puede apoyarse sobre el fondo de un cuerpo de agua (planta en altamar). La estructura de soporte 14 es, por ejemplo, una torre tubular.

50 La Figura 2 muestra una vista esquemática simplificada en perspectiva de una paleta del rotor 6 de acuerdo con el estado de la técnica. La paleta del rotor 6 tiene un perfil de sección transversal circular 16 en su raíz de paleta 8 y se extiende en la dirección longitudinal L. El perfil de la paleta del rotor 6 tiene en la dirección longitudinal L una pluralidad de diferentes perfiles de sección transversal aerodinámicos. Comenzando con un perfil de sección transversal redondo 16 en la raíz de la paleta 8, el perfil cambia a un perfil de sección transversal 16' con un borde trasero romo en el área de la raíz de la paleta hasta perfiles transversales 16" con un borde trasero de perfil puntiagudo en un área central o en el área de la punta de la hoja 12. Se muestran las respectivas formas de los perfiles de sección transversal aerodinámicos 16, 16', 16".

55 En un área central, la denominada área de perfil completo 18, se dibuja un perfil de sección transversal aerodinámico 16" en forma de perfil completo. Este se extiende desde un borde frontal 20 hasta un borde trasero 22 a lo largo de un lado de succión 24 y a lo largo de un lado de presión 26 de la paleta del rotor 6. En un área de transición 28 cerca de la raíz, el borde trasero 22 de la paleta del rotor 6 se interrumpe y se fusiona en un área de borde trasero 30. El área del borde trasero 30 se ensancha desde la punta de la paleta 12 hacia la raíz de la paleta 8 hasta que el perfil de la paleta del rotor 6 se transforma finalmente en una sección transversal redonda o un perfil de sección transversal redonda 16. Esta área se llamará área cilíndrica 32. En el área de transición 28, donde la paleta del rotor 6 tiene un borde trasero romo, se muestra un perfil de sección transversal aerodinámico romo 16'. Este perfil tiene un mayor grosor relativo que el perfil de sección transversal aerodinámico 16" en el área de perfil completo 18. El grosor relativo se define como la relación entre el grosor del perfil y la longitud de cuerdas entre el borde delantero 20 y el borde trasero 22.

Durante el funcionamiento de la planta de energía eólica 2, se desarrolla un flujo radial 34 a lo largo del área del borde trasero 30, que, de acuerdo con el estado de la técnica, no se utiliza para las paletas del rotor 6.

5 La Figura 3 muestra secciones de una paleta del rotor 6 esquemática, simplificada y en perspectiva, de acuerdo con un ejemplo de modalidad.

10 El flujo radial 34 está indicado por flechas, de las cuales solo algunas están marcadas con signos de referencia por razones de claridad. En la superficie del borde trasero 30 de la paleta del rotor 6 hay, por ejemplo, dos elementos de guía de aire 36. Se proporciona al menos un elemento de guía de aire 36. No se especifica el número máximo, pero su limitación natural se produce cuando los elementos de guía de aire 36 ya no reciben flujo en contra libremente.

15 Los elementos de guía de aire 36 están diseñados para crear una fuerza ascendente en la dirección del lado de succión 24 de la paleta del rotor 6 cuando, durante el funcionamiento de la planta de energía eólica 2, se someten a un flujo radial 34 que fluye al menos aproximadamente en la dirección longitudinal L de la paleta del rotor 6 a lo largo de la cara del borde trasero 30. En otras palabras, los elementos de guía de aire 36 proporcionan así una fuerza ascendente adicional.

20 Los elementos de guía de aire 36 mostrados en la Figura 3 se elevan desde la superficie del borde trasero 30 y tienen la forma de cuerpos alargados con una dirección longitudinal LA entre un primer extremo 38 y un segundo extremo 40 opuesto. El elemento de guía de aire 36 está unido con su primer extremo 38 a la superficie del borde trasero 30. El segundo extremo 40 del elemento de guía de aire 36 es un extremo libre que sobresale de la superficie del borde trasero 30.

25 Los elementos de guía de aire 36 mostrados a modo de ejemplo en la Figura 3 tienen una sección transversal que tiene un perfil aerodinámico perpendicular a la dirección longitudinal LA de los elementos de guía de aire 36 que, cuando se recibe en contra el flujo radial 34 que fluye en dirección longitudinal L de la paleta del rotor 6 a lo largo de la superficie del borde trasero 30, genera una fuerza ascendente FA en la dirección del lado de succión 24 de la paleta del rotor 6. En otras palabras, los elementos de guía de aire 36 están diseñados de manera similar a un ala cuyo lado de succión está orientado hacia el lado de succión 24 de la paleta del rotor.

30 La Figura 4 muestra otra paleta del rotor 6 en una vista en secciones. El flujo radial 34 que fluye a lo largo de la superficie del borde trasero 30 es desviado por los elementos de guía de aire 36 presentes en la superficie del borde trasero 30 en la dirección del lado de presión de la paleta del rotor 6 situada en la parte inferior de la figura. El flujo radial desviado está marcado con el signo de referencia 34'. Los elementos de guía de aire 36 son arqueados.

35 La Figura 5 muestra, en perspectiva esquemática, una representación de otra paleta del rotor 6 de acuerdo con un ejemplo de modalidad. La paleta del rotor 6 se muestra nuevamente en secciones. En la superficie del borde trasero 30 hay elementos de guía de aire 36 que, de manera similar a los elementos de guía de aire de la paleta del rotor 6 mostrados en la Figura 4, desvían el flujo radial 34 en dirección a un lado de presión de la paleta del rotor 6 en la parte inferior de la Figura 5. El flujo radial desviado se marca de nuevo con el signo de referencia 34'. Los elementos de guía de aire 36 son triangulares.

40 Los elementos de guía de aire 36, mostrados en las Figuras 4 y 5, tienen en común que cada uno de ellos comprende una superficie de desviación del aire 42. En el caso de los elementos de guía de aire arqueados 36 de la Figura 4, esta superficie de desviación del aire se encuentra en el área superior de la figura, y en el caso de los elementos de guía de aire 36 de la Figura 5, se encuentra en la parte inferior.

50 La superficie de desviación del aire 42 incluye un ángulo finito con un plano auxiliar perpendicular a un plano de perfil correspondiente a un perfil de sección transversal 16, 16' 16", en el que se encuentra un eje de inclinación (eje de rotación cuando se ajusta el ángulo de la paleta del rotor/ángulo de inclinación) de la paleta del rotor 6. Descrito de manera simplificada, la superficie de desviación del aire 42 está inclinada con respecto al eje de inclinación. La superficie de desviación de aire 42 está girada desde el plano auxiliar alrededor de un origen angular en este plano auxiliar en dirección del lado de presión 26 de la paleta del rotor 6. Esto hace que el flujo radial desviado 34' se desvíe hacia el lado de presión de la paleta del rotor 6.

55 Los elementos de guía de aire 36, que se proporcionan en la superficie del borde trasero 30 de una paleta del rotor 6, aumentan la fuerza ascendente de la paleta del rotor 6 en el área de transición 28. Un flujo radial 34 no utilizado en las paletas del rotor 6 anteriores se utiliza ventajosamente para generar la fuerza ascendente. Esto aumenta la eficiencia de las paletas del rotor 6 y de la planta de energía eólica 2 en la que se utilizan.

60 En el contexto de la invención, las características marcadas con "en particular" o "preferentemente" deben entenderse como características opcionales.

Lista de referencia de los dibujos

65 2 Planta de energía eólica  
4 Rotor

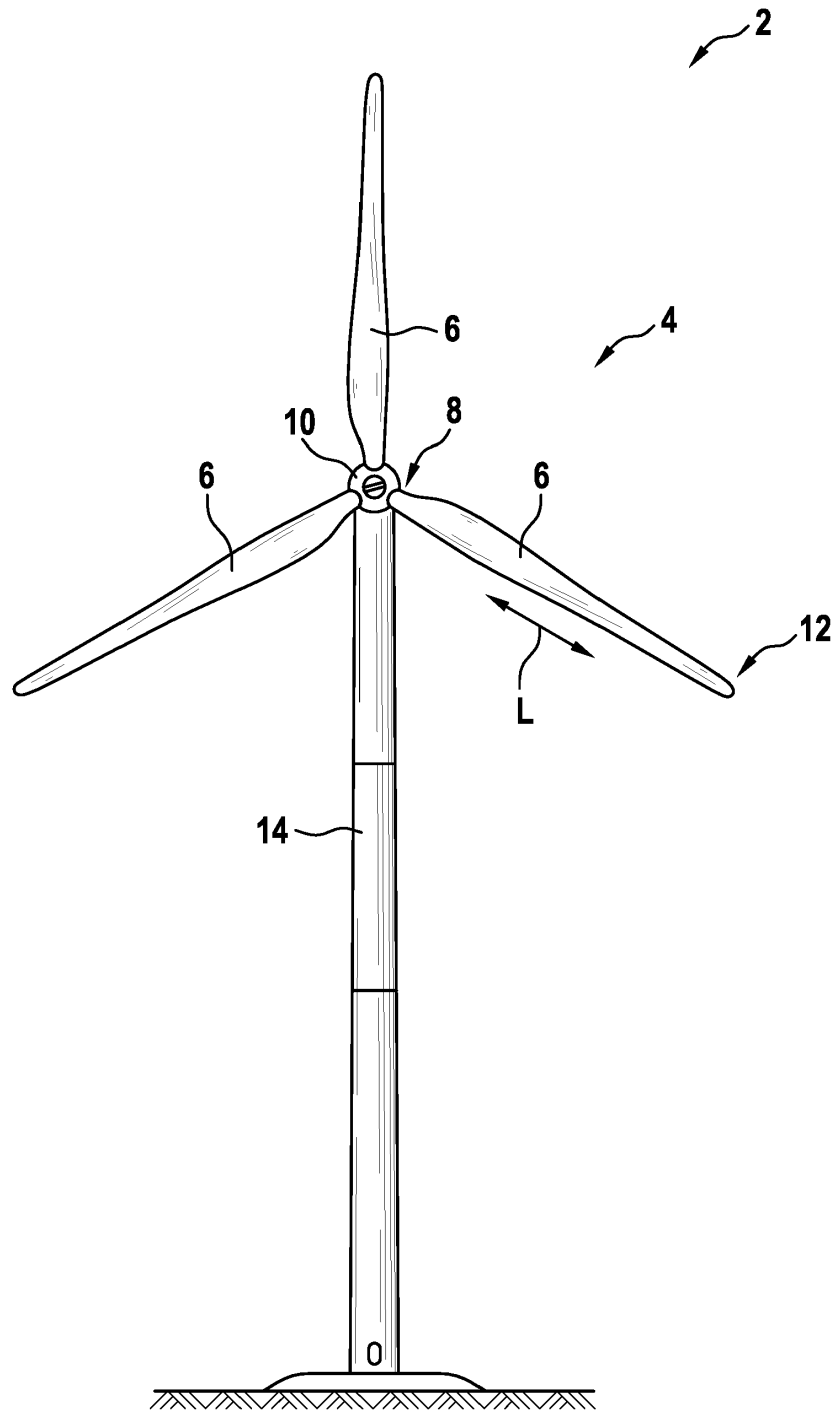
## ES 2 772 768 T3

	6	Paleta del rotor
	8	Raíz de la paleta
	10	Cubo del rotor
	12	Punta de la paleta
5	14	Estructura de soporte
	16, 16', 16"	Perfiles de sección transversal
	18	Área de perfil completo
	20	Borde delantero
	22	Borde trasero
10	24	Lado de succión
	26	Lado de presión
	28	Área de transición
	30	Superficie del borde trasero
	32	Área cilíndrica
15	34	Flujo radial
	34'	Flujo radial desviado
	36	Elemento de guía de aire
	38	primer extremo
	40	segundo extremo
20	42	Superficie de desviación del aire
	L	Dirección longitudinal
	LA	Dirección de extensión longitudinal
	FA	Fuerza ascendente
25		

**REIVINDICACIONES**

1. Paleta del rotor (6) de una planta de energía eólica (2), que se extiende en la dirección longitudinal (L) entre la raíz de la paleta (8) y la punta de la paleta (12) y comprende un lado de succión (24), un lado de presión (26), un borde delantero (20) y un borde trasero (22), en donde la paleta del rotor (6) tiene un perfil romo con un borde trasero engrosado en una región de transición (28) cerca de la raíz de la paleta (8) y comprende una superficie del borde trasero (30) que se extiende en la región de transición (28), en donde en la superficie del borde trasero (30) está presente al menos un elemento de guía de aire (36),  
5 caracterizada porque,  
10 el elemento guía de aire (36) está dispuesto para generar una fuerza ascendente en la dirección del lado de succión (24) de la paleta del rotor (6) cuando, durante el funcionamiento de la planta de energía eólica (2), se hace fluir contra ella un flujo radial (34) que fluye al menos aproximadamente en la dirección longitudinal (L) de la paleta del rotor (6) a lo largo de la superficie del borde trasero (30).
- 15 2. Paleta del rotor (6) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque al menos un elemento de guía de aire (36) se eleva desde la superficie del borde trasero (30) y comprende una superficie de desviación de aire (42) que está conectada a un plano auxiliar perpendicular a un plano de perfil (16, 16', 16"), en el que se encuentra un eje de inclinación de la paleta del rotor (6), encierra un ángulo finito grande, en donde la superficie de desviación del  
20 aire (42) es girada fuera del plano auxiliar por un origen de ángulo que se encuentra en el plano auxiliar en dirección del lado de presión (26) de la paleta del rotor (6).
3. Paleta del rotor (6) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada porque el al menos un elemento de guía de aire (36) es un cuerpo alargado que se extiende en una dirección de extensión longitudinal (LA) entre un primer extremo (38) y un segundo extremo (40), en donde el elemento de guía de aire (36) está fijado con su  
25 primer extremo (38) a la superficie del borde trasero (30) y el segundo extremo (40) del elemento de guía de aire (36) es un extremo libre que sobresale de la superficie del borde trasero (30).
4. Paleta del rotor (6) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque el elemento de guía de aire (36) tiene un perfil en una sección transversal perpendicular a su dirección de extensión longitudinal (LA), que, al recibir en  
30 contra un flujo radial (34) que fluye en la dirección longitudinal (L) de la paleta del rotor (6) a lo largo de la superficie del borde trasero (30), genera una fuerza ascendente (FA) en la dirección del lado de succión (24) de la paleta del rotor (6).
5. Paleta del rotor (6) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque al menos un  
35 elemento de guía de aire (36) tiene forma triangular o arqueada.
6. Planta de energía eólica (2) con una paleta del rotor (6) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.

Fig. 1



**Fig. 2**

Estado de la Técnica

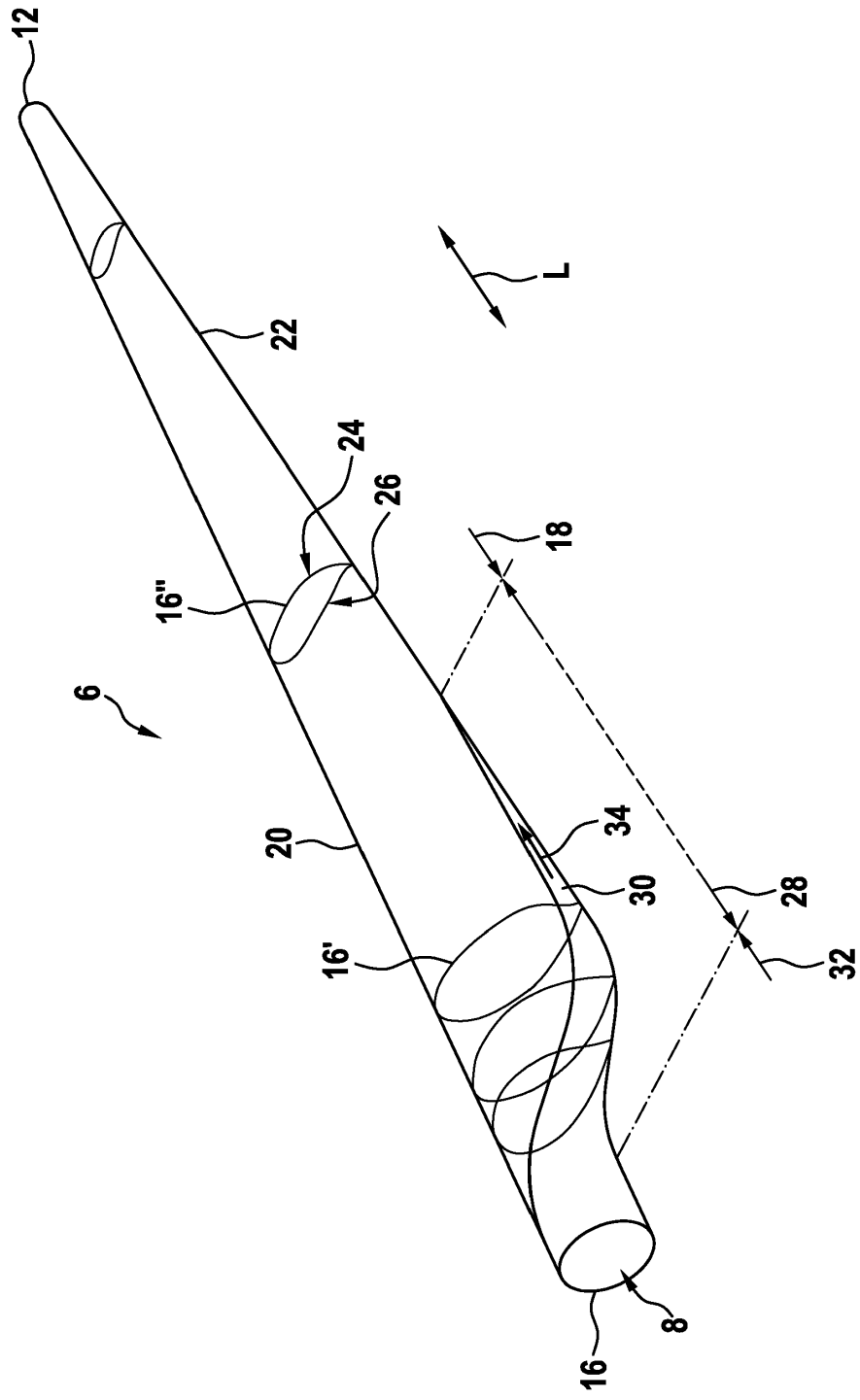




Fig. 3

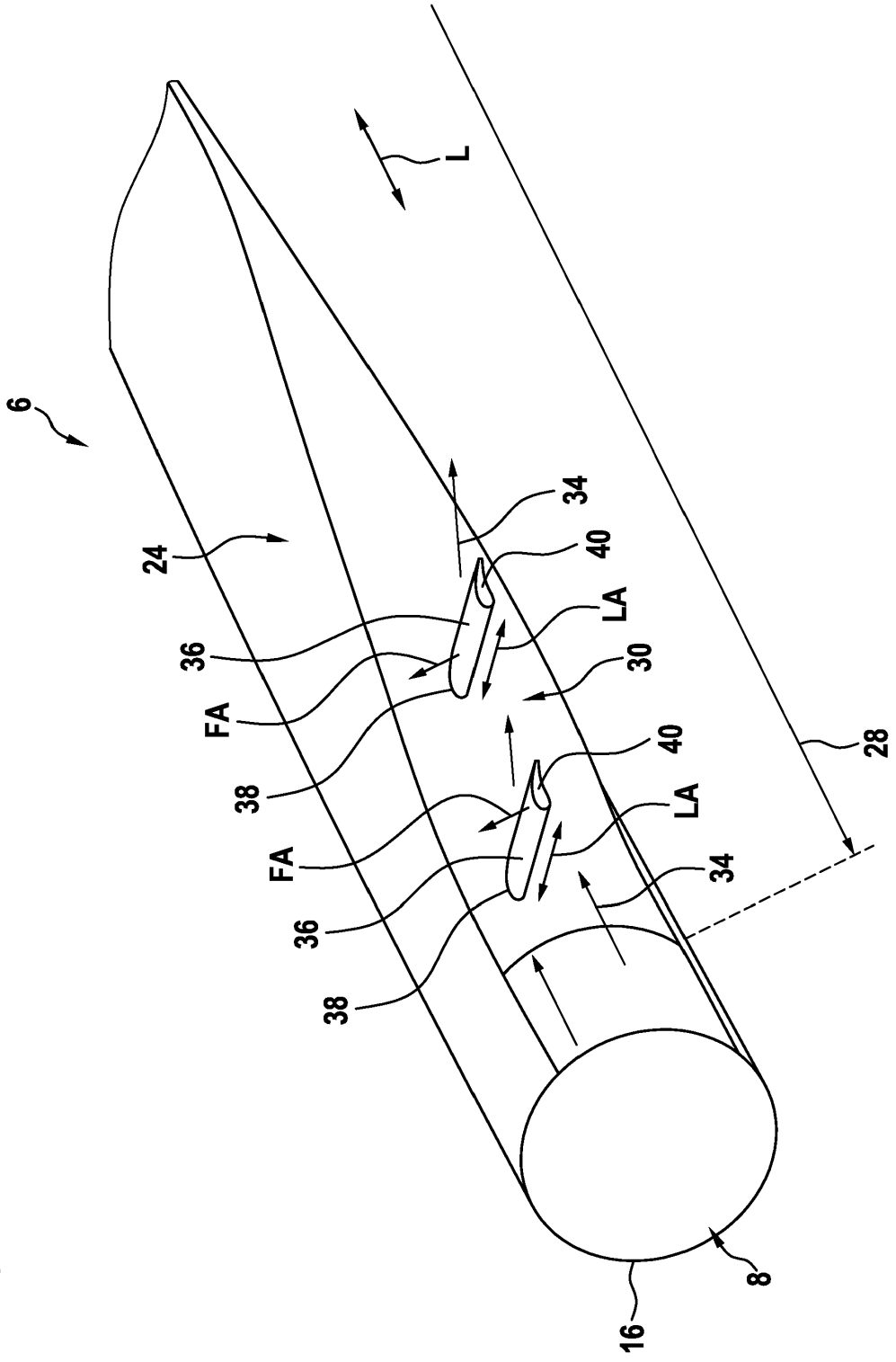


Fig. 4

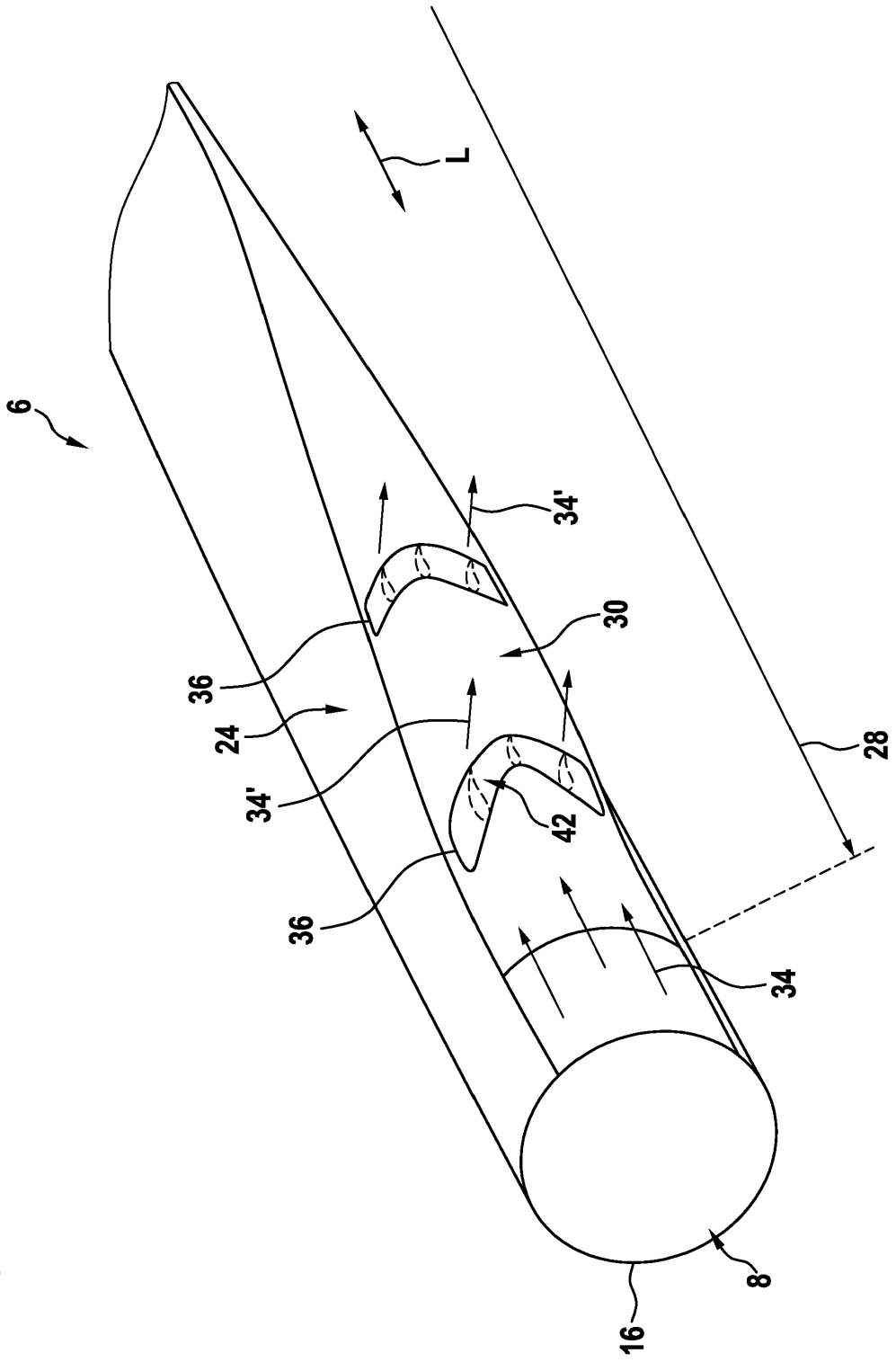


Fig. 5

