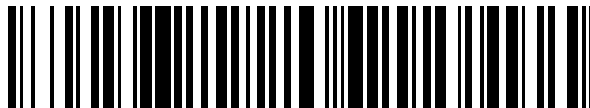


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 626**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2006** **E 09180861 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018** **EP 2172648**

54 Título: **Pala para un rotor de turbina eólica**

30 Prioridad:

17.10.2005 DK 200501451

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

18.02.2019

73 Titular/es:

**LM WIND POWER INTERNATIONAL
TECHNOLOGY II APS (100.0%)**

**Jupitervej 6
6000 Kolding, DK**

72 Inventor/es:

GRABAU, PETER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 700 626 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

Pala para un rotor de turbina eólica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una pala para un rotor de una turbina eólica que tiene un árbol de rotor sustancialmente horizontal, comprendiendo dicho rotor un buje, a partir del que se extiende la pala sustancialmente de modo radial cuando se monta y que tiene una sección transversal sustancialmente circular, comprendiendo dicha pala un plano de cuerda que se extiende entre el borde de ataque y el borde de salida de dicha pala, y comprendiendo dicha pala un área de raíz más próxima al buje, un área de perfil aerodinámico más alejada del buje y un área de transición entre el área de raíz y el área de perfil aerodinámico, y comprendiendo dicha pala un único perfil aerodinámico a lo largo de sustancialmente toda el área de perfil aerodinámico.

Técnica antecedente

15 Idealmente, una pala de tipo perfil aerodinámico se conforma como un ala de avión típica, en la que el ancho del plano de cuerda de la pala así como la primera derivada del mismo se incrementan continuamente con la disminución de la distancia desde el buje. Esto da como resultado, idealmente que la pala sea comparativamente ancha en la proximidad del buje. Esto da como resultado de nuevo problemas cuando ha de montarse la pala en el buje, y, además, esto provoca grandes cargas cuando se monta la pala, tales como cargas de tormenta, debido a la gran área superficial de la pala.

20 Por lo tanto, a lo largo de los años, la construcción de palas se ha desarrollado hacia una forma, en la que la pala consiste en un área de raíz más próxima al buje, un área de perfil aerodinámico más alejada del buje y un área de transición entre el área de raíz y el área de perfil aerodinámico. El área de perfil aerodinámico tiene una forma de pala ideal o casi ideal, mientras que el área de raíz tiene una sección transversal sustancialmente circular, que reduce las cargas de tormenta y la hace más fácil y más segura al montar la pala en el buje. El diámetro del área de raíz es preferentemente constante a lo largo de toda el área de raíz. Debido a la sección transversal circular, el área de raíz no contribuye a la producción de la turbina eólica y, de hecho, disminuye un poco la producción debido a la resistencia al viento. Como se sugiere por el nombre, el área de transición tiene una forma gradualmente cambiante desde la forma circular del área de raíz al perfil aerodinámico del área de perfil aerodinámico. Típicamente, el ancho del área de transición se incrementa sustancialmente de modo lineal con el incremento de la distancia desde el buje.

30 Es bien conocido en la industria aeronáutica que los aviones construidos con dos alas, también llamados biplanos, pueden tener una sustentación mayor que la de un avión con solo un ala. Esto permite un incremento en la sustentación total de las alas del avión sin incremento en el ancho de las alas. Este principio es conocido también en conexión con palas para turbinas eólicas, es decir mediante la fabricación de turbinas eólicas con dos o más rotores. El documento CA 2 395 612 describe una turbina eólica con dos rotores coaxiales en los que un rotor gira más rápido que el segundo. El documento GB 758 628 describe una turbina eólica con dos rotores coaxiales girando en direcciones opuestas.

35 El documento WO 98/31934 divulga una pala diseñada como con un biplano. La pala se construye por medio de dos largueros paralelos mutuamente conectados por medio de puntales cruzados. Se fijan dos elementos aerodinámicos en cada larguero, comprendiendo dichos elementos un borde de ataque y un borde de salida, respectivamente, proporcionando conjuntamente un perfil aerodinámico.

40 El documento US 5161952 divulga una construcción de biplano para rotores de turbina eólica. La turbina eólica se diseña de modo que se conectan dos palas rectas con el buje del rotor a una distancia entre ellas. Se interconectan las puntas de las dos palas.

45 El documento EP 0 009 767 divulga una turbina eólica con pala simple que tiene un buje que puede balancearse, en el que el punto de articulación se desplaza sobre un árbol del rotor horizontal hacia el lado de sotavento de la turbina eólica de modo que la pala de la turbina eólica pueda balancearse durante el giro del buje de tal manera que el centro de gravedad se desplace con relación al punto de articulación. La pala se fabrica como una pala simple con un contrapeso en el otro lado del buje. El documento D1 divulga una realización, en la que la parte de construcción de la pala, que está más próxima al buje, se divide en dos partes de pala separadas, que se extienden en una forma de cuña desde el buje. La forma de cuña se utiliza para proporcionar una construcción de pala más rígida para hacer posible usar palas más largas.

50 El documento JP56138465A (D2) divulga un impulsor auxiliar para un molino eólico, impulsor auxiliar que se monta sobre el mismo rotor que el impulsor principal. El impulsor auxiliar tiene un ángulo de paso mayor que el del impulsor principal, de modo que el impulsor auxiliar acelerará el rotor más suavemente con bajas velocidades del viento, mientras que a alta velocidad del viento, el impulsor auxiliar desacelerará el rotor. Así el impulsor auxiliar trabaja como un sistema de control de velocidad del rotor.

Divulgación de la invención

El objeto de la invención es proporcionar una construcción de pala nueva y mejorada.

De acuerdo con la invención, este objeto se consigue mediante una pala para un rotor de una turbina eólica que tenga las características de las reivindicaciones 1 o 14.

5 En una realización, este objeto se consigue mediante una parte de pala montada por separado que se monta en la pala, teniendo dicha parte de pala montada por separado un perfil aerodinámico y disponiéndose a una distancia mutua transversal al plano de cuerda, en el que la parte de pala montada por separado se extiende a lo largo del área de raíz de la pala, o en otras palabras que la pala comprende al menos un primer segmento de raíz y un segundo segmento de raíz a lo largo de sustancialmente toda el área de raíz, disponiéndose dichos segmentos a una distancia mutua transversal al plano de cuerda, y que al menos uno de los segmentos de raíz tiene un perfil aerodinámico, en el que el al menos un segmento de raíz con perfil aerodinámico es un segmento montado por separado. De esta manera, el segmento de raíz que tiene el perfil aerodinámico, es decir el segmento o parte de pala montada por separado, contribuye a la producción de la turbina eólica.

10 De acuerdo con una realización particular de la invención, tanto el primer como el segundo segmentos de raíz están provistos con perfiles aerodinámicos. De esta manera, ambos segmentos de raíz contribuyen a la producción de la turbina eólica y pueden diseñarse de modo que la contribución total desde los dos segmentos corresponde a la contribución de la parte ancha de la pala ideal.

15 De acuerdo con una realización preferente, el plano de cuerda del al menos un segmento de raíz con perfil aerodinámico tiene un ancho sustancialmente constante, haciéndose el plano de cuerda del área de transición más ancho con el incremento de la distancia desde el buje, y haciéndose el plano de cuerda del área de perfil aerodinámico más estrecho con el incremento de la distancia desde el buje. De este modo, la pala de acuerdo con la invención tiene una forma que corresponde a palas convencionales, de modo que los moldes existentes para palas pueden modificarse de una forma comparativamente simple para tener la capacidad de fabricar los nuevos tipos de palas.

20 De acuerdo con una realización particular, el área de transición comprende al menos un primer segmento de transición y un segundo segmento de transición, disponiéndose dichos segmentos a una distancia mutua, tal como se ven transversalmente al plano de cuerda, en el que al menos uno de los segmentos de transición está provisto con un perfil aerodinámico. Preferentemente, el plano de cuerda del al menos un segmento de transición con perfil aerodinámico es sustancialmente paralelo al plano de cuerda de la pala en sí en la transición entre el área de transición y el área de perfil aerodinámico, y preferentemente, ambos segmentos de transición están provistos con perfiles aerodinámicos. De acuerdo con una realización preferente de la invención, el primer y el segundo segmentos de raíz se unen en la zona del área de transición más cercana al buje. De esta manera, el área de transición puede tener una forma correspondiente a una pala convencional, mientras que solo el área de raíz tiene un perfil dual.

25 De acuerdo con otra realización de la pala, el primer y segundo segmentos de raíz se mezclan en el primer y segundo segmentos de transición, en el que el primer y segundo segmentos de transición se unen con la zona del área de transición más alejada desde el buje. De esta manera, el área de transición tiene también una estructura dual y por ello un empuje potencialmente mayor.

30 De acuerdo con una realización preferente, el primer y segundo segmentos de raíz se unen para formar un área de montaje común en la zona del área de raíz más cercana al buje. Preferentemente, esta área de montaje tiene una sección transversal sustancialmente circular. De esta manera, la pala de acuerdo con la invención puede tener una brida de montaje correspondiente a palas convencionales de modo que estas nuevas palas encajen en bujes existentes.

35 Alternativamente, en la realización de acuerdo con la reivindicación 14, el al menos un segmento de raíz con perfil aerodinámico puede tener un segmento montado por separado. Esta realización es ventajosa porque dichos segmentos pueden usarse para turbinas eólicas existentes sin tener que cambiar las palas, por ejemplo mediante el montaje de segmentos en la parte de raíz de palas ya instaladas. Es también evidente que no todos los segmentos de raíz han de sujetarse necesariamente al buje.

Breve descripción del dibujo

La invención se explica en detalle a continuación con referencia al dibujo, en el que

la Fig. 1 muestra una vista superior de una pala ideal del tipo de perfil aerodinámico,

50 la Fig. 2 muestra una vista en perspectiva de una pala convencional del tipo de perfil aerodinámico, y

las Figs. 3-9 muestran diferentes realizaciones de la pala, algunas de las cuales al menos están de acuerdo con la invención.

Mejores modos para llevar a cabo la invención

5 La Fig. 1 muestra una realización de una pala ideal 20 del tipo de perfil aerodinámico. La pala está provista con una parte de raíz 21 adaptada para sujetarse a un buje de una turbina eólica. La pala 20 se diseña idealmente de modo que el ancho de la pala 20 disminuye con el incremento de la distancia L desde el buje. Más aún, la primera derivada del ancho de la pala 20 también disminuye con el incremento de la distancia desde el buje 20, lo que significa que, idealmente, la pala 20 es muy ancha en el área de raíz 21. Esto provoca problemas con respecto a la sujeción de la pala 20 al buje. Más aún, cuando se monta, la pala 20 impacta en el buje con grandes cargas de tormenta debido a la gran área superficial de la pala 20.

Por lo tanto, a lo largo de los años, la construcción de palas se ha desarrollado hacia una forma, en la que la parte exterior de la pala corresponde a la pala ideal 20, mientras que el área superficial del área de raíz se reduce sustancialmente en comparación con la pala ideal. Esta realización se ilustra con una línea discontinua en la Fig. 1, mostrándose una vista en perspectiva de la misma en la Fig. 2.

15 Como se ve en la Fig. 2, la pala convencional 1 comprende un área de raíz 2 más próxima al buje, un área de perfil aerodinámico 4 más alejada del buje y un área de transición 3 entre el área de raíz 2 y el área de perfil aerodinámico 4. La pala 1 comprende un borde de ataque 5 que mira en la dirección de giro de la pala 1, cuando la pala se monta sobre el buje, y un borde de salida 6 que mira en la dirección opuesta al borde de ataque 5. El área de perfil aerodinámico 4 tiene una forma de pala ideal o casi ideal, mientras que el área de raíz 2 tiene una sección transversal sustancialmente circular, que reduce cargas de tormenta y la hace más fácil y más segura al montar la pala 1 en el buje. Preferentemente, el diámetro del área de raíz 2 es constante a lo largo de toda el área de raíz 2. El área de transición 3 tiene una forma gradualmente cambiante desde la forma circular del área de raíz 2 al perfil aerodinámico del área de perfil aerodinámico 4. El ancho del área de transición 3 se incrementa sustancialmente de modo lineal con el incremento de la distancia L desde el buje.

25 El área de perfil aerodinámico 4 tiene un perfil aerodinámico con una cuerda K que se extiende entre el borde de ataque 5 y el borde de salida 6 de la pala 1. El ancho del plano de cuerda disminuye con el incremento de la distancia L desde el buje. Debería tomarse nota de que el plano de cuerda no transcurre necesariamente recto sobre toda su extensión, dado que la pala puede estar retorcida y/o curvada, proporcionando así al plano de la cuerda una trayectoria retorcida y/o curvada, siendo este el caso más frecuente para compensar que la velocidad local de la pala dependa del radio desde el buje.

Debido a la sección transversal circular, el área de raíz 2 no contribuye a la producción de la turbina eólica y, de hecho, disminuye un poco la producción debido a la resistencia al viento. La idea detrás de la invención es por lo tanto dividir el área de raíz 2 y opcionalmente también el área de transición 3 en dos o más segmentos, en el que al menos uno de estos segmentos tiene un perfil que proporciona empuje a esta parte de la pala 1 y por ello que contribuye a la producción de la turbina eólica.

40 La Fig. 3A muestra un ejemplo de la pala que no forma parte de la presente invención, en el que la pala se ve hacia el borde de ataque 5, mientras que la Fig. 3B muestra una sección a lo largo de la línea BB y la Fig. 3C muestra una sección a lo largo de la línea CC de la Fig. 3A, en la que la sección CC se sitúa en la transición entre el área de raíz 2 y el área de transición 3. De acuerdo con esta realización, el área de raíz 2 se divide en un primer segmento de raíz 7 y un segundo segmento de raíz 8, y el área de transición 3 se divide en un primer segmento de transición 9 y un segundo segmento de transición 10. Los dos segmentos de transición 9 y 10 se unen en la transición entre el área de transición 3 y el área de perfil aerodinámico 4. Como resultado, hay un espacio 17 entre los segmentos. Adicionalmente, los segmentos se conectan mutuamente por medio de medios de rigidez dispuestos en el espacio 17 entre los segmentos. Estos medios de rigidez pueden proporcionarse por ejemplo como una construcción en rejilla de, por ejemplo, acero y pueden estar provistos adicionalmente con por ejemplo un denominado perfil de reducción de resistencia, en el que la sección transversal del perfil tiene una forma de caída simétrica. De esta manera, se reduce la resistencia al viento de los medios de rigidez, y pueden disminuirse las inmisiones de ruido.

50 La Fig. 3B muestra el área de montaje de la pala. Los perfiles de los segmentos de pala en esta área se forman de modo que reposan dentro de una pala convencional correspondiente con parte de raíz circular (mostrado con la línea discontinua 12). El primer segmento de raíz 7 está provisto con un perfil aerodinámico en el área de montaje que comprende un plano de cuerda K1, mientras que el segundo segmento de raíz 8 está provisto con un perfil que reduce la resistencia al viento del segmento, sin contribuir necesariamente a la producción de la turbina eólica. El primer segmento de raíz 7 se mezcla en el primer segmento de transición 9 también provisto con un perfil aerodinámico que comprende un plano de cuerda K3. El segundo segmento de raíz 8 se mezcla en el segundo segmento de transición 10 y cambia gradualmente desde un perfil con resistencia al viento reducida en el área de montaje a un perfil aerodinámico real que comprende un plano de cuerda K4 en el segundo segmento de transición 10. El plano de cuerda

K de la pala está normalmente retorcido a lo largo de la dirección longitudinal de la pala para compensar la velocidad local de la pala. Por lo tanto, el recorrido de los planos de cuerda K1, K3, y K4 son una continuación del recorrido del plano de cuerda K de la pala en el área aerodinámica 4.

5 El plano de cuerda K de la pala puede girarse tanto como hasta 75-80 grados en la dirección longitudinal de la pala, pero típicamente entre 60 y 70 grados. Normalmente, la primera derivada del giro se incrementa con la disminución de la distancia al buje, lo que significa que el giro del plano de cuerda K1 en el área de raíz 2 es preferentemente comparativamente alto.

10 El primer segmento de raíz 7 y segundo segmento de raíz 8 están provistos con un número de orificios de montaje 11 en el área de montaje. Estos orificios 11 tienen la misma posición que en una pala convencional con una parte de raíz circular 12. De este modo, la nueva pala de acuerdo con la invención puede montarse sobre bujes convencionales y por ello sustituir palas existentes de manera simple durante una renovación.

15 Las Figs. 4 y 5 muestran ejemplos adicionales de palas que no forman parte de la presente invención, respectivamente, y que son modificaciones de la realización mostrada en la Fig. 3. Por lo tanto, solo se explican aquí las diferencias. En la segunda realización mostrada en la Fig. 4 el segundo segmento de raíz 8¹ está provisto también con un perfil aerodinámico que comprende un plano de cuerda K2 en el área de montaje. Además, el perfil del segmento de raíz 8¹ se extiende más allá del perfil circular convencional de la parte de raíz 12, como es evidente en la Fig. 4B. La figura muestra también que los planos de cuerda de los dos segmentos pueden estar mutuamente en ángulo.

20 De acuerdo con el ejemplo mostrado en la Fig. 5, el primer y segundo segmentos de raíz 7², 8² así como el primer y segundo segmentos de transición 9², 10² tienen perfiles simétricos. Los perfiles se muestran con los planos de cuerda paralelos a la dirección de rotación de la pala, sin embargo, los perfiles pueden estar preferentemente en ángulo con respecto a la dirección de rotación, en donde el ángulo se selecciona basándose en maximizar el empuje.

25 Como se ve en la Fig. 5B, tanto el primer segmento de raíz 7² como el segundo segmento de raíz 8² se extienden más allá del perfil circular de la parte de raíz convencional 12. Finalmente, debería tomarse nota de que los segmentos de raíz de la realización mostrada en las Figs. 4 y 5 así como la realización mostrada en la Fig. 3 se mezclan en un segmento de transición correspondiente (9², 9³, 10², 10³), uniéndose dichos segmentos para formar un perfil común en la transición entre el área de transición 3 y el área de perfil aerodinámico 4.

30 La Fig. 6 muestra un ejemplo adicional más de la pala, en el que el primer segmento de raíz 7³ y el segundo segmento de raíz 8³ se unen en el área de montaje 22. Como se ve en la Fig. 6B, el área de montaje 22 es circular y contiene orificios de montaje 11, sujetándose las palas al buje mediante pernos a través de dichos orificios. La pala se adapta así a bujes convencionales y puede por ello sustituir palas existentes en turbinas eólicas ya instaladas durante una renovación.

35 La Fig. 7 muestra una primera realización de la pala, en la que el primer segmento de raíz 7⁴ y el segundo segmento de raíz 8⁴ se unen en el área de montaje 22, pero donde los dos segmentos no se unen a una distancia del buje, sino que en su lugar aparecen como dos partes de pala separadas con diferentes longitudes. Es también evidente a partir de la Fig. 7 que varios segmentos de raíz no tienen necesariamente el mismo grosor.

40 La Fig. 8 muestra un ejemplo adicional de una pala que no forma parte de la presente invención, en el que un primer, un segundo y un tercer segmentos de raíz 7⁵, 8⁵, 13 se mezclan en un primer, un segundo y un tercer segmentos de transición 9⁵, 10⁵, 14, respectivamente. El primer y el segundo segmentos de raíz 7⁵, 8⁵ así como el primer y el segundo segmentos de transición 9⁵, 10⁵ se muestran aquí con una forma que reduce la resistencia al viento de estos segmentos, mientras que el tercer segmento de raíz 13 y el tercer segmento de transición 14 se proporcionan con un perfil aerodinámico real. Sin embargo, los perfiles pueden proporcionarse con perfiles que incrementan el empuje de las áreas correspondientes y de ese modo también la producción de la turbina eólica. Por supuesto, los tres segmentos de raíz 7⁵, 8⁵, 13 pueden unirse en el área de montaje justamente como la realización mostrada en las Figs. 6 y 7.

45 La Fig. 9 muestra una realización adicional de acuerdo con la presente invención que corresponde a la realización de la Fig. 6, pero en la que la pala está provista adicionalmente con una primera parte de pala 15 montada por separado y una segunda parte de pala 16 montada por separado. Las partes de pala 15, 16 montadas por separado se montan sobre el primer y segundo segmentos de raíz 7³, 8³, respectivamente, por medio de un número de medios de retención 18. Las partes de pala 15 y 16 se extienden a lo largo del área de raíz 2 y opcionalmente también a lo largo del área de transición 3 de la pala. La pala en sí no tiene que tener necesariamente dos segmentos de raíz y/o segmentos de transición, sino que puede tener una forma en la que no hay espacio 17, no hay segmentos de raíz y/o segmentos de transición, en cuyo caso el área de raíz y el área de transición de la pala corresponden a una pala convencional. Esta realización es ventajosa en que las partes de pala 15, 16 montadas por separado pueden montarse sin tener que intercambiar las palas sobre turbinas eólicas ya instaladas. Los medios de retención pueden formarse con, por ejemplo, un perfil de reducción de la resistencia para disminuir la resistencia al viento y las emisiones de ruido.

La invención se ha descrito también con referencia a realizaciones preferidas. Pueden concebirse muchas modificaciones sin desviarse por ello del alcance de la invención. Las modificaciones y variaciones evidentes para los expertos en la materia se considera que caen dentro del alcance de la presente invención. Por ejemplo, la realización mostrada en la Fig. 9 puede tener solamente una única parte de pala montada por separado. Pueden concebirse también realizaciones en las que varios segmentos tienen una regulación separada del ángulo de pala.

Lista de números de referencia

- 1 pala
- 2 área de raíz
- 3 área de transición
- 4 área de perfil aerodinámico
- 5 borde de ataque
- 6 borde de salida
- 7 primer segmento de raíz
- 8 segundo segmento de raíz
- 9 primer segmento de transición
- 10 segundo segmento de transición
- 11 orificio de montaje
- 12 parte de raíz circular
- 13 tercer segmento de raíz
- 14 cuarto segmento de raíz
- 15 primera parte de pala montada por separado
- 16 segunda parte de pala montada por separado
- 17 hueco
- 18 medios de retención
- 20 pala
- 21 parte de raíz
- 22 área de montaje
- Kx plano de cuerda
- L dirección longitudinal

REIVINDICACIONES

1. Pala (1) para un rotor de una turbina eólica que tiene un árbol de rotor sustancialmente horizontal, comprendiendo dicho rotor un buje, desde el que se extiende la pala (1) sustancialmente de modo radial cuando se monta, comprendiendo dicha pala (1) un plano de cuerda (K) que se extiende entre el borde de ataque (5) y el borde de salida (6) de dicha pala, y comprendiendo dicha (1) pala un área de raíz (2) más próxima al buje y teniendo una sección transversal sustancialmente circular, un área de perfil aerodinámico (4) más alejada del buje y un área de transición (3) entre el área de raíz (2) y el área de perfil aerodinámico (4), y comprendiendo dicha pala (1) un único perfil aerodinámico a lo largo de sustancialmente toda el área de perfil aerodinámico (4), **caracterizada por que** se monta una parte de pala (15, 16) montada por separado en la pala, teniendo dicha parte de pala (15, 16) montada por separado un perfil aerodinámico y disponiéndose a una distancia mutua transversal al plano de cuerda (K), en la que la parte de pala (15, 16) montada por separado se extiende a lo largo del área de raíz (2) de la pala.
2. Pala de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la parte de pala (15, 16) montada por separado se extiende adicionalmente a lo largo de la zona de transición (3) de la pala.
3. Pala de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que el área de transición (3) de la pala tiene una forma gradualmente cambiante desde la forma circular del área de raíz (2) al perfil aerodinámico del área de perfil aerodinámico (4) de la pala.
4. Pala de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la pala (1) comprende al menos un primer segmento de raíz (7) y un segundo segmento de raíz (8) a lo largo de sustancialmente toda el área de raíz (2), disponiéndose dichos segmentos a una distancia mutua transversal al plano de cuerda (K), y que al menos uno de los segmentos de raíz (7, 8) tiene un perfil aerodinámico.
5. Pala (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el plano de cuerda (K1, K2) del al menos un segmento de raíz (7, 8) con un perfil aerodinámico es sustancialmente paralelo al plano de cuerda (K) de la pala en sí en un área más próxima al buje.
6. Pala (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-5, **caracterizada por que** tanto el primer como el segundo segmentos (7, 8) están provistos con perfiles aerodinámicos.
7. Pala (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el plano de cuerda (K1, K2) del al menos un segmento de raíz (7, 8) con perfil aerodinámico tiene un ancho sustancialmente constante, haciéndose el plano de cuerda (K3, K4) del área de transición (3) más ancho con el incremento de la distancia (L) desde el buje, y haciéndose el plano de cuerda (K) del área de perfil aerodinámico (4) más estrecho con el incremento de la distancia desde el buje.
8. Pala (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el área de transición (3) comprende al menos un primer segmento de transición (9) y un segundo segmento de transición (10), disponiéndose dichos segmentos a una distancia mutua, tal como se ven transversalmente al plano de cuerda (K), en el que al menos uno de los segmentos de transición (9, 10) está provisto con un perfil aerodinámico.
9. Pala (1) de acuerdo con la reivindicación 8 **caracterizada por que** el plano de cuerda (K1, K2) del al menos un segmento de transición (9, 10) con perfil aerodinámico es sustancialmente paralelo al plano de cuerda (K) de la pala en sí en la transición entre el área de transición (3) y el área de perfil aerodinámico (4).
10. Pala (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-7, **caracterizada por que** el primer y el segundo segmentos de raíz (7, 8) se unen en la zona del área de transición (3) más cercana al buje.
11. Pala (1) de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizada por que** el primer y segundo segmentos de raíz (7, 8) se mezclan en el primer y segundo segmentos de transición (9, 10), en la que el primer y segundo segmentos de transición (9, 10) se unen con la zona del área de transición (3) más alejada desde el buje.
12. Pala (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-7, **caracterizada por que** el primer y segundo segmentos de raíz (7, 8) se unen para formar un área de montaje común en la zona del área de raíz (2), teniendo dicha área preferentemente una sección transversal sustancialmente circular.
13. Pala (1) para un rotor de una turbina eólica que tiene un árbol de rotor sustancialmente horizontal, comprendiendo dicho rotor un buje, desde el que se extiende la pala (1) sustancialmente de modo radial cuando se monta, comprendiendo dicha pala (1) un plano de cuerda (K) que se extiende entre el borde de ataque (5) y el borde de salida (6) de dicha pala, y comprendiendo dicha (1) pala un área de raíz (2) más próxima al buje y teniendo una sección transversal sustancialmente circular, un área de perfil aerodinámico (4) más alejada del buje y un área de transición (3) entre el área de raíz (2) y el área de perfil aerodinámico (4), y comprendiendo dicha pala (1) un único perfil

aerodinámico a lo largo de sustancialmente toda el área de perfil aerodinámico (4), **caracterizada por que** la pala (1) comprende al menos un primer segmento de raíz (7) y un segundo segmento de raíz (8) a lo largo de sustancialmente toda el área de raíz (2), disponiéndose dichos segmentos a una distancia mutua transversal al plano de cuerda (K), y que al menos uno de los segmentos de raíz (7, 8) tiene un perfil aerodinámico, en el que el al menos un segmento de raíz (7, 8) con perfil aerodinámico es un segmento (15, 16) montado por separado.

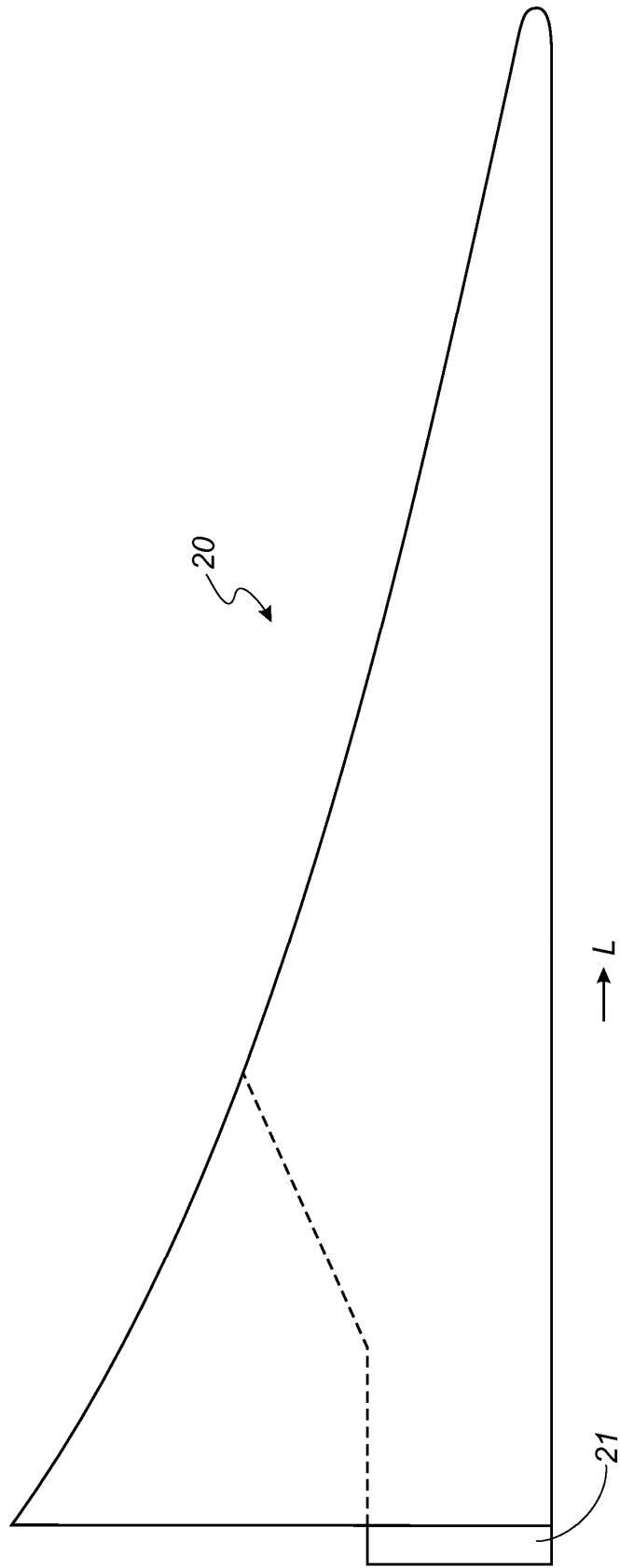


Fig. 1

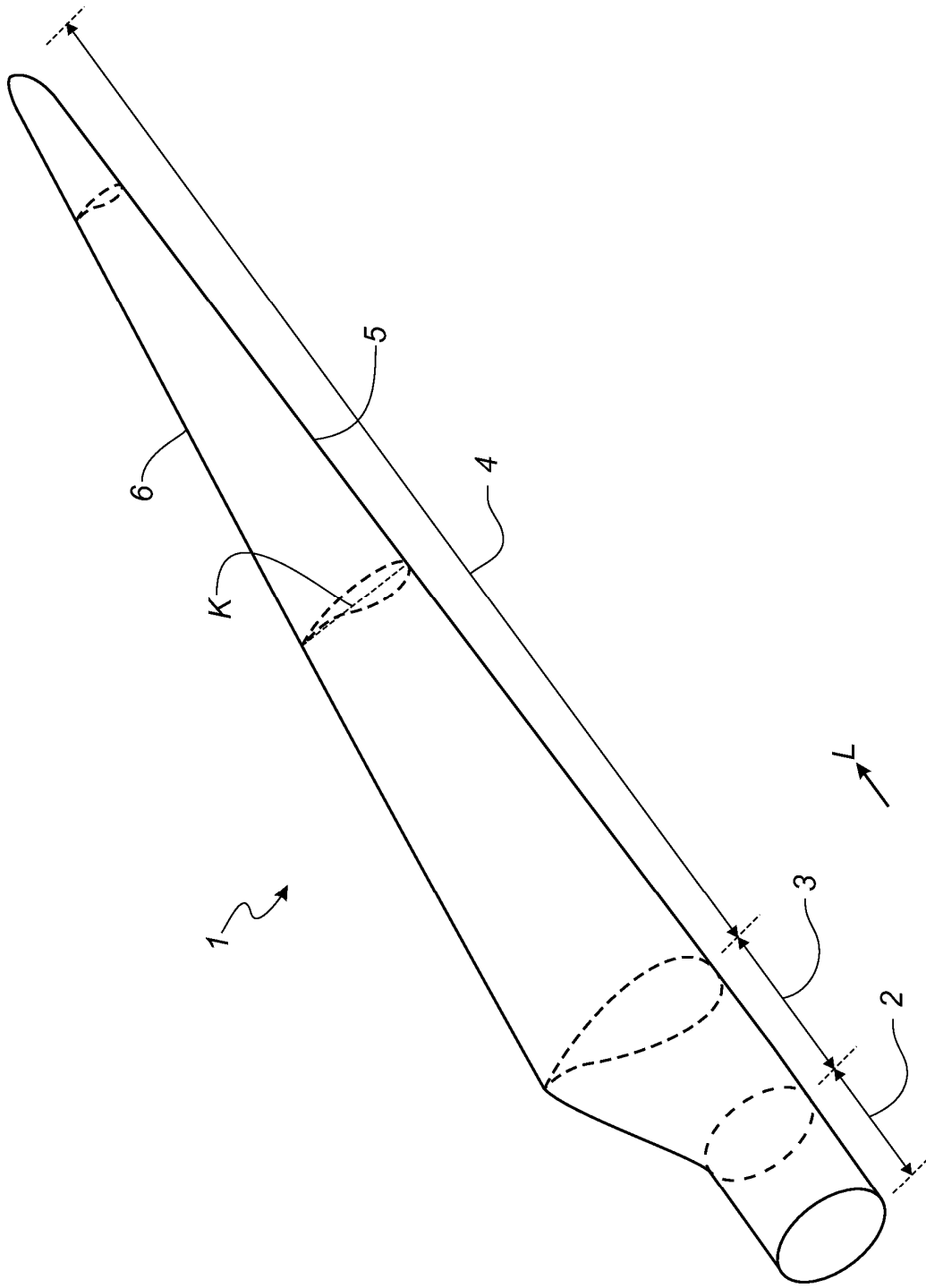


Fig. 2

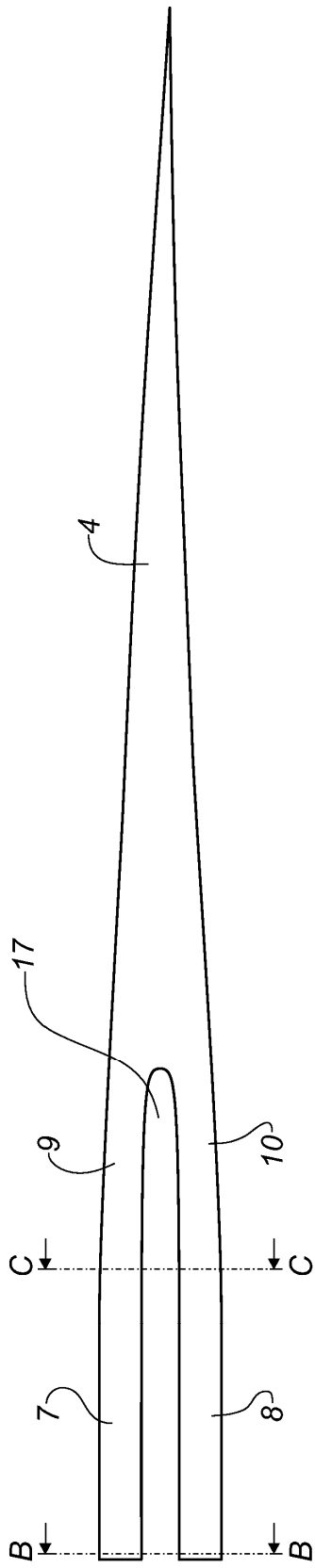


Fig. 3A

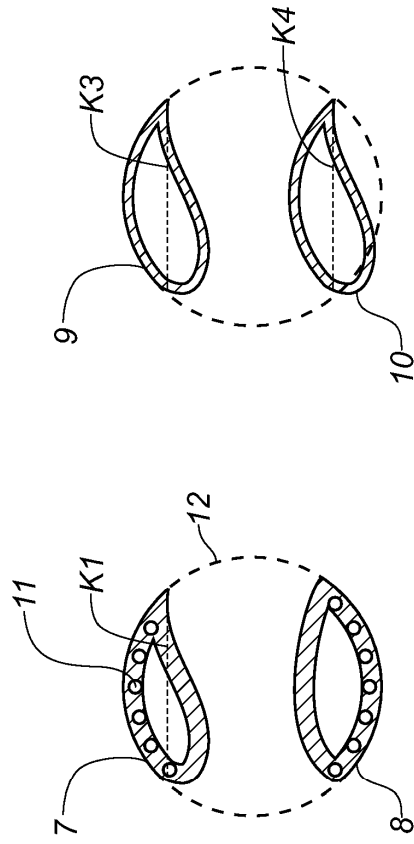


Fig. 3B

Fig. 3C

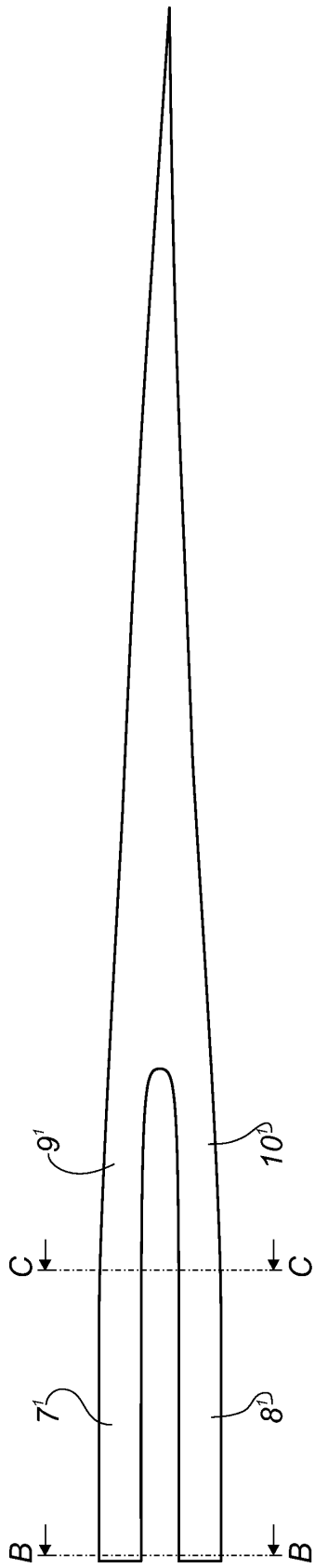


Fig. 4A

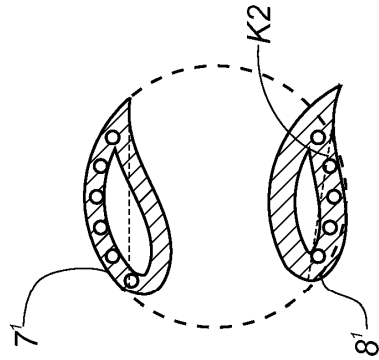


Fig. 4B

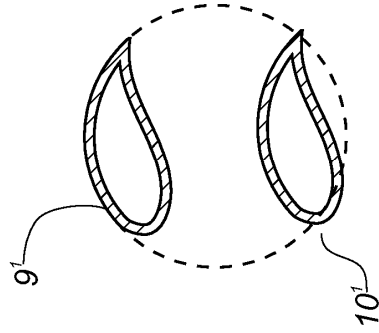


Fig. 4C

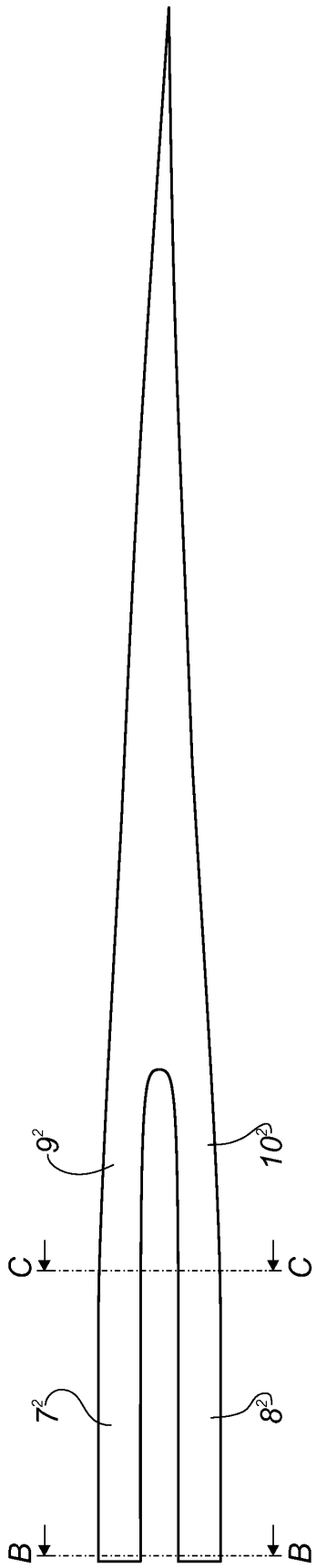


Fig. 5A

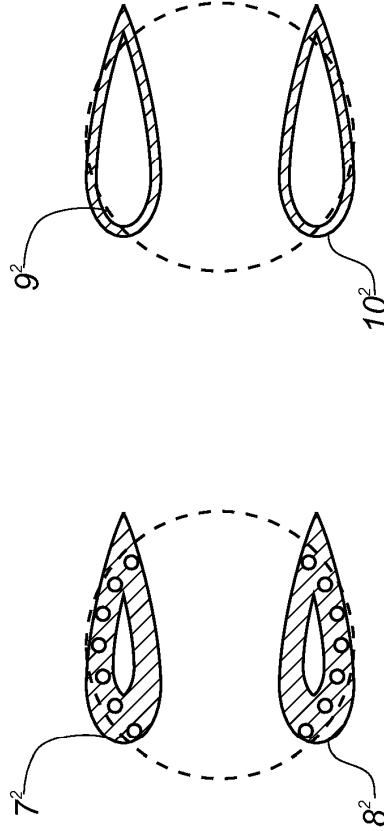


Fig. 5B

Fig. 5C

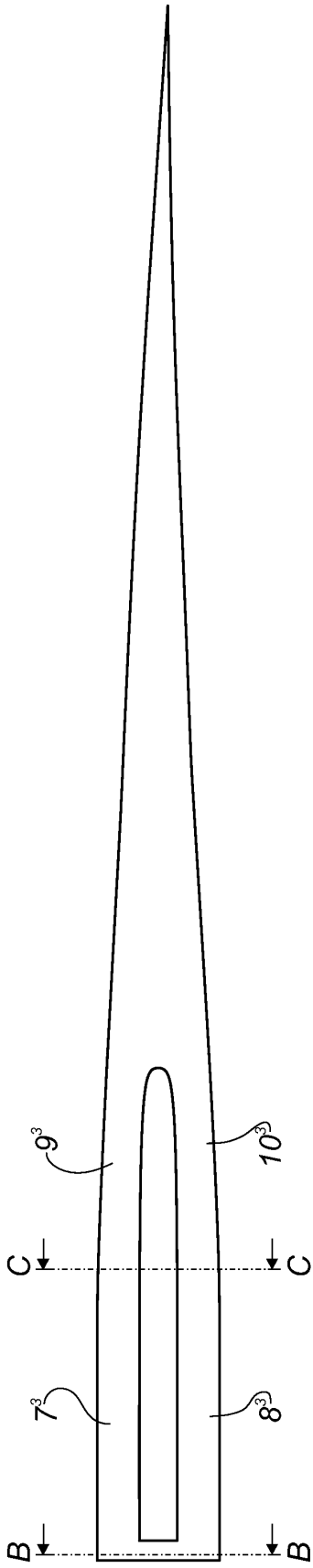


Fig. 6A

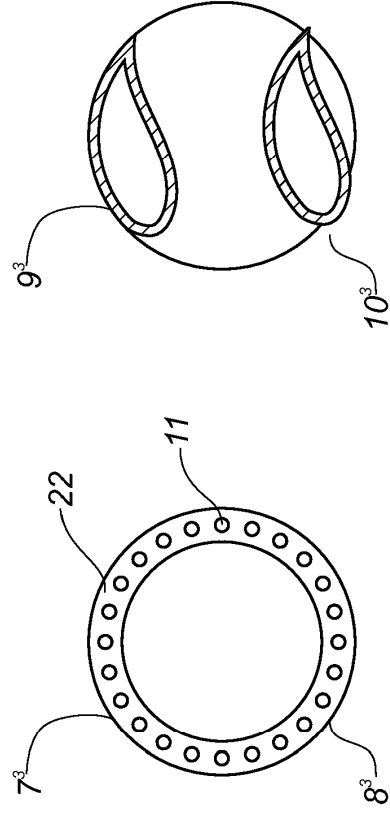


Fig. 6B

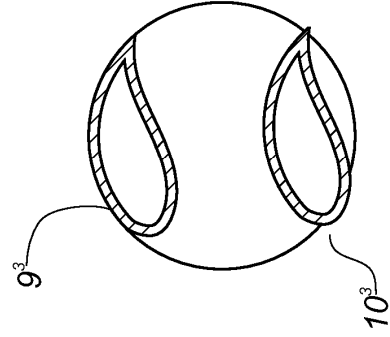


Fig. 6C

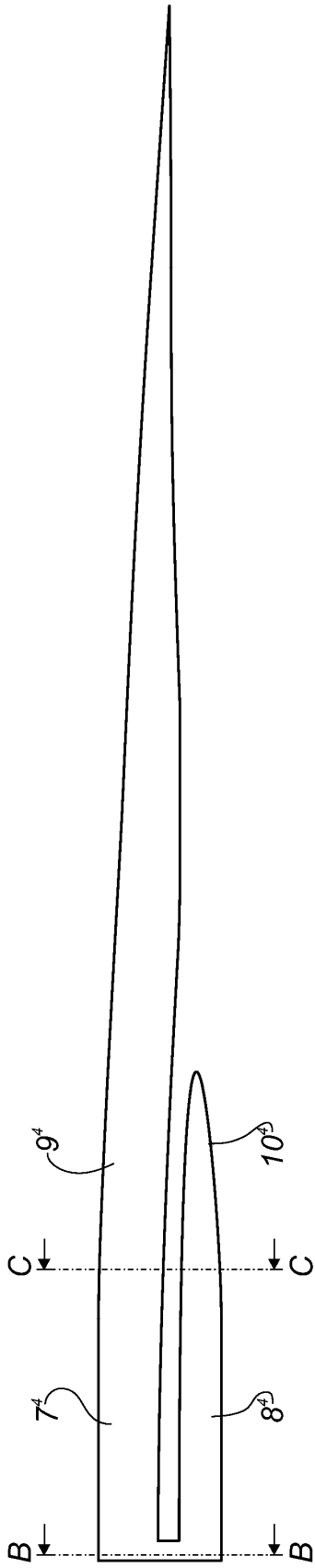


Fig. 7A

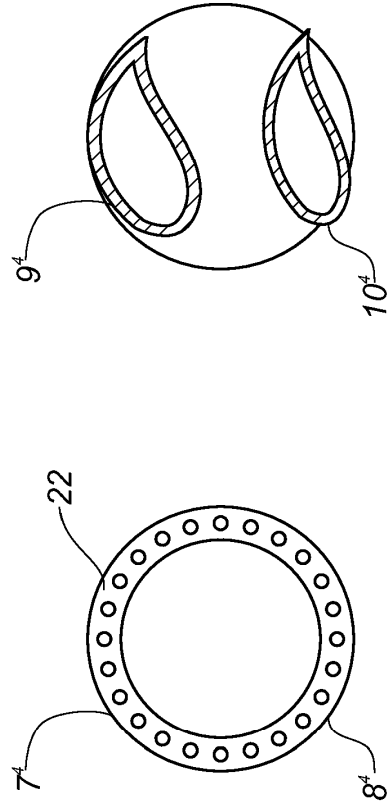


Fig. 7C

Fig. 7B

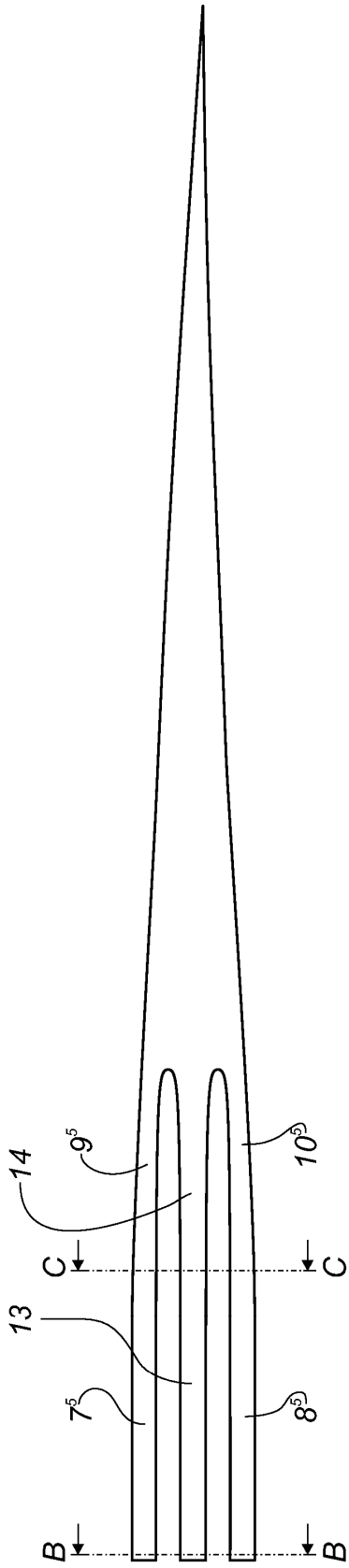


Fig. 8A

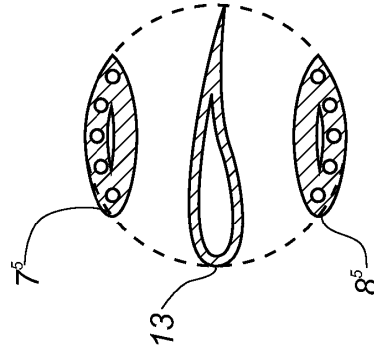


Fig. 8B

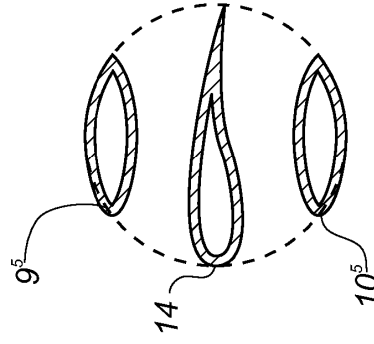


Fig. 8C

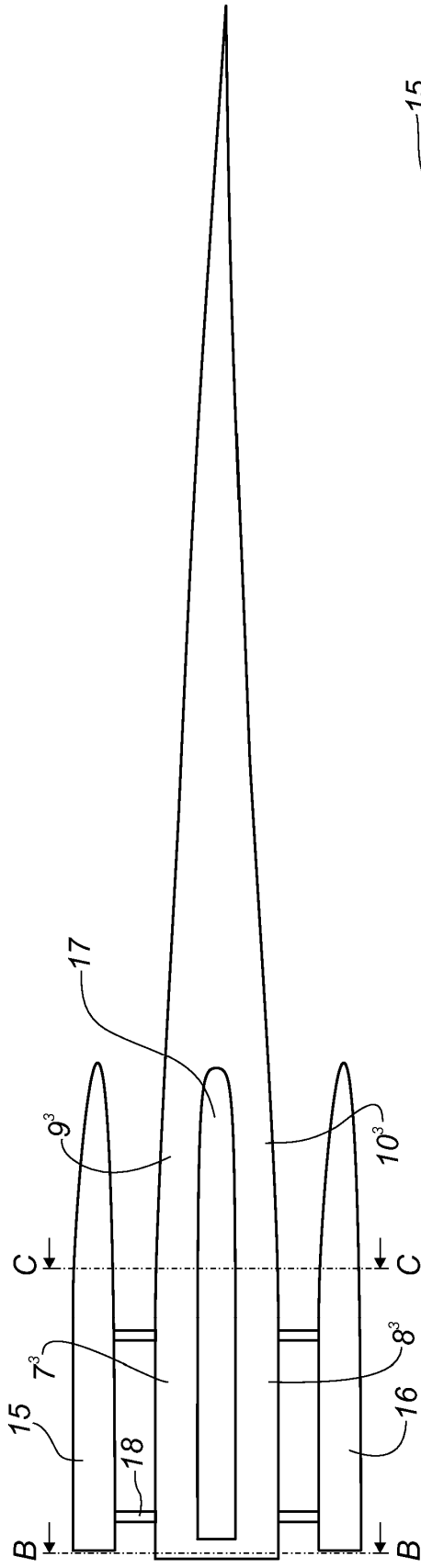


Fig. 9A

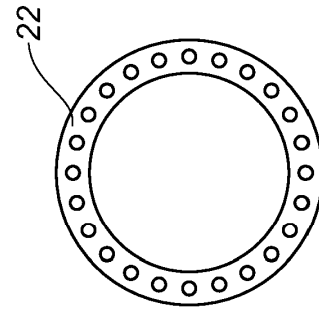


Fig. 9B

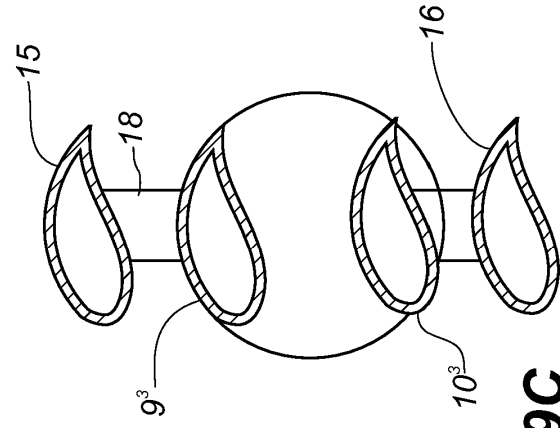


Fig. 9C