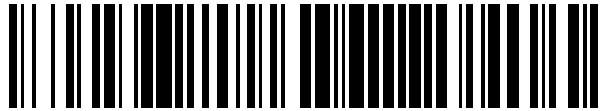


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 607**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2015 PCT/EP2015/063555**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193353**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2015 E 15729476 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 3158187**

54 Título: **Pala de rotor de una turbina eólica, una turbina eólica y un procedimiento para hacer funcionar una turbina eólica**

30 Prioridad:

18.06.2014 DE 102014211741

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

07.06.2018

73 Titular/es:

**WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

HOFFMANN, ALEXANDER

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 671 607 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 de rotor de una turbina eólica, una turbina eólica y un procedimiento para hacer funcionar una turbina eólica

- 5 La presente invención se refiere a una pala de rotor de una turbina eólica, una turbina eólica y un procedimiento para hacer funcionar una turbina eólica.

Las turbinas eólicas que se usan para generar electricidad son bien conocidas. La potencia mecánica absorbida del viento por parte del rotor depende, entre otras cosas, de la configuración de las palas del rotor. Dependiendo de las
10 condiciones del viento, la potencia absorbida óptima también depende del tamaño de la superficie de la pala del rotor y, por lo tanto, también de la longitud de las palas del rotor. Para generar más energía, suelen ser convenientes las palas de rotor con una longitud larga, por la que se define el diámetro del rotor. Sin embargo, el diámetro del rotor está limitado en su tamaño. Si el diámetro del rotor es demasiado grande, a altas velocidades del viento, p. ej., en caso de tormentas o ráfagas, se producen cargas mecánicas elevadas en la turbina eólica que pueden ocasionar
15 daños en la turbina eólica. Por esa razón, deben tenerse en cuenta dichas altas velocidades del viento a la hora de diseñar las palas de rotor, lo que normalmente puede dar lugar a un diámetro menor del rotor y, por tanto, a una disminución de la potencia de la turbina eólica. Para mantener la reducción del diámetro del rotor lo más pequeña posible, ya se conocen medidas de control en caso de tormenta como, por ejemplo, el ajuste del ángulo de ataque de la pala.

20 Además, ya se conoce la idea de proporcionar una pala de rotor extensible. Dichas palas de rotor extensibles tienen la ventaja de que pueden proporcionar una superficie o una longitud de pala de rotor grande cuando la velocidad del viento es baja, mientras que en caso de tormentas, ráfagas o similares puede proporcionar una superficie más pequeña de la pala de rotor. Sin embargo, dichas palas de rotor extensibles actualmente todavía son complicadas y
25 difíciles de usar.

En la solicitud de patente alemana prioritaria, la Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha buscado en los siguientes documentos: DE 10 2004 022 730 A1, DE 10 2011 055 370 A1, DE 10 2011 122 504 A1, DE 20 2006 000 673 U1, US 6,923,622 B1, US 2013 / 0 259 697 A1, US 4,710,101 y EP 1 375 911 A1.

30 El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, abordar al menos uno de los problemas mencionados. En particular, se debe crear una solución que garantice una construcción sencilla de una pala de rotor extensible. Al menos se debe proponer una solución alternativa.

- 35 Para lograr el objetivo, se propone una pala de rotor de una turbina eólica según la invención de acuerdo con la reivindicación 1.

En consecuencia, se propone una pala de rotor de una turbina eólica, que comprende un primer segmento de la pala de rotor y un segundo segmento de la pala de rotor, que forman en conjunto una longitud total de la pala de rotor.
40 Durante una rotación de la pala de rotor, el primer y el segundo segmento de la pala de rotor son desplazables el uno hacia el otro a lo largo de un eje longitudinal de la pala de rotor mediante una fuerza centrífuga que actúa sobre la pala de rotor, de manera que la longitud total de la pala de rotor es variable.

A través de la longitud total de la pala de rotor, se define el diámetro de la pala de rotor de la turbina eólica y, por lo tanto, el área captada por el viento. Debido al desplazamiento relativo del primer y segundo segmento de la pala del rotor entre sí, se modifica el área captada por el viento. En estado de reposo, es decir, cuando las palas del rotor de la turbina eólica no giran, la turbina eólica presenta una longitud total mínima de las palas de rotor individuales. Cuando las palas del rotor comienzan a moverse, se produce una rotación de la pala del rotor respectiva y una fuerza centrífuga actúa sobre la pala del rotor. La presente invención aprovecha la fuerza centrífuga de tal manera
45 que el primer y el segundo segmento de la pala del rotor se desplazan el uno hacia el otro por medio de la fuerza centrífuga. Es decir, el segundo segmento de la pala del rotor se desplaza en el sentido del eje longitudinal y/o en el primer segmento de la pala del rotor alejándose de la raíz de la pala del rotor en el sentido longitudinal de la pala del rotor. La longitud total de la pala del rotor, por lo tanto, aumenta a diferencia del estado inactivo y, por lo tanto, también el área captada por el viento. De forma alternativa, también se puede desplazar el primer segmento de la pala del rotor. Al cambiar o ajustar la longitud total de la pala del rotor, la turbina eólica se puede adaptar a las
50 velocidades del viento predominantes. De esa manera se puede aumentar la eficiencia de una turbina eólica. Además, dicha pala de rotor puede sustituirse de manera ventajosa, en principio, independientemente de diferentes clases de potencia o clases de viento, es decir, también es válida para diversas clases de potencia. En consecuencia, se puede fabricar la misma pala de rotor para diferentes ubicaciones, con lo que se reduce el coste
55 de producción. En particular, dicha pala de rotor presenta una longitud total de al menos 40 m.

El desplazamiento relativo del primer y segundo segmento de la pala de rotor se efectúa mediante la fuerza centrífuga que se genera durante una rotación de la pala de rotor. Por lo tanto, es posible una estructura sencilla de la pala del rotor o de los segmentos individuales de la pala del rotor.

5

Preferentemente, el segundo segmento de la pala de rotor está colocado al menos parcialmente en el primer segmento de la pala de rotor y/o el primer segmento de la pala de rotor presenta una abertura, a través de la cual el segundo segmento de la pala de rotor puede desplazarse hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor. El primer segmento de la pala del rotor está colocado en la raíz de la pala del rotor de la pala del rotor. En particular, especifica la longitud total de la pala de rotor en el caso de un segundo segmento de pala de rotor retraído. El segundo segmento de pala de rotor está previsto en un estado retraído en el primer segmento de la pala de rotor, en particular, de manera que solo la punta de la pala de rotor del segundo segmento de la pala de rotor sobresalga del primer segmento de la pala de rotor o se adapte a la forma exterior del primer segmento de la pala de rotor, de manera que no se altere el comportamiento aerodinámico de la pala de rotor. La abertura está prevista, en particular, de manera que el segundo segmento de la pala del rotor pueda ser guiado a través de la misma hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor. Por lo tanto, presenta esencialmente la forma del perfil del segundo segmento de la pala de rotor y/o corresponde aproximadamente en tamaño al perfil del segundo segmento de la pala de rotor. De forma alternativa, la abertura puede ser más grande que el perfil del primer segmento de la pala de rotor.

10

15

20

25

30

Preferentemente, el segundo segmento de la pala de rotor está conectado con el primer segmento de la pala de rotor a través de un cabrestante para retraer el segundo segmento de la pala de rotor en el primer segmento de la pala de rotor. Dicho cabrestante presenta, por ejemplo, un tambor sobre el que se enrolla una cuerda, cinta, cable o similar. El enrollamiento se puede realizar de forma mecánica, eléctrica o hidráulica. El tambor está colocado en el primer segmento de la pala del rotor. La cuerda está prevista, en su extremo libre, en el segundo segmento de la pala del rotor. De esta manera, se crea una conexión entre el primer y el segundo segmento de la pala de rotor. El segundo segmento de la pala de rotor puede desplazarse mediante la adición de una cuerda con relación al primer segmento de la pala de rotor en el sentido del eje longitudinal de la pala de rotor. Si una fuerza centrífuga actúa sobre el segundo segmento de la pala del rotor, este se desplaza hacia afuera en el sentido del eje longitudinal, es decir, en dirección opuesta a la raíz de la pala de rotor. La cuerda se desenrolla del tambor. El diámetro de la pala del rotor o la longitud total de la pala del rotor aumenta. Si el segundo segmento de la pala del rotor se extiende y es necesario retraerlo nuevamente debido a altas velocidades del viento, es decir, si se tiene que reducir el diámetro del rotor o la longitud total de la pala del rotor, el cable se retrae o se enrolla en el tambor.

35

40

En una realización preferida, el cabrestante comprende una cuerda para la fijación en el segundo segmento de la pala de rotor, en la que el cable está fabricado a partir de una fibra sintética a base de polietileno, en particular, de peso molecular ultra alto. En particular, dicha cuerda presenta valores de resistencia a la tracción muy elevados, en particular en un intervalo de 3 a 4 GPa. Por lo tanto, una cuerda de este tipo puede resistir cargas de tracción muy elevadas. Cuando el segundo segmento de la pala de rotor se desplaza hacia afuera del primer segmento de la pala del rotor debido a la fuerza centrífuga del primer segmento de la pala de rotor y la cuerda se tensa, la cuerda puede soportar la fuerza de tracción sin dañarse. Además, dicha cuerda presenta una alta resistencia a la abrasión.

45

50

Preferentemente, la pala de rotor presenta un dispositivo de medición para medir la velocidad del viento y/o el cabrestante está realizado de manera que el segundo segmento de la pala de rotor se retrae y/o se extiende a una velocidad del viento predeterminada. La velocidad del viento predeterminada es la denominada velocidad nominal, es decir, la velocidad del viento a la que la turbina eólica entrega su potencia nominal. Si la velocidad del viento es inferior a la velocidad nominal, la turbina eólica se encuentra en el denominado modo de carga parcial. Al extender el segundo segmento de la pala del rotor en el modo de carga parcial, es decir, a una velocidad del viento inferior a la velocidad del viento predeterminada, se alcanza más rápidamente la velocidad nominal y, por lo tanto, la potencia nominal. De esa manera, la turbina eólica aumenta su eficiencia. Cuando la velocidad del viento excede la velocidad nominal, la turbina eólica suele apagarse para evitar daños. Según la invención, el segundo segmento de la pala del rotor se retrae cuando se excede la velocidad nominal, de manera que se reduce el área barrida por el viento. Por tanto, se evitan daños en las palas del rotor. Para medir la velocidad del viento prevaeciente se usa un dispositivo de medición como una sonda de hilo caliente, un anemómetro de góndola o un anemómetro de paletas.

55

60

En una realización preferida, el primer segmento de la pala de rotor presenta un dispositivo de guía para guiar y almacenar el segundo segmento de la pala de rotor dentro del primer segmento de la pala de rotor. En este caso, el dispositivo de guía presenta al menos dos elementos de guía para guiar el segundo segmento de la pala de rotor en el sentido del eje longitudinal de la pala de rotor y al menos dos elementos de resorte que conectan al menos dos elementos de guía con el primer segmento de la pala de rotor. El dispositivo de guía está colocado, en particular, alrededor del segundo segmento de la pala de rotor, y encierra el segundo segmento de la pala de rotor al menos

parcialmente. Los elementos de guía y los elementos de resorte están distribuidos particularmente de manera homogénea en toda la longitud del dispositivo de guía y/o en el lado de aspiración y de descarga del segundo segmento de la pala de rotor, de manera que el segundo segmento de pala de rotor se puede desplazar de manera uniforme y estable hacia afuera o hacia dentro del primer segmento de la pala de rotor. Los elementos de guía, en particular, están realizados como carriles o rodillos, que están suspendidos a través de los elementos de resorte en el dispositivo de guía. Los elementos de resorte están realizados, por ejemplo, como muelles espirales. Esto tiene la ventaja de que el segundo segmento de la pala del rotor se monta sencillamente en el primer segmento de la pala del rotor y se guía de manera estable y segura. Las variaciones que se producen en la pala del rotor son compensadas por los elementos de resorte.

10

En una realización particularmente preferida de la invención, los elementos de guía están configurados como rodillos, en particular, rodillos de plástico. Dichos rodillos de plástico presentan un peso bajo y son fáciles de fabricar.

En otra realización preferida, el dispositivo de guía está realizado en forma de caja y colocado en sentido longitudinal dentro del primer segmento de la pala de rotor. El segundo segmento de la pala de rotor está previsto dentro del dispositivo de guía, es decir, dentro de la caja. De esa manera, el segundo segmento de la pala de rotor está al menos parcialmente encerrado por paredes de la caja que están dispuestas sustancialmente paralelas entre sí. Los elementos de guía y los elementos de resorte se colocan uniformemente alrededor del segundo segmento de la pala de rotor. Por tanto, se puede guiar y almacenar el segundo segmento de la pala de rotor de manera adecuada en el primer segmento de la pala de rotor. El dispositivo de guía es en particular parte del primer segmento de la pala de rotor, p.ej., parte del larguero. Por lo tanto, no se necesita un componente separado, en el que estén previstos los elementos de guía y los elementos de resorte.

La longitud del dispositivo de guía es preferentemente un tercio de la longitud del segundo segmento de la pala de rotor que se desplazó hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor. La longitud del dispositivo de guía se refiere al eje longitudinal de la pala de rotor. El dispositivo de guía está colocado, en particular, alrededor del segundo segmento de la pala de rotor. Por tanto, encierra el segundo segmento de la pala del rotor con toda su longitud. De esta manera, se garantiza una estabilidad y un almacenamiento adecuado del segundo segmento de la pala de rotor incluso en un estado extendido.

30

En una realización preferida, la longitud extensible del segundo segmento de la pala del rotor es aproximadamente una décima parte de la longitud total de la pala de rotor. La longitud extensible corresponde a la longitud del segundo segmento de la pala de rotor, que sobresale del primer segmento de la pala de rotor, es decir, la longitud máxima entre la punta de la pala de rotor del primer segmento de la pala de rotor y la punta de la pala de rotor del segundo segmento de la pala de rotor. La longitud se refiere al eje longitudinal de la pala de rotor. Por lo tanto, la longitud total de la pala de rotor puede aumentarse en una décima parte. Esto aumenta la eficiencia de la turbina eólica.

En una realización particularmente preferida, el primer segmento de la pala de rotor presenta una primera punta de pala de rotor y el segundo segmento de la pala de rotor presenta una segunda punta de pala de rotor. Las puntas de la pala de rotor del primer segmento de la pala de rotor y del segundo segmento de la pala de rotor están realizadas como una aleta y/o la punta de la pala de rotor del segundo segmento de la pala de rotor está prevista en un sentido opuesto a la primera punta de la pala de rotor. Por aleta se entiende un anexo a los extremos de los segmentos de la pala de rotor que se desvía en un ángulo predeterminado del eje longitudinal de la pala de rotor.

Cada uno de los dos segmentos de la pala de rotor presenta una denominada aleta, en las que las dos aletas están previstas en direcciones mutuamente opuestas. Con un segundo segmento de la pala de rotor retraído, se proporciona una terminación de la pala de rotor en forma de T en el extremo de la pala de rotor. Esto tiene la ventaja de que la resistencia y la formación de vórtices en la pala de rotor se reducen aún más en comparación con las aletas convencionales. Por tanto, mediante esta realización, pueden reducirse aún más los vórtices descendientes en los extremos de las palas de rotor. El ruido generado por los vórtices descendientes también se reduce. El rendimiento de la turbina eólica puede aumentarse.

Preferentemente, el segundo segmento de pala de rotor presenta, en un extremo opuesto a la punta de la pala de rotor, un tope para asegurar una longitud extensible predeterminada. El tope puede realizarse, por ejemplo, en forma de un borde circunferencial en el extremo del perfil del segundo segmento de la pala de rotor. Este borde o el tope golpea contra el dispositivo de guía, con lo que se evita una extensión adicional de los segundos segmentos de la pala de rotor desde el primer segmento de la pala de rotor.

En una realización preferida, el segundo segmento de la pala de rotor presenta una profundidad de perfil sustancialmente constante en toda su longitud. El segundo segmento de la pala de rotor sustancialmente no

60

presenta ninguna torsión. Esto tiene la ventaja de que el segundo segmento de la pala de rotor puede guiarse uniformemente hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor.

5 Preferentemente, el primer y/o el segundo segmento de la pala de rotor están fabricados sustancialmente de un material compuesto de fibra y/o madera, y la primera y/o segunda punta de la pala de rotor de un material conductor, en particular, aluminio. Esto tiene la ventaja de que el primer y/o el segundo segmento de la pala de rotor se pueden fabricar en una construcción ligera a partir de un material convencional, tal como materiales compuestos de fibra o madera de balsa y de esa manera se ahorra peso. Aun así, puede disiparse un rayo en la punta de la pala del rotor sin que se estropee la pala de rotor.

10

En una realización particularmente preferida, el primer y/o el segundo segmento de la pala de rotor están conectados a un dispositivo de protección contra rayos mediante un carril metálico y/o un cable metálico. Como resultado, los rayos pueden disiparse en la pala del rotor.

15 Además, se propone una turbina eólica con al menos una pala de rotor según una de las realizaciones anteriores para resolver el problema. Dicha turbina eólica presenta ventajosamente tres de esas palas de rotor. Las palas de rotor constituyen juntas el diámetro del rotor, que puede modificarse en función de las condiciones del viento. Gracias al uso de las palas de rotor según la invención, se puede aumentar, por tanto, mediante un diseño sencillo la eficiencia de la turbina eólica. La potencia nominal de una turbina eólica de este tipo es, en particular, un valor de al
20 menos 2000 kW, preferentemente se sitúa en un intervalo entre 2000 kW y 3050 kW.

Además, se propone un procedimiento para hacer funcionar una turbina eólica con al menos una pala de rotor que tiene un primer segmento de pala de rotor y un segundo segmento de pala de rotor. En una rotación de la pala del rotor, el primer y el segundo segmento de la pala de rotor se desplazan entre sí mediante una fuerza centrífuga que
25 se produce. La presente invención aprovecha esta fuerza centrífuga de tal manera que el primer y el segundo segmento de la pala del rotor se desplazan el uno hacia el otro por medio de la fuerza centrífuga. Es decir, el segundo segmento de la pala del rotor se desplaza en el sentido del eje longitudinal y/o en el primer segmento de la pala del rotor alejándose de la raíz de la pala del rotor en sentido longitudinal de la pala de rotor, la longitud total de la pala del rotor aumenta de esa manera, a diferencia del estado inactivo y, por lo tanto, también el área captada por
30 el viento. La eficiencia de la turbina eólica se incrementa por la fuerza centrífuga que se produce de por sí en la pala de rotor durante una rotación.

El segundo segmento de la pala de rotor está colocado preferentemente en el primer segmento de la pala de rotor y el segundo segmento de la pala de rotor se desplaza hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor por la
35 fuerza centrífuga que se produce en la pala de rotor, de manera que aumenta el área de la pala de rotor captada por el viento. El segundo segmento de la pala de rotor, en particular, es guiado o desplazado hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor. Para este propósito, está previsto un dispositivo de guía en el primer segmento de la pala de rotor que guía el segundo segmento de la pala de rotor de manera segura y estable hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor.

40

En una realización preferida, el segundo segmento de la pala de rotor vuelve al primer segmento de la pala de rotor a través de un cabrestante, de manera que el área de la pala de rotor captada por el viento se reduce frente al área captada por el viento cuando el segundo segmento de la pala de rotor está completamente extendido. De esta manera, el área captada por el viento puede reducirse específicamente para evitar daños en la pala del rotor a altas
45 velocidades del viento.

En una realización particularmente preferida, el segundo segmento de la pala de rotor se extiende en condiciones de viento flojo, en particular, en el modo de carga parcial. Si la velocidad del viento es inferior a la velocidad nominal, la turbina eólica se encuentra en el denominado modo de carga parcial. Al extender el segundo segmento de la pala de rotor en el modo de carga parcial, es decir, a una velocidad del viento baja, se alcanza más rápidamente la velocidad nominal y, por lo tanto, la potencia nominal. De esa manera, la turbina eólica aumenta su eficiencia.

50

A continuación, se describe la invención mediante ejemplos de realización con referencia a las figuras anexas. Las figuras contienen representaciones esquemáticas parcialmente simplificadas.

55

La Figura 1 muestra una turbina eólica en una vista en perspectiva.

La Figura 2 muestra una pala de rotor en un alzado lateral.

60

La Figura 3 muestra la pala de rotor de la Figura 2 en otro alzado lateral.

La Figura 4 muestra un segmento de la pala de rotor de la Figura 3 en un estado extendido en un alzado lateral.

La Figura 5 muestra un segmento de la pala de rotor de la Figura 2 en un estado extendido en otro alzado lateral.

5

La Figura 6 muestra una vista en sección de la pala de rotor de la Figura 5.

La Figura 1 muestra una turbina eólica 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104, está colocado un rotor 106 con tres palas de rotor 200 y un rotámetro 110. Durante el funcionamiento, el rotor 106 es puesto en movimiento giratorio por el viento y acciona de esta manera un generador en la góndola 104.

10

La Figura 2 muestra un alzado lateral de una pala de rotor 200 de una realización en toda su longitud L. La pala de rotor 200 presenta un primer segmento de la pala de rotor 201 y un segundo segmento de la pala de rotor (no se muestra). Además, la pala de rotor 200 presenta una raíz de la pala de rotor 203 en un extremo y una punta de la pala de rotor 204 en el extremo opuesto. Además, se puede ver un eje longitudinal 214 de la pala de rotor 200.

15

La Figura 3 muestra otro alzado lateral de la pala de rotor de la Figura 2. El segundo segmento de la pala de rotor no se ha desplazado hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor 201. La pala de rotor 200 presenta, por lo tanto, su longitud total L mínima. Se puede ver la pala de rotor 200 con el primer segmento de la pala de rotor 201 con la primera punta de la pala de rotor 204 y la segunda punta de la pala de rotor 205 del segundo segmento de la pala de rotor. La primera punta de la pala de rotor 204 y la segunda punta de la pala de rotor 205 están realizadas como una denominada aleta. Por lo tanto, no continúan directamente en el sentido del eje longitudinal 214 hasta la punta de la pala del rotor, sino que están previstas con una desviación del eje longitudinal 214 del sentido de la pala de rotor 200. De esa manera, los vórtices de borde se reducen en el extremo de la pala de rotor, el ruido de la turbina eólica se reduce. La primera punta de la pala del rotor 204 y la segunda punta de la pala del rotor 205 apuntan en direcciones diferentes. Esto crea una denominada punta de pala de rotor en T.

20

25

La Figura 4 muestra un detalle ampliado de la pala de rotor de la Figura 3. Se puede ver que el segundo segmento de pala de rotor 202 está colocado dentro del primer segmento de pala de rotor 201. El segundo segmento de la pala de rotor 202 no se ha desplazado hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor. Además, la profundidad de perfil 213 del segundo segmento de la pala de rotor 202 está realizada de manera sustancialmente constante. De esta manera, se garantiza una extensión y retracción segura del segundo segmento de la pala de rotor 202 desde el primer segmento de la pala de rotor 201.

30

La Figura 5 muestra un detalle ampliado de la pala de rotor 200 de la Figura 2, en la que el segundo segmento de la pala de rotor 202 sobresale del primer segmento de la pala de rotor 201. El segundo segmento de la pala de rotor 202 presenta una profundidad de perfil constante al menos en la segunda punta de la pala de rotor 205, es decir, un tamaño constante entre el saliente y el borde posterior, o un contorno constante. De esa manera, se garantiza un deslizamiento sencillo del segundo segmento de la pala de rotor 202 hacia afuera o hacia dentro desde o hacia una abertura 201 a prevista adecuadamente en el primer segmento de pala de rotor 201.

35

El primer segmento de la pala de rotor 201 presenta un cabrestante 209 y una cuerda 208 conectada al mismo, que está conectada al cabrestante 209 y al segundo segmento de la pala de rotor 202. La cuerda 208 está realizada, por ejemplo, a partir de una fibra sintética a base de polietileno. El segundo segmento de la pala de rotor 202 presenta un tope 207 que golpea contra la caja 206 a una longitud extendida al máximo. El tope 207 evita que el segundo segmento de la pala de rotor 202 sobresalga demasiado del primer segmento de la pala de rotor 201. En la Figura 5, la longitud máxima a la que el segundo segmento de la pala de rotor 202 puede sobresalir es igual a una décima parte de la longitud total L de la pala de rotor 200. La caja 206 presenta una longitud 215 de un tercio de la longitud que sobresale del segundo segmento de la pala de rotor 202.

45

La Figura 6 muestra una vista en sección B-B de la pala de rotor de la Figura 5. En la Figura 6, se puede ver que el segundo segmento de la pala de rotor 202 está previsto dentro de la caja 206 colocada dentro del primer segmento de pala de rotor 201. La caja 206 es parte de un dispositivo de guía 210 a través del cual el segundo segmento de la pala de rotor 202 se desplaza hacia afuera y hacia dentro desde el primer segmento de la pala de rotor 201. El dispositivo de guía 210 comprende varios rodillos 211 y una pluralidad de elementos de resorte 212, cuatro de los cuales están representados en la Figura 6. Dichos rodillos 211 y elementos de resorte 212 están distribuidos preferentemente en toda la longitud de la caja 206. Debido a los elementos de resorte 212, los rodillos 211 son aptos para adaptarse al contorno del segundo segmento de la pala de rotor 202. Los muelles 212 presentan una rigidez de resorte predeterminada, lo que asegura que el segundo segmento de la pala de rotor 202 se mantenga en una posición predeterminada, permitiendo de esa manera el desplazamiento longitudinal.

50

55

60

La caja 206 también es parte de la estructura del primer segmento de la pala de rotor 201. La caja 206 está formada por dos paredes transversales 217, que están colocadas sustancialmente paralelas entre sí, y dos paredes laterales 216, que están colocadas sustancialmente una con otra. En las paredes transversales 217, están previstos dos muelles 212 y dos rodillos 211 respectivamente, que guían el segundo segmento de la pala de rotor 202 y que se almacenan dentro del primer segmento de la pala de rotor 201.

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor de una turbina eólica (200) que comprende:

5 - un primer segmento de la pala de rotor (201) y

- un segundo segmento de la pala de rotor (202),

en la que el primer y el segundo segmento de pala de rotor (201, 202) constituyen una longitud total (L) de la pala de rotor (200), y

en la que en una rotación de la pala del rotor (200), el primer segmento de la pala del rotor (201) y el segundo segmento de la pala del rotor (202) pueden desplazarse entre sí mediante una fuerza centrífuga que actúa sobre la pala de rotor (200) a lo largo de un eje longitudinal (214) de la pala de rotor (200), de manera que la longitud total (L) de la pala de rotor (200) es modificable,

en la que el segundo segmento de la pala de rotor (201) está colocado al menos parcialmente en el primer segmento de la pala de rotor y el primer segmento de la pala de rotor presenta una abertura (201a) a través de la cual el segundo segmento de la pala de rotor (202) se puede desplazar hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor (201),

en la que el primer segmento de la pala de rotor (201) comprende un dispositivo de guía (210) para guiar y almacenar el segundo segmento de la pala de rotor (202) en el primer segmento de la pala de rotor (201), en la que el dispositivo de guía (210) comprende al menos dos elementos de guía (211) para guiar el segundo segmento de la pala de rotor (202) en el sentido del eje longitudinal (214) de la pala de rotor (200) y al menos dos elementos de resorte (212) que conectan al menos dos elementos de guía con el primer segmento de la pala de rotor (201).

2. Pala de rotor según la reivindicación 1, caracterizada porque el segundo segmento de la pala de rotor (202) está conectado con el primer segmento de la pala de rotor (201) a través de un cabrestante (209) para retraer el segundo segmento de la pala de rotor (202) en el primer segmento de la pala de rotor (201).

3. Pala de rotor según la reivindicación 2, caracterizada porque el cabrestante (209) comprende una cuerda (208) para la fijación al segundo segmento de la pala de rotor (202), en la que la cuerda (208) está fabricada a partir de una fibra sintética a base de polietileno.

4. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizada porque la pala de rotor (200) presenta un dispositivo de medición para medir la velocidad del viento y/o el cabrestante (209) está realizado de manera que el segundo segmento de la pala de rotor (202) se retrae y/o se extiende a una velocidad del viento predeterminada.

5. Pala de rotor según la reivindicación 1, caracterizada porque los elementos de guía (211) están configurados como rodillos, en particular, rodillos de plástico.

6. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, caracterizada porque el dispositivo de guía (210) está realizado en forma de caja y colocado en sentido del eje longitudinal (214) dentro del primer segmento de la pala de rotor (201).

7. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, caracterizada porque la longitud del dispositivo de guía (210) es preferentemente un tercio de la longitud del segundo segmento de la pala de rotor (201) que se desplazó hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor (202).

8. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizada porque la longitud extensible del segundo segmento de la pala de rotor (202) corresponde a aproximadamente una décima parte de la longitud total (L) de la pala de rotor (200).

9. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el primer segmento de la pala del rotor (201) presenta una primera punta de la pala del rotor (204) y el segundo segmento de la pala de rotor (202) una segunda punta de la pala del rotor (205), en la que la primera punta de la pala del rotor (204) y la segunda punta de la pala de rotor (205) están realizadas como una aleta y/o la segunda punta de la pala de rotor (205) está prevista en un sentido opuesto a la primera punta de la pala de rotor (204).

10. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque el segundo segmento de pala de rotor (202) presenta, en un extremo opuesto a la segunda punta de la pala de rotor (205) en sentido longitudinal, un tope para asegurar una longitud extensible predeterminada.
- 5
11. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el segundo segmento de la pala de rotor (202) presenta una profundidad de perfil sustancialmente constante en toda su longitud.
- 10
12. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el primer y/o el segundo segmento de la pala de rotor (201, 202) está fabricado sustancialmente de un material compuesto de fibra y/o madera, y la primera y/o segunda punta de la pala de rotor (204, 205) de un material conductor, en particular, aluminio.
- 15
13. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el primer y/o el segundo segmento de la pala de rotor (201, 202) están conectados a un dispositivo de protección contra rayos mediante un carril metálico y/o un cable metálico.
- 20
14. Turbina eólica con al menos una pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
15. Procedimiento para hacer funcionar una turbina eólica con al menos una pala de rotor (200) que tiene un primer segmento de la pala de rotor (201) y un segundo segmento de la pala de rotor (202),
- 25
- en el que en una rotación de la pala del rotor (200), el primer y el segundo segmento de la pala del rotor (201,202) se desplazan entre sí mediante una fuerza centrífuga que se produce.
- en el que el segundo segmento de la pala de rotor (202) está colocado al menos parcialmente en el primer segmento de la pala de rotor (201),
- 30
- y el segundo segmento de la pala de rotor (202) se desplaza hacia afuera del primer segmento de la pala de rotor (201) por la fuerza centrífuga que se produce en la pala de rotor (200), de manera que aumenta el área de la pala de rotor (200) captada por el viento.
- 35
- en el que el primer segmento de la pala de rotor (201) comprende un dispositivo de guía (210) para guiar y almacenar el segundo segmento de la pala de rotor (202) en el primer segmento de la pala de rotor (201), en el que el dispositivo de guía (210) comprende al menos dos elementos de guía (211) para guiar el segundo segmento de la pala de rotor (202) en el sentido del eje longitudinal (214) de la pala de rotor (200) y al menos dos elementos de resorte (212) que conectan al menos dos elementos de guía con el primer segmento de la pala de rotor (201).

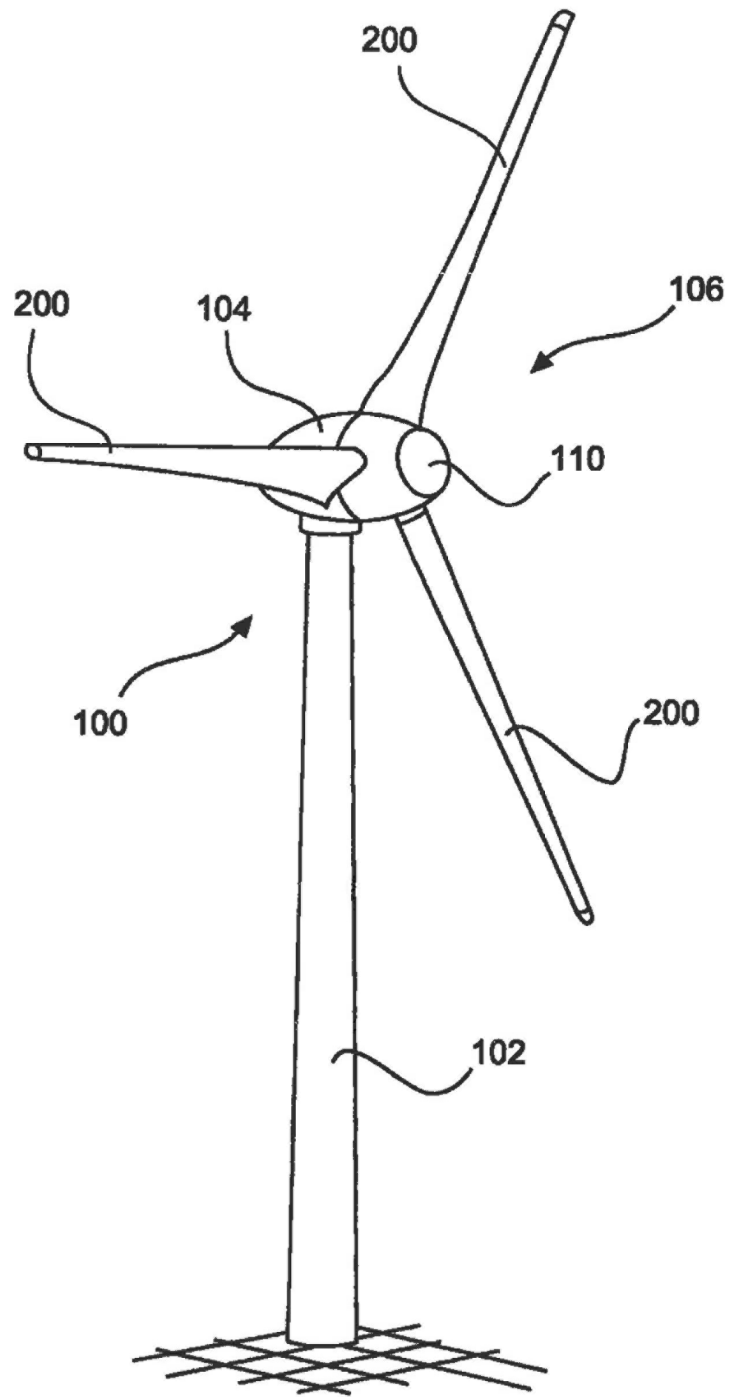


Fig. 1

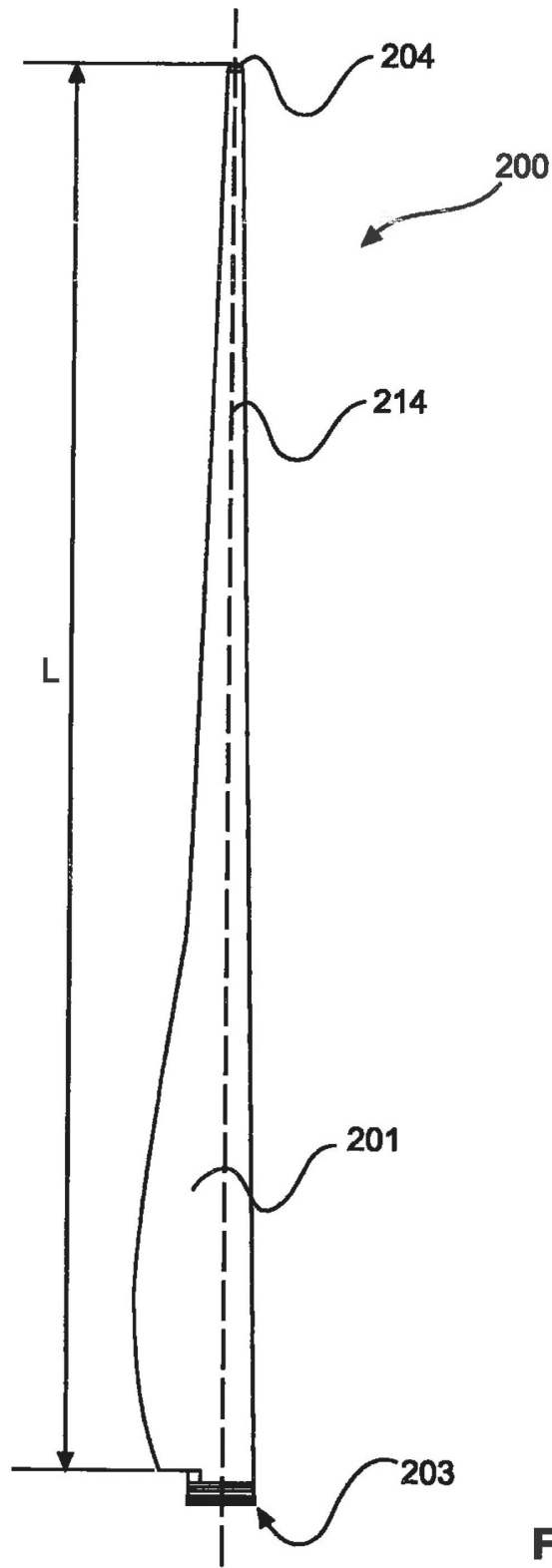


Fig. 2

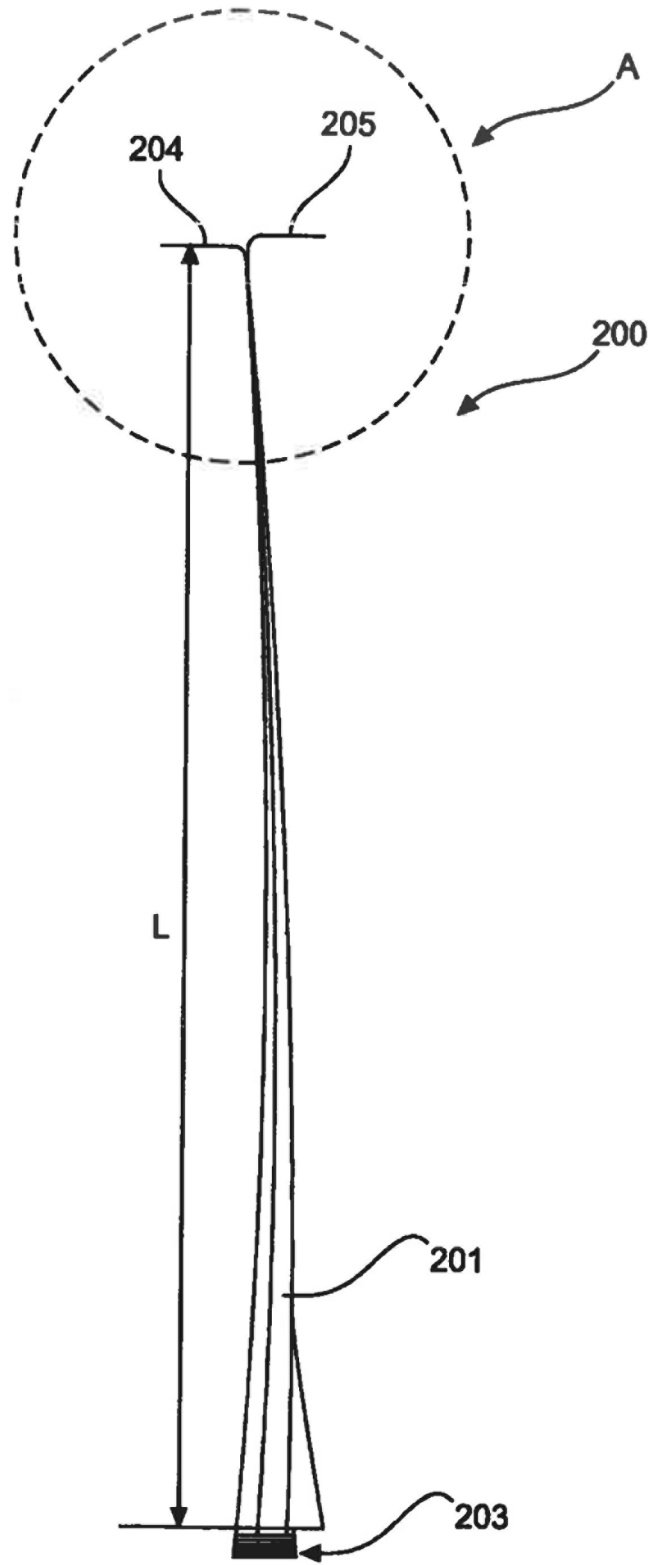


Fig. 3

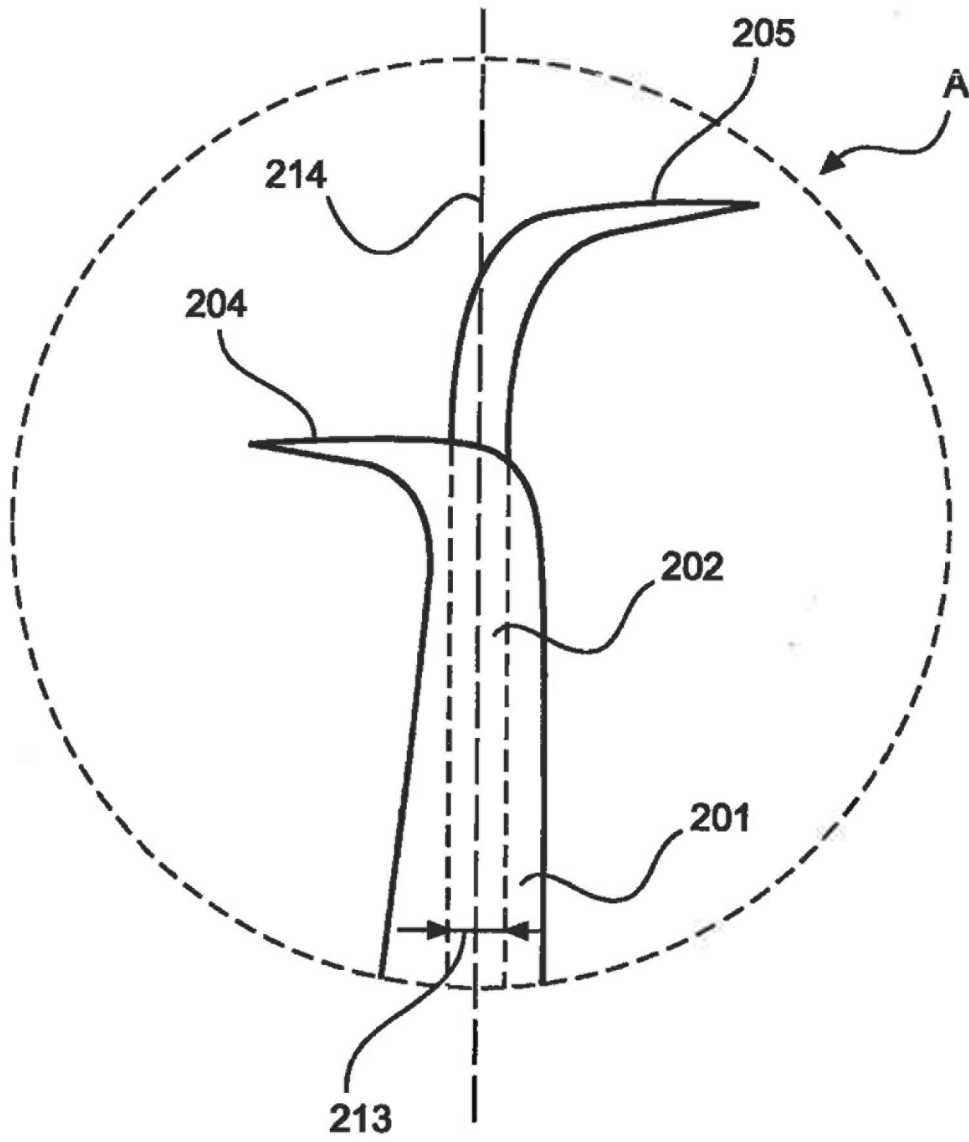


Fig. 4

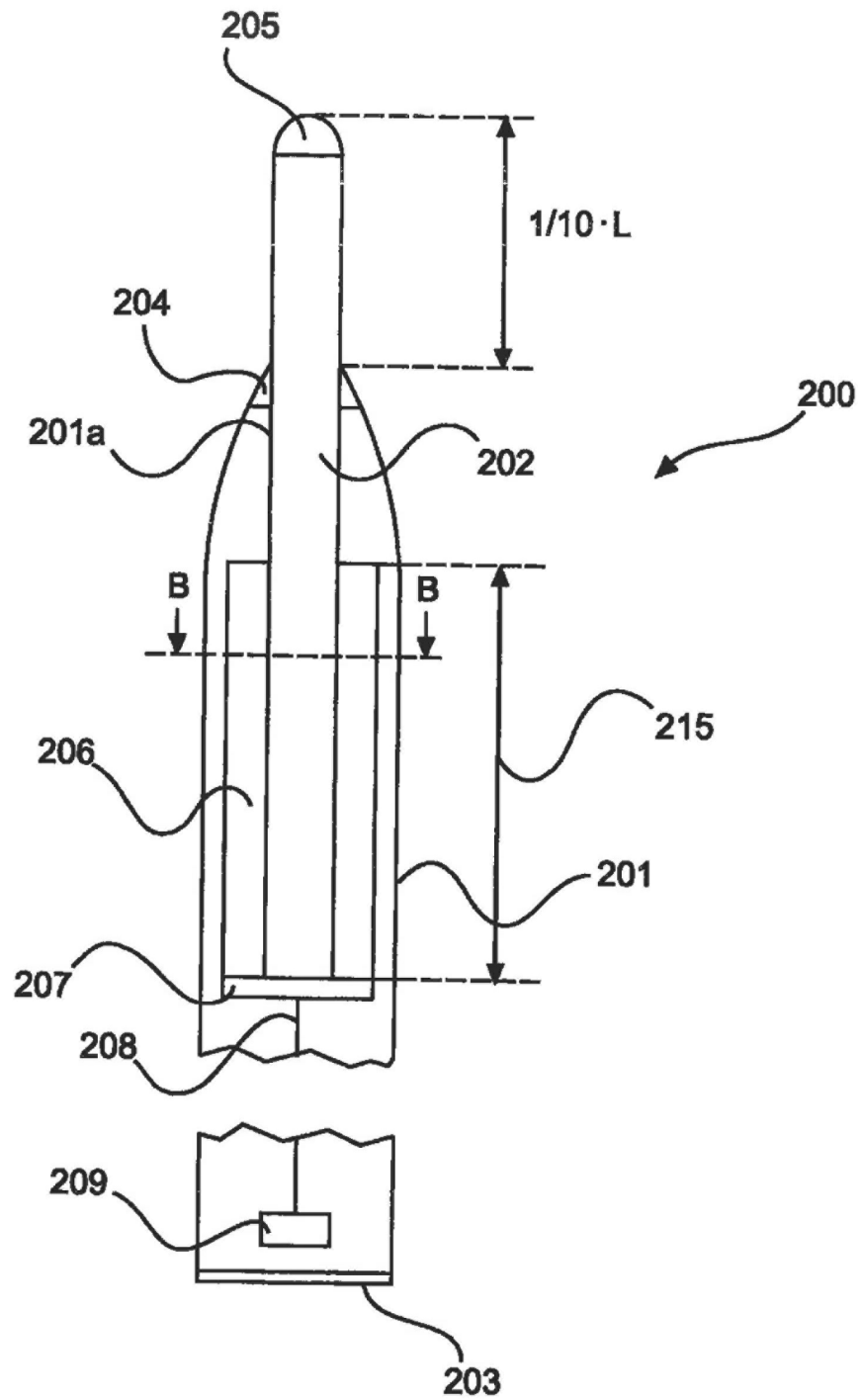


Fig. 5

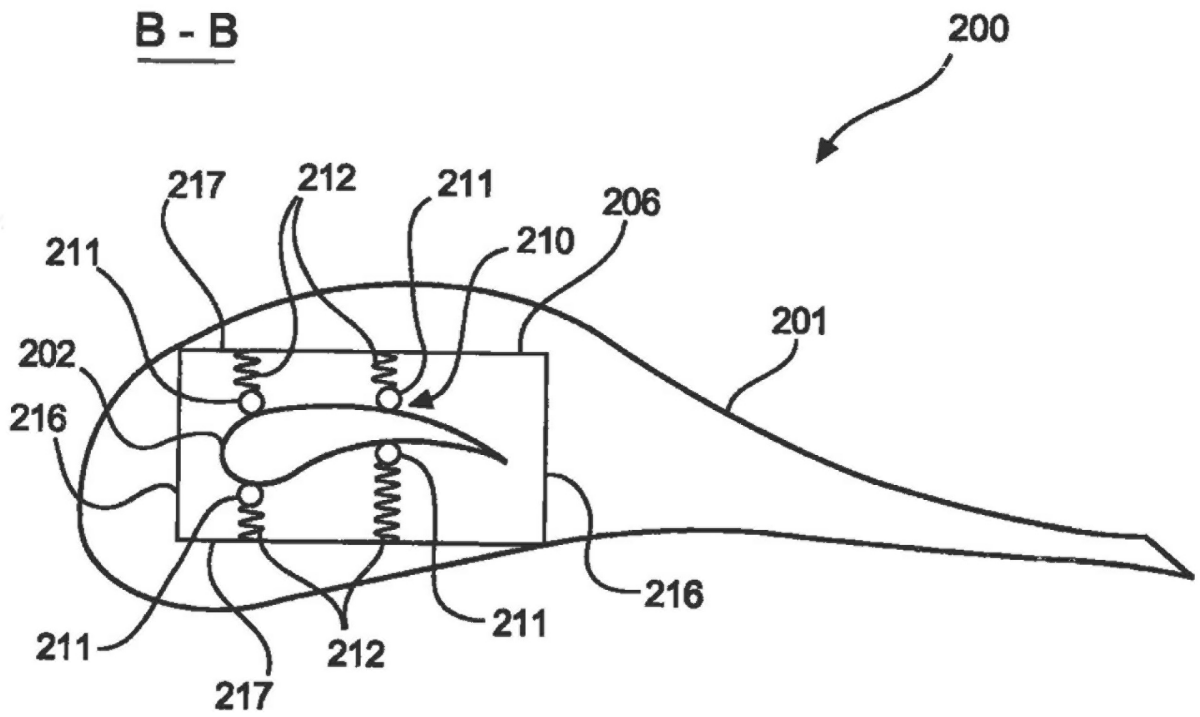


Fig. 6