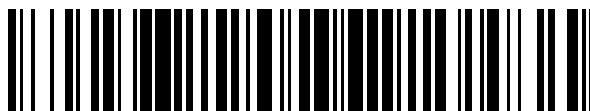


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 608**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2015** E 15169852 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020** EP 3098436

54 Título: **Aleta de reducción de ruido con abertura**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2020

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**LORENZONI, VALERIO;
OERLEMANS, STEFAN;
OLSEN, ANDERS SMAERUP y
SINGH, MANJINDER J.**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 787 608 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

Aleta de reducción de ruido con abertura

5 La presente invención se refiere a una pala de rotor para una turbina eólica con un dispositivo de reducción de ruido en la sección de borde de salida de la pala de rotor. Además, la invención se refiere a una turbina eólica que comprende al menos una de una pala de rotor de este tipo.

10 El ruido que se origina en las palas de rotor de las turbinas eólicas es un factor crítico a la hora de obtener un permiso para instalar una turbina eólica, por ejemplo, cerca de zonas residenciales. Por consiguiente, los institutos de investigación y la industria de turbinas eólicas están buscando continuamente maneras de reducir y mitigar el ruido procedente de las palas de rotor de turbina eólica en funcionamiento. En las turbinas eólicas grandes modernas, la fuente de ruido dominante es el ruido que se genera en la sección de borde de salida de la pala de rotor. En particular, se genera ruido por la interacción entre la pala de rotor y el flujo de aire que impacta en la pala de rotor. Además, el ruido que se genera en la parte radialmente exterior de la pala de rotor, es decir, en la parte que es adyacente a la sección de punta de la pala de rotor, puede percibirse como particularmente molesto.

20 El ruido que se genera en la sección de borde de salida de la pala de rotor puede describirse como generado por el paso de remolinos en la capa límite turbulenta de la pala de rotor sobre el borde de salida de la pala de rotor.

Desde aún otra perspectiva, la generación de ruido en el borde de salida también puede entenderse como la dispersión de presiones superficiales inestables en el borde de salida. En este contexto, las presiones superficiales pueden verse como la huella de la capa límite turbulenta.

25 Los enfoques convencionales para reducir el ruido en el borde de salida incluyen la provisión de un borde de salida dentado. Puede obtenerse un borde de salida dentado uniendo un panel dentado a lo largo de al menos una parte del borde de salida de la pala de rotor. Con esta medida, el nivel de ruido puede reducirse considerablemente.

30 Sin embargo, el ruido generado puede ser todavía insatisfactoriamente alto para sitios específicos o aplicaciones específicas. A este respecto, el documento WO 2013/076009 A1 da a conocer una pala de rotor de una turbina eólica con medios de reducción de ruido. Los medios de reducción de ruido comprenden un dentado en el borde de salida de la pala de rotor. El dentado comprende aberturas. El documento WO 2014/207015 A1 también da a conocer una pala de rotor de una turbina eólica con medios de reducción de ruido. Los medios de reducción de ruido comprenden un paso para influir en el flujo de aire que fluye desde la sección de borde de ataque de la pala de rotor hasta la sección de borde de salida, de tal manera que se reduce el ruido que se genera por la interacción del flujo de aire y la pala de rotor. Sin embargo, existe el deseo de proporcionar un concepto para una reducción de ruido adicional en la sección de borde de salida de una pala de rotor para una turbina eólica.

40 Este objetivo se logra mediante la reivindicación independiente. En las reivindicaciones dependientes se describen realizaciones ventajosas y modificaciones. Según la invención, se proporciona una pala de rotor para una turbina eólica con un dispositivo de reducción de ruido en la sección de borde de salida de la pala de rotor. El dispositivo de reducción de ruido comprende al menos una primera abertura de tal manera que el flujo de aire desde la sección de borde de ataque de la pala de rotor hasta la sección de borde de salida de la pala de rotor se desvía parcialmente a través de la primera abertura. Por tanto, se reduce el ruido que se genera en el borde de salida de la pala de rotor.

45 En este contexto, una turbina eólica se refiere a un dispositivo que es adecuado para convertir energía cinética del viento en energía de rotación. Esta energía de rotación se usa posteriormente para generar electricidad.

50 Se denomina ruido en el borde de salida al ruido que se genera por la interacción entre la sección de borde de salida de la pala de rotor y el flujo de aire que está impactando en la sección de borde de salida. En particular, el ruido en el borde de salida se produce debido a la interacción de remolinos turbulentos con el borde de salida de la pala de rotor. La eficiencia de la dispersión del ruido es máxima cuando la trayectoria de estos remolinos es perpendicular al borde de salida. Los conceptos existentes para reducir el ruido en el borde de salida se basan convencionalmente en hacer descender el ángulo entre la trayectoria de los remolinos y el borde de salida que es responsable de la dispersión del ruido. Un ejemplo para hacer descender el ángulo entre la trayectoria de los remolinos y el borde de salida es la provisión de un borde de salida dentado.

Una parte del ruido que se genera la provoca la recuperación de presión en la popa del perfil aerodinámico. Esta recuperación de presión puede ser muy agresiva, lo que conduce a una turbulencia aumentada.

60 La provisión de al menos la primera abertura tiene el propósito de reducir la diferencia de presión en la parte de popa del perfil aerodinámico entre el lado de presión y el lado de succión de la pala de rotor. Dicho de otro modo, proporciona más tiempo para que se iguale el flujo de aire en la parte de popa. Dicho de otro modo, la presión en el lado de succión y la presión respectiva en el lado de presión tienen más tiempo para igualarse. Esta atenuación de la diferencia de presión y, por tanto, la simplificación de la recuperación de presión debido a la igualación gradual de la presión en la sección de borde de salida se logra desviando parcialmente el flujo de aire a través de la primera

abertura.

Ventajosamente, la parte principal del flujo de aire que fluye desde la sección de borde de ataque hasta la sección de borde de salida de la pala de rotor permanece todavía en el lado de presión y el lado de succión de la pala de rotor, respectivamente. Sólo se desvía, dicho de otro modo, se aparta, una parte del flujo de aire de tal manera que cambia su ruta de flujo y fluye a través de la primera abertura del dispositivo de reducción de ruido. Como consecuencia de la desviación parcial del flujo de aire a través de la abertura, disminuye la diferencia de presión en el borde de salida entre el lado de presión y el lado de succión; por tanto, en el borde de salida sólo tiene que igualarse una diferencia de presión menor.

Obsérvese que, generalmente, los lados de presión y de succión de una pala de rotor se definen de tal manera que la presión del flujo de aire es mayor en el lado de presión en comparación con la presión del flujo de aire en el lado de succión. Por tanto, puede decirse que la fracción del flujo de aire que se desvía a través de la primera abertura siempre fluye desde el lado de presión de la pala de rotor hacia el lado de succión de la pala de rotor. Obsérvese además que la asignación de qué lado de la pala de rotor se refiere al lado de presión y qué lado se refiere al lado de succión puede cambiar si cambia la dirección del flujo de aire que impacta con respecto a la línea de cuerda de la pala de rotor. Un cambio de dirección de este tipo puede producirse, por ejemplo, a causa de un cambio de la dirección del viento o a causa de un ajuste del paso la pala de rotor o a causa de una guiñada de la góndola de la turbina eólica. Ventajosamente, la forma de la primera abertura está optimizada y puede ser, por ejemplo, elíptica, rectangular, convexa o cóncava. Igualmente, el tamaño, el número y la ubicación de la primera abertura con respecto al dispositivo de reducción de ruido están optimizados ventajosamente y adaptados al diseño particular de la pala de rotor. Los parámetros mencionados también pueden optimizarse según el rendimiento de diseño y el funcionamiento previsto de la pala de rotor. Tal como ya se mencionó anteriormente, son posibles diversas geometrías de la primera abertura. Según la invención, la geometría de la primera abertura tiene la forma de una hendidura. En este contexto, una hendidura se define como que tiene una longitud que es considerablemente mayor, concretamente al menos tres veces mayor, en particular al menos cinco veces mayor, que su anchura. Obsérvese que la geometría de la primera abertura se refiere a la forma de la primera abertura tal como se observa en una vista desde arriba sobre la primera abertura. Una primera abertura en forma de hendidura tiene la ventaja tanto de facilidad de fabricación como de potencial de influencia en el flujo de aire eficiente. En una primera alternativa, la primera abertura está dispuesta en una orientación sustancialmente a lo largo de la cuerda de la pala de rotor. La orientación a lo largo de la cuerda se refiere a la dirección de la longitud de cuerda de la pala de rotor. "Sustancialmente" comprende cualquier desviación de hasta el 10% con respecto a una orientación perfecta a lo largo de la cuerda de la primera abertura. Además, ha demostrado ser particularmente eficiente proporcionar al menos una segunda abertura con una geometría similar a la de la primera abertura, proporcionando, por tanto, un par de aberturas que consisten en la primera abertura y la segunda abertura.

Según la invención, la primera abertura y la segunda abertura están dispuestas una con respecto a otra de tal manera que convergen una hacia otra en la dirección a lo largo de la cuerda. En otra realización ventajosa, que no forma parte de la presente invención, la primera abertura y la segunda abertura divergen una de otra en la dirección a lo largo de la cuerda.

Además, estas aberturas divergentes o convergentes pueden tener paredes laterales que están inclinadas unas hacia otras o inclinadas unas alejándose de otras, respectivamente. Obsérvese que, en una realización particular, ambas paredes laterales de una abertura están inclinadas formando el mismo ángulo, de tal manera que la abertura como tal tiene una anchura constante según se mide en la dirección a lo largo de la aleta desde el lado de presión hasta el lado de succión de la pala de rotor. Un par de aberturas divergentes se denominan aberturas corrotatorias, ya que inducen una rotación del flujo de aire desviado que tiene el mismo sentido de rotación que los vórtices que se generan en el borde de salida. En el caso de un borde de salida dentado, estos vórtices que se generan en el borde de salida de la pala de rotor se generan de hecho a lo largo del borde del dentado. Unas aberturas corrotatorias, en particular en combinación con paredes laterales inclinadas, conducen a un aumento de la rotación del flujo de aire en el borde de salida de la pala de rotor.

Igualmente, un par de aberturas convergentes conducen a un flujo de aire contrarrotatorio que fluye a través de las aberturas, por tanto, se reduce el movimiento de rotación del flujo de aire que fluye desde la sección de borde de ataque hasta la sección de borde de salida de la pala de rotor. Ambas alternativas, es decir las aberturas corrotatorias y las contrarrotatorias, en particular en combinación con paredes laterales inclinadas, tienen el potencial de influir ventajosamente en la recuperación de presión en la sección de borde de salida. Dicho de otro modo, las hendiduras introducen una rotación del flujo de aire o bien en sentido horario o bien en sentido antihorario dependiendo del ángulo de las hendiduras en relación con el borde de salida. Se cree que esto es beneficioso para la reducción del ruido generado en la sección de borde de salida de la pala de rotor. En otra realización ventajosa, el dispositivo de reducción de ruido comprende un dentado, por tanto, la pala de rotor comprende al menos parcialmente un borde de salida dentado. Obsérvese que, en principio, también un dispositivo de reducción de ruido con un borde de salida recto, es decir, que es sustancialmente paralelo a la dirección a lo largo de la envergadura de la pala de rotor, que comprende al menos una primera abertura tal como se describió tiene el potencial de reducir el ruido en el borde de salida. Este es el caso porque la mera provisión de aberturas en el dispositivo de reducción de ruido puede simplificar la recuperación de presión en la sección de borde de salida; por tanto, se proporcionan

turbulencias menos agresivas en la sección de borde de salida. Sin embargo, es particularmente ventajoso combinar el concepto de proporcionar un dispositivo de reducción de ruido con una abertura con el concepto convencional de modificar el ángulo entre la trayectoria del flujo de aire en el borde de salida, lo que se logra mediante un dentado convencional. Por tanto, ambos conceptos encajan bien de tal manera que la reducción de ruido que se logra globalmente puede mejorarse adicionalmente. En particular, el dentado puede comprender un primer diente y al menos un segundo diente, y el primer diente está dotado del par de aberturas. En particular, el par de aberturas comprende unas aberturas convergentes primera y segunda o unas aberturas divergentes primera y segunda.

Particularmente, todos los dientes del dentado están dotados de un par de aberturas cada uno.

En otra realización ventajosa, el dispositivo de reducción de ruido está dispuesto al menos parcialmente en la mitad exterior de la pala de rotor.

Por tanto, el dispositivo de reducción de ruido con al menos una primera abertura está ubicado preferiblemente en una posición similar a la que tendría sin la primera abertura. La colocación del dispositivo de reducción de ruido en la mitad exterior de la pala de rotor se prefiere porque la mitad exterior de la pala de rotor es responsable de la mayor parte del ruido en el borde de salida. Esto se debe, entre otros, al hecho de que cuanto más hacia fuera radialmente está la sección de la pala de rotor, mayor será la velocidad de esta sección durante el funcionamiento de la turbina eólica, es decir, durante la rotación de la pala de rotor alrededor del eje de rotor.

En otra realización ventajosa, la primera abertura está dispuesta en una orientación sustancialmente a lo largo de la envergadura de la pala de rotor. Esto tiene el potencial de introducir un movimiento hacia arriba del flujo de aire, lo que conduce también a una recuperación de presión menos agresiva en el borde de salida. Una primera abertura ubicada a lo largo de la envergadura de este tipo está dispuesta y preparada para dejar que una fracción del flujo de aire, que fluye desde la sección de borde de ataque hasta la sección de borde de salida de la pala de rotor, fluya a través de la abertura desde el lado de presión hasta el lado de succión de la pala de rotor.

En otra realización ventajosa, el dispositivo de reducción de ruido comprende la forma de una placa en el que la placa está definida de tal manera que tiene una anchura que es al menos cinco veces menor que su longitud a lo largo de la cuerda y/o su longitud a lo largo de la envergadura.

Una placa de este tipo también se denomina un panel dentado, en el caso de que la placa comprenda un dentado.

Además, la invención se refiere a una turbina eólica para generar electricidad, que comprende al menos una pala de rotor con un dispositivo de reducción de ruido en la sección de borde de salida de la pala de rotor tal como se describió anteriormente.

Ahora se describen realizaciones de la invención, a modo de ejemplo sólo, con referencia a los dibujos adjuntos, de los que:

la figura 1 muestra una turbina eólica;

la figura 2 muestra una pala de rotor de una turbina eólica con un dispositivo de reducción de ruido;

la figura 3 muestra una primera realización de un dispositivo de reducción de ruido que comprende hendiduras divergentes;

la figura 4 muestra una vista en sección transversal de la primera realización a lo largo de la línea A - A';

la figura 5 muestra una segunda realización de un dispositivo de reducción de ruido que comprende hendiduras convergentes;

la figura 6 muestra una vista en sección transversal de la segunda realización a lo largo de la línea B - B';

la figura 7 muestra una tercera realización de un dispositivo de reducción de ruido que comprende hendiduras orientadas a lo largo de la envergadura; y

la figura 8 muestra una vista en sección transversal de la tercera realización a lo largo de la línea C - C'.

La ilustración en los dibujos está en forma esquemática. Se observa que en diferentes figuras, elementos similares o idénticos pueden estar dotados de los mismos signos de referencia.

En la figura 1, se muestra una turbina 10 eólica. La turbina 10 eólica comprende una góndola 12 y una torre 11. La góndola 12 se monta en la parte superior de la torre 11. La góndola 12 se monta de manera que puede hacerse rotar con respecto a la torre 11 por medio de un cojinete de guiñada. El eje de rotación de la góndola 12 con respecto a la torre 11 se denomina el eje de guiñada.

La turbina 10 eólica también comprende un cubo 13 con tres palas 20 de rotor (de las cuales dos palas 20 de rotor se representan en la figura 1). El cubo 13 se monta de manera que puede hacerse rotar con respecto a la góndola 12 por medio de un cojinete principal. El cubo 13 se monta de manera que puede hacerse rotar alrededor de un eje de rotor de rotación 14.

La turbina 10 eólica comprende además un árbol principal, que conecta el cubo 13 con un rotor de un generador 15. El cubo 13 se conecta directamente al rotor, por tanto, la turbina 10 eólica se denomina una turbina eólica de accionamiento directo, sin engranajes. Como alternativa, el cubo 13 también puede conectarse al rotor mediante una caja de engranajes. Este tipo de turbina eólica se denomina una turbina eólica con engranajes.

El generador 15 se aloja dentro de la góndola 12. Comprende el rotor y un estator. El generador 15 está dispuesto y preparado para convertir la energía de rotación del rotor en energía eléctrica.

La figura 2 muestra una pala 20 de rotor de una turbina eólica. La pala 20 de rotor comprende una sección 21 de raíz con una raíz 211 y una sección 22 de punta con una punta 221. La raíz 211 y la punta 221 se conectan virtualmente mediante la envergadura 26, que sigue la forma de la pala 20 de rotor. Si la pala de rotor fuera un objeto de forma rectangular, la envergadura 26 sería una línea recta. Sin embargo, como la pala 20 de rotor presenta un grosor variable, la envergadura 26 también se curva o se dobla ligeramente. Obsérvese que si se doblara la propia pala 20 de rotor, entonces también se doblaría la envergadura 26.

La pala 20 de rotor comprende además una sección 24 de borde de ataque con un borde 241 de ataque y una sección 23 de borde de salida con un borde 231 de salida.

La sección 23 de borde de salida rodea el borde 231 de salida. Igualmente, la sección 24 de borde de ataque rodea el borde 241 de ataque.

En cada posición a lo largo de la envergadura, puede definirse una línea 27 de cuerda que conecta el borde 241 de ataque con el borde 231 de salida. Obsérvese que la línea 27 de cuerda es perpendicular a la envergadura 26. El resalte 272 está definido en la región en la que la línea de cuerda comprende la longitud de cuerda máxima.

Además, la pala 20 de rotor puede dividirse en una sección interna que comprende la mitad de la pala 20 de rotor adyacente a la sección 21 de raíz y una sección externa que comprende la mitad de la pala 20 de rotor que es adyacente a la sección 22 de punta.

La pala 20 de rotor de la figura 2 comprende además un dispositivo 30 de reducción de ruido en la sección externa de la pala 20 de rotor. Por tanto, la pala 20 de rotor tiene un borde de salida dentado en la sección externa de la pala de rotor y un borde de salida recto en la parte restante de la pala de rotor.

Las figuras 3 a 8 ilustran tres realizaciones de dispositivos 30 de reducción de ruido. Las figuras 3, 5 y 7 ilustran estas realizaciones en una vista desde arriba desde el lado de succión hacia el lado de presión de la pala de rotor. Las figuras 4, 6 y 8 ilustran estas realizaciones en una vista en sección transversal a lo largo de las líneas A - A', B - B' y C - C', respectivamente. Las tres realizaciones comprenden un dispositivo de reducción de ruido que está configurado como un panel dentado. El panel dentado tiene una pluralidad de dientes de los cuales se representan un primer diente 33 y un segundo diente 34.

La figura 3 muestra el primer diente 33 y el segundo diente 34 del dispositivo 30 de reducción de ruido. El primer diente tiene una primera abertura 31 y una segunda abertura 32. Ambas aberturas 31, 32 forman un par de aberturas. Ambas aberturas 31, 32 están conformadas como hendiduras. Las hendiduras no tienen una geometría recta, es decir, rectangular, sino que son ligeramente curvas. Esta curvatura es beneficiosa para un movimiento de rotación eficiente, es decir, para una introducción de un movimiento de este tipo en el flujo de aire que fluye a través de las aberturas desde el lado de presión de la pala de rotor hasta el lado de succión de la pala de rotor. Obsérvese que las hendiduras están dispuestas en una orientación 271 sustancialmente a lo largo de la cuerda. Sin embargo, no son estrictamente paralelas entre sí, sino que además divergen una de otra. Además, las paredes 311, 312 laterales de la primera abertura 31 están inclinadas hacia las paredes 321, 322 laterales de la segunda abertura 32, tal como se observa en una vista en sección transversal desde el lado 252 de presión hacia el lado de succión de la pala de rotor, véase la figura 4. Dicho de otro modo, las aberturas están diseñadas en tres dimensiones con paredes laterales que están inclinadas con respecto a una línea recta que se extiende en la dirección 281 a lo largo de la aleta de la pala de rotor. En la figura 3, la dirección a lo largo de la aleta sería perpendicular al plano que se dibuja en la figura 3.

Dicho de otro modo, la pared 311 lateral izquierda de la primera abertura 31 está inclinada de izquierda a derecha, por tanto, en la dirección 261 a lo largo de la envergadura. La pared 312 lateral derecha de la primera abertura 31 también está inclinada de izquierda a derecha, por tanto también en la dirección 261 a lo largo de la envergadura. En cambio, la pared lateral izquierda 321 de la segunda abertura 32 está inclinada de derecha a izquierda, por tanto contra la dirección 261 a lo largo de la envergadura. La pared lateral derecha 322 de la segunda abertura 31 también está inclinada de derecha a izquierda, por tanto también contra la dirección 261 a lo largo de la envergadura.

En resumen, ambas paredes 311, 312 laterales de la primera abertura 31 son sustancialmente paralelas entre sí y ambas paredes 321, 322 laterales de la segunda abertura 32 son sustancialmente paralelas entre sí; sin embargo, las paredes 311, 312 laterales de la primera abertura 31 están inclinadas contra las paredes 321, 322 laterales de la segunda abertura 32.

5 La divergencia de las aberturas y/o la inclinación de las paredes laterales inducen un movimiento de corrotación en el flujo de aire, aumentando por tanto el movimiento de rotación de los remolinos turbulentos en la sección de borde de salida de la pala de rotor.

10 La figura 5 muestra una realización similar de un dispositivo 30 de reducción de ruido. Sin embargo, en contraposición con la primera realización, esta realización presenta un par de aberturas 31, 32 que convergen una hacia otra. Además, las paredes 311, 312 laterales de la primera abertura 31 están inclinadas alejándose de las paredes 321, 322 laterales de la segunda abertura 32, tal como se observa en una vista en sección transversal desde el lado 252 de presión hacia el lado de succión de la pala de rotor, véase la figura 6. Como consecuencia, se induce un movimiento de contrarrotación en el flujo de aire en los bordes dentados del borde de salida en el primer diente 33. Por tanto, se disminuye el movimiento de rotación global del flujo de aire. Esto también puede contribuir de manera beneficiosa a la finalidad de reducir el ruido en la sección de borde de salida de la pala de rotor.

20 En contraposición con las realizaciones anteriores, la primera abertura 31 en la figura 7 está orientada en una orientación 261 sustancialmente a lo largo de la envergadura. Además, la primera abertura 31 está dispuesta relativamente aguas arriba del dispositivo 30 de reducción de ruido. Esto induce una cortina de aire con aire que fluye desde el lado de presión de la pala de rotor hasta el lado de succión de la pala de rotor. Este tipo de barrera o cortina tiene el efecto que la recuperación de presión del flujo de aire en el borde de salida de la pala de rotor se ralentiza también. Esto también conduce a una posible reducción de ruido de la pala de rotor durante el funcionamiento.

25 En la figura 8, que es una vista en sección transversal a lo largo de la línea C - C' en la figura 7, se representan las paredes 311, 312 laterales de la primera abertura 31. A modo de ejemplo, estas paredes 311, 312 laterales están ligeramente inclinadas con respecto a la dirección 281 a lo largo de la aleta de la pala de rotor. Esta inclinación facilita la desviación de una parte del flujo de aire, lo que conduce a una cortina de aire en el lado 251 de succión de la pala de rotor.

30 La figura 8 también visualiza que la parte 41 principal del flujo de aire pasa a lo largo del primer diente 33; sin embargo, una determinada parte 42 del flujo de aire se desvía a través de la primera abertura 31.

35 Alternativamente, las paredes 311, 312 laterales también pueden diseñarse como sustancialmente paralelas a la dirección 281 a lo largo de la aleta de la pala de rotor.

REIVINDICACIONES

1. Pala (20) de rotor para una turbina (10) eólica con un dispositivo (30) de reducción de ruido en la sección (23) de borde de salida de la pala (20) de rotor, en la que
- 5
- el dispositivo (30) de reducción de ruido comprende al menos una primera abertura (31) de tal manera que el flujo de aire desde la sección (24) de borde de ataque de la pala (20) de rotor hasta la sección (23) de borde de salida de la pala (20) de rotor se desvía parcialmente a través de la primera abertura (31),
 - 10 - el dispositivo (30) de reducción de ruido comprende al menos una segunda abertura (32) con una geometría similar a la de la primera abertura (31), formando, por tanto, la primera abertura (31) y la segunda abertura (32) un par de aberturas,
 - 15 - la primera abertura (31) tiene la geometría de una hendidura que tiene una longitud que es al menos tres veces mayor que su anchura,
 - la primera abertura (31) está dispuesta en una orientación (271) sustancialmente a lo largo de la cuerda de la pala (20) de rotor, y
 - 20 - la primera abertura (31) y la segunda abertura (32) convergen una hacia otra en la dirección a lo largo de la cuerda, disminuyendo por tanto la rotación del flujo de aire en el borde (231) de salida de la pala (20) de rotor, por tanto se reduce el ruido que se genera en el borde (231) de salida de la pala (20) de rotor.
2. Pala (20) de rotor según la reivindicación 1,
- 25
- en la que la fracción del flujo de aire que se desvía a través de la primera abertura (31) fluye desde el lado (252) de presión de la pala (20) de rotor hasta el lado (251) de succión de la pala (20) de rotor.
3. Pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que las paredes (311, 312) laterales de la primera abertura (31) y las paredes (321, 322) laterales de la segunda abertura (32) están inclinadas unas alejándose de otras, tal como se observa en la dirección (281) a lo largo de la aleta desde el lado (252) de presión hasta el lado (251) de succión.
- 30
4. Pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo (30) de reducción de ruido comprende un dentado, por tanto la pala (20) de rotor comprende al menos parcialmente un borde (231) de salida dentado.
- 35
5. Pala (20) de rotor según la reivindicación 4, en la que
- 40
- el dentado comprende un primer diente (33) y al menos un segundo diente (34), y
 - el primer diente (33) está dotado del par de aberturas.
6. Pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo (30) de reducción de ruido está dispuesto al menos parcialmente en la mitad exterior de la pala (20) de rotor.
- 45
7. Pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo (30) de reducción de ruido comprende la forma de una placa que tiene una anchura que es al menos cinco veces menor que su longitud a lo largo de la cuerda y/o su longitud a lo largo de la envergadura.
- 50
8. Turbina (10) eólica para generar electricidad que comprende al menos una pala (20) de rotor según una de las reivindicaciones anteriores.

FIG 1

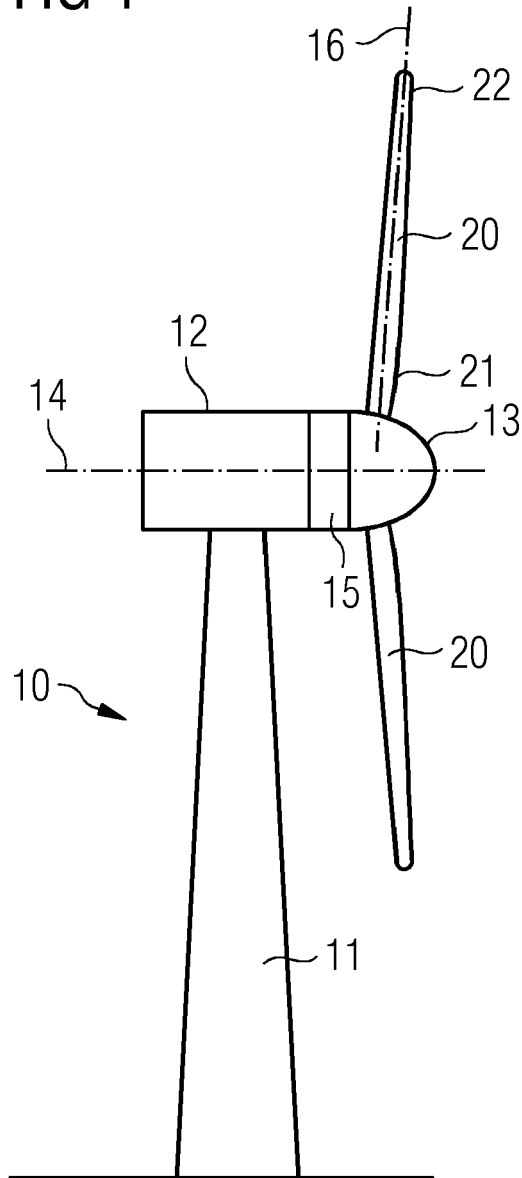


FIG 2

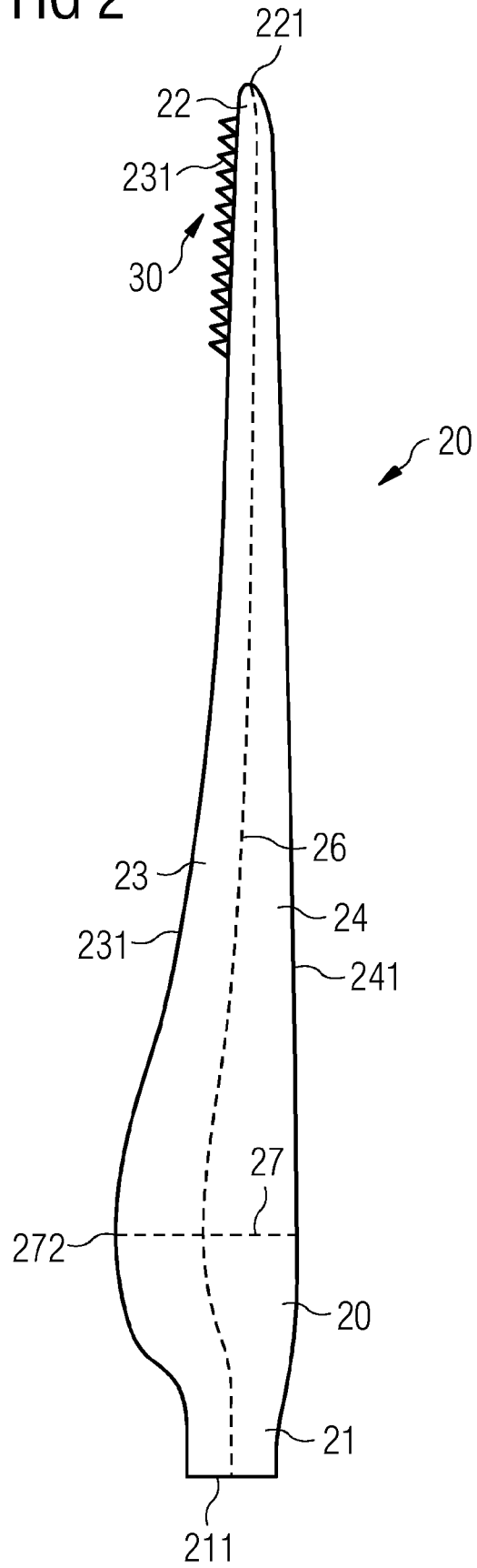


FIG 3

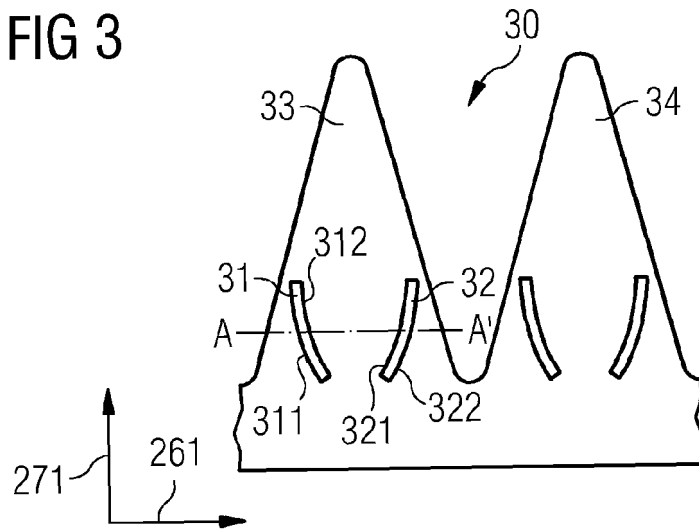


FIG 4

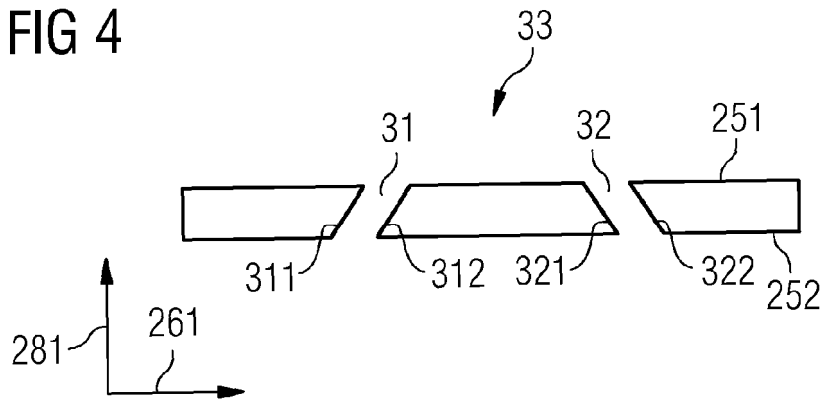


FIG 5

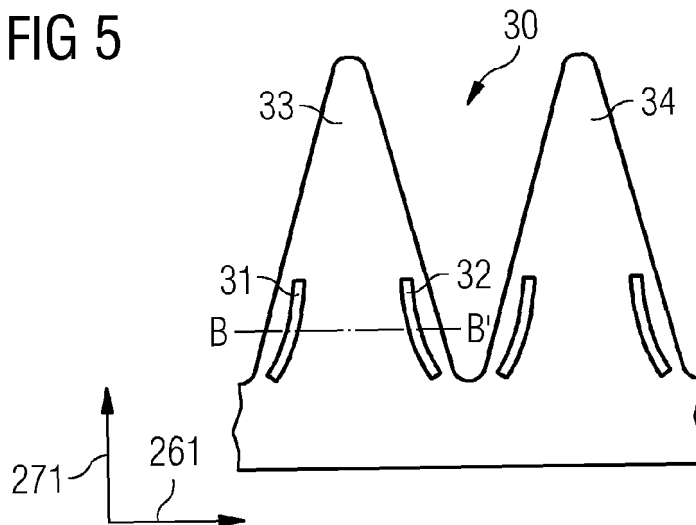


FIG 6

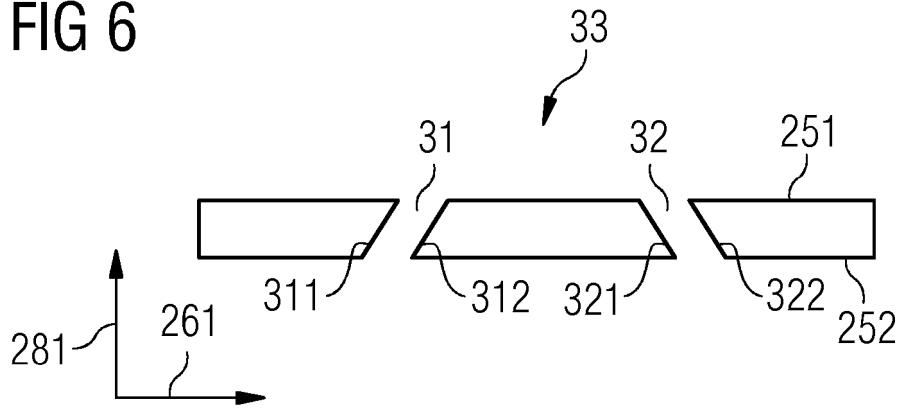


FIG 7

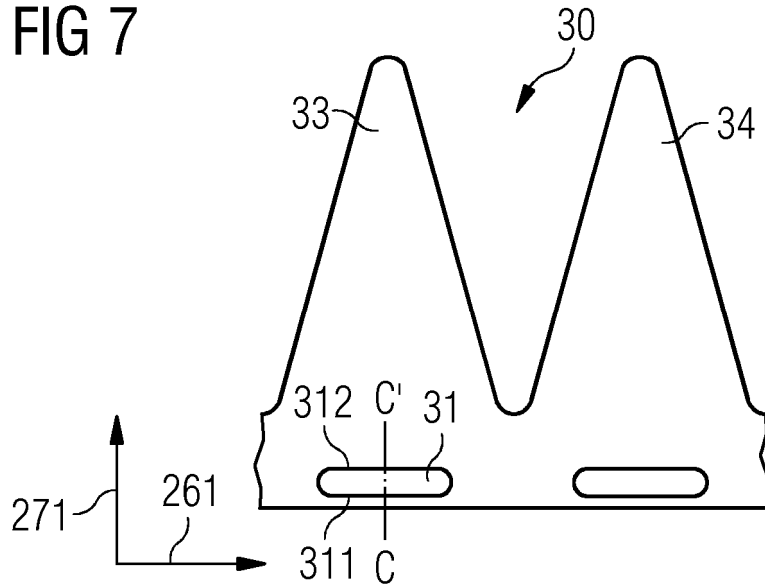


FIG 8

