

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 151**

51 Int. Cl.:

F03D 80/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2017 E 17191069 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3456961**

54 Título: **Pala de turbina eólica con una placa de cubierta que tapa el escape de aire caliente para descongelar y/o evitar la formación de hielo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ENEVOLDSEN, PEDER BAY y
FROELUND, LENNART**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 812 151 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 turbina eólica con una placa de cubierta que tapa el escape de aire caliente para descongelar y/o evitar la formación de hielo

5 La presente invención se refiere, en general, a turbinas eólicas y, en particular, a una pala de rotor de turbina eólica que tiene escape de aire caliente en una superficie externa de la pala de rotor. Además, la presente invención se refiere a una turbina eólica que comprende dicha pala de rotor.

10 Las turbinas eólicas se instalan en lugares con condiciones climáticas variadas. Cuando se instalan en lugares fríos, puede ocurrir la formación de hielo en cualquier parte expuesta de una turbina eólica, especialmente en una pala de rotor de la turbina eólica, y causar un rendimiento disminuido de la turbina eólica, lo que da lugar a pérdidas de producción. Además, cuando el hielo se acumula en una o más de las palas del rotor de una turbina eólica, pueden producirse problemas de vibración excesiva debido a la formación de hielo desigual en las palas. El hielo acumulado puede generar cargas mecánicas excesivas en la pala del rotor de la turbina eólica, lo que plantea problemas para la integridad estructural de la pala del rotor y conduce finalmente a la parada de la turbina eólica o a averías de la turbina eólica.

20 Los problemas relacionados con la formación de hielo en las palas del rotor de las turbinas eólicas pueden evitarse mediante al menos una de dos medidas diferentes: una primera medida es la descongelación, en la que se elimina el hielo acumulado o acrecido de la pala del rotor, y la otra medida es evitar la formación de hielo, en la cual se evita u obvia la acreción o acumulación de hielo en la pala del rotor.

25 Existen varios enfoques en la técnica de las turbinas eólicas para descongelar y/o evitar la formación de hielo. Uno de estos enfoques es mediante el uso de aire caliente dentro de una cavidad de la pala del rotor.

30 La Patente de EE. UU. n.º 7.217.091 divulga un procedimiento para descongelar una pala de rotor de turbina que tiene una raíz de pala, una punta de pala y un borde delantero, en la que la pala de rotor de turbina está acoplada a un buje de una turbina. El procedimiento incluye hacer circular aire caliente a través de un canal de salida desde la raíz de la pala hacia la punta de la pala, volver a hacer circular el aire caliente a través de un canal de retorno desde la punta de la pala hasta la raíz de la pala, después de lo cual el aire caliente recirculado se convierte en aire devuelto, y recalentar el aire devuelto para una circulación adicional. El requisito de recircular el aire calentado de regreso a la raíz de la pala requiere un diseño complejo que puede ser difícil debido a la limitación de espacio dentro de la pala del rotor y particularmente dentro de la raíz de la pala. Además, la turbina eólica que utiliza dicha técnica para descongelar requiere un mecanismo, por ejemplo, ventiladores de aire, etc., para permitir la recirculación del aire calentado desde la punta de la pala hasta la raíz de la pala.

40 La Patente de EE. UU. n.º 7.637.715 divulga un sistema contra la formación de hielo para turbinas eólicas. En el sistema divulgado, un WECS (Sistema de conversión de energía eólica, es decir, una turbina eólica) comprende una torre, un rotor que tiene una pluralidad de palas que giran debido a la fuerza del viento, una góndola que incluye un primer medio para transformar el movimiento de rotación del rotor en energía eléctrica, y un segundo medio para permitir el flujo de fluido desde los volúmenes definidos por las palas del rotor. Las palas del rotor incluyen una superficie externa que tiene aberturas en conexión de fluido con los volúmenes del interior de las palas para permitir el flujo de fluido hacia el exterior de las palas para que el fluido interactúe termodinámicamente con el viento que golpea la parte de la superficie de la pala, y así evitar o eliminar la acreción de hielo en la superficie externa de la pala. La Patente de EE. UU. n.º 7.637.715 también menciona que, además, dicho sistema, para aumentar el contenido de entalpía del flujo de salida de aire fluido, explota el mismo calor proveniente de los dispositivos eléctricos presentes en el generador, que necesariamente se disipa durante su funcionamiento. Por lo tanto, en la patente de EE.UU. n.º 7.637.715, a diferencia de la patente de EE.UU. n.º 7.217.091 mencionada anteriormente, no se requiere que el fluido o aire calentado vuelva a circular desde los volúmenes del interior de la pala hacia la raíz de la pala o hacia la góndola o el buje de la turbina eólica. Sin embargo, debido a la presencia de tales aberturas en la superficie externa de la pala del rotor, se altera el perfil aerodinámico de la pala del rotor, lo que produce ruido y un mayor impacto de arrastre en la pala del rotor. Además, el flujo de salida de fluido puede fluir arbitrariamente en cualquier dirección sobre la superficie, por ejemplo, no fluye en contacto con la superficie tan pronto como sale de las aberturas, y esto puede provocar que no se obtenga el calentamiento deseado de partes de la superficie y disminuya la descongelación y/o efecto antihielo.

60 Por lo tanto, existe la necesidad de una técnica para guiar o dirigir el flujo de aire en tales palas del rotor con aberturas en la superficie para expulsar el aire caliente y permitir así el calentamiento de las partes deseadas de la superficie y, en consecuencia, una descongelación y/o un efecto antihielo eficaces. También existe la necesidad de reducir el ruido y el efecto de arrastre en la pala del rotor como resultado de la presencia de tales aberturas en la superficie externa de la pala del rotor.

65 El objetivo de la presente invención es proporcionar una técnica para guiar o dirigir, según se desee, el aire caliente en tales palas de rotor con aberturas en la superficie y así permitir la descongelación y/o un efecto antihielo eficaces.

El objetivo de la presente invención es también reducir el ruido y el efecto de arrastre sobre la pala del rotor resultante de la presencia de tales aberturas en la superficie externa de la pala del rotor.

5 El objetivo mencionado anteriormente se logra mediante una pala de rotor para una turbina eólica según la reivindicación 1 de la presente técnica, y mediante una turbina eólica según la reivindicación 13 de la presente técnica. Modos de realización ventajosos de la presente técnica se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

10 En un primer aspecto de la presente técnica, se presenta una pala de rotor para una turbina eólica. En la pala del rotor para el propósito de descongelación y/o evitar la formación de hielo se usa aire caliente, por ejemplo, aire caliente que tiene calor de escape de un generador colocado dentro de una góndola de la turbina eólica. La pala del rotor tiene una sección de raíz y una sección de superficie aerodinámica. La sección de superficie aerodinámica encierra dentro de ella una cavidad. La sección de superficie aerodinámica incluye una sección de borde delantero que incluye un borde delantero, una sección de borde posterior que incluye un borde posterior, un lado de presión, un lado de aspiración y una sección de punta que incluye una punta. La pala del rotor tiene un trayecto de flujo para el aire caliente. El trayecto del flujo se extiende al menos parcialmente dentro de la cavidad de la sección de la superficie aerodinámica. El trayecto de flujo se extiende desde la sección de la raíz hacia la sección de la punta de la sección de la superficie aerodinámica. El trayecto de flujo está configurado para recibir el aire caliente, por ejemplo, el aire caliente que proviene del escape del generador dentro de la góndola. En la pala del rotor, uno o más orificios de escape están ubicados en una superficie externa de la sección de la superficie aerodinámica. El uno o más orificios de escape, en lo sucesivo también denominados orificios, están conectados de forma fluida al trayecto de flujo para el aire caliente, es decir, el fluido en forma de aire caliente puede fluir desde el trayecto de flujo dentro de la sección de la superficie aerodinámica hacia el exterior de la sección de superficie aerodinámica a través de los orificios. Los orificios están configurados para emitir, es decir, para permitir que el aire caliente salga de la sección de la superficie aerodinámica, es decir, el aire caliente puede fluir hacia el exterior de la sección de la superficie aerodinámica a través de los orificios.

25 La pala del rotor de la presente técnica incluye, además, una placa de cubierta colocada en la superficie externa de la sección de superficie aerodinámica. La placa de cubierta puede estar formada o fabricada de un material adecuado para aplicaciones de turbinas eólicas, por ejemplo, de forma no limitativa, de plástico termoformado y/o material de fibra de vidrio. La placa de cubierta tapa o cubre los orificios, es decir, al menos una parte de la placa de cubierta se cierne sobre o está suspendida sobre la superficie externa de la superficie aerodinámica de manera que una zona de la superficie externa que tiene los orificios está superpuesta por la parte de la placa de cubierta. Puede observarse que la placa de cubierta no cierra ni bloquea ni ciega los orificios y, en su lugar, la placa de cubierta está posicionada de manera que se crea un espacio de flujo externo entre los orificios y una superficie interna de la placa de cubierta. Como resultado de la placa de cubierta, el aire caliente que sale de los orificios no puede fluir o expulsarse arbitrariamente, sino que, en su lugar, el aire caliente después de salir de la sección de superficie aerodinámica es dirigido por la placa de cubierta hacia el exterior de la pala del rotor. La placa de cubierta, particularmente la superficie interna de la placa de cubierta, funciona para guiar el aire caliente, preferentemente sobre la superficie externa de la sección de superficie aerodinámica después de que el aire caliente sale de la sección de superficie aerodinámica pero antes de que el aire caliente escape de la pala del rotor. En otras palabras, la placa de cubierta garantiza que el aire caliente que sale de la sección de la superficie aerodinámica, antes de abandonar la pala del rotor, se extienda o fluya sobre una parte deseada de la superficie externa de la superficie aerodinámica cerca de los orificios.

45 Dado que una parte de la placa de cubierta, por ejemplo, uno o más bordes de la placa de cubierta, está unida a la superficie externa, mientras que otra parte de la placa de cubierta, por ejemplo, una sección de la placa de cubierta entre los bordes, se cierne sobre los orificios y la superficie externa contigua, se crea un volumen parcialmente cerrado, es decir, el espacio de flujo externo. El volumen parcialmente cerrado, es decir, el espacio de flujo externo, puede estar encerrado por la parte unida de la placa de cubierta de tal manera que el espacio de flujo externo esté bloqueado en una o más direcciones, mientras que el espacio de flujo externo está libre o abierto en una o más otras direcciones, dictando así un trayecto para el flujo del aire caliente después de que el aire caliente salga de la sección de superficie aerodinámica y antes de que el aire caliente salga de la pala del rotor. La placa de cubierta se puede unir a la superficie externa adhiriendo o encolando o pegando al menos una parte, es decir, la parte unida de la placa de cubierta, a la superficie externa de la sección de superficie aerodinámica, por ejemplo, usando un adhesivo o pegamento.

55 Por lo tanto, en tales palas de rotor que tienen orificios o aberturas en la superficie externa para expulsar el aire caliente, después de que el aire caliente sale de la sección de superficie aerodinámica y antes de que el aire caliente salga de la pala del rotor, la placa de cubierta guía o dirige el flujo del aire caliente a una o más zonas o partes deseadas de la superficie externa de la sección de superficie aerodinámica, consecuentemente logrando el calentamiento de las partes o zonas deseadas de la superficie externa y permitiendo así una descongelación y/o efecto antihielo eficaces.

60 En un modo de realización de la pala del rotor, los orificios y la placa de cubierta que tapa los orificios están ubicados en la sección del borde posterior. De forma alternativa, en otro modo de realización de la pala del rotor, los orificios y la placa de cubierta que tapa los orificios están ubicados en la sección del borde delantero. En otro modo de realización más de la pala del rotor, los orificios, es decir, un primer conjunto de orificios, y la placa de cubierta, es decir, una primera placa de cubierta, que tapa los orificios, están ubicados en la sección del borde posterior, mientras que los

orificios, es decir, un segundo conjunto de los orificios, y la placa de cubierta, es decir, una segunda placa de cubierta, que tapa los orificios, se encuentran en la sección de borde delantero.

5 En otro modo de realización de la pala del rotor, los orificios y la placa de cubierta que tapa los orificios están ubicados en el lado de presión de la sección de superficie aerodinámica. De forma alternativa, en otro modo de realización de la pala del rotor, los orificios y la placa de cubierta que tapa los orificios están ubicados en el lado de aspiración de la superficie aerodinámica. En otro modo de realización más de la pala del rotor, los orificios, es decir, un primer conjunto de orificios, y la placa de cubierta, es decir, una primera placa de cubierta, que tapa los orificios, están
10 ubicados en el lado de presión de la sección de superficie aerodinámica, mientras que los orificios, es decir un segundo conjunto de orificios y la placa de cubierta, es decir, una segunda placa de cubierta, que tapa los orificios, están ubicados en el lado de aspiración de la sección de superficie aerodinámica.

15 En otro modo de realización de la pala del rotor, los orificios y la placa de cubierta que tapa los orificios están ubicados en la sección de la punta. La sección de la punta incluye la punta de la sección de superficie aerodinámica.

20 En otro modo de realización de la pala del rotor, una superficie externa de la placa de cubierta tiene una forma aerodinámica, es decir, la superficie externa de la placa de cubierta está conformada o contorneada o formada de acuerdo con un contorno de una parte de la superficie externa de la sección de superficie aerodinámica en la cual o sobre el cual se coloca la placa de cubierta, de este modo se mantiene la forma aerodinámica de la pala del rotor. Esto da como resultado una reducción del ruido y una reducción del arrastre en la pala del rotor.

25 En otro modo de realización de la pala del rotor, la superficie interna de la placa de cubierta está perfilada para definir una pluralidad de trayectos de flujo distintos dentro del espacio de flujo externo y en donde al menos uno de los distintos trayectos de flujo guía el aire caliente que sale de los uno o más orificios de escape hacia el exterior de la pala del rotor. En otras palabras, tal trayecto de flujo distinto corresponde a uno de los orificios, y por lo tanto dirige o guía el flujo de aire caliente que sale de ese orificio.

30 En otro modo de realización de la pala del rotor, la placa de cubierta está configurada para dirigir el aire caliente sustancialmente a lo largo de la cuerda y/o sustancialmente a lo largo de la envergadura hacia el exterior de la pala del rotor.

35 En otro modo de realización de la pala del rotor, la placa de cubierta incluye estrías en un borde de la placa de cubierta colocada hacia el borde posterior de la sección de superficie aerodinámica. Las estrías pueden formarse como una pieza con el resto de la placa de cubierta o pueden formarse por separado y luego fijarse a la placa de cubierta.

40 En un segundo aspecto de la presente técnica, se presenta una turbina eólica. La turbina eólica tiene una góndola conectada a un buje, un dispositivo generador de calor, por ejemplo, un generador, alojado dentro de la góndola, una o más palas del rotor conectadas al buje, en la que las palas del rotor están de acuerdo con el primer aspecto de la presente técnica mencionado anteriormente, y un trayecto de flujo principal definido dentro de la góndola y el buje. El trayecto de flujo principal está conectado de manera fluida al trayecto de flujo de la sección de superficie aerodinámica, de manera que el aire caliente cuyo calor se ha generado desde el dispositivo generador de calor, por ejemplo, el calor de escape del generador, se dirige desde la góndola a través del trayecto de flujo principal hacia el trayecto de flujo de la sección de superficie aerodinámica. La turbina eólica tiene las mismas ventajas que las descritas anteriormente para el primer aspecto antes mencionado de la presente técnica.

45 Los atributos mencionados anteriormente y otras características y ventajas de la presente técnica y la forma de alcanzarlos se harán más evidentes y la presente técnica en sí misma se entenderá mejor haciendo referencia a la siguiente descripción de modos de realización de la presente técnica tomados en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

50 la FIG. 1 muestra un modo de realización a modo de ejemplo de una turbina eólica en la presente técnica;

la FIG. 2 ilustra esquemáticamente un flujo de aire caliente, de acuerdo con aspectos de la presente técnica, en una parte del modo de realización a modo de ejemplo de la turbina eólica de la FIG. 1;

55 la FIG. 3 ilustra esquemáticamente un modo de realización a modo de ejemplo de una pala de rotor de turbina eólica de la turbina eólica de las FIG. 1 y 2, y representa un flujo de aire caliente dentro de la pala de rotor de acuerdo con aspectos de la presente técnica;

60 la FIG. 4 ilustra esquemáticamente una vista, en perspectiva, de una sección de corte de la pala del rotor de la FIG. 3;

la FIG. 5 ilustra esquemáticamente una vista, en sección transversal, de la sección de corte de la pala del rotor de la FIG. 4;

65

la FIG. 6 ilustra esquemáticamente una vista, en perspectiva, de una parte de otro modo de realización a modo de ejemplo de la pala del rotor de la turbina eólica de la presente técnica;

5 la FIG. 7 ilustra esquemáticamente una vista, en perspectiva, de una parte de otro modo de realización a modo de ejemplo más de la pala del rotor de la turbina eólica de la presente técnica; y

la FIG. 8 ilustra esquemáticamente una vista, en sección transversal, de una parte de un modo de realización a modo de ejemplo de la pala del rotor de la presente técnica cuando se ve a lo largo de una dirección a lo largo de la cuerda; de acuerdo con aspectos de la presente técnica.

10 A continuación, se describen en detalle las características mencionadas anteriormente y otras de la presente técnica. A continuación, se describen diversos modos de realización haciendo referencia a los dibujos, en los que se usan números de referencia similares para referirse a elementos similares en todo el documento. En la siguiente descripción se exponen, con propósitos explicativos, numerosos detalles específicos a fin de proporcionar un entendimiento exhaustivo de uno o más modos de realización. Se puede observar que los modos de realización ilustrados están destinados a exponer, y no a limitar la invención. Sin embargo, puede resultar evidente que dicho(s) modo(s) de realización puede(n) practicarse sin estos detalles específicos.

15 Puede observarse que, en la presente divulgación, los términos "primero", "segundo", "tercero", etc., se usan en el presente documento solo para facilitar el análisis, y no tienen un significado temporal o cronológico particular a menos que se indique lo contrario.

20 La FIG. 1 muestra un modo de realización a modo de ejemplo de una turbina eólica 100 de la presente técnica. La turbina eólica 100 usa aire caliente para descongelar y/o evitar la formación de hielo. La FIG. 2, en combinación con la FIG. 1, muestra un flujo de aire caliente dentro de partes de la turbina eólica 100. La turbina eólica 100 incluye una torre 120, que está montada sobre un cimiento (no mostrado). Una góndola 122 está montada en la parte superior de la torre 120 y puede girar con respecto a la torre 120 por medio de un mecanismo de ajuste de ángulo de guiñada 123, tal como cojinetes de guiñada y motores de guiñada. El mecanismo de ajuste del ángulo de guiñada 123 funciona para rotar la góndola 122 alrededor de un eje vertical (no mostrado) denominado eje de guiñada, que está alineado con la extensión longitudinal de la torre 120. El mecanismo de ajuste del ángulo de guiñada 123 hace girar la góndola 122 durante el funcionamiento de la turbina eólica 100 para garantizar que la góndola 122 esté alineada apropiadamente con la dirección del viento actual al que está sometido la turbina eólica 100.

25 La turbina eólica 100 incluye, además, un rotor 110 que tiene al menos una pala de rotor 10 y, en general, tres palas de rotor 10. En la perspectiva de la FIG. 1, solo son visibles dos palas 10 del rotor. El rotor 110 es giratorio alrededor de un eje de rotación 110a. Las palas 10 del rotor, en lo sucesivo también denominadas las palas 10 o la pala 10 cuando se refiere a una de las palas 10, están montadas, en general, en un collar de accionamiento 112, también denominado buje 112. El buje 112 está montado de forma giratoria con respecto a la góndola 122 por medio de un cojinete principal (no mostrado). El buje 112 es giratorio alrededor del eje de rotación 110a. Cada una de las palas 10 se extiende radialmente con respecto al eje de rotación 110a y tiene una sección de superficie aerodinámica 20.

30 Entre el buje 112 y cada una de las palas 10 del rotor, se proporciona un mecanismo de ajuste de la pala 116 para ajustar el ángulo de inclinación de la pala de la pala 10 girando la pala respectiva 10 alrededor de un eje longitudinal (no mostrado) de la pala 10. El eje longitudinal de cada una de las palas 10 está alineado sustancialmente paralelo con la extensión longitudinal de la pala 10 respectiva. El mecanismo de ajuste de la pala 116 funciona para ajustar los ángulos de inclinación de la pala de la pala respectiva 10.

35 La turbina eólica 100 incluye un eje principal 125 que acopla de forma giratoria el rotor 110, particularmente el buje 112, a un generador 128 alojado dentro de la góndola 122. El buje 112 está conectado a un rotor del generador 128. En un modo de realización a modo de ejemplo (no mostrado) de la turbina eólica 100, el buje 112 está conectado directamente al rotor del generador 128, por lo tanto, la turbina eólica 100 se conoce como una turbina eólica de accionamiento directo sin engranajes 100. Como alternativa, como se muestra en el modo de realización a modo de ejemplo de la FIG. 1, la turbina eólica 100 incluye una caja de engranajes 124 provista dentro de la góndola 122 y el eje principal 125 conecta el buje 112 al generador 128 a través de la caja de engranajes 124, por lo tanto, la turbina eólica 100 se denomina turbina eólica con engranajes 100. La caja de engranajes 124 se usa para convertir el número de revoluciones del rotor 110 en un número mayor de revoluciones del eje principal 125 y, en consecuencia, del rotor del generador 128. Además, se proporciona un freno 126 para detener el funcionamiento de la turbina eólica 100 o para reducir la velocidad de rotación del rotor 110, por ejemplo, en caso de viento muy fuerte y/o en caso de emergencia.

40 La turbina eólica 100 incluye, además, un sistema de control 150 para operar la turbina eólica 100 en los parámetros operativos deseados, por ejemplo, en un ángulo de guiñada deseado, con una inclinación de pala deseada, a una velocidad de rotación deseada del rotor 110, y así sucesivamente. El control y/o el ajuste de los parámetros operativos se realiza para obtener una generación de energía optimizada en las condiciones existentes, por ejemplo, en condiciones de viento existentes y otras condiciones climáticas.

La turbina eólica 100 puede incluir, además, diferentes sensores, por ejemplo, un sensor de velocidad de rotación 143, un sensor de potencia 144, sensores de ángulo 142, etc., que proporcionan entradas al mecanismo de control 150 u otros componentes de la turbina eólica 100 para optimizar el funcionamiento de la turbina eólica 100.

5 En la turbina eólica 100, una o más de las palas 10 incluyen uno o más orificios de escape 3 y una placa de cubierta 30 que tapa los orificios de escape 3. Los orificios de escape 3 y la placa de cubierta 30 se exponen con más detalle más adelante, particularmente con referencia a las FIG. 4 a 8.

10 Como se mencionó anteriormente, en la turbina eólica 10, se usa aire caliente para descongelar y/o evitar la formación de hielo. La FIG. 2 en combinación con la FIG. 1 muestra el flujo de aire caliente 5 dentro de la góndola 122 y el buje 112 y posteriormente en una o más de las palas 10. El aire caliente 5 puede ser generado por un dispositivo generador de calor 128, por ejemplo, el generador 128 colocado dentro de la góndola 122. El aire caliente 5 puede ser un escape del generador 128. En la FIG. 2, y en la FIG. 3 posterior, una dirección de flujo del aire caliente 5 dentro de la góndola 122 y el buje 112 se representa con flechas marcadas con el número de referencia 7. La góndola 122 tiene una entrada de aire 127 que es aire frío del exterior de la góndola 122. El aire frío luego se calienta mediante el dispositivo generador de calor 128, por ejemplo, un elemento de calentamiento de aire, o puede ser calentado por cualquier otro dispositivo en la góndola 122 que a su vez está siendo enfriada por el aire frío, por ejemplo, por el generador 128. El aire frío luego se convierte en el aire caliente 5, por ejemplo, el escape del generador 128, y fluye desde la góndola 122 hacia el buje 112. El aire caliente 5 puede fluir a través del espacio interior de la góndola 122 como se muestra por las flechas marcadas con el número de referencia 7 o puede fluir por trayectos alternativos creados por mangueras, canales de flujo o tuberías que se instalan dentro o fuera de la góndola 122 y llevar el aire caliente 5 desde el generador 128 al buje 112, como se muestra mediante las flechas marcadas con el número de referencia 7'. Para facilitar el flujo 7 del aire caliente 5 desde la góndola 122 al buje 112, cualquier punto de fuga potencial para el aire caliente 5 está cerrado o sellado, por ejemplo, un armazón de cama 130 está cerrado para restringir o eliminar el flujo 7 de entrada en la torre 120 en lugar del buje 112. Una vez dentro del buje 112, el aire caliente 5 fluye hacia la pala 10, particularmente hacia la sección de superficie aerodinámica 20. En la FIG. 2, y posteriormente en las FIG. 3 a 8 y también en la FIG. 1, se representa una dirección de flujo del aire caliente 5 dentro de la sección de superficie aerodinámica 20 con flechas marcadas con el número de referencia 8.

30 En lo sucesivo, se ha hecho referencia a la FIG. 3 para exponer la pala 10 del rotor y el flujo 8 de aire caliente 5 dentro de la sección de superficie aerodinámica 20 de la pala 10 del rotor. La FIG. 3 muestra esquemáticamente una pala de rotor 10 de la turbina eólica 100 de la FIG. 1. La pala 10 del rotor incluye una sección de raíz 11 que tiene una raíz 111 y la sección de superficie aerodinámica 20. En general, la pala 10 del rotor incluye una sección de transición 90 entre la sección de raíz 11 y la sección de superficie aerodinámica 20. La sección de superficie aerodinámica 20, en lo sucesivo también denominada superficie aerodinámica 20, incluye una sección de punta 12 que tiene una punta 121. La raíz 111 y la punta 121 están separadas por la envergadura 16 de la pala 10 del rotor, que sigue la forma de la pala 10 del rotor. Una dirección a lo largo o paralela a la envergadura 16 se conoce como a lo largo de la envergadura. La sección 12 de punta, que incluye su punta 121, se extiende desde la punta 121 hacia la raíz 111 hasta una posición a lo largo de la envergadura de aproximadamente 33,3 % (porcentaje), es decir, un tercio de la longitud total de la pala, medida desde la punta 121. La punta 121 se extiende dentro de la sección 12 de la punta hacia la raíz 111 hasta una posición a lo largo de la envergadura de aproximadamente un metro. La pala 10 del rotor incluye una sección 14 de borde delantero que tiene un borde delantero 141, y una sección 13 de borde posterior que tiene un borde posterior 131. La sección 13 del borde posterior rodea el borde posterior 131. De manera similar, la sección 14 del borde delantero rodea el borde delantero 141.

45 En cada posición a lo largo de la envergadura perpendicular a la envergadura 16, se puede definir una línea de cuerda 17 que conecta el borde delantero 141 y el borde posterior 131. Una dirección a lo largo o paralela a la línea de cuerda 17 se conoce como a lo largo de la línea de cuerda. La FIG. 3 representa dos de tales líneas de cuerda 17 en dos posiciones a lo largo de la envergadura diferentes. La pala 10 del rotor tiene un resalte 18 que es una sección de la pala 10 del rotor donde la línea de cuerda 17 tiene una longitud máxima de cuerda, es decir, en el ejemplo de la FIG. 3 en la línea de cuerda 17 que se representa hacia la raíz 111.

50 Las FIG. 4 y 5, en adelante, en combinación con la FIG. 3, exponen más detalles de la pala 10 del rotor. El perfil generador de elevación, es decir, la forma de la superficie aerodinámica de la sección de superficie aerodinámica 20 de la pala 10 del rotor se puede distinguir bien en las FIG. 4 y 5. La pala 10 del rotor tiene un cuerpo 21, en general, denominado carcasa 21. La carcasa 21 o el cuerpo 21 de la superficie aerodinámica 20 tiene una superficie externa 25 que tiene un lado de aspiración 151 y un lado de presión 152, delimitado por el borde delantero 141 y el borde posterior 131. El borde delantero 141 y el borde posterior 131 están conectados por la línea de cuerda 17. La superficie aerodinámica 20, particularmente el cuerpo 21 de la superficie aerodinámica 20, abarca una cavidad 22 de la superficie aerodinámica 20. La cavidad 22 es continua con una cavidad (no mostrada) dentro de la sección de transición 90 y la sección 11 de raíz de la pala 10 del rotor o, en otras palabras, la cavidad 22 se extiende hacia la sección 11 de raíz y se abre en la raíz 111 hacia el buje 112, por lo tanto, el aire caliente 5 que fluye 8 desde la góndola 122 hacia el buje 112 fluye, además, hacia la cavidad 22. Cuando la turbina eólica 10 está operativa, es decir, cuando las palas 10 del rotor están girando en el aire ambiente, el flujo del aire caliente 5 desde el buje 112 y hacia la raíz 111 de la pala 10 del rotor y desde allí hacia la punta 121 de la sección de superficie aerodinámica 20 a través del trayecto de flujo 222 dentro de la cavidad 22 se ve facilitado por la fuerza centrífuga generada debido a la rotación de las palas 10 del rotor.

La FIG. 5 también muestra la alineación relativa de diferentes secciones de la sección de superficie aerodinámica 20 de la pala 10 del rotor. La sección 14 de borde delantero, que incluye su borde delantero 141, se extiende desde el borde delantero 141 hacia el borde posterior 131 hasta una posición a lo largo de la cuerda del 10 %, medida desde el borde delantero 141. La sección 13 de borde posterior, que incluye su borde posterior 131, se extiende desde el borde posterior 131 hacia el borde de delantero 141 hasta una posición a lo largo de la cuerda del 25 %, medida desde el borde posterior 131.

Como se muestra en las FIG. 1 a 5, la pala 10 del rotor incluye uno o más orificios de escape 3, y al menos una placa de cubierta que tapa los orificios de escape 3. Los orificios de escape 3 pueden estar presentes en una agrupación local, es decir, en proximidad entre sí, para formar un conjunto de orificios de escape 3, y todos los orificios de escape 3 del conjunto están cubiertos o tapados por la placa de cubierta 30. Aunque en las FIG. 1 a 5 solo se representa uno de estos conjuntos de orificios de escape 3 y una placa de cubierta 30 que cubre los orificios de escape 3, un experto en la técnica puede apreciar que la pala 10 del rotor de acuerdo con la presente técnica puede comprender más de un conjunto de orificios de escape 3, por ejemplo, un primer y un segundo conjunto de orificios de escape 3, y el número correspondiente de las placas de cubierta 30, por ejemplo, una primera y una segunda placas de cubierta 30. Por ejemplo, el primer conjunto de orificios de escape 3 y la primera placa de cubierta 30 pueden estar presentes en una ubicación de la pala 10, por ejemplo, en el lado de presión 152, mientras que el segundo conjunto de orificios de escape 3 y la segunda placa de cubierta 30 pueden estar presentes en otra ubicación de la pala 10, por ejemplo, en el lado de aspiración 151.

Como se muestra en las FIG. 4 y 5, se define un trayecto de flujo 222 para el aire caliente 5 dentro de la cavidad 22. El trayecto de flujo 222 puede ser la propia cavidad 22 o pueden ser canales de flujo (no mostrados) formados dentro de la cavidad 22. El trayecto de flujo 222 se extiende al menos parcialmente dentro de la cavidad 22 de la sección de superficie aerodinámica 20. Preferentemente, el trayecto de flujo 222 se extiende en la sección 11 de raíz (mostrada en la FIG. 3), la sección de transición 90 (mostrada en la FIG. 3) y la sección de superficie aerodinámica 20. El trayecto de flujo 222 se extiende desde la sección 11 de raíz hacia la sección 12 de punta. El trayecto de flujo 222 recibe el aire caliente 5 desde la raíz 111, como se muestra en la FIG. 3, que, es decir, el aire caliente 5, luego fluye hacia la sección de superficie aerodinámica 20, particularmente a la cavidad 22, hacia la punta 121.

Como se muestra en las FIG. 1 a 5, uno o más orificios de escape 3 están ubicados en la superficie externa 25 de la sección de superficie aerodinámica 20. El uno o más orificios de escape 3, en lo sucesivo también denominados orificios 3, están conectados de forma fluida al trayecto de flujo 222 para el aire caliente 5, es decir, el fluido en forma de aire caliente 5 puede fluir desde el trayecto de flujo 222 al interior de la sección de superficie aerodinámica 20 hasta el exterior de la sección de superficie aerodinámica 20 a través de los orificios 3. Los orificios 3 emiten el aire caliente 5 desde la sección de superficie aerodinámica 20, es decir, el aire caliente 5 sale del trayecto de flujo 222 de la sección de superficie aerodinámica 20 y fluye hacia el exterior de la sección de superficie aerodinámica 20 a través de los orificios 3.

Como se mencionó anteriormente, y como se representa en las FIG. 1 a 5, y particularmente en las FIG. 4 y 5, la pala 10 del rotor incluye, además, al menos una placa de cubierta 30 colocada en la superficie externa 25 de la sección de superficie aerodinámica 20. La placa de cubierta 20 puede estar formada o fabricada a partir de un material adecuado para aplicaciones de turbinas eólicas, por ejemplo, de forma no limitativa, de plástico termoformado y/o material de fibra de vidrio. La placa de cubierta 20 tapa o cubre los orificios 3, es decir, al menos una parte de la placa de cubierta 30 se cierne sobre o está suspendida sobre la superficie externa 25 de la sección de superficie aerodinámica 20, de modo que una zona de la superficie externa 25 que tiene los orificios 3 está superpuesta por la parte de la placa de cubierta 30. Puede observarse que la placa de cubierta 30 no cierra ni bloquea ni ciega los orificios 3, y en su lugar, la placa de cubierta 30 está posicionada de manera que se crea un espacio de flujo externo 39 entre los orificios 3 y una superficie interna 31 de la placa de cubierta 30.

La placa de cubierta 30 inhibe que el aire caliente 5 que sale de los orificios 3 fluya o escape de la sección de superficie aerodinámica 20, particularmente de la superficie externa 25, de forma arbitraria. La placa de cubierta 30 dirige el aire caliente 5 después de salir de la sección de superficie aerodinámica 20 hacia el exterior de la pala 20 del rotor. La placa de cubierta 20, particularmente la superficie interna 31 de la placa de cubierta 20, funciona para guiar el aire caliente 5 sobre la superficie externa 25 de la sección de superficie aerodinámica 20 después de que el aire caliente 5 sale de la sección de superficie aerodinámica 20 pero antes de que el aire 5 escape de la pala 10 del rotor. En otras palabras, la placa de cubierta 30 garantiza que el aire caliente 5 que sale de la sección de superficie aerodinámica 20, antes de abandonar la pala 10 del rotor, se extiende en el espacio de flujo externo 39 y luego sale del espacio de flujo externo 39 de tal manera que el aire caliente 5 fluye sobre una parte deseada de la superficie externa 25 de la superficie aerodinámica en la vecindad de los orificios 3. En las FIG. 4 a 7, las flechas marcadas con el número de referencia 9 representan el flujo del aire caliente 5 en el espacio de flujo externo 39 y sobre la superficie 25 de la sección de superficie aerodinámica 20.

Como se muestra en la FIG. 6, una parte de la placa de cubierta 20, por ejemplo, uno o más bordes 33, 34, 36, 37 de la placa de cubierta, está unida a la superficie externa 25, mientras que otra parte, por ejemplo, una sección media 35 de la placa de cubierta 30 entre los bordes 33, 34, 36, 37 se cierne sobre los orificios 3. Por lo tanto, la zona contigua de la superficie externa 25, es decir, la zona de la superficie externa 25 en la vecindad de los orificios 3 o que rodea

los orificios 3, está encerrada parcialmente formando el espacio de flujo externo 39. El volumen parcialmente cerrado, es decir, el espacio de flujo externo 39, puede estar encerrado por la placa de cubierta 30 de tal manera que el espacio de flujo externo 39 esté bloqueado en una o más direcciones, mientras que el espacio de flujo externo 39 está libre o abierto en una o más otras direcciones, dictando así un trayecto para el flujo 9 del aire caliente 5 después de que el aire caliente 5 salga de la sección de superficie aerodinámica 20 y antes de que el aire caliente 5 salga de la pala 20 del rotor. La FIG. 6 muestra un modo de realización a modo de ejemplo de la placa de cubierta 30 que está unida a la superficie externa 25 en los lados o bordes 33 y 36, mientras que las otras partes, es decir, los bordes 34, 37 y la sección media 35 de la placa de cubierta 30 se ciernen sobre la superficie externa 25, por lo tanto, como resultado, el aire caliente 5 fluye en la dirección a lo largo de la envergadura como se muestra en la FIG. 6. De forma alternativa, la FIG. 7 muestra otro modo de realización a modo de ejemplo de la placa de cubierta 30 que está unida a la superficie externa 25 en los lados o bordes 33, 34 y 37, mientras que las otras partes, es decir, el borde 36 y la sección media 35 de la placa de cubierta 30 se ciernen sobre la superficie externa 25, por lo tanto, como resultado, el aire caliente 5 sale en la dirección a lo largo de la cuerda como se muestra en la FIG. 7 y sale por el borde 36 de la placa de cubierta 30.

La placa de cubierta 30 puede estar unida a la superficie externa 25 adhiriendo o encolando o pegando al menos una parte, es decir, las partes unidas de la placa de cubierta 30, a la superficie externa 25 de la sección de superficie aerodinámica 20, por ejemplo, usando un adhesivo o pegamento. Las partes unidas de la placa de cubierta 30 en el ejemplo de la FIG. 6 son los bordes 33 y 36, mientras que las partes unidas de la placa de cubierta 30 en el ejemplo de la FIG. 7 son los bordes 33, 34 y 37.

Como se muestra en las FIG. 4 y 5, en un modo de realización de la pala 10 del rotor, los orificios 3 y la placa de cubierta 30 que tapa los orificios 3 están ubicados en la sección 13 del borde posterior. De forma alternativa, en otro modo de realización (no mostrado) de la pala 10 del rotor, los orificios 3 y la placa de cubierta 30 que tapa los orificios 3 están ubicados en la sección 14 del borde delantero. En otro modo de realización más de la pala 10 del rotor, los orificios 3, es decir, un primer conjunto (no mostrado) de los orificios 3, y la placa de cubierta 30, es decir, una primera placa de cubierta (no mostrada), que tapa los orificios 3 del primer conjunto, están ubicados en la sección 13 del borde posterior, mientras que los orificios 3, es decir, un segundo conjunto (no mostrado) de los orificios 3, y la placa de cubierta 30, es decir, una segunda placa de cubierta (no mostrada), que tapa los orificios 3 del segundo conjunto, están ubicados en la sección 14 del borde delantero, por lo tanto, la pala 10 del rotor incluye dos placas de cubierta 30 y dos conjuntos de orificios 3.

Como se muestra en las FIG. 4 y 5, en un modo de realización de la pala 10 del rotor, los orificios 3 y la placa de cubierta 30 que tapa los orificios 3 están ubicados en el lado de aspiración 151 de la sección de superficie aerodinámica 20. De forma alternativa, como se muestra en las FIG. 6 y 7, en otro modo de realización de la pala 10 del rotor, los orificios 3 y la placa de cubierta 30 que tapa los orificios 3 están ubicados en el lado de presión 152 de la sección de superficie aerodinámica 20. En otro modo de realización más (no mostrado) de la pala 10 del rotor, los orificios 3, es decir, un primer conjunto (no mostrado) de los orificios 3, y la placa de cubierta 30, es decir, una primera placa de cubierta (no mostrada), que tapa los orificios 3 del primer conjunto, están ubicados en el lado de presión 152 de la sección de superficie aerodinámica 20, mientras que los orificios 3, es decir, un segundo conjunto (no mostrado) de los orificios 3, y la placa de cubierta 30, es decir, una segunda placa de cubierta (no mostrada), que tapa los orificios 3 del segundo conjunto, están ubicados en el lado de aspiración 151 de la sección de superficie aerodinámica 20, por lo que la pala 10 del rotor incluye dos placas de cubierta 30 y dos conjuntos de los orificios 3.

Como se muestra en las FIG. 6 y 7, en un modo de realización de la pala 10 del rotor, los orificios 3 y la placa de cubierta 30 que tapa los orificios 3 están ubicados en la sección 12 de la punta de la sección de superficie aerodinámica 20. Como se mencionó anteriormente, la sección 12 de punta incluye la punta 121 de la sección de superficie aerodinámica 20.

En otro modo de realización de la pala 10 del rotor, como se muestra en las FIG. 6 y 7, una superficie externa 32 de la placa de cubierta 30 tiene forma aerodinámica, es decir, la superficie externa 32 de la placa de cubierta 30 está conformada o contorneada o formada de acuerdo con un contorno de una parte de la superficie externa 25 de la sección de superficie aerodinámica 20 sobre la cual se coloca la placa de cubierta 20. Como se muestra en las FIG. 6 y 7, la placa de cubierta 30, particularmente la sección media 35 de la placa de cubierta 30 y, más particularmente, la superficie externa 32 de la sección media 35 de la placa de cubierta 30 está conformada de acuerdo con la forma del lado de presión 152 en la sección 13 del borde posterior de la sección de superficie aerodinámica 20 de la pala 10 del rotor.

En lo sucesivo haciendo referencia a las FIG. 7 y 8, se exponen modos de realización a modo de ejemplo adicionales de la pala de rotor 10 de la presente técnica. En un modo de realización de la pala 10 del rotor, la superficie interna 31 de la placa de cubierta 30 está perfilada o conformada, como se ve particularmente en la FIG. 8, para definir una pluralidad de trayectos de flujo distintos 99 dentro del espacio de flujo externo 39. Como se ve en el ejemplo de las FIG. 7 y 8, la superficie interna 31 de la placa de cubierta 30, es decir, la superficie de la placa de cubierta 30 que está orientada hacia la superficie externa 25 de la superficie aerodinámica 20 tiene salientes y ranuras alternos formados para definir los distintos trayectos de flujo 99 limitados por las ranuras y la superficie externa 25 de la sección de superficie aerodinámica 20. Cada uno de los distintos trayectos de flujo 99 corresponde a, al menos, uno de los orificios

3 y guía el aire caliente 5 que sale de ese orificio 3 hacia el exterior de la pala 10 del rotor. Como se muestra en la FIG. 7, un trayecto de flujo distinto 99 corresponde al orificio 3 en el medio de los tres orificios 3 representados en la FIG. 7 y guía el aire caliente 5 que sale de ese orificio 3 hacia el exterior de la pala 10 del rotor.

5 Como se muestra en la FIG. 7, en otro modo de realización más de la pala 10 del rotor, la placa de cubierta 30 incluye estrías 38 en un borde, es decir, el borde 36 en el ejemplo de la FIG. 7, de la placa de cubierta 30 colocada hacia el borde posterior 131 de la sección de superficie aerodinámica 20. Las estrías 38 pueden formarse como una pieza con el resto de la placa de cubierta 30 o pueden formarse por separado y luego fijarse a la placa de cubierta 30.

10 Si bien la presente técnica se ha descrito en detalle haciendo referencia a ciertos modos de realización, debe apreciarse que la presente técnica no se limita a esos modos de realización precisos. Más bien, en vista de la presente divulgación que describe modos a modo de ejemplo para poner en práctica la invención, se presentarían muchas modificaciones y variaciones a los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la presente invención. El alcance de la invención está indicado, por lo tanto, por las siguientes reivindicaciones más que por la descripción anterior.

15

REIVINDICACIONES

1. Una pala de rotor (10) para una turbina eólica (100) que usa aire caliente (5) para impedir y/o eliminar la acreción de hielo en la pala (10) de rotor, comprendiendo la pala (10) de rotor:

- una sección (11) de raíz y una sección de superficie aerodinámica (20),

- comprendiendo la sección de superficie aerodinámica (20) una cavidad (22) y teniendo una sección (14) de borde delantero, una sección (13) de borde posterior, un lado de presión (152), un lado de aspiración (151) y una sección (12) de punta,

- un trayecto de flujo (222) para el aire caliente (5), en la que el trayecto de flujo (222) se extiende al menos parcialmente dentro de la cavidad (22) de la sección de superficie aerodinámica (20) y se extiende desde la sección (11) de raíz hacia la sección (12) de punta, y en la que el trayecto de flujo (222) está configurado para recibir el aire caliente (5),

- uno o más orificios de escape (3) ubicados en una superficie externa (25) de la sección de superficie aerodinámica (20) y conectados de manera fluida al trayecto de flujo (222) para el aire caliente (5), en la que el uno o más orificios de escape (3) están configurados para emitir el aire caliente (5) para salir de la sección de superficie aerodinámica (20),

caracterizada por que

la pala (10) del rotor comprende, además, al menos una placa de cubierta (30) colocada en la superficie externa (25) de la sección de superficie aerodinámica (20) y que tapa el uno o más orificios de escape (3), en la que se crea un espacio de flujo externo (39) entre el uno o más orificios de escape (3) y una superficie interna (31) de la placa de cubierta (30), de modo que el aire caliente (5) que sale de la sección de superficie aerodinámica (20) es dirigido por la placa de cubierta (30) hacia el exterior de la pala (10) del rotor.

2. La pala (10) del rotor según la reivindicación 1, en la que el uno o más orificios de escape (3) y la placa de cubierta (30) que tapa los orificios de escape (3) están ubicados en la sección (13) del borde posterior.

3. La pala (10) del rotor según la reivindicación 1 o 2, en la que el uno o más orificios de escape (3) y la placa de cubierta (30) que tapa los orificios de escape (3) están ubicados en la sección (14) del borde delantero.

4. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el uno o más orificios de escape (3) y la placa de cubierta (30) que tapa los orificios de escape (3) están ubicados en el lado de presión (152) de la sección de superficie aerodinámica (20).

5. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el uno o más orificios de escape (3) y la placa de cubierta (30) que tapa los orificios de escape (3) están ubicados en el lado de aspiración (151) de la sección de superficie aerodinámica (20).

6. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el uno o más orificios de escape (3) y la placa de cubierta (30) que tapa los orificios de escape (3) están ubicados en la sección (12) de la punta.

7. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que una superficie externa (32) de la placa de cubierta (30) tiene forma aerodinámica.

8. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la superficie interna (31) de la placa de cubierta (30) está perfilada para definir una pluralidad de trayectos de flujo distintos (99) dentro del espacio de flujo externo (39) y en la que al menos uno de los distintos trayectos de flujo (99) guía el aire caliente (5) que sale de uno de los uno o más orificios de escape (3) hacia el exterior de la pala (10) del rotor.

9. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la placa de cubierta (30) está configurada para dirigir el aire caliente (5) sustancialmente a lo largo de la cuerda y/o sustancialmente a lo largo de la envergadura hacia el exterior de la pala (10) del rotor.

10. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que la placa de cubierta (30) comprende un plástico termoformado y/o material de fibra de vidrio.

11. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que al menos una parte (33, 36) de la placa de cubierta (30) está adherida a la superficie externa (25) de la sección de superficie aerodinámica (20).

12. La pala (10) del rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en la que la placa de cubierta (30) comprende estrías (38) en un borde (36) de la placa de cubierta (30) posicionadas hacia un borde posterior (131) de la sección de superficie aerodinámica (20).

5 13. Una turbina eólica (100) que comprende:

- una o más palas (10) del rotor conectadas a un buje (112), en la que las palas (10) del rotor son según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,

10 - una góndola (122) conectada al buje (112),

- un dispositivo generador de calor (128) alojado dentro de la góndola (122), y

15 - un trayecto de flujo principal (129) definido dentro de la góndola (122) y el buje (112), y conectado de manera fluida al trayecto de flujo (222) de la sección de superficie aerodinámica (20) de modo que el calor del dispositivo generador de calor (128) en forma de aire caliente (5) se dirige desde la góndola (122) a través del trayecto de flujo principal (129) hacia el trayecto de flujo (222) de la sección de superficie aerodinámica (20).

20 14. La turbina eólica (100) según la reivindicación 13, en la que el dispositivo generador de calor (128) es un generador (128) y en la que el calor del dispositivo generador de calor (128) es un calor de escape del generador (128).

FIG 1

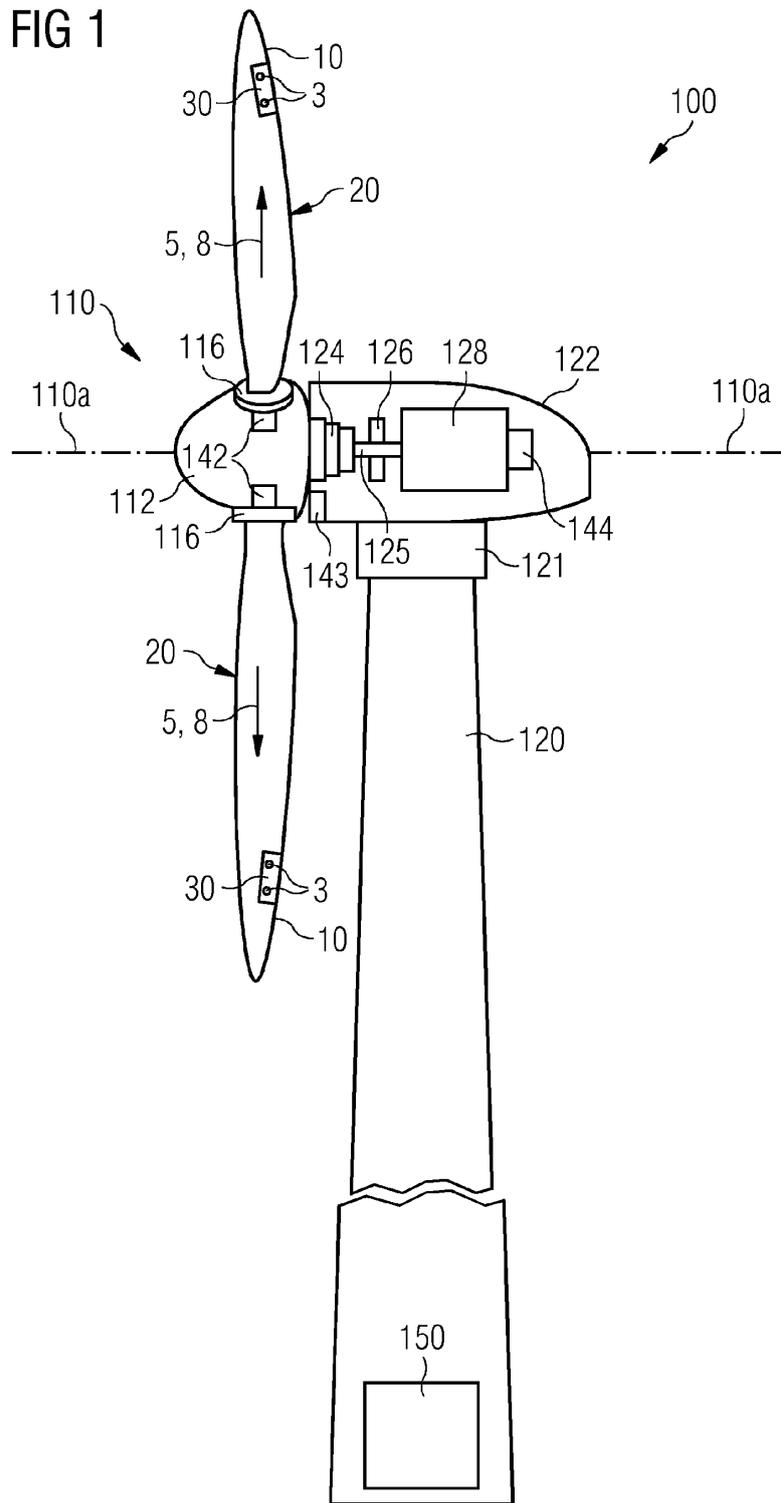


FIG 2

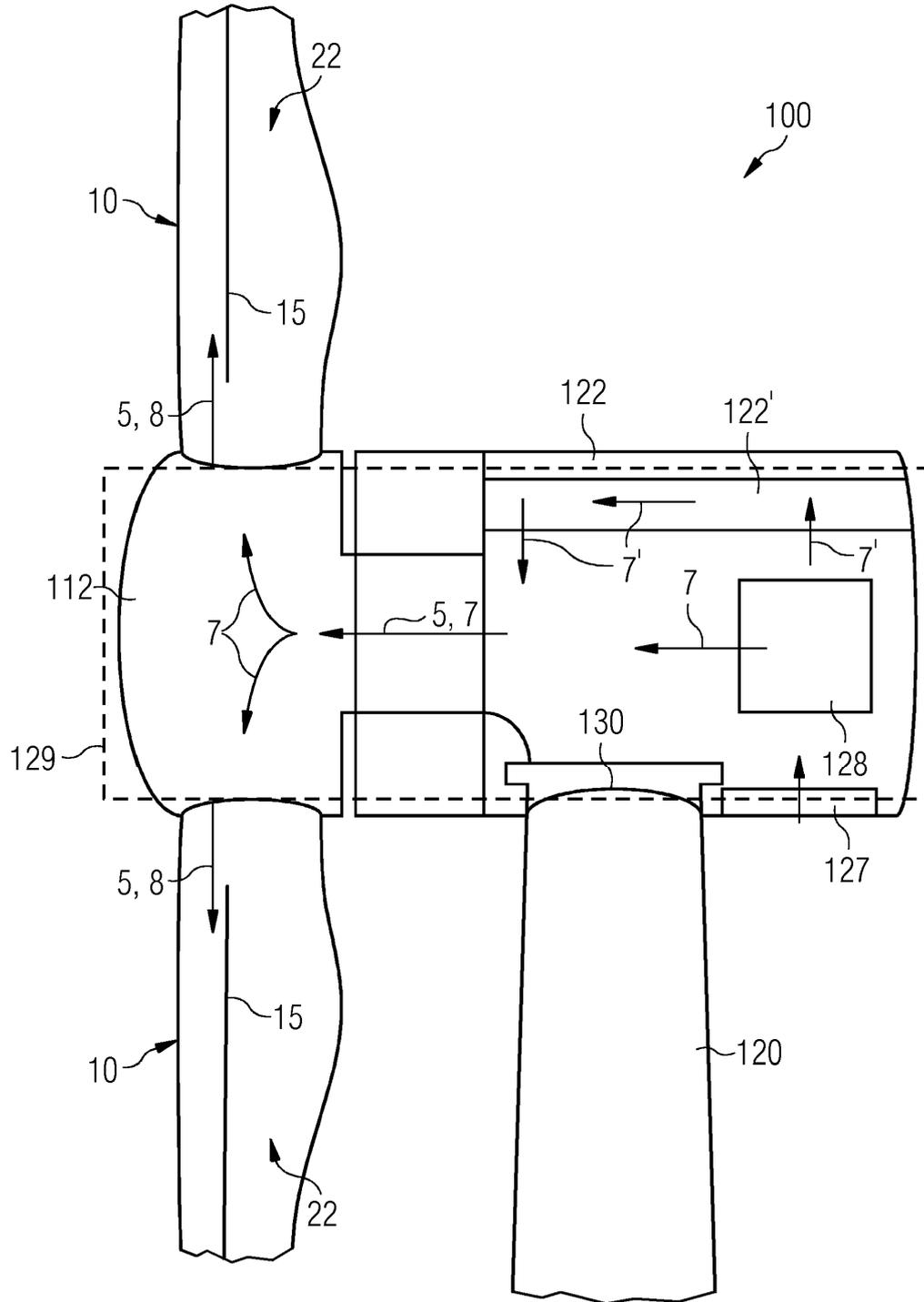


FIG 4

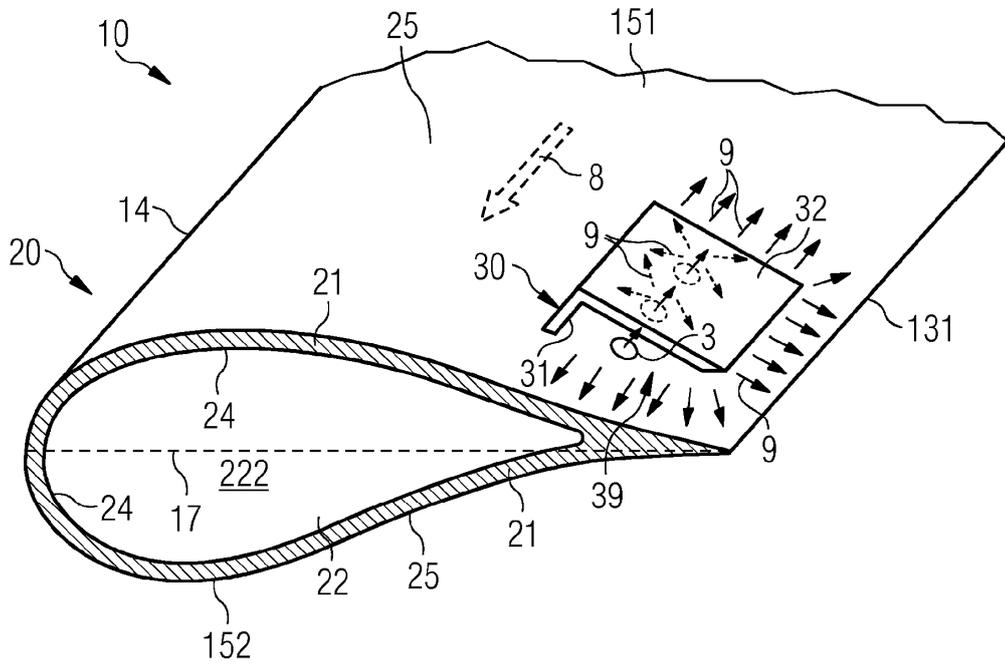


FIG 5

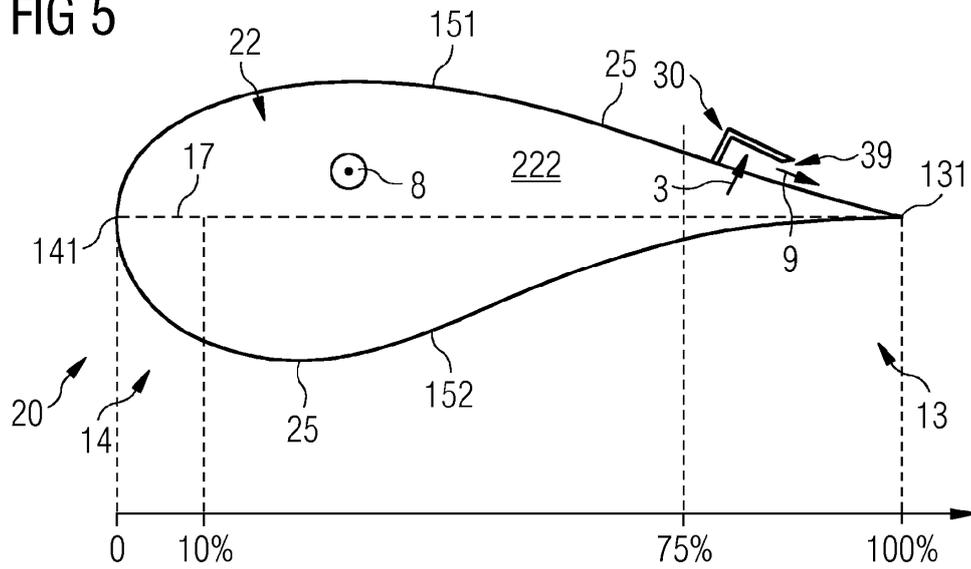


FIG 6

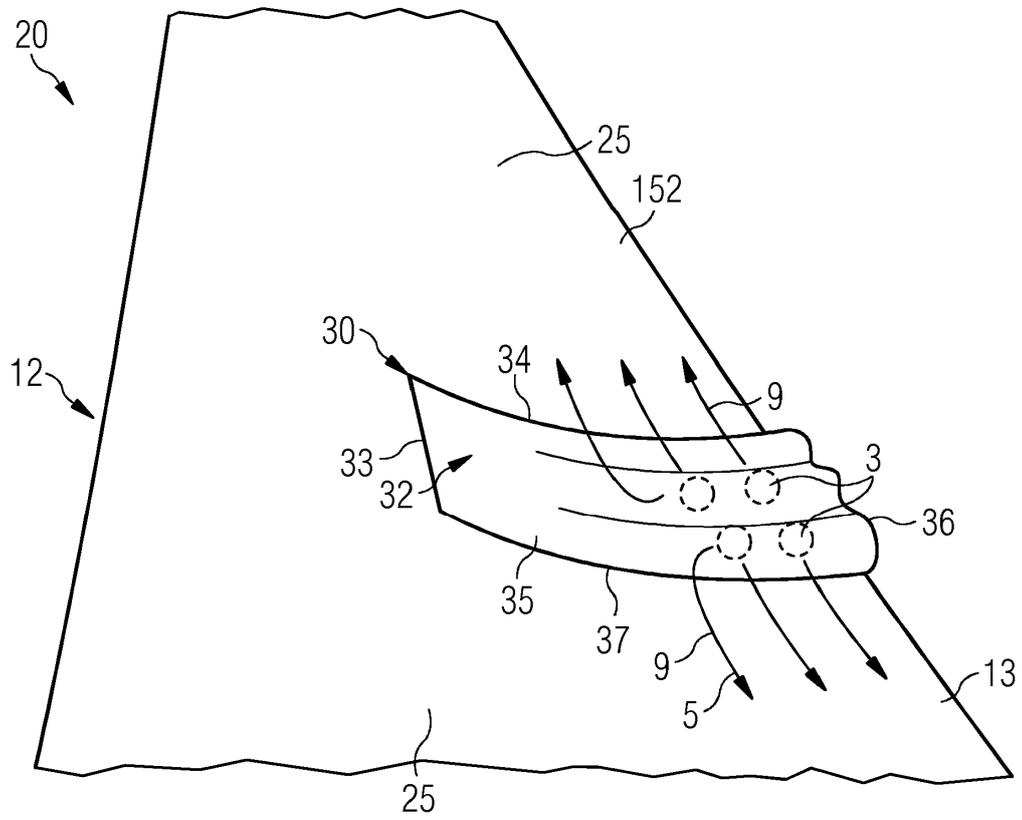


FIG 7

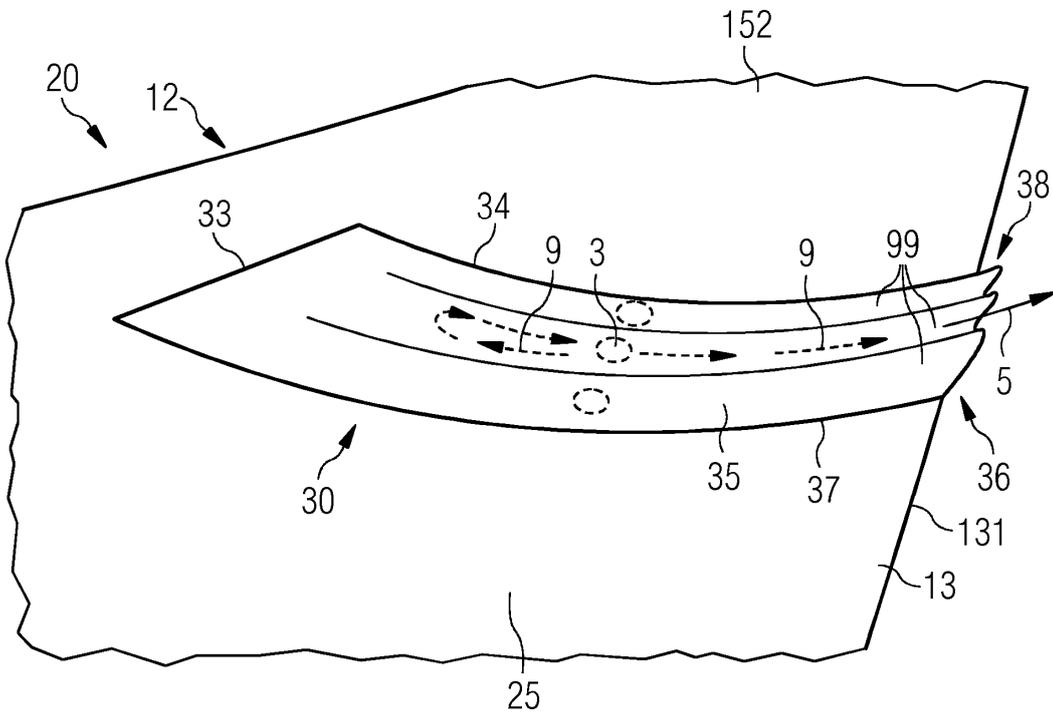


FIG 8

