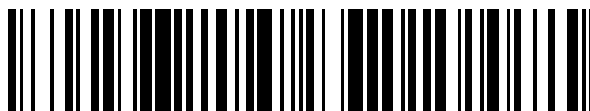


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 699**

51 Int. Cl.:

F03D 80/40 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2014 PCT/EP2014/057120**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14166979**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2014 E 14715939 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2984338**

54 Título: **Pala de rotor de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:
11.04.2013 DE 102013206493

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.11.2018

73 Titular/es:
**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:
**PAWIS, TORSTEN;
MIDDELSTÄDT, FALK;
SCHULZE, THOMAS y
RUBNER, FLORIAN**

74 Agente/Representante:
ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 688 699 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 instalación de energía eólica

- 5 La presente invención se refiere a una pala de rotor de una instalación de energía eólica, así como a una instalación de energía eólica. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor y la presente invención se refiere a un procedimiento para la colocación de una instalación de energía eólica. Además, la presente invención se refiere a un segmento de borde de fuga de una pala de rotor de una instalación de energía eólica.
- 10 Las instalaciones de energía eólica se conocen en general y la figura 1 muestra esquemáticamente una instalación de energía eólica. Un componente importante de una instalación de energía eólica son las palas de rotor. Estas convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica para el accionamiento de un generador.
- 15 Para aumentar la eficiencia de las instalaciones de energía eólica, éstas se construyen cada vez mayores. Esto también conduce al desarrollo y diseño de las palas de rotor mayores. A este respecto, las palas de rotor mayores son problemáticas con frecuencia al transportarse por carretera. Esto se refiere, por un lado, a la longitud de las palas de rotor pero, por otro, también se puede referir a la anchura de las palas de rotor en su zona de raíz, en cualquier caso para las palas de rotor modernas que presentan su mayor anchura en la zona de la raíz de la pala de rotor.
- 20 Aquí las palas de rotor modernas pueden presentar una anchura de 5 metros o más.
- Durante el funcionamiento las palas de rotor están expuestas correspondientemente al viento y según la temperatura y humedad de aire del viento se puede producir un englamamiento de la pala de rotor correspondiente. En este caso se forma una capa de hielo sobre la pala de rotor o parcialmente solo en algunas zonas de la pala de rotor.
- 25 englamamiento menoscaba el funcionamiento óptimo de la instalación de energía eólica. Pero, en particular, un englamamiento semejante alberga un peligro por lanzamiento de hielo.
- Por consiguiente, en el caso de una acumulación de hielo se debe detener la instalación de energía eólica con frecuencia por motivos de seguridad. Ya se conocen propuestas para impedir una acumulación de hielo mediante
- 30 calentamiento de la pala de rotor o para descongelar el hielo que se ha acumulado ya en la pala de rotor.
- Pero un calentamiento semejante de una pala de rotor puede ser tanto costoso como también inseguro en su resultado. También puede aparecer el problema de que no se conoce exactamente en qué zonas de la pala de rotor ha tenido lugar una acumulación de hielo o si en realidad ha tenido lugar una acumulación de hielo.
- 35 La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado el siguiente estado de la técnica en la solicitud de prioridad: DE 195 28 862 A1, DE 10 2008 045 578 A1, DE 200 14 238U1, US 4 295 790 A, EP 1 965 074 A2, EP 2 602 455 A1.
- 40 Además, por el documento US 2005/242231 A1 se conoce una instalación de energía eólica con una calefacción de la pala de rotor, en la que se usa una pala de rotor que presenta dos paredes separadoras. Las paredes separadoras forman, junto con un revestimiento de la pala de rotor, dos espacios dentro de la pala de rotor. A través de una abertura en la góndola de la instalación de energía eólica se aspira el aire, se conduce a lo largo de las instalaciones eléctricas en la góndola y allí se calienta. Desde la góndola el aire caliente se conduce a través del
- 45 buje de rotor a las palas de rotor y allí a los dos espacios. Finalmente, el aire sale a través de aberturas en la punta de la pala de rotor.
- La presente invención tiene por consiguiente el objetivo de direccionar al menos uno de los problemas arriba mencionados. En particular se debe proponer una solución que mejore la fabricación y transporte de las palas de rotor. Además, o alternativamente se debe proponer una solución frente a la problemática de una acumulación de
- 50 hielo en una pala de rotor. Al menos se debe proponer una solución alternativa.
- Según la invención se propone una pala de rotor según la reivindicación 1.
- 55 Una pala de rotor semejante de una instalación de energía eólica comprende una nariz de la pala de rotor y un borde de fuga de la pala de rotor. La nariz de la pala de rotor está dirigida durante el movimiento previsto de la pala de rotor esencialmente en la dirección de movimiento, es decir de giro, de la pala de rotor y por consiguiente del rotor aerodinámico de la instalación de energía eólica. El borde de fuga de la pala de rotor está dirigido en la dirección opuesta.
- 60

Además, la pala de rotor presenta una zona de raíz de la pala de rotor, en la que la pala de rotor se fija en el buje de la instalación de energía eólica. Además, está prevista una punta de la pala de rotor que está opuesta básicamente a la zona de raíz. Referido al rotor de la instalación de energía eólica, en el que debe realizar su servicio la pala de rotor, la zona de raíz de la pala de rotor está dirigida hacia dentro hacia el buje y la punta de la pala de rotor está dirigida hacia fuera en el lado opuesto al buje. La pala de rotor se extiende así en una dirección longitudinal de la zona de raíz de la pala de rotor a lo largo de la dirección longitudinal hacia la punta de la pala de rotor.

La pala de rotor presenta interiormente al menos una primera cavidad, que señala hacia la nariz de la pala de rotor, es decir, está dispuesta en el interior de la pala de rotor en la zona de la nariz de la pala de rotor, y una segunda cavidad, que señala hacia el borde de fuga de la pala de rotor, es decir, está dispuesta en el interior de la pala de rotor en la zona del borde de fuga de la pala de rotor.

La primera cavidad y la segunda cavidad se calientan mediante un primer o segundo medio calefactor, a fin de calentar la nariz de la pala de rotor o el borde de fuga de la pala de rotor. Mediante la primera cavidad se calienta así la nariz de la pala de rotor y mediante la segunda cavidad el borde de fuga de la pala de rotor.

Por consiguiente, están previstos medios calefactores separados, que por un lado pueden conseguir que se puedan calentar tanto la nariz de la pala de rotor, como también el borde de fuga de la pala de rotor, pero por otro lado, según la excitación prevista, también puedan calentar la pala de rotor de forma dirigida y diferenciada. Así se puede calentar opcionalmente solo la nariz de la pala de rotor o solo el borde de fuga de la pala de rotor. También pueden estar previstas diferentes intensidades calefactoras o duraciones temporales del calentamiento. De forma contraria al uso de solo un medio calefactor se puede efectuar no solo este calentamiento diferenciado mencionado, sino que en conjunto también se puede conseguir una potencia calorífica más elevada, aun cuando ésta no siempre se debe pedir.

Si solo se usa un único medio calefactor, con frecuencia se puede calentar solo una zona. Si un flujo calefactor se desvía hacia varias zonas, éste puede alcanzar varias zonas, pero a este respecto se enfría de modo que las zonas, que se han alcanzado posteriormente por el desvío, apenas se pueden calentar con el flujo de aire así enfriado. Tales problemas se evitan con el uso de dos medios calefactores.

Preferentemente ambos medios calefactores están dispuestos en la zona de la raíz de la pala de rotor y calientan el aire y lo impulsan en la cavidad correspondiente. Medios calefactores semejantes también pueden estar configurados en particular como aerotermos o similares e impulsar el aire calentado en la primera cavidad para el calentamiento de la nariz de la pala de rotor y en la segunda cavidad para el calentamiento del borde de fuga de la pala de rotor, usándose en este caso respectivamente al menos un medio calefactor, es decir, respectivamente un aerotermo mencionado a modo de ejemplo, para cada cavidad mencionada.

Preferentemente entre la primera y la segunda cavidad está dispuesta una cavidad intermedia. Visto desde el borde de fuga en la dirección de movimiento de la pala de rotor, la pala de rotor presenta así, en primer, lugar la segunda cavidad para el calentamiento del borde de fuga de la pala de rotor, luego la cavidad central y a continuación de ella la primera cavidad que se sitúa esencialmente detrás de la nariz de la pala de rotor.

Para ello se propone ahora que el aire para el calentamiento se guíe tanto a través de la primera, como también de la segunda cavidad de la raíz de la pala de rotor en la dirección hacia la punta de la pala de rotor. Esto no significa que el aire para el calentamiento también alcance sin falta la punta de la pala de rotor, sino que el aire se guía en primer lugar en esta dirección. Pero sin embargo la pala de rotor puede estar configurada de modo que al menos uno de los flujos de aire calentados alcance la punta de la pala de rotor. Para ello se propone ahora que la reconducción del aire, es decir, de al menos dos flujos de aire, se realice conjuntamente a través de la cavidad central de vuelta hacia la zona de raíz. Correspondientemente a través de esta cavidad central fluye aire frío o al menos enfriado de vuelta hacia la zona de raíz.

Preferentemente el aire así reconducido se calienta de nuevo por los al menos dos medios calefactores y se impulsa para el calentamiento en la primera o segunda cavidad. De este modo se produce un circuito deseado para el calentamiento de la pala de rotor. Meramente por precaución se explica aquí que el aire reconducido naturalmente solo se calienta en una parte por el un medio calefactor y una parte por el otro medio calefactor, y se usa posteriormente para el calentamiento.

Preferentemente estos medios calefactores se pueden hacer funcionar por separado. En particular se propone para ello que éstos se puedan excitar por separado. Una excitación semejante se puede realizar a través de una unidad de control central de la instalación de energía eólica. Para ello la instalación de energía eólica puede efectuar una

evaluación sobre en qué zona de la pala de rotor existe un engelamiento o se debe suponer al menos. Si por ejemplo solo se detecta un engelamiento en una zona de la nariz de la pala de rotor, se puede dirigir el calor solo allí.

- 5 Según una forma de realización, la pala de rotor se divide interiormente, al menos en una sección, mediante mamparos de refuerzo al menos en las dos o tres cavidades. En particular están previstos al menos dos mamparos de refuerzo, que a saber discurren esencialmente en paralelo entre sí de la zona de raíz de la pala de rotor en la dirección hacia la punta de la pala de rotor y configuran entre sí la cavidad central. Estos mamparos de refuerzo no deben llegar hasta directamente la punta de la pala de rotor y tampoco deben llegar hasta la punta de la pala de rotor, pero podrían llegar tan lejos. Mediante esta forma de realización propuesta se pueden usar los arriostramientos de refuerzos de la pala de rotor de forma hábil para guiar flujos de aire para el calentamiento de la pala de rotor. El calentamiento diferenciado mencionado de la pala de rotor se puede aplicar por ello de modo y manera comparablemente sencillos.
- 10
- 15 Además, se propone una pala de rotor de una instalación de energía eólica según la reivindicación 7.

Esta pala de rotor presenta un segmento de borde de fuga en la zona del borde de fuga de la pala de rotor hacia la zona de raíz de la pala de rotor. Un segmento de borde de fuga semejante está dispuesto así en la zona del borde de fuga de la pala de rotor o lo forma en una sección de la pala de rotor. Además, este segmento de borde de fuga está dispuesto hacia el buje de la pala de rotor, es decir, referido al rotor aerodinámico de la instalación de energía eólica está dispuesto interiormente. Para este segmento de borde de fuga se propone ahora que esté configurado en varias partes. Esta división en partes se refiere a que están previstas varias, a saber, al menos dos secciones de segmento. La división en partes no se refiere así a la previsión de diversos medios de fijación como tornillos, sino que se refiere al segmento de borde de fuga como tal.

20

25 De este modo se puede conseguir, en particular, prever esto para diferentes etapas de fabricación e instalación o situaciones. La pala de rotor se puede elaborar en primer lugar sin este segmento de borde de fuga. Por ejemplo un primer proceso de fabricación esencial de la pala de rotor, lo que se menciona aquí solo como un ejemplo, puede ser la fabricación de un cuerpo enrollado, en particular un cuerpo enrollado de plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV). Luego se puede fijar una primera parte o una primera sección, es decir, una primera sección de segmento, del segmento de borde de fuga. De este modo se puede conseguir una primera forma adicional. Una sección adicional del segmento de borde de fuga se puede realizar más tarde, en particular después de un transporte de la pala de rotor a un lugar de colocación. En el lugar de colocación se puede fijar la segunda u otra sección de segmento o secciones de segmento en la pala de rotor, a fin de producir finalmente la forma definitiva de la pala de rotor.

30

35

Preferentemente se propone para el segmento de borde de fuga que éste se extienda desde la zona de raíz de la pala de rotor al menos el 40% de la longitud de la pala de rotor hacia la punta de la pala de rotor, preferentemente incluso en más del 45%, en particular en aproximadamente el 50%. De este modo se puede conseguir que la pala de rotor se pueda conformar sobre esta longitud en la zona de borde de fuga. La parte restante de la pala de rotor se puede elaborar por consiguiente de forma separada respecto a ella. En particular en la zona de la pala de rotor, que está dirigida hacia el buje, es decir, está dirigida hacia la zona de raíz de la pala de rotor, puede estar prevista una anchura elevada de la pala de rotor, que se puede implementar así mediante el segmento de borde de fuga.

40

45 Preferentemente la pala de rotor presenta una parte principal de la pala de rotor y el segmento de borde de fuga, estando previsto el segmento de borde de fuga como componente separado y fijándose como tal en la parte principal o parte principal de la pala y rotor. En este caso la parte principal de la pala de rotor, que se puede designar de forma simplificada como parte principal, garantiza la estabilidad de la pala de rotor en toda su longitud. La parte principal de la pala de rotor también forma por consiguiente la estructura portante de la pala de rotor. A este respecto se ha reconocido que puede ser suficiente usar una parte principal de la pala de rotor semejante como elemento estable central, que también en la zona cerca del buje no necesita toda la anchura para conseguir la estabilidad de la pala de rotor. Por consiguiente se propone prever el segmento de borde de fuga en una longitud muy grande, a saber por encima del 40% o por encima del 45% de la longitud de la pala, en particular de aproximadamente la mitad de la longitud, es decir, prescindir en esta zona también de una anchura correspondiente de la parte principal de la pala de rotor.

50

55

Preferentemente el segmento de borde de fuga está dividido en una sección de base para la fijación a la parte principal y una sección de borde para la fijación en la sección de base. Estas secciones se pueden fijar en la pala en diferentes instantes de la elaboración y también en diferentes lugares de fabricación o montaje. Preferentemente la fijación de la sección de base se realiza antes de un transporte de la pala de rotor y la fijación de la sección de

60

borde, después de un transporte al lugar de colocación.

Preferentemente se propone que la sección de base y además, o alternativamente, la misma sección de borde estén subdivididas de nuevo en al menos dos o más partes. De este modo se puede simplificar la instalación, a saber
5 fijación a la parte principal o a la sección de base.

En particular una subdivisión de la sección de borde simplifica su fijación en la sección de base en el lugar de colocación. En el lugar de colocación están presentes en general otras herramientas, como es el caso en la nave de fabricación. A ello se puede adaptar un segmento de borde de fuga semejante mediante la subdivisión y nueva
10 subdivisión propuestas.

Preferentemente la pala de rotor está construida de modo que el segmento de borde de fuga solo está fijado como revestimiento en la parte principal de la pala de rotor, que forma la estructura portante de la pala de rotor. El segmento de borde de fuga no contribuye por ello a la construcción portante. El segmento de borde de fuga, o partes
15 de él, se puede pegar por ejemplo en la parte principal de la pala de rotor. Mediante la configuración en varias partes de la pala de rotor se puede conseguir una reducción de la solicitación, de modo que se puede reducir una formación de grietas. También se puede optimizar el montaje.

Preferentemente la parte principal de la pala de rotor discurre desde la zona de raíz, en particular desde una brida
20 de la pala de rotor, recta en la dirección longitudinal, en particular recta hasta una zona central de la pala de rotor, es decir, sin estrecharse en esta dirección. Este desarrollo recto puede estar previsto hasta por encima del 40%, en particular por encima del 45%, preferentemente hasta aproximadamente la mitad de la pala de rotor.

La presencia de una parte principal de la pala de rotor semejante esencialmente recta en una sección también
25 puede conseguir discontinuidades de geometría y/o curvaturas en la zona de la pala de rotor, es decir, referido al rotor de la instalación de energía eólica, en la zona interior de la pala de rotor dirigida hacia el buje.

Mediante esta construcción se pueden conseguir ahorros de peso considerables.

Por consiguiente preferentemente también se propone un segmento de borde de fuga de una pala de rotor, que esté configurado en varias partes, según se ha explicado arriba en relación con algunas formas de realización de una
30 pala de rotor.

Preferentemente un segmento de borde de fuga semejante está preparado para usarse en una pala de rotor según
35 al menos una de las formas de realización descritas arriba. En particular el segmento de borde de fuga presenta las características que se han descrito respectivamente para un segmento de borde de fuga en relación con respectivamente una forma de realización de una pala de rotor.

Además, según la invención se propone una instalación de la pala de rotor con una pala de rotor según una de las
40 formas de realización descritas anteriormente.

Además, se da a conocer un procedimiento para la elaboración de una pala de rotor. En este caso se propone que en primer lugar se fabrique una parte principal de la pala de rotor. Además, se fabrica una sección de base de un segmento de borde de fuga. Además, se fabrica una sección de borde del segmento de borde de fuga. En otra etapa
45 se fija la sección de base en la parte principal de la pala de rotor y finalmente se fija la sección de borde en la sección de base, que ya está fijada en la parte principal de la pala de rotor.

Además, se da a conocer un procedimiento para la colocación de una instalación de energía eólica, presentando esta instalación de energía eólica al menos una pala de rotor. Este procedimiento para la colocación propone que la
50 pala de rotor o cada una de las palas de rotor de la instalación de energía eólica se fabriquen según se ha descrito arriba. Pero a este respecto en este procedimiento de colocación se propone que la parte principal de la pala de rotor se transporte con la sección de base fijada al lugar de colocación de la instalación de energía eólica. La sección de borde se transporta por separado al lugar de colocación, al menos se transporta al lugar de colocación de la instalación de energía eólica en el estado no fijado en la sección de base. solo en el lugar de colocación se fija
55 entonces la sección de borde en la sección de base. Otras etapas de la colocación de la instalación de energía eólica se realizan de modo y manera habituales para el especialista.

Una ventaja de un segmento de borde de fuga largo, referido a la pala de rotor, también consiste en que se puede conseguir una fijación estable en la parte principal de la pala de rotor o que la fijación se puede mejorar en particular
60 con vistas a la estabilidad y durabilidad respecto a cajas de borde de fuga o segmentos de borde de fuga más

cortos.

Preferentemente se propone que una pala de rotor presente una tapa de protección frente a la erosión en su nariz de la pala de rotor. De este modo la nariz de la pala de rotor se puede proteger frente a la erosión, que puede aparecer en particular durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica debido al movimiento de giro del rotor con las palas de rotor. Una tapa de protección frente a la erosión semejante está prevista como componente separado, que se fija en la pala de rotor, en particular en la parte principal de la pala de rotor. Así un componente esencial de la pala de rotor, a saber la parte principal de la pala de rotor, se puede elaborar independientemente y en particular con vistas a bajo peso con elevada estabilidad de la pala de rotor. Una nariz de la pala de rotor protegida y un borde de fuga de la pala de rotor especial se pueden juntar respectivamente mediante una pieza separada o varias piezas separadas. De este modo se puede conseguir una flexibilidad de la pala de rotor en su elaboración y en su configuración.

A continuación se explica la invención a modo de ejemplo mediante formas de realización en referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una instalación de energía eólica en una representación en perspectiva.

La figura 2 muestra una pala de rotor en una representación en sección con una sección transversalmente al eje longitudinal de la pala de rotor en una representación esquemática.

La figura 3 muestra una sección de la raíz de la pala de rotor en una vista en perspectiva, semitransparente para la ilustración de posibles flujos de aire en la pala de rotor.

La figura 4 muestra una raíz de la pala de rotor según la invención en una vista en perspectiva, semitransparente con dos medios calefactores.

La figura 5 muestra una pala de rotor de forma esquemática en una vista axial de la zona de raíz de la pala de rotor para la ilustración de varias cavidades conductoras del flujo de aire.

La figura 6 muestra un medio calefactor en una representación en perspectiva.

Las figuras 7 a 9 muestran una pala de rotor en una vista en planta en diferentes estados de fabricación.

La fig. 1 muestra una instalación de energía eólica 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un spinner 110. El rotor 106 se pone en rotación por el viento durante el funcionamiento y de este modo acciona un generador en la góndola 104.

La figura 2 muestra una sección transversal a través de una pala de rotor 2 con una nariz de la pala de rotor 4 y un borde de fuga de la pala de rotor 6. La sección transversal representada muestra un perfil de la pala de rotor 2 aproximadamente en su zona central, referido a la dirección longitudinal de la pala de rotor. Por lo demás el perfil presenta un lado de aspiración 8 y un lado de presión 10. Para el refuerzo de la cubierta exterior 12 están previstos entre otros un primer y segundo mamparo de refuerzo 14 o 16. Ambos mamparos de refuerzo 14 y 16 están rayados y por consiguiente representados como elementos cortados y forman paredes continuas y subdividen la pala de rotor 2 al menos en la zona mostrada en una primera cavidad 18, que señala hacia la nariz de la pala de rotor 4, una segunda cavidad 20, que señala hacia el borde de fuga de la pala de rotor 6, y una cavidad central 22, que está dispuesta entre los dos mamparos de refuerzo 14 y 16.

En la zona de la segunda cavidad 20 está representado un nervio de refuerzo 24, no obstante, que no es continuo en la dirección longitudinal y en este sentido no separa la segunda cavidad 20 en dos cavidades. La cubierta exterior 12 no está representada rayada a fin de aumentar la claridad de la figura 2. Realmente la cubierta exterior 12 también está cortada según la representación de la figura 2, es decir, discurre como cubierta exterior continua en la dirección longitudinal de la pala de rotor.

Para esta pala de rotor mostrada en la figura 2 se propone prever respectivamente una introducción separada de un flujo de aire caliente para la primera y segunda cavidad 18 y 20. Estos dos flujos de aire cálido o flujos de aire caliente se pueden reconducir luego, cuando están enfriados debido al calentamiento de la sección correspondiente de la pala de rotor, conjuntamente a través de la cavidad central 22.

La figura 3 ilustra la posibilidad de un primer flujo de aire caliente 26 en una primera cavidad 18 de la pala de rotor

mostrada por fragmentos. A este respecto, el fragmento en perspectiva de la figura 3 muestra de la pala de rotor 2 solo la parte principal de la pala de rotor y por consiguiente no el segmento de borde de fuga.

5 La figura 3 explica que el primer flujo de aire caliente 26 se puede hacer fluir en la cavidad central 22 entre los dos mamparos de refuerzo 14 y 16 de vuelta hacia la raíz de la pala de rotor 28 como corriente de retorno 36. Allí el aire se puede aspirar de nuevo por un medio calefactor 30, calentarse e impulsarse en la primera cavidad 18.

Las referencias de las figuras 2 a 9 están seleccionadas iguales para elementos similares, pero eventualmente no idénticos, a fin de explicar las relaciones correspondientes.

10 Las cavidades 18, 20 y 22 pueden estar cerradas en la zona de la raíz de la pala de rotor 28 mediante una cubierta de borde final 32, pudiendo presentar la cubierta de borde final aberturas dirigidas, a fin de canalizar las corrientes de aire correspondientes, a saber, en particular corrientes previas en la primera y segunda cavidad 18, 20 y una corriente de retorno en la cavidad central 22.

15 La figura 4 muestra el uso de segundos medios calefactores 30, de los que el uno calienta el aire y lo impulsa en la primera cavidad 18 y lo guía allí formando el primer flujo de aire caliente 26. Otro medio calefactor 30 calienta el aire y lo impulsa en la segunda cavidad 20 y resulta un segundo flujo de aire caliente 34. La primera y la segunda cavidad y la cavidad central también se pueden designarse como primera y segunda cámara hueca o como cámara hueca central. El segundo flujo de aire caliente 34 fluye por consiguiente en la segunda cavidad o la segunda
20 cámara hueca, y el aire del primer flujo de aire caliente 26 y del segundo flujo de aire caliente 34 se reconducen conjuntamente como corriente de retorno 36 a través de la cavidad central 22 o la cámara hueca central hacia la zona de raíz 28. Allí la corriente de retorno o el flujo de retorno se dividen en dos flujos parciales 38, a saber, mediante aspiración de los dos medios calefactores. Correspondientemente se suministran de nuevo al primer flujo
25 de aire caliente 26 o al segundo flujo de aire caliente 34, por lo que se consigue un circuito.

La vista de la zona de raíz de la pala 28 según la figura 5 muestra la primera, segunda y cavidad central 18, 20 y 22. En el fondo se puede reconocer la punta de la pala de rotor 40. A este respecto, la cavidad central 22 se forma esencialmente mediante mamparos de refuerzo 24, apoyado por la cubierta exterior 12.

30 La figura 6 muestra una representación ampliada de un medio calefactor 30, que presenta esencialmente un ventilador 42, inclusive motor de accionamiento 44 y una batería calefactora 46. El ventilador aspira el aire frío y lo conduce a o a través de la batería calefactora 46. En la batería calefactora 46 se calienta por ello el aire y se impulsa en la primera o segunda cavidad.

35 El medio calefactor 30 presenta además una sección de cierre 48, que termina la cavidad en cuestión, es decir, la primera cavidad 18 o la segunda cavidad 20, en el lado de la pala de rotor, para que el aire caliente insuflado allí no se desvíe. Está previsto otro prolongación de fijación 50, con la que el medio calefactor 30 se puede poner desde dentro en una cubierta exterior de la pala de rotor y fijarse allí. Las baterías calefactoras presentan preferentemente
40 potencias calefactoras en el rango de 10 kW hasta 75 kW como potencia nominal. La capacidad del ventilador se puede situar en el rango de 2100 m³/h hasta 5000 m³/h.

Las figuras 7 a 9 muestran respectivamente una pala de rotor 2 con una nariz de la pala de rotor 4 y un borde de fuga de la pala de rotor 6. La pala de rotor 2 se extiende de la zona de raíz de la pala de rotor 28 hacia la punta de la
45 pala de rotor 40. A este respecto, la pala de rotor 2 comprende esencialmente una parte principal de la pala de rotor 52 y un segmento de borde de fuga 54. A este respecto, el segmento de borde de fuga 54 está dividido en una sección de base 56 y una sección de borde 58. La sección de base 56 se debe fijar en la parte principal de la pala de rotor 52. La sección de borde 58, que se fija en la sección de base 56, está subdividida por su lado igualmente, a saber, en bloques de segmento 60. Los tres bloques de segmento 60 se diferencian en su forma concreta, pero por
50 claridad están previstos con la misma referencia. La sección de borde 58, en particular el bloque de segmento 60 dirigido hacia la zona de raíz de la pala de rotor 28 presenta un perfil aplanado hacia atrás. Esto considera las relaciones de corriente particulares de la pala de rotor en la zona de la raíz de la pala de rotor 28.

De la figura 7 se puede deducir que la parte principal de la pala de rotor 52 desde su raíz de la pala 28 hacia la zona
55 central 62, que está dibujada aproximadamente a medio camino entre la raíz de la pala de rotor 28 y la punta de la pala de rotor 40, presenta una anchura casi inalterada. La parte principal de la pala de rotor está fabricada aquí preferentemente como cuerpo enrollado o cuerpo bobinado. Al menos presenta en su estructura base un cuerpo base enrollado. Este cuerpo enrollado es aquí esencialmente cilíndrico, a saber, en el sentido matemático. Un cuerpo enrollado semejante está fabricado de material reforzado con fibras, en particular de plástico reforzado con
60 fibras de vidrio o reforzado con fibras de carbono y en particular está enrollado en muchas capas con diferentes

direcciones de fibras u orientaciones de fibras. Se puede enrollar un cuerpo tubular, es decir, circular en sección transversal o uno oval o poligonal con esquinas redondeadas. Pero esencialmente la sección transversal de este cuerpo enrollado y por consiguiente esencialmente la sección transversal de la parte principal de la pala de rotor 52 debería permanecer aproximadamente igual en forma y tamaño de la raíz de la pala de rotor 28 hasta 5 aproximadamente la zona central 62.

Se ha reconocido que con un cuerpo semejante, en particular un cuerpo así enrollado se puede conseguir una construcción esbelta, estable y por consiguiente de peso comparablemente ligero. Se puede complementar una forma eventual que se desvía por aspectos aerodinámicos. Las formas más pequeñas se pueden conformar en este caso en el proceso de fabricación de la parte principal 52, en particular mediante la elaboración del cuerpo principal de la pala de rotor en una forma de fabricación correspondiente para el material reforzado de fibras. A este respecto, para la zona de borde de fuga se propone la presencia del segmento de borde de fuga 54. Éste se extiende por consiguiente de la zona de raíz de la pala de rotor 28 hasta la zona central 62 de la pala de rotor 2. Gracias a esta construcción global se puede conseguir un ahorro de peso considerable respecto a las construcciones convencionales. La solución propuesta contiene a este respecto un segmento de borde de fuga 54 muy largo, que está fijado, p. ej. pegado básicamente como elemento o elementos de revestimiento en la parte principal de la pala de rotor.

Las figuras 7 a 9 ilustran además distintas etapas de fabricación o etapas de ensamblaje para la elaboración y montaje de la pala de rotor 2. Por tanto la parte principal de la pala de rotor 52 está elaborada según la figura 7 en primer lugar como componente separado. El segmento de borde de fuga 54 está fabricado igualmente de forma separada respecto a la parte principal de la pala de rotor 52.

Según la figura 8 se muestra entonces un estado de entrega de la pala de rotor 2, a saber, de qué modo y manera se prepara la pala de rotor 2 para el transporte al lugar de colocación. En este caso la sección de borde de fuga 56 ya está fijada en la parte principal de la pala de rotor 52. A este respecto, el segmento de borde de fuga 56 está configurado de modo que en el estado montado o fijado no se aumenta esencialmente el tamaño de transporte de la pala de rotor 2 parcialmente ensamblada en este sentido. La sección de borde 58 con sus tres bloques de segmentos 60 todavía no está montada o fijada, según ilustra la figura 8.

Sólo tras el transporte de la pala de rotor 2, a saber, al lugar de colocación de la instalación de energía eólica en cuestión, la sección de borde 58 también se fija en la sección de base 56 y por consiguiente en la parte principal de la pala de rotor 52. Ahora la pala de rotor 2 presenta un tamaño constructivo que apenas es apropiado para el transporte sobre carretera. La figura 9 muestra este estado ensamblado.

Además, en las figuras en la zona de la nariz de la pala de rotor 4 hacia la punta de la pala de rotor 40 se muestra la disposición de una tapa de protección frente a la erosión 64, que se dispone en particular en la zona exterior de la pala de rotor 2, es decir, en la zona de la zona central 62 hacia la punta de la pala de rotor 40 en la nariz de la pala de rotor 4. Este elemento también se propone para la instalación posterior, de modo que la parte principal de la pala de rotor 52 se puede elaborar de forma independiente una de otra.

Preferentemente, lo que se propone para cada pala de rotor 2 de una de las formas de realización representadas arriba, en la zona exterior de la pala de rotor, es decir, en la zona de la zona central 62 hacia la punta de la pala de rotor 40 en la zona del borde de fuga 6 es ventajosa la presencia de un borde final de la pala de rotor. Un borde final de la pala de rotor 66 semejante puede estar previsto como elemento tridimensional reforzado con fibras de vidrio y/o como elemento del mismo material que la parte principal de la pala de rotor 52. La configuración como borde final tridimensional 66 propone en este sentido que este borde final 66 se diseñe y configure en tres dimensiones. Es decir, dependa de la profundidad, anchura y altura del borde final 66. En particular se propone usar aquí un borde de fuga dentado.

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor (2) de una instalación de energía eólica (100), con

- 5 - una nariz de la pala de rotor (4),
- un borde de fuga de la pala de rotor (6),
- una zona de raíz de la pala de rotor (28) para la fijación de la pala de rotor (2) en un buje de la instalación de energía eólica (100),
- una punta de la pala de rotor (40),
10 - en la que la pala de rotor (2) se extiende de la zona de raíz de la pala de rotor (28) a lo largo de una dirección longitudinal hacia la punta de la pala de rotor (40) y
- la pala de rotor (2) comprende interiormente al menos
- una primera cavidad (18) dirigida hacia la nariz de la pala de rotor (4) y
- una segunda cavidad (20) dirigida hacia el borde de fuga de la pala de rotor, y
15 - la primera cavidad (18) se calienta por un primer medio calefactor (30) y la segunda cavidad (20) por un segundo medio calefactor (30), a fin de calentar la punta de la pala de rotor (4) o el borde de fuga de la pala de rotor (6),
caracterizada porque
- los medios calefactores son apropiados para calentar aire e impulsarlo a fin de generar un flujo de aire caliente.

20 2. Pala de rotor (2) según la reivindicación 1,

caracterizada porque

el primer y segundo medio calefactor (30) están dispuestos en la zona de la raíz de la pala de rotor (28) y, para el calentamiento, calientan aire cada vez y lo impulsan a la primera o segunda cavidad (18, 20).

25

3. Pala de rotor (2) según la reivindicación 1 o 2,

caracterizada porque

- entre la primera y segunda cavidad (18, 20) está dispuesta una cavidad central (22),

- 30 - el aire para el calentamiento se guía según lo previsto a través de la primera y segunda cavidad (18, 20) de la zona de raíz de la pala de rotor (28) en dirección a la punta de la pala de rotor (40) y
- se reconduce a través de la cavidad central (22) conjuntamente hacia la zona de raíz de la pala (28).

4. Pala de rotor (2) según la reivindicación 3,

35

caracterizada porque

el aire reconducido conjuntamente se calienta de nuevo según lo previsto por los medios calefactores (30) y, para el calentamiento, se impulsa en la primera o segunda cavidad (18, 20), de modo que se produce un circuito.

40 5. Pala de rotor (2) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizada porque

los medios calefactores están previstos (30) para funcionar por separado.

45 6. Pala de rotor (2) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizada porque

la pala de rotor (2) se divide interiormente mediante mamparos de refuerzo (24) en las cavidades (18, 20, 22) y en particular una cavidad central o la cavidad central (22) está dispuesta entre dos mamparos de refuerzo (24).

50

7. Instalación de energía eólica (100) que comprende al menos una pala de rotor (2) según una de las reivindicaciones 1 a 6.

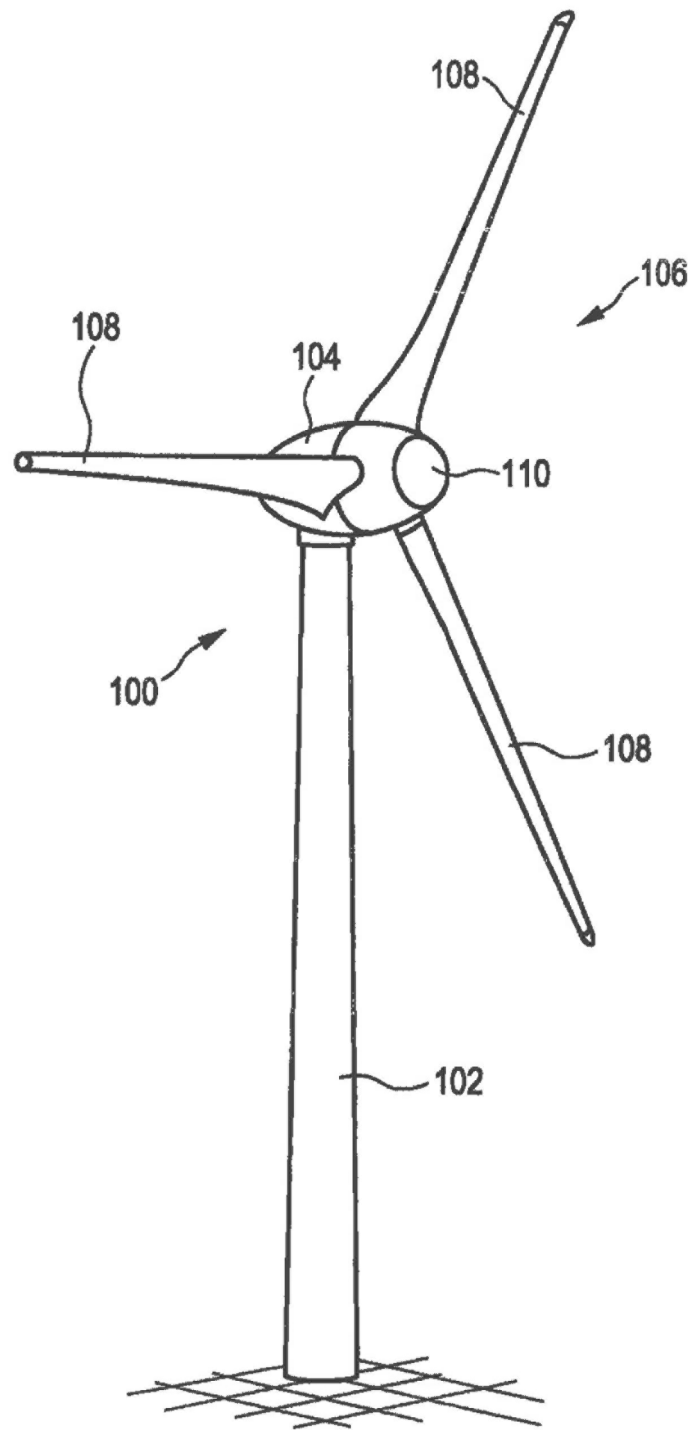


Fig. 1

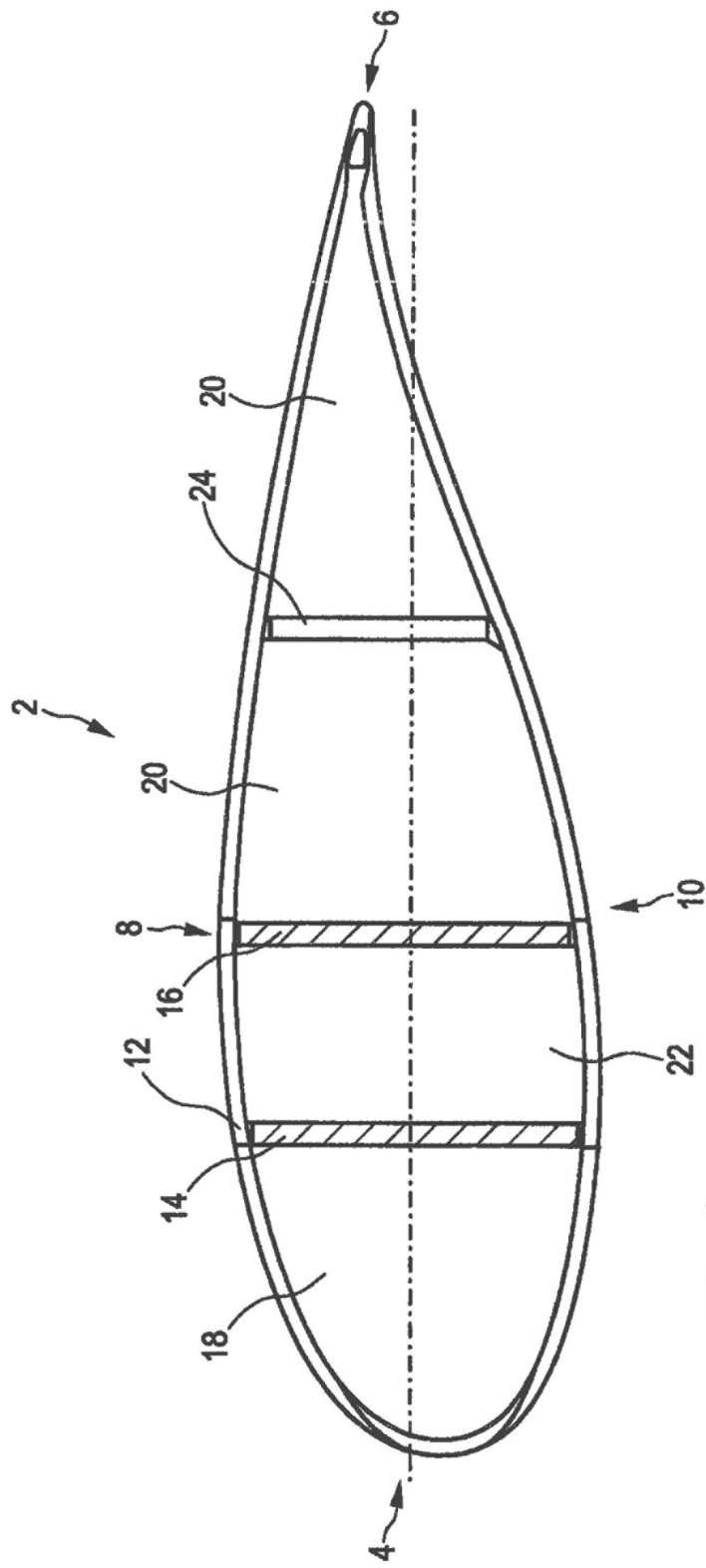


Fig. 2

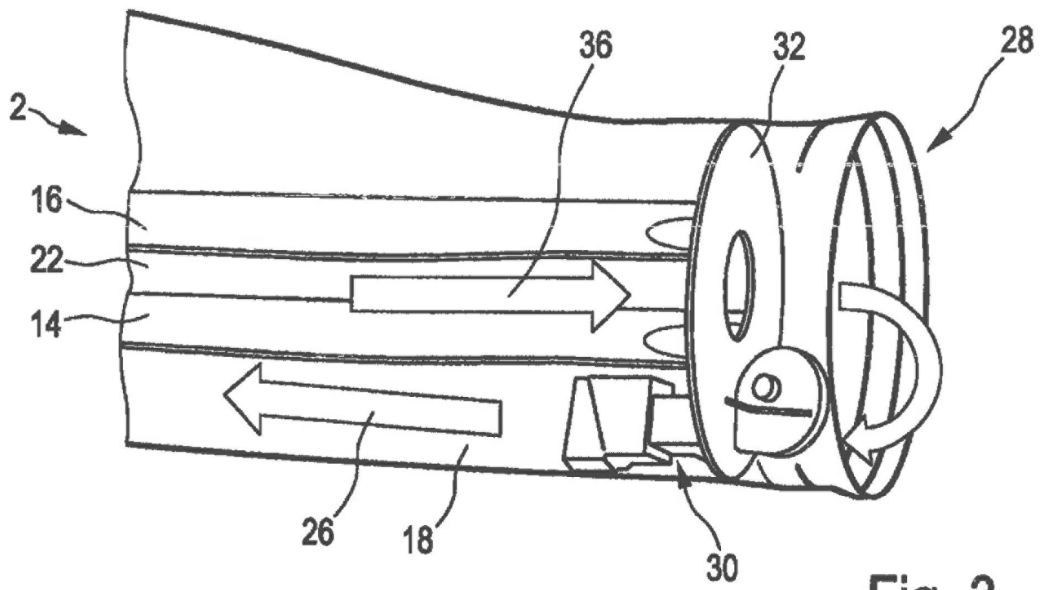


Fig. 3

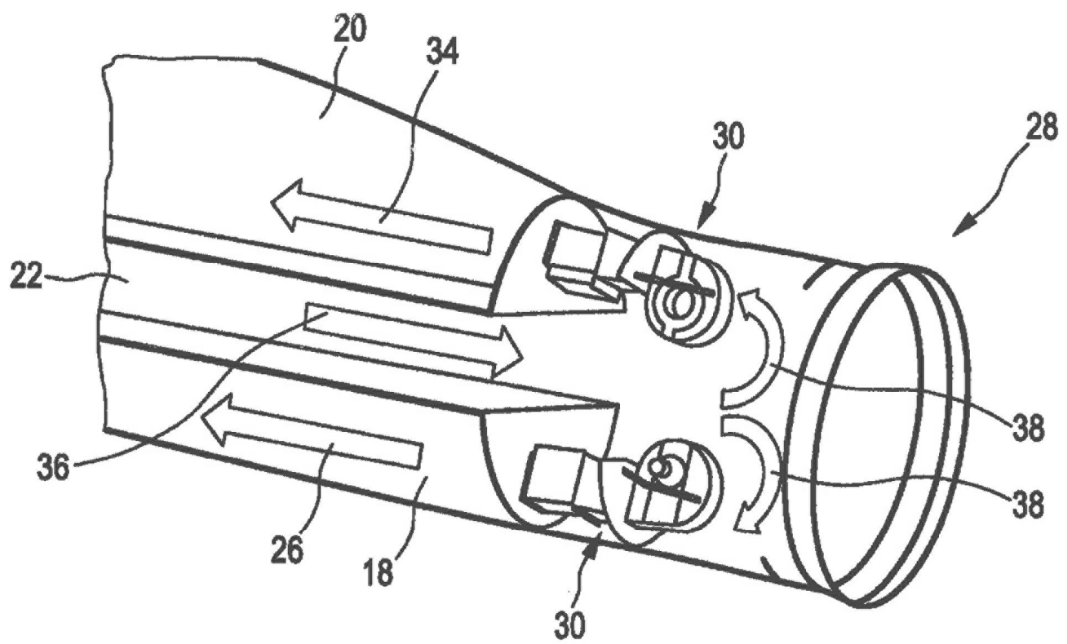


Fig. 4

