

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 436**

51 Int. Cl.:

F03D 3/04 (2006.01)

F03D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2011 E 11177566 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017 EP 2420672**

54 Título: **Turbina eólica**

30 Prioridad:

17.08.2010 DE 202010011596 U
20.10.2010 DE 102010048815

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

06.07.2017

73 Titular/es:

SCHEID, RALF (33.3%)
Elsternweg 7
90513 Zirndorf, DE;
HELM, THOMAS (33.3%) y
LEISCH, NORBERT (33.3%)

72 Inventor/es:

SCHEID, RALF;
HELM, THOMAS y
LEISCH, NORBERT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 622 436 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

Turbina eólica

5 La invención se refiere a una turbina eólica, con un rotor que gira en torno a un eje vertical bajo la acción de un flujo de aire, con elementos de guía de aire que rodean por el exterior el rotor y con un árbol de rotor acoplable o acoplado a un generador.

Los aerogeneradores sirven para la conversión de energía cinética de un flujo de aire en energía eléctrica, mediante el recurso de que álabes de rotor son hechos girar por la energía cinética, a través de lo cual es accionado un generador.

10 Las turbinas eólicas con eje de giro vertical son apropiadas para la generación de energía eléctrica en lugares donde se producen flujos turbulentos de aire o corrientes térmicas fuertemente variables. Ejemplos de lugares de instalación apropiados son edificios con tejados planos en centros urbanos, bordes de acantilados o cimas de montañas.

15 En el documento DE 10 2009 004 016 A1 se describe una turbina eólica, que tiene un rotor con árbol de rotor vertical, que posee palas de accionamiento dispuestas verticalmente. Las palas de accionamiento están dispuestas de tal modo que entre dos palas de accionamiento contiguas se forma un canal de flujo con sección transversal decreciente. El aire atraviesa el rotor y abandona éste por el lado opuesto al viento. El rotor está rodeado por palas de guía estacionarias, a través de lo cual debe aumentarse la superficie de captación de viento.

Turbinas eólicas de este tipo tienen sin embargo la desventaja de que en el interior se produce una presión dinámica elevada, que afecta a la potencia y al rendimiento de la turbina eólica.

20 En el documento DE 697 16 743 T2 se propone una turbina eólica, en la que un rotor con palas está dispuesto en el interior de un estátor con palas. El estátor rodea aquí el rotor como un alojamiento. Las palas del rotor y del estátor están dispuestas de tal modo que el aire que fluye a través de la turbina eólica es hecho girar y abandona la turbina eólica por el lado opuesto al viento. Sin embargo, también esta turbina eólica presenta la desventaja de la aparición de una presión dinámica elevada en su interior.

25 En el documento EP 1 961 956 A1 se describe una turbina eólica, que tiene un rotor con álabes de rotor dispuestos verticalmente. La base del rotor está conformada de forma plana por un lado inferior de los álabes de rotor y tiene un resalte central troncocónico.

30 En el documento WO 2007/066207 A2 se da a conocer una máquina para la generación de energía eléctrica a partir de energía eólica con una turbina superior y una inferior. El viento fluye respectivamente a lo largo de una superficie exterior de las turbinas.

El documento US 2003/0175109 A1 se refiere a una turbina para la generación de energía eléctrica, la cual está unida en una salida a medios para la generación de una depresión.

35 El documento US 5.300.817 A da a conocer una turbina solar Venturi, que tiene canales de flujo inclinados. Aquí, las superficies calentables por rayos solares están dispuestas por el lado exterior de un tubo de Venturi, en cuyo interior gira una turbina.

El documento FR 2874240 A1 da a conocer una torre generadora de energía eólica con un elemento cónico de guía de flujo dispuesto en la base. En la zona superior de la torre están conectadas en serie una multiplicidad de turbinas.

El documento US 4.433.544 A da a conocer una turbina eólica y termosolar, en la que un flujo de aire es desviado desde una dirección horizontal a una dirección vertical.

40 La invención tiene por ello como base la tarea de proporcionar una turbina eólica que pueda ser atravesada por un flujo de aire sin que se produzca una indeseada presión dinámica elevada.

45 Para resolver esta tarea, en una turbina eólica del tipo citado al principio está previsto conforme a la invención que el rotor rodee un canal de flujo, en que el canal de flujo tiene una superficie de deflexión de flujo para la deflexión del flujo de aire hacia una abertura de salida, en que la superficie de deflexión de flujo está conformada al menos aproximadamente de forma cónica o hiperbólica y tiene una zona de pie redondeada, que asciende de forma inclinada y limita en la dirección de flujo con una superficie inferior inclinada del rotor, en que la superficie inferior y la zona de pie están unidas con una transición continua entre ellas.

50 La invención tiene como base el reconocimiento de que puede evitarse la aparición de la presión dinámica indeseada en el interior de la turbina eólica siempre que el rotor rodee un canal de flujo, que tenga una superficie de deflexión de flujo para la deflexión del flujo de aire hacia una abertura de salida. Como el flujo de aire, a diferencia de las turbinas eólicas habituales, no se estanca en el interior de la turbina eólica, no puede producirse ninguna

presión dinámica indeseadamente elevada. La superficie de deflexión de flujo rodea conforme a la invención el rotor, es decir está dispuesta en el interior del rotor.

5 Conforme a un perfeccionamiento de la invención, la superficie de deflexión del flujo puede estar conformada en la turbina eólica conforme a la invención al menos aproximadamente de forma cónica. Mediante la estructuración cónica y rotacionalmente simétrica de la superficie de deflexión del flujo se garantiza que el flujo de aire, que fluye entrando horizontalmente en espiral a través de los elementos de guía de aire y el rotor, sea desviado hacia la abertura de salida tras superar el rotor. La superficie de deflexión del flujo, conformada preferentemente como cono, provoca aquí que la variación de dirección impuesta al flujo de aire sea continua, de modo que no se producen turbulencias.

10 Es particularmente preferido que la superficie de deflexión del flujo tenga una forma hiperbólica.

Un rendimiento aún mayor se obtiene en la turbina eólica conforme a la invención cuando ésta tiene un medio para la generación de una depresión en la zona de la abertura de salida. Mediante el medio de generación de depresión opcionalmente previsto se genera una succión, que se propaga a través de la abertura de salida en dirección opuesta a la dirección de flujo y favorece el flujo de paso, sin que se produzcan resistencias al flujo inaceptablemente elevadas.

15 En la turbina eólica conforme a la invención, el medio para la generación de depresión puede comprender un tubo de Venturi, en el que desemboca el canal de flujo. Un tubo de Venturi es un canal de flujo que tiene un sector de diámetro reducido, con lo que aumenta la velocidad del medio que fluye a su través. Cuando el canal de flujo de la turbina eólica conforme a la invención desemboca en la zona del tubo de Venturi de diámetro reducido, debido a la depresión en el tubo de Venturi se produce una succión, de modo que el flujo de aire que atraviesa la turbina eólica es aspirado hacia fuera desde la abertura de salida. Como el canal de flujo tiene una variación continua en el interior de la turbina eólica, el flujo se mantiene laminar y con ello con poca resistencia.

20 Un efecto aún mejor, también para direcciones de viento arbitrarias, resulta cuando el medio para la generación de depresión, en particular el tubo de Venturi, está soportado de forma giratoria y comprende una veleta. La veleta está conformada para ello de modo que se alinea con el viento, es decir que bajo la influencia del viento incidente gira colocándose paralelamente al viento, de modo que la resistencia generada por ella es mínima. En este estado, el tubo de Venturi es atravesado en la dirección longitudinal, de modo que la depresión generada es máxima.

25 En la turbina eólica conforme a la invención puede estar previsto que el canal de flujo tenga una sección transversal decreciente en la dirección de flujo al menos por sectores. Mediante la sección transversal decreciente se consigue una compresión al menos pequeña del flujo de aire que la atraviesa, lo cual tiene un efecto ventajoso sobre el accionamiento del rotor y del generador. Conforme a un perfeccionamiento de la turbina eólica conforme a la invención, puede estar previsto que la superficie de deflexión del flujo tenga una zona de pie redondeada y que el rotor y la superficie de deflexión del flujo estén unidos preferentemente con una transición continua entre ellos. Las curvaturas continuas provocan que se mantenga el flujo laminar deseado en el interior de la turbina eólica. La superficie de deflexión del flujo está conformada de modo que el flujo de aire es desviado aproximadamente en 90° hacia arriba, desde donde abandona la turbina eólica a través de la abertura de salida.

30 Entra también dentro del alcance de la invención que los elementos de guía de aire que rodean el rotor estén conformados como palas de guía perfiladas y los canales limitados por palas de guía contiguas tengan una sección transversal decreciente en la dirección de flujo.

40 Las palas de guía están conformadas y dispuestas de tal modo que el flujo de aire es conducido a lo largo de una trayectoria en espiral hacia el centro del rotor.

45 Para controlar la cantidad de aire entrante, puede estar previsto en la turbina eólica conforme a la invención que las aberturas formadas entre elementos de guía de aire contiguos puedan ser cerradas total o parcialmente. Las aberturas pueden ser abiertas o cerradas selectivamente por ejemplo mediante tapas, trampillas o persianas controlables. Para ello puede estar prevista preferentemente una disposición de control, que también puede emplearse para la protección frente a rachas de viento fuertes.

Otras ventajas y detalles de la invención son explicados con ayuda de un ejemplo de realización con referencia a los dibujos. Los dibujos son representaciones esquemáticas y muestran:

50 la figura 1 una vista, en corte a lo largo de la línea I-I de la figura 2, de una turbina eólica conforme a la invención;

la figura 2 una vista lateral en corte de la turbina eólica conforme a la invención de la figura 1;

la figura 3 una vista lateral de los elementos de guía de aire de la turbina eólica conforme a la invención, y

la figura 4 una vista en perspectiva de los elementos de guía de aire de la figura 3.

La turbina eólica 1 mostrada en una vista en corte en la figura 1 comprende un rotor 2, que puede girar en torno a un eje vertical. El rotor 2 comprende palas de rotor 3 dispuestas separadamente entre sí en la dirección perimetral, que están dispuestas verticalmente en el rotor 2, en que palas de rotor 3 contiguas limitan canales de flujo 4, cuya sección transversal decrece en la dirección de flujo. Las palas de rotor 3 están conformadas de forma perfilada.

- 5 El rotor 2 está rodeado por el lado exterior por elementos de guía de aire 5, que están conformados como palas de guía. En el ejemplo de realización representado, el número de palas de rotor 3 corresponde al número de elementos de guía de aire 5, pero son imaginables también otras realizaciones, en las que el número de palas de rotor sea diferente del número de elementos de guía de aire. Como se muestra en la figura 1, las palas de rotor 3 y los elementos de guía de aire 5 están unidos con una transición al menos aproximadamente continua entre ellos.
- 10 El rotor 2 está cerrado por el lado superior y por el lado inferior, y lo mismo es válido para los elementos de guía de aire 5 estacionarios, que forman un anillo, que está cerrado por el lado superior y por el lado inferior.

En el interior del rotor 2 se encuentra un espacio libre 6, que aparece con forma anular en la representación en corte de la figura 1 y en cuyo centro está dispuesta una superficie de deflexión de flujo 7 cónica. En otras realizaciones, la superficie de deflexión de flujo puede tener una forma hiperbólica.

- 15 Un flujo de aire que entra en la turbina eólica 1 atraviesa primeramente los elementos de guía de aire 5, a continuación el canal de flujo 4 del rotor 2 y llega a través del espacio libre 6 a una abertura de salida no visible en la figura 1, desde donde el flujo de aire abandona la turbina eólica 1. Al atravesar la turbina eólica 1, el rotor 2, acoplado a un generador para la generación de energía eléctrica, es hecho girar. Como el flujo de aire, al atravesar la turbina, es desviado desde una dirección de flujo horizontal a una dirección de flujo vertical, en el interior de la turbina eólica 1 no se produce ninguna presión dinámica excesiva, que si no tendría efectos desventajosos sobre el rendimiento y la potencia producida.
- 20

- La figura 2 muestra la turbina eólica 1 en una vista lateral en corte. En la figura 2 se reconoce que la superficie de deflexión de flujo 7 está conformada al menos aproximadamente de forma cónica y tiene una punta 8 orientada hacia arriba. Igualmente puede observarse que en la zona de los elementos de guía de aire 5 estacionarios está prevista una base 9, que asciende en la dirección de flujo, con lo que la sección transversal de flujo es reducida y el flujo de aire es comprimido al menos un poco. A continuación de los elementos de guía 5 está dispuesto con continuidad el rotor 2, que tiene igualmente una superficie inferior 10 inclinada. En la dirección de flujo, una zona de pie 11 ascendente inclinada de la superficie de deflexión de flujo 7 cónica limita con la superficie inferior 10 del rotor 2, en que la superficie inferior 10 y la zona de pie 11 están unidas con transición continua entre ellas. Al atravesar la turbina eólica 1, el flujo de aire es desviado desde una dirección de flujo horizontal aproximadamente 90° hacia arriba a una dirección de flujo vertical.
- 25
- 30

- Encima del rotor 2 está previsto un canal de flujo 12, cuya sección transversal decrece en la dirección de flujo y que termina de forma enrasada con el lado interior del rotor 2. En su zona superior, el canal de flujo 12 tiene una abertura de salida 13, que en el ejemplo de realización representado está acodada en aproximadamente 90°, de modo que el flujo de aire abandona la abertura de salida 13 aproximadamente en dirección horizontal. La abertura de salida 13 del canal de flujo 12 desemboca en un tubo de Venturi 14, que es atravesado en la dirección de la flecha 15. El tubo de Venturi 14 tiene una zona de entrada que se estrecha cónicamente y una zona de salida que se ensancha cónicamente, y en las proximidades del diámetro más pequeño del tubo de Venturi 14 el aire que pasa es acelerado, de modo que se produce una depresión, que aspira el aire que sale por la abertura de salida 13. Con ello, el tubo de Venturi 14 apoya el paso del flujo de aire a través de la turbina eólica 1. Mediante la depresión generada en la zona de la abertura de salida 13, el aire impulsado por el rotor 2 hacia el espacio libre 6 es acelerado, con lo que el caudal de aire es aumentado. El tubo de Venturi 14 está conformado de forma giratoria mediante un soporte no representado, y una veleta provoca que el tubo de Venturi gire siempre hasta estar alineado con el viento.
- 35
- 40

- 45 En la vista lateral de la figura 3 y en la vista en perspectiva de la figura 4 se muestran los elementos de guía de aire 5 así como la base 9 que asciende en la dirección de flujo. Mediante la posición de los elementos de guía de aire 5 se garantiza que independientemente de la dirección de incidencia y con ello independientemente de la dirección actual del viento siempre entre aire en la turbina eólica 1, que fluye a lo largo de una trayectoria de flujo en espiral a través del rotor 2, hace girar entonces a éste y es desviado verticalmente hacia arriba en la zona de la superficie de deflexión de flujo 7 cónica central y abandona la turbina eólica 1 a través de la abertura de salida 13.
- 50

La turbina eólica mostrada en las figuras 1 a 4 es particularmente apropiada para la instalación sobre edificios, y además de ello puede ser colocada también sobre cimas de montañas o en otros lugares donde son esperables corrientes térmicas fuertemente variables o flujos de aire turbulentos.

- 55 Un árbol de rotor, no representado en los dibujos, está unido a un generador, para convertir la energía cinética del rotor en energía eléctrica. El generador está acoplado a un inversor, para generar la tensión alterna necesaria para el vertido a la red.

Por motivos de seguridad, el rotor 2 tiene al menos un tacómetro, para vigilar la velocidad de rotación y en caso de superación de la velocidad de rotación máxima admisible poder llevar a cabo un proceso de frenado. Además de ello puede estar previsto un sensor de presión, un sensor de flujo, un sensor de vibración o un sensor de temperatura.

- 5 Para evitar una sobrecarga a velocidades de viento muy altas, las aberturas formadas entre elementos de guía de aire contiguos pueden ser cerradas total o parcialmente. Para ello, pueden estar previstas persianas por el lado exterior de los elementos de guía de aire 5, o alternativamente las aberturas pueden ser abiertas o cerradas, de forma controlada por una disposición de control, también mediante trampillas o similares. Para evitar la formación de hielo, puede estar prevista una disposición de calentamiento, por ejemplo en forma de un calentador eléctrico, en la zona de los elementos de guía de aire 5 estacionarios, mediante lo cual la transición entre los elementos de guía de
- 10 aire 5 y el rotor 2 es protegida frente a la formación de hielo. La turbina eólica 1 puede tener una construcción de acero como subestructura, y adicionalmente puede estar previsto al menos un amortiguador de vibraciones, para evitar la transmisión de frecuencias de rotor al subsuelo, en particular a un edificio.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Turbina eólica (1), con un rotor (2) que gira en torno a un eje vertical bajo la acción de un flujo de aire, con elementos de guía de aire (5) que rodean por el exterior el rotor (2) y con un árbol de rotor acoplable o acoplado a un generador, en que el rotor (2) rodea un canal de flujo (4), **caracterizada porque** el canal de flujo (4) tiene una superficie de deflexión de flujo (7) para la deflexión del flujo de aire hacia una abertura de salida (13), en que la superficie de deflexión de flujo (7) está conformada al menos aproximadamente de forma cónica o hiperbólica y tiene una zona de pie (11) redondeada, que asciende de forma inclinada y limita en la dirección de flujo con una superficie inferior (10) inclinada del rotor (2), en que la superficie inferior (10) y la zona de pie (11) están unidas con una transición continua entre ellas.
- 10 2. Turbina eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** tiene un medio para la generación de una depresión en la zona de la abertura de salida (13).
3. Turbina eólica según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el medio para la generación de depresión comprende un tubo de Venturi (14), en el que desemboca el canal de flujo.
- 15 4. Turbina eólica según la reivindicación 3, **caracterizada porque** el medio para la generación de depresión, en particular el tubo de Venturi (14), está soportado de forma giratoria y comprende preferentemente una veleta.
5. Turbina eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el canal de flujo tiene una sección transversal decreciente en la dirección de flujo al menos por sectores.
- 20 6. Turbina eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los elementos de guía de aire (5) que rodean el rotor (2) están conformados como palas de guía perfiladas y los canales limitados por palas de guía contiguas tienen una sección transversal decreciente en la dirección de flujo.
7. Turbina eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** las aberturas formadas entre elementos de guía de aire (5) contiguos pueden ser cerradas total o parcialmente.
8. Turbina eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** está prevista una disposición de control para abrir y cerrar las aberturas.

25

FIG. 1

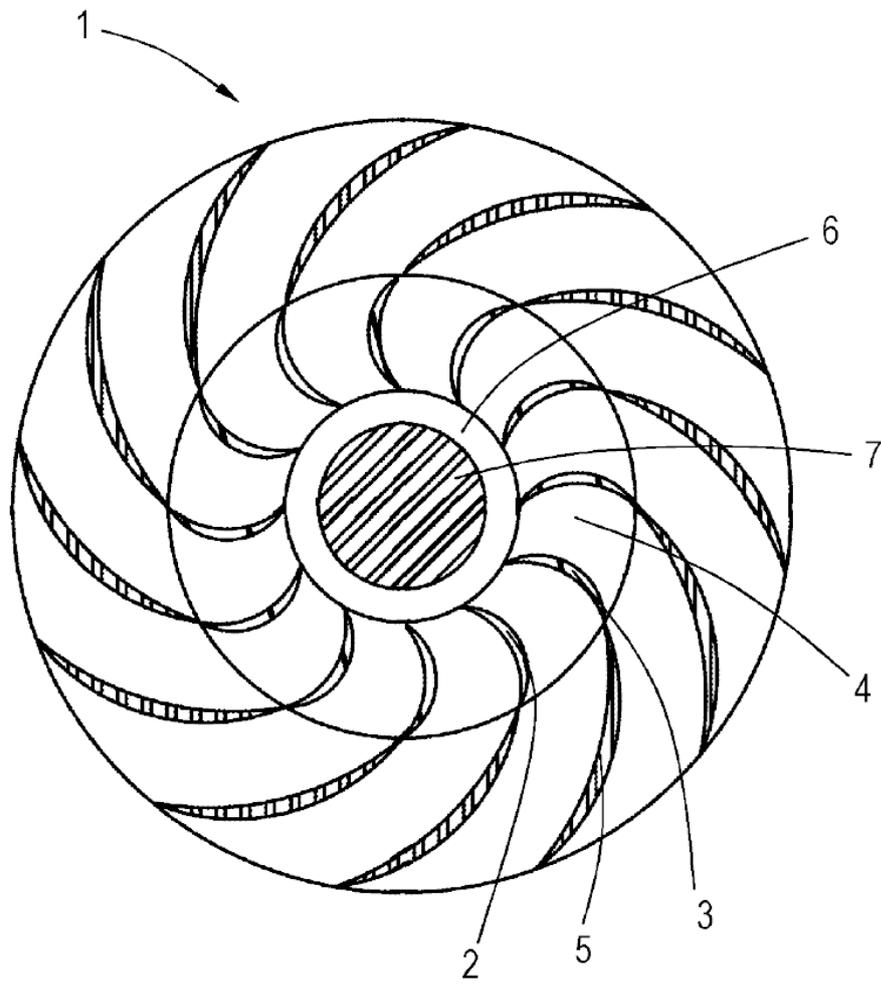


FIG. 2

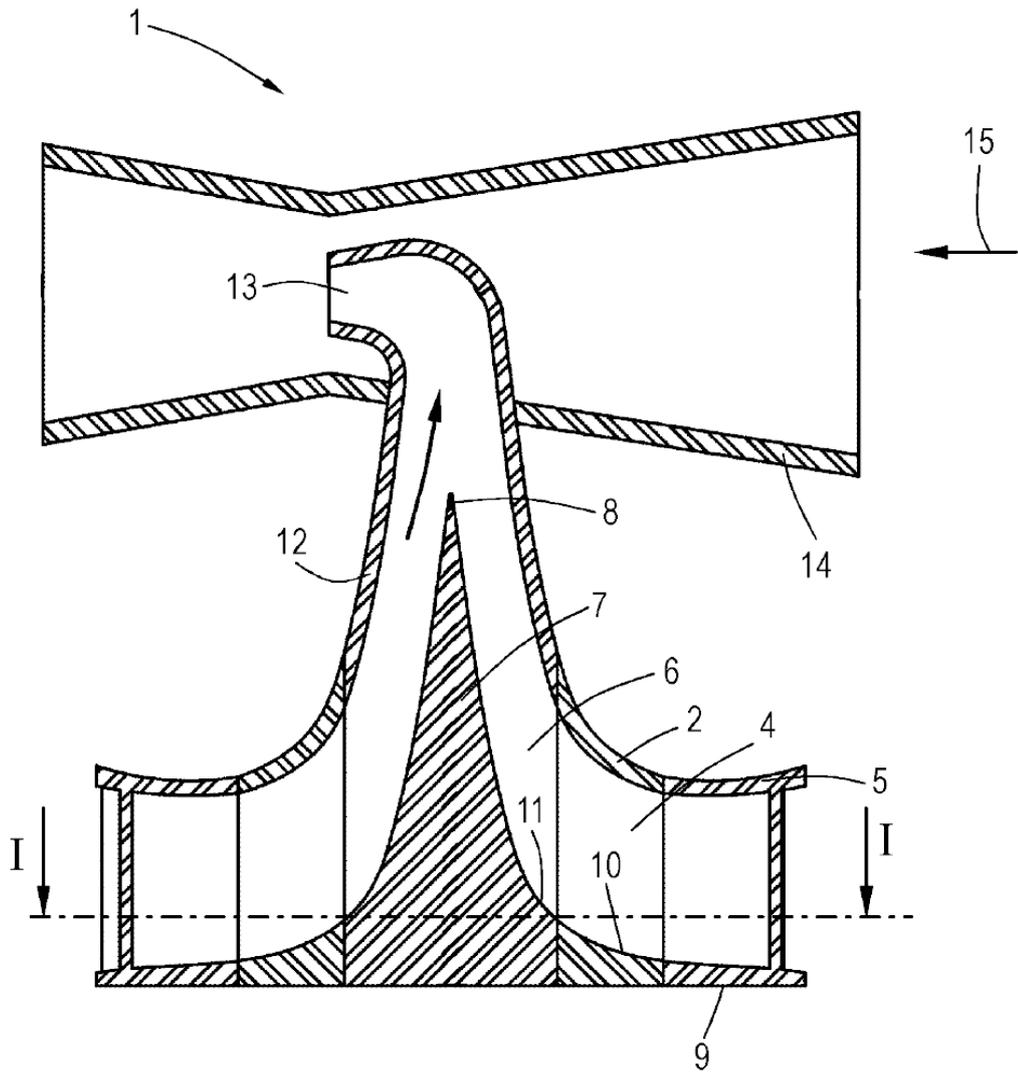


FIG. 3

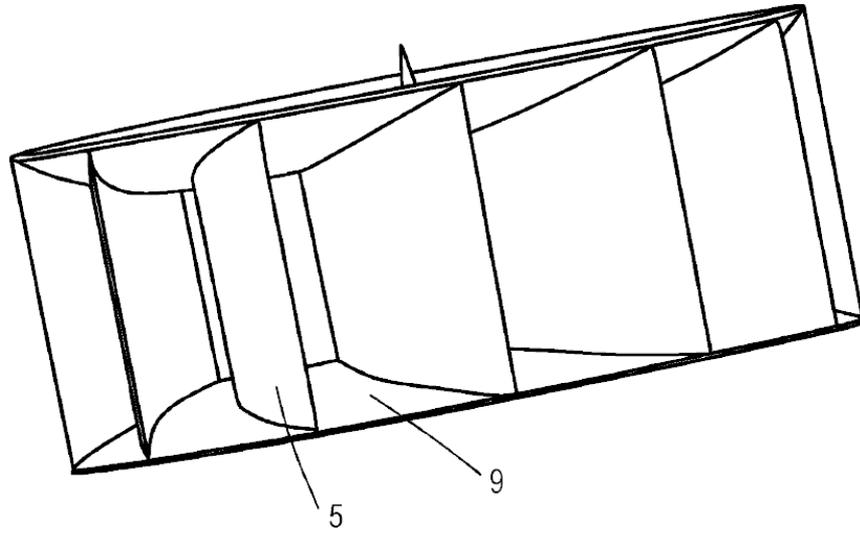


FIG. 4

