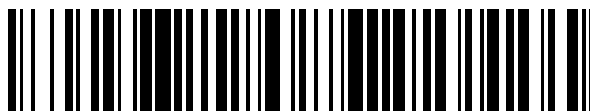


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 105**

51 Int. Cl.:

H02K 1/18 (2006.01)
H02K 1/20 (2006.01)
H02K 5/10 (2006.01)
H02K 9/04 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
F16J 15/54 (2006.01)
H02K 9/26 (2006.01)
F03D 9/25 (2006.01)
H02K 21/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2015** **PCT/CN2015/094852**
87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2016** **WO16165323**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2015** **E 15889019 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020** **EP 3252924**

54 Título: **Generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, sistema y estator del mismo**

30 Prioridad:

15.04.2015 CN 201510178525

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2020

73 Titular/es:

XINJIANG GOLDWIND SCIENCE & TECHNOLOGY CO. LTD. (100.0%)
107 Shanghai Road, Economic&Technological Development Zone, Urumqi
Xinjiang 830026, CN

72 Inventor/es:

MA, SHENGJUN;
XIN, RUJIANG;
WANG, DONG y
LIU, CHENGQIAN

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 796 105 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

Generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, sistema y estator del mismo

5 **Campo**

La presente solicitud se refiere al campo de la tecnología de energía eólica y, en particular, a un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, a un sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes y a un estator del mismo.

10 **Antecedentes**

Un generador eólico de rotor externo de accionamiento directo e imanes permanentes de tipo abierto en la tecnología convencional se enfría con aire natural. Una estructura de tipo abierto es propicia para la transferencia de calor de ventilación natural, y facilita el uso de un material de imán permanente para postes magnéticos para evitar la reducción del magnetismo en caso de un grado inadmisibles de aumento de temperatura. Sin embargo, el generador de energía generalmente está expuesto a condiciones ambientales extremadamente severas (expuesto al viento, heladas, lluvia, nieve, polvo, niebla salina, etc.).

El aislamiento de un generador refrigerado por aire que tiende a humedecerse se decide por su estado de funcionamiento y estructura. Dado que el aislamiento del generador solo puede emplear un medio de aislamiento sólido que está incrustado en ranuras de núcleo de hierro, y no puede sumergirse en un aceite aislante como lo hace un transformador, y tampoco puede sellarse en una carcasa metálica hermética llena de gas SF₆ como la subestación cerrada aislada con gas (SIG) hace, sino que solamente puede quedar expuesta al aire. Durante el funcionamiento normal, el calor generado por un núcleo de hierro y un devanado del generador deben ser eliminados por el flujo de aire. Cuando el calor generado por el generador y el calor disipado del generador alcanzan el equilibrio, las temperaturas del núcleo de hierro y el devanado del generador se mantienen dentro de un cierto intervalo numérico. Cuando el generador funciona normalmente, el interior del generador de accionamiento directo e imanes permanentes del rotor externo refrigerado por aire natural también toma aire del exterior como medio de enfriamiento. Las temperaturas del núcleo de hierro y el devanado pueden ser más altas que la temperatura del aire como medio de enfriamiento. Después de que el generador se detiene, las temperaturas del núcleo de hierro y el devanado disminuyen gradualmente, y debido al efecto de expansión térmica y la contracción del aire dentro de los huecos y entrehierros, una gran cantidad de aire ingresa al generador para alcanzar un equilibrio de presión. En tal caso, el aislamiento absorbe la humedad en el aire que se va a humedecer, y si está en una temporada de tormentas eléctricas, la humedad del aire puede ser mayor después de la lluvia, y el aislamiento del generador se humedecerá aún más gravemente. Después de que se humedece el aislamiento del generador, la corriente de fuga es decenas de veces o incluso cientos de veces del valor normal, y la resistencia de aislamiento es de unas décimas del valor normal. De acuerdo con el análisis de datos, si el aislamiento del generador se humedece severamente, no puede funcionar si no se realiza un tratamiento de secado. El aislamiento del generador humedecido severamente se considera desde la perspectiva de los datos de prueba de aislamiento. De hecho, en la fase inicial del aislamiento que se humedece, solamente la superficie del aislamiento absorbe humedad, y el interior del aislamiento no se humedece, la humedad en la superficie del aislamiento es pequeña y es mucho más fácil de secar en comparación con el caso del aislamiento sumergido en agua.

Cuando el aire tiene una gran humedad, la reducción de la resistencia de aislamiento, como resultado de que se humedece el aislamiento del generador, toma un breve tiempo, por ejemplo, un día o incluso varias horas. Por lo tanto, se requiere que la lluvia esté restringida para ingresar al generador en días lluviosos o que el aire húmedo dentro del generador se retire oportunamente después de la lluvia.

Para el generador eólico de rotor externo de góndola de tipo abierto, si se emplea una junta de contacto, el interior del generador no puede enfriarse directamente por un flujo de aire relativamente seco durante un tiempo prolongado en el tiempo de secado cuando no está lloviendo o nevando.

En la actualidad, las unidades de generación de energía térmica, las unidades de generación de energía hidroeléctrica y las unidades de energía nuclear que operan en la red eléctrica generalmente están dispuestas en una planta fija. En general, la planta puede no sufrir intrusión de lluvia y nieve. Incluso si las unidades de generación de energía hidroeléctrica se inundan y el medio de enfriamiento (agua) utilizado por las unidades generadoras anteriores se filtra, el mantenimiento de las condiciones de funcionamiento de las unidades de generación de energía que operan sobre el terreno es mucho más conveniente que los generadores de energía eólica en la costa o en alta mar que operan en la planta eólica. En el aspecto de la refrigeración del generador, si bien se puede aprovechar la comodidad y el rendimiento superior de la refrigeración por aire en el ambiente natural, el nivel de aislamiento del sistema de aislamiento del generador debe abordarse y ponerse a prueba. El generador eólico de rotor externo de accionamiento directo e imanes permanentes está expuesto al viento, la arena, la lluvia, la nieve, la exposición al sol o a un ambiente de congelamiento después de tiempo de inactividad

durante todo el año, que es drásticamente diferente del ambiente donde se encuentran los turbogeneradores en tierra, los generadores de turbina de gas, generadores de turbinas hidráulicas, especialmente algunos trabajos de reparación cuestan demasiado, y el uso de grúas para la operación a gran altitud (60 metros a 120 metros) conlleva un alto costo. Por lo tanto, el trabajo que es fácil de realizar en el terreno se vuelve incluso imposible para los generadores de energía eólica. En otro aspecto, la operación del generador eólico también depende del clima ventoso. Una turbina eólica impulsa el rotor del generador para que gire, y solo después de que el estator del generador detecta el potencial, se puede implementar una operación de cortocircuito trifásico a la salida del estator, y el estator se seca por el calor generado por la corriente de cortocircuito para mejorar el nivel de aislamiento. Mientras tanto, también necesita implementar una alternancia de paso basada en la magnitud de la velocidad del viento actual para controlar indirectamente la velocidad de rotación del generador, y controlar aún más la corriente de cortocircuito y controlar el devanado para que genere calor que seque la humedad, y todas estas condiciones dependen del clima. Además, la duración del viento afecta el efecto de secado de la humedad, y el generador eólico de rotor externo de accionamiento directo e imanes permanentes tiene una gran masa y requiere una cantidad extremadamente grande de calor generado, y tanto el tiempo de conducción del calor después de la generación de calor como el tiempo de secado de transferencia de masa en el secado por humedad requiere varias horas, por lo que la duración y la intermitencia del viento afectan el efecto de secado por humedad.

Los inventores han descubierto en la operación práctica que la tecnología convencional tiene los siguientes inconvenientes.

(1) El generador eólico de rotor externo de accionamiento directo e imanes permanentes emplea aire natural para enfriar un soporte de núcleo de hierro de estator y una pared exterior del rotor, y una cierta cantidad de aire en el ambiente natural se introduce en la cavidad del generador a través de los huecos entre el estator y el rotor del generador eólico, y luego fluye a otro extremo a través del entrehierro en la dirección axial para ser reunido, y el aire ligero después de ser recolectado es expulsado de una porción sellada del extremo posterior y se descarga a la atmósfera. Es un fluido multifase sólido líquido y gaseoso (incluyendo aire, agua, vapor, lluvia, nieve, niebla salina, polvo, flóculos, etc.) que fluye a través de los huecos internos del generador, lo que puede deteriorar el rendimiento del aislamiento, dando como resultado la degradación de las propiedades eléctricas y las propiedades mecánicas, así como la reducción del nivel de presión residual y la vida útil del aislamiento del generador, eventualmente dañando el aislamiento.

(2) La descripción anterior está involucrada en las operaciones de las unidades de generación de energía terrestre. Las operaciones a gran altitud con 60 a 120 metros, incluida la realización de diversas funciones, especialmente el trabajo de mantenimiento realizado en la góndola, generalmente no se pueden implementar con recursos humanos y materiales e incluso se vuelven imposibles. El sellado, las medidas de secado y el mantenimiento (reparación, reemplazo) de los generadores de energía eólica es mucho más difícil que el de los generadores de energía térmica y los generadores de energía hidroeléctrica que operan sobre el terreno. Algunos de los buenos procedimientos utilizados en las unidades de generación de energía terrestre son inconvenientes de llevar a cabo e incluso difíciles de aplicar a las unidades de generación de energía eólica que operan a gran altitud.

(3) El procedimiento de secado mencionado anteriormente únicamente por aire caliente solamente es tecnología de secado superficial, y no puede cumplir el requisito de secado después de que se humedece la capa intermedia de las chapas laminadas dentro del núcleo de hierro de estator.

(4) El uso de la estructura de tipo abierto no puede soportar los peligros que trae el aire que transporta lluvia o nieve que se introduce en el generador cuando hay una tormenta o nevada, y el enfriamiento del generador tiene el costo de reducir el nivel de aislamiento.

(5) Después de la parada, el aire húmedo dentro de la cavidad del generador y el entrehierro se condensan para penetrar en el generador, lo que puede causar que la capa recubierta en las superficies del estator del generador y el polo magnético de permeado se humedezcan, y puede afectar su vida útil.

El documento de patente WO2011/048038A2 divulga un generador que comprende un estator estacionario y un rotor dispuesto alrededor de un eje de rotación, en el que el estator comprende un ventilador que extrae aire del aire ambiental alrededor del generador, en el que el canal de entrada está dispuesto de tal manera que el aire aspirado por el ventilador se distribuye en el núcleo del estator por el canal a lo largo de la longitud del núcleo en la dirección del eje de la rotación, en el que los canales de enfriamiento que corren en la dirección circunferencial del núcleo y distribuidos a lo largo del núcleo están dispuestos en el núcleo.

El documento de patente EP2604892A1 divulga una disposición de sellado para una turbina eólica que comprende una parte de junta de interfaz dispuesta entre un elemento estacionario de la turbina eólica y un elemento rotativo de la turbina eólica. La parte de junta de interfaz está dispuesta para establecer una junta entre

un interior del elemento estacionario y un ambiente exterior.

Sumario

- 5 Un objeto de las realizaciones de la presente solicitud es proporcionar un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, un sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes y un estator del mismo para realizar un sellado de flujo de aire multifásico a un espacio anular formado por una placa circundante de lado de la pala y un anillo de estanqueidad de rotor.
- 10 Para lograr el objeto anterior, se proporciona un estator de un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una realización de la presente solicitud. El estator incluye un soporte de estator, un núcleo de hierro de estator dispuesto en una pared periférica exterior del soporte de estator, una placa de presión de diente de lado de la pala y una placa circundante de lado de la pala. La placa de presión de diente de lado de la pala está dispuesta en una cara extrema axial en un lado de la pala del núcleo de hierro de estator, y un rotor que coincide con el estator tiene un anillo de estanqueidad de rotor. Se proporciona al menos
- 15 un primer orificio de aire en la pared periférica exterior del soporte de estator, y se proporciona al menos un segundo orificio de aire en la placa de presión de diente de lado de la pala. El estator además incluye al menos un pasaje de flujo de aire a través del cual el primer orificio de aire y el segundo orificio de aire están en comunicación entre sí, y el al menos un pasaje de flujo de aire se extiende a través del interior del núcleo de
- 20 hierro de estator. Se proporciona al menos un orificio de entrada de aire de diente de peine en un lado, cerca del rotor, de la placa circundante de lado de la pala, el orificio de entrada de aire de diente de peine y el segundo orificio de aire están conectados a través de un tubo de guía de aire de manera correspondiente. Se proporciona un primer mecanismo de diente de peine en espiral en un lado, cerca del anillo de estanqueidad de rotor, de la placa circundante de lado de la pala, el primer mecanismo de diente de peine en espiral en su conjunto es anular y está en comunicación con el orificio de entrada de aire de diente de peine, el primer mecanismo de diente de
- 25 peine en espiral tiene primeros dientes de peine en espiral, que sobresalen en un espacio anular formado por la placa circundante de lado de la pala y el anillo de estanqueidad de rotor, para generar un flujo de aire con movimiento en espiral en el espacio anular.
- 30 Además, se proporciona un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una realización de la presente solicitud, que incluye un rotor y el estator como se describió anteriormente.
- Además, se proporciona un sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una realización de la presente solicitud, que incluye el generador eólico como se describió anteriormente y un sistema de fuente de aire dispuesto dentro de una unidad de generador eólico. El sistema de
- 35 fuente de aire está conectado al primer orificio de aire.
- En el generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, el sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes y el estator del mismo de acuerdo con las realizaciones de la
- 40 presente solicitud, el flujo de aire dentro del estator puede introducirse en una cara de extremo axial del núcleo de hierro de estator, y se puede formar un flujo de aire en espiral en el espacio anular definido por la placa circundante de lado de la pala y el anillo de estanqueidad de rotor con el mecanismo de diente de peine en espiral dispuesto en la placa circundante de lado de la pala, resistiendo de esta forma efectivamente un flujo de aire severo (como lluvia o nieve, etc.) para dificultar su entrada al generador, por lo tanto, puede extender la vida
- 45 útil del polo magnético permanente, evitar la disminución del nivel de aislamiento de los componentes dentro del generador, reducir el riesgo de generador corroído por el flujo de aire severo (como lluvia o nieve, etc.) y garantizar la fiabilidad del aislamiento.

Breve descripción de los dibujos

- 50 La Figura 1 es una vista esquemática que muestra la estructura de un estator de un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una primera realización de la presente solicitud;
- 55 La Figura 2 es una vista estructural esquemática parcial de la Figura 1;
- La Figura 3 es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de la línea A - A en la Figura 1;
- 60 La Figura 4 es una vista esquemática de las rutas de flujo de aire dentro de un núcleo de hierro de estator del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la primera realización de la presente solicitud;
- La Figura 5 muestra una ruta de adquisición de flujo de aire dentro del estator del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la primera realización de la presente solicitud;
- 65

La Figura 6 es una vista esquemática que muestra la estructura de un estator de un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una segunda realización de la presente solicitud;

La Figura 7 es una vista estructural esquemática parcial de la Figura 6; y

La Figura 8 es una vista esquemática que muestra una ruta de flujo de aire general del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una realización de la presente solicitud.

Explicación de los números de referencia:

1	soporte de estator,	2	primer orificio de aire,
3	placa circundante de lado de la pala,	4	primer mecanismo de diente de peine en espiral,
41	primeros dientes de peine en espiral superiores,	42	primeros dientes de peine en espiral inferiores,
5	segundo orificio de aire,	6	placa de presión de diente de lado de la pala,
7	llave de fijación de chapa estampada,	8	núcleo de hierro de estator,
9	pasaje de flujo de aire,	91	pasaje axial,
92	pasaje radial,	10	placa de presión de diente de lado de torre,
11	placa circundante de lado de torre,	12	sistema de fuente de aire,
13	tubo principal,	14	tubo de derivación,
15	bastidor de rotor,	16	anillo de estanqueidad de rotor,
17	devanado,	18	polo magnético,
19	cubierta de extremo de rotor,	20	anillo de estanqueidad de cubierta de extremo,
21	orificio de entrada de aire de diente de peine,	211	salida de flujo de aire superior,
212	salida de flujo de aire inferior,	22	tubo de guía de aire,
23	primeros dientes de peine medios,	24	segundo mecanismo de diente de peine en espiral, y
241	segundos dientes de peine en espiral.		

Descripción detallada

En primer lugar, se describirá en general el ambiente de aplicación y el principio técnico de las realizaciones de la presente solicitud.

En el procedimiento de operación del generador eólico, un lado de la pala generalmente se enfrenta directamente hacia una dirección de barlovento, el flujo que viene de la dirección de barlovento puede rebotar y chisporrotear después de golpear un soporte de estator del generador eólico, y después el flujo puede reflejarse y acumularse después de golpear el anillo de estanqueidad de rotor para causar un aumento restaurativo de la presión del flujo de aire (en comparación con el flujo entrante), estos flujos de aire pueden entrometerse en un espacio anular entre la placa circundante de lado de la pala y el anillo de estanqueidad de rotor.

Las realizaciones de la presente solicitud se proponen en vista de los problemas técnicos anteriores. El principio técnico de las realizaciones de la presente solicitud es utilizar pasajes de flujo de aire dentro de un núcleo de hierro de estator de un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes para introducir una fuente de aire interna de la unidad de generador en una cara extrema axial del núcleo de hierro de estator, y un mecanismo de diente de peine en espiral está dispuesto en el espacio anular formado entre la placa circundante de lado de la pala y el anillo de estanqueidad de rotor, para usar un flujo de aire en espiral generado por el mecanismo de diente de peine en espiral para generar un ambiente de presión micro positiva en un espacio interno formado después de que se combinan un estator y un rotor del generador eólico, resistiendo de esta forma la intrusión del flujo de aire externo severo (aire, líquido, flujo multifásico sólido, incluyendo aire, vapor de agua, lluvia, nieve, niebla salina, polvo, flóculos, etc.). La presión micro positiva de acuerdo con las realizaciones de la presente solicitud se refiere a que la presión del flujo de aire interno generado por la fuente de aire interna del sistema generador eólico en la separación de sellado anular entre el estator y el rotor es mayor que una presión del flujo de entrada externo generado en una entrada, y la presión tiene una magnitud lo suficientemente grande como para evitar que el flujo de aire externo ingrese al interior del generador. El flujo de aire severo mencionado anteriormente se refiere principalmente al flujo bifásico gas-líquido de agua de lluvia o flujo bifásico gaseoso sólido de viento-nieve. Por supuesto, en casos extremos, también hay flujo multifásico de gas-líquido-

sólido, que incluye, por ejemplo, aire, vapor de agua, lluvia, nieve, niebla salina, polvo, flóculos, etc. Estos flujos de aire severos se encuentran principalmente en condiciones climáticas adversas como de lluvia o nieve. Por lo tanto, el dispositivo de las realizaciones de la presente solicitud está diseñado para resistir principalmente estos flujos de aire severos, y en el caso de clima seco normal, el generador eólico puede secarse y enfriarse mediante el flujo de aire seco que ingresa al generador eólico sin adoptar el dispositivo de acuerdo con las realizaciones de la presente solicitud.

Las realizaciones de la presente solicitud se describen en detalle en lo sucesivo con referencia a los dibujos.

Primera realización

Como se muestra en la Figura 1, es una vista esquemática que muestra la estructura de un estator de un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la primera realización de la presente solicitud. Por conveniencia de la descripción, un lado superior en la Figura 1 se puede definir como un lado de la pala (durante la operación del generador eólico, el lado de la pala generalmente se enfrenta a un lado de barlovento), y un lado inferior se define como un lado de la torre (durante la operación del generador eólico, el lado de la torre generalmente se enfrenta a un lado de sotavento), una dirección horizontal se define como una dirección radial (centrada radialmente en todo el generador eólico), y una dirección vertical se define como una dirección axial (una dirección a lo largo del eje giratorio del generador eólico). Además, una pared periférica exterior de un soporte de estator 1 se refiere a una pared lateral que está en contacto con o es adyacente al núcleo de hierro de estator 8 o una llave de fijación de chapa estampada 7 configurada para fijar el núcleo de hierro de estator 8, es decir, una porción más al extremo del soporte de estator 1.

El estator del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con esta realización incluye un soporte de estator 1, un núcleo de hierro de estator 8 dispuesto alrededor de una pared periférica exterior del soporte de estator 1, una placa de presión de diente de lado de la pala 6 provista en una cara extrema axial en el lado de la pala del núcleo de hierro de estator 8, y una placa circundante de lado de la pala 3. Un rotor que coincide con el estator tiene un anillo de estanqueidad de rotor 16, y el soporte de estator 1 es cilíndrico, por lo tanto, se puede proporcionar al menos un primer orificio de aire 2 en la pared periférica exterior del soporte de estator 1, y al menos un segundo orificio de aire 5 se puede proporcionar en la placa de presión de diente de lado de la pala 6. El estator también puede incluir al menos un pasaje de flujo de aire 9 a través del cual el primer orificio de aire 2 y el segundo orificio de aire 5 están en comunicación entre sí, y el pasaje de flujo de aire 9 puede pasar a través del interior del núcleo de hierro de estator 8.

Se proporciona al menos un orificio de entrada de aire de diente de peine 21 en la placa circundante de lado de la pala 3 en un lado cercano al rotor, el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 y el segundo orificio de aire 5 están conectados a través de un tubo de guía de aire 22. Se proporciona un primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 en la placa circundante de lado de la pala 3 en un lado cercano al anillo de estanqueidad de rotor 16. El primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 en su conjunto es anular y está en comunicación con el orificio de entrada de aire de diente de peine 21. El primer mecanismo de diente de peine en espiral tiene primeros dientes de peine en espiral, como se muestra en las Figuras 1 y 2, y los primeros dientes de peine en espiral sobresalen en el espacio anular definido por la placa circundante de lado de la pala 3 y el anillo de estanqueidad de rotor 16, generando de esta forma un flujo de aire con movimiento en espiral en el espacio anular.

En la estructura anterior, el flujo de aire generado por la fuente de aire interna se introduce en la cara extrema axial del núcleo de hierro de estator 8 a través del primer orificio de aire 2, el pasaje de flujo de aire 9 y el segundo orificio de aire 5. Además, la placa circundante de lado de la pala 3 también está provista del orificio de entrada de aire de diente de peine 21, y el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 y el segundo orificio de aire 5 están conectados a través del tubo de guía de aire 22 para introducir el flujo de aire desde el segundo orificio de aire 5 en el primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 provisto en la placa circundante de lado de la pala 3, generando de esta forma un flujo de aire en espiral en el espacio anular.

El primer orificio de aire 2, el segundo orificio de aire 5 y el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 pueden ser circulares o también pueden ser triangulares o elípticos. Además, los orificios de aire pueden ser orificios de guía de aire de otras formas, etc., en resumen, siempre que sean capaces de guiar el flujo de aire para que pase a través de ellos. Preferentemente, los orificios de aire anteriores son orificios de aire circulares, que pueden reducir una resistencia por fricción al flujo de aire.

En aplicaciones prácticas, se puede hacer que una porción extrema del anillo de estanqueidad de rotor 16 sobresalga adecuadamente hacia afuera y se puede hacer que sea relativamente delgada (como se muestra en la Figura 1), asegurando de esta forma que el mecanismo de diente de peine en espiral tenga una longitud suficiente, para ejercer completamente el efecto de guiar el flujo en espiral.

Con la estructura del estator de acuerdo con esta realización, el flujo de aire dentro del estator puede introducirse

en la cara de extremo axial del núcleo de hierro de estator 8, y además puede generarse un flujo de aire en espiral mediante el primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 dispuesto en el espacio anular. Dado que el flujo de aire en espiral tiene un cierto efecto hermético, puede generar un ambiente de presión micro positiva en el espacio anular para resistir la intrusión del flujo de aire externo severo (como lluvia o nieve, etc.) a través del espacio anular entre la placa circundante de lado de la pala 3 y el anillo de estanqueidad de rotor 16, para dificultar la entrada del flujo de aire severo en el interior del generador, de tal forma que se pueda prolongar la vida útil del polo magnético permanente 18, evitar la disminución del nivel de aislamiento de los componentes dentro del generador, reducir el riesgo de que el generador se corroa por el flujo de aire severo (como lluvia o nieve, etc.) y garantizar la fiabilidad del aislamiento.

Los componentes relacionados con el estator de acuerdo con las realizaciones de la presente solicitud se describirán en detalle a continuación.

(1) El mecanismo de diente de peine en espiral

El primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 de acuerdo con esta realización como un todo se muestra en la Figura 2, que es una vista esquemática de una estructura parcial de la Figura 1. Como se puede ver en la Figura 2, el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 puede ubicarse en una porción media del primer mecanismo de diente de peine en espiral 4. Los primeros dientes de peine en espiral incluyen dos partes que toman el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 como centro, los primeros dientes de peine en espiral en un lado alejado del soporte de estator se denominan primeros dientes de peine en espiral superiores 41, mientras que los primeros dientes de peine en espiral en un lado cercano al soporte de estator se denominan primeros dientes de peine en espiral inferiores 42.

Preferentemente, una dirección en espiral de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41 es opuesta a la de los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42, por lo tanto, pueden generar dos corrientes de flujo de aire con direcciones en espiral opuestas, logrando mejores efectos de división y sellado del flujo.

Además, como se puede ver en la vista en sección transversal de la Figura 2, los primeros dientes de peine en espiral superiores 41 están inclinados en una dirección alejada del soporte de estator, y los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42 están inclinados en una dirección cercana al soporte de estator. Un ángulo de inclinación de los dientes de peine en espiral puede cambiar la dirección de la fuerza que actúa sobre el flujo de aire, aumentando de esta forma la tasa de avance del flujo de aire con el movimiento en espiral hacia la dirección de inclinación de los dientes de peine en espiral, y en combinación con las características de la dirección en espiral opuesta de los dientes de peine en espiral superiores y los dientes de peine en espiral inferiores, los dientes de peine en espiral pueden formar dos corrientes de flujo de aire con direcciones opuestas de movimiento en espiral y desplazarse en ambas direcciones, superior e inferior, a mayor velocidad para formar un sellado doble opuesto en espiral, por lo tanto, el efecto de sellado de los dientes de peine en espiral es mejorado significativamente. Además, durante la operación, el generador eólico también puede conducir las dos corrientes de flujos de aire superior e inferior para moverse en dos direcciones debido al movimiento del rotor, lo que puede mejorar aún más el efecto opuesto de sellado doble en espiral.

Específicamente, en una porción del primer mecanismo de diente de peine en espiral 4, el movimiento general del flujo de aire se puede dividir en un movimiento en espiral sustancialmente a lo largo de la dirección circunferencial del estator y un movimiento lineal sustancialmente a lo largo de la dirección del eje del estator. Con referencia a la Figura 2, si todos los dientes de peine en espiral en la Figura 2 están dispuestos horizontalmente (la "horizontal" aquí solo se define en relación con el plano que se muestra en la Figura 2), la dirección en espiral del flujo de aire puede estar en un plano que es sustancialmente perpendicular al papel y es horizontal (es decir, el plano donde se encuentra el diente de peine 23 en la porción central de la Figura 2). Mientras tanto, el flujo de aire puede desplazarse en forma de movimiento en espiral hacia la dirección superior e inferior en la Figura 2. Si la dirección de los dientes de peine en espiral no es horizontal, pero tiene un cierto ángulo de inclinación, por ejemplo, los primeros dientes de peine en espiral superiores 41 están inclinados hacia arriba, el movimiento en espiral del flujo de aire que se desplaza hacia el lado superior en la Figura 2 ya no puede ser horizontal, y el ángulo de inclinación del movimiento en espiral está orientado hacia una dirección alejada del soporte de estator. De manera similar, los primeros dientes 42 de peine en espiral inferiores generan un flujo de aire que tiene un ángulo de inclinación con un movimiento en espiral orientado hacia una dirección cercana al soporte de estator. Tal diseño puede acelerar el flujo de aire en la dirección del flujo y tiene un mejor efecto de resistir el flujo de aire externo severo.

Además, el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 puede estar además provisto de un primer diente de peine medio 23, que está dispuesto en el orificio de entrada de aire de diente de peine 21, y el primer diente de peine medio 23 divide el flujo de aire que ingresa a través del orificio de entrada de aire de diente de peine 21 (como se muestra en las Figuras 1 y 2), el primer diente de peine medio 23 separa el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 en dos salidas de flujo de aire hacia arriba y hacia abajo, es decir, una salida de flujo de aire superior 211 y una salida de flujo de aire inferior 212, de modo que una parte del flujo de aire fluye hacia una

dirección alejada del soporte de estator 1 a través de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41, y la otra parte del flujo de aire fluye hacia una dirección cercana al soporte de estator 1 a través de los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42.

5 Debe hacerse notar que el primer diente de peine medio 23 no es un componente necesario, y el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 puede estar dispuesto para enfrentar directamente los primeros dientes de peine en espiral superiores 41 y los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42, es decir, se puede omitir el primer diente de peine medio 23, haciendo que una porción del orificio de entrada de aire de diente de peine 21 mire hacia un extremo inicial de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41 y la otra porción mire hacia un extremo inicial de los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42, por lo tanto, también pueden separar el flujo de aire. Simplemente, en el caso de que se proporcione el primer diente de peine medio 23, la pérdida de la presión de flujo de aire y el caudal pueden reducirse y las dos corrientes de flujo de aire en espiral superiores e inferiores pueden separarse mejor.

15 En el primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 anterior, el flujo de aire desde la fuente de aire interna se puede dividir en dos corrientes de flujo de aire que toman el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 como centro.

20 En un aspecto, los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42 pueden generar un flujo de aire que se mueve en espiral hacia abajo a lo largo de todo el espacio anular, y esta corriente de flujo de aire forma una barrera anular de flujo de aire a presión después de fluir a través de los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42, y resista activamente, por medio de una junta combinada de diente de peine en espiral (una junta de laberinto, de una estructura en espiral con un ángulo de inclinación, de los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42), el fluido multifásico gas-líquido-sólido que proviene de barlovento y que tiende a entrar en el espacio anular, en la dirección de barlovento, del generador eólico.

En otro aspecto, se puede generar un flujo de aire que se desplaza hacia arriba en espiral a lo largo de todo el espacio anular por medio de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41. Y esta corriente de flujo de aire, después de fluir a través de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41, se usa para ayudar al flujo de aire de la junta a presión a establecer una presión suficiente para formar una barrera anular de flujo de aire a presión. Y, además, el flujo de aire ingresa a la separación del generador eólico (es decir, el entrehierro entre el estator y el rotor en el lado derecho de la Figura 1) por medio de una junta combinada de diente de peine en espiral (una junta laberíntica de la estructura espiral con el ángulo de inclinación, de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41) para secar la superficie interna del generador eólico, y luego se agrupa en un lado de la góndola del extremo del estator en la dirección axial (es decir, entre la placa de presión de diente de lado de torre 10 y la cubierta de extremo de rotor 19), y finalmente se descarga al ambiente atmosférico a través de un espacio anular entre el anillo de estanqueidad de cubierta de extremo 20 y la placa circundante de lado de torre 11. Esta corriente de flujo de aire ascendente con movimiento en espiral se usa como flujo de aire de secado para la transferencia de calor por convección y la transferencia de masa, para eliminar la humedad (humedad descargada desde el interior del generador eólico debido al calor generado por el devanado) en las superficies del estator, el rotor y el polo magnético, por lo tanto, pueden evitar que la humedad regrese al generador eólico, evitando de esta forma que la humedad devuelta dañe el aislamiento del material aislante interno del generador eólico.

45 Además, la dirección en espiral de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41 puede diseñarse para que sea la misma que la dirección rotacional del rotor. Con tal diseño, esta corriente de flujo de aire que pasa a través de los dientes de peine en espiral superiores se puede usar de manera más eficiente. En un aspecto, la acción rotacional del anillo de estanqueidad de rotor 16 puede usarse para acelerar el movimiento en espiral del flujo de aire por medio de la fricción entre el anillo de estanqueidad de rotor 16 y el flujo de aire, para permitir que el flujo de aire se mueva hacia arriba en una velocidad acelerada, y alcance y pase a través del entrehierro entre el estator y el rotor (en el lado derecho de la Figura 1, hay una separación a través de la cual el flujo de aire pasa como lo indican las flechas) a una velocidad más alta, mejorando de esta forma la eficiencia de secado del generador. En otro aspecto, cuando el flujo de aire ingresa al entrehierro entre el estator y el rotor, el efecto de secar el recubrimiento de resina reforzada de la fibra de vidrio anticorrosiva protectora del polo magnético permanente del rotor y el efecto de secar la superficie del estator se pueden fortalecer aún más, se puede lograr un mayor grado de sinergia del campo de concentración de aire húmedo y el campo de flujo de aire seco dentro de las cavidades y los entrehierros del generador, logrando de esta forma el objetivo de fortalecer el secado.

60 Debe hacerse notar además que, una carga hidrostática de bombeo (el extremo de los dientes de peine en espiral) generada por la "junta combinada de diente de peine en espiral inferior" (es decir, los primeros dientes de peine en espiral superiores 41) mira hacia abajo como se muestra en las Figuras 1 y 2, y una carga hidrostática de bombeo generada por la junta combinada de diente de peine en espiral superior mira hacia arriba. Las direcciones en espiral de los primeros dientes de peine en espiral superiores 41 y los primeros dientes de peine en espiral inferiores 42 pueden disponerse de forma opuesta, es decir, se pueden formar espirales con

direcciones de espiral opuestas en ambos extremos tomando el primer diente de peine medio 23 como una línea límite, para generar corrientes de flujo de aire con direcciones opuestas de movimiento en espiral, facilitando de esta forma la división de las dos corrientes de flujo de aire y mejorando el efecto de la junta laberíntica. Además, las corrientes de aire que fluyen a través de las salidas de flujo de aire superiores e inferiores se comunican en su área de circunferencia respectiva, lo que es favorable para acumular presión para formar un flujo de aire con una presión constante en la dirección circunferencial.

En vista de lo anterior, en la solución técnica de las realizaciones de la presente solicitud, se emplea el concepto técnico de "sellado a presión de aire", y la presión de aire de chorro en los dientes de peine en espiral se utiliza para establecer un espacio parcial anular y una presión micro positiva en el espacio anular dentro de la entrada de aire de barlovento del generador de tipo abierto para bloquear la separación entre la parte giratoria y la parte estacionaria del generador, evitando de esta forma el flujo de aire que transporta lluvia o nieve desde el dirección de barlovento de entrar en esta separación para asegurar la junta. La presión generada por la fuente de aire en esta porción sellada es más alta que la presión del ambiente natural fuera del generador. Por lo tanto, se construye una forma de sellado para el generador eólico de tipo abierto y se construye una estructura específica del pasaje de flujo de aire.

En vista de lo anterior, el mecanismo de sellado anterior incluye una junta estática y una junta dinámica en el aspecto de los estados de sellado, e incluye una combinación de tres tipos de principios de sellado, es decir, sellado de dientes de peine, sellado en espiral y sellado de aire a presión en el aspecto del mecanismo de sellado, de modo que el flujo de aire multifásico se pueda proteger suficientemente fuera del entrehierro anular.

Además, el flujo de aire de barlovento que lleva la lluvia (o nieve), después de golpear el generador eólico y ser bloqueado, pasa a través de la placa circundante de estator y el anillo de estanqueidad de rotor 16 (placa circundante), y luego llega al espacio anular entre la placa circundante de lado de la pala 3 y el anillo de estanqueidad de rotor 16. El flujo bifásico gas-líquido de lluvia y agua o el flujo bifásico gas-sólido de viento y nieve forman una presión en el espacio anular de barlovento del generador. Utilizando el principio básico del estado de equilibrio de la hidrodinámica, se puede calcular la presión y el caudal requeridos por el flujo de aire de salida del mecanismo de diente de peine en espiral como elemento de sellado de presión de aire en el espacio anular. Una cavidad de confluencia en espiral de bucle abierto está configurada en la salida del pasaje de flujo de aire dentro de una cavidad de expansión de la junta laberíntica para uniformar la presión y hace confluir el flujo como el tubo principal 13. La junta combinada a presión de diente de peine en espiral genera un flujo de aire de alta velocidad en virtud de una presión suficiente suministrada por la fuente de aire, y tiene un caudal y un volumen de flujo controlables en la salida para adaptarse a los cambios en la velocidad del flujo de aire de barlovento. Es decir, la presión del sellado de presión de aire puede ajustarse automáticamente según se desee para lograr un ajuste auto adaptativo, para lograr el objeto de un pequeño consumo de energía de la fuente de aire.

Además, el tubo de guía de aire conectado entre el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 y el segundo orificio de aire 5 puede tener las siguientes dos formas.

1) El tubo de guía de aire 22 en su conjunto es anular, es decir, similar a la forma del primer mecanismo de diente de peine en espiral 4. Y el tubo de guía de aire 22 se extiende a lo largo de la circunferencia de la placa de presión de diente de lado de la pala 6 en una forma anular de 360 grados. Dicha estructura permite que el flujo de aire que sale de múltiples segundos orificios de aire 5 se mezcle uniformemente en la dirección circunferencial y luego se alimente al orificio de entrada de aire de diente de peine 21, para permitir que la presión del flujo de aire ingrese al orificio de entrada de aire de diente de peine 21 para ser uniforme en la dirección circunferencial.

2) Los orificios de entrada de aire de diente de peine 21 y los segundos orificios de aire respectivos 5 están conectados a través de múltiples tubos de guía de aire 22 separados entre sí. En tal disposición, no es necesario fabricar el tubo de guía de aire anular 22, por lo tanto, la fabricación del componente es relativamente simple. El número de los tubos de guía de aire 22 se puede establecer de acuerdo con el número de los segundos orificios de aire 5, por ejemplo, en la siguiente descripción, el número de pasajes de flujo de aire es 48 y, en consecuencia, el número de tubos de guía de aire 22 puede establecerse en 48.

(2) Pasaje de flujo de aire dentro del núcleo de hierro de estator

El pasaje de flujo de aire 9 dentro del núcleo de hierro de estator 8 está configurado para introducir una fuente de aire suministrada por un sistema de fuente de aire 12 dentro del estator en el al menos un segundo orificio de aire 5 provisto en la placa de presión de diente del lado de la pala 6. Específicamente, se hace referencia a la Figura 3, que es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de la línea A-A en la Figura 1. Una llave de fijación de chapa estampada 7 se fija a la pared periférica exterior del soporte de estator 1, y el núcleo de hierro de estator 8 (el núcleo de hierro de estator 8 se forma combinando múltiples módulos de núcleo de hierro, y cada módulo de núcleo de hierro se forma apilando chapas de núcleo de hierro) tiene una ranura de cola de milano,

que está revestida en la llave de fijación de chapa estampada 7, fijando de esta forma el núcleo de hierro de estator 8 a la pared periférica exterior del soporte de estator 1. El primer orificio de aire 2 puede ubicarse en una porción en contacto con la llave de fijación de chapa estampada 7 de la pared periférica exterior del soporte de estator 1, y el pasaje de flujo de aire 9 puede extenderse a través de un orificio de aire de la llave de fijación de chapa estampada 7 para estar en comunicación con el primer orificio de aire 2.

Como se muestra en la Figura 1, el pasaje de flujo de aire 9 puede incluir un pasaje de flujo de aire radial 92 y un pasaje de flujo de aire axial 91. El pasaje de flujo de aire radial 92 puede extenderse a través de la llave de fijación de chapa estampada 7 y el interior del núcleo de hierro de estator 8. El pasaje de flujo de aire radial 92 tiene un extremo conectado al primer orificio de aire 2 y otro extremo conectado al pasaje de flujo de aire axial 91. El pasaje de flujo de aire axial 91 puede extenderse axialmente a través del interior del núcleo de hierro de estator 8 para estar en comunicación con el segundo orificio de aire 5. El pasaje de flujo de aire radial 92 y el pasaje de flujo de aire axial 91 pueden conectarse directamente o pueden doblarse según se desee y luego conectarse, siempre que el pasaje de flujo de aire radial 92 y el pasaje de flujo de aire axial 91 estén conectados entre sí.

Además, el primer orificio de aire 2, el segundo orificio de aire 5 y el pasaje de flujo de aire 9 pueden ser plurales e iguales en número, y están dispuestos uniformemente a lo largo de la circunferencia. Múltiples primeros orificios de aire 2, segundos orificios de aire 5 y pasajes de flujo de aire 9 están en comunicación entre sí respectivamente para formar múltiples caminos de flujo de aire independientes desde la pared interna del soporte de estator 1 hasta la placa de presión de diente de lado de la pala 6. Preferentemente, debajo de la placa de presión de lado de la pala 6 dentro del núcleo de hierro de estator 8, el pasaje de flujo de aire radial 92 se gira 90 grados dentro del núcleo de hierro de estator 8 para entrar en el pasaje de flujo de aire axial 91 que está en paralelo con la dirección axial del estator de generador. Como se muestra en la Figura 4, que es una vista esquemática de las rutas de flujo de aire dentro de un núcleo de hierro de estator del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una realización de la presente solicitud, los pasajes de flujo de aire radial corresponden a los pasajes de flujo de aire axial respectivamente, solamente se ilustran los pasajes de flujo de aire axial. Se proporciona una pluralidad de pasajes de flujo de aire de acuerdo con una realización de la presente solicitud. Preferentemente, como se muestra en la Figura 4, que es una vista esquemática de las rutas de flujo de aire dentro de un núcleo de hierro de estator del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la primera realización de la presente solicitud, se proporcionan un total de 48 pasajes de flujo de aire, y cada una de las longitudes (L1, L2 ... L48), los diámetros internos (d1, d2 ... d48) y la rugosidad absoluta (ϵ_1 , ϵ_2 ... ϵ_{48}), de los 48 pasajes de flujo de aire son preferentemente igual y los intervalos circunferenciales también son uniformes.

(3) Sistema de fuente de aire dentro de la unidad de generador eólico

La fuente de aire del sistema de fuente de aire 12 dentro del sistema generador eólico 12 (específicamente, el sistema de fuente de aire 12 puede proporcionarse dentro del soporte de estator o en el espacio de una góndola) puede derivarse de un dispositivo de generación de presión de aire en la góndola. El sistema de fuente de aire 12 puede resistir la intrusión del flujo bifásico gas-líquido del viento y la lluvia y el flujo bifásico gas-sólido de la nieve y el aire en el tiempo lluvioso y nevoso. El sistema de fuente de aire 12 funciona en un período de tiempo en el que se requiere que se seque el interior del generador, de modo que el aislamiento del estator y una capa protectora del polo magnético del rotor del generador de energía se sequen de forma suficiente y al mismo tiempo reduzcan su consumo de energía de la fuente de aire. El pasaje de flujo de aire 9 provisto en el estator está conectado al sistema de fuente de aire 12 a través del primer orificio de aire 2, para introducir la fuente de aire dentro de la unidad de generador eólico en el pasaje de flujo de aire 9. El sistema de fuente de aire 12 puede incluir un dispositivo de generación de fuente de aire para generar un flujo de aire con una presión predeterminada y un dispositivo de tratamiento de fuente de aire capaz de purificar y secar el flujo de aire.

El dispositivo de generación de fuente de aire puede ser un compresor de aire. El compresor de aire (o compresor) es un dispositivo de generación de presión de aire, y es una máquina configurada para aumentar la presión del aire o transportar el aire, y es un dispositivo de conversión para convertir la energía mecánica suministrada por un motor primario en energía de presión de aire. Durante el funcionamiento del compresor de aire, el aire en el cilindro del compresor se comprime rápidamente, y el procedimiento de compresión rápida del gas es un procedimiento exotérmico que inevitablemente puede hacer que aumente la temperatura en el cilindro del compresor. Por lo tanto, generalmente es necesario enfriar el aire. En un compresor de aire con compresión de múltiples fases, el gas de escape en la última fase puede tener una temperatura de hasta 140-170 grados Celsius, y bajo una temperatura tan alta, una cierta cantidad de aceite gaseoso y vapor de agua generalmente se mezclan en el aire comprimido, y se requiere que se proporcione un enfriador para enfriar el aire comprimido, para separar principalmente el aceite y la humedad contenidos en el aire comprimido para evitar que el aceite y la humedad entren en el pasaje de flujo del núcleo de hierro de estator del generador eólico junto con el aire comprimido. Por lo tanto, el dispositivo de tratamiento de la fuente de aire también puede incluir un filtro de aire, un enfriador, un separador de agua y aceite y un secador. El filtro de aire se usa para filtrar el aire antes de que ingrese al cilindro del compresor de aire (es decir, para filtrar el polvo y otras impurezas contenidas en el aire

dentro de la góndola) para evitar la fricción y la abrasión entre las partes móviles relativas en el cilindro del compresor de aire causadas después el polvo, contaminantes sólidos y similares en el aire que ingresa al compresor de aire.

- 5 Además, el separador de agua y aceite (separador de gas-líquido) está configurado para separar aún más el aceite y la humedad contenidos en el aire comprimido para permitir que el aire comprimido se purifique preliminarmente para eliminar la contaminación y la corrosión del aceite y la humedad al pasaje de flujo dentro del núcleo de hierro del soporte de estator del generador, así como al interior del generador.
- 10 Además, el aire comprimido, después de pasar a través del enfriador y el separador de agua y aceite, todavía contiene una cierta cantidad de humedad, y un contenido el cual depende de la temperatura, presión y humedad relativa del aire. Lo que se necesita en el generador es aire seco, por lo tanto, se requiere un dispositivo de secado de aire, es decir, un secador.
- 15 Además, como se muestra en la Figura 5, que muestra una trayectoria de adquisición de flujo de aire dentro del estator del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la primera realización de la presente solicitud, el sistema de fuente de aire 12 puede estar conectado al primer orificio de aire 2 a través de un tubo principal 13 y tubos de derivación 14. Los tubos de derivación 14, con el mismo número que los primeros orificios de aire 2, se pueden sacar del tubo principal 13, y los tubos de derivación 14 están conectados a los primeros orificios de aire 2 respectivamente. El tubo principal 13 tiene preferentemente forma de anillo o puede ser segmentos de anillo segmentados, reduciendo de esta forma la resistencia a la fricción causada por el flujo del flujo de aire.
- 20
- 25 Además, puede haber dos fuentes de calor para el secado, una de las cuales es un secador provisto en el sistema de fuente de aire 12 anterior y la otra es una bobina de estator. La bobina de estator, como fuente de calor de secado, puede aplicarse en un estado de parada, requiere retroalimentación de energía al estator del generador a través de la red eléctrica a través de una unidad inversora de un convertidor, de modo que el estator genere calor para secar la estructura y los materiales internos del estator. En el caso de que se usen dos fuentes de calor en combinación, la humedad dentro del estator se descarga a la superficie del estator a través del calor generado por el propio estator, y luego se elimina de la superficie del estator mediante el aire seco del sistema de fuente de aire interno 12, para eliminar las humedades dentro y fuera del estator al mismo tiempo.
- 30

(4) Ruta de flujo del flujo de aire

- 35 El flujo de aire en una góndola se transporta al primer orificio de aire 2 en el soporte de estator 1 después de ser filtrado, secado y comprimido por el sistema de fuente de aire 12, y el flujo de aire pasa a través de la llave de fijación de chapa estampada 7 desde el primer orificio de aire 2 para entrar en un pasaje de flujo de aire radial 92 del núcleo de hierro de estator 8, y el flujo de aire se convierte en el pasaje de flujo de aire axial 91 a lo largo del pasaje de flujo de aire radial 92, y luego pasa a través del segundo orificio de aire 5 de la placa de presión de diente de lado de la pala 6 a través del pasaje de flujo de aire axial 91. Posteriormente, el flujo de aire se introduce en el orificio de entrada de aire de diente de peine 21 de la placa circundante de lado de la pala 3 a través del tubo de guía de aire 22, y el flujo de aire rociado del orificio de entrada de aire de diente de peine 21 ingresa al primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 anterior para generar dos corrientes de flujo de aire en espiral, es decir, un flujo de aire en espiral superior y un flujo de aire en espiral inferior, y el flujo de aire que se mueve en espiral hacia abajo bloquea la separación de rotación anular y evita la intrusión del flujo bifásico gas-sólido de lluvia y nieve de gas o el flujo bifásico gas-líquido de lluvia y agua. El flujo de aire que se mueve en espiral hacia arriba puede impactar el anillo de estanqueidad de rotor 16, y el flujo de aire rebotado después del impacto ingresa al entrehierro entre el estator y el rotor y se agrupa axialmente en un lado de la góndola (es decir, entre la placa de presión de diente de lado de torre 10 y el cubierta de extremo de rotor 19) en el extremo del estator, y finalmente se descarga en el ambiente atmosférico a través del espacio anular entre el anillo de estanqueidad de cubierta de extremo 20 y la placa circundante de lado de torre 11, y la parte del flujo de aire rebotado dentro del generador también puede secarse el devanado 17 y el polo magnético 18.
- 40
- 45
- 50

Segunda realización

- 55 Sobre la base de la primera realización, el estator de acuerdo con esta realización también está provisto de un mecanismo de diente de peine en espiral en forma de peine en la placa circundante de lado de torre en el lado de la torre. Específicamente, como se muestra en las Figuras 6 y 7, la Figura 6 es una vista esquemática que muestra la estructura de un estator de un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la segunda realización de la presente solicitud, y la Figura 7 es una estructura esquemática parcial vista de la Figura 6. En la dirección del lado de la torre, el estator además incluye una placa de presión de diente de lado de torre 10 y una placa circundante de lado de torre 11, y la placa de presión de diente de lado de torre 10 está dispuesta en una cara extrema axial en el lado de la torre del núcleo de hierro de estator 8 y, en consecuencia, el bastidor de rotor 15 incluye un anillo de estanqueidad de cubierta de extremo 20, y se forma un espacio anular entre el anillo de estanqueidad de cubierta de extremo 20 y la placa 11 que rodea el lado de la
- 60
- 65

torre.

Un segundo mecanismo de diente de peine en espiral 24 está provisto además en un lado, cerca del anillo de estanqueidad de rotor 16, de la placa circundante de lado de la pala 3, y el segundo mecanismo de diente de peine en espiral 24 en su conjunto es anular y tiene una segunda espiral. peine los dientes 241, que sobresalen en el espacio anular formado por la placa circundante de lado de la pala 3 y el anillo de estanqueidad de rotor 16 para generar un flujo de aire con movimiento en espiral en el espacio anular, de modo que se establezca una barrera anular de flujo de aire a presión en el espacio anular entre el anillo de estanqueidad de cubierta de extremo 20 y la placa circundante de lado de torre 11 para resistir la intrusión del flujo de aire externo severo en el generador eólico.

Como se describe en la primera realización, el flujo de aire que pasa a través de los primeros dientes 41 de peine en espiral superior puede entrar en el entrehierro del generador (es decir, un entrehierro entre el estator y el rotor en el lado derecho de la Figura 1) para secar una superficie interna del generador, y luego se recoge axialmente en el lado de la góndola en un extremo del estator (es decir, entre la placa de presión de diente de lado de torre 10 y la cubierta de extremo de rotor 19), y finalmente se descarga en el ambiente atmosférico a través del espacio anular entre el anillo de estanqueidad de cubierta de extremo 20 y la placa circundante de lado de torre 11. El segundo mecanismo de diente de peine en espiral 24 en esta realización solo actúa sobre esta corriente de flujo de aire, y cuando esta corriente de flujo de aire se junta en el lado de la góndola en el estator, esta corriente de flujo de aire puede descargarse hacia afuera a través del segundo mecanismo de diente de peine en espiral 24. El segundo mecanismo de diente de peine en espiral 24 genera el flujo de aire con movimiento en espiral por esta corriente de flujo de aire desde el lado de la pala para establecer un ambiente de junta a presión en el espacio anular en el lado de la torre.

Además, para evitar mejor la intrusión del flujo de aire severo externo en el generador eólico, preferentemente, en la vista en sección de los segundos dientes de peine en espiral, los segundos dientes de peine en espiral 241 están inclinados en una dirección cercana al soporte de estator 1, para generar un flujo de aire con un ángulo de inclinación del movimiento en espiral hacia una dirección cercana al soporte de estator, resistiendo ventajosamente la intrusión del flujo de aire externo. Las estructuras en las dos realizaciones se describen anteriormente, y la ruta de flujo de aire general en la aplicación práctica se describe a continuación, como se muestra en la Figura 8, que es una vista esquemática que muestra una ruta de flujo de aire general del generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con una realización de la presente solicitud. Un flujo de aire seco es generado por el sistema de fuente de aire 12 dispuesto en la góndola, y pasa a través del pasaje de flujo de aire dentro del núcleo de hierro de estator 8 para alcanzar el primer mecanismo de diente de peine en espiral 4 con dientes bidireccionales en espiral en la placa que rodea el estator en el cual el flujo de aire seco se divide en dos partes. Una parte del flujo de aire seco fluye hacia el exterior del generador para formar una barrera de flujo en espiral anular de flujo de aire a presión para bloquear el flujo de aire externo severo. Y la otra parte del flujo de aire seco fluye hacia arriba hacia el interior del generador para fluir a través de los entrehierros del generador, transportando humedad desde la superficie del generador (incluida la humedad exudada desde el interior del generador) para generar aire húmedo, y luego se expulsa del segundo mecanismo de diente de peine en espiral 24 que tiene dientes de peine en espiral unidireccionales en el lado de la torre del generador.

Tercera realización

Esta realización se refiere a un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, que incluye un rotor y el estator de acuerdo con la primera realización anterior o la segunda realización.

Además, de acuerdo con esta realización, se proporciona un sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, que incluye el generador eólico anterior y un sistema de fuente de aire 12 dispuesto dentro de la unidad de generador eólico, y el sistema de fuente de aire 12 puede estar conectado al primer orificio de aire 2. Como una realización opcional, el sistema de fuente de aire 12 y los componentes asociados con el sistema de fuente de aire 12 también se han descrito en la primera realización anterior y no se describen aquí nuevamente.

Las realizaciones descritas en la presente memoria son solo realizaciones específicas de la presente solicitud, y el ámbito de la presente solicitud no se limita a las mismas. Cualquier variación o sustitución fácilmente concebida por los expertos en la técnica dentro del ámbito técnico divulgado en la presente solicitud debe estar cubierta en el alcance de la presente solicitud. Por lo tanto, el alcance de la presente solicitud debe definirse por el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes, que comprende un estator, un rotor y un sistema de fuente de aire (12), en el que el estator comprende:

un soporte de estator (1),
un núcleo de hierro de estator (8) dispuesto alrededor de una pared periférica exterior del soporte de estator (1),
una placa de presión de diente de lado de la pala (6), y
una placa circundante de lado de la pala (3);
en el que la placa de presión de diente de lado de la pala (6) está dispuesta en una cara extrema axial en un lado de la pala del núcleo de hierro de estator (8), y el rotor que coincide con el estator tiene un anillo de estanqueidad de rotor (16);
caracterizado porque al menos un primer orificio de aire (2) está provisto en la pared periférica exterior del soporte de estator (1), y al menos un segundo orificio de aire (5) está provisto en la placa de presión de diente de lado de la pala (6), en el que el sistema de fuente de aire (12) está conectado al primer orificio de aire (2) para introducir un flujo de aire a través del primer orificio de aire; el estator además comprende al menos un pasaje de flujo de aire (9) a través del cual el primer orificio de aire (2) y el segundo orificio de aire (5) están en comunicación entre sí, y el al menos un pasaje de flujo de aire (9) se extiende a través de un interior del núcleo de hierro de estator (8);
se proporciona al menos un orificio de entrada de aire de diente de peine (21) en un lado, cerca del rotor, de la placa circundante de lado de la pala (3), el orificio de entrada de aire de diente de peine (21) y el segundo orificio de aire (5) estando conectados a través de un tubo de guía de aire (22); y se proporciona un primer mecanismo de dientes de peine en espiral (4) en un lado, cerca del anillo de estanqueidad de rotor (16), de la placa circundante de lado de la pala (3), el primer mecanismo de dientes de peine en espiral (4) en su conjunto es anular y está en comunicación con el al menos un orificio de entrada de aire de diente de peine (21), el primer mecanismo de dientes de peine en espiral (4) tiene unos primeros dientes de peine, los primeros dientes de peine en espiral sobresalen en un espacio anular formado por la placa circundante de lado de la pala (3) y el anillo de estanqueidad de rotor (16) para generar un flujo de aire con movimiento en espiral en el espacio anular, cuando el flujo de aire se introduce a través del primer orificio de aire (2).

2. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en una dirección axial del estator, el orificio de entrada de aire de diente de peine (21) está ubicado en el medio del primer mecanismo de dientes de peine en espiral (4), el primer mecanismo de dientes de peine en espiral (4) comprende primeros dientes de peine en espiral superiores (41) y primeros dientes de peine en espiral inferiores (42); tomando el orificio de entrada de aire de diente de peine (21) como centro, los primeros dientes de peine en espiral en un lado alejado del soporte de estator (1) son los primeros dientes de peine en espiral superiores (41) y los primeros dientes de peine en espiral en un lado cercano al soporte de estator (1) son los primeros dientes de peine en espiral inferiores (42); y
en una vista en sección de los primeros dientes de peine en espiral, los primeros dientes de peine en espiral superiores (41) están inclinados en una dirección alejada del soporte de estator (1) para generar un flujo de aire con un ángulo de inclinación del movimiento en espiral inclinado hacia una dirección alejada del soporte de estator (1), y los primeros dientes de peine en espiral inferiores (42) están inclinados en una dirección cercana al soporte de estator (1) para generar un flujo de aire con un ángulo de inclinación del movimiento en espiral inclinado hacia una dirección cercana al soporte de estator (1).

3. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 2, en el que una dirección en espiral de los primeros dientes de peine en espiral superiores (41) es opuesta a una dirección en espiral de los primeros dientes de peine en espiral inferiores (42).

4. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la dirección en espiral de los primeros dientes de peine en espiral superiores (41) es la misma que una dirección rotacional del rotor.

5. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los primeros dientes de peine en espiral además comprenden un primer diente de peine medio (23); y
el primer diente de peine medio (23) es proporcionado en el orificio de entrada de aire de diente de peine (21), el primer diente de peine medio (23) divide un flujo de aire que fluye desde el orificio de entrada de aire de diente de peine (21), para permitir que una parte del flujo de aire fluya hacia los primeros dientes de peine en espiral superiores (41), y la otra parte del flujo de aire fluya hacia los primeros dientes de peine en espiral inferiores (42).

6. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el estator además comprende una placa de presión de diente de lado de torre (10) y una placa circundante de lado de torre (11), la placa de presión de diente de lado de torre (10) está dispuesta en una cara extrema axial en el lado de torre del núcleo de hierro de estator (8), y el rotor además comprende un anillo de estanqueidad de cubierta de extremo (20); y se proporciona un segundo mecanismo de dientes de peine en espiral (24) en un lado, cercano del anillo de estanqueidad de cubierta de extremo (20), de la placa circundante de lado de torre (11), el segundo mecanismo de dientes de peine en espiral (24) en su conjunto es anular y tiene segundos dientes de peine en espiral (241), y los segundos dientes de peine en espiral (241) sobresalen en un espacio anular formado por la placa circundante de lado de torre (11) y el anillo de estanqueidad de cubierta de extremo (20), para generar un flujo de aire con movimiento en espiral en el espacio anular.
7. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 6, en el que en una vista en sección de los segundos dientes de peine en espiral (241), los segundos dientes de peine en espiral (241) están inclinados en una dirección cercana al soporte de estator (1) para generar un flujo de aire con un ángulo de inclinación del movimiento en espiral inclinado hacia una dirección cercana al soporte de estator (1).
8. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el al menos un orificio de entrada de aire de diente de peine (21) y el al menos un segundo orificio de aire (5) están conectados respectivamente a través de un tubo de guía de aire (22) que en su conjunto es anular, o el al menos un orificio de entrada de aire de diente de peine (21) y el al menos un segundo orificio de aire (5) están conectados respectivamente a través de una pluralidad de tubos de guía de aire (22) separados entre sí.
9. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una llave de fijación de chapa estampada (7) está fijada en la pared periférica exterior del soporte de estator (1), una ranura de cola de milano del núcleo de hierro de estator (8) está dispuesta en la llave de fijación de chapa estampada (7), y el al menos un pasaje de flujo de aire (9) se extiende a través de la llave de fijación de chapa estampada (7) para estar en comunicación con el al menos un primer orificio de aire (2).
10. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el pasaje de flujo de aire (9) comprende un pasaje de flujo de aire radial (92) y un pasaje de flujo de aire axial (91), el pasaje de flujo de aire radial (92) se extiende a través de la llave de fijación de chapa estampada (7) y el interior del núcleo de hierro de estator (8), el pasaje de flujo de aire radial (92) tiene un extremo conectado al primer orificio de aire (2) y otro extremo conectado al pasaje de flujo de aire axial (91), y el pasaje de flujo de aire axial (91) se extiende axialmente a través del interior del núcleo de hierro de estator (8) para estar en comunicación con el segundo orificio de aire (5).
11. El generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 10, en el que se proporcionan una pluralidad de los primeros orificios de aire (2), una pluralidad de los segundos orificios de aire (5) y una pluralidad de los pasajes de flujo de aire (9) y tienen el mismo número; y la pluralidad de primeros orificios de aire (2), la pluralidad de segundos orificios de aire (5) y la pluralidad de pasajes de flujo de aire (9) están dispuestos circunferencialmente uniformes y se comunican respectivamente, para generar una pluralidad de caminos de flujo de aire independientes desde la pared periférica exterior del soporte de estator (1) a la placa de presión de diente de lado de la pala (6).
12. El sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de fuente de aire (12) comprende un dispositivo de generación de fuente de aire configurado para generar un flujo de aire con una presión predeterminada, y un dispositivo de tratamiento de fuente de aire configurado para purificar y secar el flujo de aire.
13. El sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el dispositivo de generación de fuente de aire es un compresor de aire, y el dispositivo de tratamiento de fuente de aire comprende un filtro de aire, un enfriador, un separador de agua y aceite y un secador.
14. El sistema generador eólico de accionamiento directo e imanes permanentes de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el sistema de fuente de aire (12) está conectado al primer orificio de aire (2) a través de un tubo principal (13) y tubos de derivación (14), los tubos de derivación (14), del mismo número que el primer orificio de aire (2), se introducen desde el tubo principal (13) y se conectan a los primeros orificios de aire (2), respectivamente.

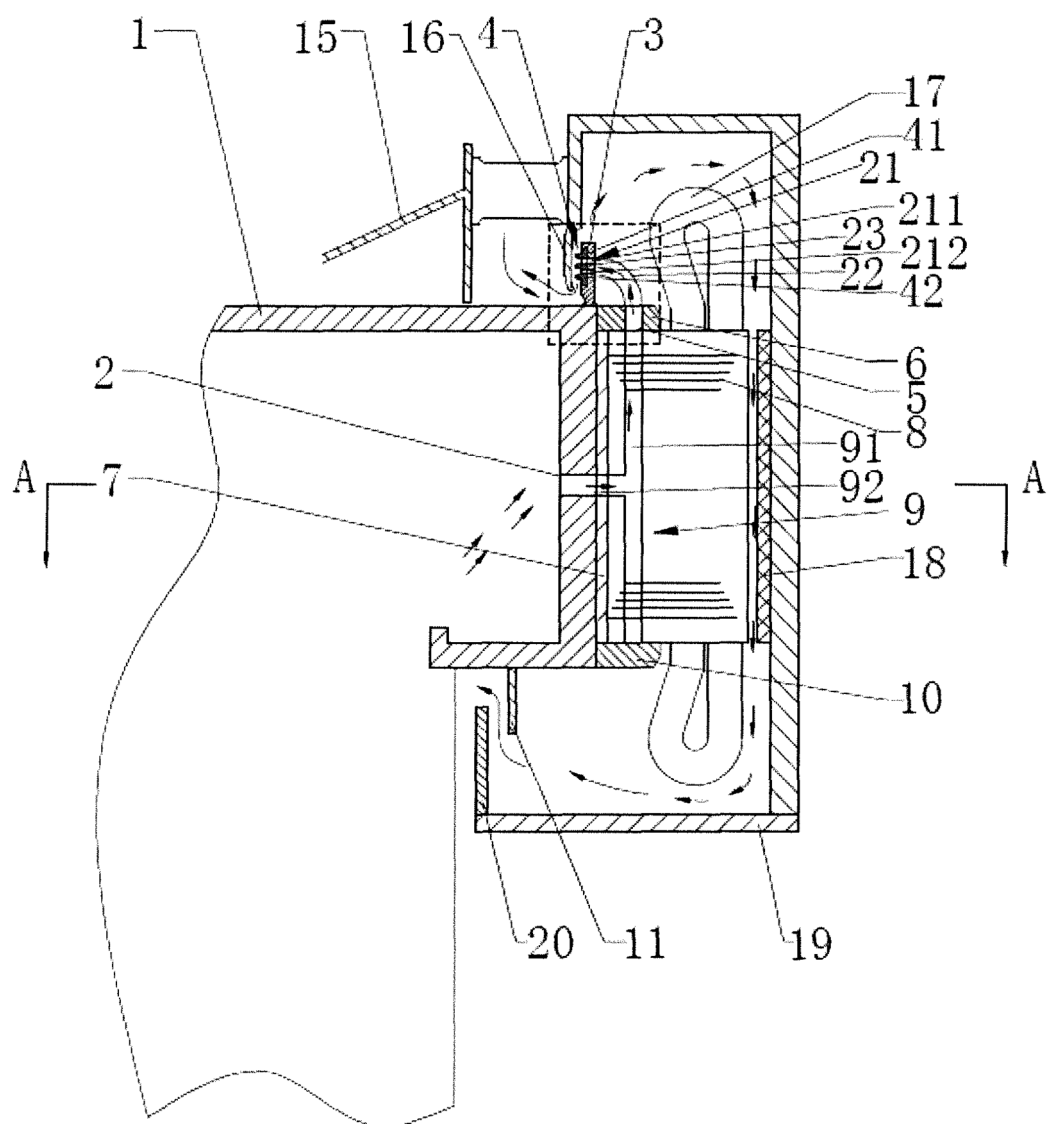


Figura 1

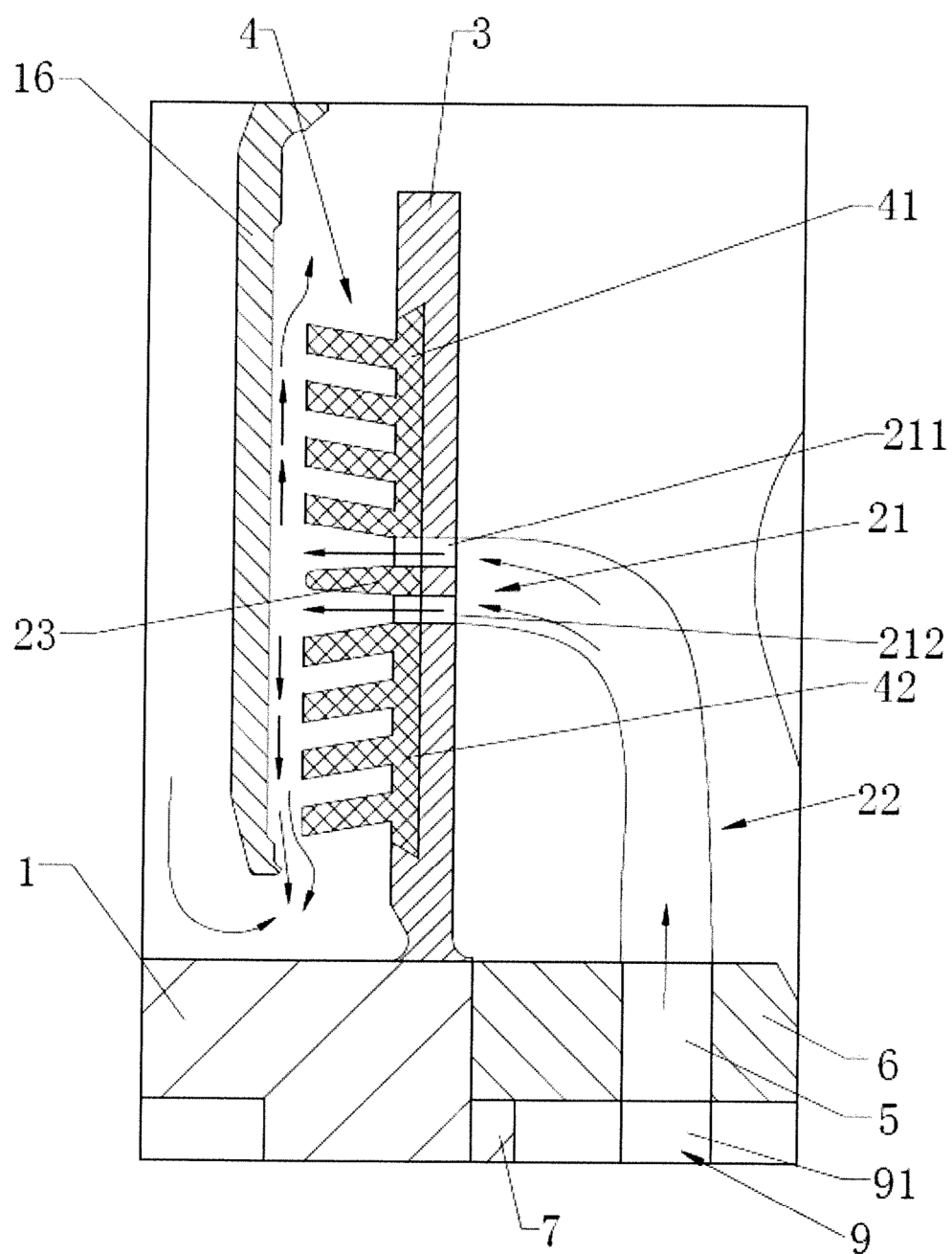


Figura 2

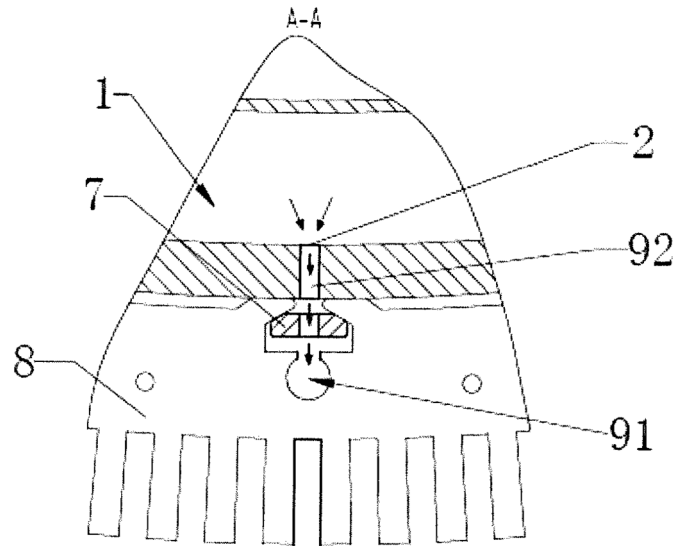


Figura 3

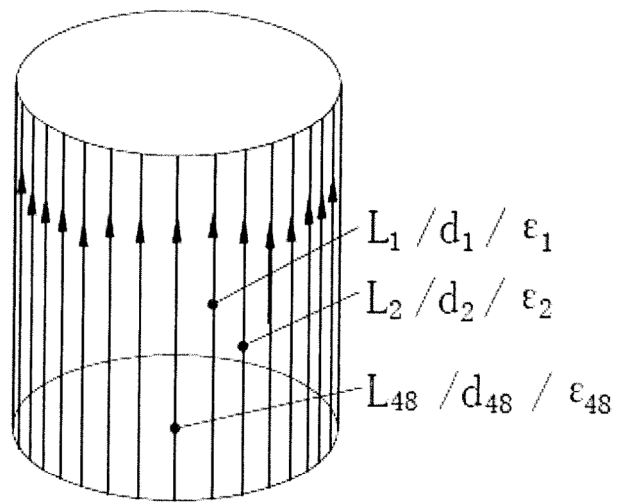


Figura 4

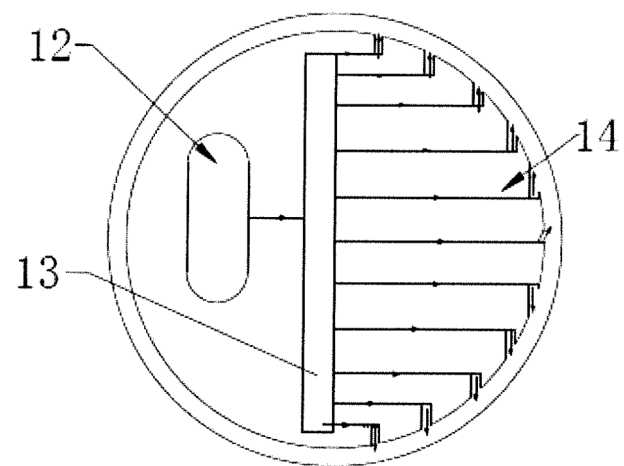


Figura 5

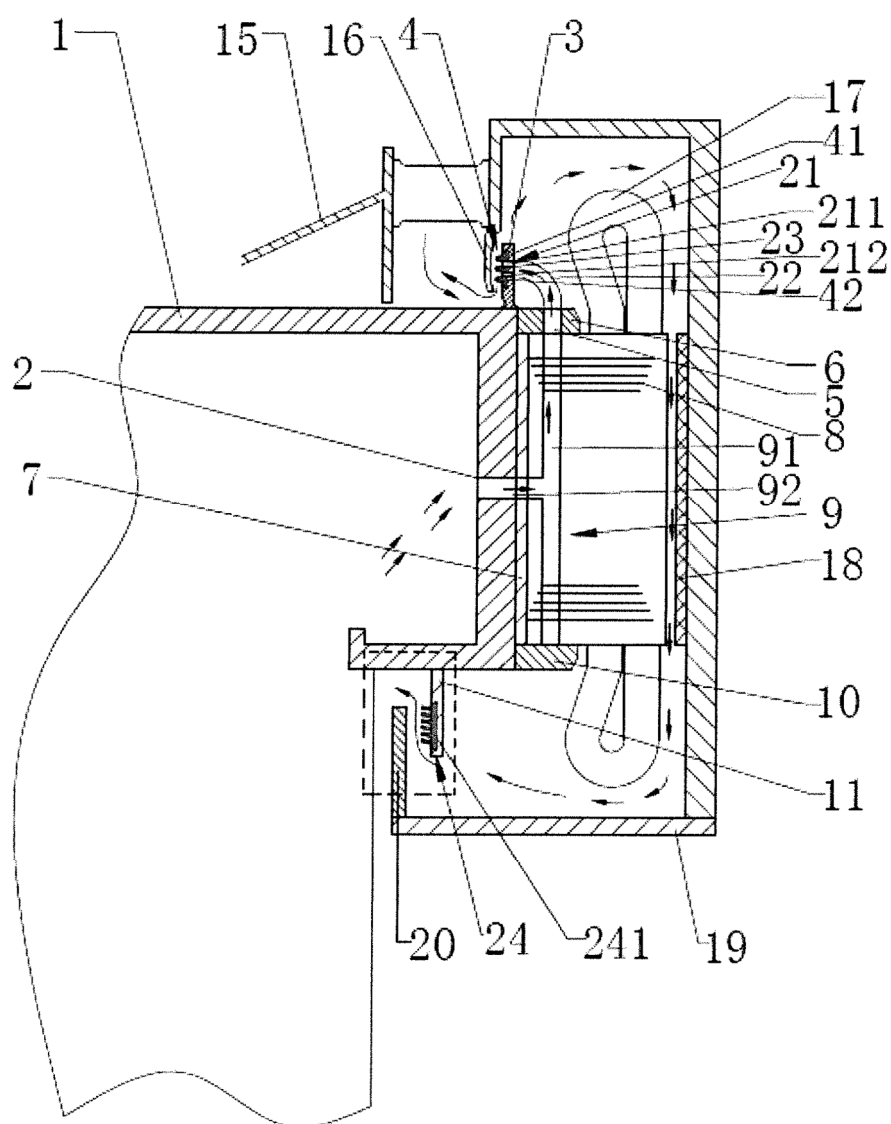


Figura 6

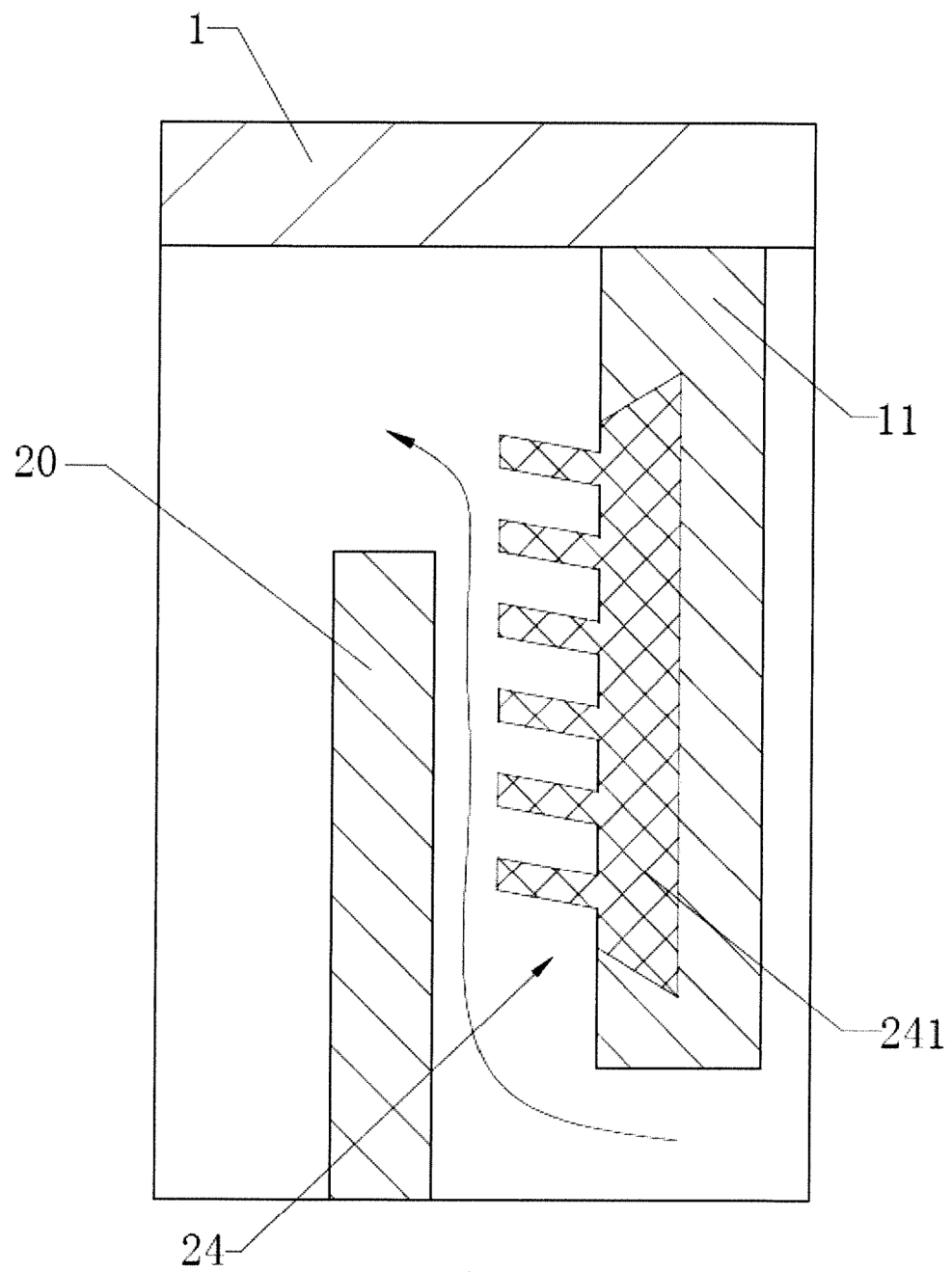


Figura 7

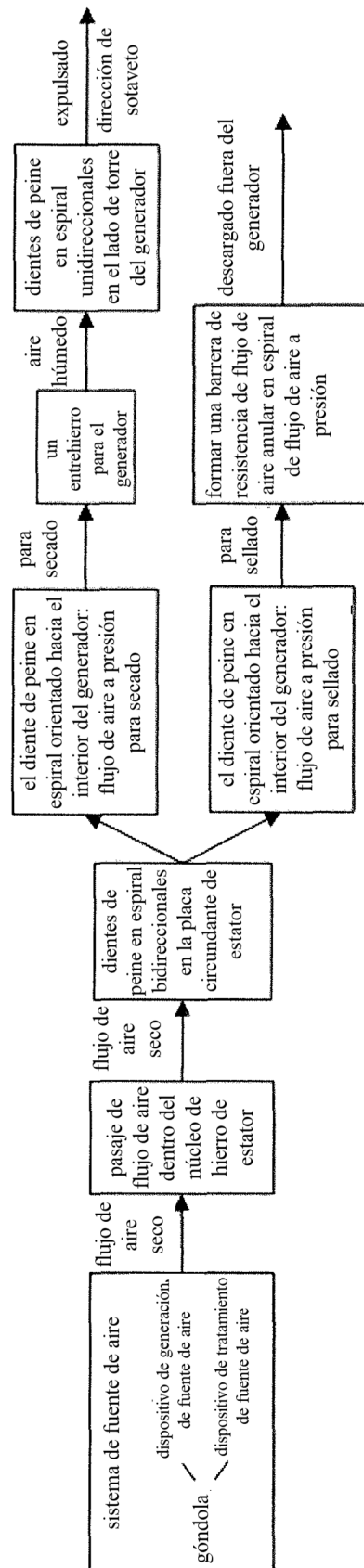


Figura 8