

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 437**

51 Int. Cl.:

H02K 9/00 (2006.01)
H02K 9/08 (2006.01)
H02K 9/14 (2006.01)
H02K 9/10 (2006.01)
H02K 9/16 (2006.01)
H02K 3/24 (2006.01)
H02K 9/04 (2006.01)
H02K 15/12 (2006.01)
H02K 9/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.05.2019 PCT/CN2019/086084**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2020 WO20042662**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2019 E 19855097 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024 EP 3758200**

54 Título: **Conjunto de generador de energía eólica, dispositivo electromagnético y dispositivo de intercambio de calor o de secado para núcleo de hierro**

30 Prioridad:

31.08.2018 CN 201811014787

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2024

73 Titular/es:

**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION
WINDPOWER EQUIPMENT CO., LTD. (100.0%)
No. 19 Kangding Road, Beijing Economic &
Technological Development Zone Daxing District
Beijing 100176, CN**

72 Inventor/es:

MA, SHENGJUN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 989 437 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

Conjunto de generador de energía eólica, dispositivo electromagnético y dispositivo de intercambio de calor o de secado para núcleo de hierro

Campo

- 5 La presente solicitud se refiere al campo técnico de los dispositivos electromagnéticos, en particular a un aerogenerador, un dispositivo electromagnético y un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro.

Antecedentes

- 10 Un núcleo de hierro es un componente importante de un circuito magnético y se usa en componentes eléctricos tales como máquinas eléctricas y transformadores. Tomando como ejemplo una máquina eléctrica, un núcleo de estátor, un núcleo de rotor y un entrehierro entre un estátor y un rotor constituyen el circuito magnético de la máquina eléctrica. En una máquina de inducción, el flujo magnético en el núcleo del estátor es un flujo magnético alterno y, de este modo, que causa una pérdida del núcleo de hierro, lo que se denomina pérdida de hierro. La pérdida de hierro incluye dos partes: pérdida por histéresis y pérdida por corrientes parásitas. La pérdida por histéresis es una pérdida de energía causada por un cambio continuo de orientación de las moléculas magnéticas durante la magnetización alterna del núcleo de hierro. La pérdida por corrientes parásitas es la pérdida de resistencia causada por la corriente parásita generada durante la magnetización alterna del núcleo de hierro.

- 20 Tanto la pérdida por histéresis como la pérdida por corrientes parásitas son parte de la fuente de calor de la máquina eléctrica, y otra parte de la fuente de calor se genera cuando la corriente fluye a través de los devanados de la máquina eléctrica. Desde la perspectiva de la termodinámica y la teoría de la transferencia de calor, la fuente de calor anterior forma la fuente de calor principal durante la operación de la máquina eléctrica. Además, hay pérdidas mecánicas, que incluyen pérdidas por fricción en cojinetes, pérdidas por ventilación o pérdidas por fricción de escobillas de la dinamo.

- 25 Haciendo referencia a las Figuras 1 y 2, la Figura 1 es una vista esquemática que muestra un diseño general de un generador completo en el que el interior del generador se enfría mediante un intercambiador de calor de tipo superficial que usa aire como medio de enfriamiento; la Figura 2 es una vista esquemática de despiece que muestra la estructura del intercambiador de calor de tipo superficial en la Figura 1.

- 30 Como se muestra en la Figura 1, un lado derecho de un generador 500' está conectado a un rotor 600', un lado izquierdo del generador 500' está dotado con una góndola 100', y un intercambiador de calor de tipo superficial 300' está dispuesto en la góndola 100', específicamente en una parte de cola de la góndola 100'. Un lado izquierdo del intercambiador de calor de tipo superficial 300' está dotado con un ventilador de tiro inducido de circulación interna 202', y el ventilador de tiro inducido de circulación interna 202' se acciona por un motor de accionamiento de circulación interna 201'. Un tubo de extracción y transporte de flujo de aire de circulación interna 400' se proporciona además en la góndola 100'. El flujo de aire caliente que se calienta cuando se enfría el calor generado por el generador 500' entra, bajo la acción del ventilador de tiro inducido de circulación interna 202', en un paso de flujo del núcleo de intercambiador de calor del intercambiador de calor de tipo superficial 300' a través del tubo de extracción y transporte de flujo de aire de circulación interna 400', para realizar disipación de calor por convección para transferir calor al flujo de aire externo, para reducir su propia temperatura para el reciclaje.

- 40 Un ventilador de tiro inducido de circulación externa 102' se proporciona además en un lado de salida de flujo de aire de circulación externa del intercambiador de calor de tipo superficial 300', y el ventilador de tiro inducido de circulación externa 102' se acciona por un motor de accionamiento de circulación externa 101'. El ventilador de tiro inducido de circulación externa 102' introduce el flujo de aire del ambiente natural en el núcleo de intercambio de calor del intercambiador de calor de tipo superficial 300', las superficies de dos lados de una lámina central del núcleo de intercambio de calor están en contacto con el flujo de aire de circulación interna que fluye y el flujo de aire de circulación externa que fluye, respectivamente, el flujo de aire de circulación externa después de la absorción de calor se descarga hacia fuera de la góndola 100' mediante el ventilador de tiro inducido de circulación externa 102', y un puerto de descarga de flujo de aire de circulación externa 103' conectado al exterior se muestra en la Figura 1. Después de ser enfriado, el flujo de aire de circulación interna se conduce hacia fuera del intercambiador de calor de tipo superficial 300', y se presuriza mediante el trabajo del rotor del ventilador de tiro inducido 102' y luego se difunde en el interior de la parte de cola de la góndola 100' a 360 grados en una dirección perpendicular al eje.

- 55 En la Figura 2, en el caso de que el flujo de aire de circulación interna se introduzca en el intercambiador de calor de tipo superficial 300', se proporciona una cámara de confluencia de circulación interna 203' entre el intercambiador de calor de tipo superficial 300' y el tubo de extracción y transporte de flujo de aire de circulación interna 400', y cada una de las caras extremas superior e inferior de la cámara de confluencia 203', o la pared lateral de la cámara de confluencia 203' se dota con una entrada de confluencia de flujo de aire de circulación interna 203a'. Una sección de conexión de entrada 104' del ventilador de tiro inducido de circulación externa se dispone entre el ventilador de tiro inducido de circulación externa 102' y el intercambiador de calor de tipo superficial 300', y otra sección de conexión

de entrada 204' del ventilador de tiro inducido de circulación interna se proporciona entre el ventilador de tiro inducido de circulación interna 202' y el intercambiador de calor de tipo superficial 300'.

En la Figura 1, se proporciona un puerto entre una cámara interna de un alojamiento del generador 500' y el medio de enfriamiento externo, y una placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento 500a' se dispone en el puerto, lo que se puede entender con referencia a la Figura 3, y la Figura 3 es una vista esquemática que muestra la placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento 500a' en la Figura 1.

En virtud del espacio interno de la góndola 100', el flujo de aire de circulación interna difundido en la góndola 100' se estrangula por un orificio de entrada 500b' de la placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento 500a' y luego entra en el interior del generador 500', para ser reutilizado como flujo de aire de enfriamiento. La placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento 500a' es un miembro de estrangulación, y la resistencia al flujo local es mayor empleando una placa de orificio no circular o una placa de orificio que tenga un límite agudo como el miembro de estrangulación.

Con referencia continuada a las Figuras 4 a 7, la Figura 4 es una vista esquemática que muestra un estado en el que los devanados y un componente ferromagnético del generador están ensamblados; la Figura 5 es una vista esquemática parcial que muestra que los devanados 020 en la Figura 3 están colocados en ranuras abiertas 010b; la Figura 6 es una vista esquemática que muestra que los conductos de ventilación de enfriamiento 040 que discurren radialmente a través del núcleo de hierro del generador están formados en el núcleo de hierro del generador; y la Figura 7 es una vista esquemática que muestra una trayectoria que fluye de flujo de aire de enfriamiento en el caso de que los conductos de ventilación de enfriamiento 040 radiales entre placas de laminación en el núcleo del estátor del generador cooperen con el intercambiador de calor de tipo superficial 300' anterior.

El núcleo de hierro del generador incluye múltiples láminas de apilamiento 010 hechas de un material ferromagnético, y las láminas de apilamiento 010 se superponen en una dirección axial para formar finalmente el núcleo de hierro, y el núcleo de hierro sirve como un componente magnéticamente conductor del generador y se sujeta con un soporte de núcleo de hierro 030. Cada una de las láminas de apilamiento 010 está dotada con múltiples partes de dientes 010a que se extienden radialmente a lo largo de su dirección circunferencial, y la ranura abierta 010b está formada entre cada dos de las partes de dientes 010a. Después de que las láminas de apilamiento 010 se superpongan en una cierta dirección, por ejemplo, en la dirección axial, se superponen múltiples ranuras abiertas 010b en la dirección axial para formar una ranura de devanado 010b' que se extiende axialmente, y el devanado 020 se puede acomodar en la ranura de devanado 010b'.

Los generadores de tamaño grande y de tamaño mediano emplean principalmente sistemas de ventilación radial para realizar la disipación de calor y el enfriamiento. Específicamente, un cierto número de conductos de ventilación de enfriamiento 040 están dispuestos en la sección del núcleo del estátor. Una lámina con ranuras de ventilación que forma el conducto de ventilación de enfriamiento 040 está formada por una lámina de estampación en forma de abanico, un acero de canal de ventilación (no mostrado en las figuras) y un anillo de revestimiento (no mostrado en las figuras). Se conectan múltiples láminas de estampación en forma de abanico de manera envolvente para formar la lámina de apilamiento anular 010.

Generalmente, la lámina de estampación en forma de abanico está hecha de una placa de acero decapada que tiene un espesor de 0,35 a 0,5 mm. Una superficie de la placa de acero decapada se requiere que sea plana, lisa y sin capa de óxido u otras manchas. La lámina de estampación en forma de abanico se requiere que se suelde por puntos al acero de canal de ventilación. Un extremo interior en una dirección radial de la lámina de estampación en forma de abanico está dotado con una ranura en cola de milano, y el anillo de revestimiento está situado en el surco en cola de milano de la lámina de estampación en forma de abanico.

Como se muestra en la Figura 6, después de que se superpongan las láminas de apilamiento 010, dado que el acero de conducto de ventilación se apoya entre las láminas de apilamiento 010, habrá un surco pasante que se extiende en la dirección radial del núcleo del estátor en la posición donde el acero de canal de ventilación está soldado, es decir, el conducto de ventilación de enfriamiento 040 radial configurado para enfriamiento se proporciona en la posición del acero de canal de ventilación.

El flujo de aire enfriado anterior difundido en la parte de cola de la góndola 100' entra en el interior del generador 500' a través de la placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento 500a'. Como se muestra en la Figura 7, el flujo de aire de enfriamiento que entra en el interior del generador 500' puede entrar en el interior del núcleo de hierro a través del conducto de ventilación de enfriamiento 040 radialmente pasante, para eliminar el calor generado, y fluye hacia un paso de confluencia 070, y luego entrar en un dispositivo de extracción y confluencia de aire caliente 050. Bajo la acción del ventilador de tiro inducido de circulación interna 202', el flujo de aire fluye a través del tubo de extracción y transporte de flujo de aire de circulación interna 400' para entrar en los huecos formados entre las aletas del núcleo de intercambiador de calor del intercambiador de calor de tipo superficial 300' y fluye a lo largo de los huecos, el flujo de aire se vuelve a enfriar mediante el flujo de aire de enfriamiento de circulación externa en el otro lado de la aleta de intercambio de calor en el núcleo de intercambiador de calor. El flujo de aire pasa a través de un dispositivo de confluencia 060, se succiona hacia un rotor del ventilador de tiro inducido 202' por el ventilador de

tiro inducido 202', recibe el trabajo aplicado por el rotor y se presuriza, y se descarga en la dirección radial del rotor hacia la parte de cola de la góndola 100', y luego se difunde.

Debido a la acción del ventilador de tiro inducido de circulación interna 202', se crea una presión negativa en un lado, cerca de la góndola 100', de la placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento 500a' del generador que está en comunicación con la góndola 100', y se proporciona una presión positiva en una salida del ventilador de tiro inducido de circulación interna 202'. Accionado por una diferencia de presión entre la presión positiva y la presión negativa, el intercambio de calor se realiza entre el flujo de aire en un gran espacio en la góndola 100' y una pared interior de la góndola 100', pueden ocurrir, dependiendo de diferentes estaciones, diferentes situaciones en las que se libera calor desde el flujo de aire a la pared interior de la góndola 100' o el flujo de aire se calienta mediante la pared interior de la góndola 100'. El intercambio de calor también se realiza entre el flujo de aire y el equipo de maquinaria en la góndola 100', y entre el flujo de aire y el equipo eléctrico en la góndola 100', y finalmente el flujo de aire se reintroduce en el generador 500' a través de la placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento 500a', y se repite el proceso anterior. Es decir, un paso de suministro de aire cerrado del flujo de aire de circulación interna se forma en el interior de la góndola 100', como se muestra mediante flechas periféricas en la Figura 7, se forma el paso de suministro de aire cerrado anular.

Para el aerogenerador de accionamiento directo de imán permanente, en el caso de que se use flujo de aire en el ambiente natural externo para enfriar los polos magnéticos en dos lados del entrehierro del generador y las superficies del núcleo del estátor, el efecto de enfriamiento es bueno. No obstante, el flujo de aire en el ambiente natural externo generalmente transporta diversas formas de sustancias que fluyen a través de los huecos en el interior del generador, y las diversas formas de sustancias pueden ser flujos multifásicos de gas-vapor-líquido-sólido, incluyendo aire, vapor de agua, lluvia, nieve, niebla salina, arena, flóculos, etc., que pueden causar el deterioro del desempeño de aislamiento de los materiales aislantes en el interior del generador, dando como resultado el deterioro del desempeño del aislamiento eléctrico y las propiedades mecánicas del aislamiento del generador, reducción del nivel de voltaje de resistencia residual y la vida útil de los materiales aislantes y, en última instancia, dañar el aislamiento. Además, un recubrimiento protector sobre las superficies de los polos magnéticos permanentes también se puede ver afectado por la humedad y el calor, y el recubrimiento protector se puede desprender de las superficies de los polos magnéticos permanentes causado a la expansión debida a la humedad y el calor, lo que puede conducir incluso a un peligro oculto de oxidación de los polos magnéticos.

Cuando se emplea el generador de enfriamiento de ciclo cerrado (que usa el flujo de aire de circulación interna), se puede evitar el riesgo de erosión de los componentes internos del generador debido a la lluvia y se mejora la fiabilidad del aislamiento eléctrico y la protección del polo magnético. No obstante, la pérdida de energía de la resistencia en el camino y la resistencia local durante el proceso de transporte del flujo de aire de circulación interna es grande, lo que restringe la mejora de la tasa de intercambio de calor de un enlace de generación de calor en el interior del generador, dando como resultado una gran elevación de la temperatura de los componentes clave en el interior del generador, por ejemplo, la estructura de aislamiento del conductor del generador, y se ve amenazada la estabilidad del desempeño de los polos magnéticos permanentes.

El documento EP 3252930 A1 describe una estructura de estátor de un generador de energía eólica de accionamiento directo de imán permanente, que incluye un soporte de estátor, un núcleo de hierro del estátor dispuesto alrededor de una pared periférica exterior del soporte de estátor y una placa de presión de dientes del lado de la pala proporcionada en una cara extrema axial en el lado de la pala, del núcleo de hierro del estátor. Al menos un primer agujero de aire se proporciona en la pared periférica exterior del soporte del estátor, y al menos un segundo agujero de aire se proporciona en la placa de presión de dientes del lado de la pala. El estátor incluye al menos un paso de flujo de aire a través del cual el primer agujero de aire y el segundo agujero de aire están en comunicación uno con otro. El paso de flujo de aire incluye un paso de flujo de aire radial y un paso de flujo axial. El flujo de aire pasa a través de la llave de fijación de la lámina estampada desde el primer agujero de aire para entrar en el paso de flujo de aire radial, ser desplazado hacia el paso de flujo de aire axial a lo largo del paso de flujo de aire radial, y luego pasa a través de la placa de presión de dientes del lado de la pala y la placa de presión de dientes del lado de la torre desde el paso de flujo de aire axial, para entrar en las boquillas convergentes en los dos lados, y se pulveriza hacia fuera desde las salidas de las boquillas convergentes, para ser soplado hacia el hueco anular entre el carenado del lado de la pala y el anillo de sellado del rotor y el hueco anular entre la placa de carenado lateral de la torre y el anillo de sellado de la cubierta extrema.

El documento US 2005/134125 A1 describe un dispositivo de enfriamiento para enfriar un motor de husillo de tipo husillo incorporado de una herramienta de máquina, en el que el motor de husillo incluye un alojamiento de motor, un rotor y un estátor asegurados a la superficie circunferencial interior del alojamiento de motor para rodear el rotor con un espacio libre que está formado entre el rotor y el estátor. El dispositivo de enfriamiento incluye una fuente de suministro de gas de enfriamiento para suministrar gas de enfriamiento; un alojamiento de motor con un paso de introducción de gas de enfriamiento para introducir y guiar el gas de enfriamiento suministrado desde la fuente de suministro de gas de enfriamiento a un lado del rotor y del estátor; y una boquilla de inyección de gas de enfriamiento que tiene una o más aberturas de boquilla orientadas para inyectar el gas de enfriamiento al espacio libre entre el rotor y el estátor.

Compendio

- Un dispositivo de intercambio de calor o de secado para una fuente de calor de un núcleo de hierro se proporciona según la presente invención, como se define en la reivindicación independiente 1, que incluye un pulverizador configurado para introducir flujo de aire, en donde el pulverizador está dotado con una pluralidad de agujeros de pulverización, el pulverizador incluye un tubo de pulverización anular que coincide con una forma anular del núcleo de hierro, el tubo de pulverización anular se proporciona en un extremo axial del núcleo de hierro, y la pluralidad de agujeros de pulverización se proporciona en una dirección circunferencial del tubo de pulverización anular; los devanados se acomodan en ranuras del núcleo de hierro, los devanados se enrollan en el extremo axial del núcleo de hierro para formar las partes extremas de devanados, y el tubo de pulverización anular se inserta en un agujero pasante formado por todas las partes extremas de devanados en el extremo axial del núcleo de hierro.
- El pulverizador pulveriza un flujo de aire frío o caliente en la parte extrema del núcleo de hierro, para crear un ambiente enfriado y/o de secado en la parte extrema del núcleo de hierro y los devanados del mismo, que es conducente a la disipación de calor del núcleo de hierro y los devanados del mismo, y el mantenimiento y conservación del desempeño de aislamiento de las partes extremas de los devanados, incluyendo el aislamiento de los devanados y el aislamiento entre los devanados y el núcleo de hierro, y también es conducente a la protección de los polos magnéticos y los recubrimientos protectores de los mismos.
- Se proporciona además un dispositivo electromagnético según la presente solicitud, que incluye un núcleo de hierro y además incluye un dispositivo de intercambio de calor o de secado para el núcleo de hierro, y el dispositivo de intercambio de calor o de secado el dispositivo de intercambio de calor o de secado para el núcleo de hierro según cualquiera de las soluciones anteriores.
- Se proporciona además un aerogenerador según la presente solicitud, que incluye un generador, en donde el generador incluye un núcleo de hierro, y el aerogenerador incluye además el dispositivo de intercambio de calor o de secado para el núcleo de hierro según cualquiera de las soluciones anteriores.
- El dispositivo electromagnético y el aerogenerador incluyen el dispositivo de intercambio de calor o de secado del núcleo de hierro, y ambos tienen los mismos efectos técnicos.
- Breve descripción de los dibujos**
- La Figura 1 es una vista esquemática que muestra un diseño general de una máquina completa en la que el interior de un generador se enfría mediante un intercambiador de calor de tipo superficial con aire como medio de enfriamiento;
- La Figura 2 es una vista esquemática de despiece que muestra la estructura del intercambiador de calor de tipo superficial en la Figura 1;
- La Figura 3 es una vista esquemática de una placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento en la Figura 1;
- La Figura 4 es una vista esquemática que muestra un estado en el que están ensamblados los devanados y un componente ferromagnético del generador;
- La Figura 5 es una vista esquemática parcial que muestra que los devanados de la Figura 4 están colocados en ranuras abiertas;
- La Figura 6 es una vista esquemática que muestra que unos conductos de ventilación de enfriamiento que discurren radialmente a través de un núcleo de hierro del generador están formados en el núcleo de hierro del generador;
- La Figura 7 es una vista esquemática que muestra una trayectoria de flujo de aire de enfriamiento en el caso de que los conductos de ventilación de enfriamiento radiales del generador cooperen con el intercambiador de calor de tipo superficial;
- La Figura 8 es una vista esquemática que muestra una realización específica del núcleo de hierro del generador en el que un estátor interior coopera con un rotor exterior;
- La Figura 9 es una vista parcial que muestra un polo magnético del rotor en la Figura 8 y la fijación del mismo;
- La Figura 10 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro según una primera realización comparativa que no pertenece a la invención;
- La Figura 11 es una vista esquemática que muestra que un tubo de pulverización anular está dispuesto en una cara extrema del núcleo de hierro;
- La Figura 12 es una vista esquemática que muestra la estructura básica de un separador de flujo de vórtice y un principio de funcionamiento de la separación de temperatura total del flujo de aire;

La Figura 13 es una vista esquemática que muestra una sección de flujo de un paso de flujo de un tubo de chorro en la Figura 12;

La Figura 14 es una vista esquemática que muestra un campo de flujo interno y la transferencia de energía térmica en el separador de flujo de vórtice del núcleo de hierro en la Figura 12;

- 5 La Figura 15 es una vista esquemática que muestra la comparación entre un flujo de vórtice libre y un flujo de vórtice forzado;

La Figura 16 es una vista esquemática que muestra un proceso de trabajo de la separación de temperatura total en el separador de flujo de vórtice en la Figura 12 en base a un diagrama termodinámico de temperatura-entropía (T-S);

- 10 La Figura 17 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro según una segunda realización que es según la invención, en la que un tubo de pulverización anular discurre a través de un agujero pasante en las partes extremas de devanados;

La Figura 18 es una vista esquemática que muestra el tubo de pulverización anular en la Figura 17;

La Figura 19 es una vista esquemática que muestra que el tubo de pulverización anular en la Figura 18 discurre a través de una parte de las partes extremas de devanados;

- 15 La Figura 20 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de suministro de flujo de aire en la Figura 17;

La Figura 21 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro según una tercera realización comparativa que no pertenece a la invención;

La Figura 22 es una vista tomada a lo largo de la línea A-A en la Figura 21;

La Figura 23 es una vista en sección que muestra un primer sujetador de núcleo de hierro en la Figura 21;

- 20 La Figura 24 es una vista esquemática que muestra un principio de pulverización de flujo de aire formado por múltiples primeros sujetadores de núcleo de hierro;

La Figura 25 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro según una cuarta realización comparativa que no pertenece a la invención;

La Figura 26 es una vista tomada a lo largo de la línea B-B en la Figura 25;

- 25 La Figura 27 es una vista en sección que muestra el primer sujetador de núcleo de hierro en la Figura 24; y

La Figura 28 es una vista esquemática que muestra un principio de pulverización de flujo de aire formado por múltiples primeros sujetadores de núcleo de hierro.

Números de referencia en las Figuras 1 a 7:

100' góndola,

- 30 101' motor de accionamiento de circulación externa,

102' ventilador de tiro inducido de circulación externa,

103' puerto de descarga de flujo de aire de circulación externa,

104' sección de conexión de entrada de ventilador de tiro inducido de circulación externa;

201' motor de accionamiento de circulación interna,

- 35 202' ventilador de tiro inducido de circulación interna,

203' cámara de confluencia de circulación interna,

204' sección de conexión de entrada de ventilador de tiro inducido de circulación externa;

300' intercambiador de calor de tipo superficial;

400' tubo de extracción y transporte de flujo de aire de circulación interna,

- 40 500' generador,

500a' placa de orificio de entrada de flujo de aire de enfriamiento,

- 500b' orificio de entrada;
- 600' rotor;
- 010 lámina de apilamiento,
- 010a parte de dientes,
- 5 010b ranura abierta,
- 010b' ranura de devanado;
- 030 soporte estructural,
- 040 conducto de ventilación de enfriamiento,
- 050 dispositivo de extracción y confluencia de aire caliente,
- 10 060 dispositivo de confluencia,
- 070 paso de confluencia;
- Números de referencia en las Figuras 8 a 28:
- 200 generador,
- 201 yugo magnético,
- 15 202 polo magnético,
- 202a barra de presión,
- 203 devanado,
- 203a parte extrema de devanado;
- 204 núcleo de hierro
- 20 204a parte de dientes
- 204b ranura;
- 205 paso de enfriamiento radial,
- 206 cuña de ranura,
- 207 segundo sujetador de núcleo de hierro,
- 25 208 soporte de núcleo de hierro,
- 209 placa de presión de dientes,
- 210 primer sujetador de núcleo de hierro,
- 210t paso de flujo de aire,
- 210a primer paso,
- 30 210b segundo paso,
- 210h paso de recuperación,
- 211 paso de pared lateral,
- 212 barra colectora,
- 213 placa de cierre,
- 35 214 anillo de sellado de cubierta extrema,
- 215 cubierta extrema de rotor;
- 10 separador de flujo de vórtice,

- 101 tubo de separación de flujo de vórtice,
- 101a cámara de flujo de vórtice,
- 101a1 placa extrema,
- 101b sección de tubo de extremo caliente,
- 5 101c sección de tubo de extremo frío,
- 101d extremo frío,
- 101c extremo caliente,
- 102 tubo de chorro,
- 103 miembro de estrangulación,
- 10 20 tubo de pulverización anular,
- 20a tubo de división de flujo de aire,
- 20b tubo de conexión,
- 40 tubo principal de flujo de aire frío,
- 401 tubo de ramal,
- 15 50 tubo de confluencia de flujo de aire caliente,
- 60 filtro de aire,
- 70 compresor,
- a entrehierro,
- s espacio libre.

20 Descripción detallada de las realizaciones

Para hacer que los expertos en la técnica comprendan mejor la solución técnica de la presente solicitud, la presente solicitud se describirá con más detalle de aquí en adelante junto con los dibujos y las realizaciones.

- Un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro según la presente realización incluye un pulverizador capaz de introducir un flujo de aire. El flujo de aire puede ser un flujo de aire frío o un flujo de aire caliente, que no se limita a la introducción solamente del flujo de aire frío o solamente del flujo de aire caliente, y la introducción del flujo de aire frío y del flujo de aire caliente se pueden conmutar en diferentes períodos según las necesidades reales. La introducción del flujo de aire frío puede realizar funciones de enfriamiento y de secado al mismo tiempo, y la introducción del flujo de aire caliente puede realizar mejor la función de secado. El pulverizador está dotado con agujeros de pulverización, y el flujo de aire introducido en el pulverizador se puede pulverizar hasta una parte extrema del núcleo de hierro a través de los agujeros de pulverización, para enfriar y secar la parte extrema del núcleo de hierro.

Primera realización comparativa

- Haciendo referencia a las Figuras 8 a 10, la Figura 8 es una vista esquemática que muestra una realización específica de un núcleo de hierro 204 de un generador en el que un estátor interior coopera con un rotor exterior; la Figura 9 es una vista parcial que muestra un polo magnético del rotor de la Figura 8 y la fijación del mismo; la Figura 9 muestra una barra de presión y la estructura específica de la barra de presión, que es solamente un ejemplo. Se puede entender que el polo magnético no está necesariamente fijado por la barra de presión, por ejemplo, cuando el polo magnético es un módulo de polo magnético, la barra de presión puede que no se requiera. La Figura 10 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para el núcleo de hierro 204 según una primera realización comparativa que no pertenece a la invención.

- Como se muestra en las Figuras 8 y 9, el núcleo de hierro 204 se forma apilando múltiples capas de láminas de apilamiento en una dirección axial. Se proporcionan partes de dientes 204a en los bordes exteriores de las láminas de apilamiento, se forman ranuras 204b entre partes de dientes 204a adyacentes, y las ranuras 204b se usan para acomodar los devanados 203 (no mostrados en la Figura 8, pero mostrados en la Figura 11). El generador puede tener una estructura con un estátor exterior y un rotor interior, o una estructura con un rotor exterior y un estátor interior. Como ejemplo, el núcleo de hierro 204 del estátor está situado en una cámara interior del rotor, el rotor

incluye un yugo magnético 201 situado en un lado exterior, los polos magnéticos 202 están montados en una pared interior del yugo magnético 201, los polos magnéticos 202 pueden ser imanes permanentes, y una barra de presión 202a presiona firmemente entre los polos magnéticos 202 adyacentes. Como se describió anteriormente, la conexión a presión mediante la barra de presión 202a es solamente un ejemplo. Cuando el polo magnético es un módulo de polo magnético, puede que no se proporcione la barra de presión. El módulo de polo magnético incluye una placa inferior o una placa base, el polo magnético se fija a la placa inferior o la placa base, y la placa inferior o la placa base se pueden fijar directamente a una superficie de montaje del polo magnético del rotor correspondiente mediante soldadura o conexión por tornillo, o bien, se puede proporcionar la barra de presión para conectar la placa inferior o la placa base del módulo de polo magnético a la superficie de montaje de polo magnético del rotor mediante conexión a presión.

El núcleo de hierro 204 tiene una forma anular, por lo tanto, en esta realización, el pulverizador es específicamente un tubo de pulverización anular 20 que coincide con la forma anular del núcleo de hierro 204. El tubo de pulverización anular 20 está dispuesto en una parte extrema del núcleo de hierro 204, y se proporcionan múltiples agujeros de pulverización en una dirección circunferencial del tubo de pulverización anular 20. La "coincidencia" en la presente memoria se refiere a que un diámetro del tubo de pulverización anular 20 es sustancialmente igual al del núcleo de hierro 204, lo que significa que el diámetro del tubo de pulverización anular 20 puede ser igual o ligeramente mayor o ligeramente menor que el del núcleo de hierro 204, de modo que cuando los múltiples agujeros de pulverización del tubo de pulverización anular 20 pulvericen el flujo de aire, el flujo de aire puede llegar a toda la parte extrema anular del núcleo de hierro 204. Los diámetros de los agujeros de pulverización pueden ser iguales o diferentes. Por ejemplo, un agujero de pulverización más cercano a una entrada de flujo de aire del tubo de pulverización anular 20 puede tener un diámetro más pequeño, y un agujero de pulverización más lejos de la entrada de flujo de aire puede tener un diámetro mayor, de modo que el flujo de pulverización de todos los agujeros de pulverización pueda ser más uniforme.

Se puede entender que, con este propósito, el tubo de pulverización anular 20 no tiene que tener una forma anular completa. Por ejemplo, el tubo de pulverización anular 20 puede incluir una pluralidad de segmentos, y se pueden proporcionar intervalos entre la pluralidad de segmentos; o no se proporciona ningún intervalo entre los segmentos, y los segmentos se empalman o enfundan para formar la forma anular. En una realización, el pulverizador también puede ser un segmento de arco, que puede girar para lograr una pulverización de 360 grados. La disposición segmentada es conducente al transporte y al almacenamiento y es conveniente para la sustitución y el mantenimiento, lo que reduce los costes de mantenimiento. Se puede entender que la forma específica del pulverizador no está limitada en esta realización, y los requisitos se pueden cumplir siempre que se pueda pulverizar básicamente toda la parte extrema anular del núcleo de hierro 204. Por supuesto, en el caso de que el tubo de pulverización anular 20 sea anular, es conveniente controlar la introducción del flujo de aire.

Como se muestra en la Figura 10, el tubo de pulverización anular 20 está montado en una cara extrema del núcleo de hierro 204. La cara extrema del núcleo de hierro 204 es una superficie exterior de una lámina de apilamiento situada en una capa superior o una capa inferior del núcleo de hierro 204. La lámina de apilamiento incluye un cuerpo de lámina de apilamiento y múltiples partes de dientes 204a formadas en un borde exterior del cuerpo de lámina de apilamiento. Una superficie exterior del cuerpo de lámina de apilamiento tiene una cierta área y puede servir como superficie de montaje del tubo de pulverización anular 20, el tubo de pulverización anular 20 se puede fijar a la superficie de montaje a través de sujetadores, y los sujetadores pueden ser pernos, por ejemplo. Por supuesto, el pulverizador no se limita a ser fijado a la superficie de montaje descrita en la presente memoria, y el pulverizador se puede conectar de forma móvil a la superficie de montaje, de modo que el pulverizador pueda pulverizar mejor una posición que requiera enfriamiento o secado.

Dos extremos del núcleo de hierro 204 están dotados con dos caras extremas, respectivamente, de modo que cada una de las dos caras extremas del núcleo de hierro 204 se puedan dotar con el tubo de pulverización anular 20 mostrado en la Figura 10. Por supuesto, el tubo de pulverización anular 20 se puede disponer solamente en una de las caras extremas. Después de que el tubo de pulverización anular 20 se disponga en la cara extrema del núcleo de hierro 204, el flujo de aire se puede introducir en el tubo de pulverización anular 20, y el flujo de aire puede ser un flujo de aire caliente o frío. En el caso de que se introduzca el flujo de aire frío, el flujo de aire frío se puede pulverizar a la parte extrema del núcleo de hierro 204, para completar el intercambio de calor y eliminar el calor generado por componentes tales como el núcleo de hierro 204 y los devanados 203 dispuestos en la parte extrema del núcleo de hierro 204, para enfriar la parte extrema del núcleo de hierro 204 y mejorar el ambiente de enfriamiento del núcleo de hierro 204. De hecho, el flujo de aire de enfriamiento también tiene un efecto de secado hasta cierto punto. En el caso de que el flujo de aire caliente se introduzca en el tubo de pulverización anular 20, el efecto de secado es mejor. Se puede elegir que el flujo de aire caliente se introduzca en el caso de que el núcleo de hierro 204 no esté en operación y el ambiente sea relativamente húmedo, para evitar el aumento de la carga térmica. Con el fin de pulverizar el flujo de aire de manera más uniforme, los múltiples agujeros de pulverización se pueden distribuir uniformemente en la dirección circunferencial del tubo de pulverización anular 20.

Como se muestra en la Figura 11, que es una vista esquemática que muestra que el tubo de pulverización anular 20 está dispuesto en la cara extrema del núcleo de hierro 204. La Figura 11 muestra una barra colectora 212 y solamente una parte de la cara extrema anular del núcleo de hierro 204.

La Figura 11 muestra que las ranuras 204b están formadas entre las partes de dientes 204a de las láminas de apilamiento del núcleo de hierro 204, y los devanados 203 se acomodan en las ranuras 204b. Los devanados 203 tienen conectores. La cara extrema del núcleo de hierro 204 está generalmente dotada con la barra colectora 212 anular, y un conector de cada grupo de devanados 203 se conecta a la barra colectora 212, para cumplir con los requisitos de conexión eléctrica. En este caso, el tubo de pulverización anular 20 puede estar situado en un lado radialmente interior o en un lado radialmente exterior de la barra colectora 212. En la Figura 11, el tubo de pulverización anular 20 está situado en el lado radialmente interior de la barra colectora 212. De esta forma, cuando el tubo de pulverización anular 20 pulveriza el flujo de aire frío o caliente, la barra colectora 212 también se puede enfriar y secar. En el caso de que el tubo de pulverización anular 20 esté situado en el lado radialmente exterior de la barra colectora 212, el tubo de pulverización anular 20 puede estar dotado con agujeros de pulverización situados en un lado interior del tubo de pulverización anular 20 para pulverizar el flujo de aire a la barra colectora. 212.

Como se muestra en la Figura 10, el flujo de aire se puede pulverizar radialmente hacia dentro o hacia fuera. En la Figura 10, el flujo de aire se pulveriza radialmente hacia fuera, es decir, el flujo de aire se pulveriza en una dirección hacia el rotor. Además de realizar el intercambio de calor o el secado en la parte extrema del núcleo de hierro 204, el flujo de aire pulverizado también puede entrar en un espacio libre en las raíces de las ranuras 204b y en un entrehierro entre el rotor y el núcleo de hierro 204 para una mejor enfriamiento y secado. El flujo de aire pulverizado también se puede pulverizar axialmente (no se muestra en la figura). En este caso, el tubo de pulverización anular 20 puede tener una cierta altura, es decir, el tubo de pulverización anular 20 sobresale axialmente de la cara extrema del núcleo de hierro 204 y está a una cierta distancia lejos de la cara extrema del núcleo de hierro 204. En este caso, los agujeros de pulverización están dispuestos en la parte inferior del tubo de pulverización anular 20 para realizar la pulverización axial, y el flujo de aire se pulveriza hacia la cara extrema del núcleo de hierro 204.

O bien, se proporciona un pie de soporte en la cara extrema del núcleo de hierro 204, y el tubo de pulverización anular 20 soportado por el pie de soporte se puede disponer para enfrentar los devanados 203 en la dirección axial. En este caso, los agujeros de pulverización están dispuestos en la parte inferior del tubo de pulverización anular 20 para pulverizar directamente hacia los devanados 203 en la dirección axial, y el flujo de aire puede entrar en los devanados 203 y las raíces de las ranuras 204b. Por supuesto, los agujeros de pulverización en el tubo de pulverización anular 20 se pueden disponer para que estén inclinados, para lograr el propósito anterior. Además, se puede proporcionar además una boquilla en el tubo de pulverización anular 20, y se puede disponer una longitud de extensión y un ángulo de pulverización de la boquilla según las necesidades, para controlar una posición objetivo de la pulverización. El flujo de aire se puede pulverizar en la dirección axial o la dirección radial, o en ambas de las direcciones axial y radial al mismo tiempo, y también se puede pulverizar con otros ángulos.

Como se muestra en la Figura 11, el flujo de aire se rocía en la parte extrema del núcleo de hierro 204, lo que puede enfriar y secar el núcleo de hierro 204. De manera más importante, después de que el devanado 203 se coloca en la ranura 204b del núcleo de hierro 204, se inserta además una cuña de ranura 206 (como se muestra en la Figura 17) en la dirección axial, para evitar que el devanado 203 se salga de la ranura 204b en la dirección radial. Después de un proceso de impregnación para aislamiento, se proporciona un barniz aislante entre la cuña de ranura 206, la ranura 204b y el devanado 203, para crear un ambiente seco en la parte extrema del núcleo de hierro 204, que es conducente a proporcionar un ambiente seco para el barniz aislante en la parte extrema del devanado 203 en esta posición, y mejorar por ello el desempeño del aislamiento. Es decir, el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente (en comparación con el flujo de aire frío, el efecto de secado es mejor) se pueden usar para secar una unión de la raíz de la parte extrema del devanado 203 y el núcleo de hierro 204.

Con referencia continuada a la Figura 10, un dispositivo de suministro de flujo de aire se proporciona en la Figura 10, que puede generar el flujo de aire frío y el flujo de aire caliente. Con referencia específica a las Figuras 12 y 13, la Figura 12 es una vista esquemática que muestra la estructura básica del separador de flujo de vórtice y un principio de funcionamiento de la separación de temperatura total del flujo de aire. El fluido tiene presión, temperatura, densidad, velocidad y número de Mach cuando fluye. Si el fluido es completamente estático en un proceso adiabático, la energía cinética del fluido se convertirá en energía interna, la cual se refleja en la presión, temperatura y densidad, la temperatura en este caso es una temperatura total. La Figura 13 es una vista esquemática que muestra una sección de flujo de un paso de flujo de un tubo de chorro en la Figura 12.

En la Figura 12, el separador de flujo de vórtice 10 que sirve como fuente de frío del núcleo de hierro 204 en sí mismo incluye un tubo de chorro 102 y un tubo de separación de flujo de vórtice 101. El tubo de chorro 102 está en comunicación con una pared lateral del tubo de separación de flujo de vórtice 101. Una parte de una cámara interior del tubo de separación de flujo de vórtice 101 que mira directamente al tubo de chorro 102 forma una cámara de flujo de vórtice 101. Una sección de tubo de extremo frío 101c está situada en un extremo de la cámara de flujo de vórtice 101a (un extremo izquierdo en la Figura 10), y una sección de tubo de extremo caliente 101b está situada en otro extremo de la cámara de flujo de vórtice 101a (un extremo derecho en la Figura 10). Una salida de la sección de tubo de extremo frío 101c es un extremo frío 101d para sacar el flujo de aire frío, y una salida de la sección de tubo de extremo caliente 101b es un extremo caliente 101e para sacar el flujo de aire caliente. Una placa de extremo 101a1 situada en un extremo de la cámara de flujo de vórtice 101a está dotada con un agujero pasante, la placa extrema 101a1 se define en la presente memoria como una placa de orificio de extremo frío, y la sección de tubo de extremo frío 101c está en comunicación con el agujero pasante. Como se muestra en la Figura 12, la sección de tubo de extremo frío 101c es una sección de tubo relativamente delgada que tiene un área de sección transversal

menor que la de la cámara de flujo de vórtice 101a. La cámara de flujo de vórtice 101a y la sección de tubo de extremo caliente 101b tienen diámetros iguales, la cámara de flujo de vórtice 101a y la sección de tubo de extremo caliente 101b se pueden disponer integralmente o por separado, y la disposición integral es más simple.

El tubo de chorro 102 del separador de flujo de vórtice 10, que sirve como fuente de frío transportada por el núcleo de hierro 204 en sí mismo en el dispositivo electromagnético, es un componente de conversión de energía que convierte la energía de presión del aire comprimido en energía cinética llevada por un flujo de aire de alta velocidad. El tubo de chorro 102 puede incluir una sección de entrada, una sección de cuerpo y una sección de salida, y la sección de salida está dotada con una boquilla para pulverizar el flujo de aire. La boquilla es un componente común de conversión de energía de un dispositivo de energía térmica o un dispositivo de refrigeración. Un flujo de aire en espiral se forma después de que el flujo de aire pasa a través del tubo de chorro 102, como se muestra en la Figura 13, una placa de remolino está dispuesta en el interior del tubo de chorro 102, es decir, la sección de salida del tubo de chorro 102 es una voluta, y después de entrar en el tubo de chorro 102, el flujo de aire forma el flujo de aire en espiral a ser sacado. Se requiere que el tubo de chorro 102 esté en comunicación con la cámara de flujo de vórtice 101a tangencialmente, es decir, el flujo de aire en espiral pulverizado hacia fuera del tubo de chorro fluye de manera arremolinada hacia el tubo de separación de flujo de vórtice 101 en una dirección tangencial del tubo de separación de flujo de vórtice 101. El flujo de aire se puede distribuir uniformemente a la boquilla en la sección de salida del tubo de chorro 102 mediante la voluta, se minimiza la pérdida de energía y se asegura que el flujo de aire fluya de manera axialmente simétrica en una circunferencia interior de la voluta.

Dado que el área de la sección transversal de la sección de tubo de extremo frío 101c es relativamente pequeña, en cuanto al flujo de aire en espiral que entra en la cámara de flujo de vórtice 101a, la resistencia en la placa de orificio del extremo frío 101d es relativamente grande, y el flujo de aire arremolinado tangencialmente hacia el tubo de separación de flujo de vórtice 101 fluye hacia la sección de tubo de extremo caliente 101b en una dirección opuesta del extremo frío 101d. Aquí, un área de sección transversal de la sección de tubo de extremo caliente 101b puede ser igual o mayor que la de la cámara de flujo de vórtice 101a, para asegurar que el flujo de aire en espiral fluirá hacia la sección de tubo de extremo caliente 101b.

Se proporciona además una válvula que tiene una superficie cónica en la sección de tubo de extremo caliente 101b, la válvula está realizada específicamente como un miembro de estrangulación cónico 103 como se muestra en la Figura 12, y un extremo cónico del miembro de estrangulación 103 mira hacia una dirección opuesta a una dirección de flujo del flujo de aire en espiral. Como se muestra en la Figura 12, después de que el flujo de aire en espiral entra en el tubo de separación de flujo de vórtice 101 desde el tubo de chorro 102, el flujo de aire fluye en espiral de izquierda a derecha. Cuando el flujo de aire en espiral alcanza el miembro de estrangulación 103, el flujo de aire externo del flujo de aire en espiral puede fluir hacia fuera de la válvula, es decir, el flujo de aire externo del flujo de aire en espiral fluye hacia fuera a través de un espacio libre anular entre el miembro de estrangulación 103 y el tubo de separación de flujo de vórtice 101 y se calienta para llegar a ser un flujo de aire caliente, como se muestra en la Figura 12, el flujo de aire caliente fluye hacia fuera del extremo caliente 101e de la sección de tubo de extremo caliente 101b.

El flujo de aire central del flujo de aire en espiral colisionará con el miembro de estrangulación 103. Después de colisionar con la superficie cónica del miembro de estrangulación 103, el flujo de aire se guía por la superficie cónica del miembro de estrangulación 103, para fluir de manera arremolinada en una dirección opuesta para formar un flujo de aire de reflujo. Durante el proceso de flujo anterior, el flujo de aire se enfriará gradualmente, y la temperatura del flujo de aire de enfriamiento se puede reducir enormemente de -50 a 10 °C. El flujo de aire externo y el flujo de aire central en la presente memoria se definen con respecto a una línea central del flujo de aire en espiral, el flujo de aire en espiral cerca de la línea central es el flujo de aire central, y el flujo de aire lejos de la línea central y cerca de un lado radialmente más externo del flujo de aire en espiral es el flujo de aire externo. Con el fin de asegurar que el flujo de aire en espiral fluya hacia la sección de tubo de extremo caliente 101b y luego fluya de manera inversa, para formar el flujo de aire caliente y el flujo de aire frío, el miembro de estrangulación 103 se puede disponer en un extremo de cola de la sección de tubo de extremo caliente 101b.

En la solución técnica anterior, dado que se requiere que el flujo en espiral pueda fluir de manera inversa después de pasar a través de la válvula, se proporciona el miembro de estrangulación cónico 103. Para formar el flujo de aire en espiral de reflujo, solamente se requiere que la válvula tenga un cierto rango de superficie cónica, por ejemplo, la válvula es como un cono truncado (es decir, una sección de un cono sin punta de cono), o medio cono formado cortando un cono en dirección axial. No obstante, se puede entender que, con el fin de formar mejor un efecto de asfixia y guiar mejor el flujo de aire en espiral de reflujo, se prefiere que la válvula se proporcione para que sea un cono completo como se muestra en la Figura 12. Además, un eje del miembro de estrangulación cónico 103 coincide con un eje de la sección de tubo de extremo frío 101c, lo que facilita el flujo en remolino del flujo de aire cuando el flujo de aire en espiral de reflujo fluye de manera arremolinada hacia la sección de tubo de extremo frío 101c, y reducir por ello la pérdida de energía.

Se puede ver que el separador de flujo de vórtice 10 del núcleo de hierro 204 del dispositivo electromagnético que lleva la fuente de frío en sí misma puede generar un efecto de separación de temperatura que realiza la separación de temperatura en una corriente de flujo de aire, para obtener dos corrientes de flujo de aire, es decir, flujo de aire

frío y flujo de aire caliente, y existe una diferencia de temperatura extremadamente grande entre las dos corrientes de flujo de aire. El separador de flujo vórtice 10 se investiga en base al fenómeno de los tornados.

Un tornado es un fenómeno ciclónico fuerte en la naturaleza que ocurre bajo ciertas condiciones atmosféricas. Los vórtices oceánicos que viajan verticalmente desde la superficie del agua hasta el lecho marino también se pueden generar en el océano bajo ciertas condiciones atmosféricas. Una estructura de flujo de aire de tornado típica muestra que el centro de un tornado es un cono puntiagudo en forma de embudo o en forma de trompeta. Este cono es una zona de convolución del tornado, la dirección de remolino del cono es la misma que la del flujo de aire caliente ascendente en una periferia llena de polvo, pero la dirección de flujo axial del flujo de aire en el cono central es opuesta a la del flujo de aire ascendente en la periferia, y el flujo de aire en el cono central fluye hacia abajo. El flujo de aire frío en el cono central de un tornado se rastrea y mide en el ambiente natural, y la tasa de flujo que cae del flujo de aire frío puede alcanzar los 17 m/s. Una vez que la punta del cono central diverge, el tornado se fortalece rápidamente y la punta del cono desaparece y llega a ser un cono truncado. El flujo de aire caliente en la periferia se arremolina mientras que se eleva, y cuando se alcanza la superficie inferior de una capa de nubes frías en una capa superior o la estratosfera, el flujo de aire divergirá inmediatamente de manera arremolinada en forma de llamarada en dirección horizontal y cambiará la dirección de remolino para ser lanzado de manera inversa de manera arremolinada. El aire se arremolina rápidamente alrededor de un eje del tornado, que se arrastra debido a la reducción extrema de la presión del aire en el centro del tornado, el flujo de aire se arrastra hacia una parte inferior de un flujo de vórtice desde todas las direcciones en una capa delgada de aire que tiene decenas de metros de espesor cerca del suelo, y luego llega a ser un flujo de vórtice que se arremolina hacia arriba alrededor del eje a alta velocidad. Por lo tanto, el aire en el tornado es siempre ciclónico, y la presión del aire central es un 10% menor que la de la presión del aire circundante, y la presión del aire central es generalmente tan baja como 100 hPa, y un valor mínimo es 200 hPa. El tornado tiene un gran efecto de succión, que puede succionar agua de mar o agua de lago lejos de la superficie del mar o la superficie de un lago, para formar una columna de agua a ser conectada con la nube, comúnmente conocida como "dragón que succiona agua".

La fuente de energía del tornado: una fuente de energía es la energía térmica del flujo de aire en la periferia del tornado, y otra fuente de energía es la energía de vacío en una zona de baja presión en el centro del flujo del vórtice. El aire a alta temperatura del flujo de aire en la periferia del tornado interactúa con el tornado, haciendo que la energía térmica se convierta en energía cinética rotacional. El mecanismo se explica por el teorema de Crocco. El teorema de Crocco se obtiene en un campo de flujo de vórtice de fluido en base a la primera ley de la termodinámica, es decir, la conservación de la energía. El teorema expresa cuantitativamente una relación entre un gradiente de entalpía termodinámica, un gradiente de entropía y la intensidad de remolino del flujo de vórtice en el campo de flujo de vórtice. Las diferencias de temperatura en la atmósfera y la convección ascendente y descendente son requisitos previos para la formación del flujo de vórtice de tornado, y la energía que mejora el flujo de vórtice de tornado proviene de la energía térmica circundante. El gradiente de la entalpía termodinámica formado entre el flujo de aire caliente ascendente en la periferia del tornado y el flujo de aire frío que cae en el centro del flujo del vórtice llega a ser un factor clave en la conversión de la energía térmica atmosférica en energía cinética que fluye del flujo de vórtice. Después de que la intensidad del tornado alcance un cierto grado con la ayuda de la energía térmica, una intensificación adicional depende de la energía de vacío en la zona de baja presión en el centro del flujo de vórtice. Un cono inferior del centro del tornado está en la misma dirección de remolino que el flujo de aire periférico. El flujo de aire en el cono inferior se arremolina mientras que cae y converge hacia el centro al mismo tiempo. Después de que una velocidad acelerada centrípeta excede un cierto valor crítico, el remolino del flujo de aire periférico radial se acelera por difusión viscosa durante el proceso de confluencia radial bajo un efecto de la fuerza de Coriolis.

Es decir, el tornado tiene un fenómeno de separación de temperatura total. El separador de flujo de vórtice 10 según esta realización es similar al tornado, y el tubo de chorro 102 se proporciona para hacer que el flujo de aire comprimido forme un flujo de aire en espiral, que se puede considerar como un flujo en espiral de un tornado a pequeña escala. De esta forma, se simula la separación de temperatura total del tornado en el tubo de separación de flujo de vórtice 101 y, por ello, se forman los flujos de aire caliente y frío deseados.

El mecanismo de esta solución técnica se busca anteriormente en el mundo de la naturaleza, y el principio del efecto de separación de temperatura del separador de flujo de vórtice 10 se describirá de aquí en adelante.

Haciendo referencia a las Figuras 14 y 15, la Figura 14 es una vista esquemática que muestra un campo de flujo interno y una transferencia de energía térmica en el interior del separador de flujo de vórtice 10 del núcleo de hierro 204 en la Figura 12; y la Figura 15 es una vista esquemática que muestra la comparación entre un flujo de vórtice libre y un flujo de vórtice forzado.

Según la ley de la conservación de la energía, una suma de la energía del flujo de aire frío y el flujo de aire caliente que fluye hacia fuera del tubo de separación de flujo de vórtice 101 debería ser igual a la energía del gas comprimido que entra en el tubo de chorro 102 del separador de flujo de vórtice 10 (siempre que el separador de flujo de vórtice 10 esté bien aislado). Por lo tanto, existe necesariamente un proceso de redistribución de energía en el separador de flujo de vórtice 10 para transferir una parte de la energía del flujo de aire de enfriamiento al flujo de aire caliente.

En primer lugar, el gas comprimido se suministra al tubo de chorro 102, al que se hace referencia de aquí en adelante como gas a alta presión. Se puede proporcionar un compresor y el gas comprimido se proporciona por el compresor. Para evitar que el flujo de aire de enfriamiento proporcionado afecte el ambiente interno del núcleo de hierro 204, se puede proporcionar un filtro de aire en una entrada del compresor.

5 El flujo de aire del gas comprimido se expande y acelera en el tubo de chorro 102 del separador de flujo de vórtice 10, y la velocidad del flujo de aire puede aproximarse a la velocidad del sonido cuando el flujo de aire está entrando en la cámara de flujo de vórtice 101a del tubo de separación de flujo de vórtice 101. En el caso de que se emplee un tubo de chorro 102 convergente-divergente, la velocidad del flujo de aire anterior excederá la velocidad del sonido. Dado que el flujo de aire se expande rápidamente y pasa a través del tubo de chorro 102, esto se puede considerar
10 aproximadamente como un proceso adiabático. La velocidad del flujo de aire es muy alta en la boquilla situada en la salida del tubo de chorro 102, y la temperatura termodinámica correspondiente del flujo de aire en la boquilla es mucho menor que la temperatura del flujo de aire en la entrada del tubo de chorro 102, es decir, se realiza una caída de temperatura controlable primaria.

Después de que el flujo de aire entra en la cámara de flujo de vórtice 101a del tubo de separación de flujo de vórtice 101 en la dirección tangencial, el flujo de aire continúa moviéndose en espiral a lo largo de una pared interior de la cámara de flujo de vórtice 101a para formar un flujo de aire de remolino de alta velocidad. Cuando el flujo de aire simplemente fluye hacia fuera del tubo de chorro 102, $V = \text{const}$ o $\omega r = \text{const}$, donde V es una velocidad tangencial del flujo de aire y ω es una velocidad angular. Este tipo de remolino también se denomina flujo de vórtice libre. Como se muestra en la Figura 15, la Figura 15 muestra las diferencias entre la velocidad tangencial y la velocidad angular
20 entre el flujo de vórtice libre y el flujo de vórtice forzado. En este caso, una trayectoria en movimiento del flujo de aire en la cámara de flujo de vórtice se puede ver como la espiral de Arquímedes. La formación del flujo de aire de enfriamiento y del flujo de aire caliente se analiza de aquí en adelante.

La formación del flujo de aire caliente es de la siguiente manera. Dado que el flujo del flujo de aire que simplemente sale del tubo de chorro 102 es el flujo de vórtice libre, la velocidad angular tiene un gradiente en la dirección radial, causando fricción entre las capas radiales del flujo de aire, de manera que una velocidad angular del flujo de aire externo del flujo de aire en espiral se aumente gradualmente, y la velocidad angular del flujo de aire central del flujo de aire en espiral se reduzca gradualmente. No obstante, debido al flujo rápido y a la trayectoria de flujo corto, el flujo de aire en espiral no ha alcanzado el flujo de vórtice forzado completo, sino que progresa hasta una parte central del mismo. El flujo de aire externo del flujo de aire en espiral se mueve en espiral en la sección de tubo de extremo caliente 101b, que incluye tanto un movimiento de remolino como un movimiento axial. Durante el movimiento, el flujo de aire externo roza contra una pared interna de la sección de tubo de extremo caliente 101b, de este modo la velocidad del flujo de aire externo llega a ser cada vez más baja, la temperatura del flujo de aire externo se eleva gradualmente, y el flujo de aire externo finalmente fluye hacia fuera a través del espacio libre anular entre el miembro de estrangulación 103 y la sección de tubo de extremo caliente 101b. Ajustando el espacio libre
25 entre el miembro de estrangulación 103 y la sección de tubo de extremo caliente 101b, se puede ajustar la relación entre el flujo de aire frío y el flujo de aire caliente.

La formación del flujo de aire frío es de la siguiente manera. El flujo de aire se incorpora como el flujo de vórtice libre cuando el flujo de aire simplemente fluye hacia fuera del tubo de chorro 102. Bajo la acción de una fuerza centrífuga, y estando bloqueado por la placa de orificio del extremo frío 101d de la sección de tubo de extremo frío 101c, el flujo de aire fluirá, cerca de la pared interior de la sección de tubo de extremo caliente 101b, hacia el miembro de estrangulación 103. Durante el proceso de flujo, debido a la disipación gradual de una velocidad axial, cuando el flujo de aire en espiral se mueve a una cierta posición en la dirección axial, la velocidad axial del flujo de aire en espiral ya está cerca de cero, la posición anterior se puede definir como un punto de estancamiento. En este momento, debido a que el flujo de aire central converge en el punto de estancamiento, se aumenta continuamente la presión, y la presión en el punto de estancamiento es más alta que la presión del extremo frío 101d en la salida de la sección de tubo de extremo frío 101c, de este modo ocurre un movimiento axial inverso en una región central de la sección de tubo de extremo caliente 101b, es decir, el flujo de aire de reflujo comienza desde el punto de estancamiento, y se enfría gradualmente para formar el flujo de aire frío, es decir, se realiza una caída de temperatura secundaria. En el punto de estancamiento, la temperatura total del flujo de aire externo es más alta que la del flujo de aire central. Durante el movimiento del flujo inverso hacia la sección de tubo de extremo frío 101c, una parte del flujo en espiral en una capa exterior se desvía continuamente para unirse al flujo inverso, de este modo el flujo inverso se expande gradualmente, y el caudal del flujo inverso alcanza un máximo cuando el flujo inverso llega a la placa de orificio del extremo frío 101d.
40 45 50

Como se muestra en la Figura 14, en una sección transversal del paso de flujo del tubo de separación de flujo de vórtice 101, una presión estática de un flujo de aire más externo del flujo de aire externo es máxima, y una presión estática de un flujo de aire más interno en el eje central del flujo de aire central es mínimo. En una sección transversal cerca de la boquilla del tubo de chorro 102, una relación entre una presión estática máxima y una presión estática mínima es la mayor, la relación puede oscilar de 1,5 a 2, y una temperatura estática es más alta en una superficie de pared del tubo de separación de flujo de vórtice 101 y más baja en el eje central.
55

En cualquier sección transversal del paso de flujo, es dominante una velocidad tangencial del flujo de aire en cualquier punto. Cerca de la boquilla del tubo de chorro 102, tanto la velocidad radial como la velocidad axial del flujo de aire alcanzan un máximo y luego disminuyen gradualmente en las direcciones respectivas.

Como se describió anteriormente, después de abandonar la boquilla, el flujo de aire entra en el tubo de separación de flujo de vórtice 101 en la dirección tangencial, y el flujo de aire se divide en dos regiones. El flujo de aire externo se arremolina tangencialmente hacia una salida del extremo caliente 101e de la sección de tubo de extremo caliente 101b a lo largo de la pared interior del tubo de separación de flujo de vórtice 101, es decir, el flujo de aire externo en una región de capa exterior forma el flujo de vórtice libre. El flujo de aire central fluye de vuelta desde la posición donde está dispuesto el miembro de estrangulación 103, debido al accionamiento del flujo de vórtice libre circundante, y luego con la fricción, una región de capa interna (el flujo de aire central) en la que el flujo de aire se arremolina como un cuerpo rígido se convierte en o va a estar cerca del flujo de vórtice forzado.

Un límite entre las regiones externa y central, es decir, el flujo de aire externo y el flujo de aire central de reflujo, depende de la magnitud de la tasa de flujo de aire frío. El límite entre el flujo de aire frío y caliente se puede ver en la Figura 14. A lo largo de la longitud de todo el tubo de separación de flujo de vórtice 101, una interfaz del límite está situada generalmente dentro de un rango de $0,65R$ a $0,75R$ lejos del eje central, lo que es un rango de flujo del flujo de aire central en la dirección radial, donde R es el radio del tubo de separación de flujo de vórtice 101. Desde la boquilla del tubo de chorro 102 hasta el miembro de estrangulación 103, el flujo de aire externo fluye en la dirección axial dentro de un rango en el que un radio oscila de $0,65R$ a $1R$, que es un rango de flujo del flujo de aire externo en la dirección radial. En la región interior, el flujo de aire central fluye de manera inversa, y el flujo comienza justo desde el miembro de estrangulación 103.

La temperatura del flujo de aire central es más alta en el miembro de estrangulación 103, el flujo inverso se enfría gradualmente y la temperatura del flujo de aire central es más baja cuando el flujo de aire alcanza la placa de orificio del extremo frío 101d. Una diferencia de temperatura máxima ocurre en una dirección del eje central, la temperatura más alta está en una posición del eje central correspondiente al miembro de estrangulación 103, y la temperatura más baja está en una posición del eje central correspondiente a la placa de orificio del extremo frío 101d. En cuanto al flujo de aire central en la capa interna, es decir, el flujo de aire frío, una temperatura estática es más baja en el eje central y alcanza el máximo en el límite entre el flujo de aire de la capa interna y el flujo de aire de la capa externa.

En cualquier sección transversal del paso de flujo del tubo de separación de flujo de vórtice 101, la temperatura total es más alta en una posición cerca de la superficie de la pared interior del tubo de separación de flujo de vórtice 101 y más baja en el eje central. En la sección transversal del paso de flujo en la boquilla, una diferencia de temperatura entre la temperatura de la pared del tubo de separación de flujo de vórtice 101 y una temperatura en el eje central alcanza un valor máximo.

El efecto de separación de temperatura total del separador de flujo de vórtice 10 puede referirse a la Figura 16. La Figura 16 es una vista esquemática que muestra un proceso de trabajo de la separación de temperatura total en el separador de flujo de vórtice 10 en la Figura 12 en base a un diagrama termodinámico de temperatura-entropía ($T-S$). Como se puede ver a partir de la Figura 16, el separador de flujo de vórtice 10 realiza una separación de temperatura del flujo de aire comprimido que entra en el tubo de chorro 102.

En la Figura 16, el punto 4 muestra un estado antes de que se comprima el gas, es decir, un estado antes de entrar en el compresor 70. Un proceso del punto 4 al punto 5 es un proceso de compresión isentrópica del flujo de aire. Un proceso del punto 5 al punto 1 es el proceso de enfriamiento isobárico del gas comprimido. El punto 1 representa un estado antes de que el gas comprimido entre en el tubo de chorro 102 del separador de flujo de vórtice 10. Bajo condiciones ideales, el gas comprimido se expande adiabáticamente hasta una presión P_2 , y luego la temperatura disminuye hasta T_s , es decir, un estado del punto 2a. El punto 2 indica un estado del flujo de aire frío que fluye hacia fuera del tubo de flujo de vórtice, y una temperatura del mismo es T_c . El punto 3 indica un estado del flujo de aire caliente separado, y una temperatura del mismo es T_h . Un proceso del punto 1 al punto 2 y un proceso del punto 1 al punto 3 son procesos de separación de flujo de aire frío y caliente. Un proceso desde el punto 3 al punto 3' es un proceso de estrangulación del flujo de aire caliente a través del miembro de estrangulación 103, y un valor de entalpía no se cambia antes y después de la estrangulación.

Durante todo el proceso de trabajo, es imposible que el flujo de aire se expanda isentrópicamente en el tubo de chorro 102. Debido a una cierta pérdida en el intercambio de energía cinética entre el flujo de aire en las regiones de las capas interior y exterior en la cámara de flujo de vórtice 101a, y un proceso de transferencia de calor hacia un centro en la cámara de flujo de vórtice 101a, el flujo de aire se desvía del proceso de expansión adiabática en el proceso desde el punto 1 al punto 2, haciendo que la temperatura T_c del flujo de aire frío separado del tubo de separación de flujo de vórtice 101 siempre sea mayor que la temperatura T_s del flujo de aire frío bajo las condiciones de expansión adiabática.

El efecto de enfriamiento y el efecto de calentamiento del separador de flujo de vórtice 10 en la realización anterior se describen de aquí en adelante.

Durante la operación, el gas con una temperatura T_1 se separa en un flujo de aire frío con una temperatura T_c y un flujo de aire caliente con una temperatura T_h mediante el tubo de separación de flujo de vórtice 101. Por lo tanto, $\Delta T_c = T_1 - T_c$ se llama efecto de enfriamiento del tubo de separación de flujo de vórtice 101, y $\Delta T_h = T_h - T_1$ se llama efecto de calentamiento del tubo de vórtice. $\Delta T_s = T_1 - T_s$ se define como efecto de expansión isentrópica para representar el efecto de enfriamiento teórico del tubo de separación de flujo de vórtice 101. Por lo tanto, la efectividad del enfriamiento del tubo de separación de vórtice 101 se expresa mediante una eficiencia de enfriamiento η_c , es decir:

$$\eta_c = \frac{\Delta T_c}{\Delta T_s} = \frac{T_1 - T_c}{T_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

donde p_1 representa una presión de flujo de aire en la entrada del separador de flujo de vórtice 10, p_2 representa una presión de flujo de aire después de que el flujo de aire se expande en el tubo de chorro 102, y entra en la cámara de flujo de vórtice 101, y k representa un índice adiabático del gas (para ejemplo, el aire).

Además, hay equilibrios de flujo y calor durante la operación del separador de flujo de vórtice 10 que se describen de la siguiente manera.

Si los caudales del flujo de aire de alta velocidad que entran en el tubo de separación de flujo de vórtice 101, el flujo de aire frío en el extremo frío 101d, y el flujo de aire caliente en el extremo caliente 101e se indican mediante q_{m1} , q_{mc} , q_{mh} , respectivamente, entonces $q_{m1} = q_{mc} + q_{mh}$.

Si la entalpía específica del flujo de aire anterior se indica mediante h_1 , h_c y h_h (KJ/Kg), respectivamente, y se desprecia la energía cinética cuando el flujo de aire fluye hacia fuera, entonces $q_{m1}h_1 = q_{mc}h_c + q_{mh}h_h$.

$$\mu_c = \frac{q_{mc}}{q_{m1}} = \frac{q_{mc}}{q_{mc} + q_{mh}}$$

Una relación de flujo de flujo de aire frío es

Una relación correspondiente entre la entalpía y la temperatura del gas es $h = C_p T$.

Se obtienen las siguientes fórmulas:

$$T_1 = \mu_c T_c + (1 - \mu_c) T_h$$

$$\mu = \frac{T_h - T_1}{T_h - T_c} = \frac{\Delta T_h}{\Delta T_h + \Delta T_c}$$

Una capacidad de enfriamiento del tubo de separación de flujo de vórtice 101 también se puede obtener de la siguiente manera:

la capacidad de enfriamiento Q_0 (kW) del tubo de separación de flujo de vórtice 101 es

$$Q_0 = q_{mc} c_p (T_1 - T_c) = \mu_c q_{m1} c_p \Delta T_c ;$$

entonces, la capacidad de enfriamiento por kilogramo de flujo de aire frío es:

$$q_o = \frac{Q_0}{q_{mc}} = c_p \Delta T_c ; \text{ y}$$

para cada kilogramo de gas a alta presión, su capacidad de enfriamiento unitaria q'_0 se puede expresar como:

$$q'_0 = \frac{Q_0}{q_{m1}} = \mu_c c_p \Delta T_c = \mu_c q_o$$

La capacidad de calentamiento Q_h (kW) del tubo de separación de flujo de vórtice 101 es:

$$Q_h = q_{mh} c_p (T_h - T_1) = (1 - \mu_c) q_{m1} c_p \Delta T_h$$

La capacidad de calentamiento por kilogramo del flujo de aire caliente es:

$$q_h = \frac{Q_h}{q_{mh}} = c_p \Delta T_h ; y$$

- 5 para cada kilogramo de gas a alta presión, su capacidad de calentamiento unitaria se puede expresar como:

$$q_h' = \frac{Q_h}{q_{m1}} = (1 - \mu_c) c_p \Delta T_h$$

El efecto de enfriamiento $\Delta T_c = T_1 - T_c$ y la capacidad de enfriamiento unitaria q_0 del tubo de separación de vórtice 101 están relacionados con los siguientes factores, es decir, una componente de flujo de aire frío μ_c , la presión de trabajo p_1 en la entrada del tubo de chorro 102, y un contenido de vapor de agua en el flujo de aire.

- 10 En cuanto a la componente de flujo de aire frío μ_c , cuando un valor de la componente de flujo de aire frío cambia, ΔT_c y q_0 cambian correspondientemente, y hay valores máximos de ΔT_c y q_0 en un rango de μ_c de 0 a 1. En el caso de que μ_c oscile entre 0,3 y 0,35, ΔT_c tiene el valor máximo; en el caso de que μ_c oscile entre 0,6 y 0,7, q_0 alcanza el valor máximo. Además, el efecto de calentamiento también cambia con el cambio de μ_c , ΔT_h aumenta continuamente con el aumento de μ_c sin limitación.
- 15 En cuanto a la presión de trabajo p_1 en la entrada del tubo de chorro 102, cuando p_1 aumenta, tanto ΔT_c como q_0 aumentan. No obstante, cuando ΔT_c y q_0 aumentan, el valor máximo de ΔT_c se mueve en una dirección en la que μ_c disminuye, y el valor máximo de q_0 se mueve en una dirección en la que μ_c aumenta.

20 Cuando el gas está húmedo, el vapor de agua en el flujo de aire frío se condensa y se libera calor, de modo que la temperatura de enfriamiento aumenta y la eficiencia de enfriamiento disminuye; se reduce la elevación de temperatura del flujo de aire caliente y se debilita el efecto de calentamiento.

25 El principio del separador de flujo de vórtice 10 se describe en detalle anteriormente, el flujo de aire caliente y el flujo de aire frío se pueden separar mediante el separador de flujo de vórtice 10. El flujo de aire frío y el flujo de aire caliente se usan como el flujo de aire que entra en el pulverizador en todas las realizaciones en la presente solicitud. Específicamente, en la primera realización, el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente separado por el separador de flujo de vórtice 10 se introduce en el tubo de pulverización anular 20 montado en la cara extrema del núcleo de hierro 204. Ciertamente, el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente pulverizado por el pulverizador en la presente realización y otras realizaciones siguientes también se puede proporcionar por otros equipos. Por ejemplo, el flujo de aire frío puede ser el flujo de aire de circulación interna como se describe en la tecnología de fondo.

30 Haciendo referencia a la Figura 10, el tubo de pulverización anular 20 está dotado con múltiples entradas de flujo de aire. El flujo de aire frío desde la salida de la sección de tubo de extremo frío 101c del separador de flujo de vórtice se transporta a dos de las múltiples entradas de flujo de aire. Las dos entradas de flujo de aire están dispuestas simétricamente con respecto a un centro circular del tubo de pulverización anular 20, de modo que la entrada del aire sea más uniforme y, en consecuencia, la pulverización sea más uniforme. Se proporcionan una primera válvula 1 y una segunda válvula 2 en la salida de la sección de tubo de extremo frío 101c (un extremo izquierdo del separador de flujo de vórtice 10 en la Figura 10), para controlar el bloqueo y desbloqueo de las dos entradas de flujo de aire respectivamente.

35 El flujo de aire caliente desde la salida de la sección de tubo de extremo caliente 101b del separador de flujo de vórtice (un extremo derecho del separador de flujo de vórtice en la Figura 10) también se transporta a dos de las múltiples entradas de flujo de aire, y las dos entradas de flujo de aire también están dispuestas simétricamente con respecto al centro circular del tubo de pulverización anular 20, para lograr el propósito de entrada y pulverización uniformes del aire. Se proporcionan una tercera válvula 6 y una cuarta válvula 7 en la salida de la sección de tubo de extremo caliente 101c, para controlar el bloqueo y desbloqueo de las dos entradas de flujo de aire respectivamente. La Figura 10 también muestra que las válvulas de estrangulación 3 y 4 también se pueden proporcionar en la salida de la sección de tubo de extremo caliente del separador de flujo de vórtice 10 para regulación de flujo. El separador de flujo de vórtice 10 está dotado además con una válvula de tubería y un dispositivo de control 5 de la misma. Si se requiere que se recicle el flujo de aire, el flujo de aire se puede controlar por el dispositivo de control.

Se puede entender que se proporcionan dos entradas de flujo de aire para el flujo de aire frío y dos entradas de flujo de aire para el flujo de aire caliente. Con el fin de asegurar la uniformidad de la pulverización del flujo de aire, se

pueden añadir más entradas de flujo de aire. Las entradas de flujo de aire puede que no se distingan tampoco para introducir el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente; en su lugar, cuando se requiere que se pulverice el flujo de aire frío, el flujo de aire frío se puede introducir en la entrada del flujo de aire, y cuando se requiere el flujo de aire caliente, el flujo de aire caliente se puede introducir en la entrada del flujo de aire.

5 Segunda realización de la invención

Haciendo referencia a la Figura 17, la Figura 17 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro 204 según una segunda realización que es según la presente invención, un tubo de pulverización anular 20 discurre a través de un agujero pasante en las partes extremas de devanados 203a; la Figura 19 es una vista esquemática que muestra el tubo de pulverización anular 20 de la Figura 17 que discurre a través de una parte de las partes extremas de devanados 203a; y la Figura 18 es una vista esquemática del tubo de pulverización anular 20 en la Figura 17.

Se puede ver a partir de la Figura 17 que los devanados 203 del núcleo de hierro 204 están doblados en dos extremos del núcleo de hierro 204 en una dirección axial para formar las partes extremas de devanados 203a. Un punto afilado de cada una de las partes extremas de devanados 203a es un saliente de devanado. El agujero pasante se forma en las partes extremas de devanados 203a debido al doblado. Múltiples partes extremas de devanados 203a están distribuidas circunferencialmente en una parte extrema del núcleo de hierro 204. Una parte de una circunferencia se muestra en la Figura 19, donde el tubo de pulverización anular 20 en la Figura 19 discurre a través del agujero pasante formado en las partes extremas de devanados 203a. Los devanados 203 pueden funcionar para soportar y montar el tubo de pulverización anular 20. Por supuesto, el tubo de pulverización anular 20 solamente puede estar dispuesto para discurrir a través del agujero pasante, y el tubo de pulverización anular 20 está soportado y montado por otros componentes.

El tubo de pulverización anular 20 está dotado con múltiples agujeros de pulverización a lo largo de su dirección circunferencial, y la salida del flujo de aire caliente por el separador de flujo de vórtice 10 se puede transportar al tubo de pulverización anular 20, de manera que el flujo de aire caliente pueda fluir hacia fuera desde los agujeros de pulverización y se pulverice hacia las partes extremas de devanados 203a, para realizar la función de enfriamiento y secado. La función de secado no es solamente para secar las partes extremas de devanados 203a, sino que, lo que es más importante, se crea un ambiente seco en las partes extremas de los devanados 203. Como se muestra en la Figura 17, después de que cada uno de los devanados 203 se coloca en una ranura 204b del núcleo de hierro 204, una cuña de ranura 206 se inserta en la dirección axial, para evitar que el devanado 203 se separe de la ranura 204b radialmente. Después de un proceso de impregnación de aislamiento, se proporciona un barniz aislante entre la cuña de ranura 206, la ranura 204b y el devanado 203, para crear un ambiente seco en la parte extrema del devanado 203, que es conducente a proporcionar un ambiente seco para el barniz aislante en la parte extrema del devanado 203, y mejorar, de este modo, el desempeño del aislamiento. Es decir, el flujo de aire caliente se puede usar para secar una unión entre una raíz de la parte extrema de devanado 203 y el núcleo de hierro 204.

Por supuesto, el flujo de aire frío producido por el separador de flujo de vórtice 10 también se puede introducir en el tubo de pulverización anular 20, para enfriar las partes extremas de los devanados 203, lo cual es beneficioso para la disipación de calor de los devanados 203 y el núcleo de hierro 204. El flujo de aire de enfriamiento en el tubo de pulverización anular 20 puede provenir directamente del separador de flujo de vórtice 10 descrito en la primera realización comparativa, o de otros dispositivos de suministro de flujo de aire como se describió anteriormente.

Con referencia continuada a la Figura 18, una vista en sección transversal del tubo de pulverización anular tomada a lo largo de la línea A-A se muestra en una parte inferior derecha en la Figura 18. Se puede ver que un lado exterior del tubo de pulverización anular 20 es una superficie curva sin orificios, es decir, no se proporcionan agujeros de pulverización en el lado exterior, y los agujeros de pulverización están situados en un lado interior y en una parte media del tubo de pulverización anular 20. Después de entrar en el tubo de pulverización anular 20, el flujo de aire frío o caliente fluye en el tubo de pulverización anular 20 a lo largo de una trayectoria en forma de arco, y se genera una fuerza centrífuga. Los agujeros de pulverización están dispuestos en el lado interior y en la parte media del tubo de pulverización anular 20, para evitar que el flujo de aire se precipite directamente desde el lado exterior bajo la acción de la fuerza centrífuga, lo cual es beneficioso para una pulverización uniforme del flujo de aire en la dirección circunferencial. La disposición de los agujeros de pulverización en la presente memoria también es aplicable a la primera realización comparativa.

Además, se puede disponer un tubo de división de flujo de aire 20a en el interior del tubo de pulverización anular 20. Después de que entre en el tubo de división de flujo de aire 20a, el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente se pulverizan desde dos extremos del tubo de división de flujo de aire 20a. Como se muestra en la Figura 19, el tubo de pulverización anular 20 tiene forma específicamente circular, y el tubo de separación de flujo de vórtice 101 tiene una sección en forma de arco que coincide con una cámara interior del tubo de pulverización anular 20. El tubo de división de flujo de aire 20a está dispuesto en una posición en la que está situada una entrada de flujo de aire. De esta forma, después de entrar en el tubo de división de flujo de aire 20a, el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente se pulveriza hacia fuera de los dos extremos del tubo de división de flujo de aire 20a, y se pulveriza a lo largo de la dirección circunferencial del tubo de pulverización anular 20, lo cual es beneficioso para una pulverización uniforme el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente después de que se pulverice desde el tubo de pulverización anular 20.

Preferiblemente, se pueden proporcionar dos o más tubos de división de flujo de aire 20a, que corresponden al número de entradas de flujo de aire. La Figura 18 muestra que dos tubos de división de flujo de aire 20a están distribuidos simétricamente a lo largo de una línea central del tubo de pulverización anular 20, lo que también es beneficioso para una pulverización uniforme del flujo de aire. La disposición del tubo de división de flujo de aire 20a en la presente memoria también es aplicable a la primera realización comparativa.

Con referencia continuada a las Figuras 17 y en conjunto con la Figura 20, la Figura 20 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de suministro de flujo de aire en la Figura 17.

Similar a la primera realización comparativa, el flujo de aire frío y el flujo de aire caliente también se pueden proporcionar al dispositivo de suministro de flujo de aire en la segunda realización mediante el separador de flujo de vórtice 10. En la segunda realización, una pluralidad de pasos de enfriamiento radiales 205 que discurren a través del núcleo de hierro 204 se forma en el núcleo de hierro 204. En este caso, se pueden disponer múltiples separadores de flujo de vórtice 10 en un lado interior de un soporte de núcleo de hierro 208. El flujo de aire frío generado por los separadores de flujo de vórtice 10 se puede transportar a los pasos de enfriamiento radial 205 para enfriar aún más el núcleo de hierro 204.

Con referencia continuada a la Figura 20, el dispositivo de intercambio de calor o de secado incluye un tanque de recogida de aire 40 en el que converge el flujo de aire. Después de que se filtre por un filtro de aire 60, el aire se comprime por un compresor 70 y luego se transporta al tanque de recogida de aire 40. El tanque de recogida de aire 40 está dotado con múltiples tubos ramales 401, cada uno de los tubos ramales está dotado con el separador de flujo de vórtice 10, y el tubo ramal 401 está configurado para proporcionar el flujo de aire al tubo de chorro 102 del separador de flujo de vórtice 10. De esta forma, el compresor 70 puede proporcionar el aire comprimido a los múltiples separadores de flujo de vórtice 10, lo que simplifica la estructura. Además, proporcionando los múltiples separadores de flujo de vórtice 10, el flujo de aire de enfriamiento se puede suministrar a los múltiples pasos de enfriamiento radiales 205, y mejorar por ello el efecto de enfriamiento.

En la Figura 17, solamente se muestra un separador de flujo de vórtice 10 en una sección en la dirección axial. Se puede ver que, en el caso de que el núcleo de hierro 204 esté dotado con múltiples pasos de enfriamiento radiales 205 distribuidos tanto axialmente como circunferencialmente, los separadores de flujo de vórtice 10 se pueden disponer de una manera que múltiples filas de los separadores de flujo de vórtice 10 (una fila de los separadores de flujo de vórtice 10 dispuestos axialmente se muestra en la Figura 17) se distribuyan en la dirección circunferencial del núcleo de hierro 204.

Cada uno de los tubos ramales 401 puede estar dotado con dos separadores de flujo de vórtice 10. Un tubo de ramal 401 suministra el flujo de aire a los tubos de chorro 102 de los dos separadores de flujo de vórtice 10 al mismo tiempo, y los dos separadores de flujo de vórtice 10 suministran el flujo de aire de enfriamiento a los dos pasos de enfriamiento 205 adyacentes. Como se muestra en la Figura 20, el tanque de recogida de aire 40 está dotado con una fila de tubos ramales 401 distribuidos axialmente, cada uno de los tubos ramales 401 está en comunicación con dos separadores de flujo de vórtice 10 axialmente adyacentes, y los tubos de chorro 102 de los dos separadores de flujo de vórtice 10 están formados integralmente con el tubo ramal 401. Por supuesto, los tubos de chorro 102 de los dos separadores de flujo de vórtice 10 y el tubo ramal 401 también se pueden formar por separado y luego conectar mediante conectores. De esta forma, el tanque de recogida de aire 40 puede estar dotado con múltiples filas de tubos ramales 401 distribuidos circunferencialmente, para formar puntos de suministro del flujo de aire frío en la dirección circunferencial y en la dirección axial del núcleo de hierro 204. Por supuesto, es factible que un tubo ramal 401 suministre el flujo de aire a los dos separadores de flujo de vórtice 10 circunferencialmente adyacentes. Además, un tubo ramal 401 también puede suministrar flujo de aire comprimido a más de dos separadores de flujo de vórtice 10, lo que no está limitado.

La sección de tubo de extremo frío 101c del tubo de separación de flujo de vórtice 101 del separador de flujo de vórtice 10 se puede insertar en el paso de enfriamiento radial 205 del núcleo de hierro 204, por ejemplo, por medio de ajuste por contracción. La sección de tubo de extremo frío 101c se enfría y luego se inserta en el paso de enfriamiento radial 205 para ser presionada firmemente mediante expansión; o bien, el extremo frío 101d de la sección de tubo de extremo frío 101c se puede soldar al paso de enfriamiento radial 205; o, se puede soldar un conector al paso de enfriamiento radial 205 o conectar al paso de enfriamiento radial 205 mediante ajuste por contracción, y el extremo frío 101d del tubo de separación de flujo de vórtice 101 está conectado y en comunicación con el conector, siempre que el flujo de aire frío en el extremo frío 101d se pueda transportar hacia el paso de enfriamiento radial 205 (o se pueda introducir en un tanque de tubo de confluencia y un tubo principal de confluencia, y luego se pueda distribuir hacia el paso de enfriamiento radial 205). La manera específica no está limitada en esta solución.

Como se muestra en la Figura 17, además de proporcionar el flujo de aire frío al paso de enfriamiento radial 205 mediante el separador de flujo de vórtice 10, el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente generado por el separador de flujo de vórtice 10 también se pueden introducir en el tubo de pulverización anular 20, para enfriar y secar la posición en la parte extrema del núcleo de hierro 204. Como se muestra en la Figura 17, en la dirección axial, las secciones de tubo de extremo frío 101c de los separadores de flujo de vórtice 10 en dos extremos de la fila de

separadores de flujo de vórtice 10 se conectan al tubo de pulverización anular 20 a través de un tubo de conexión 20b.

En la Figura 17, se proporciona un segundo sujetador de núcleo de hierro 207 configurado para conectar el núcleo de hierro 204 y el soporte de núcleo de hierro 208. El segundo sujetador de núcleo de hierro 207 puede estar dotado con un agujero pasante. La sección de tubo de extremo frío 101c del separador de flujo de vórtice 10 en la Figura 20 también se puede insertar en el segundo sujetador de núcleo de hierro 207, para pulverizar el flujo de aire de enfriamiento a la superficie del núcleo de hierro 204.

El flujo de aire caliente separado por el separador de flujo de vórtice 10 se puede reunir en una caja de confluencia de flujo de aire caliente 50. Además de ser transportado al tubo de pulverización anular 20, el flujo de aire caliente también se puede usar para secar dos lados de los espacios de otros entrehierros (tales como el recubrimiento protector del polo magnético permanente en el lado del rotor y el barniz aislante en una superficie del estátor) en el interior del generador 200 cuando el aerogenerador está parado. En caso de que el secado se realice cuando el aerogenerador está parado, el flujo de aire caliente no aumentará la carga térmica del generador.

La segunda realización es sustancialmente la misma que la primera realización comparativa, y la disposición y la manera de comunicación del separador de flujo de vórtice 10 en la segunda realización es aplicable a la primera realización comparativa. El tubo de pulverización anular 20 de la segunda realización discurre a través de las partes extremas de devanados 203a, de esta forma, se puede omitir una estructura para fijar el tubo de pulverización anular 20, lo que simplifica el montaje y puede estar mejor dirigido a establecer un ambiente seco para las partes extremas de devanados 203a. El tubo de pulverización anular 20 está dispuesto en la parte extrema del núcleo de hierro 204, discuriendo a través de las partes extremas de devanados 203a.

Tercera realización comparativa

Haciendo referencia a las Figuras 21 a 23, la Figura 21 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro 204 según una tercera realización de la presente solicitud; la Figura 22 es una vista tomada a lo largo de la línea A-A de la Figura 21; la Figura 23 es una vista en sección que muestra un primer sujetador de núcleo de hierro 210 en la Figura 21; y la Figura 24 es una vista esquemática que muestra un principio de pulverización de flujo de aire formado por múltiples primeros sujetadores de núcleo de hierro. La tercera realización está fuera del alcance de la invención que se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Como se muestra en las realizaciones anteriores, el núcleo de hierro 204 generalmente se forma superponiendo múltiples láminas de apilamiento en la dirección axial. Con el fin de asegurar la fiabilidad de la superposición de la lámina de apilamiento, se proporcionan múltiples primeros sujetadores de núcleo de hierro 210 para tensar axialmente el núcleo de hierro 204. Por ejemplo, el primer sujetador de núcleo de hierro 210 puede ser un perno prisionero en la Figura 21. Como se muestra en la Figura 21, el soporte de núcleo de hierro 208 se fija con placas de presión de dientes 209, y las placas de presión de dientes 209 están situadas en las superficies exteriores de las láminas de apilamiento en dos extremos del núcleo de hierro 204 en la dirección axial. El primer sujetador de núcleo de hierro 210 discurre axialmente a través de las placas de presión de dientes 209, las partes extremas del primer sujetador de núcleo de hierro 210 se atornillan mediante tuercas, para tensar las múltiples láminas de apilamiento superpuestas.

En esta realización, el primer sujetador de núcleo de hierro 210 también sirve como pulverizador, y se dispone un agujero de pulverización en el primer sujetador de núcleo de hierro 210. Como se muestra en la Figura 21, dos extremos del primer sujetador de núcleo de hierro 210 se extienden hacia fuera de las partes extremas del núcleo de hierro 204, es decir, discurren a través de láminas de apilamiento en una capa más externa. En este caso, el agujero de pulverización está situado en la parte extrema del primer sujetador de núcleo de hierro 210. Siempre que el flujo de aire se pueda transportar a la parte extrema del primer sujetador de núcleo de hierro 210, el flujo de aire se puede pulverizar en la parte extrema del núcleo de hierro 204.

Específicamente, como se muestra en la Figura 23, el primer sujetador de núcleo de hierro 210 está dotado con un paso de flujo de aire 210t que se extiende en la dirección axial y que discurre a través de las dos partes extremas del mismo. El flujo de aire entra en el paso de flujo de aire 210t desde el exterior y se pulveriza hacia fuera desde dos extremos del paso de flujo de aire 210t. En este caso, las partes extremas, capaces de pulverizar el flujo de aire, del paso de flujo de aire 210t son agujeros de pulverización del pulverizador. En el caso de que el primer sujetador de núcleo de hierro 210 sea el perno prisionero mostrado en la Figura 21, el paso de flujo de aire 210t discurre a través del perno prisionero, y los agujeros de pulverización son partes del paso de flujo de aire 210t situados en las cabezas de perno del perno prisionero.

En esta realización, el dispositivo de suministro de flujo de aire se proporciona en un lado interior del soporte de núcleo de hierro 208, y además se proporciona un paso de pared lateral 211. El paso de pared lateral 211 discurre sucesivamente a través del soporte de núcleo de hierro 208, entra en el núcleo de hierro 204 y discurre a través de una pared lateral del primer sujetador de núcleo de hierro 210, y luego está en comunicación con el paso de flujo de aire 210t. De esta forma, el dispositivo de suministro de flujo de aire situado en el lado interior del soporte de núcleo

de hierro 208 genera el flujo de aire requerido, el flujo de aire puede entrar en el paso de flujo de aire 210t a través del paso de pared lateral 211, y luego se pulveriza desde los dos extremos del paso de flujo de aire 210t. El dispositivo de suministro de flujo de aire en la presente memoria también puede ser el separador de flujo de vórtice 10 descrito anteriormente, y la estructura específica del separador de flujo de vórtice 10 se puede entender con referencia a las realizaciones anteriores, que no se describen en la presente memoria. En esta realización, el primer sujetador de núcleo de hierro 210 del núcleo de hierro 204 se usa hábilmente para formar un paso de transporte de flujo de aire, no hay necesidad de disponer un paso de transporte de flujo de aire especial, y tampoco se necesitan operaciones tales como la fijación del paso, lo que es más conveniente. Además, el dispositivo de suministro de flujo de aire se puede disponer de esta forma en el lado interior del soporte de núcleo de hierro 208. El lado interior del soporte de núcleo de hierro 208 tiene espacio relativamente suficiente, lo que facilita la disposición del dispositivo de suministro de flujo de aire.

Con referencia continuada a la Figura 24, el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente se pulveriza desde las dos partes extremas del primer sujetador de núcleo de hierro 210. Las partes extremas del primer sujetador de núcleo de hierro 210 están situadas en las caras extremas del núcleo de hierro 204. De esta forma, se puede formar un flujo de aire de pulverización relativamente uniforme en las caras extremas del núcleo de hierro 204, que puede realizar mejor el enfriamiento y el secado.

Con referencia continuada a la Figura 23, en esta realización, el paso de flujo de aire 210t incluye un primer paso 210a y un segundo paso 210b aislados uno de otro. El primer paso 210a está configurado para introducir el flujo de aire frío y el segundo paso 210b está configurado para introducir el flujo de aire caliente. Específicamente, se puede insertar un tubo en forma de T en el paso de flujo de aire 210t y el paso de pared lateral 211. Una sección de tubo horizontal del tubo en forma de T está situada en el paso de flujo de aire 210t para formar el primer paso 210a, y un espacio entre la sección de tubo horizontal del tubo en forma de T y una pared interior del paso de flujo de aire 210t forma el segundo paso 210b. De manera correspondiente, el paso de pared lateral 211 también está dividido en dos partes mediante una sección de tubo vertical del tubo en forma de T. Una parte es una cámara de tubo de la sección de tubo vertical, que está configurada para transportar el flujo de aire frío al primer paso 210a. Un espacio entre la sección de tubo vertical y una pared interior del paso de pared lateral 211 está configurado para transportar el flujo de aire caliente al segundo paso 210b. Evidentemente, también es factible que el flujo de aire caliente se transporte al primer paso 210a mientras que el flujo de aire frío se transporta al segundo paso 210b. También es factible que el primer paso 210a y el segundo paso 210b se dispongan por separado por otros medios, o los dos pasos estén formados por aislamiento a través de una placa de partición.

Como se muestra en la Figura 21, en el caso de que el dispositivo de suministro de flujo de aire sea el separador de flujo de vórtice 10, una salida de flujo de aire frío del mismo puede estar en comunicación con el primer paso 210a, y una salida de flujo de aire caliente puede estar en comunicación con el segundo paso 210b. De esta forma, se puede seleccionar que el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente se introduzca según las necesidades controlando el separador de flujo de vórtice 10 para que esté en comunicación con el primer paso 210a o el segundo paso 210b. Ciertamente, en el caso de que haya solamente un paso tanto en el paso de flujo de aire 210t como en el paso de pared lateral 211, se proporciona una válvula de conmutación para permitir que la sección de tubo de extremo caliente 101b o la sección de tubo de extremo frío 101c del separador de flujo de vórtice 10 esté en comunicación con el paso de pared lateral 11 y el paso de flujo de aire 210t.

En esta realización, el flujo de aire se pulveriza hacia fuera de los dos extremos del primer sujetador de núcleo de hierro 210, para realizar el intercambio de calor en las partes extremas del núcleo de hierro 204, para lograr el propósito de enfriar y secar. Después del intercambio de calor, el flujo de aire fluye en el interior del rotor, y cuando se acumula una cierta cantidad de flujo de aire, el flujo de aire puede fluir hacia fuera desde un espacio libre s mostrado en la Figura 21. El espacio libre s es un espacio libre anular y está situado en un espacio libre entre el generador 200 y el soporte del núcleo de hierro 208, y se puede proporcionar en la presente memoria un sellado de dientes en espiral. Específicamente, un yugo magnético 201 está conectado a una cubierta extrema de rotor cilíndrico 215, y un anillo de sellado de cubierta extrema 214 se proporciona en un borde de la cubierta extrema de rotor 215. Se proporciona una placa de cierre anular 213 en cada uno de los dos extremos del soporte de núcleo de hierro 208, y el sellado de dientes en espiral se proporciona entre la placa de cierre 213 y el anillo de sellado de cubierta extrema 214. En este caso, el espacio libre s anular se formará entre el anillo de sellado de cubierta extrema 214 y la placa de cierre 213. El flujo de aire caliente es el aire seco que puede realizar la transferencia de masa y el secado sobre la superficie. Cuando se hace fluir hacia fuera del espacio libre s, el flujo de aire caliente puede resistir un flujo bifásico gas-líquido o un flujo bifásico gas-sólido desde una dirección contra el viento. Además, el aire húmedo formado después de que se realice la función de secado se hace salir del espacio libre s, lo que mantiene el ambiente seco en el interior del generador 200. En la primera y segunda realizaciones anteriores, el flujo de aire pulverizado desde el pulverizador anular 20 también se puede hacer salir de los espacios libres.

Cuarta realización comparativa

Haciendo referencia a las Figuras 25 a 27, la Figura 25 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro proporcionado según una cuarta realización de la presente solicitud; la Figura 26 es una vista tomada a lo largo de la línea B-B en la Figura 25; la Figura 27 es una vista en sección que muestra un primer sujetador de núcleo de hierro en la Figura 24; y la Figura 28 es una vista

esquemática que muestra un principio de la pulverización de flujo de aire formado por múltiples primeros sujetadores de núcleo de hierro 210. La cuarta realización está fuera del alcance de la invención que se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

- 5 Esta realización es sustancialmente la misma que la tercera realización, excepto que en la tercera realización, el flujo de aire entra en el paso de flujo de aire 210t y se pulveriza hacia fuera desde los dos extremos del mismo, y en la cuarta realización, el flujo de aire se pulveriza desde un extremo, y además se proporciona un paso de recuperación 210h.

- 10 Como se muestra en la Figura 25, el paso de flujo de aire 210t solamente discurre a través de un extremo del primer sujetador de núcleo de hierro 210, y el paso de recuperación 210h discurre a través del otro extremo del primer sujetador de núcleo de hierro 210. Según la Figura 25, el paso de flujo de aire 210t y el paso de recuperación 210h están en el mismo paso, pero están aislados uno de otro. Ciertamente, dado que el paso de flujo de aire 210t y el paso de recuperación 210h no están en comunicación uno con otro, pueden ser dos pasos completamente independientes, y solamente un extremo de cada uno de los dos pasos está desbloqueado, que es una estructura de agujero ciego.

- 15 En este caso, el paso de pared lateral 211 también incluye un paso de entrada y un paso de salida aislados uno de otro. El flujo de aire entra en el paso de flujo de aire 210t desde el paso de entrada y se pulveriza hacia fuera desde una parte extrema del paso de flujo de aire 210t. En la Figura 25, el flujo de aire se pulveriza hacia fuera desde un extremo izquierdo. El flujo de aire pulverizado realiza un intercambio de calor en el exterior (en la parte extrema del núcleo de hierro 204 y una cámara interior entre el yugo magnético 201 y el soporte del núcleo de hierro 208) y
20 luego entra desde una parte extrema del paso de recuperación 210h, y fluye hacia fuera a través del paso de recuperación 210h y el paso de salida a ser reciclado. El paso de entrada y el paso de salida del paso de pared lateral 211 pueden ser dos partes del mismo paso que están aisladas una con otra, o pueden ser dos pasos completamente independientes.

- 25 Para el paso de flujo de aire 210t, el primer paso 210a y el segundo paso 210b se pueden formar dividiendo el paso de flujo de aire 210t, para introducir el flujo de aire frío y el flujo de aire caliente respectivamente. En la Figura 27, es equivalente a que se inserte un tubo en forma de L en el paso de flujo de aire 210t y el paso de entrada del paso de pared lateral 211. El primer paso 210a está formado por una cámara de tubo de una sección de tubo horizontal del tubo en forma de L, y el segundo paso 210b está formado por un espacio entre la sección de tubo horizontal y una pared interior del paso de flujo de aire 210t. Una sección de tubo vertical del tubo en forma de L está situada en el
30 paso de entrada del paso de pared lateral 211 para introducir el flujo de aire frío. El espacio entre la sección de tubo vertical y el paso de entrada está configurado para introducir el flujo de aire caliente. Ciertamente, también es factible que el flujo de aire caliente se transporte al primer paso 210a mientras que el flujo de aire frío se transporte al segundo paso 210b. También es factible que el primer paso 210a y el segundo paso 210b se dispongan por separado por otros medios, o que los dos pasos estén formados por aislamiento a través de una placa de partición.

- 35 Con esta disposición, después de que el flujo de aire se pulveriza desde un extremo del paso de flujo de aire 210t, el intercambio de calor se realiza cerca del extremo y se realizan las funciones de enfriamiento y/o secado, cuando el flujo de aire se acumula hasta una cierta cantidad, el flujo de aire fluirá desde un entrehierro a entre el núcleo de hierro 204 y un polo magnético 202 hasta el otro extremo del primer sujetador de núcleo de hierro 210, para realizar un intercambio de calor en el otro extremo y entrar en el paso de recuperación 210h en el otro extremo del primer
40 sujetador de núcleo de hierro 210, y luego fluye hacia fuera desde el paso de pared lateral 211. El flujo de aire que fluye hacia fuera se puede reciclar. Por ejemplo, después de realizar el intercambio de calor y ser calentado, el flujo de aire frío se puede usar para secar, o también se puede transportar de vuelta al compresor 70, o se puede transportar a otros lugares requeridos para ser secado. Ciertamente, en esta realización, en el caso de que haya un cierto espacio libre s, parte del flujo de aire también puede fluir hacia fuera del espacio libre s, que tiene la misma función que la de la tercera realización. En el caso de que el desempeño del sellado sea mejor, el efecto de
45 recuperación es más significativo.

- En las realizaciones anteriores, el dispositivo de intercambio de calor o de secado para el núcleo de hierro 204 se ilustra principalmente tomando el generador 200 como ejemplo. Se puede entender que, además del generador 200,
50 las soluciones anteriores pueden ser aplicables a otros dispositivos electromagnéticos que tienen el núcleo de hierro 204, tales como un motor, un transformador y un reactor eléctrico.

- En el caso de que el generador 200 se aplique a un aerogenerador, el flujo de aire caliente separado por el separador de flujo de vórtice 10 o el flujo de aire recuperado con temperatura elevada se puede transportar a al menos uno de los siguientes: un borde frontal de una pala, un borde trasero de la pala, un buje, un cojinete de paso, un soporte de medición de viento en una parte superior de una góndola y un cojinete de guiñada. El cojinete de
55 guiñada está dispuesto entre el generador 200 y la góndola. El flujo de aire caliente se puede transportar al borde frontal interior de la pala y al borde trasero de la pala, para evitar que la pala se hiele y se escarche. Específicamente, el flujo de aire caliente se puede transportar a una cámara interior cerca del borde frontal en el interior de la pala o al exterior de la pala, o a una cámara interior cerca del borde trasero en el interior de la pala o en el exterior de la pala. El flujo de aire caliente también se transporta al soporte de medición de viento en la parte superior de la góndola, que puede realizar la función de secado, manteniendo por ello la sensibilidad de detección
60

del soporte de medición de viento. En el caso de que el aerogenerador 200 no esté funcionando, el flujo de aire caliente se puede transportar a una superficie expuesta del cojinete de paso, al interior del cojinete de guiñada, a un espacio en el interior del buje u otras partes, para realizar la función de secado, y la carga térmica no se aumentará. Cuando el flujo de aire caliente se transporta al espacio en el interior del buje, se puede proporcionar un anillo colector de gas. Se puede ver que el generador 200 no está dotado con la fuente de calor y la fuente de frío al mismo tiempo, un único dispositivo tiene una función dual de la fuente de frío y la fuente de calor al mismo tiempo, que es tanto la fuente de frío como la fuente de calor.

En las realizaciones anteriores, el pulverizador se proporciona principalmente para pulverizar el flujo de aire frío o el flujo de aire caliente en la parte extrema del núcleo de hierro 204, es decir, la fuente de frío y la fuente de secado se generan en la fuente de calor (el núcleo de hierro 204 y los devanados 203) para enfriar y secar el aislamiento de los devanados 203 y el núcleo de hierro 204, para crear un ambiente fresco y seco en la parte extrema del núcleo de hierro 204, que es conducente a la disipación de calor del núcleo de hierro y el mantenimiento del desempeño de aislamiento de la parte extrema de los devanados 203, incluyendo el aislamiento de los devanados 203 en sí mismo y el aislamiento entre los devanados 203 y el núcleo de hierro 204, y también es conducente a la protección de los polos magnéticos 202 y el recubrimiento protector del mismo. La esencia del método de enfriamiento y secado es que el flujo de aire interno no se verá afectado por el ambiente natural y no llevará un flujo de aire multifásico en el ambiente natural, lo que mejora el ambiente interno, y el flujo de aire húmedo interno se puede hacer salir o llevar a cabo para ser reciclado.

Se puede entender que la solución del pulverizador se puede llevar a cabo individualmente o combinar con las soluciones de enfriamiento descritas en la tecnología de fondo, o como se describió anteriormente, el enfriamiento multicanal se puede llevar a cabo combinando el paso de enfriamiento radial 205 y el paso de enfriamiento del segundo sujetador 207. Las soluciones del tubo de pulverización anular 20 (la primera realización o la segunda realización) del pulverizador y el primer sujetador 210 (la tercera realización o la cuarta realización) también se pueden realizar de manera colaborativa, para establecer un canal de disipación de calor multidimensional, para realizar mejor la función de enfriamiento y de secado.

Se debería señalar que, en la tercera y cuarta realizaciones, el flujo de aire se transporta a través del primer sujetador de núcleo de hierro 210. Cuando se transporta el flujo de aire frío, además de crear un ambiente de enfriamiento en la parte extrema del núcleo de hierro 204, lo más importante es que es equivalente a disponer un paso de enfriamiento en el interior del núcleo de hierro 204 y, de este modo, el núcleo de hierro 204 se puede enfriar mejor.

Las realizaciones anteriores son solamente realizaciones preferidas de la presente solicitud. Se debería señalar que, por los expertos en la técnica, se pueden hacer unas pocas modificaciones y mejoras a la presente solicitud en la medida en que caigan en el alcance de la presente solicitud definida por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de intercambio de calor o de secado para un núcleo de hierro (204), que comprende un pulverizador configurado para introducir flujo de aire, en donde el pulverizador está dotado con una pluralidad de agujeros de pulverización,
- 5 el pulverizador comprende un tubo de pulverización anular (20) que coincide con una forma anular del núcleo de hierro (204), el tubo de pulverización anular (20) se proporciona en un extremo axial del núcleo de hierro (204), y la pluralidad de agujeros de pulverización se proporciona en una dirección circunferencial del tubo de pulverización anular (20); y en donde
- 10 los devanados (203) se acomodan en ranuras (204b) del núcleo de hierro (204), los devanados (203) están enrollados en el extremo axial del núcleo de hierro (204) para formar partes extremas de devanados (203a),
caracterizado por que
el tubo de pulverización anular (20) se inserta en un agujero pasante formado por todas las partes extremas de devanados (203a) en el extremo axial del núcleo de hierro (204).
2. El dispositivo de intercambio de calor o de secado según la reivindicación 1, en donde
- 15 dos o más entradas de flujo de aire están distribuidas uniformemente en el tubo de pulverización anular (20) en una dirección circunferencial, y las entradas de flujo de aire están configuradas para introducir el flujo de aire; y
un tubo de división de flujo de aire (20a) está dispuesto en el interior del tubo de pulverización anular (20) en una posición correspondiente a una de las entradas de flujo de aire, se permite que el flujo de aire introducido entre primero en el tubo de división de flujo de aire (20a), y el tubo de división de flujo de aire (20a) está configurado para
- 20 pulverizar el flujo de aire desde dos extremos, para guiar que el flujo de aire fluya en la dirección circunferencial del tubo de pulverización anular (20) y luego ser pulverizado hacia fuera desde los agujeros de pulverización.
3. El dispositivo de intercambio de calor o de secado según la reivindicación 1 o 2, en donde
los agujeros de pulverización se proporcionan en un lado interior del tubo de pulverización anular (20) o tanto el lado interior como una parte intermedia del tubo de pulverización anular (20), y no se proporciona ningún agujero de
- 25 pulverización en y un lado exterior del tubo de pulverización anular (20); y
los agujeros de pulverización están configurados para pulverizar en una dirección radial y/o una dirección axial del núcleo de hierro (204).
4. El dispositivo de intercambio de calor o de secado según la reivindicación 1 o 2, en donde el dispositivo de intercambio de calor o de secado comprende además un separador de flujo de vórtice (10), el separador de flujo de vórtice (10) comprende un tubo de chorro (102) y un tubo de separación de flujo de vórtice (101), el tubo de separación de flujo de vórtice (101) comprende una cámara de flujo de vórtice (101a), y una sección de tubo de extremo frío (101c) y una sección de tubo de extremo caliente (101b) que están situadas en dos extremos de la cámara de flujo de vórtice (101a) respectivamente; el tubo de chorro (102) está en comunicación con la cámara de flujo de vórtice (101a), se permite que el flujo de aire comprimido fluya a través del tubo de chorro (102) para formar
- 30 un flujo de aire en espiral, y se permite que el flujo de aire en espiral fluya hacia la cámara de flujo de vórtice (101a) en una dirección tangencial de la cámara de flujo de vórtice (101a);
un área de sección transversal de la sección de tubo de extremo frío (101c) es más pequeña que un área de sección transversal de la cámara de flujo de vórtice (101a), y un área de sección transversal de la sección de tubo de extremo caliente (101b) es igual a o mayor que el área de sección transversal de la cámara de flujo de vórtice (101a);
- 40 una válvula que tiene un puerto de válvula se dispone en el interior de la sección de tubo de extremo caliente (101b), la válvula tiene una superficie cónica, y después de que el flujo de aire en espiral se introduce en el tubo de separación de flujo de vórtice (101), se permite que el flujo de aire externo del flujo de aire en espiral fluya hacia el puerto de válvula, se caliente gradualmente para llegar a ser el flujo de aire caliente, y luego fluya hacia fuera a través del puerto de válvula; se permite que el flujo de aire central del flujo de aire en espiral pase por la superficie cónica de la válvula y fluya hacia atrás, se enfríe para ser el flujo de aire frío, y luego fluya hacia fuera desde la sección de tubo de extremo frío (101c); y
el flujo de aire caliente o el flujo de aire frío es el flujo de aire introducido en el pulverizador.
5. El dispositivo de intercambio de calor o de secado según la reivindicación 4, en donde
- 50 un extremo de la cámara de flujo de vórtice (101a) está dotado con un agujero pasante, un cuerpo de tubo de la sección de tubo de extremo frío (101c) está en comunicación con el agujero pasante; la cámara de flujo de vórtice (101a) y la sección de tubo de extremo caliente (101b) están formadas integralmente y tienen diámetros iguales;

la válvula comprende un miembro de estrangulación (103) cónico, un extremo cónico del miembro de estrangulación (103) está dispuesto para mirar hacia la sección de tubo de extremo frío (101c), el miembro de estrangulación (103) está situado en una parte central de la sección de tubo de extremo caliente (101b), y un espacio libre anular formado entre el miembro de estrangulación (103) y una pared interior de la sección de tubo de extremo caliente (101b) está incorporada como el puerto de válvula; y

5

un eje de la sección de tubo de extremo frío (101c) coincide con un eje del miembro de estrangulación (103).

6. Un dispositivo electromagnético, que comprende un núcleo de hierro (204), en donde el dispositivo electromagnético comprende además el dispositivo de intercambio de calor o de secado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

10

7. Un aerogenerador, que comprende un generador, el generador que comprende un núcleo de hierro (204), en donde el aerogenerador comprende además el dispositivo de intercambio de calor o de secado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

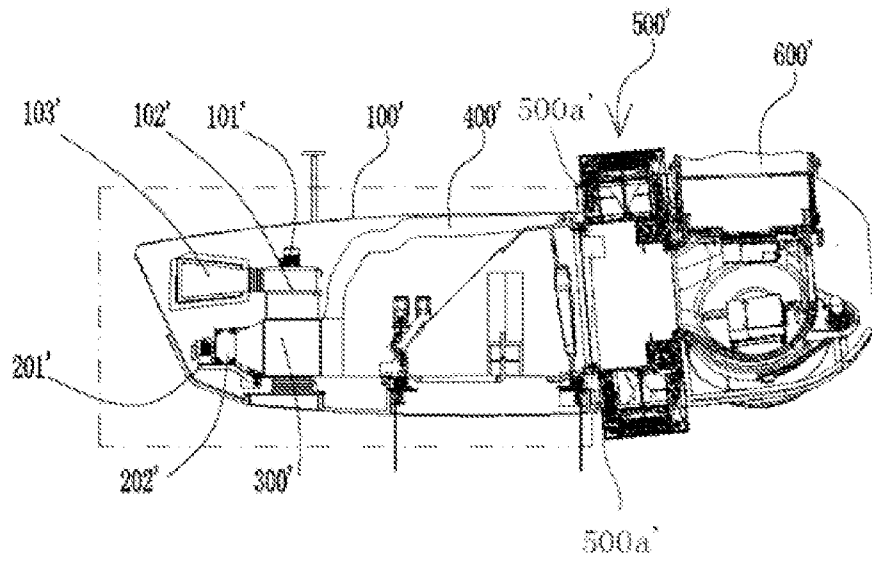


Figura 1

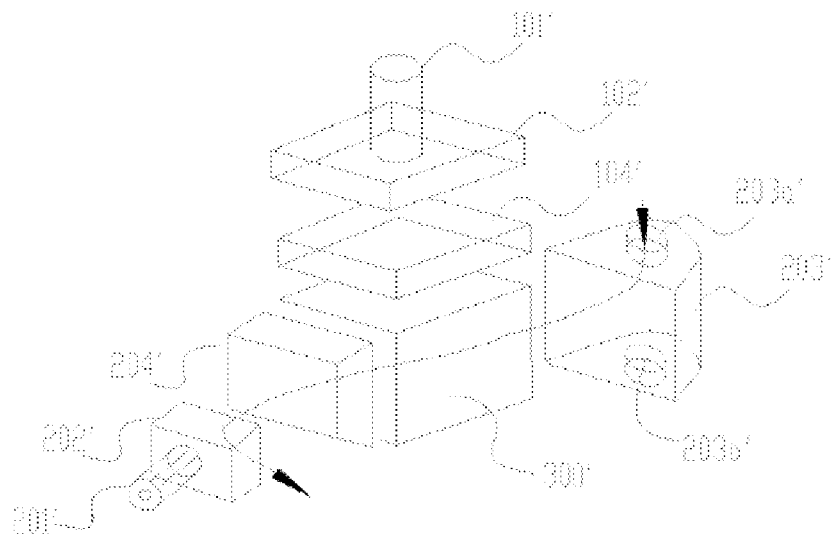


Figura 2

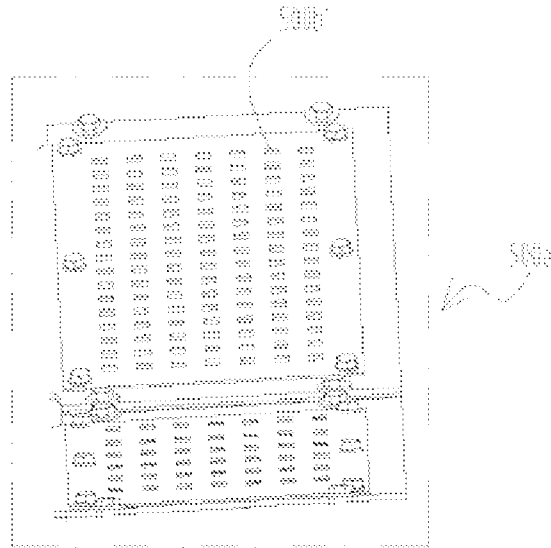


Figura 3

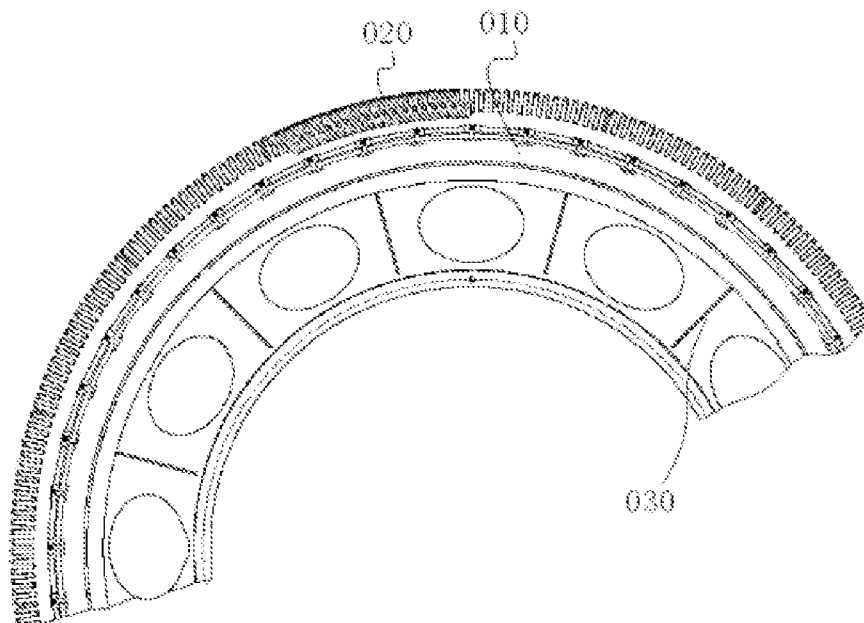


Figura 4

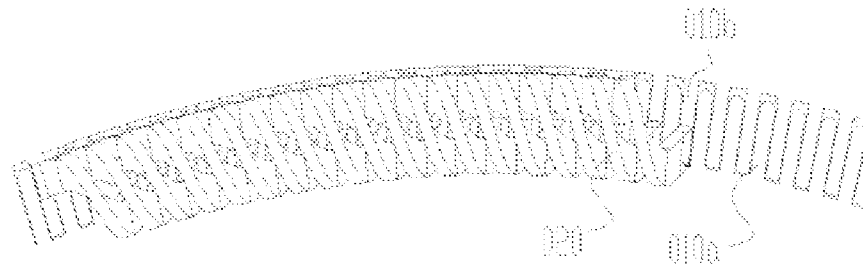


Figura 5

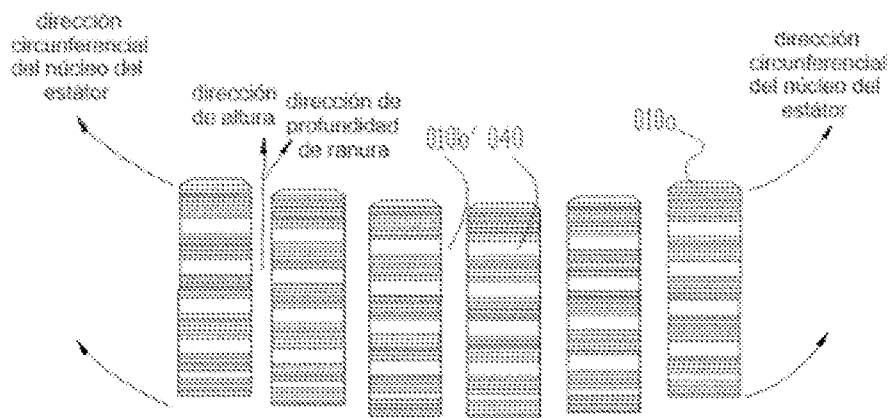


Figura 6

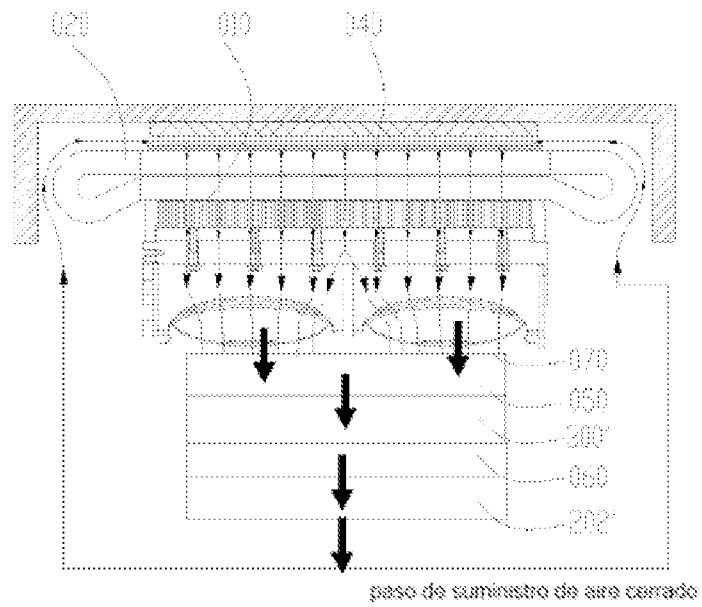


Figura 7

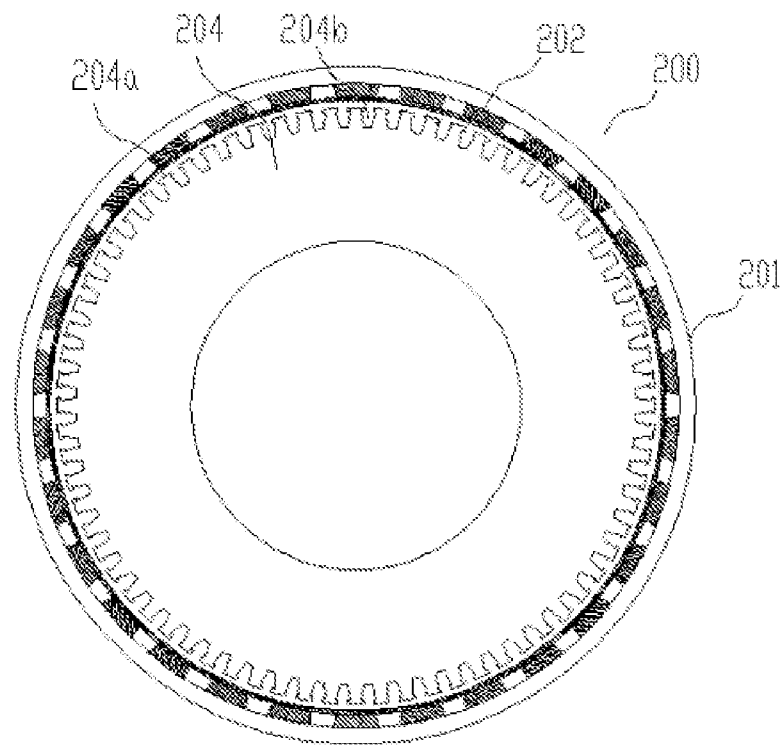


Figura 8

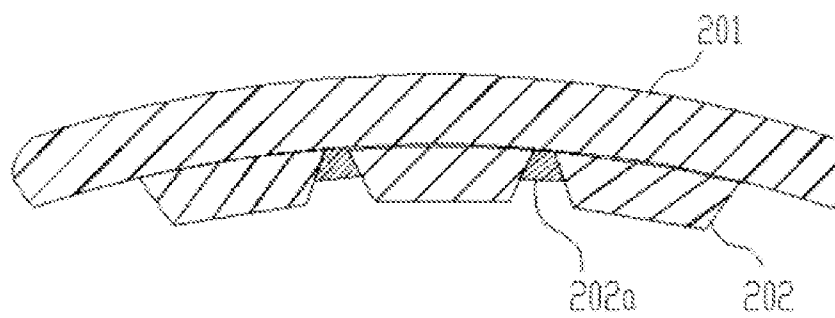


Figura 9

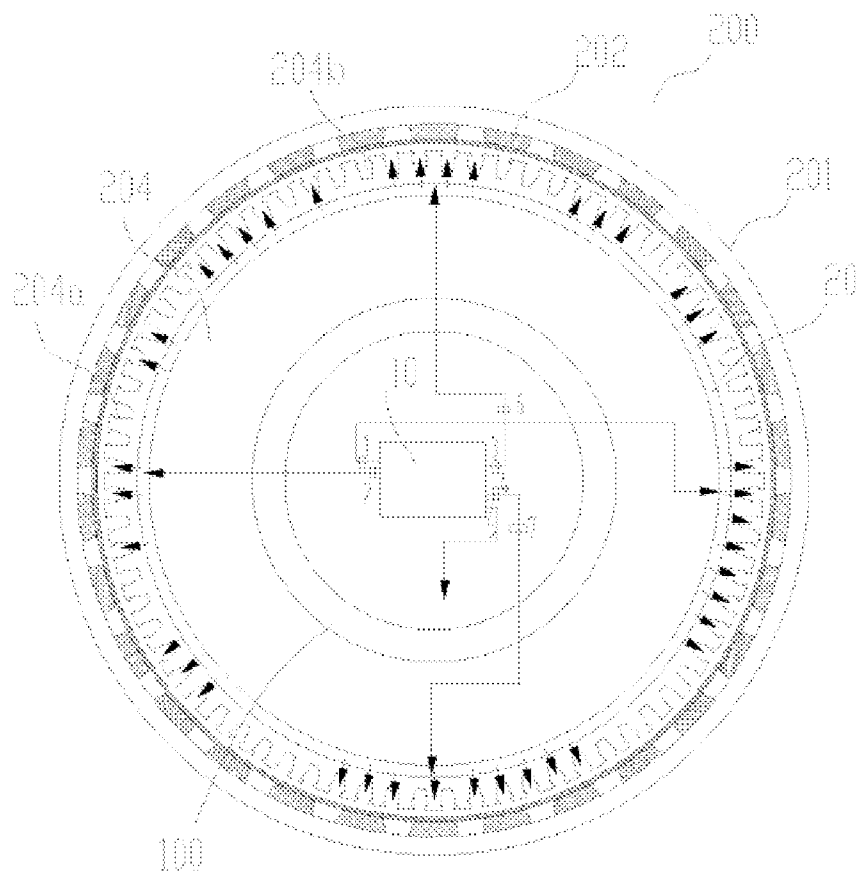


Figure 10

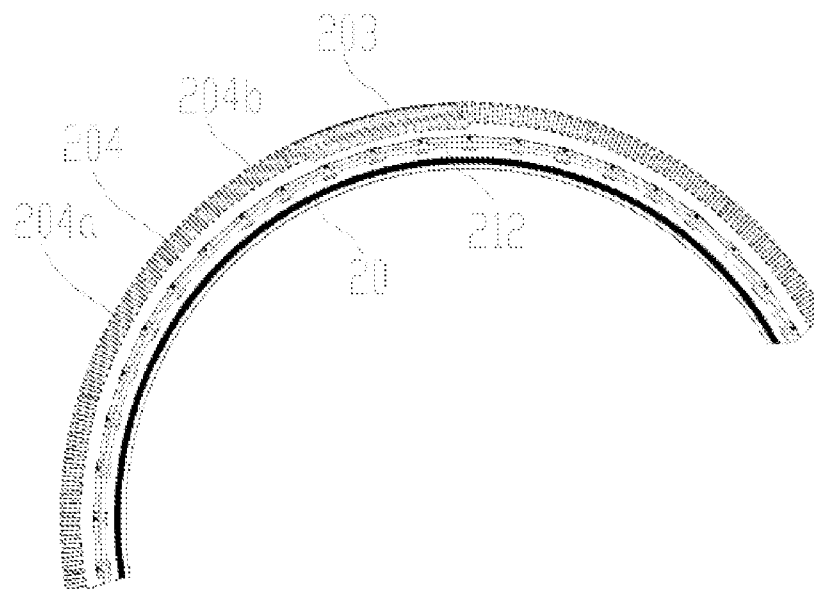


Figura 11

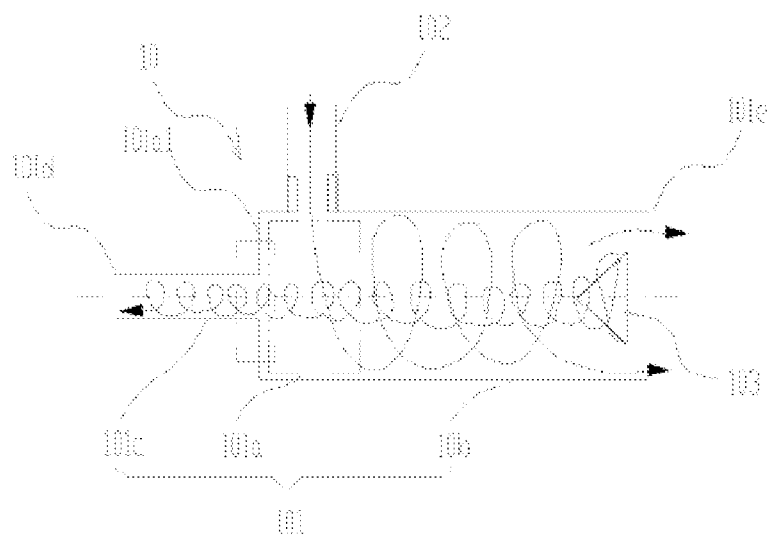


Figura 12

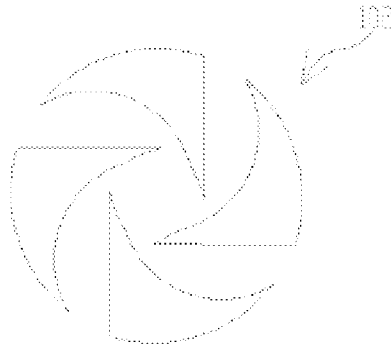


Figura 13

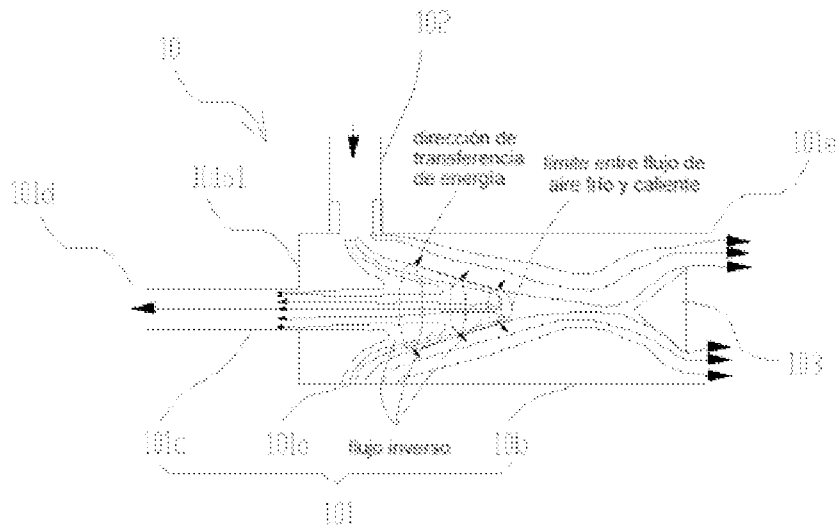


Figura 14

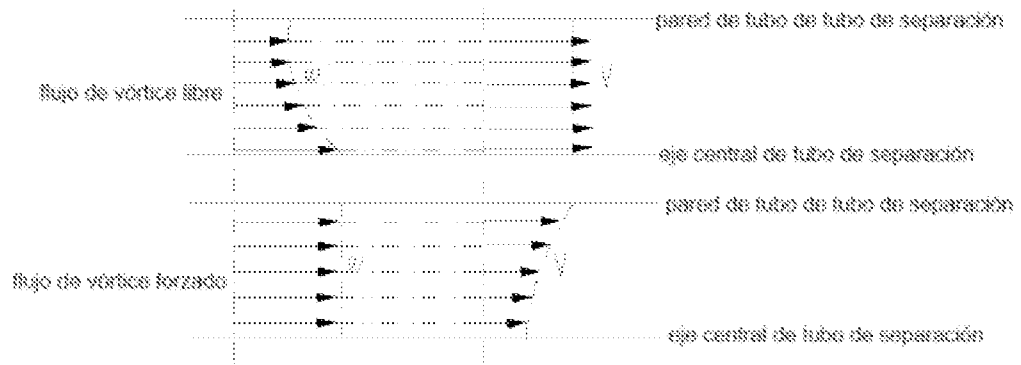


Figura 15

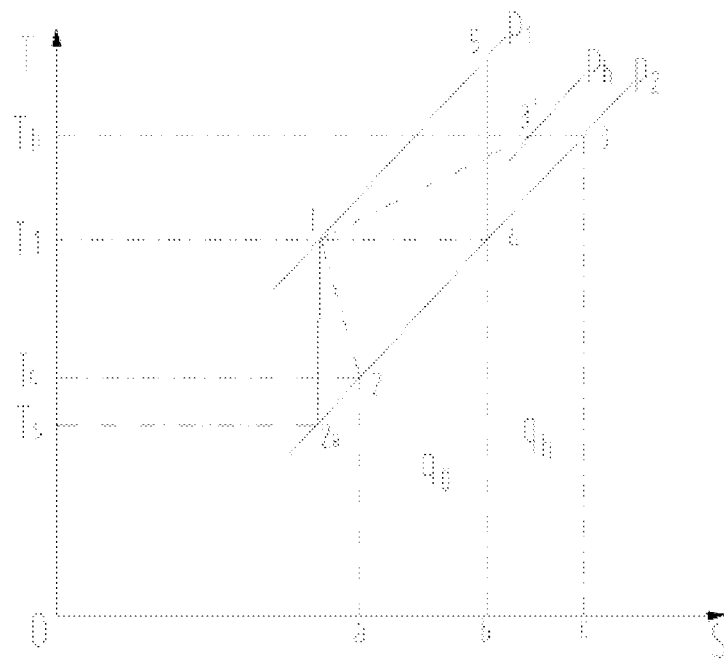


Figura 16

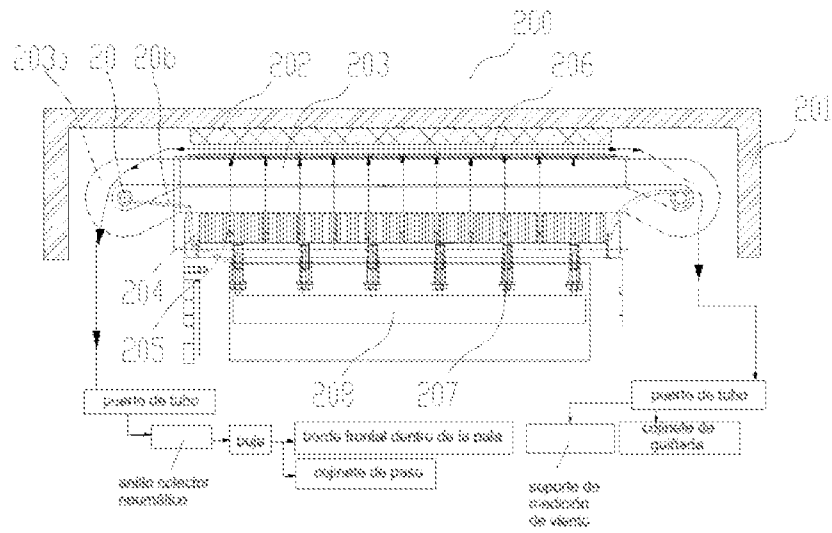


Figura 17

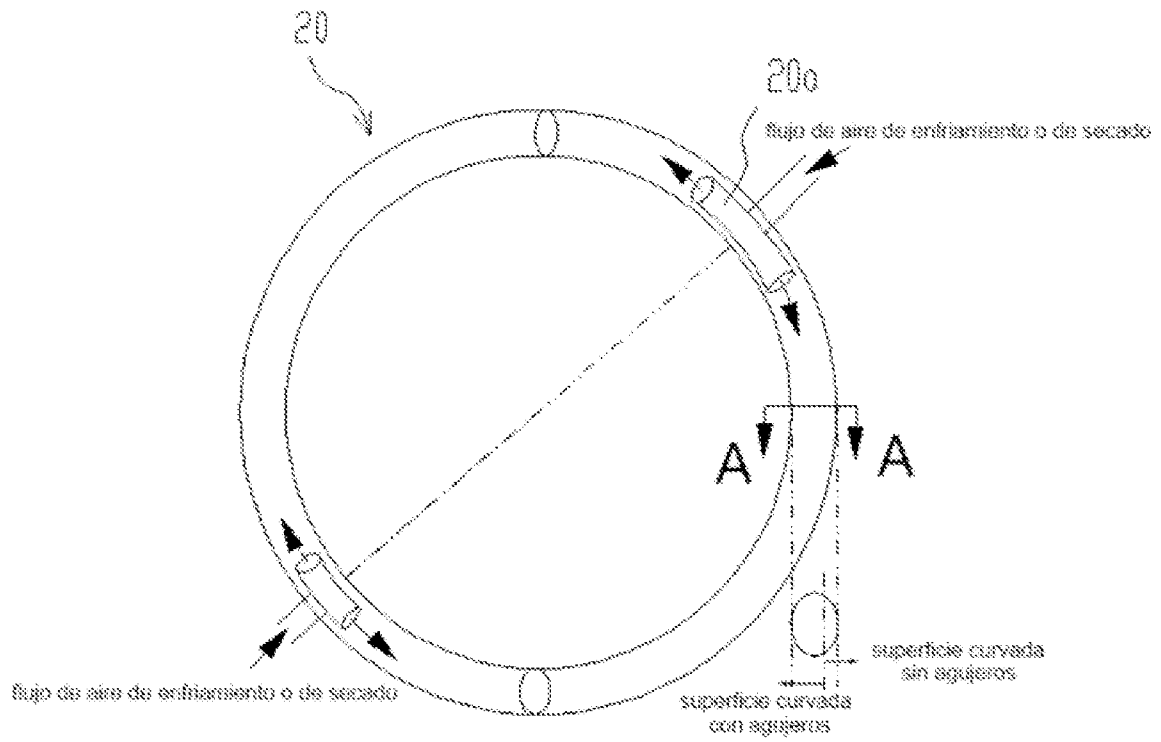


Figura 18

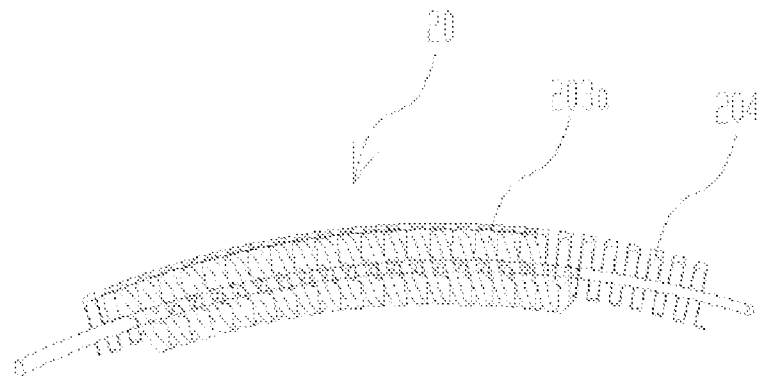


Figura 19

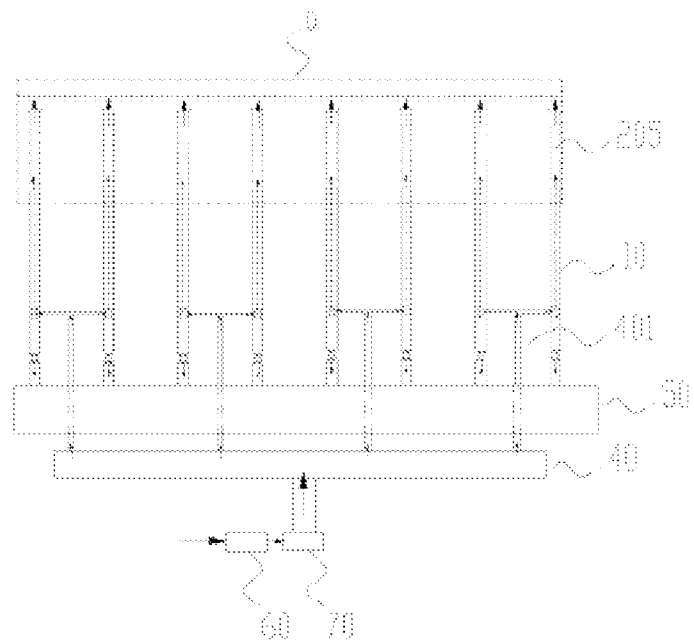


Figura 20

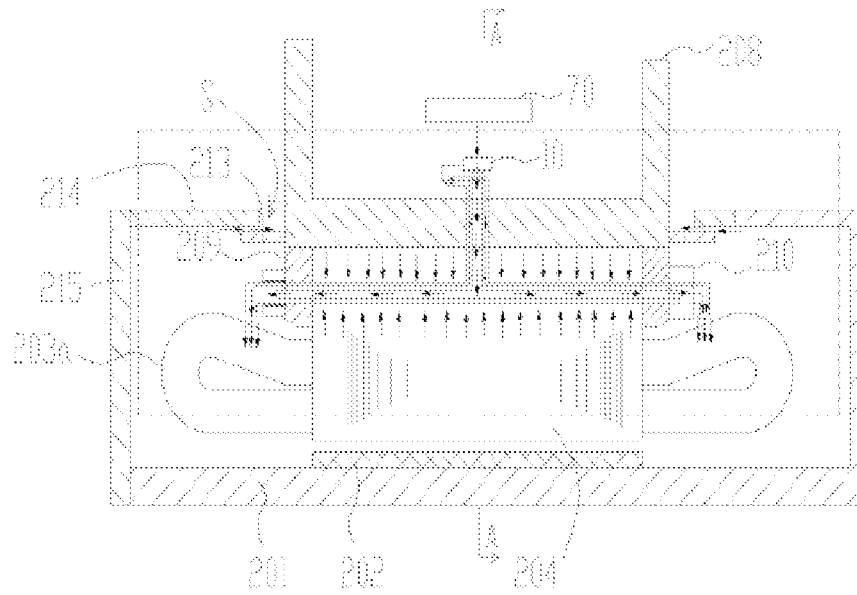


Figura 21

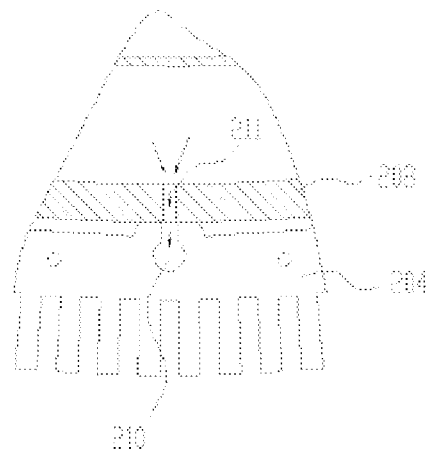


Figura 22

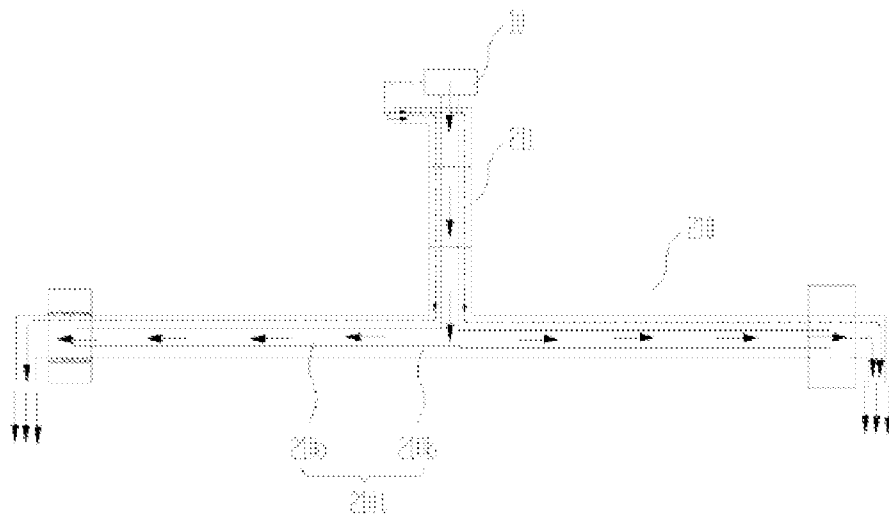


Figura 23

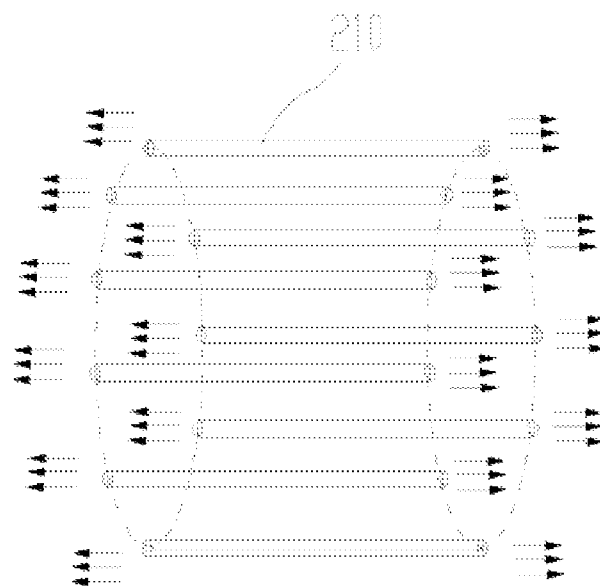


Figura 24

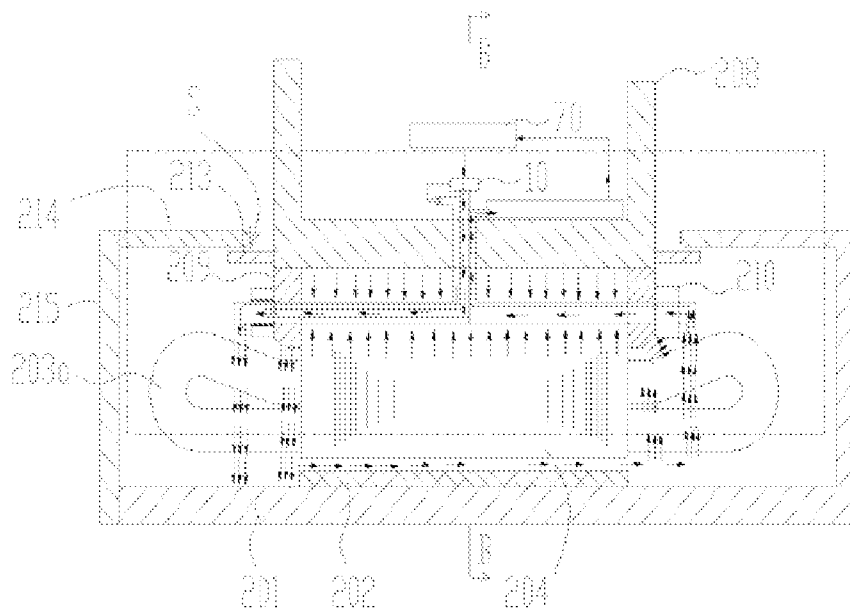


Figura 25

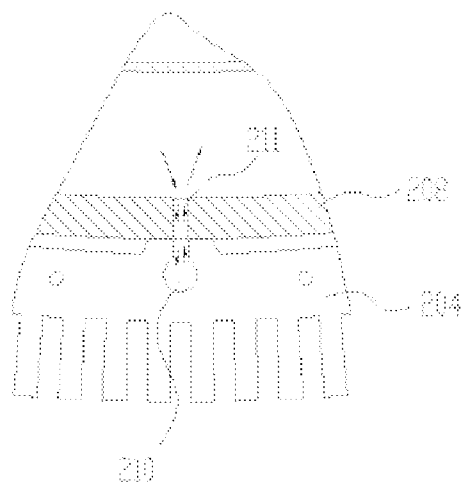


Figura 26

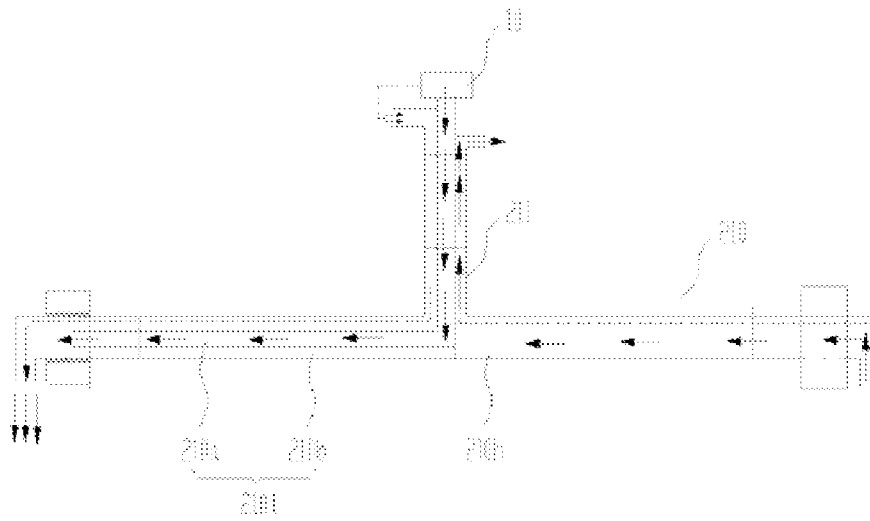


Figura 27

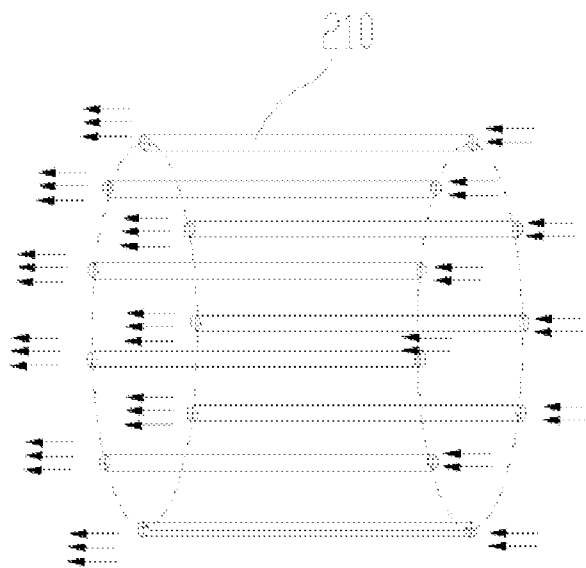


Figura 28