(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 763 111**

(51) Int. CI.:

H02K 1/20 (2006.01)
H02K 3/24 (2006.01)
H02K 3/52 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2015 PCT/CN2015/078609**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15188672**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2015 E 15806029 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3157139**

(54) Título: **Estator usado para motor, motor y método de refrigeración de ventilación para motor**

(30) Prioridad:

13.06.2014 CN 201410266107

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.05.2020

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

FAN, WENSHOU y
ZHAO, XIANG

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

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

Estator usado para motor, motor y método de refrigeración de ventilación para motor

Campo técnico

La presente solicitud se refiere a un estator para una máquina eléctrica, una máquina eléctrica y un método de ventilación y refrigeración de la misma, y particularmente a un estator de una máquina de imanes permanentes basada en devanados concentrados y un método de ventilación y refrigeración de la misma.

Antecedentes

Con el aumento de la capacidad de una máquina de imanes permanentes de gran tamaño, las pérdidas internas de la máquina de imanes permanentes también aumentan de manera correspondiente, causando de este modo un aumento de temperatura de la máquina de imanes permanentes que es demasiado alto y afecta adversamente además a la operación segura y estable de la máquina de imanes permanentes. Aunque la ventilación y la refrigeración de la máquina eléctrica en una dirección radial de la misma o la ventilación y refrigeración mezcladas en las direcciones radial y axial pueden cumplir los requisitos de capacidad de disipación de calor de la máquina de imanes permanentes de gran tamaño, una tasa de utilización efectiva del material de la máquina de imanes permanentes de gran tamaño disminuye debido a la presencia de un conducto de ventilación radial, y se pueden aumentar el peso y el coste de la máquina de imanes permanentes de gran tamaño. El documento US 2007222333 describe una disposición de refrigeración relacionada.

Compendio

La presente invención se define por la reivindicación independiente, las reivindicaciones dependientes siendo dirigidas a realizaciones preferidas. Un estator para una máquina eléctrica, una máquina eléctrica y un método de ventilación y refrigeración de la misma se proporcionan según realizaciones de la presente solicitud para enfriar eficientemente la máquina eléctrica.

Para realizar los objetos anteriores, se adoptan las siguientes soluciones técnicas en las realizaciones de la presente solicitud.

Un estator para una máquina eléctrica incluye devanados concentrados, y al menos dos cuñas proporcionadas en un hueco formado entre devanados concentrados adyacentes, y las al menos dos cuñas se escalonan en el devanado concentrado para formar una primera trayectoria de ventilación.

Una máquina eléctrica incluye el estator en la solución técnica anterior.

Un método de ventilación y refrigeración para una máquina eléctrica, que se implementa a través de la máquina eléctrica según las soluciones técnicas anteriores, incluye:

separar la máquina eléctrica en un área de alta presión y un área de baja presión mediante un soporte configurado para fijar el estator; e

introducir aire frío en el área de alta presión a través de tuberías, enfriar la máquina eléctrica a través de la primera trayectoria de ventilación formada por un hueco entre las al menos dos cuñas, y luego introducir el aire frío en el área de baja presión para cambiar el aire frío a aire caliente.

En el estator para la máquina eléctrica, la máquina eléctrica y el método de ventilación y refrigeración de la máquina eléctrica según las realizaciones de la presente solicitud, se disponen al menos dos cuñas en el hueco formado entre dos devanados concentrados adyacentes, y dado que las al menos dos cuñas se escalonan, se extiende una longitud de la primera trayectoria de ventilación, de este modo puede enfriar eficazmente los devanados concentrados, y puede facilitar aún más la mejora de la capacidad de disipación de calor de la máquina eléctrica, mejorando la densidad de potencia de la máquina eléctrica, y reduciendo el consumo efectivo de material de la máquina eléctrica, reduciendo por ello el peso y el coste de la máquina eléctrica. Además, las cuñas también pueden evitar un movimiento circunferencial del devanado concentrado, de este modo permite que el devanado concentrado se restrinja de manera eficaz en una dirección circunferencial de una ranura, y evite daños al aislamiento del devanado concentrado resultado del movimiento circunferencial de ida y vuelta del devanado concentrado en la ranura a largo plazo, prolongando por ello la vida útil de la máquina eléctrica, y mejorando la fiabilidad de la máquina eléctrica.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista frontal de un estator para una máquina eléctrica según una realización de la presente solicitud;

La Figura 2 es una vista esquemática en perspectiva que muestra la estructura del estator según la realización de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista esquemática de una primera trayectoria de ventilación según la realización de la Figura 1;

La Figura 4 es una vista frontal de un estator para una máquina eléctrica según otra realización de la presente solicitud;

La Figura 5 es una vista esquemática en perspectiva que muestra la estructura del estator según la realización de la Figura 4;

La Figura 6 es una vista en perspectiva que muestra la estructura de un estator para una máquina eléctrica según otra realización más de la presente solicitud; y

La Figura 7 es un diagrama de flujo esquemático que muestra un método de ventilación y refrigeración para una máquina eléctrica según una realización de la presente solicitud.

Números de referencia:

11 devanado concentrado, 12 devanado concentrado,

13 devanado concentrado, 20 núcleo de hierro del estator,

21 primera parte de diente del núcleo de hierro del estator,

22 segunda parte de diente del núcleo de hierro del estator,

23 tercera parte de diente del núcleo de hierro del estator,

201 parte de yugo de base de ranura,

202 agujero de ventilación axial de parte de yugo de base de ranura,

203 agujero de ventilación axial de la parte del diente;

3 cuña de ranura, 41 cuña, 42 cuña, 43 cuña,

44 cuña, 45 cuña, 46 cuña, 47 cuña,

48 cuña, 5 rotor y 6 soporte.

Descripción detallada

Un estator para una máquina eléctrica, una máquina eléctrica y un método de ventilación y refrigeración de la misma según las realizaciones de la presente solicitud se describen en detalle en lo sucesivo junto con los dibujos.

La Figura 1 es una vista frontal que muestra un estator para una máquina eléctrica según una realización de la presente solicitud; la Figura 2 es una vista esquemática en perspectiva que muestra la estructura del estator según la realización de la Figura 1; y la Figura 3 es una vista esquemática que muestra una primera trayectoria de ventilación según la realización de la Figura 1. Como se muestra en las Figuras 1 y 2, se ejemplifican tres devanados concentrados (un devanado concentrado 11, un devanado concentrado 12 y un devanado concentrado 13), y un núcleo de hierro del estator 20 correspondiente al devanado concentrado 11, al devanado concentrado 12 y al devanado concentrado 13, correspondientes a los devanados concentrados, el núcleo de hierro del estator 20 tiene partes de diente (por ejemplo, una primera parte de diente 21 del núcleo de hierro del estator, una segunda parte de diente 22 del núcleo de hierro del estator y una tercera parte de diente 23 del núcleo de hierro del estator). Se proporcionan al menos dos cuñas en un hueco formado entre el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12. Como se muestra en la Figura 3, una cuña 41, una cuña 42 y una cuña 43 se sitúan en las partes superiores de una cara lateral del devanado concentrado, la cuña 44, la cuña 45 y la cuña 46 se sitúan en las partes inferiores del devanado concentrado, y la cuña 41, la cuña 42, la cuña 43, la cuña 44, la cuña 45 y la cuña 46 se escalonan en la cara lateral del devanado concentrado 12, formando de este modo una primera trayectoria de ventilación. La primera trayectoria de ventilación forma una trayectoria de ventilación curvada debido a la distribución escalonada de la cuña 41, la cuña 42, la cuña 43, la cuña 44, la cuña 45 y la cuña 46. Se debería entender por los expertos en la técnica que la primera trayectoria de ventilación según la realización de la presente solicitud también puede ser de una forma fluctuada de arriba hacia abajo, una forma de onda, una forma curvilínea, etc., y una forma específica se puede determinar por las posiciones de las cuñas en el devanado concentrado. De este modo, la forma de la trayectoria de ventilación no se limita por la realización de la presente solicitud, siempre que se pueda extender una longitud de la primera trayectoria de ventilación. También se debería apreciar por los expertos en la técnica que también se puede formar otra trayectoria de ventilación por un hueco correspondiente a otras al menos dos cuñas en otra superficie lateral del devanado concentrado 12 (por ejemplo, la cuña 47, la cuña 48 se sitúan en otra cara lateral del devanado concentrado 12 de la Figura 1), que no se describe en detalle en las realizaciones de la presente solicitud en lo sucesivo.

En el estator para la máquina eléctrica según la realización de la presente solicitud, se disponen al menos dos cuñas en el hueco formado entre el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12 que son adyacentes, dado que las al menos dos cuñas se escalonan, se extiende la longitud de la primera trayectoria de ventilación, de este modo, puede enfriar eficazmente el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12, y puede facilitar aún más la mejora de la capacidad de disipación de calor de la máquina eléctrica, mejorando la densidad de potencia de la máquina eléctrica y reduciendo el consumo efectivo de material de la máquina eléctrica, reduciendo por ello el peso y el coste de la máquina eléctrica. Además, las cuñas también pueden evitar que el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12 se muevan en una dirección circunferencial de las ranuras, permitiendo de este modo que el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12 se restrinjan de manera eficaz en la dirección circunferencial, y evitando daños en el aislamiento del devanado concentrado 11 y del devanado concentrado 12 causados por movimientos circunferenciales de ida y vuelta del devanado concentrado 11 y del devanado concentrado 12 en las ranuras a largo plazo, prolongando por ello la vida útil de la máquina eléctrica, y mejorando la fiabilidad de la máquina eléctrica.

La Figura 4 es una vista frontal de un estator para una máquina eléctrica según otra realización de la presente solicitud, y la Figura 5 es una vista esquemática en perspectiva que muestra la estructura del estator para la máquina eléctrica según la realización mostrada en la Figura 4. Como se muestra en las Figuras 4 y 5, y en base a la realización en las Figuras 1 y 2, la primera parte de diente 21, la segunda parte de diente 22 y la tercera parte de diente 23, y una parte de yugo de base de ranura 201 se dotan respectivamente con un agujero de ventilación axial 202 y un agujero de ventilación axial 203, y el agujero de ventilación axial 203 forma una segunda trayectoria de ventilación en la tercera parte de diente 23 del núcleo de hierro del estator, y el agujero de ventilación axial 202 forma una tercera trayectoria de ventilación en la parte de yugo de base de ranura 201.

Además, cada cuña de forma trapezoidal de las al menos dos cuñas se envuelve con un fieltro de aislamiento, y se fija en el hueco entre dos devanados concentrados adyacentes a través del fieltro de aislamiento. Envolviendo el fieltro de aislamiento en cada una de las al menos dos cuñas, se puede proteger el aislamiento del devanado concentrado 11 y del devanado concentrado 12, además, la cuña se puede formar integralmente con el devanado concentrado después de que el núcleo de hierro del estator 20 se procese a través de una impregnación por vacío y presión (Impregnación por Vacío y Presión, que se abrevia como VPI), y además las cuñas se pueden fijar eficazmente entre el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12, y el núcleo de hierro del estator 20 se puede fijar eficazmente en la ranura. Además, la primera parte de diente 21, la segunda parte de diente 22 y la tercera parte de diente 23 del núcleo de hierro del estator 20 son dientes paralelos, y cada una de las ranuras correspondientes al núcleo de hierro del estator 20 es una ranura de forma trapezoidal. Después de que el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12 se encajen en las respectivas ranuras de forma trapezoidal, el hueco entre dos devanados concentrados adyacentes forma un hueco de forma trapezoidal.

Además, las al menos dos cuñas incluyen específicamente un primer grupo de cuñas y un segundo grupo de cuñas, y cada uno del primer grupo de cuñas y del segundo grupo de cuñas incluye al menos una cuña. Como se muestra en la Figura 3, el primer grupo de cuñas incluye específicamente la cuña 41, la cuña 42 y la cuña 43 situadas en las partes superiores de la cara lateral del devanado concentrado 12, el segundo grupo de cuñas incluye la cuña 44, la cuña 45 y la cuña 46 situadas en las partes inferiores de la cara lateral del devanado concentrado 12, y las cuñas se escalonan a lo largo de una dirección axial del estator. Además, cada una de la cuña 41, la cuña 42, la cuña 43, la cuña 44, la cuña 45 y la cuña 46 se puede incorporar como una cuña de forma trapezoidal. Como se ha descrito anteriormente, el hueco entre los dos devanados concentrados 11, 12 adyacentes es el hueco de forma trapezoidal, de este modo, la cuña de forma trapezoidal puede estar en contacto plano con el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12, y a través del contacto plano, las fuerzas aplicadas sobre el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12 pueden ser uniformes. Además, para extender la longitud de la primera trayectoria de ventilación, se requiere que las alturas de las cuñas de forma trapezoidal sean ligeramente mayores o menores que la mitad de la profundidad de la ranura de forma trapezoidal. Se debería entender por un experto en la técnica que, una medida de ser ligeramente menor o ligeramente mayor que la mitad de la profundidad de la ranura de forma trapezoidal en esta realización de la presente solicitud se refiere a una medida en la condición de que se pueda extender la longitud de la primera trayectoria de ventilación. Además, la primera trayectoria de ventilación puede tener específicamente una forma curva, una forma fluctuada de arriba hacia abajo, una forma de onda o una forma curvilínea, etc., y las formas específicas no se limitan por las realizaciones de la presente solicitud, siempre que se pueda extender la longitud de la primera trayectoria de ventilación. Además, una dimensión de la altura de la cuña de forma trapezoidal no se limita estrictamente en las realizaciones de la presente solicitud. Además, el número de cuñas incluidas en el primer grupo de cuñas y en el segundo grupo de cuñas según la realización de la presente solicitud no se limita al número enumerado anteriormente. Se debería entender por los expertos en la técnica que las cuñas de un número correspondiente se pueden proporcionar según una longitud axial de la máquina eléctrica y los requisitos prácticos de ventilación, por ejemplo, el primer grupo de cuñas y el segundo grupo de cuñas pueden incluir ambos solamente una cuña.

Alternativamente, solamente el primer grupo de cuñas (por ejemplo, la cuña 41, la cuña 42, la cuña 43, que se denominan cuñas superiores) se proporcionan en toda la parte superior en el hueco entre los devanados del devanado concentrado 12, o solamente el segundo grupo de cuñas (por ejemplo, la cuña 44, la cuña 45, la cuña 46, que se denominan cuñas inferiores) se proporcionan en toda la parte inferior en el hueco entre los devanados del devanado concentrado 12, de este modo, una trayectoria de ventilación se forma por toda la parte superior o toda la

parte inferior en el hueco entre los devanados. Alternativamente, una cuña superior y una cuña inferior se encajan en cada uno de los huecos en dos partes extremas del devanado concentrado solamente, o solamente se encaja una cuña superior o una cuña inferior en cada uno de los huecos en los dos extremos del devanado concentrado respectivamente, y la primera trayectoria de ventilación se puede formar siempre que haya un cierto hueco entre las cuñas. Se debería entender por los expertos en la técnica que la distribución específica de las cuñas no se limita por las realizaciones según la presente solicitud. Alternativamente, se encajan al menos dos cuñas en una parte central del hueco entre los devanados del devanado concentrado 12, de este modo, se forman dos trayectorias de ventilación de arriba hacia abajo en el hueco, y aumentando el número de las trayectorias de ventilación, el devanado concentrado se puede enfriar por completo.

Además, con referencia a la Figura 3 de nuevo, se proporciona además una cuña de ranura 3 en el hueco formado entre el devanado concentrado 11 y el devanado concentrado 12. En base a la primera trayectoria de ventilación en la Figura 3, se forma un entrehierro entre un rotor 5 y la cuña de ranura 3, y una cuarta trayectoria de ventilación es formada por el entrehierro.

La Figura 6 es una vista esquemática en perspectiva que muestra la estructura de un estator para una máquina eléctrica según otra realización más de la presente solicitud. Como se muestra en la Figura 6, y en base a las realizaciones mostradas en las Figuras 1 a 5, el estator incluye además un soporte 6 para soportar el núcleo de hierro del estator 20, y el soporte 6 separa una cavidad interna de la máquina eléctrica en un área de alta presión y un área de baja presión. Específicamente, como se muestra en la Figura 6, un lado derecho del rotor 5 es un lado de buje de rueda, y un lado izquierdo es un lado de sala de máquinas eléctricas, el soporte del estator 6 separa la cavidad interna de la máquina eléctrica en el área de alta presión (el lado de buje de rueda) y el área de baja presión (el lado de sala de máquinas eléctricas), de este modo, la primera trayectoria de ventilación, la segunda trayectoria de ventilación, la tercera trayectoria de ventilación y la cuarta trayectoria de ventilación son del lado de buje de rueda al lado de sala de máquinas eléctricas. Alternativamente, si el lado de sala de máquinas eléctricas fuera un área de alta presión, y el lado de buje de rueda fuera un área de baja presión, las trayectorias de ventilación en la cavidad interna de la máquina eléctrica pueden tener una dirección opuesta a la dirección de flujo indicada en la Figura 3.

Se proporciona además una máquina eléctrica según una realización de la presente solicitud, y la máquina eléctrica incluye el estator para la máquina eléctrica en las realizaciones de las Figuras 1 a 6. Además, la máquina eléctrica puede incluir un generador accionado por viento.

La Figura 7 es un diagrama de flujo esquemático que muestra un método de ventilación y refrigeración para una máquina eléctrica según una realización de la presente solicitud. El método de ventilación y refrigeración según esta realización de la presente solicitud se puede implementar a través de la máquina eléctrica según las realizaciones anteriores. Como se muestra en la Figura 7, el método de ventilación y refrigeración para la máquina eléctrica según la realización de la presente solicitud incluye los pasos 701 a 702.

En el paso 701, la máquina eléctrica se separa en el área de alta presión y el área de baja presión por el soporte configurado para fijar el estator.

En el paso 702, entra aire frío en el área de alta presión a través de tuberías, enfría la máquina eléctrica a través de la primera trayectoria de ventilación formada por el hueco entre las al menos dos cuñas, y luego entra en el área de baja presión para cambiar a aire caliente.

En el método de ventilación y refrigeración según esta realización de la presente solicitud, la primera trayectoria de ventilación se forma por al menos dos cuñas en el hueco formado por dos devanados concentrados adyacentes, se extiende una longitud de la primera trayectoria de ventilación, de este modo puede enfriar eficazmente los devanados concentrados, y puede facilitar aún más la mejora de la capacidad de disipación de calor de la máquina eléctrica, y mejorar la densidad de potencia de la máquina eléctrica, y reducir el consumo efectivo de material de la máquina eléctrica, disminuyendo por ello el peso y el coste de la máquina eléctrica.

Además, en base a la realización de la Figura 7, el aire frío también puede enfriar la máquina eléctrica a través de la segunda trayectoria de ventilación formada en la parte del diente y la tercera trayectoria de ventilación formada en la parte de yugo de base de ranura, y luego entra en el área de baja presión para convertirse en aire caliente.

Además, en base a la realización de la Figura 7, el aire frío también puede enfriar la máquina eléctrica a través de la cuarta trayectoria de ventilación formada por el entrehierro entre el rotor y el núcleo de hierro del estator, y luego entra en el área de baja presión para cambiar a aire caliente.

Además, en base a la realización en la Figura 7, el método de ventilación y refrigeración puede incluir además:

introducir el aire caliente en un sistema de refrigeración en la sala de máquinas eléctricas de la máquina eléctrica a través de tuberías para enfriar el aire caliente, y luego devolver el aire frío al interior de la máquina eléctrica, formando de este modo una trayectoria de aire de circulación interior.

Además, en base a la realización de la Figura 7, el método de ventilación y refrigeración puede incluir además:

introducir aire frío fuera de la sala de máquinas eléctricas de la máquina eléctrica en el sistema de refrigeración en la sala de máquinas eléctricas de la máquina eléctrica a través de tuberías, enfriar el aire caliente en la trayectoria de aire de circulación interior a través del sistema de refrigeración en la sala de máquinas eléctricas, y luego descargar el aire caliente de la sala de máquinas eléctricas.

En conclusión, proporcionando caminos de ventilación alrededor o en el centro de los devanados concentrados en cada ranura, las realizaciones de la presente solicitud abordan los problemas técnicos de que la tecnología de ventilación y refrigeración axial no pueda cumplir el requisito de capacidad de disipación de calor de la máquina eléctrica en la tecnología convencional. Además, el aire frío entra en el área de alta presión en el interior de la máquina eléctrica a través de tuberías, y el aire frío enfría la máquina eléctrica a través de la trayectoria de ventilación y refrigeración en la ranura entre el rotor y el núcleo de hierro del estator (primera trayectoria de ventilación), la trayectoria de ventilación y refrigeración en la parte del diente (segunda trayectoria de ventilación), la trayectoria de ventilación y refrigeración en la parte de yugo de base de ranura (tercera trayectoria de ventilación) y la trayectoria de ventilación y refrigeración en el entrehierro (cuarta trayectoria de ventilación), y luego entra en el área de baja presión para ser convertido en aire caliente, y luego el aire caliente entra en el sistema de refrigeración dentro de la sala de máquinas eléctricas para ser enfriado y devuelto al interior de la máquina eléctrica, formando de este modo una trayectoria interna de aire de circulación completa, y enfriar eficazmente la fuente de calor de la máquina eléctrica (devanados concentrados). En comparación con un sistema de refrigeración por agua, y una ventilación y refrigeración forzada radial abierta, la fiabilidad de la máquina eléctrica según las realizaciones de la presente solicitud puede ser más alta, de este modo puede cumplir además los requisitos de capacidad de disipación de calor de una máquina de imanes permanentes de gran tamaño.

Las realizaciones descritas anteriormente son solamente realizaciones específicas de la presente solicitud, y no se deberían interpretar como limitación del alcance de protección de la presente solicitud. Es obvio para los expertos en la técnica hacer variaciones o sustituciones dentro del alcance técnico de la presente solicitud, y estas variaciones o sustituciones también entran dentro del alcance de la presente solicitud. Por lo tanto, el alcance de la presente solicitud se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un estator para una máquina eléctrica, que comprende devanados concentrados (11, 12, 13) y al menos dos cuñas (41, 42, 43, 44, 45, 46) provistas en un hueco formado entre los adyacentes de los devanados concentrados (11, 12, 13) evitando un movimiento circunferencial de los devanados concentrados (11, 12, 13), y que comprende además una cuña de ranura (3) que cierra el hueco, caracterizado porque las al menos dos cuñas se escalonan a lo largo de la dirección axial entre los adyacentes de los devanados concentrados (11, 12, 13) para formar una primera trayectoria de ventilación.

2. El estator según la reivindicación 1, en donde las partes de diente (21, 22, 23) de un núcleo de hierro (20) del estator son dientes paralelos, y cada una de las ranuras correspondientes al núcleo de hierro (20) del estator es una ranura de forma trapezoidal.

3. El estator según la reivindicación 2, en donde las al menos dos cuñas comprenden un primer grupo de cuñas (41, 42, 43) y un segundo grupo de cuñas (44, 45, 46), y el primer grupo de cuñas (41, 42, 43) y el segundo grupo de cuñas (44, 45, 46) se escalonan en una dirección axial del estator.

4. El estator según la reivindicación 3, en donde cada una de las cuñas en el primer grupo de cuñas (41, 42, 43) y el segundo grupo de cuñas (44, 45, 46) es de forma trapezoidal, y las cuñas de forma trapezoidal están en contacto plano con los devanados concentrados (11, 12, 13).

5. El estator según la reivindicación 4, en donde la altura de la cuña de forma trapezoidal es ligeramente mayor o menor que la mitad de la profundidad de la ranura de forma trapezoidal.

6. El estator según la reivindicación 1, en donde al menos una de las partes de diente (21, 22, 23) y una parte de yugo (201) situada en una base de ranura del núcleo de hierro (20) del estator se dotan cada una con un agujero de ventilación axial (203), el agujero de ventilación axial (203) en al menos una de las partes de diente (21, 22, 23) forma una segunda trayectoria de ventilación en la parte de diente, y el agujero de ventilación axial (203) en la parte de yugo (201) forma una tercera trayectoria de ventilación en la parte de yugo (201).

7. El estator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde cada una de las al menos dos cuñas se envuelve con un fieltro de aislamiento, y el fieltro de aislamiento se procesa por impregnación por vacío y presión, para permitir que las al menos dos cuñas y los devanados concentrados (11, 12, 13) se formen íntegramente.

8. El estator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el estator es un estator interno y además comprende un soporte (6) para soportar el estator, y el soporte (6) separa una cavidad interna de la máquina eléctrica en un área de alta presión y un área de baja presión.

9. El estator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la cuña de ranura (3) se proporciona para puentear el hueco, se forma un entrehierro entre la cuña de ranura (3) y un rotor, y una cuarta trayectoria de ventilación se forma por el entrehierro.

10. Una máquina eléctrica, en donde la máquina eléctrica comprende el estator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

11. Un método de ventilación y refrigeración para una máquina eléctrica según la reivindicación 10, en donde el método de ventilación y refrigeración comprende:

separar la máquina eléctrica en el área de alta presión y el área de baja presión por el soporte (6) configurado para fijar el estator; y

introducir aire frío en el área de alta presión a través de tuberías para enfriar la máquina eléctrica a través de la primera trayectoria de ventilación formada por el hueco entre las al menos dos cuñas, y luego introducir el aire frío en el área de baja presión para permitir que el aire frío cambie a aire caliente.

12. El método de ventilación y refrigeración para la máquina eléctrica según la reivindicación 11, en donde el método de ventilación y refrigeración comprende además:

enfriar la máquina eléctrica a través de la segunda trayectoria de ventilación formada en la parte de diente del estator y de la tercera trayectoria de ventilación formada en la parte de yugo (201) situada en una base de ranura del estator, y luego introducir el aire frío en el área de baja presión para permitir que el aire frío cambie a aire caliente.

13. El método de ventilación y refrigeración para la máquina eléctrica según la reivindicación 11, en donde el aire frío enfría la máquina eléctrica a través de la cuarta trayectoria de ventilación formada por el entrehierro entre el rotor y el núcleo de hierro (20) del estator, y luego entra en el área de baja presión para ser convertido en aire caliente.

14. El método de ventilación y refrigeración para la máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el método de ventilación y refrigeración comprende además:

introducir el aire caliente a un sistema de refrigeración en una sala de máquinas eléctricas de la máquina eléctrica a través de tuberías para enfriar el aire caliente, y

devolver el aire enfriado al interior de la máquina eléctrica, formando de este modo una trayectoria de aire de circulación interior.

15. El método de ventilación y refrigeración para la máquina eléctrica según la reivindicación 14, en donde el método de ventilación y refrigeración comprende además:

introducir aire frío fuera de la sala de máquinas eléctricas de la máquina eléctrica en el sistema de refrigeración en la sala de máquinas eléctricas,

enfriar el aire caliente en la trayectoria de aire de circulación interior a través del sistema de refrigeración en la sala de máquinas eléctricas, y

descargar el aire caliente fuera de la sala de máquinas eléctricas.

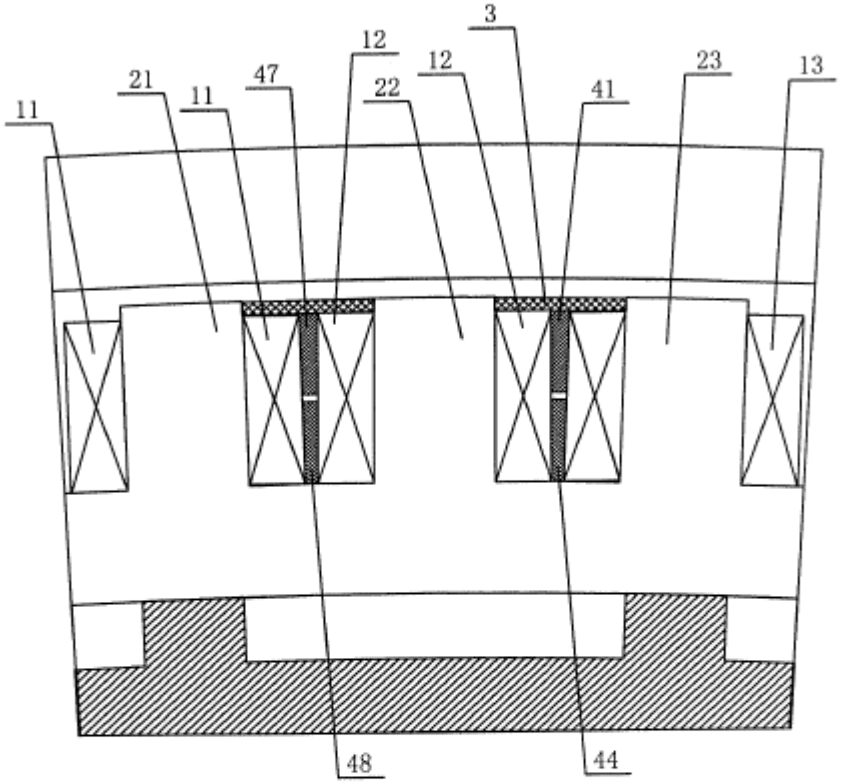

Fig. 1

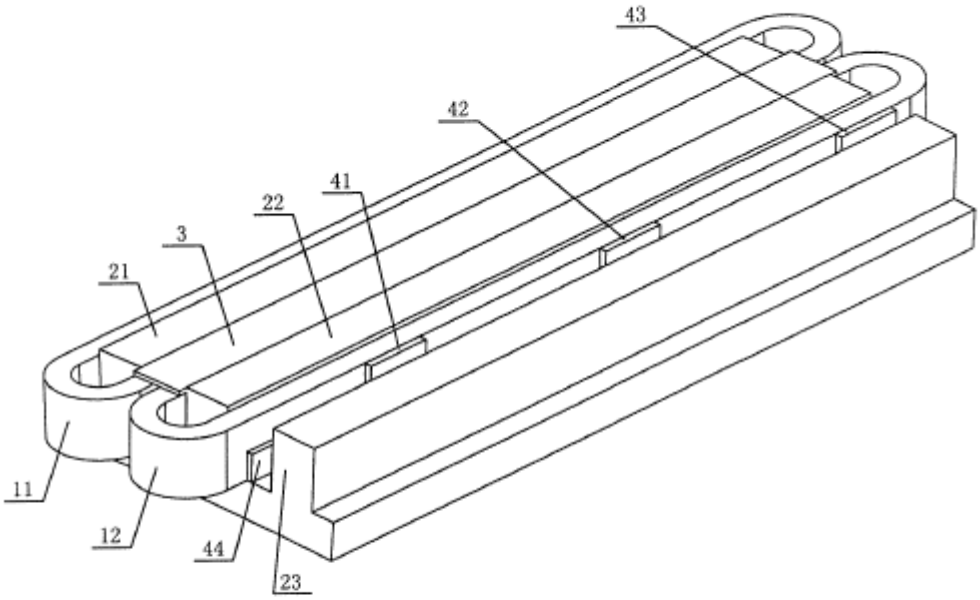

Fig. 2

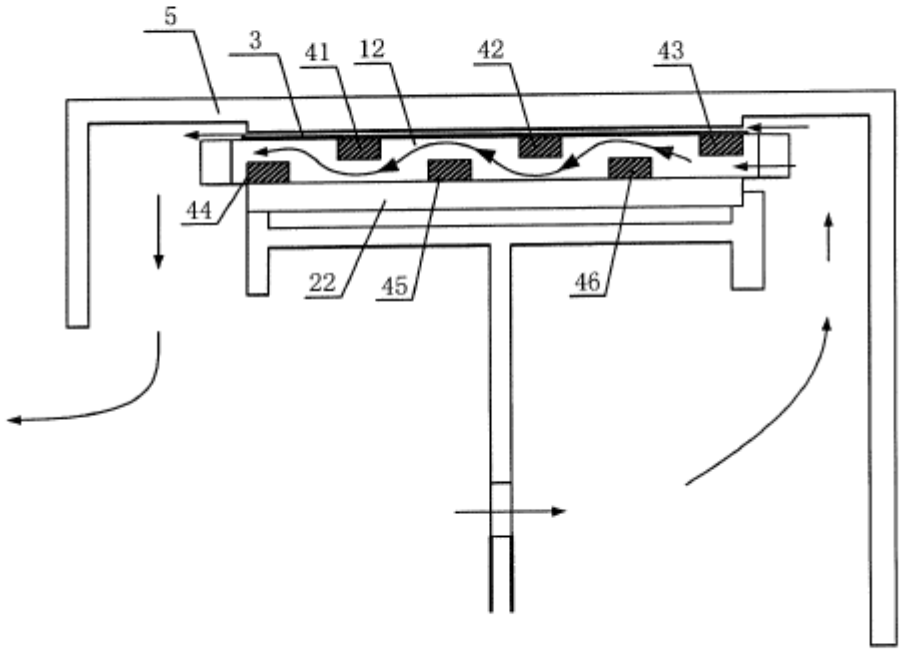

Fig. 3

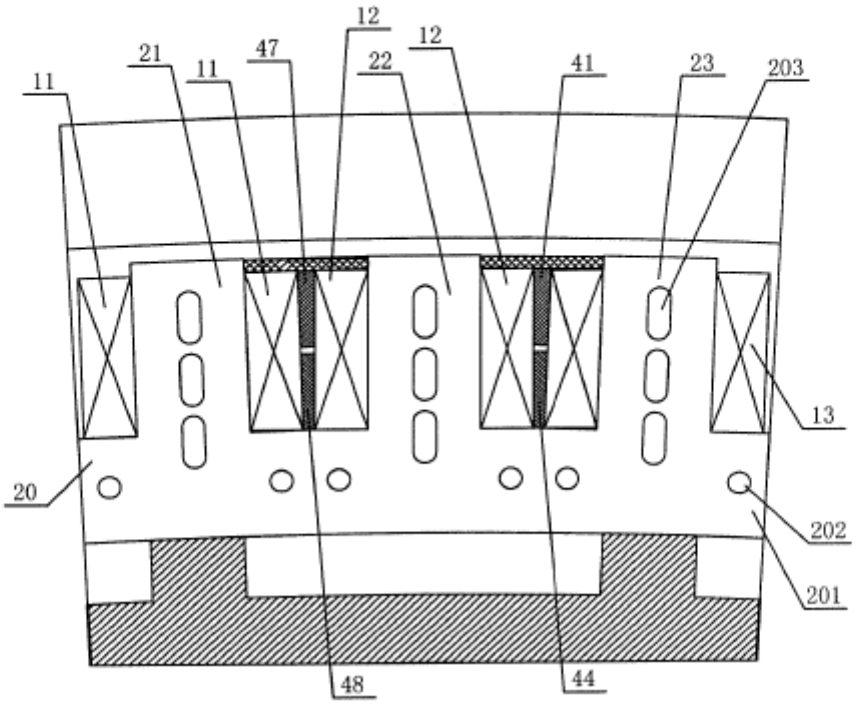
12
21
47
12
11
22
41
23
203
11
13
20
202
201
48
44

Fig. 4

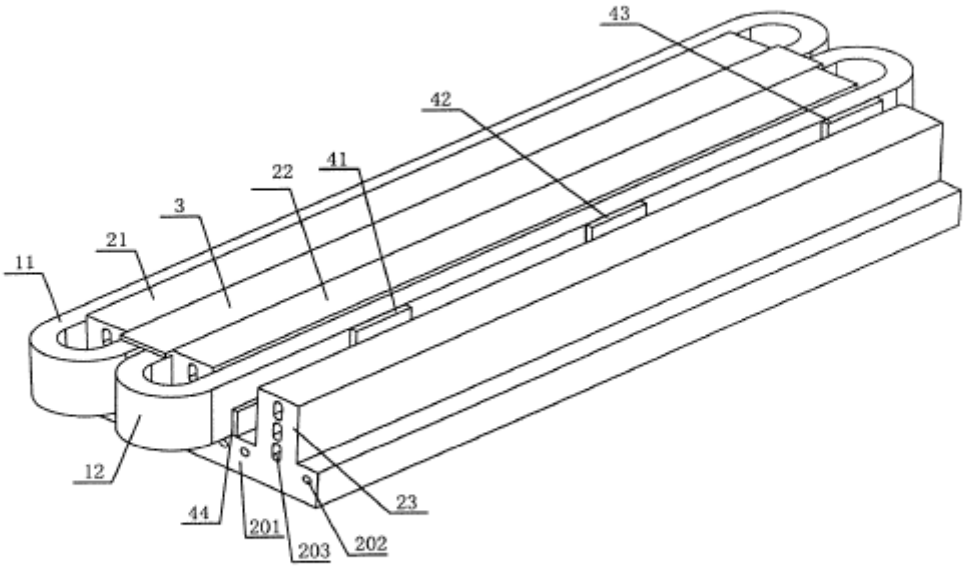
43
42
22
41
3
21
11
12
44
201
203
202
23

Fig. 5

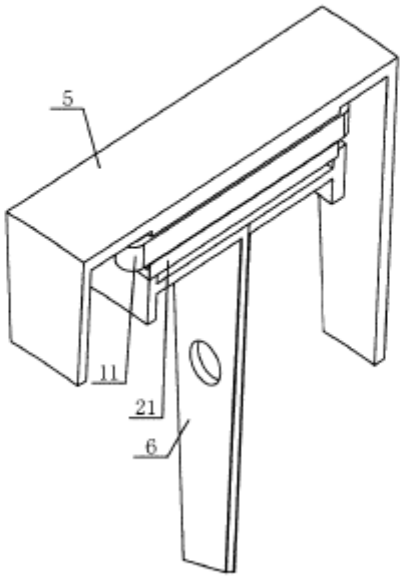
5
11
21
6

Fig. 6

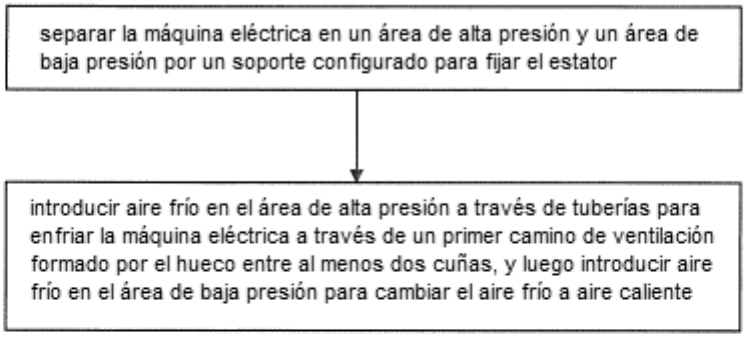
separar la máquina eléctrica en un área de alta presión y un área de baja presión por un soporte configurado para fijar el estator
introducir aire frío en el área de alta presión a través de tuberías para enfriar la máquina eléctrica a través de un primer camino de ventilación formado por el hueco entre al menos dos cuñas, y luego introducir aire frío en el área de baja presión para cambiar el aire frío a aire caliente

Fig. 7