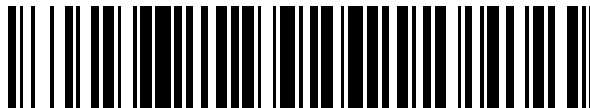


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 136**

51 Int. Cl.:

H02K 7/18 (2006.01)

H02K 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2009 E 09155817 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **29.09.2010 EP 2234246**

54 Título: **Disposición y método para enfriar una máquina eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.01.2013

73 Titular/es:

**ABB OY (100.0%)
STRÖMBERGINTIE 1
00380 HELSINKI, FI**

72 Inventor/es:

MANTERE, JUHANI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 394 136 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

Disposición y método para enfriar una máquina eléctrica

Alcance de la invención.

5 El objeto de la invención es una disposición para enfriar una máquina eléctrica según la parte de preámbulo de la reivindicación 1, y un método para enfriar una máquina eléctrica según la parte de preámbulo de la reivindicación 8.

Técnica anterior.

Las máquinas eléctricas se enfrían para extraer el calor generado dentro de ellas. El calor se genera en su mayoría en la parte activa de la máquina eléctrica, el estator y el rotor, por pérdidas magnéticas y resistivas.

10 En la publicación DE 19636591 A1 se ha presentado un método conocido para enfriar una máquina eléctrica lenta con un gran diámetro y un rotor externo. El aire del exterior se usa para enfriar el estator y el rotor. Se han formado unas aletas en la superficie exterior del rotor externo para aumentar la superficie de enfriamiento en contacto con el aire del exterior. Se han formado unos canales de enfriamiento por debajo del núcleo del estator usando aletas de enfriamiento. El aire del exterior fluye a través de los canales de enfriamiento.

15 La publicación EP 1586769 divulga un generador para una cabeza de torre de una instalación de energía eólica que tiene una disposición para el enfriamiento del generador. El flujo de refrigerante se conduce a través del paquete de estator del generador por medio de unos canales y además a un intercambiador de calor en el exterior del generador.

20 Cuando se usan métodos conocidos para enfriar máquinas eléctricas con un rotor externo, se plantea un problema en cuanto a la adecuación de la potencia de enfriamiento. Entonces los niveles de disipación térmica se deben disminuir, lo cual conducirá a un aumento en el tamaño y el peso de la máquina. Adicionalmente, el interior de la máquina eléctrica se debe cerrar herméticamente con cuidado, porque el aire del exterior utilizado para enfriamiento fluye directamente a través de la máquina.

Descripción de la invención.

25 El objeto de la presente invención es crear una disposición eficaz de bajos costos de fabricación para enfriar una máquina eléctrica y un método para enfriar una máquina eléctrica.

Con el fin de conseguir este objeto, la invención se caracteriza por las propiedades especificadas en las secciones de características de las reivindicaciones 1 y 8. Algunas otras realizaciones preferidas de la invención tienen las características especificadas en las reivindicaciones subordinadas.

30 En la disposición según la invención para enfriar una máquina eléctrica, la máquina eléctrica comprende un rotor externo que gira alrededor de su eje de rotación y un estator que comprende unos paquetes de hojas, situados dentro del rotor en el extremo de un entrehierro. En la disposición, la primera parte del flujo de refrigerante se puede conducir desde ambos extremos del estator a través de unos canales de enfriamiento axiales al interior del núcleo del estator. La segunda parte del flujo de refrigerante se puede conducir desde ambos extremos del estator al interior del entrehierro y desde el entrehierro a través de como mínimo un canal de enfriamiento radial al interior del núcleo del estator. Ambas partes del flujo de refrigerante se pueden conducir al interior de como mínimo un intercambiador de calor dentro del núcleo del estator. En el intercambiador de calor, la superficie de intercambio de calor forma un canal cerrado para el flujo de refrigerante externo, y en el otro lado de la superficie de intercambio de calor, a las partes primera y segunda de flujo de refrigerante se les permite circular libremente. Dentro del intercambiador de calor en la dirección radial existe como mínimo un ventilador para enviar la primera y la segunda parte del flujo de refrigerante a los extremos del estator.

40 En el método según la invención para enfriar una máquina eléctrica, la máquina eléctrica comprende un rotor externo que gira alrededor de su eje de rotación y un estator que comprende paquetes de hojas, situado dentro del rotor en el extremo de un entrehierro. La primera parte del flujo de refrigerante se conduce a unos canales axiales de refrigeración desde ambos extremos del estator. La segunda parte del flujo de refrigerante se conduce desde ambos extremos del estator al interior del entrehierro y desde el entrehierro al interior de como mínimo un canal radial de enfriamiento del estator. Ambos flujos de refrigerante se conducen al núcleo del estator y adicionalmente al interior de como mínimo un intercambiador de calor. En el intercambiador de calor, los flujos de refrigerante circulan libremente sobre la superficie de intercambio de calor. Desde el intercambiador de calor, los flujos de refrigerante se conducen al interior de como mínimo un ventilador ubicado por debajo del intercambiador de calor en la dirección radial, cuyo ventilador envía los flujos de refrigerante a los dos extremos del estator.

Según una realización de la invención, una pared del canal axial de enfriamiento tiene unas aletas incorporadas a la misma. La pared se podría crear, por ejemplo, mediante la fijación de unos perfiles de enfriamiento sobre la circunferencia exterior del paquete de hojas.

5 Según otra realización de la invención, el canal axial de enfriamiento se forma mediante la adición de unas aberturas a la circunferencia interior del paquete de hojas.

La invención hace que el enfriamiento de una máquina eléctrica sea más eficaz mediante el envío de un refrigerante tal como aire, al interior del entrehierro, entre las secciones de núcleo del estator y a lo largo de las secciones de núcleo del estator. Una solución según la invención no aumentará las dimensiones exteriores de la máquina eléctrica, y solamente tiene un efecto de menor importancia sobre el peso de la máquina eléctrica.

10 La disposición y método según la invención se prefieren para máquinas eléctricas de imán permanente, tales como un motor de imán permanente o un generador de imán permanente. El entrehierro de las máquinas eléctricas multipolares con imanes permanentes es pequeño, haciendo difícil enviar la totalidad del aire requerido por el sistema de enfriamiento de aire a través del entrehierro. Cuando el aire de enfriamiento se impulsa solamente al interior del entrehierro, la pérdida de presión en la circulación del aire aumenta considerablemente.

15 La disposición y método según la invención se prefieren para el enfriamiento de máquinas eléctricas con un diámetro grande y una velocidad de rotación pequeña. En una máquina eléctrica con un diámetro grande, hay un espacio dentro del núcleo del estator. Este espacio se puede usar en la disposición y en el método según la invención para disponer la circulación de refrigerante y el intercambio térmico de la máquina eléctrica. Dichas máquinas eléctricas se usan por ejemplo como generadores de energía eólica.

20 Cuando la disposición según la invención se implementa usando aire, por ejemplo para un generador de energía eólica, y se usa aire del exterior como el refrigerante externo del intercambiador de calor, no es necesario emplear intercambiadores de calor adicionales. Si la disposición según la invención se implementa usando un intercambiador de calor entre aire y un líquido, se necesita otro intercambiador para transmitir el calor transferido primeramente desde la máquina eléctrica al líquido y además desde el líquido al aire exterior, puesto que el
25 generador de energía eólica está situado en una torre de gran altura que hace que sea difícil la disposición de la circulación de líquido.

Figuras.

En lo que sigue, se describirá el invento con detalle con ayuda de ciertas realizaciones refiriéndose a los dibujos adjuntos, en donde:

30 La figura 1 es una ilustración parcial de un corte transversal de la máquina eléctrica visto desde el costado;

La figura 2 es una ilustración parcial del corte transversal de la máquina eléctrica visto desde el extremo de la máquina;

La figura 3 es una ilustración parcial de un corte transversal de la máquina eléctrica visto desde el costado;

35 La figura 4 es una ilustración parcial del corte transversal de la máquina eléctrica visto desde el extremo de la máquina.

Descripción detallada.

La máquina eléctrica 1 ilustrada en las figuras es un motor de imán permanente o un generador de imán permanente. El refrigerante es preferentemente gaseoso, tal como aire o nitrógeno.

40 Las figuras 1 a 4 ilustran la disposición para enfriar una máquina eléctrica. La máquina eléctrica 1 tiene un rotor externo 2 que gira alrededor de su eje de rotación. El rotor externo 2 se enfría principalmente a través de su superficie exterior al aire exterior en una forma bien conocida. Dentro del rotor existe un estator cilíndrico 5 que comprende unos paquetes de hojas 4 en el extremo de un entrehierro 3.

45 El enfriamiento de la máquina eléctrica es simétrico. En la máquina eléctrica, el refrigerante se conduce al interior del estator 5 y entrehierro 3 desde ambos extremos del estator. En las figuras, los flujos de refrigerante se han ilustrado con flechas. La primera parte del flujo 6a de refrigerante se puede conducir al interior de unos canales axiales de enfriamiento 7 a-b formados dentro del estator. Para conseguir un enfriamiento uniforme, los canales de enfriamiento se han formado sobre la totalidad de la longitud de la circunferencia exterior del estator. La segunda parte del flujo 6b de refrigerante se puede conducir desde los extremos del estator al interior del entrehierro 3. En las figuras 1 y 3, el estator 5 comprende dos paquetes de hojas 4. El conducto de aire entre los paquetes de

hojas es mayor de lo usual. El refrigerante fluye desde ambos extremos del flujo del estator hasta el centro del estator 5 a través del entrehierro 3.

5 El conducto de aire funciona como un canal 8 de enfriamiento radial, permitiendo que el refrigerante fluya desde el entrehierro 3 al interior de los paquetes 4 de hojas, enfriando en el proceso a los paquetes 4 de hojas. Podrían existir varios paquetes 4 de hojas y canales 8 de enfriamiento formados entre ellos.

En la figura 1, el canal 8 de enfriamiento radial R y de enfriamiento axial 7a se abre al interior del paquete 4 de hojas. En la figura 2, el canal axial 7b se une al canal 8 de enfriamiento radial R que se abre al paquete de hojas 4. La primera parte 6a y la segunda parte 6b del flujo de refrigerante se pueden conducir al intercambiador de calor 9 dentro del núcleo del estator.

10 El intercambiador de calor instalado dentro del estator se fabrica preferiblemente de intercambiadores de calor directos 9 dispuestos en una formación que se parece a una nuez. Para mayor claridad, las figuras ilustran solamente un intercambiador de calor. En el intercambio de calor 9, la superficie 10 de intercambio de calor crea un canal cerrado para el flujo de refrigerante externo, y en el otro lado de la superficie 10 de intercambio de calor, a la primera parte 6a y a la segunda parte 6b del flujo de refrigerante se les permite que circulen libremente. El
15 intercambiador de calor 9 no está en contacto directo con el núcleo 4 de estator. El estator 5 se enfría cuando libera calor al refrigerante que circula dentro del estator. A su vez, el refrigerante libera calor al refrigerante externo en el intercambiador de calor 9. El refrigerante está en contacto directo con la superficie 10 de intercambio de calor del intercambiador de calor 9.

20 En la dirección radial R, hay dos ventiladores 11 dentro del intercambiador de calor 9 para enviar la primera parte 6a y la segunda parte 6b de flujo de refrigerante a ambos extremos del estator 5. Si solamente hay un ventilador 11, es preferible colocarlo por debajo del intercambiador de calor 9 en el centro de este intercambiador de calor 9.

El estator 5 tiene una circulación cerrada de refrigerante. La circulación de refrigerante externa del intercambiador de calor 9 podría ser abierta, parcialmente cerrada o cerrada.

25 En las figuras 1 y 2, la pared del canal de refrigeración 7a adyacente al paquete de hojas se ha formado mediante la fijación de unos perfiles de enfriamiento 12 sobre la circunferencia interior del paquete de hojas 4. Las aletas instaladas en la pared aumentan la superficie de intercambio de calor y mejoran el intercambio de calor del núcleo al refrigerante. El fondo del canal 7 a de enfriamiento está comprendido por hoja metálica. El canal está dimensionado para permitir que la velocidad del refrigerante aumente en el canal, teniendo en cuenta que parte de refrigerante fluye también al entrehierro.

30 La pared del canal de enfriamiento axial adyacente al paquete de hojas y dotada de aletas se puede formar también, por ejemplo, instalando unas aletas en la superficie del fondo del núcleo 4. Las aletas se pueden implementar punzonando las hojas en la forma prevista.

35 En las figuras 3 y 4, los canales 7b de enfriamiento axial se han formado mediante la adición de unas aberturas 13 en la circunferencia interior del paquete de hojas. Las aberturas practicadas en el dorso del paquete 4 de hojas forman el canal de enfriamiento 7b desde el que fluye el refrigerante desde el extremo del estator 5 al paquete 4 de hojas. Cuando el canal 7b de enfriamiento se une al canal 8 de enfriamiento radial, el refrigerante circula en el núcleo del estator a través del canal 8 de enfriamiento radial. Al mismo tiempo, las aberturas 13 mejoran el enfriamiento del estator 5, puesto que las aberturas 13 aumentan la superficie de enfriamiento.

40 En las figuras 1 a 4, el intercambiador de calor 9 es un intercambiador de calor de tubos, lo que significa que la superficie 10 de intercambio de calor está comprendida por tubos. El refrigerante externo fluye dentro de los tubos, y, en el otro lado de la superficie de intercambio de calor, o sea de los tubos, el refrigerante fluye libremente. Los tubos no tienen contacto directo con el núcleo 4 de estator.

45 El intercambiador de calor puede ser, por ejemplo, un intercambiador de calor de aire a aire, con el refrigerante circulando dentro de la máquina eléctrica 1 siendo aire y el refrigerante externo del intercambiador de calor 9 siendo aire del exterior.

50 En el método para el enfriamiento de una máquina eléctrica, el enfriamiento de la máquina eléctrica es simétrico. La primera parte del flujo 6a de refrigerante se conduce desde ambos extremos del estator a los canales 7a-b de enfriamiento axial formados dentro del estator 5. La segunda parte del flujo de refrigerante 6b se conduce desde ambos extremos del estator al entrehierro 3. Desde el entrehierro 3, el refrigerante se conduce adicionalmente a un canal 8 de enfriamiento radial del estator, formado en el centro del estator 5. Ambos flujos de refrigerante 6a –b se conducen al núcleo 4 del estator y adicionalmente al intercambiador de calor 9. En el intercambiador de calor 9, los flujos de refrigerante 6a-b enfrían mientras fluyen libremente sobre la superficie 10 de intercambio de calor. Desde el intercambiador de calor 9, los flujos de refrigerante se dirigen a los ventiladores 11 situados debajo del

intercambiador de calor en la dirección radial. Los ventiladores envían el refrigerante enfriado a ambos extremos del estator 5.

5 La disposición y método para el enfriamiento de una máquina eléctrica son preferidos para el enfriamiento de máquinas eléctricas con gran diámetro y una pequeña velocidad de rotación. En una máquina eléctrica con un gran diámetro de 4 metros o más, hay un espacio dentro del paquete de hojas. Este espacio se utiliza en la disposición de la circulación de refrigerante y de su intercambio de calor en la máquina eléctrica.

Lista de piezas: 1 máquina eléctrica; 2 rotor; 3 entrehierro; 4 paquete de hojas; 5 estator; 6a-b flujo de refrigerante; 7a-b canal de enfriamiento; 8 canal de enfriamiento radial; 9 intercambiador de calor; 10 superficie de intercambio de calor; 11 ventilador, 12 perfiles de enfriamiento; 13 abertura; R dirección radial.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una disposición para enfriar una máquina eléctrica, cuya máquina eléctrica (1) comprende un rotor externo (2) que gira alrededor de su eje de rotación y un estator (5) situado radialmente dentro del rotor en el extremo de un entrehierro (3) y que comprende unos paquetes (4) de hojas en forma de anillo, en donde una primera parte de un flujo (6a) de refrigerante es conducida desde ambos extremos axiales del estator (5) por medio de unos canales (7a-b) de enfriamiento axial a los paquetes de hojas (4) del estator, y en donde una segunda parte (6b) del flujo de refrigerante es conducida desde ambos extremos axiales del estator (5) al entrehierro (3) y desde el entrehierro (3) además al paquete (4) de hojas de estator por medio de como mínimo un canal (8) de enfriamiento radial, **caracterizado porque** ambas partes (6 a-b) del flujo del refrigerante son conducidas además desde los paquetes
- 10 (4) de hojas hasta el como mínimo un intercambiador de calor (9) situado radialmente dentro de los paquetes (4) de hojas del estator, dicho intercambiador de calor tiene una superficie (10) de intercambio de calor que forma un canal cerrado para un flujo de refrigerante externo, a cuyas partes primera (6a) y segunda (6b) de flujo de refrigerante se les permite circular libremente en el otro lado de la superficie (10) de intercambio de calor y porque como mínimo un ventilador (11) está situado dentro del intercambiador de calor (9) con el fin de repetir el ciclo de refrigeración y
- 15 enviar la primera parte (6a) y la segunda parte (6b) de flujo de refrigerante a dichos extremos axiales del estator (5).
2. Una disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque una pared del canal (7a) de enfriamiento axial se ha formado mediante la fijación de unos perfiles de enfriamiento (12) a la circunferencia interior del paquete (4) de hojas.
- 20 3. Una disposición según la reivindicación 1, **caracterizada porque** una pared del canal (7a) de enfriamiento axial se ha formado haciendo unas aletas (12) instaladas en la circunferencia interior del paquete (4) de hojas.
4. Una disposición según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el canal (7a) de enfriamiento axial se ha formado mediante la adición de unas aberturas (13) en la circunferencia interior del paquete (4) de hojas.
- 25 5. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** la superficie (10) de intercambio de calor del intercambiador de calor (9) comprende tubos.
6. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** el intercambiador de calor (9) es un intercambiador de aire a aire.
7. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** la máquina eléctrica (1) es un motor de imán permanente o un generador de imán permanente.
- 30 8. Un método para enfriar una máquina eléctrica según la disposición de la reivindicación 1, por el cual una primera parte de un flujo (6a) de refrigerante es conducida desde ambos extremos axiales del estator (5) por medio de unos canales (7a-b) de enfriamiento axial a los paquetes (4) de hojas, y una segunda parte del flujo (6b) de refrigerante es conducida desde ambos extremos axiales del estator (5), al entrehierro (3) y desde el entrehierro (3) además radialmente a los paquetes (4) de hojas por medio de como mínimo un canal (8) de enfriamiento radial del estator, caracterizado porque dichas partes del flujo de refrigerante (6a-b) son conducidas desde dichos paquetes (4) de
- 35 hojas al como mínimo un intercambiador de calor (9), en cuyo intercambiador de calor (9) las partes del flujo de refrigerante (6a-b) son enfriadas mientras están circulando libremente en el otro lado de la superficie (10) de intercambio de calor, y desde cuyo intercambiador de calor (9) las partes del flujo de refrigerante (6 a-b) son conducidas al como mínimo un ventilador (11), cuyo ventilador (11) envía las partes del flujo de refrigerante (6 a-b) a
- 40 ambos extremos del estator (5), y se repite el ciclo de enfriamiento.

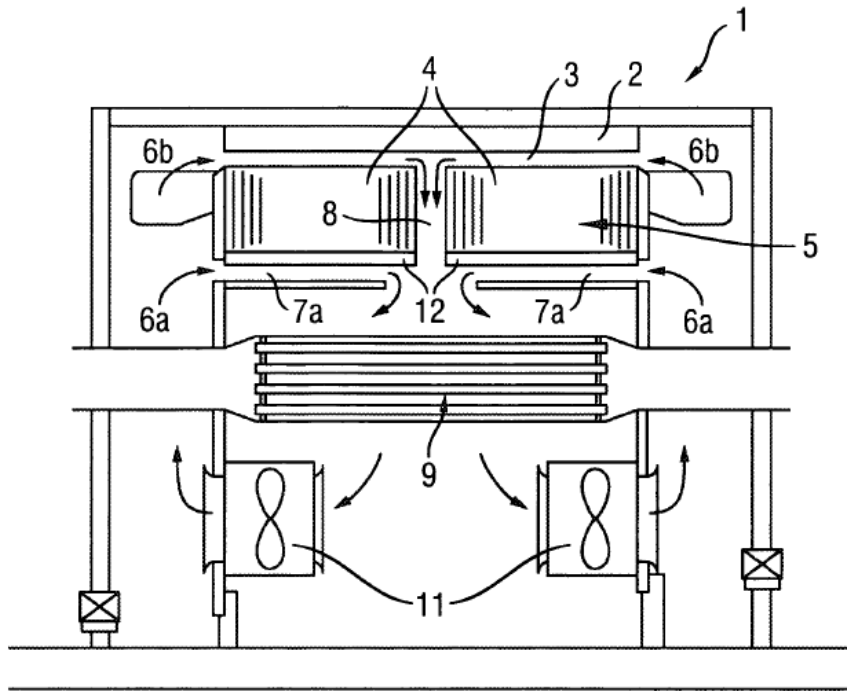


Fig. 1

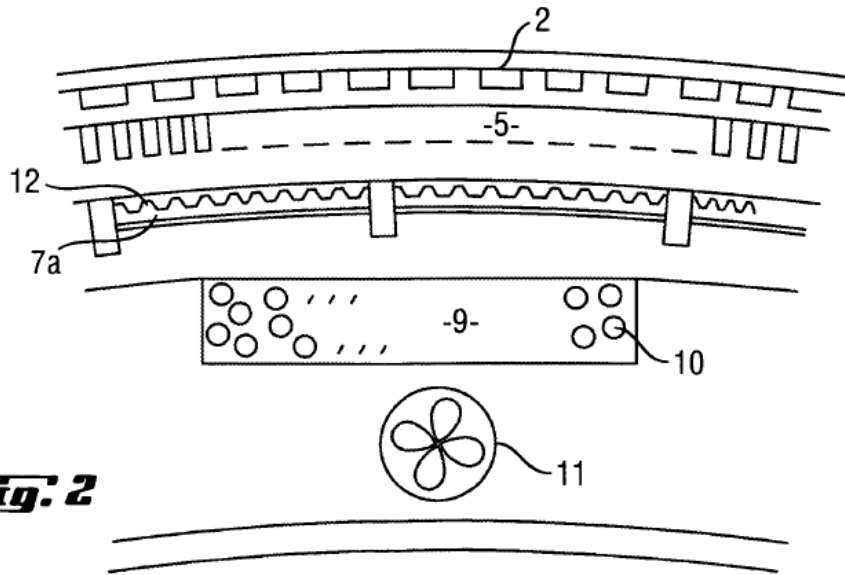


Fig. 2

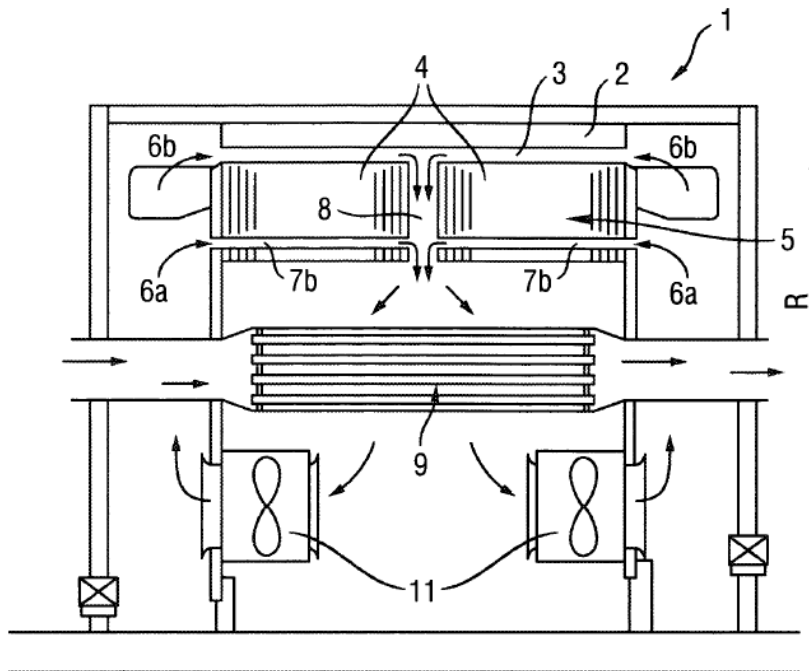


Fig. 3

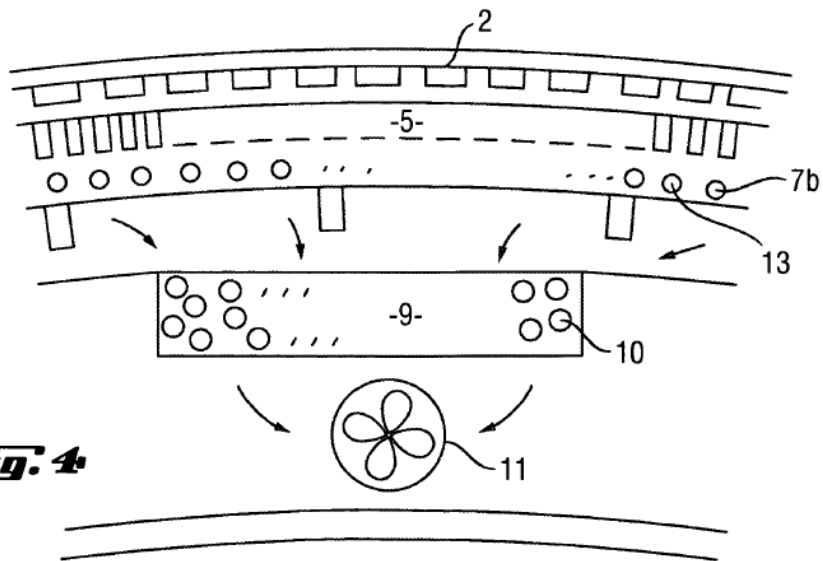


Fig. 4