

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 524**

51 Int. Cl.:

**H02K 1/26** (2006.01)

**H02K 1/28** (2006.01)

**H02K 1/30** (2006.01)

**H02K 1/32** (2006.01)

**H02K 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2016 PCT/EP2016/065165**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017 WO17001490**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2016 E 16733522 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3317949**

54 Título: **Rotor para máquina eléctrica y máquina eléctrica que comprende el mismo**

30 Prioridad:

**30.06.2015 CN 201510393646**

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

**02.03.2020**

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**MALMBERG, JUKKA;  
HEIKEL, CARL-MIKAEL;  
KOIVISTO, TERO;  
HALMESMÄKI, WILLE y  
KOLONDJOVSKI, ZLATKO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 745 524 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

Rotor para máquina eléctrica y máquina eléctrica que comprende el mismo

### Campo de la invención

La invención se refiere a un rotor para una máquina eléctrica.

5 Un rotor conocido para una máquina de inducción comprende un núcleo de rotor que tiene una porción externa y una porción interna ubicada más cerca del eje de rotación del núcleo del rotor que la porción externa, estando conectada la porción externa a la porción interna a través de una pluralidad de radios, cada uno de los cuales se extiende en una dirección radial. Los radios están separados entre sí en dirección circunferencial de tal manera que haya un canal de enfriamiento axial entre cada dos radios adyacentes. Dicho rotor conocido comprende además un eje de rotor  
10 conectado al núcleo del rotor mediante un ajuste por contracción. Ejemplos de rotores conocidos para una máquina eléctrica se describen en las publicaciones JP 2000092762 A, US 2014/225470 A1 y DE 1763591 A1.

Una de las desventajas asociadas con el rotor anterior es que el ajuste por contracción entre el núcleo del rotor y el eje del rotor se afloja sustancialmente cuando el rotor se calienta durante el uso. Una superficie externa de un rotor de máquina de inducción se calienta más durante las condiciones de funcionamiento que una superficie externa de un rotor de una máquina de imanes permanentes, por ejemplo. Dependiendo del diseño, un ajuste por contracción entre el núcleo del rotor y el eje del rotor de una máquina de inducción puede transferir solo el 30 % del par en la temperatura de funcionamiento en comparación con una situación en la que el rotor está frío. Es probable que el aumento de la estanqueidad de un ajuste por contracción provoque la curvatura del eje del rotor. Por lo tanto, es difícil proporcionar un ajuste por contracción práctico entre el núcleo del rotor y el eje del rotor.

### 20 Breve descripción de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un rotor para una máquina eléctrica y una máquina eléctrica que comprende el rotor para aliviar las desventajas anteriores. Los objetivos de la invención se consiguen mediante un rotor y una máquina eléctrica que se describen a continuación.

La invención se basa en la idea de rediseñar radios que conectan una porción externa y una porción interna de un núcleo de rotor de tal manera que se reduce la transferencia radial de fuerzas entre la porción externa y la porción interna del núcleo de rotor. Cada uno de los radios rediseñados es un radio flexible que comprende una porción oblicua que se extiende en una dirección no radial. Las porciones sesgadas de los radios hacen que la geometría del núcleo del rotor sea más flexible, reduciendo así la transferencia de fuerzas en dirección radial entre la porción externa y la porción interna del núcleo de rotor. Las porciones sesgadas permiten que cada radio se deforme cuando la superficie de un rotor se calienta más que las partes internas del rotor.

En una realización, la capacidad de transferencia de par de un ajuste por contracción entre un núcleo de rotor y un eje de rotor se mejora adicionalmente, proporcionando una porción externa del núcleo de rotor con una pluralidad de pequeños canales de enfriamiento de modo que el enfriamiento de la porción externa del núcleo de rotor sea mejorado. La pluralidad de canales de enfriamiento pequeños aumenta el área de enfriamiento total de los canales de enfriamiento en comparación con menos canales de enfriamiento grandes. Esto disminuye la diferencia de temperatura entre la porción externa y la porción interna del núcleo del rotor, mejorando así la estanqueidad del ajuste por contracción entre el núcleo del rotor y el eje del rotor en condiciones de funcionamiento. Además, proporcionar una porción externa de un núcleo de rotor con una pluralidad de pequeños canales de enfriamiento mejora la simetría rotacional del núcleo del rotor y permite la distribución simétrica del flujo magnético incluso cuando los canales de enfriamiento están ubicados cerca de las barras del rotor.

Una ventaja de la invención es que la presión de contacto en un ajuste por contracción entre un núcleo de rotor y un eje de rotor se ve menos afectada por el calentamiento de una superficie exterior del núcleo de rotor que en el caso del diseño de la técnica anterior con radios radiales. En un rotor de acuerdo con la invención, una fuerza radial dirigida hacia fuera ejercida por una porción externa de un núcleo de rotor sobre una porción interna del núcleo de rotor está en condiciones de operación más pequeñas que en el rotor conocido. Por lo tanto, el ajuste por contracción mantiene su capacidad de transferencia de par en condiciones de operación mejor que el ajuste por contracción del rotor conocido con radios radiales. Esto significa que se puede fabricar un ajuste por contracción menos apretado sin temor a que el ajuste por contracción se desactive en condiciones de operación.

### Breve descripción de los dibujos

50 A continuación, la invención se describirá con mayor detalle por medio de realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 muestra un núcleo de rotor de acuerdo con una realización de la invención como se ve desde una dirección axial del núcleo de rotor;

la figura 2 muestra una ampliación de una parte del núcleo del rotor de la figura 1;

las figuras 3 a 9 muestran núcleos de rotor de acuerdo con realizaciones alternativas de la invención;

la figura 10 muestra un núcleo de rotor que comprende una pluralidad de láminas de rotor apiladas en una dirección axial;

5 la figura 11 muestra un rotor que comprende el núcleo del rotor de la figura 10 y un eje del rotor conectado al núcleo del rotor mediante un ajuste por contracción; y

la figura 12 muestra un núcleo de rotor según una realización de la invención en el que cada radio está conectado a una porción externa del núcleo de rotor a través de dos ramas externas, y a una porción interna del núcleo de rotor a través de una rama interna.

### Descripción detallada de la invención

10 La figura 1 muestra un núcleo de rotor 2a que tiene una porción externa 21a y una porción interna 22a ubicada más cerca del eje de rotación del núcleo de rotor 2a que la porción externa 21a. La porción externa 21a está conectada a la porción interna 22a a través de una pluralidad de radios 6a. La porción externa 21a comprende una pluralidad de canales de enfriamiento 4a, cada uno de los cuales se extiende a través del núcleo del rotor 2a en dirección axial y está adaptado para un flujo de un medio de enfriamiento tal como aire. La porción interna 22a comprende una abertura  
15 central 25a adaptada para recibir un eje del rotor para conectar el núcleo del rotor 2a al eje del rotor mediante un ajuste por contracción.

El ajuste por contracción es una técnica bien conocida en la que se logra un ajuste por interferencia mediante un cambio de tamaño relativo después del montaje. Se puede lograr un ajuste por contracción entre el núcleo del rotor y el eje del rotor calentando el núcleo del rotor antes del montaje y permitiendo que vuelva a la temperatura ambiente  
20 después del montaje. Tal ajuste por contracción explota la expansión térmica.

Cada uno de los radios 6a comprende una porción oblicua 61a que se extiende en un ángulo de radio  $\alpha_a$  con relación a una dirección radial del núcleo del rotor 2a. El ángulo de radio  $\alpha_a$  se mide con relación a una línea central del radio 6a. El ángulo de radio  $\alpha_a$  es de aproximadamente  $80^\circ$ , dependiendo de la ubicación donde se mide el ángulo del radio. El ángulo de radio  $\alpha_a$  está en su máximo en un extremo interno del radio 6a. El extremo interno del radio 6a es el  
25 extremo que se encuentra adyacente a la porción interna 22a del núcleo del rotor 2a. Un extremo externo del radio 6a es el extremo que se encuentra adyacente a la porción externa 21a del núcleo del rotor 2a.

La longitud de una porción sesgada afecta la flexibilidad de un radio correspondiente. En la figura 1, la longitud de una porción sesgada 61a es aproximadamente 0,07 veces el diámetro del núcleo del rotor 2a. En realizaciones alternativas, la longitud de una porción sesgada está en un rango de 0,04 a 0,15 veces el diámetro del núcleo del rotor. En algunas realizaciones, un radio comprende más de una porción sesgada de manera que una longitud total de una porción flexible del radio es una suma de las longitudes de más de una porción sesgada. Un ejemplo de tal realización se representa en la figura 6.

30 Durante la operación de una máquina eléctrica que comprende el núcleo del rotor 2a, la porción externa 21a del núcleo del rotor 2a se calienta y se expande. Sin embargo, solo se ejerce una pequeña fuerza dirigida hacia fuera sobre la porción interna 22a del núcleo del rotor 2a a través de la pluralidad de radios 6a. Debido a la forma de los radios 6a, tienen una buena capacidad de transferencia de par entre la porción externa 21a del núcleo del rotor 2a y la porción interna 22a del núcleo del rotor 2a, mientras que transfieren solo poca fuerza en la dirección radial. Los radios 6a proporcionan una conexión muy flexible en la dirección radial entre la porción externa 21a del núcleo del rotor 2a y la porción interna 22a del núcleo del rotor 2a. Debido a los radios flexibles 6a, la expansión térmica de la porción externa 21a del núcleo del rotor 2a afecta solo una pequeña capacidad de transferencia de par de un ajuste por contracción  
35 entre el núcleo del rotor 2a y un eje del rotor.

Se elige un ancho de radio de tal manera que el radio tenga la flexibilidad deseada para que la expansión térmica de una porción externa del núcleo del rotor no afecte excesivamente la capacidad de transferencia de par del ajuste por contracción entre el núcleo del rotor y el eje del rotor. Se elige un número de radios de tal manera que la pluralidad de radios pueda transferir suficiente par entre la porción externa del núcleo del rotor y la porción interna del núcleo del rotor.  
40

La pluralidad de canales de enfriamiento comprende un primer grupo 41a de canales de enfriamiento a una primera distancia del eje de rotación del núcleo del rotor 2a, un segundo grupo 42a de canales de enfriamiento a una segunda distancia del eje de rotación del núcleo del rotor 2a, y un tercer grupo 43a de canales de enfriamiento a una tercera distancia del eje de rotación del núcleo del rotor 2a. Cada grupo de canales de enfriamiento está ubicado a una distancia diferente del eje de rotación del núcleo del rotor 2a que el resto de los grupos de canales de enfriamiento. El primer grupo 41a de canales de enfriamiento es el grupo más externo, el tercer grupo 43a de canales de enfriamiento es el grupo más interno, y el segundo grupo 42a de canales de enfriamiento está ubicado entre el primer grupo 41a y el tercer grupo 43a en dirección radial.  
45

55

Una sección transversal de cada uno de la pluralidad de canales de enfriamiento 4a es sustancialmente circular, y un diámetro de cada uno de la pluralidad de canales de enfriamiento 4a es menor que 0,03 veces el diámetro del núcleo del rotor 2a. En realizaciones alternativas, un diámetro de cada uno de la pluralidad de canales de enfriamiento es 0,06 veces un diámetro del núcleo del rotor o menos. Además, en realizaciones alternativas, la sección transversal de los canales de enfriamiento puede tener una forma diferente a la circular, tal como una forma ovalada o poligonal. Además, en algunas realizaciones se omiten canales de enfriamiento separados, y el enfriamiento de un núcleo de rotor se realiza mediante el flujo de un medio de enfriamiento a través de espacios entre los radios. En las realizaciones que comprenden canales de enfriamiento separados, pueden variar varios canales de enfriamiento y varios grupos de canales de enfriamiento. Además, un grupo de canales de enfriamiento puede tener canales de enfriamiento de diferente tamaño que otro grupo de canales de enfriamiento.

La figura 2 muestra una ampliación de una parte del núcleo del rotor 2a. La figura 2 está provista de flechas 5a1 a 5a3 que representan direcciones de fuerzas inducidas por la diferencia de temperatura entre la porción externa 21a y la porción interna 22a del núcleo del rotor 2a. La figura 2 muestra que una fuerza presente en una porción sesgada 61a se extiende en una dirección paralela a la porción oblicua 61a. La fuerza es casi tangencial y, por lo tanto, hace girar la porción externa 21a ligeramente con respecto a la porción interna 22a.

El núcleo del rotor 2a comprende una pluralidad de ranuras del rotor 23a en su periferia. Cada ranura de rotor 23a está adaptada para recibir una barra de rotor correspondiente (no representada).

Las figuras 3 a 9 muestran núcleos de rotor de acuerdo con realizaciones alternativas de la invención. Los signos de referencia de las figuras 3 a 9 corresponden a los de la figura 1, de modo que una característica particular se indica en estas figuras con signos de referencia que tienen una parte numérica común al comienzo del signo de referencia. Cada signo de referencia comprende además una letra que identifica la realización en cuestión. Los signos de referencia de la figura 1 comprenden la letra "a", y los signos de referencia de las figuras 3 a 9 comprenden las letras "b" a "h", respectivamente.

En las figuras 3 a 9, una superficie exterior de cada núcleo de rotor se representa como una superficie circular lisa. Sin embargo, cada diseño de núcleo de rotor de las figuras 3 a 9 se puede proporcionar con ranuras de rotor similares a las representadas en las figuras 1 y 2. Además, todos los diseños de núcleo de rotor de las figuras 1 a 9 se pueden usar en muchos tipos de máquinas eléctricas, y no solo en máquinas de inducción. La superficie externa de un núcleo de rotor está conformada de acuerdo con los requisitos del tipo de máquina en cuestión, mientras que el diseño de los radios y la parte interna del núcleo del rotor pueden permanecer iguales.

Las figuras 1 a 9 muestran que la forma y el tamaño de un radio varían en diferentes formas de realización, y también lo hace el ángulo de radio  $\alpha$ . En general, el ángulo de radio  $\alpha$  es mayor de  $30^\circ$ .

Un radio puede ser un elemento recto o curvo. Además, un radio puede tener partes rectas y curvas. En la realización de la figura 1, cada porción sesgada 61a se extiende linealmente. En la realización de la figura 7, todo el radio 6f se extiende linealmente. En la realización de la figura 6, cada radio 6e es un miembro curvilíneo que tiene una forma ancha en forma de U que conecta la porción externa 21e y la porción interna 22e del núcleo del rotor 2e. En consecuencia, las partes sesgadas 61e1 y 61e2 también son miembros curvilíneos y ángulos de radios  $\alpha_{e1}$  y  $\alpha_{e2}$  no son constantes en todas las partes sesgadas.

En general, cada uno de los radios que conectan una porción interna y una porción externa de un núcleo de rotor comprende al menos una porción sesgada que se extiende en un ángulo de radio con respecto a una dirección radial del núcleo del rotor. En la realización de la figura 5, cada radio 6d tiene dos ramas 6d1 y 6d2 adyacentes a la porción interna 22d del núcleo del rotor 2d. Las ramas 6d1 y 6d2 son imágenes especulares entre sí en relación con la dirección radial del núcleo del rotor 2d. La rama 6d1 comprende una porción sesgada 61d1 que se extiende en un ángulo de radio  $\alpha_{d1}$  relativo a una dirección radial del núcleo del rotor 2d, el ángulo de radio  $\alpha_{d1}$  siendo aproximadamente  $90^\circ$  en una porción lateralmente externa de la rama 6d1. Aquí, la porción lateralmente externa es la porción de la rama 6d1 que se encuentra más alejada de la línea central radial del radio 6d. Debido a la simetría de las ramas, la rama 6d2 comprende una porción sesgada 61d2 que se extiende en un ángulo de radio  $\alpha_{d2}$  relativo a una dirección radial del núcleo del rotor 2d, el ángulo de radio  $\alpha_{d2}$  siendo aproximadamente  $90^\circ$  en una porción lateralmente externa de la rama 6d2.

En la figura 5, las ramas 6d1 y 6d2 forman una cavidad 7d entre la porción interna 22d del núcleo del rotor 2d y los radios 6d. La cavidad 7d es simétrica con relación a la dirección radial del núcleo del rotor 2d. Una dimensión radial de la cavidad 7d tiene su máximo en el eje de simetría de la cavidad 7d, y la dimensión radial de la cavidad 7d disminuye hacia afuera desde el eje de simetría. Aquí la dimensión radial se refiere a la dimensión paralela a la dirección radial del núcleo del rotor.

La cavidad 7d proporciona flexibilidad entre la porción interna 22d del núcleo del rotor 2d y el radio 6d. La cavidad 7d está adaptada para cambiar su tamaño y forma como respuesta a las fuerzas radiales entre la porción externa 21d y la porción interna 22d del núcleo del rotor 2d. Por lo tanto, el radio 6d está adaptado para cambiar su forma como respuesta a las fuerzas radiales entre la porción externa 21d y la porción interna 22d del núcleo del rotor 2d. Esto hace que el radio 6d sea un miembro flexible cuya capacidad para transferir fuerzas en dirección radial es débil. En

consecuencia, una diferencia de temperatura entre la porción externa 21d y la porción interna 22d del núcleo del rotor 2d no afecta sustancialmente el tamaño de la abertura central 25d del núcleo del rotor 2d.

5 El núcleo del rotor 2g de la figura 8 tiene dos tipos de radios de modo que cada primer tipo de radio 6g1 se extiende en un ángulo de radio  $\alpha_{g1}$  en relación con una dirección radial del núcleo del rotor 2g, y cada segundo tipo de radio 6g2 se extiende en un ángulo de radio  $\alpha_{g2}$  relativo a una dirección radial del núcleo del rotor 2g. Los ángulos de los radios  $\alpha_{g1}$  y  $\alpha_{g2}$  tienen valores absolutos idénticos, pero signos opuestos, de tal manera que el primer tipo de radios 6g1 y el segundo tipo de radios 6g2 son imágenes especulares entre sí en relación con la dirección radial del núcleo del rotor 2g.

10 La figura 9 muestra un núcleo de rotor 2h cuya porción externa 21h está conectada a la porción interna 22h a través de una pluralidad de radios 6h1 y 6h2. Cada radio 6h1 comprende una porción sesgada externa 61h11 y una porción sesgada interna 61h12. La porción de inclinación externa 61h11 está ubicada adyacente a la porción externa 21h del núcleo del rotor 2h, y la porción sesgada interna 61h12 está ubicada adyacente a la porción interna 22h del núcleo del rotor 2h.

15 La porción sesgada exterior 61h11 se extiende en un ángulo de radio  $\alpha_{h11}$  relativo a una dirección radial del núcleo del rotor 2h. El ángulo de radio  $\alpha_{h11}$  es de aproximadamente  $60^\circ$ . La porción sesgada interna 61h12 se extiende en un ángulo de radio  $\alpha_{h12}$  relativo a una dirección radial del núcleo del rotor 2h. El ángulo de radio  $\alpha_{h12}$  es de aproximadamente  $90^\circ$ . Los ángulos de los radios  $\alpha_{h11}$  y  $\alpha_{h12}$  tener signos opuestos.

20 Los radios 6h1 y 6h2 son imágenes especulares entre sí en relación con la dirección radial del núcleo del rotor 2h. Cada radio 6h1 está conectado a un radio adyacente 6h2 a través de su porción central ubicada entre la porción sesgada externa 61h11 y la porción de inclinación interna 61h12. Además, cada radio 6h1 está conectado a otro radio adyacente 6h2 a través de su porción externa ubicada adyacente a la porción externa 21h del núcleo del rotor 2h.

25 Hay una cavidad 7h entre la porción interna 22h del núcleo del rotor 2h y las porciones sesgadas internas conectadas 61h12 y 61h22. La cavidad 7h es simétrica con relación a la dirección radial del núcleo del rotor 2h. La cavidad 7h se extiende en una dirección sustancialmente tangencial. Aquí, la dirección tangencial se refiere a la dirección tangencial del núcleo del rotor. Una dimensión radial de la cavidad 7h es sustancialmente constante en toda la cavidad 7h. La cavidad 7h está adaptada para cambiar su tamaño y forma como respuesta a las fuerzas radiales entre la porción externa 21h y la porción interna 22h del núcleo del rotor 2h.

30 La figura 12 muestra un núcleo de rotor 2j que tiene una porción externa 21j y una porción interna 22j ubicada más cerca del eje de rotación del núcleo de rotor 2j que la porción externa 21j. La porción externa 21j está conectada a la porción interna 22j a través de una pluralidad de radios 6j que proporcionan una conexión muy flexible en la dirección radial entre la porción externa 21j del núcleo del rotor 2j y la porción interna 22j del núcleo del rotor 2j. Debido a los radios flexibles 6j, la expansión térmica de la porción exterior 21j del núcleo del rotor 2j afecta solo una pequeña capacidad de transferencia de par de un ajuste por contracción entre el núcleo del rotor 2j y un eje del rotor. La porción interna 22j comprende una abertura central 25j adaptada para recibir un eje del rotor para conectar el núcleo del rotor 35 2j al eje del rotor mediante un ajuste por contracción.

40 Cada radio 6j está conectado a la porción externa 21j del núcleo del rotor 2j a través de dos ramas externas indicadas con los signos de referencia 66j y 67j, y a la porción interna 22j del núcleo del rotor 2j a través de una rama interna 68j. Las ramas exteriores 66j y 67j están situadas a una distancia entre sí en una dirección circunferencial del núcleo del rotor 2j. Cada radio 6j comprende una porción sesgada 61j conectada a las dos ramas externas 66j y 67j y a la rama interna 68j. El radio 6j es simétrico con respecto a una línea central de la rama interna 68j. Un ángulo de radio de la porción sesgada 61j es  $90^\circ$ .

45 Cada una de las ramas exteriores 66j y 67j se extienden sustancialmente en dirección radial. Además, la rama interna 68j del radio 6j se extiende sustancialmente en dirección radial. La porción sesgada 61j se extiende sustancialmente en dirección tangencial. La porción sesgada 61j es una parte curva cuya línea central se extiende sustancialmente en dirección tangencial a lo largo de la porción oblicua 61j. En una realización alternativa, una porción sesgada de un radio se extiende linealmente entre dos ramas externas, y una línea central de la porción oblicua es tangencial en una rama interna del radio.

50 La porción sesgada 61j está ubicada más cerca de la porción interna 22j del núcleo del rotor 2j que la porción externa 21j del núcleo del rotor 2j. Esto significa que las ramas externas 66j y 67j del radio 6j son más largas que la rama interna 68j del radio 6j. Además, la distancia entre la porción sesgada 61j y la porción externa 21j del núcleo del rotor 2j es mayor que la distancia entre la porción sesgada 61j y la porción interna 22j del núcleo del rotor 2j.

55 La porción sesgada 61j, las dos ramas externas 66j y 67j, y la porción externa 21j del núcleo del rotor 2j definen un canal de enfriamiento intermedio externo 46j que se extiende a través del núcleo del rotor 2j en dirección axial y está adaptado para un flujo de un medio de enfriamiento. El canal de enfriamiento intermedio externo 46j está ubicado entre las ramas externas 66j y 67j del radio 6j cuando se ve en una dirección circunferencial del núcleo del rotor 2j. Los radios adyacentes 6j definen, junto con la porción externa 21j y la porción interna 22j del núcleo del rotor 2j, un canal de enfriamiento intermedio interno 47j que se extiende a través del núcleo del rotor 2j en dirección axial y está adaptado para el flujo de un medio de enfriamiento.

5 El núcleo del rotor 2j no comprende canales de enfriamiento ubicados en la porción externa 21j del núcleo del rotor 2j. Sin embargo, es posible modificar el núcleo del rotor 2j introduciendo canales de enfriamiento en la porción externa 21j del núcleo del rotor 2j. En una realización, se proporciona un núcleo de rotor con radios de la figura 12 entre la porción interna y externa del núcleo del rotor, y una pluralidad de canales de enfriamiento de la figura 1 ubicados en la porción externa del núcleo del rotor.

10 En la figura 12, una superficie externa del núcleo del rotor 2j se representa como una superficie circular lisa. Sin embargo, el núcleo del rotor de la figura 12 puede estar provisto de ranuras del rotor similares a las representadas en las figuras 1 y 2. El diseño del núcleo del rotor de la figura 12 se puede utilizar en muchos tipos de máquinas eléctricas. La superficie externa de un núcleo de rotor está conformada de acuerdo con los requisitos del tipo de máquina en cuestión, mientras que el diseño de los radios y la parte interna del núcleo del rotor pueden permanecer iguales.

Cada uno de los núcleos de rotor de las figuras 1 a 9 y 12 puede usarse en una máquina eléctrica de un propulsor azimutal de un barco. En una realización, la potencia nominal de una máquina eléctrica que comprende un rotor según la invención es mayor o igual a 100 kW.

15 En una realización, un núcleo de rotor según la invención comprende una pluralidad de láminas de rotor apiladas en una dirección axial. Cualquiera de los núcleos de rotor de las figuras 1 a 9 y 12 puede construirse como tal núcleo de rotor.

20 En la figura 10 se representa una estructura principal de un núcleo de rotor que comprende una pluralidad de láminas de rotor apiladas en una dirección axial. La figura 11 muestra un rotor que comprende el núcleo del rotor 2i de la figura 10 y un eje del rotor 3i conectado al núcleo del rotor 2i mediante un ajuste por contracción. El núcleo del rotor 2i comprende hojas de rotor RS1, RS2, RS3, RS4, RS5 y RS6 apiladas en una dirección axial. Cada una de las hojas del rotor RS1 - RS6 se fabrica mediante un proceso de punzonado a partir de una placa de metal. Cada una de las hojas del rotor RS1 - RS6 es idéntica al resto de las hojas del rotor.

25 Será obvio para un experto en la materia que el concepto inventivo puede implementarse de varias maneras. La invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un rotor para una máquina eléctrica, comprendiendo el rotor un núcleo de rotor (2j) que tiene una porción externa (21j) y una porción interna (22j) ubicada más cerca del eje de rotación del núcleo del rotor (2j) que la porción externa (21j), estando la porción externa (21j) conectada a la porción interna (22j) a través de una pluralidad de radios (6j), y estando el núcleo del rotor (2j) adaptado para conectarse al eje del rotor mediante un ajuste por contracción, comprendiendo cada uno de los radios (6j) al menos una porción sesgada (61j) que se extiende en un ángulo de radio ( $\alpha_a$ ) en relación con una dirección radial del núcleo del rotor (2j), estando conectado cada uno de los radios (6j) a la porción externa (21j) del núcleo del rotor (2j) a través de dos ramas externas (66j, 67j), y a la porción interna (22j) del núcleo del rotor (2j) a través de una rama interna (68j), estando conectada la porción oblicua (61j) de cada uno de los radios (6j) a las dos ramas externas (66j, 67j) y a la rama interna (68j), estando ubicadas las ramas externas (66j, 67j) a una distancia entre sí en una dirección circunferencial del núcleo del rotor (2j), extendiéndose la porción sesgada (61j) sustancialmente en dirección tangencial, y extendiéndose cada rama externa (66j, 67j) y la rama interna (68j) sustancialmente en dirección radial, siendo cada uno de los radios (6j) simétrico con respecto a una línea central de la rama interna (68j), caracterizado por que los radios (6j) son elementos separados sin contacto entre sí.
2. Un rotor según la reivindicación 1, caracterizado por que el rotor comprende una pluralidad de canales de enfriamiento (4a) ubicados en la porción externa (21a) del núcleo del rotor, extendiéndose cada uno de la pluralidad de canales de enfriamiento (4a) a través del núcleo del rotor (2a) en dirección axial y está adaptado para un flujo de un medio refrigerante.
3. Un rotor según la reivindicación 2, caracterizado por que la pluralidad de canales de enfriamiento (4a) comprende un primer grupo (41a) de canales de enfriamiento a una primera distancia del eje de rotación del núcleo del rotor (2a) y un segundo grupo (42a) de canales de enfriamiento a una segunda distancia de la rotación eje del núcleo del rotor (2a), y un diámetro de cada uno de la pluralidad de canales de enfriamiento (4a) es 0,06 veces un diámetro del núcleo del rotor (2a) o menos.
4. Un rotor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el rotor es un rotor para una máquina de inducción.
5. Un rotor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el núcleo del rotor (2i) comprende una pluralidad de hojas de rotor (RS1, RS2, RS3, RS4, RS5, RS6) apiladas en una dirección axial.
6. Un rotor según la reivindicación 5, caracterizado por que el rotor comprende un eje del rotor (3i) conectado al núcleo del rotor (2i) mediante un ajuste por contracción.
7. Un rotor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la porción sesgada (61j) está ubicada más cerca de la porción interna (22j) del núcleo del rotor (2j) que la porción externa (21j) del núcleo del rotor (2j).
8. Un rotor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la porción sesgada (61j), las dos ramas externas (66j, 67j) y la porción externa (21j) del núcleo del rotor (2j) definen un canal de enfriamiento intermedio externo (46j) que se extiende a través del núcleo del rotor (2j) en dirección axial y siendo adaptado para un flujo de un medio de enfriamiento.
9. Un rotor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los radios adyacentes (6j) definen, junto con la porción externa (21j) y la porción interna (22j) del núcleo del rotor (2j), un canal de enfriamiento intermedio interno (47j) que se extiende a través del núcleo del rotor (2j) en dirección axial y que está adaptado para un flujo de un medio de enfriamiento.
10. Una máquina eléctrica que comprende un rotor y un estator, caracterizada por que el rotor de la máquina eléctrica es un rotor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Una máquina eléctrica según la reivindicación 10, caracterizado por que una potencia nominal de la máquina eléctrica es mayor o igual a 100 kW.

Fig. 1

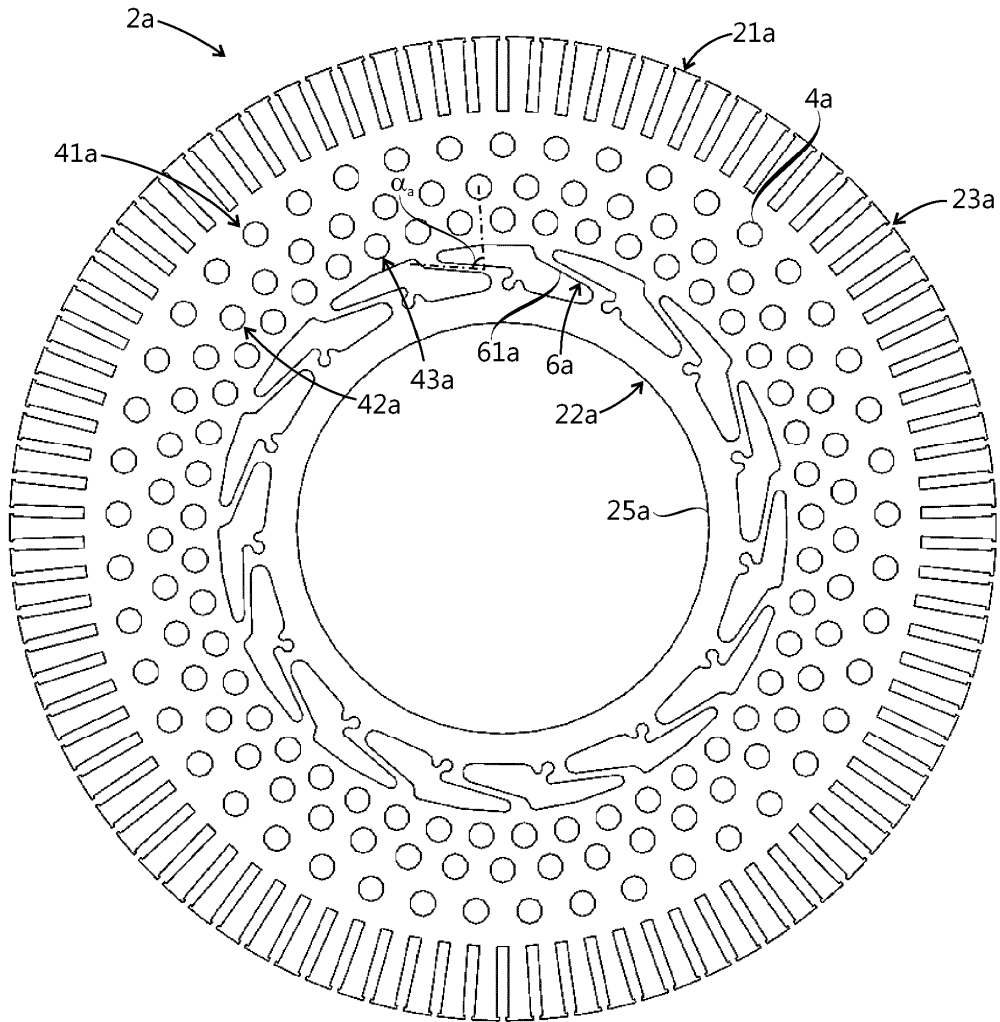




Fig. 2

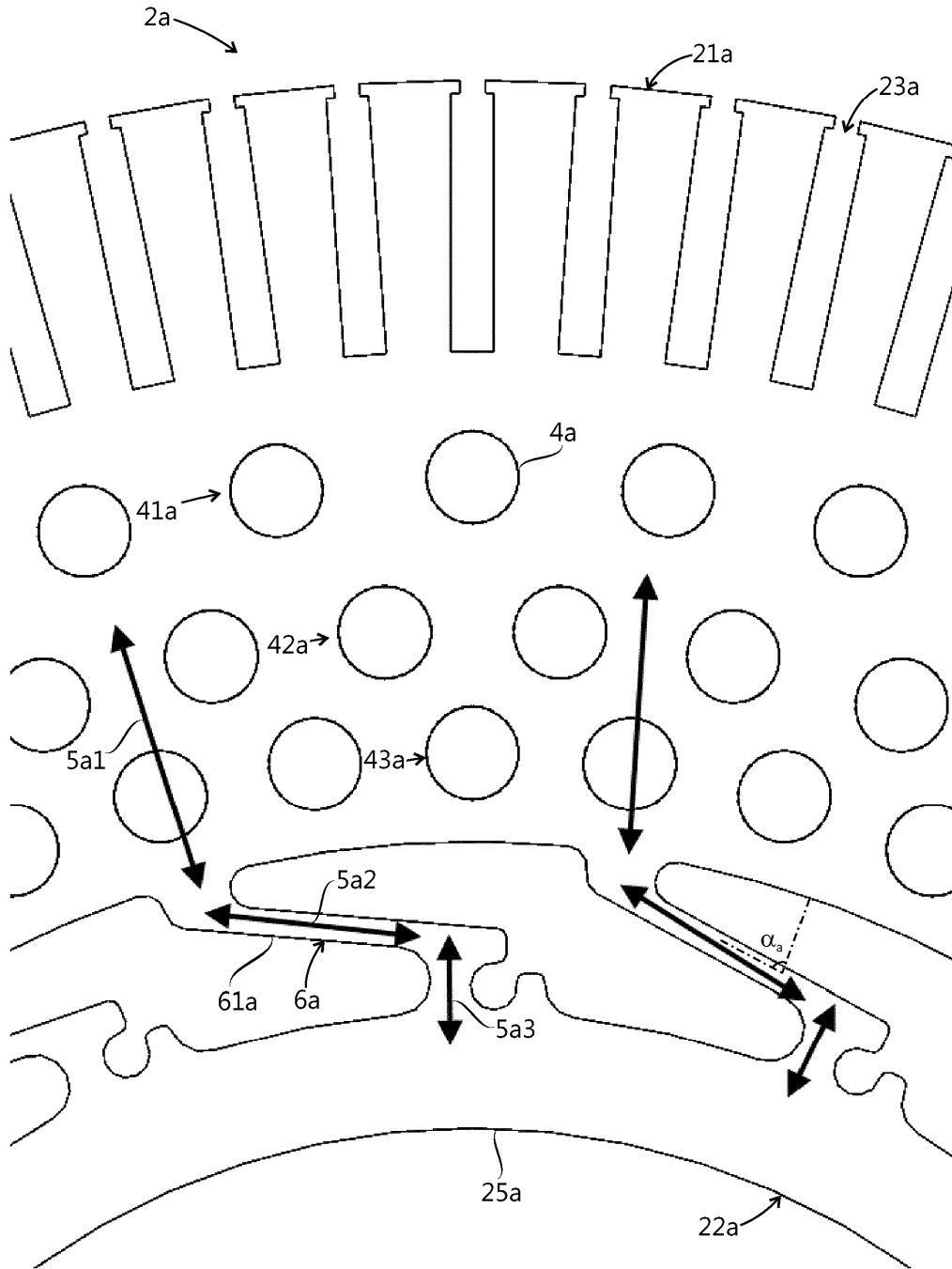


Fig. 3

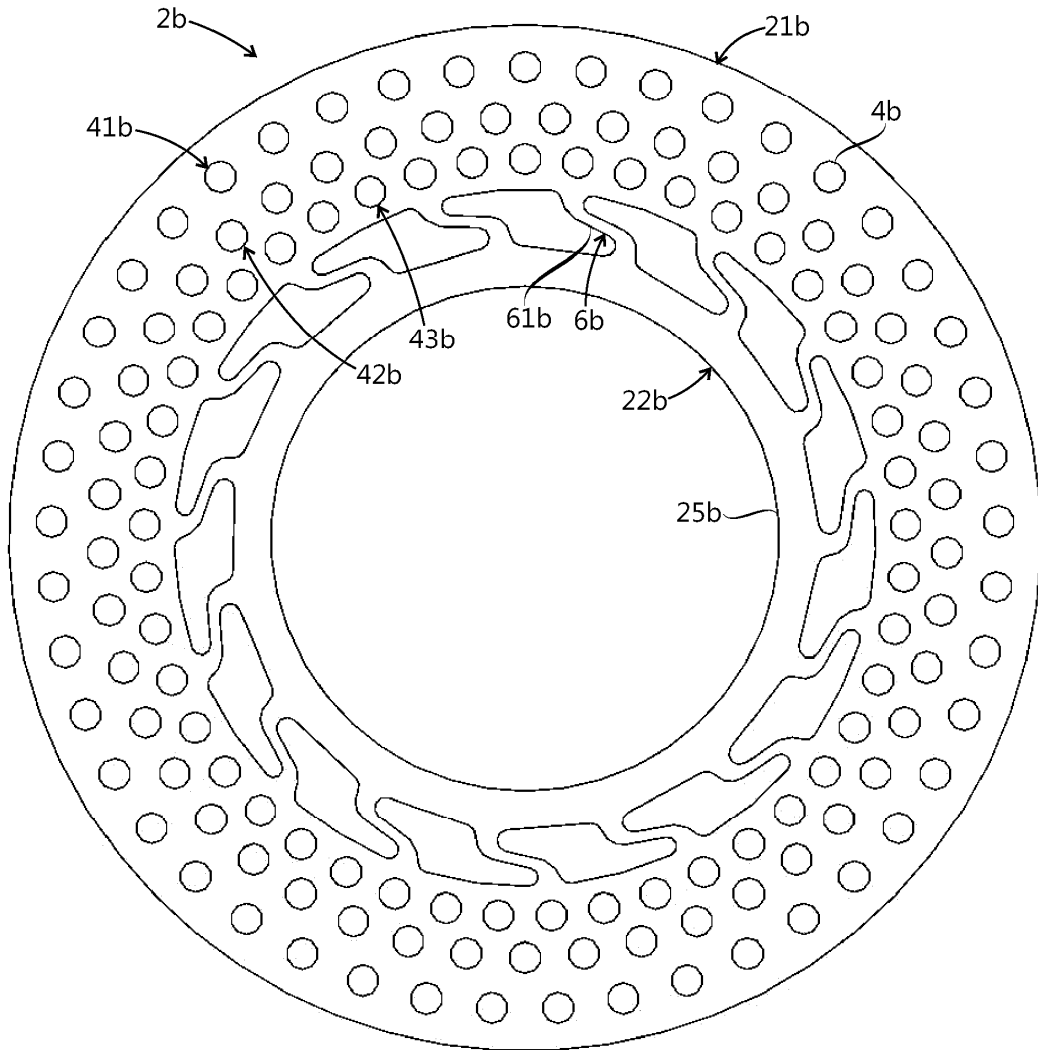


Fig. 4

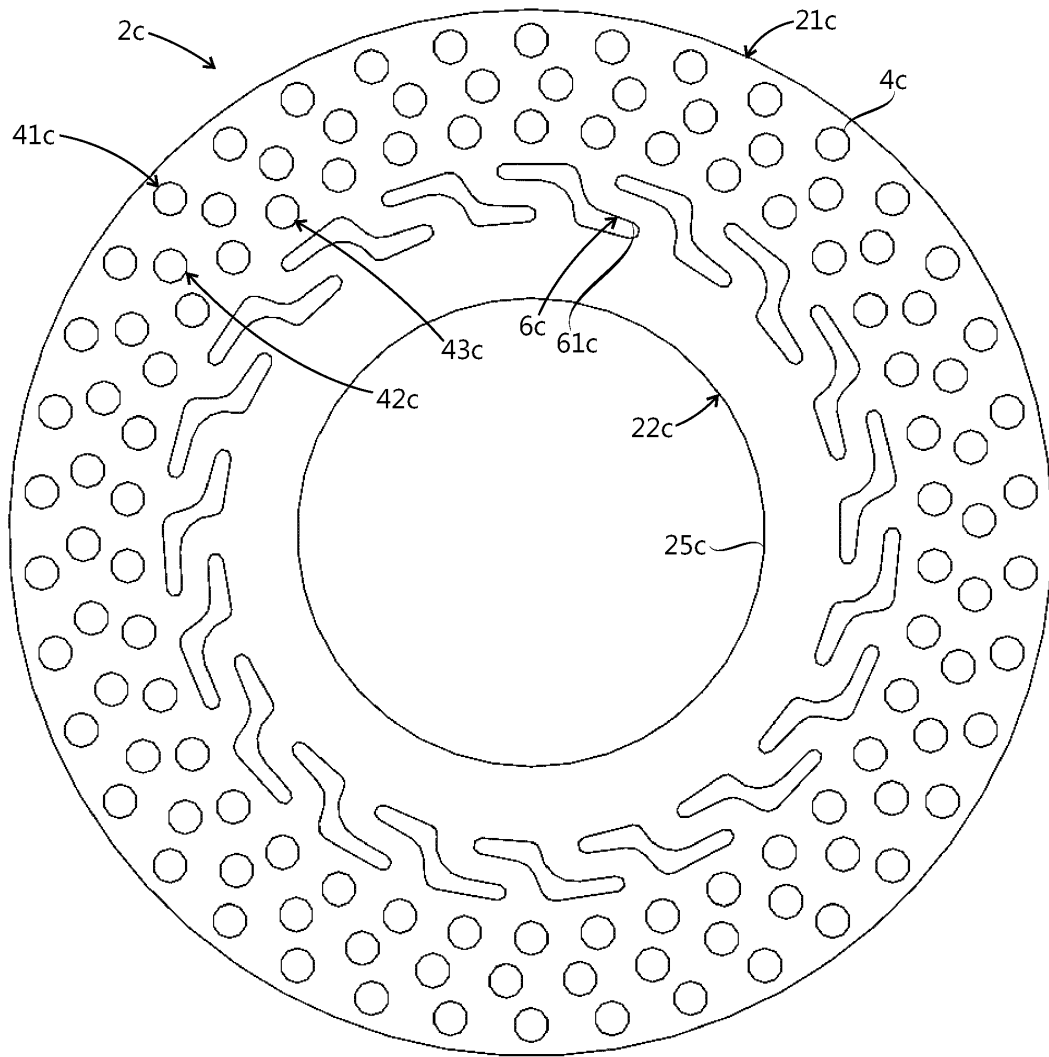


Fig. 5

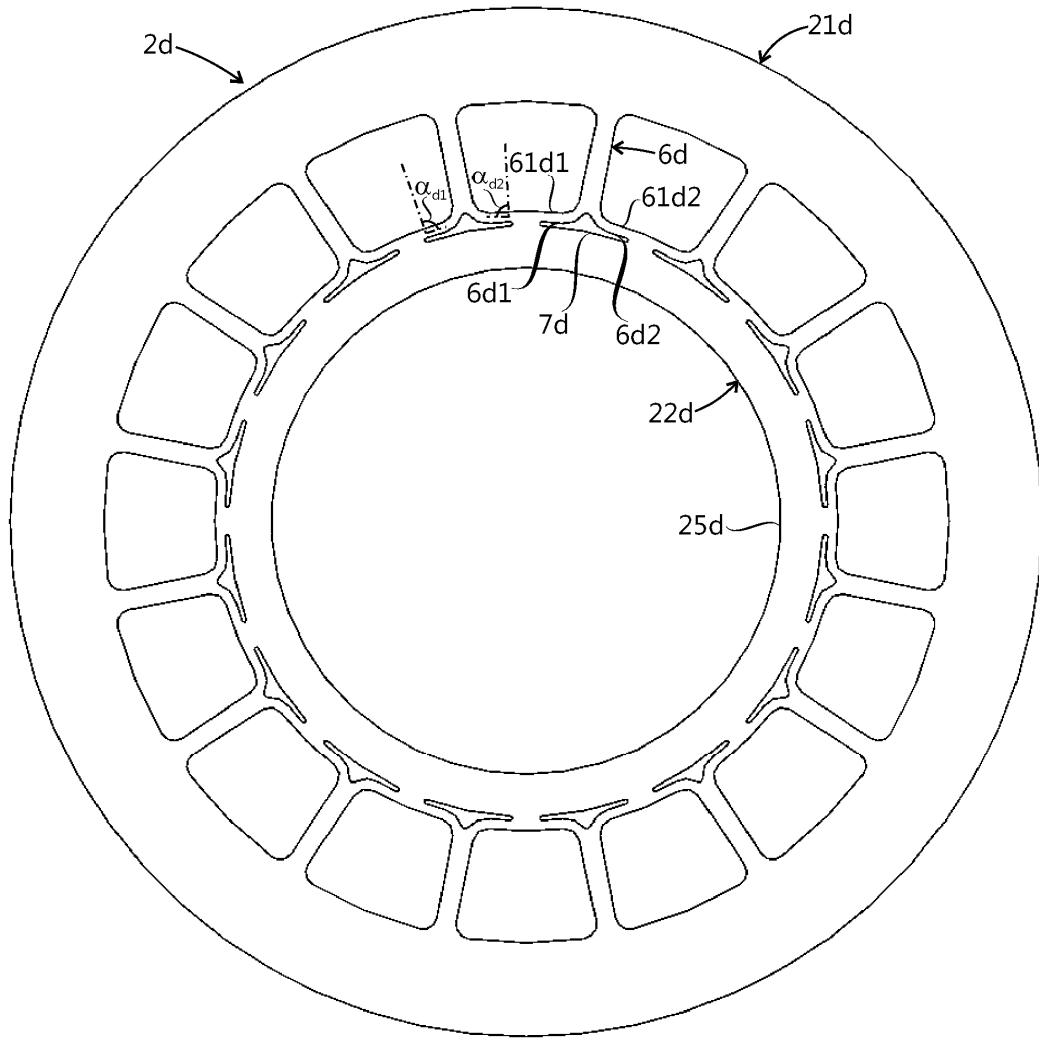


Fig. 6

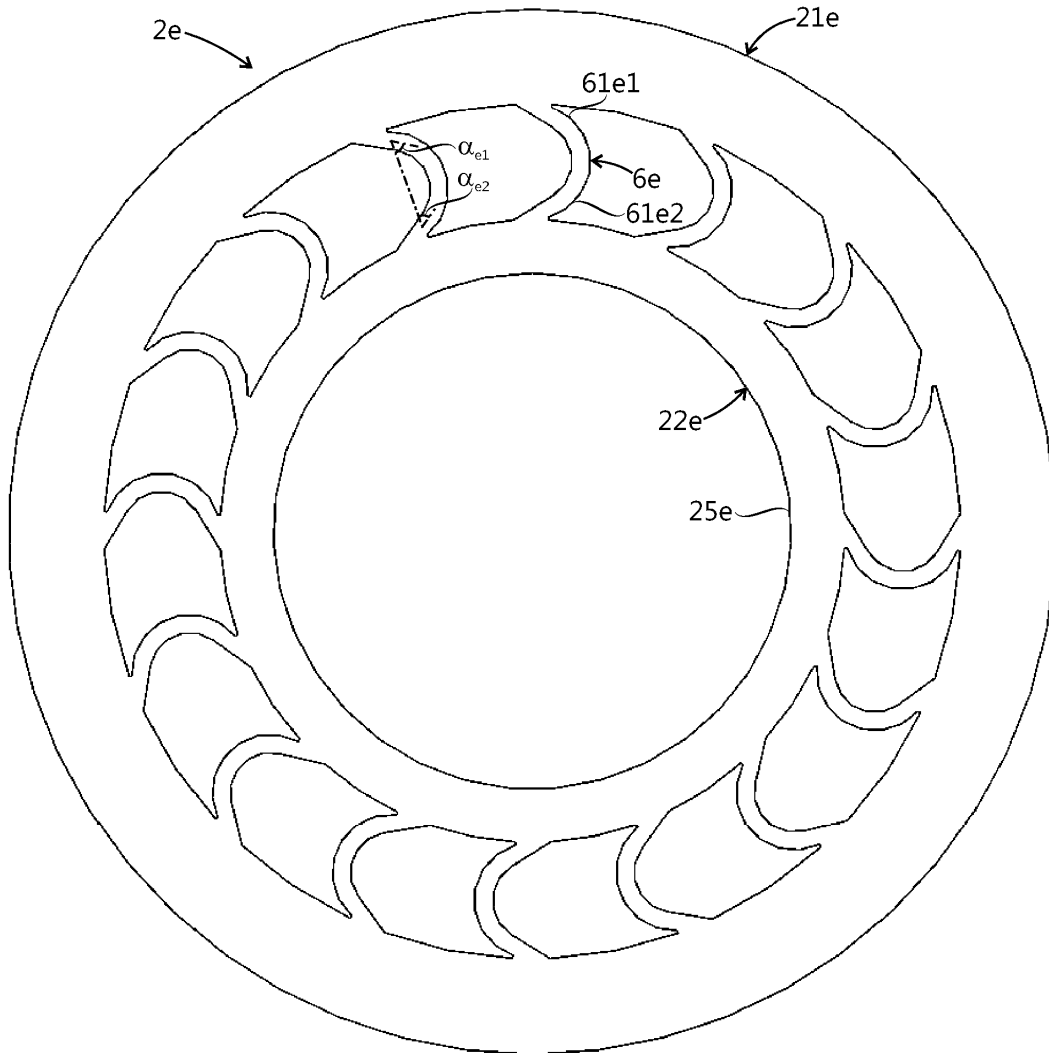


Fig. 7

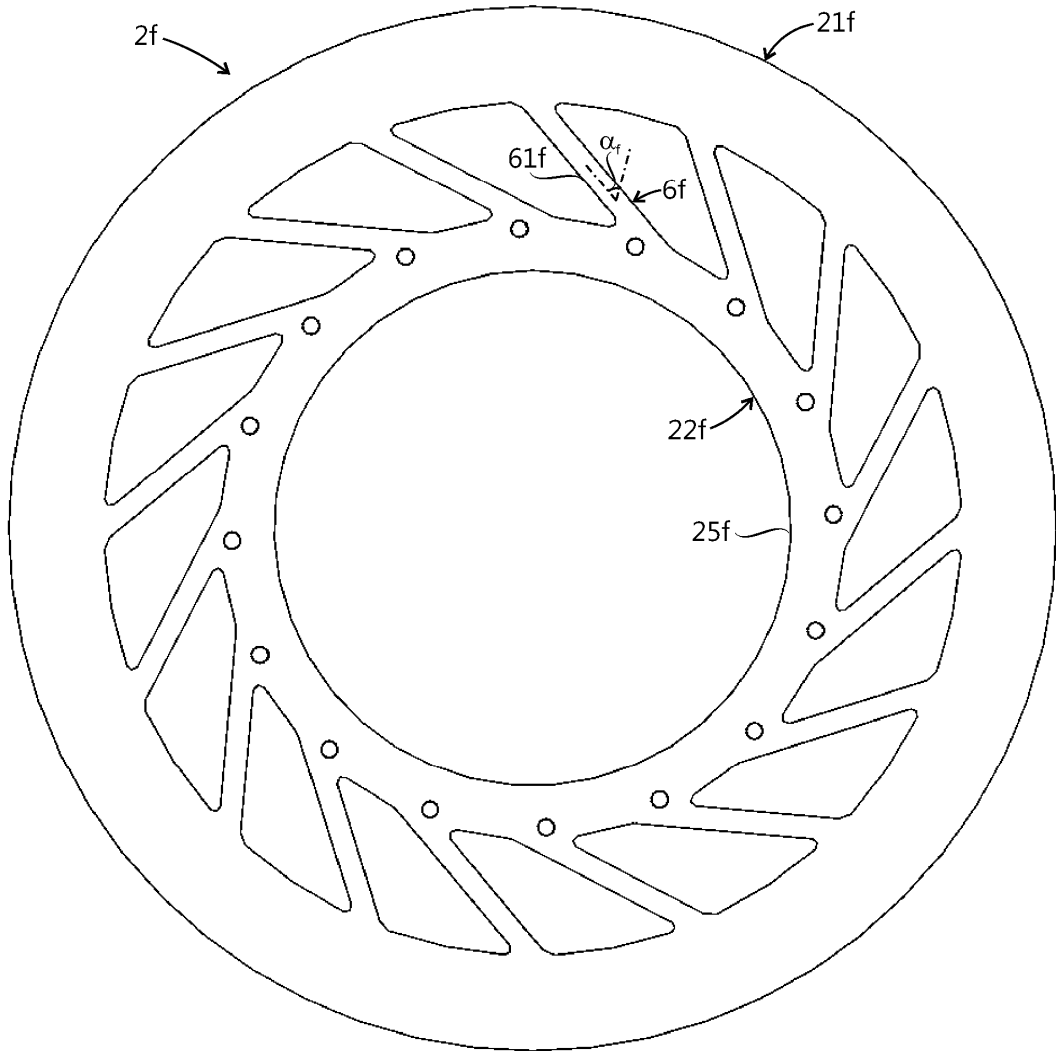


Fig. 8

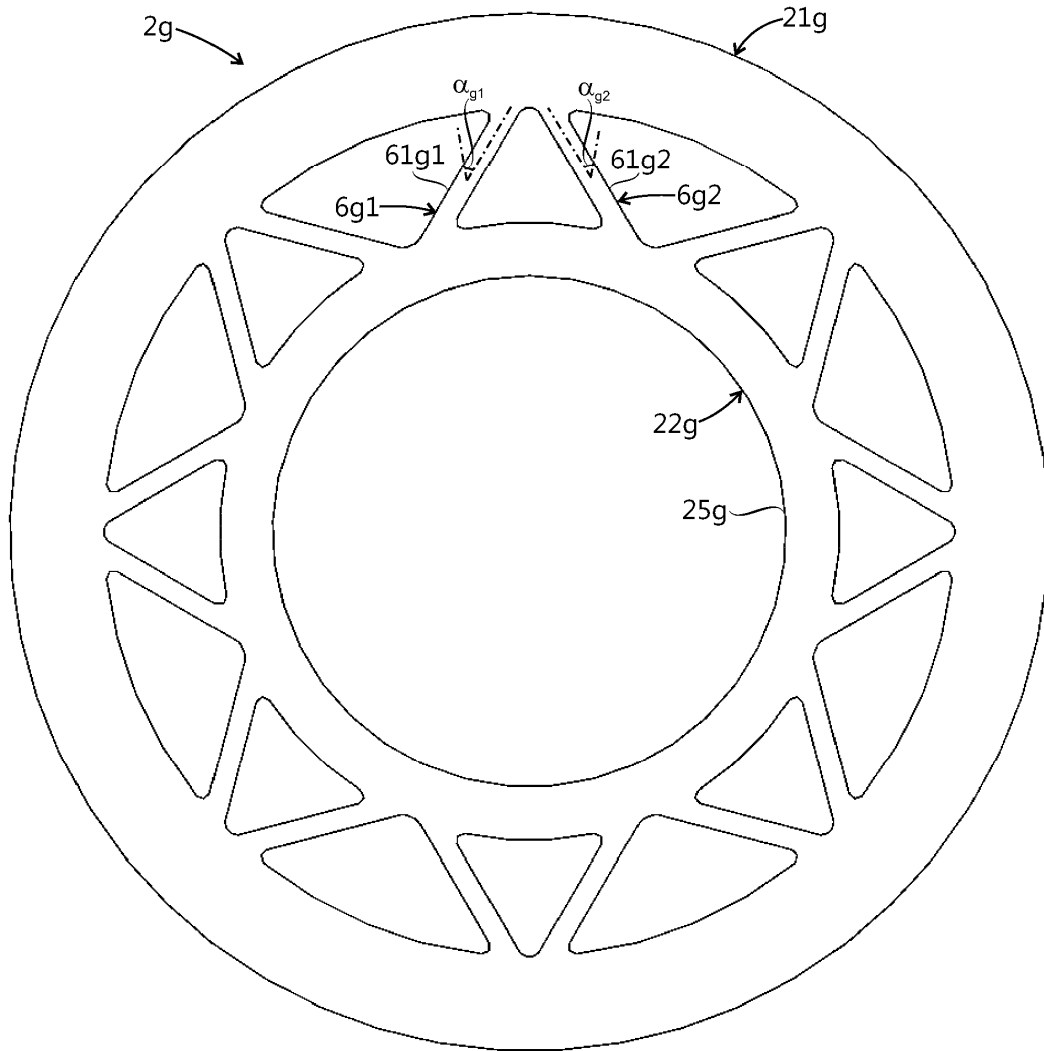


Fig. 9

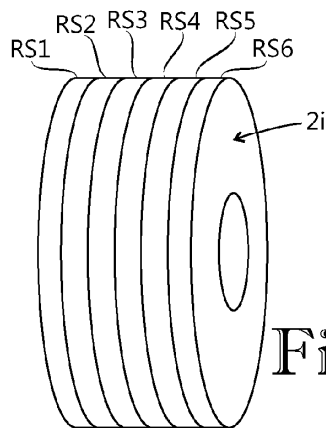
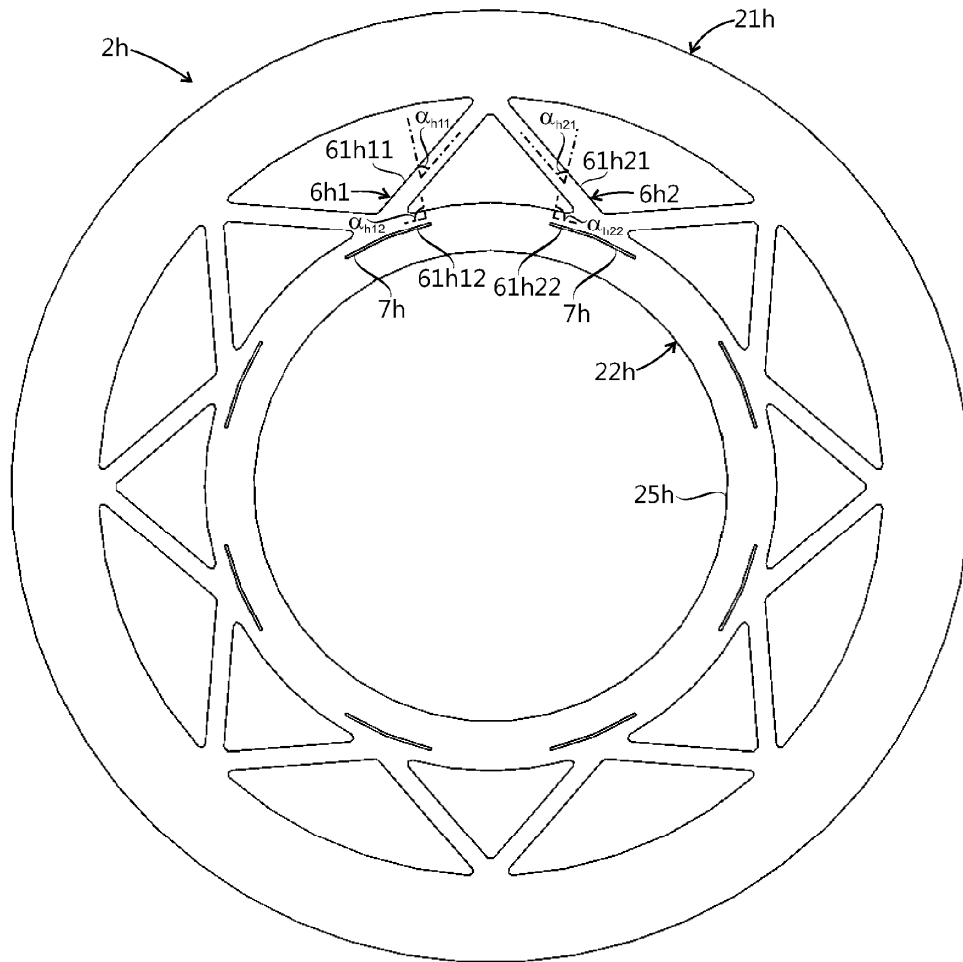


Fig. 10

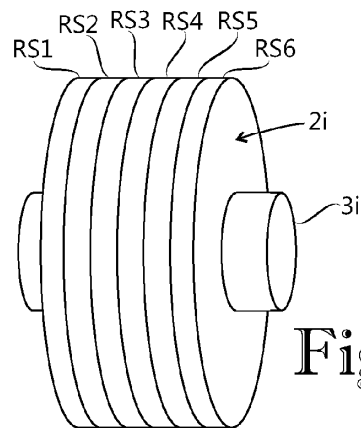


Fig. 11



Fig. 12

