

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 013**

51 Int. Cl.:

H02K 1/24 (2006.01)

H02K 1/2746 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2017 PCT/JP2017/031932**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2019 WO19049203**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2017 E 17924439 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 3681014**

54 Título: **Motor de tipo polo consecuente, motor eléctrico, compresor, soplador de aire y acondicionador de aire**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.09.2024

73 Titular/es:

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:

SHIMOKAWA, TAKAYA;
ASO, HIROKI;
WATANABE, TAKANORI y
TAKAHASHI, RYOGO

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 978 013 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

Motor de tipo polo consecuente, motor eléctrico, compresor, soplador de aire y acondicionador de aire

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un rotor usado para un motor eléctrico y, en particular, a un rotor de tipo polo consecuente.

10 **Técnica anterior**

Los rotores de tipo polo consecuente se usan como rotores de motores eléctricos. El rotor de tipo de polo consecuente se divide en regiones que incluye cada una un imán permanente y regiones que no incluyen ningún imán permanente. Por ejemplo, una región que incluye un imán permanente funciona como un polo magnético (por ejemplo, un polo magnético que funciona como polo norte para un estator), y una región entre imanes permanentes adyacentes entre sí en una dirección circunferencial funciona como el otro polo magnético. (por ejemplo, un polo pseudomagnético que funciona como polo sur para el estator) (véase la publicación de solicitud de patente japonesa n.º 8-182267, por ejemplo).

20 El documento JP 5 491 298 B2 divulga un rotor, un motor y un procedimiento para fabricar el rotor. El documento EP 0 729 217 A2 se refiere a una máquina síncrona excitada híbrida.

Sumario de la invención

25 **Problema que se debe resolver por la invención**

Sin embargo, en la tecnología convencional, el flujo magnético que fluye desde el estator a un polo pseudomagnético del rotor de tipo polo consecuente tiende a pasar a través de un polo magnético adyacente y diferente en la dirección circunferencial. En consecuencia, surge el problema de que se incrementa el ruido en el motor.

Un objetivo de la presente invención es reducir el ruido en un motor eléctrico.

35 **Medios para resolver el problema**

El objetivo se resuelve por la materia objeto de las reivindicaciones independientes 1 y 5.

Las reivindicaciones dependientes describen modos de realización preferentes de la invención.

40 **Efecto de la invención**

De acuerdo con la presente invención, se puede reducir el ruido en un motor eléctrico.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La fig. 1 es una vista parcialmente en sección que muestra esquemáticamente una estructura de un motor eléctrico de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención.

La fig. 2 es una vista frontal que muestra esquemáticamente la estructura del motor eléctrico.

50 La fig. 3 es una vista en sección transversal que muestra esquemáticamente una estructura de un rotor y un estator.

La fig. 4 es una vista en planta que muestra esquemáticamente la estructura del rotor.

55 La fig. 5 es una vista ampliada que muestra una estructura de una parte del rotor mostrado en la fig. 4.

La fig. 6 es un diagrama que muestra un flujo de flujo magnético que fluye desde un estator a un rotor en un tipo estándar de motor síncrono de imán permanente como ejemplo comparativo.

60 La fig. 7 es un diagrama que muestra un flujo de flujo magnético que fluye desde el estator al rotor en el motor eléctrico de acuerdo con el primer modo de realización.

La fig. 8 es un diagrama que muestra la relación entre una proporción $L1/T1$ y la fuerza de excitación del rotor.

65 La fig. 9 es un diagrama que muestra la relación entre una proporción $L4/W1$ y el voltaje inductivo que se produce

durante la rotación del rotor.

La fig. 10 es una vista ampliada que muestra esquemáticamente una estructura de una parte de un rotor de un motor eléctrico de acuerdo con una modificación.

La fig. 11 es un diagrama que muestra esquemáticamente una configuración de un acondicionador de aire de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención.

Modo para llevar a cabo la invención

Primer modo de realización

Un motor eléctrico 1 de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención se describirá a continuación.

En un sistema de coordenadas ortogonales xyz mostrado en cada dibujo, una dirección del eje z (eje z) representa una dirección paralela a una línea de eje A1 de un eje 23 del motor eléctrico 1 (a continuación en el presente documento denominado "dirección axial"), una dirección del eje x (eje x) representa una dirección perpendicular a la dirección del eje z (eje z), y una dirección del eje y representa una dirección perpendicular tanto a la dirección del eje z como a la dirección del eje x .

La fig. 1 es una vista parcialmente en sección que muestra esquemáticamente una estructura del motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización de la presente invención.

La fig. 2 es una vista frontal que muestra esquemáticamente la estructura del motor eléctrico 1.

El motor eléctrico 1 incluye un rotor 2, un estator 3, una placa de circuito 4, un sensor magnético 5 que detecta una posición rotacional del rotor 2, un soporte 6, cojinetes 7a y 7b, y un imán de sensor 8 como imán para detectar la posición del rotor 2. El motor eléctrico 1 es un motor síncrono de imán permanente, por ejemplo.

La placa de circuito 4 se proporciona en un lado del estator 3 en un extremo en dirección axial. Los componentes electrónicos tales como un circuito de control y el sensor magnético 5 se unen a la placa de circuito 4. El sensor magnético 5 detecta la posición rotacional del rotor 2 detectando una posición rotacional del imán de sensor 8. El imán de sensor 8 se une al rotor 2 para orientarse hacia el sensor magnético 5. El imán de sensor 8 es de conformación de disco, por ejemplo. El imán de sensor 8 rota conjuntamente con el rotor 2.

La fig. 3 es una vista en sección transversal que muestra esquemáticamente una estructura del rotor 2 y el estator 3. La flecha D1 muestra una dirección circunferencial de un núcleo de rotor 21, el rotor 2 y el estator 3 (a continuación en el presente documento denominado simplemente "la dirección circunferencial"). Es decir, la flecha D1 muestra una dirección a lo largo de una circunferencia exterior del núcleo de rotor 21 y el rotor 2.

El estator 3 incluye un núcleo de estator 31, una bobina 32 y un aislante 33.

El núcleo de estator 31 se forma, por ejemplo, apilando una pluralidad de láminas de acero electromagnéticas. El espesor de cada lámina de acero electromagnética es de 0,2 mm a 0,5 mm, por ejemplo.

El núcleo de estator 31 se forma en una conformación de anillo.

La bobina 32 se forma, por ejemplo, enrollando un devanado (por ejemplo, un cable magnético) alrededor de partes dentadas del núcleo de estator 31 por medio del aislante 33. La bobina 32 (es decir, devanado) se forma de un material que incluye cobre o aluminio, por ejemplo. La bobina 32 se aísla por el aislante 33.

El aislante 33 se forma de resina que tiene una propiedad aislante, tal como poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(sulfuro de fenileno) (PPS), polímero de cristal líquido (LCP) o poli(tereftalato de etileno) (PET). El aislante 33 formado de resina es una película que tiene un espesor de 0,035 mm a 0,4 mm, por ejemplo.

Por ejemplo, el aislante 33 se forma integralmente con el núcleo de estator 31. Sin embargo, el aislante 33 también se puede formar por separado del núcleo de estator 31. En este caso, después de que se forma el aislante 33, el aislante formado 33 se ajusta en el núcleo de estator 31.

En este modo de realización, el núcleo de estator 31, la bobina 32 y el aislante 33 se cubren por resina termoendurecible (por ejemplo, compuesto de moldeo en masa (BMC)) tal como resina de poliéster insaturado. El núcleo de estator 31, la bobina 32 y el aislante 33 se pueden fijar por una carcasa cilíndrica formada de material que contiene hierro, por ejemplo. En este caso, la carcasa cilíndrica puede cubrir el estator 3 conjuntamente con el rotor 2 por medio de ajuste por contracción.

El rotor 2 se dispone dentro del estator 3 por medio de un entrehierro. El soporte 6 se presiona en una abertura en un lado de carga del estator 3 (lado de carga del motor eléctrico 1). El cojinete 7a en el que se ha insertado el eje 23 se fija en el lado de carga del estator 3. De forma similar, el cojinete 7b en el que se ha insertado el eje 23 se fija en un lado anticarga del estator 3. El rotor 2 se soporta por los cojinetes 7a y 7b para poder rotar.

5

El sensor magnético 8 detecta la posición de rotación del rotor 2. El imán de sensor 8 se fija a un lado del rotor 2 en un extremo en la dirección axial para orientarse hacia el sensor magnético 5.

10

El imán de sensor 8 se ha magnetizado en dirección axial, de modo que su flujo magnético fluye hacia el sensor magnético 5. En consecuencia, el sensor magnético 5 se puede unir a un lado del estator 3 en un extremo en la dirección axial para orientarse mirar hacia el imán de sensor 8. Sin embargo, la dirección del flujo magnético del imán de sensor 8 no se limita a la dirección axial.

15

El número de polos magnéticos del imán de sensor 8 es el mismo que el número de polos magnéticos del rotor 2. El imán de sensor 8 se sitúa de modo que la polaridad del imán de sensor 8 coincide con la polaridad del rotor 2 con respecto a la dirección circunferencial.

20

El sensor magnético 5 detecta la posición de rotación del rotor 2 detectando la posición de rotación del imán de sensor 8. Por ejemplo, se usa un IC Hall, un elemento MR (magnetorresistencia), un elemento GMR (magnetorresistencia gigante), un elemento de magnetoimpedancia o similares, para el sensor magnético 5. El sensor magnético 5 se fija en una posición donde fluye el flujo magnético emitido desde el imán de sensor 8 (posición de detección).

25

El circuito de control unido a la placa de circuito 4 controla la rotación del rotor 2 controlando la corriente eléctrica que fluye a través de la bobina 32 del estator 3 usando el resultado de la detección por el sensor magnético 5 (por ejemplo, el punto de conmutación de polo magnético como un límite entre un polo norte y un polo sur del imán de sensor 8).

30

El sensor magnético 5 detecta las posiciones (fases) de los polos magnéticos del imán de sensor 8 y del rotor 2 en base al cambio en el campo magnético que fluye hacia el sensor magnético 5 (intensidad de campo magnético). Específicamente, el sensor magnético 5 determina el momento en que la dirección del campo magnético cambia en la dirección circunferencial (dirección de rotación) del imán de sensor 8 (específicamente, los puntos de conmutación de polo magnético del imán de sensor 8) detectando el flujo magnético de un polo norte del imán de sensor 8 y el flujo magnético que se dirige hacia un polo sur del imán de sensor 8. Dado que el imán de sensor 8 tiene polos norte y polos sur dispuestos alternativamente en la dirección circunferencial, las posiciones de los polos magnéticos en la dirección de rotación (el ángulo de rotación y la fase del rotor 2) se pueden captar por la detección periódica de los puntos de conmutación de polo magnético del imán de sensor 8 por el sensor magnético 5.

40

La fig. 4 es una vista en planta que muestra esquemáticamente una estructura del rotor 2.

La fig. 5 es una vista ampliada que muestra una estructura de una parte del rotor 2 mostrado en la fig. 4.

45

El rotor 2 incluye el núcleo de rotor 21 como parte magnética principal, al menos un imán permanente 22 y el eje 23. El eje de rotación del rotor 2 coincide con la línea de eje A1. El rotor 2 es un rotor integrado con imán permanente, por ejemplo. En este modo de realización, el rotor 2 es un rotor de tipo polo consecutivo.

50

El rotor 2 del tipo de polo consecutivo incluye un primer polo magnético que tiene una primera polaridad y un segundo polo magnético que tiene una segunda polaridad diferente de la primera polaridad. En este modo de realización, el primer polo magnético es un polo norte y el segundo polo magnético es un polo sur.

55

En el rotor 2, una región que incluye un imán permanente 22 (una primera región R1 que se describirá más adelante) funciona como un polo magnético (por ejemplo, un polo magnético que funciona como polo norte para el estator) y una región entre los imanes permanentes 22, adyacentes entre sí en la dirección circunferencial (una segunda región R2 que se describirá más adelante) funciona como un polo magnético en el otro lado (por ejemplo, un polo pseudomagnético que funciona como un polo sur para el estator).

60

El núcleo de rotor 21 incluye al menos un orificio de inserción de imán 21a, un orificio de inserción de eje rotatorio 21b y al menos una abertura 21c. En este modo de realización, el núcleo de rotor 21 incluye una pluralidad de orificios de inserción de imán 21a, y al menos un imán permanente 22 se inserta en cada orificio de inserción de imán 21a.

65

En este modo de realización, el número de imanes permanentes 22 es la mitad del número n de polos magnéticos del rotor 2 (n es un número par mayor que o igual a 4). El número n de polos magnéticos del rotor 2 es la suma total del número de polos magnéticos que funcionan como polos norte para el estator 3 y el número de polos magnéticos que funcionan como polos sur para el estator 3.

El núcleo de rotor 21 puede incluir una parte de puente como parte (específicamente, una parte de pared fina) de una placa fina (por ejemplo, láminas de acero electromagnéticas) formada entre el orificio de inserción de imán 21a y una superficie exterior (borde exterior) del rotor. 2. Esta parte de puente inhibe la aparición de flujo de fuga.

5 Sin embargo, el motor eléctrico 1 también puede ser un motor SPM (imán permanente de superficie). En este caso, no se forma ningún orificio de inserción de imán 21a en el núcleo de rotor 21 y el imán permanente 22 se une a la superficie exterior del núcleo de rotor 21 con respecto a una dirección radial.

10 El núcleo de rotor 21 se forma por una pluralidad de láminas de acero electromagnéticas. Cada lámina de acero electromagnética tiene un espesor de 0,2 mm a 0,5 mm, por ejemplo. Las láminas de acero electromagnéticas se apilan en dirección axial. Sin embargo, el núcleo de rotor 21 también se puede configurar como un núcleo de resina formado mezclando material magnético blando y resina conjuntamente en lugar de usar una pluralidad de láminas de acero electromagnéticas.

15 Una pluralidad de orificios de inserción de imán 21a se forman a intervalos iguales en la dirección circunferencial del núcleo de rotor 21. En este modo de realización, se forman cinco orificios de inserción de imán 21a en el núcleo de rotor 21. Cada orificio de inserción de imán 21a penetra en el núcleo de rotor 21 en dirección axial.

20 El orificio de inserción de eje rotatorio 21b se forma en una parte central del núcleo de rotor 21. El orificio de inserción de eje rotatorio 21b penetra en el núcleo de rotor 21 en dirección axial. El eje 23 se inserta en el orificio de inserción de eje rotatorio 21b.

25 El eje 23 se integra con el núcleo de rotor 21 por calafateo o usando resina termoplástica tal como PBT. La conformación de la resina termoplástica se ajusta apropiadamente dependiendo del propósito del motor eléctrico 1. En este caso, la resina termoplástica que es un material no magnético se vierte en el orificio de inserción de eje rotatorio 21b. Con esta configuración, se puede evitar que el flujo magnético que fluye desde el estator 3 a la segunda región R2 fluya hacia el interior del eje 23 y se pueden obtener adecuadamente las ventajas de la abertura 21c que se describirán más adelante.

30 Se inserta un imán permanente 22 en cada orificio de inserción de imán 21a. En el orificio de inserción de imán 21a, las partes alrededor del imán permanente 22 se rellenan con resina, por la que el imán permanente 22 se fija en el orificio de inserción de imán 21a. Sin embargo, también es posible fijar el imán permanente 22 por un procedimiento distinto al procedimiento de fijación usando resina. El imán permanente 22 es, por ejemplo, un imán de tierras raras que contiene neodimio o samario. El imán permanente 22 también puede ser un imán de ferrita que contiene hierro. El tipo de imán permanente 22 no se limita a los ejemplos de este modo de realización; el imán permanente 22 también se puede formar de un material diferente.

40 El imán permanente 22 en el orificio de inserción de imán 21a se ha magnetizado en dirección radial y, en consecuencia, el flujo magnético del rotor 2 fluye al estator 3. El imán permanente 22 forma un polo norte del rotor 2 (específicamente, un polo norte que funciona para el estator 3). Además, el imán permanente 22 (específicamente, el flujo magnético del imán permanente 22) forma un polo sur como un polo pseudomagnético del rotor 2 (específicamente, un polo sur que funciona para el estator 3) en la segunda región R2 que se describirá más adelante.

45 El núcleo de rotor 21 se divide en las primeras regiones R1 y las segundas regiones R2. En el ejemplo mostrado en las fig. 4 y fig. 5, cada primera región R1 es una región entre una línea recta e1 (primera línea recta) y una línea recta e2 (segunda línea recta) en un plano perpendicular a la dirección axial (a continuación en el presente documento denominado "plano xy"), y cada segunda región R2 es una región entre la línea recta e2 y una línea recta e3 en el plano xy.

50 Las líneas rectas e1, e2 y e3 son líneas límite entre una primera región R1 y una segunda región R2 en el plano xy. En el ejemplo mostrado en la fig. 5, las líneas rectas e1 y e2 definen una primera región R1 en el plano xy y las líneas rectas e2 y e3 definen una segunda región R2 en el plano xy.

55 La primera región R1 es una región que incluye un orificio de inserción de imán 21a y una abertura 21c. Por tanto, la primera región R1 forma un polo norte que funciona para el estator 3.

60 La segunda región R2 es una región adyacente a una primera región R1. A saber, la segunda región R2 es una región que no incluye ningún orificio de inserción de imán 21a. La segunda región R2 forma un polo sur que funciona para el estator 3.

65 La abertura 21c se forma dentro del orificio de inserción de imán 21a en dirección radial. Para mantener una rigidez suficiente del núcleo de rotor 21, se desea que la abertura 21c no se conecte con el orificio de inserción de imán 21a o el orificio de inserción de eje rotatorio 21b.

En cada abertura 21c, una anchura L1 de la abertura 21c es menor que una anchura L2 de la abertura 21c. Dicho

de otra forma, la anchura L2 es mayor que la anchura L1. La anchura L1 es una anchura máxima de la abertura 21c en una dirección perpendicular a la dirección radial (primera anchura máxima). La anchura L2 es una anchura máxima de la abertura 21c en la dirección radial (segunda anchura máxima).

5 En la primera región R1, la relación entre la anchura L1 de la abertura 21c y la anchura T1 del orificio de inserción de imán 21a satisface $1,5 < L1/T1$. Además, se desea que el rotor 2 satisfaga $L1/T1 < 7,5$. En este modo de realización, la anchura T1 es la anchura (anchura máxima) del orificio de inserción de imán 21a en la dirección radial, es decir, la anchura en un centro de polo magnético c1.

10 En la abertura 21c una parte saliente 21d como parte de una parte de extremo exterior en la dirección radial sobresale hacia afuera en la dirección radial. La parte saliente 21d de la abertura 21c coincide con el centro de polo magnético c1 en el plano xy. Por lo tanto, la distancia L3 de la abertura 21c al orificio de inserción de imán 21a es la más pequeña en el centro del polo magnético c1 del polo norte. La distancia L3 es la anchura de una parte de conexión, como parte del núcleo de rotor 21, formada entre la abertura 21c y el orificio de inserción de imán 21a, en la dirección radial. Específicamente, la distancia L3 es la distancia más corta de la parte saliente 21d al orificio de inserción de imán 21a.

15 En la primera región R1, la relación entre una anchura L4 de la abertura 21c y una anchura W1 del imán permanente 22 satisface $0 < L4/W1 < 0,2$. La anchura L4 es la anchura (anchura máxima) de la parte de extremo exterior de la abertura 21c en la dirección radial (específicamente, la parte saliente 21d) medida en la dirección perpendicular a la dirección radial. La anchura W1 es la anchura (anchura máxima) del imán permanente 22 en la dirección perpendicular a la dirección radial. La anchura W1 del imán permanente 22 es menor que la anchura del orificio de inserción de imán 21a en la dirección perpendicular a la dirección radial en aproximadamente de 0,1 mm a 0,5 mm, por ejemplo. La anchura T1 del imán permanente 22 es menor que la anchura del orificio de inserción de imán 21a en dirección radial en aproximadamente de 0,1 mm a 0,5 mm, por ejemplo. En este caso, se desea que la anchura W1 del imán permanente 22 satisfaga $W1 > 5 \times T1$.

20 Como se muestra en la fig. 5, el ángulo formado por la línea recta e1 y la línea recta e2 en el plano xy es un ángulo θ_1 (primer ángulo), y el ángulo formado por la línea recta e2 y la línea recta e3 en el plano xy plano es un ángulo θ_2 (segundo ángulo). En este caso, el rotor 2 (específicamente, el núcleo de rotor 21) satisface $(\theta_1 + \theta_2) \times n$ (n es un número entero mayor que o igual a 4) / 2 = 360 grados. Aquí, n es el número total de las primeras regiones R1 (específicamente, el número de las primeras regiones R1 en el núcleo de rotor 21) y las segundas regiones R2 (específicamente, el número de las segundas regiones R2 en el núcleo de rotor 21).

25 En este modo de realización, el número total de las primeras regiones R1 (el número de las primeras regiones R1 es 5) y las segundas regiones R2 (el número de las segundas regiones R2 es 5) es 10.

Las ventajas del rotor 2 se describirán a continuación.

30 La fig. 6 es un diagrama que muestra un flujo de flujo magnético f que fluye desde un estator 300 a un rotor 200 en un tipo estándar de motor síncrono de imán permanente como ejemplo comparativo.

35 Como se muestra en la fig. 6, en un rotor de tipo polo consecutivo, el flujo magnético f que fluye hacia un segundo polo magnético (correspondiente a la segunda región R2 en este modo de realización) es en general propenso a pasar a través de un primer polo magnético (correspondiente a la primera región R1 en este modo de realización). En consecuencia, el ruido tiende a incrementar en un motor eléctrico que emplea un rotor de tipo de polo consecutivo.

40 La fig. 7 es un diagrama que muestra un flujo de flujo magnético que fluye desde el estator 3 al rotor 2 en el motor eléctrico 1 de acuerdo con este modo de realización.

45 En este modo de realización, el rotor 2 satisface $L1 < L2$. Con esta configuración, en el rotor 2 como rotor de tipo polo consecutivo, se puede evitar que el flujo magnético que fluye desde el estator 3 a la segunda región R2 pase a través de la primera región R1. Como resultado, se puede reducir el ruido en el motor eléctrico 1 que emplea el rotor 2.

50 Como se describe anteriormente, al formar el rotor 2 para satisfacer $L1 < L2$, se puede evitar el incremento en el ruido. Por lo tanto, es deseable establecer la anchura L2 lo más grande posible. Sin embargo, cuando la distancia de la abertura 21c al orificio de inserción de imán 21a es demasiado corta, la permeancia del imán permanente 22 disminuye y la fuerza magnética del imán permanente 22 disminuye. Por tanto, en este modo de realización, el rotor 2 se forma de modo que la distancia L3 es la más pequeña en el centro de polo magnético c1 del polo norte. Con esta configuración, se puede evitar la disminución en la permeancia del imán permanente 22 y se puede evitar la disminución en la fuerza magnética del imán permanente 22. Como resultado, se puede evitar la disminución en la eficacia del motor eléctrico 1 (denominada también "eficacia de motor").

55 Además, ajustando la anchura L1 lo más grande posible en el estado en el que el rotor 2 satisface $L1 < L2$, se

puede incrementar la resistencia magnética de la abertura 21c. En consecuencia, se puede evitar que el flujo magnético que fluye desde el estator 3 a la segunda región R2 pase a través de la primera región R1 y se puede reducir el ruido del rotor 2. Sin embargo, es deseable determinar la anchura L1 de la abertura 21c teniendo en cuenta la anchura T1 del imán permanente 22.

5

La fig. 8 es un diagrama que muestra la relación entre la proporción L1/T1 de la anchura L1 de la abertura 21c con respecto a la anchura T1 del orificio de inserción de imán 21a y la fuerza de excitación del rotor 2 en la dirección radial.

10

Como se muestra en la fig. 8, la fuerza de excitación disminuye con el incremento en la proporción L1/T1. La disminución en la fuerza de excitación se satura cuando la proporción L1/T1 es mayor de 1,5. Por tanto, el ruido del motor eléctrico 1 se puede reducir cuando el rotor 2 satisface $1,5 < L1/T1$. Por otro lado, cuando la anchura L1 de la abertura 21c es mayor que la anchura (anchura máxima) del orificio de inserción de imán 21a en la dirección perpendicular a la dirección radial, la rigidez del núcleo de rotor 21 cae.

15

Por lo tanto, se desea que el rotor 2 satisfaga $1,5 < L1/T1 < 7,5$. Con esta configuración, se puede reducir el ruido del motor eléctrico 1 manteniendo al mismo tiempo una rigidez suficiente del núcleo de rotor 21.

20

La fig. 9 es un diagrama que muestra la relación entre la proporción L4/W1 de la anchura L4 de la abertura 21c con respecto a la anchura W1 del imán permanente 22 y el voltaje inductivo que se produce durante la rotación del rotor 2. El voltaje inductivo es proporcional a la magnitud de la fuerza magnética del imán permanente 22. Por tanto, la fig. 9 muestra la relación (tendencia) de la proporción L4/W1 y la magnitud de la fuerza magnética del imán permanente 22.

25

Como se muestra en la fig. 9, el voltaje inductivo disminuye con el incremento en la proporción L4/W1 (es decir, con el incremento en la anchura L4 con respecto a la anchura W1). Por tanto, con el incremento en la anchura L4, la permeancia del imán permanente 22 disminuye y la fuerza magnética del imán permanente 22 disminuye. En este modo de realización, el voltaje inductivo disminuye significativamente cuando la proporción L4/W1 excede 0,2.

30

Como se muestra en la fig. 9, la fuerza magnética del imán permanente 22 se puede mantener más suficientemente cuando la proporción L4/W1 es más cercana a cero. Por lo tanto, es deseable formar la parte saliente 21d en una conformación de arco.

35

En este modo de realización, el rotor 2 satisface $0 < L4/W1 < 0,2$ en la primera región R1. Con esta configuración, se puede evitar la disminución en la fuerza magnética del imán permanente 22.

El motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización incluye el rotor 2 y, por tanto, el motor eléctrico 1 tiene las ventajas descritas anteriormente.

40

Modificación

La fig. 10 es una vista ampliada que muestra esquemáticamente una estructura de una parte de un rotor 20 de un motor eléctrico de acuerdo con una modificación. La parte del rotor 20 mostrada en la fig. 10 corresponde a la parte del rotor 2 mostrada en la fig. 5.

45

En el rotor 20, la estructura de un núcleo de rotor 210 difiere de la del primer modo de realización. Específicamente, en cada primera región R1, el núcleo de rotor 210 tiene una pluralidad de aberturas (específicamente, las aberturas 24a, 24b y 24c). El resto de la estructura en el rotor 20 es la misma que la del rotor 2.

50

En el ejemplo mostrado en la fig. 10, en cada primera región R1, una pluralidad de aberturas, específicamente, la abertura 24a (primera abertura), la abertura 24b (segunda abertura) y la abertura 24c (tercera abertura) se forman en el núcleo de rotor 210. En cada primera región R1, las aberturas 24a, 24b y 24c se forman dentro del orificio de inserción de imán 21a en la dirección radial. Por tanto, cada primera región R1 es una región que incluye un orificio de inserción de imán 21a y una pluralidad de aberturas (específicamente, las aberturas 24a, 24b y 24c).

55

La abertura 24a se forma en paralelo con el centro de polo magnético c1 en el plano xy. En otras palabras, la abertura 24a se extiende en dirección radial. Las aberturas 24b y 24c son adyacentes a la abertura 24a. Las aberturas 24a, 24b y 24c están en paralelo entre sí.

60

Una anchura L6 (anchura máxima) de la abertura 24a en la dirección radial difiere de una anchura L7 (anchura máxima) de la abertura 24b en la dirección radial y una anchura L8 (anchura máxima) de la abertura 24c en la dirección radial. En el ejemplo mostrado en la fig. 10, la anchura L6 es mayor que las anchuras L7 y L8. Es decir, en la primera región R1, la anchura L6 es la mayor entre las anchuras en la dirección radial. En el ejemplo mostrado en la fig. 10, la anchura L7 de la abertura 24b y la anchura L8 de la abertura 24c son iguales entre sí. Sin embargo, la anchura L7 de la abertura 24b y la anchura L8 de la abertura 24c también se pueden configurar para que difieran entre sí.

65

Una anchura L5 (anchura máxima) de la abertura 24a en la dirección perpendicular a la dirección radial difiere de una anchura L9 (anchura máxima) de la abertura 24b en la dirección perpendicular a la dirección radial y una anchura L10 (anchura máxima) de la abertura 24c en la dirección perpendicular a la dirección radial. En el ejemplo
 5 mostrado en la fig. 10, la anchura L5 es mayor que las anchuras L9 y L10. Es decir, en la primera región R1, la anchura L5 es la mayor entre las anchuras en la dirección perpendicular a la dirección radial. En el ejemplo mostrado en la fig. 10, la anchura L9 de la abertura 24b y la anchura L10 de la abertura 24c son iguales entre sí. Sin embargo, la anchura L9 de la abertura 24b y la anchura L10 de la abertura 24c también se pueden configurar para que difieran entre sí.

10 La anchura L6 es mayor que las anchuras L5, L9 y L10. La anchura L7 es mayor que las anchuras L5, L9 y L10.

La distancia más corta L11 de la abertura 24a al orificio de inserción de imán 21a y la distancia más corta L12 de la
 15 abertura 24b al orificio de inserción de imán 21a difieren entre sí. Específicamente, la distancia más corta L11 es más corta que la distancia más corta L12. En el ejemplo mostrado en la fig. 10, la distancia más corta L12 de la abertura 24b al orificio de inserción de imán 21a y la distancia más corta de la abertura 24c al orificio de inserción de imán 21a son las mismas entre sí. Por tanto, la distancia más corta L11 es la más corta entre las distancias de las aberturas 24a, 24b y 24c al orificio de inserción de imán 21a. Sin embargo, la distancia más corta L12 de la
 20 abertura 24b al orificio de inserción de imán 21a y la distancia más corta de la abertura 24c al orificio de inserción de imán 21a también se pueden establecer para que difieran entre sí. Se desea que las distancias más cortas L11 y L12 sean mayores que el espesor de la lámina de acero electromagnética usada para formar el núcleo de rotor 210, por ejemplo.

La relación entre la suma S1 de las anchuras máximas de la pluralidad de aberturas (aberturas 24a, 24b y 24c en la
 25 fig. 10) en la dirección perpendicular a la dirección radial y la anchura T1 del orificio de inserción de imán 21a satisface $1,5 < S1/T1$. La suma S1 de las anchuras máximas es la suma de la anchura máxima de la abertura 24a en la dirección perpendicular a la dirección radial (la anchura L5 en la fig. 10), la anchura máxima de la abertura 24b en la dirección perpendicular a la dirección radial dirección (la anchura L9 en la fig. 10), y la anchura máxima de la abertura 24c en la dirección perpendicular a la dirección radial (la anchura L10 en la fig. 10).

30 Las ventajas del rotor 20 del motor eléctrico de acuerdo con la modificación se describirán a continuación.

En un rotor de tipo polo consecutivo, cuando la abertura 21c se forma en el núcleo de rotor 21 como se muestra en
 la fig. 4 y 5, por ejemplo, se puede evitar que el flujo magnético que fluye desde el estator 3 a la segunda región R2
 35 pase a través de la primera región R1. Como resultado, se puede reducir el ruido en el rotor 2.

Sin embargo, en el caso donde cada primera región R1 tiene solo una abertura 21c, no es fácil ajustar el volumen
 de la abertura 21c. Por ejemplo, cuando el eje 23 se fija en el orificio de inserción de eje rotatorio 21b inyectando
 40 resina en el orificio de inserción de eje rotatorio 21b, existen casos donde la resina fluye también a la abertura 21c. En dichos casos, la estructura del rotor 2 se desequilibra cuando la abertura 21c no se llena uniformemente con la resina. Como resultado, existen casos donde el ruido del motor eléctrico 1 no se reduce suficientemente.

En esta modificación, se forman una pluralidad de aberturas (es decir, aberturas 24a, 24b y 24c) en cada primera
 45 región R1. En consecuencia, cuando se forman las aberturas 24a, 24b y 24c en el núcleo de rotor 210, resulta fácil el ajuste del volumen de las aberturas en la primera región R1. Por tanto, cuando el eje 23 se fija en el orificio de inserción de eje rotatorio 21b inyectando resina en el orificio de inserción de eje rotatorio 21b, por ejemplo, las aberturas 24a, 24b y 24c se pueden rellenar uniformemente con la resina. En consecuencia, se puede obtener el equilibrio apropiado de la estructura del rotor 20 y se pueden obtener las mismas ventajas que las descritas en el primer modo de realización (por ejemplo, disminución en el ruido del motor eléctrico 1).

En el rotor 20, la distancia más corta L11 es más corta que la distancia más corta L12. Es decir, la distancia más
 50 corta L11 es la más corta entre las distancias de las aberturas 24a, 24b y 24c al orificio de inserción de imán 21a. Por lo tanto, la conformación general de la pluralidad de aberturas (específicamente, las aberturas 24a, 24b y 24c) en la primera región R1 se forma de modo que una parte central en la dirección perpendicular a la dirección radial sobresale hacia afuera en la dirección radial de forma similar a la abertura 21c descrita en el primer modo de
 55 realización. Con esta configuración, se puede evitar que el flujo magnético que fluye desde el estator 3 a la segunda región R2 pase a través de la primera región R1. En consecuencia, se puede evitar la disminución de la fuerza magnética del imán permanente 22 y se puede reducir el ruido en el motor eléctrico, incluyendo el rotor 20.

La relación entre la proporción $S1/T1$ y la fuerza de excitación del rotor 2 en la dirección radial es la misma que la
 60 relación (tendencia) mostrada en la fig. 8. Es decir, cuando el rotor 20 satisface $1,5 < S1/T1$, la disminución en la fuerza de excitación del rotor 20 se satura de forma similar al primer modo de realización. Por tanto, el ruido del motor eléctrico 1 se puede reducir cuando el rotor 20 satisface $1,5 < S1/T1$. Además, se desea que el rotor 20 satisfaga $1,5 < S1/T1 < 7,5$. Con esta configuración, el ruido del motor eléctrico de acuerdo con la modificación se puede reducir mientras se mantiene una rigidez suficiente del núcleo de rotor 210.

65 El motor eléctrico de acuerdo con la modificación incluye el rotor 20 y, por tanto, el motor eléctrico de acuerdo con

la modificación tiene las ventajas descritas anteriormente.

Segundo modo de realización

5 Un acondicionador de aire 50 de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención se describirá a continuación.

La fig. 11 es un diagrama que muestra esquemáticamente una configuración del acondicionador de aire 50 de acuerdo con el segundo modo de realización de la presente invención.

10 El acondicionador de aire 50 (por ejemplo, acondicionador de aire de refrigeración) de acuerdo con el segundo modo de realización incluye una unidad interior 51 como soplador (primer soplador), tubería de refrigerante 52 y una unidad exterior 53 como soplador (segundo soplador) conectada a la unidad interior 51 por la tubería de refrigerante 52.

15 La unidad interior 51 incluye un motor eléctrico 51a (por ejemplo, el motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización), una unidad de soplador 51b que se acciona por el motor eléctrico 51a y de este modo expulsa aire, y un alojamiento 51c que cubre el motor eléctrico 51a y la unidad de soplador 51b. La unidad de soplador 51b incluye, por ejemplo, una pala 51d accionada por el motor eléctrico 51a. Por ejemplo, la pala 51d se fija a un eje del motor eléctrico 51a (por ejemplo, el eje 23) y genera una corriente de aire.

20 La unidad exterior 53 incluye un motor eléctrico 53a (por ejemplo, el motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización), una unidad de soplador 53b, un compresor 54 y un intercambiador de calor (no mostrado). La unidad de soplador 53b se acciona por el motor eléctrico 53a y de este modo expulsa aire. La unidad de soplador 53b incluye, por ejemplo, una pala 53d accionada por el motor eléctrico 53a. Por ejemplo, la pala 53d se fija a un eje del motor eléctrico 53a (por ejemplo, el eje 23) y genera una corriente de aire. El compresor 54 incluye un motor eléctrico 54a (por ejemplo, el motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización), un mecanismo de compresión 54b (por ejemplo, circuito de refrigerante) accionado por el motor eléctrico 54a, y un alojamiento 54c que cubre el motor eléctrico 54a y el mecanismo de compresión 54b.

30 En el acondicionador de aire 50, al menos una de la unidad interior 51 o la unidad exterior 53 incluye el motor eléctrico 1 descrito en el primer modo de realización (incluyendo la modificación). Específicamente, el motor eléctrico 1 descrito en el primer modo de realización se emplea para al menos uno del motor eléctrico 51a o el motor eléctrico 53a como fuente de accionamiento para la unidad de soplador. Además, también es posible emplear el motor eléctrico 1 descrito en el primer modo de realización (incluyendo la modificación) como el motor eléctrico 54a del compresor 54.

35 El acondicionador de aire 50 puede realizar una operación de enfriamiento expulsando aire frío desde la unidad interior 51, una operación de calentamiento expulsando aire caliente o similares, por ejemplo. En la unidad interior 51, el motor eléctrico 51a es una fuente de accionamiento para accionar la unidad de soplador 51b. La unidad de soplador 51b puede expulsar aire acondicionado.

40 Con el acondicionador de aire 50 de acuerdo con el segundo modo de realización, se pueden obtener las mismas ventajas que las descritas en el primer modo de realización ya que el motor eléctrico 1 descrito en el primer modo de realización (incluyendo la modificación) se emplea para al menos uno del motor eléctrico 51a o el motor eléctrico 53a. En consecuencia, se puede reducir el ruido del aire acondicionado 50.

45 Además, usando el motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización (incluyendo la modificación) como fuente de accionamiento de un soplador (por ejemplo, la unidad interior 51), se pueden obtener las mismas ventajas que las descritas en el primer modo de realización. En consecuencia, se puede reducir el ruido del soplador. Un soplador que incluye el motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización y una pala (por ejemplo, la pala 51d o 53d) accionada por el motor eléctrico 1 se puede usar independientemente como dispositivo para expulsar aire. Este soplador también se puede emplear para equipos distintos del acondicionador de aire 50.

50 Además, usando el motor eléctrico 1 de acuerdo con el primer modo de realización (incluyendo la modificación) como fuente de accionamiento del compresor 54, se pueden obtener las mismas ventajas que las descritas en el primer modo de realización. En consecuencia, se puede reducir el ruido del compresor 54.

55 El motor eléctrico 1 descrito en el primer modo de realización se puede montar no solo en el acondicionador de aire 50 sino también en equipos que tienen una fuente de accionamiento, tal como un ventilador, un electrodoméstico y una herramienta de máquina.

60 Los rasgos característicos en los modos de realización (incluyendo la modificación) descritos anteriormente se pueden combinar apropiadamente entre sí.

65 **Descripción de caracteres de referencia**

ES 2 978 013 T3

1, 51a, 54a: motor eléctrico, 2: rotor, 3: estator, 21: núcleo de rotor, 21a: orificio de inserción de imán, 21b: orificio de inserción de eje rotatorio, 21c: abertura, 21d: parte saliente, 22: imán permanente, 23: eje, 31: núcleo de estator, 32: bobina, 33: aislante, 50: acondicionador de aire, 51: unidad interior, 51d, 53d: pala, 52: tubería de refrigerante, 53: unidad exterior, 54: compresor, 54b: mecanismo de compresión.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor de tipo polo consecutivo (2) que incluye un primer polo magnético y un segundo polo magnético, que comprende:
- 5 un núcleo de rotor (21) que incluye un orificio de inserción de imán (21a) y una abertura (21c) localizada aparte del orificio de inserción de imán (21a) hacia adentro en dirección radial; y
- 10 un imán permanente (22) insertado en el orificio de inserción de imán (21a) y que forma el primer polo magnético, en el que
- la abertura (21c) incluye una parte saliente (21d) que es parte de una parte de extremo exterior de la abertura (21c) en la dirección radial que sobresale hacia afuera en la dirección radial,
- 15 la parte saliente (21d) coincide con un centro de polo magnético (c1) del primer polo magnético en un plano perpendicular a una dirección axial,
- una primera anchura máxima de la abertura (21c) en una dirección perpendicular a la dirección radial en el plano perpendicular a la dirección axial es más pequeña que una segunda anchura máxima de la abertura (21c) en la dirección radial, y
- 20 una distancia (L3) de la abertura (21c) al orificio de inserción de imán (21a) es más pequeña en el centro del polo magnético (c1) del primer polo magnético.
- 25 2. El rotor de tipo polo consecutivo (2) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el rotor de tipo polo consecutivo (2) satisface $1,5 < L1/T1$, donde L1 es la primera anchura máxima y T1 es una anchura del orificio de inserción de imán (21a) en dirección radial.
- 30 3. El rotor de tipo polo consecutivo (2) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el rotor de tipo polo consecutivo (2) satisface $L1/T1 < 7,5$.
4. El rotor de tipo polo consecutivo (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el rotor de tipo polo consecutivo (2) satisface $0 < L4/W1 < 0,2$, donde
- 35 L4 es una anchura de una parte de extremo exterior de la abertura (21c) en la dirección radial, siendo L4 la anchura medida en la dirección perpendicular a la dirección radial en el plano, y
- W1 es una anchura del imán permanente (22) en la dirección perpendicular a la dirección radial en el plano.
- 40 5. Un rotor de tipo polo consecutivo (20) que incluye un primer polo magnético y un segundo polo magnético, que comprende:
- un núcleo de rotor (210) que incluye un orificio de inserción de imán (21a) y una pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) localizadas aparte del orificio de inserción de imán (21a) hacia adentro en dirección radial; y
- 45 un imán permanente (22) insertado en el orificio de inserción de imán (21a), en el que
- el núcleo de rotor (210) se divide en una primera región (R1) y una segunda región (R2) adyacente a la primera región (R1), incluyendo la primera región (R1) el orificio de inserción de imán (21a) y la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) y formando el primer polo magnético, formando la segunda región (R2) el segundo polo magnético,
- 50 la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) se forman en la primera región (R1); en el que,
- 55 en un plano perpendicular a una dirección axial, una primera abertura (24a) de la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) se localiza en una parte central en una dirección perpendicular a la dirección radial entre la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c); en el que,
- 60 la primera abertura (24a) es la más cercana al imán permanente (22) entre la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c),
- una distancia más corta (L11) de la primera abertura (24a) de la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) al orificio de inserción de imán (21a) es más corta que una distancia más corta (L12) de una segunda abertura (24b) de la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) al orificio de inserción de imán (21a),
- 65 una anchura máxima (L6) de la primera abertura (24a) en la dirección radial es mayor que una anchura

- máxima (L5) de la primera abertura (24a) en la dirección perpendicular a la dirección radial en el plano perpendicular a la dirección axial, y
- 5 la distancia más corta (L11) de la primera abertura (24a) de la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) al orificio de inserción de imán (21a) es la más corta entre las distancias de la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) al orificio de inserción de imán (21a).
6. El rotor de tipo polo consecutivo (20) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el rotor de tipo polo consecutivo (20) satisface $(\theta_1 + \theta_2) \times n/2 = 360$ grados, donde
- 10 una primera línea recta (e1) y una segunda línea recta (e2) son dos líneas rectas que definen la primera región (R1) en un plano perpendicular a una dirección axial,
- 15 la segunda recta (e2) y una tercera recta (e3) son dos líneas rectas que definen la segunda región (R2) en el plano,
- θ_1 es un ángulo formado por la primera línea recta (e1) y la segunda línea recta (e2) en el plano,
- 20 θ_2 es un ángulo formado por la segunda línea recta (e2) y la tercera línea recta (e3) en el plano, y
- n es un número total de la primera y segunda regiones (R1, R2), en el que n es un número par mayor que o igual a 4.
7. El rotor de tipo polo consecutivo (20) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que la anchura máxima (L6) de la primera abertura (24a) en la dirección radial es mayor que una anchura máxima (L9) de la segunda abertura (24b) en la dirección perpendicular a la dirección radial en el plano.
8. El rotor de tipo polo consecutivo (20) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la anchura máxima (L6) de la primera abertura (24a) en la dirección radial es mayor que una anchura máxima (L7) de la segunda abertura (24b) en la dirección radial.
9. El rotor de tipo polo consecutivo (20) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el rotor de tipo polo consecutivo (20) satisface $1,5 < S1/T1$, donde S1 es una suma de anchuras máximas (L5, L9, L10) de la pluralidad de aberturas (24a, 24b, 24c) en la dirección perpendicular a la dirección radial en el plano y T1 es una anchura del orificio de inserción de imán (21a) en la dirección radial.
- 35 10. El rotor de tipo polo consecutivo (20) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el rotor de tipo polo consecutivo (20) satisface $S1/T1 < 7,5$.
- 40 11. Un motor eléctrico (1, 51a, 53a, 54a) que comprende:
- un estator (3); y
- 45 el rotor de tipo polo consecutivo (2, 20) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
12. Un compresor (54) que comprende:
- el motor eléctrico (54a) de acuerdo con la reivindicación 11; y
- 50 un mecanismo de compresión (54b) accionado por el motor eléctrico (54a).
13. Un soplador (51, 53) que comprende:
- el motor eléctrico (51a, 53a) de acuerdo con la reivindicación 11; y
- 55 una pala (51d, 53d) accionada por el motor eléctrico (51a, 53a).
14. Un acondicionador de aire (50) que comprende:
- 60 una unidad interior (51); y
- una unidad exterior (53) conectada a la unidad interior (51), en el que
- 65 al menos una de la unidad interior (51) o la unidad exterior (53) incluye el motor eléctrico (51a, 53a) de acuerdo con la reivindicación 11.

FIG. 1

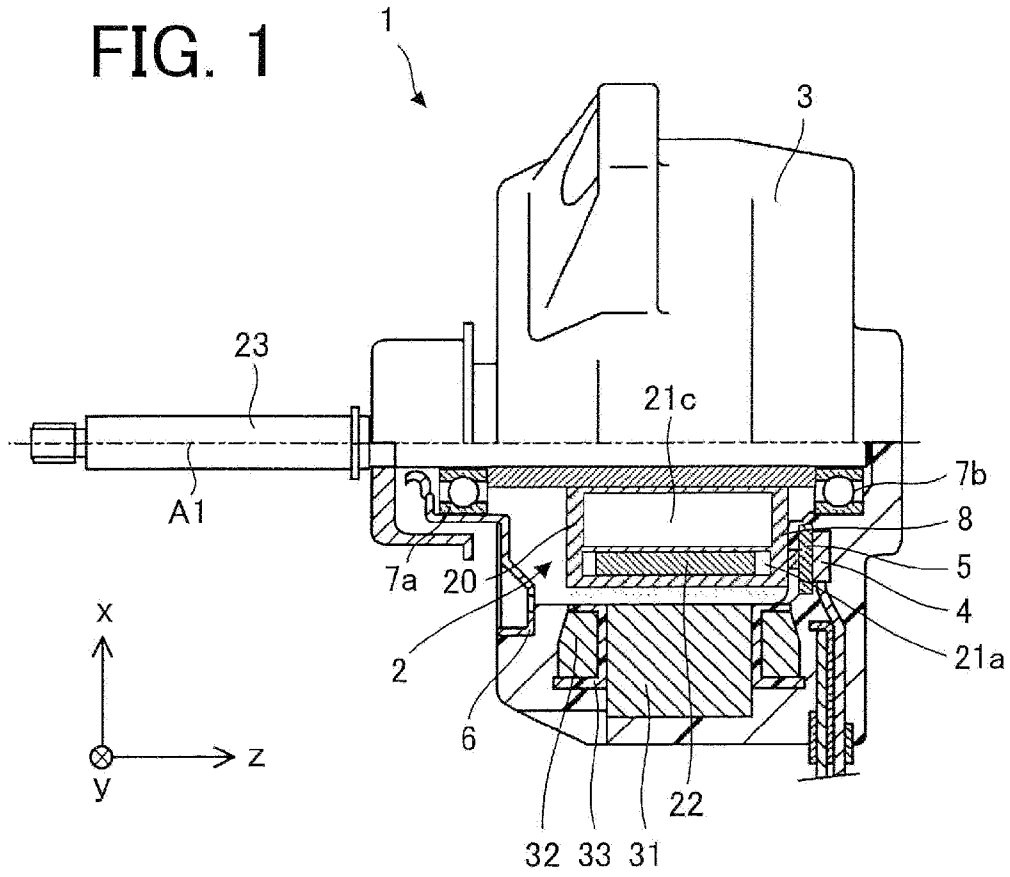


FIG. 2

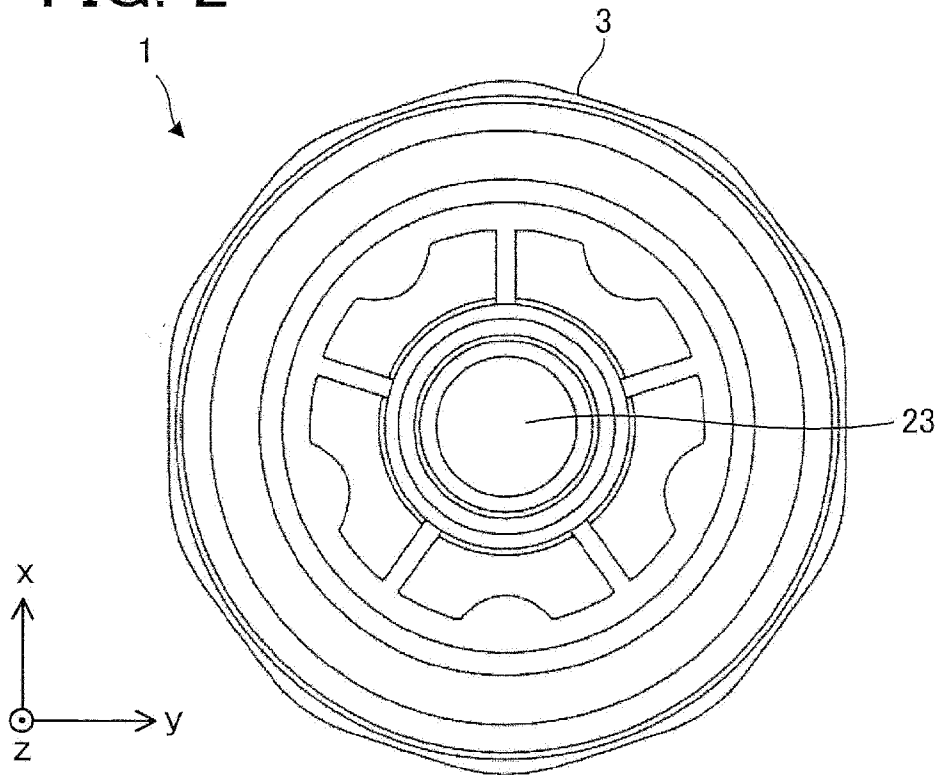


FIG. 4

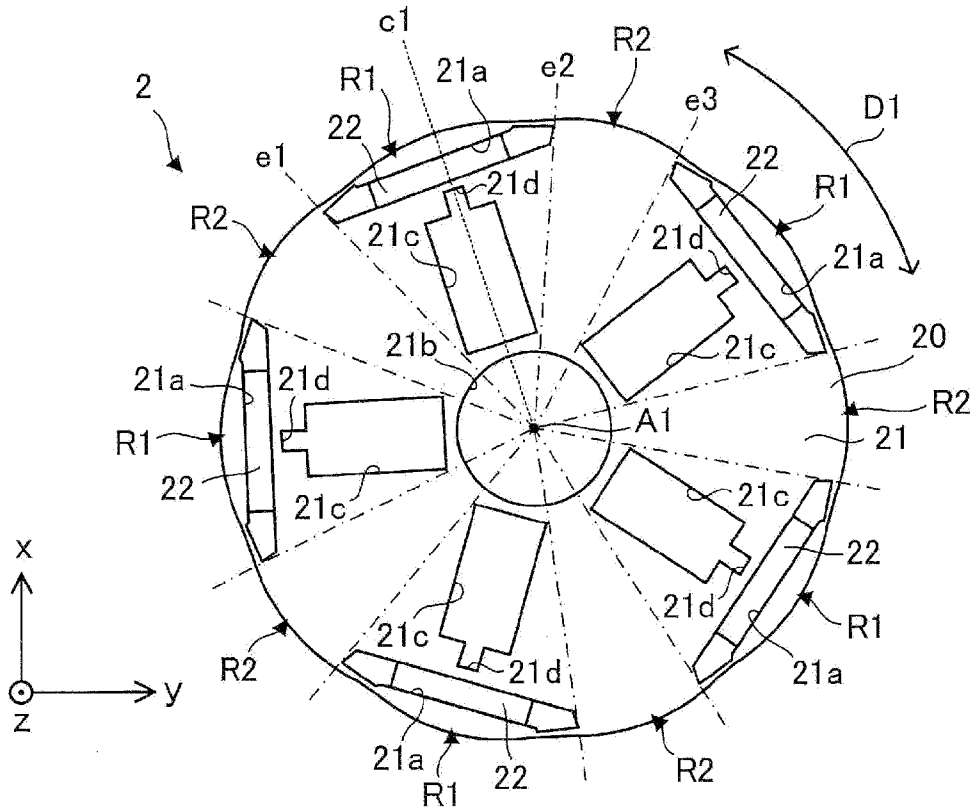


FIG. 5

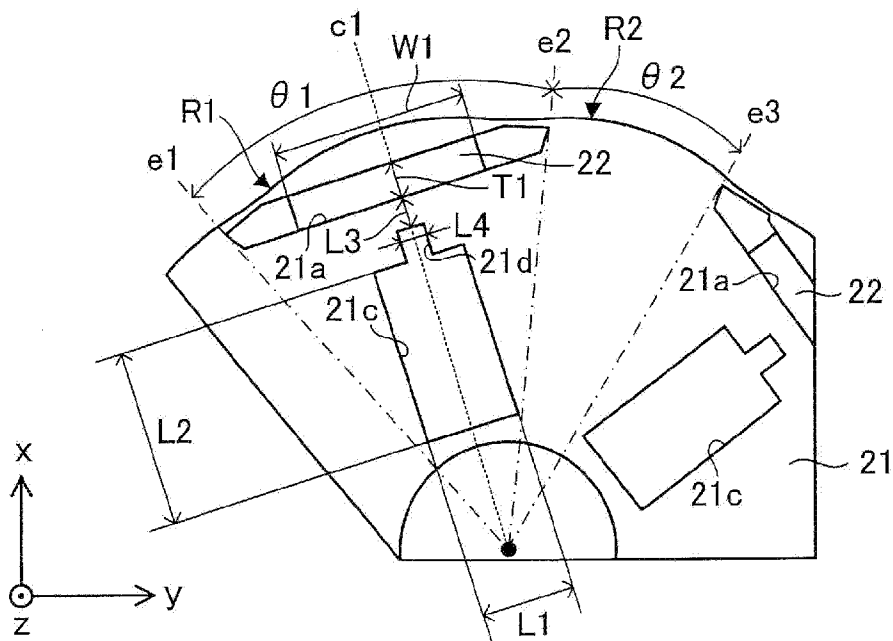


FIG. 6

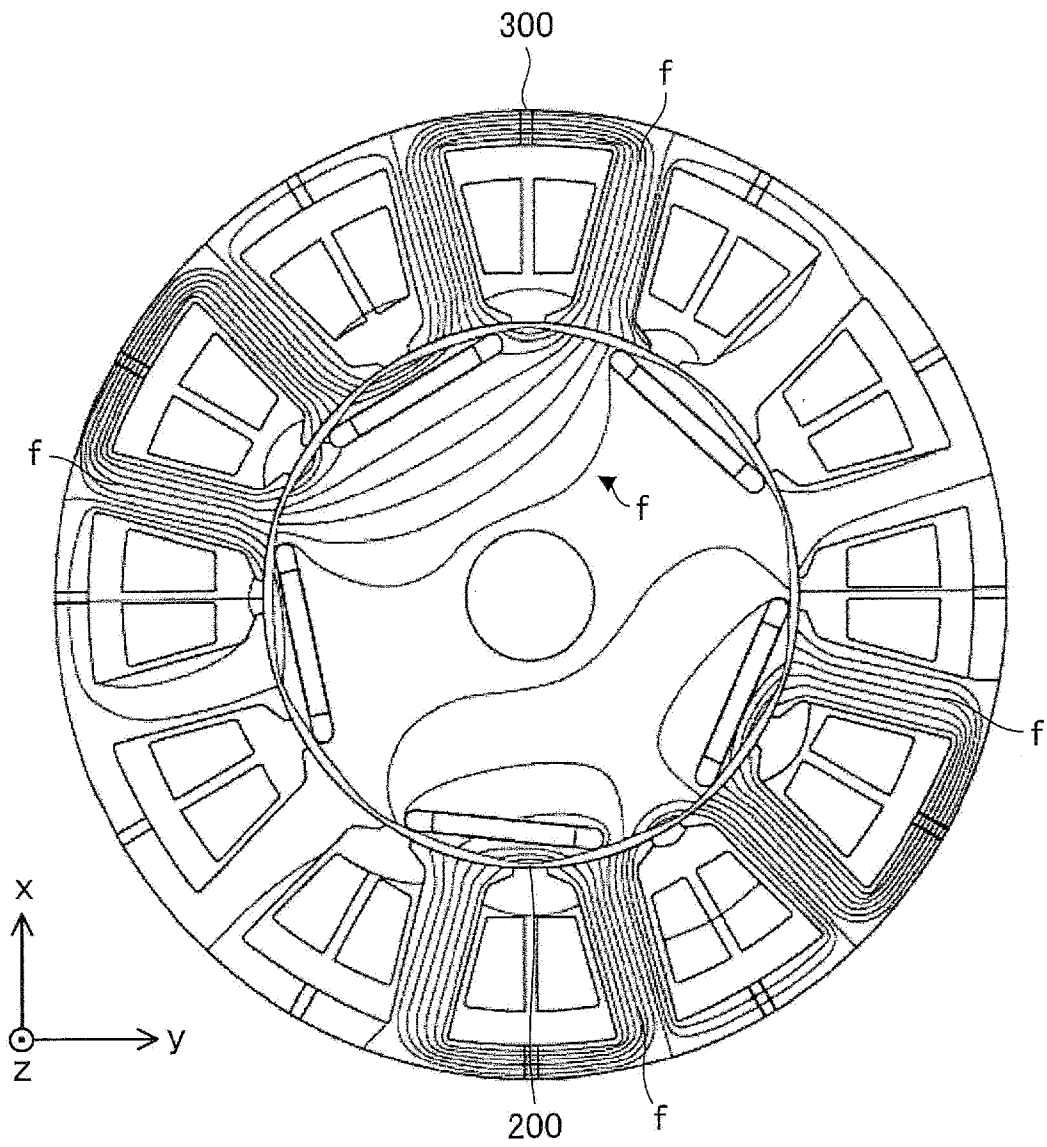


FIG. 7

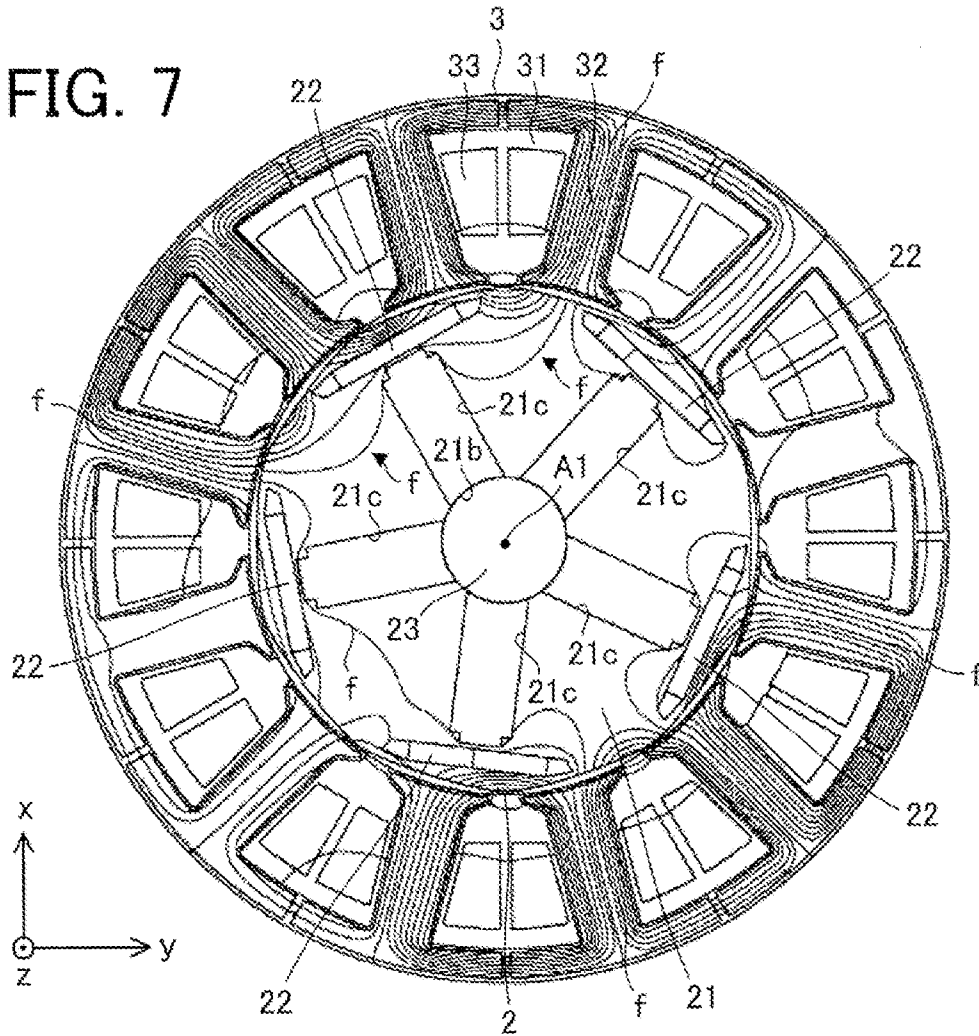


FIG. 8

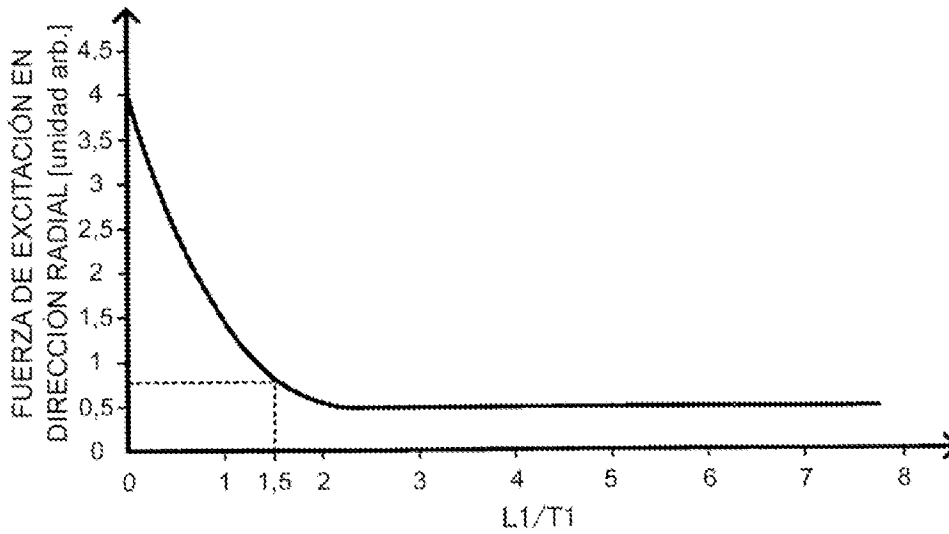


FIG. 9

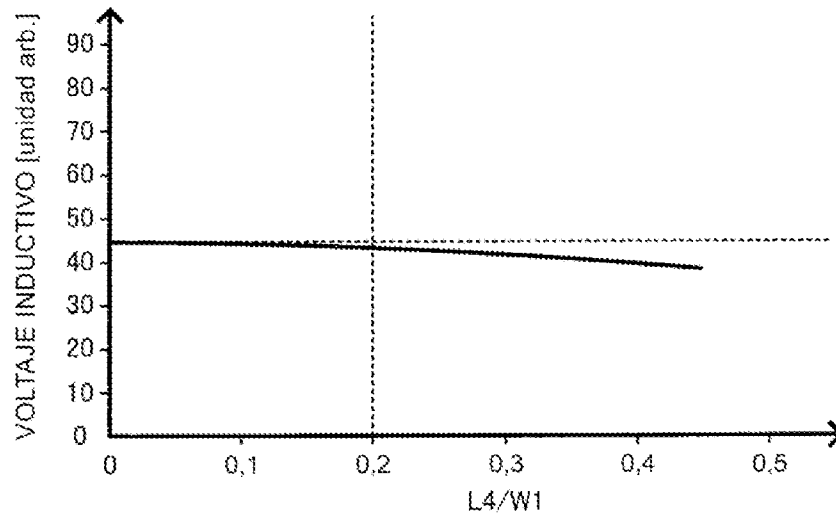


FIG. 10

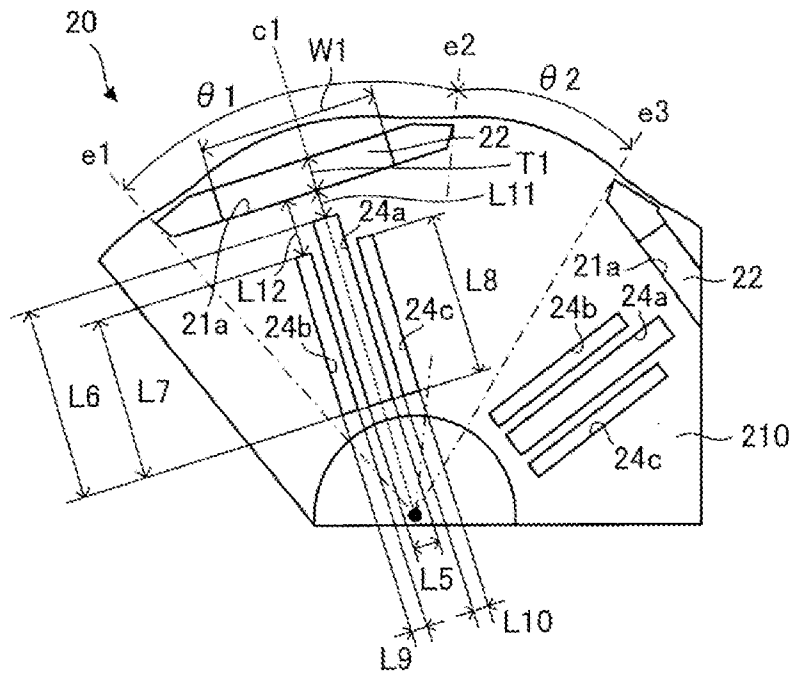


FIG. 11

