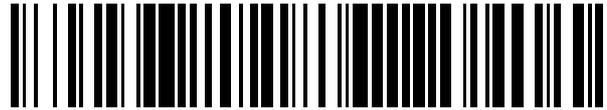


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 387**

51 Int. Cl.:

H02K 1/27 (2006.01)
F04B 39/00 (2006.01)
F04D 29/00 (2006.01)
H02K 21/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.07.2013 PCT/JP2013/069117**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14050261**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2013 E 13841583 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017 EP 2903137**

54 Título: **Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial, soplador, compresor y acondicionador de aire**

30 Prioridad:

26.09.2012 JP 2012212014

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.08.2017

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building, 4-12, Nakazaki-Nishi 2-
chome, Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**NAKAMASU, SHIN y
ASANO, YOSHINARI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 628 387 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

Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial, soplador, compresor y acondicionador de aire

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una máquina eléctrica rotatoria, y más particularmente, a una denominada máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial. La máquina eléctrica rotatoria puede emplearse como una fuente de accionamiento para un compresor que comprime refrigerante y para un soplador en un acondicionador de aire, por ejemplo.

Técnica anterior

Una denominada máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial incluye un campo que rota sobre un eje de rotación, y un inducido orientado hacia el campo a través de un entrehierro cilíndrico en una dirección vertical al eje de rotación. El campo incluye, por ejemplo, un imán permanente y el inducido orientado al imán permanente a través del entrehierro cilíndrico. El inducido incluye dientes y una bobina de inducido enrollada de manera concentrada alrededor de los dientes.

Para satisfacer tanto la reducción en una carga medioambiental, tal como el calentamiento global, como la realización de un entorno habitable conveniente y cómodo, se aumenta adicionalmente el requisito de mejorar la eficiencia con respecto a una máquina eléctrica rotatoria, especialmente un motor eléctrico.

Por otra parte, el coste de las materias primas también aumenta, y existe una realidad extremadamente severa del requisito de reducción de costes de la máquina eléctrica rotatoria.

Para realizar una máquina eléctrica rotatoria compacta y eficiente que sea capaz de satisfacer ambos requisitos, una máquina eléctrica rotatoria que usa un imán permanente de alto rendimiento es la más predominante.

Cuando se usa una máquina eléctrica rotatoria de este tipo en diversos tipos de entornos, dependiendo de características de temperatura de unos imanes permanentes, un imán de ferrita tiene un problema de desmagnetización a baja temperatura, y un imán de neodimio-hierro-boro tiene un problema de desmagnetización a alta temperatura, por ejemplo.

En el caso del imán de neodimio-hierro-boro, por ejemplo, puede aumentarse la resistencia a la desmagnetización de un imán mejorando la coercitividad incluyendo disprosio y terbio. Sin embargo, estos elementos son raros y caros.

La resistencia a la desmagnetización también se mejora aumentando un grosor de un imán permanente. Sin embargo, el uso de un imán permanente grueso conduce a aumento de costes.

A continuación se indican como documentos de la técnica anterior que están asociados a la presente solicitud, los documentos de patente 1 a 9. Por ejemplo, el documento de patente 1 muestra una denominada configuración de tipo de rotor interno en la que un rotor está situado en las proximidades de un eje de rotación. Una culata está situada más cercana al eje de rotación que un imán permanente, y se proporciona un entrehierro hueco en la culata. Según el documento de patente 1, el flujo magnético que se produce mediante una bobina de inducido y que provoca la acción contraria del inducido no pasa a través del entrehierro hueco y por tanto, se impide que se produzca un circuito magnético que provoca la acción contraria del inducido. El flujo magnético que provoca la acción contraria del inducido actúa como campo de desmagnetización con respecto a un imán permanente.

El documento EP 0 544 310 A2 divulga una máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial que comprende: un campo que tiene imanes permanentes que forman un número predeterminado de polos magnéticos y que rota sobre un eje de rotación como centro; y un inducido orientado hacia los imanes permanentes a través de un entrehierro cilíndrico en una dirección perpendicular al eje de rotación y que tiene un número de dientes mayor que el número predeterminado y una bobina de inducido enrollada de manera concentrada alrededor de una parte de bobinado de los dientes, en la que el campo incluye además un anillo magnético que se proporciona en una posición más alejada del inducido que el imán permanente y que sirve como una culata trasera del imán permanente, el anillo magnético incluye un rebaje, del que un grosor en una dirección radial alrededor del eje de rotación como centro se hace localmente delgado en un centro de polo magnético que es un centro en una dirección circunferencial con respecto al eje de rotación de los polos magnéticos, en la que un grosor del anillo magnético en la dirección radial toma un valor constante excepto en las proximidades del centro de polo magnético.

Documentos de la técnica anterior**65 Documentos de patente**

Documento de patente 1: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 61-94548 (1986)

Documento de patente 2: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 11-146584 (1999)

5 Documento de patente 3: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2002-84690

Documento de patente 4: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2002-112479

10 Documento de patente 5: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2003-143788

Documento de patente 6: publicación de patente japonesa n.º 4004894

Documento de patente 7: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2004-104962

15 Documento de patente 8: publicación de patente japonesa n.º 3737492

Documento de patente 9: publicación de patente japonesa n.º 4065829

20 **Sumario de la invención**

Medios para resolver el problema

25 Sin embargo, en el documento de patente 1, una anchura de una de las partes en forma de puente entre los entrehierros huecos es extremadamente pequeña, y una anchura de la otra parte en forma de puente entre los entrehierros huecos es relativamente grande. Por tanto, existe una preocupación de que aumente una fluctuación de par motor cuando se acciona un rotor debido a esta naturaleza asimétrica.

30 Aunque una anchura en una parte en dirección radial entre una superficie periférica externa de la culata y el entrehierro hueco es la más pequeña en las proximidades de una posición central de un polo magnético, la parte en forma de puente tiene una parte ancha, y la culata se conecta con una anchura más grande en la ubicación más cercana al orificio central que el entrehierro hueco. Por tanto, la reducción en la resistencia magnética entre imanes permanentes adyacentes es pequeña, y el flujo magnético de desmagnetización no se reduce de manera efectiva.

35 Por otra parte, si se reduce la resistencia magnética de la culata reduciendo su permeabilidad magnética, se deterioran las características de par motor y la eficiencia de la máquina eléctrica rotatoria.

40 La presente invención se ha realizado a la vista de estos problemas, y un objeto de la presente invención es proporcionar una técnica para mejorar de manera económica la resistencia a la desmagnetización de un imán permanente sin deteriorar las características de par motor y las características de eficiencia.

Medios para resolver los problemas

45 Un primer aspecto de una máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial (9) según la presente invención incluye un campo (1) y un inducido (2). El campo incluye imanes permanentes (11) que forman un número predeterminado de polos magnéticos, y el campo rota sobre un eje de rotación (3). El inducido está orientado hacia los imanes permanentes a través de un entrehierro cilíndrico (4) en una dirección perpendicular al eje de rotación, e incluye un número de dientes (21) mayor que el número predeterminado de polos magnéticos, y una bobina de inducido (22) que está enrollada de manera concentrada alrededor de una parte de bobinado de los dientes.

50 El campo incluye además un anillo magnético (12) que se proporciona en una ubicación más alejada del imán permanente que el inducido y que sirve como una culata trasera del imán permanente.

55 El anillo magnético incluye un rebaje (121) que tiene un grosor en una dirección radial alrededor del eje de rotación como centro que se hace localmente delgado en un centro de polo magnético (110) que es un centro en una dirección circunferencial con respecto al eje de rotación de los polos magnéticos. Un grosor del anillo magnético en la dirección radial emplea un valor (T) constante en una ubicación excepto en las proximidades del centro de polo magnético. Un producto de una longitud (b) de una región delgada en la dirección circunferencial en la que el anillo magnético se hace lo más delgado en las proximidades del centro de polo magnético y un valor obtenido restando un grosor (t) de la región delgada en la dirección radial del valor constante se define como un primer valor; un producto del valor constante y un valor obtenido dividiendo una longitud del anillo magnético en la dirección circunferencial en el lado del imán permanente en la dirección circunferencial entre el número predeterminado de polos magnéticos se define como un segundo valor; y una razón (β) del primer valor con respecto al segundo valor es del 5% o más.

65 Según un segundo aspecto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial (9) según la presente invención, en el primer aspecto, una razón (α) de un grosor del anillo magnético en la dirección radial con respecto a

una anchura (W) de la parte de bobinado en la dirección circunferencial tal como se observa a partir del eje de rotación es de 0,3 o menos en el centro de polo magnético con respecto a la dirección circunferencial.

5 En un tercer aspecto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial (9) de la presente invención, en el primer aspecto, la razón (α) del grosor del anillo magnético en la dirección radial con respecto a la anchura (W) de la parte de bobinado en la dirección circunferencial tal como se observa a lo largo del eje de rotación es de 0,1 o más en el centro de polo magnético en la dirección circunferencial.

10 Según un cuarto aspecto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial (9) de la presente invención, en el primer aspecto, el anillo magnético tiene una configuración en la que una pluralidad de cuerpos magnéticos están conectados entre sí en la dirección circunferencial. Preferiblemente, cada uno de los cuerpos magnéticos que configuran el anillo magnético tiene una forma sustancialmente de arco, y el rebaje está situado en una parte en la que los cuerpos magnéticos están conectados entre sí.

15 En los aspectos primero a cuarto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial (9), una razón del número de dientes con respecto al número predeterminado es de 3/2, por ejemplo. El campo rota en el lado de una periferia externa del inducido, por ejemplo.

20 Los aspectos primero a cuarto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial (9) pueden emplearse para un soplador o un compresor. El soplador y el compresor pueden proporcionarse en un acondicionador de aire.

Efectos de la invención

25 Según el primer aspecto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial de la presente invención, el campo de desmagnetización aplicado al imán permanente se reduce cuando se aplica corriente sin reducir el flujo magnético de campo que se une con la bobina de inducido del imán permanente cuando no se aplica corriente y por tanto, se mejora la resistencia a la desmagnetización sin reducir el par motor. De manera adicional, un efecto para reducir la razón de desmagnetización se vuelve notable mejorando la resistencia magnética en la región delgada.

30 Según el segundo aspecto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial de la presente invención, se vuelve fácil controlar la resistencia a la desmagnetización usando una longitud de una región en la que el anillo magnético se vuelve localmente delgado.

35 Según el tercer aspecto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial de la presente invención, proporcionando el rebaje, es posible suprimir la reducción en la tensión inductiva.

40 Según una configuración deseable del cuarto aspecto de la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial de la presente invención, es posible mejorar además la resistencia magnética en una posición en la que se proporciona el rebaje.

Objetos, características, aspectos y logros de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

45 Las figuras 1 y 2 son vistas en sección que muestran una configuración de una máquina eléctrica rotatoria según una realización de la presente invención;

50 la figura 3 es una vista en sección que muestra una línea de flujo magnético que fluye a través de una máquina eléctrica rotatoria de una configuración convencional cuando no se aplica corriente;

la figura 4 es una vista en sección que muestra una línea de flujo magnético que fluye a través de la máquina eléctrica rotatoria según una realización de la presente invención cuando no se aplica corriente;

55 la figura 5 es una vista en sección que muestra una línea de flujo magnético que fluye a través de una máquina eléctrica rotatoria de una configuración convencional cuando se aplica corriente;

60 la figura 6 es una vista en sección que muestra una línea de flujo magnético que fluye a través de la máquina eléctrica rotatoria según una realización de la presente invención cuando se aplica corriente;

la figura 7 es una gráfica que muestra una relación entre corriente de desmagnetización y una razón de desmagnetización de un imán permanente;

65 la figura 8 es una gráfica que muestra una relación entre la corriente de desmagnetización y una razón relativa de desmagnetización;

la figura 9 es una gráfica que muestra una relación entre una razón α y un efecto de reducción de razón de desmagnetización ($c \approx b$);

5 la figura 10 es una gráfica que muestra una relación entre la razón α y el efecto de reducción de razón de desmagnetización ($c > b$);

la figura 11 es una gráfica que muestra una relación entre una longitud b y una cantidad de reducción de tensión inductiva;

10 la figura 12 es una gráfica que muestra una relación entre un efecto de reducción de razón de desmagnetización y una razón β ; y

la figura 13 es una vista en sección que muestra una configuración de un anillo magnético.

15 Descripción de la realización

<<Descripción de la configuración>>

20 La figura 1 es una vista en sección que muestra una configuración de máquina eléctrica rotatoria 9 según una realización de la presente invención. La figura 1 es una vista en sección que es perpendicular a un eje de rotación 3. La máquina eléctrica rotatoria 9, que incluye un campo 1 que rota sobre el eje de rotación 3 como un centro de rotación, y un inducido 2 orientado hacia el campo 1 a través de un entrehierro cilíndrico 4 en una dirección perpendicular al eje de rotación 3, tiene una configuración de tipo de entrehierro radial. En el presente documento, se muestra a modo de ejemplo una configuración de una denominada máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial de tipo de rotor externo en la que el campo 1 rota sobre un lado periférico externo del inducido 2.

25 El campo 1 incluye imanes permanentes 11 para formar un número predeterminado de polos magnéticos, y el inducido 2 está orientado hacia los imanes permanentes 11 a través de un entrehierro 4. El inducido 2 incluye dientes 21 y una bobina de inducido 22 que está enrollada de manera concentrada alrededor de los dientes 21.

30 Cada uno de los dientes 21 incluye una parte de bobinado 211 alrededor de la cual está enrollada la bobina de inducido 22, y una pestaña 212 que se extiende en una dirección circunferencial en un extremo de la parte de bobinado 211 en el lado del imán permanente 11.

35 La bobina de inducido 22 no implica un único alambre conductor que configura la bobina de inducido 22, sino que la bobina de inducido 22 implica un modo de alambre conductor que se enrolla de manera colectiva a menos que se indique de otra manera en la presente solicitud. Puede decirse lo mismo también en los dibujos. También se omiten en los dibujos una línea de comienzo de bobinado, una línea de fin de bobinado y una línea que conecta ambas líneas entre sí.

40 El número de dientes 21 es mayor que el número (el número predeterminado anteriormente descrito) de polos magnéticos. Por ejemplo, una razón del número de dientes 21 con respecto al número de polos magnéticos es de $3/2$. La figura 1 muestra que el número de dientes 21 es doce y el número de polos magnéticos es ocho.

45 En el presente documento, se muestra a modo de ejemplo un caso en el que un imán permanente 11 forma un polo magnético, y se proporcionan ocho imanes permanentes 11. Con respecto a esto, puede emplearse un imán de resina anular en lugar del imán permanente 11. En este caso, se forman alternativamente una parte magnetizada y una parte no magnetizada, y las partes magnetizadas corresponden a los imanes permanentes 11 mostrados en la figura 1.

50 El campo 1 incluye además un anillo magnético 12 que sirve como una culata trasera. Específicamente, el anillo magnético 12 se proporciona en una posición más alejada del inducido 2 que el imán permanente 11. Por ejemplo, el anillo magnético 12 puede estar formado por hojas de acero magnéticas laminadas.

55 Cada uno de los inducidos 2 incluye además un anillo 20 magnético que conecta los dientes 21 entre sí. Específicamente, el anillo 20 magnético se proporciona en una posición más alejada del campo 1 que los dientes 21.

60 La figura 2 es una vista en sección ampliada de una parte de la figura 1. El anillo magnético 12 incluye un rebaje 121 en el centro de polo magnético 110. El centro de polo magnético 110 es un centro del polo magnético en la dirección circunferencial del eje de rotación 3. Un grosor del rebaje 121 en una dirección radial alrededor del eje de rotación 3 como centro se hace delgado localmente.

65 Específicamente, cada uno de los rebajes 121 incluye una superficie inferior 123 y una superficie lateral 122. De la superficie lateral el anillo magnético 12 en la dirección radial, una superficie 120 que está más alejada del inducido 2 que el imán permanente 11, se extiende desde una posición en la que no se proporciona el rebaje 121 hasta la superficie inferior 123 a través de la superficie lateral 122. En una posición en la que se proporciona la superficie

inferior 123, el anillo magnético 12 tiene un grosor t en la dirección radial, y esto puede entenderse como un grosor del anillo magnético 12 en la dirección radial en el centro de polo magnético 110.

Como referencia futura, se introducen una longitud b de la superficie inferior 123 en la dirección circunferencial, una longitud c de una abertura del rebaje 121 en la dirección circunferencial, y una anchura W de la parte de bobinado 211 en la dirección circunferencial. La longitud b puede entenderse como una longitud circunferencial de una región delgada en la que el anillo magnético 12 se hace lo más delgado en las proximidades del centro de polo magnético 110. Esta región delgada es una parte del anillo magnético 12 en una posición en la que se proporciona la superficie inferior 123.

<<Influencia de rebaje 121 sobre el flujo magnético>>

Ambas figuras 3 y 4 muestran una línea de flujo magnético del flujo magnético de campo en una sección transversal que es perpendicular al eje de rotación 3 (véase la figura 1). En ambas figuras 3 y 4, se omiten ilustraciones de las bobinas de inducido 22 (véanse las figuras 1 y 2), y se muestra una línea de flujo magnético cuando no fluye corriente a través de las bobinas de inducido 22.

La figura 3 muestra un caso en el que el anillo magnético 12 no está dotado del rebaje 121, y la figura 4 muestra un caso en el que el anillo magnético 12 está dotado del rebaje 121. La figura 3 debe mostrar una línea de flujo magnético del flujo magnético de campo que fluye a través de una máquina eléctrica rotatoria de una configuración convencional.

Comparando las figuras 3 y 4 entre sí, se encuentra que el flujo magnético de campo que fluye desde el imán permanente 11 hasta los dientes 21 no se reduce aunque exista el rebaje 121. Es decir, aunque exista el rebaje 121, debido a que no se reduce el flujo magnético de campo que se une con la bobina de inducido 22, no se reduce el par motor.

Se espera que esto sea porque dado que el rebaje 121 se proporciona en el centro de polo magnético 110, el flujo magnético de campo desde el imán permanente 11 puede fluir a cualquiera de ambos lados del rebaje 121 en la dirección circunferencial.

Especialmente cuando una razón del número de dientes 21 con respecto al número de polos magnéticos es de $3/2$, haciendo referencia a la figura 1, uno de los dientes 21 (mostrado como diente 21a en la figura 1) que es opuesto a uno de los rebajes 121 (mostrado como rebaje 121a en la figura 1) es adyacente, en la dirección circunferencial, a uno de los dientes 21 (mostrado como diente 21d en la figura 1) que es opuesto a otro rebaje 121 (mostrado como rebaje 121d en la figura 1) al tiempo que se intercalan dos dientes 21 (mostrados como dientes 21b y 21c en la figura 1). Los dientes 21b y 21c están situados simétricamente en la dirección circunferencial con respecto al rebaje 121 (mostrado como rebaje 121b en la figura 1) que está intercalado por los rebajes 121a y 121d en la dirección circunferencial. Por tanto, también a partir de esta situación simétrica, se espera que la existencia del rebaje 121 no reduzca el flujo magnético de campo que se une con la bobina de inducido 22.

Ambas figuras 5 y 6 muestran una línea de flujo magnético en una sección transversal que es perpendicular al eje de rotación 3 (véase la figura 1). En ambas figuras 5 y 6, se omite la ilustración de las bobinas de inducido 22 (véanse las figuras 1 y 2), y se muestra una línea de flujo magnético del campo magnético (denominado "campo magnético de inducido", a continuación en el presente documento) generado por corriente que fluye a través de las bobinas de inducido 22.

Se muestra un caso en el que fluye corriente a través de las bobinas de inducido 22 en una dirección en la que se generan campos magnéticos de inducido de fase inversa en dientes 21 adyacentes. Por ejemplo, cuando la máquina eléctrica rotatoria 9 se acciona mediante CA trifásica, se generan campos magnéticos de inducido que tienen diferencia de fase de 120° o de 240° entre sí en los dientes 21 adyacentes. Por tanto, las figuras 3 y 4 muestran patrones en los que el campo magnético de inducido es el más propenso a fluir entre los dientes 21 adyacentes.

La figura 5 muestra un caso en el que el anillo magnético 12 no está dotado del rebaje 121, y la figura 6 muestra un caso en el que el anillo magnético 12 está dotado del rebaje 121. La figura 5 debe mostrar una línea de flujo magnético de campo magnético de inducido que fluye a través de una máquina eléctrica rotatoria de una configuración convencional.

Cuando la polaridad del campo magnético de inducido es opuesta a la del flujo magnético de campo, el campo magnético de inducido que fluye a través del imán permanente 11 funciona como campo magnético de desmagnetización. Por tanto, una ubicación en la que se saturan las líneas de flujo magnético en el imán permanente 11 mostrado en las figuras 5 y 6 puede entenderse como una ubicación en la que se hace notable la desmagnetización del imán permanente 11.

Cuando el rebaje 121 no se proporciona tal como se muestra en la figura 5, en el imán permanente 11 al que se oponen los dientes 21 (dientes 21 izquierdos en la figura 5: que corresponden al diente 21d en la figura 1), la

concentración de flujos magnéticos no es notable. Sin embargo, cuando un diente 21 (dientes 21 derechos en la figura 5: que corresponden al diente 21c en la figura 1) es opuesto a un extremo circunferencial del imán permanente 11, la concentración de flujos magnéticos se hace notable en el extremo circunferencial del imán permanente 11.

5 Por otra parte, en la configuración mostrada en la figura 6, la concentración de flujos magnéticos es moderada en el extremo circunferencial del imán permanente 11. Esto es deseable en cuanto a moderar la desmagnetización del imán permanente 11.

10 Tal como se describió anteriormente, según la máquina eléctrica rotatoria 9, no se reduce el flujo magnético de campo que se une con la bobina de inducido 22 del imán permanente 11 cuando no se aplica corriente, se reduce el campo magnético de desmagnetización aplicado al imán permanente 11 cuando se aplica corriente y por tanto, se mejora la resistencia a la desmagnetización sin deteriorar las características de par motor y las características de eficiencia.

15 Además, debido a que esta mejora se proporciona mediante la existencia del rebaje 121, esta mejora puede realizarse mediante una técnica económica.

20 La figura 7 es una gráfica que muestra a modo de ejemplo una relación entre corriente que genera el campo magnético de inducido (en el presente documento, esta corriente se define como "corriente de desmagnetización" mientras que se centra la atención en el efecto de desmagnetizar el imán permanente 11) y una razón de desmagnetización del imán permanente 11. Una línea curva g11 muestra una relación en esta realización, es decir, una relación entre la corriente de desmagnetización y una razón de desmagnetización cuando se proporciona el rebaje 121. Una línea curva g12 muestra una relación en una configuración convencional, es decir, una relación entre la corriente de desmagnetización y una razón de desmagnetización cuando no se proporciona el rebaje 121. Para comparar estas dos relaciones, se emplea "por unidad" (expresado como "p. u." en la figura 7) como unidades tanto de la corriente de desmagnetización como de la razón de desmagnetización.

30 Con respecto a esto, la razón de desmagnetización se define de la siguiente manera. La tensión inductiva obtenida accionando la máquina eléctrica rotatoria 9 a velocidad de rotación constante antes de aplicar la corriente de desmagnetización se define como V_1 , la tensión inductiva obtenida accionando la máquina eléctrica rotatoria 9 a la misma velocidad de rotación constante después de que el imán permanente 11 se desmagnetice una vez aplicando corriente de desmagnetización se define como V_2 , la razón de desmagnetización se obtiene mediante $(V_2/V_1 - 1)$, y esto se expresa mediante un método por unidad. En el presente documento, una razón de desmagnetización se define como -1 p.u. cuando la línea curva g12 tiene corriente de desmagnetización de 1 p.u.

35 Tal como resulta evidente a partir de la comparación entre las líneas curvas g11 y g12, proporcionar el rebaje 121 reduce la razón de desmagnetización. Es decir, puede encontrarse que se modera la desmagnetización del imán permanente 11.

40 La figura 8 es una gráfica que muestra una relación entre la corriente de desmagnetización y una razón relativa de desmagnetización. La línea curva g21 muestra una razón de un valor tomado por la línea curva g11 con respecto a un valor tomado por la línea curva g12 en la figura 7. Es decir, se indica que cuanto más pequeño es un valor tomado por la línea curva g21, más fuerte se vuelve un grado de efecto en el que se modera la desmagnetización del imán permanente 11 mediante el rebaje 121 (denominado "efecto de reducción de razón de desmagnetización", a continuación en el presente documento).

45 Cuando la corriente de desmagnetización es pequeña (menos que 0,4 p.u.), debido a que no se genera desmagnetización en el imán permanente 11 (razón de desmagnetización = 0 p.u.), no puede encontrarse el efecto de reducción de razón de desmagnetización producido por el rebaje 121. Sin embargo, cuando la corriente de desmagnetización es grande (0,4 p.u. o más), puede encontrarse que el efecto de reducción de razón de desmagnetización es grande.

50 Véase que la línea curva g21 toma un valor mínimo local alrededor de una ubicación en la que la corriente de desmagnetización se vuelve de 0,8 p.u. en la figura 8. Sin embargo, esto muestra que, tal como se muestra mediante la línea curva g12 en la figura 7, la contribución en la razón de desmagnetización de la corriente de desmagnetización se vuelve saturada cuando no se proporciona el rebaje 121, en lugar del efecto producido por el rebaje 121 dependiendo de la corriente de desmagnetización.

55 <<Forma preferible del rebaje 121>>

60 El rebaje 121 puede entenderse como una forma en la que se reduce un grosor radial del anillo magnético 12. Por tanto, se introduce una razón α de un grosor radial del anillo magnético 12 con respecto a una anchura W de los dientes 21. Tal como se describió anteriormente, el rebaje 121 tiene la superficie inferior 123, el anillo magnético 12 tiene el grosor radial t en la posición en la que se proporciona la superficie inferior 123, y el grosor radial puede entenderse como un grosor radial del anillo magnético 12 en el centro de polo magnético 110. Por tanto, α se vuelve

igual a t/W en la posición en la que se proporciona el rebaje 121.

Una razón α de este tipo se introduce debido al siguiente motivo. Con respecto a la resistencia magnética al flujo magnético que fluye entre el inducido 2 y el campo 1, la anchura W es dominante en el inducido 2, y un grosor del anillo magnético 12 es dominante en el campo 1. Por tanto, puede encontrarse que cuanto menor es la razón α , la resistencia magnética al flujo magnético que fluye entre el inducido 2 y el campo 1 recibe más intensamente la influencia de un grosor del anillo magnético 12.

En una posición en la que se proporciona el rebaje 121, es decir, en el centro de polo magnético 110, α es igual a t/W tal como se describió anteriormente. Por tanto, la razón α está fijada en esta posición y se tiene en cuenta, y a continuación se considerará un valor preferible de la razón α .

Ambas figuras 9 y 10 son gráficas que muestran una relación entre la razón α y el efecto de reducción de razón de desmagnetización. En el presente documento, una razón de desmagnetización cuando no se proporciona el rebaje 121 se define como $D1$, una razón de desmagnetización cuando se proporciona el rebaje 121 se define como $D2$, y el efecto de reducción de razón de desmagnetización se expresa mediante el porcentaje $(D1 - D2)/D1$.

La figura 9 muestra un caso en el que una longitud c circunferencial de la abertura del rebaje 121 se establece 0,1 [mm] más larga que la longitud b . Este caso corresponde a una configuración en la que la superficie lateral 122 es sustancialmente paralela a una dirección radial en la posición en la que se proporciona la superficie lateral 122, y se proporciona una redondez de radio de 0,05 [mm] entre el par de superficie lateral 122 y la superficie 120.

La figura 10 muestra un caso en el que la longitud c se establece más larga que un valor b en dos veces un valor $(T-t)$. Con respecto a esto, se introduce un grosor T radial (se emplea un valor constante excepto en las proximidades del centro de polo magnético 110: en el presente documento, aproximadamente de 5 a 6 [mm]) del anillo magnético 12 en una posición en la que no se proporciona el rebaje 121. En este caso, la superficie lateral 122 tiene una forma aproximadamente de arco en la que un ángulo de centro es de 90° entre la superficie inferior 123 y la superficie 120.

En la figura 9, las líneas curvas $g31$, $g32$, $g33$, $g34$ y $g35$ muestran la relación descrita anteriormente cuando la longitud b circunferencial de la superficie inferior 123 tiene valores de 0,25, 0,5, 2,0, 4,0 y 6,0 [mm], respectivamente.

En la figura 10, las líneas curvas $g41$, $g42$, $g43$, $g44$ y $g45$ muestran la relación descrita anteriormente cuando la longitud b circunferencial de la superficie inferior 123 toma valores de 0,25, 0,5, 2,0, 4,0 y 6,0 [mm], respectivamente.

Debido a que cuanto más grande es el valor de la longitud b , mayor es la influencia del rebaje 121 sobre la resistencia de flujo magnético, las líneas curvas $g31$, $g32$, $g33$, $g34$ y $g35$ aumentan en este orden, y las líneas curvas $g41$, $g42$, $g43$, $g44$ y $g45$ aumentan en este orden. Sin embargo, se encuentra que cada una de las líneas curvas no muestra tantos efectos si α es mayor que 0,3. También se encuentra que la influencia de la longitud c es pequeña.

En otras palabras, se encuentra que si la razón α en el centro de polo magnético 110 es de 0,3 o menor, se vuelve fácil controlar la resistencia a la desmagnetización usando el valor b .

La figura 11 es una gráfica que muestra una relación entre la longitud b y la cantidad de reducción de tensión inductiva que es una cantidad de reducción de par motor. En el presente documento, usando la tensión inductiva $V1$ descrita anteriormente, la cantidad de reducción de tensión inductiva expresa, en términos de porcentaje, $[(V1 \text{ cuando no se proporciona rebaje 121}) - (V1 \text{ cuando se proporciona rebaje 121})] / (V1 \text{ cuando no se proporciona el rebaje 121})$. A partir de los datos usados en las figuras 9 y 10, se representa gráficamente la figura 11 usando datos de que la razón α es de 0,05, 0,1 y 0,2, y se expresan mediante las líneas curvas $g53$, $g52$ y $g51$. Con respecto a esto, en puntos de origen, se añaden cuadrados negros a los casos en los que no se proporciona el rebaje 121.

Se encuentra que la línea curva $g53$ recibe de manera notable influencia de la longitud b en comparación con las líneas curvas $g52$ y $g51$, una cantidad de reducción de la tensión inductiva $V1$ es notablemente grande, y la cantidad de reducción de par motor se vuelve grande.

Por tanto, desde el punto de vista de reducción de la tensión inductiva $V1$ producida por la formación del rebaje 121, es decir, desde el punto de vista de suprimir la reducción de par motor, es deseable que la razón α en el centro de polo magnético 110 sea de 0,1 o más.

Además, ya que el rebaje 121 tiene una forma de manera que una parte del anillo magnético 12 tiene muescas, a medida que una región rodeada por el rebaje 121 se vuelve más amplia, el efecto de reducción de razón de desmagnetización se vuelve más alto. Por consiguiente, el valor $(T - t)$ descrito anteriormente se usa como tamaño radial de la región en la dirección radial, y la longitud b se emplea como tamaño de esta región en la dirección circunferencial. Un área de una región que tiene muescas del anillo magnético 12 por un polo magnético tal como se

observa a lo largo del eje de rotación 3 se estima mediante un primer valor $(T-t)b$.

5 Por otra parte, si no se proporciona el rebaje 121 un área del anillo magnético 12 por un polo magnético tal como se observa a lo largo del eje de rotación 3 se estima mediante un segundo valor $(L/G)T$. En este caso, se introducen una longitud L circunferencial del anillo magnético 12 en el lado del imán permanente 11 en la dirección circunferencial, y el número G de polos magnéticos.

10 Por consiguiente, cuanto mayor es una razón $\beta = [(T-t)b] / [(L/G)T]$ que es una tasa del primer valor con respecto al segundo valor, más notable se vuelve la contribución del rebaje 121 por un polo magnético. Es decir, cuanto mayor es la razón β , más alta se vuelve la resistencia magnética en la región delgada y el efecto de reducción de razón de desmagnetización se vuelve notable.

15 La figura 12 es una gráfica que muestra una relación entre el efecto de reducción de razón de desmagnetización y la razón β , y la razón β se muestra en términos de porcentaje.

En la figura 12 se emplean diversos valores como la razón α y las longitudes b y c . Sin embargo, se encuentra que, en general, cuando la razón β es del 5% o más, la variación en el efecto de reducción de razón de desmagnetización es pequeña y un grado del mismo también es notable.

20 A partir del motivo descrito anteriormente, la razón α es preferiblemente de 0,3 o menos (véanse las figuras 9 y 10) y es más preferiblemente de 0,1 o más (véase la figura 11). Es deseable que la razón β sea del 5% o más (véase la figura 12), pero desde el punto de vista descrito anteriormente, es deseable que se establezcan especificaciones de manera que la razón α se vuelva de 0,3 o menos.

25 <<Modificación>>

La figura 13 es una vista en sección que muestra el anillo magnético 12 que tiene una configuración en la que una pluralidad de cuerpos magnéticos 129 están conectados entre sí en la dirección circunferencial. En la figura 13, se aumentan adicionalmente las partes en las proximidades del rebaje 121 mostrado en la figura 2. Cada uno de los cuerpos magnéticos 129 tiene una forma sustancialmente de arco, por ejemplo.

30 Cuando la pluralidad de cuerpos magnéticos 129 están situados y conectados de esta manera, es deseable que una posición conectada de los mismos sea una posición en la que está situado el rebaje 121. Esto es porque la resistencia magnética en esta posición puede mejorarse adicionalmente.

35 Los extremos circunferenciales 128 de cada uno de los cuerpos magnéticos 129 tienen concavidad y convexidad, y los extremos circunferenciales 128 de los cuerpos magnéticos 129 adyacentes se ajustan entre sí. Esto es deseable en cuanto a la reducción del número de partes y reducción de costes.

40 Desde el punto de vista de la mejora de las propiedades de resistencia contra una fuerza centrífuga del campo 1 y la mejora de la rigidez mecánica, también es deseable adherir y unir los cuerpos magnéticos 129 entre sí y los imanes permanentes 11 mediante adhesivo (resina epóxica, por ejemplo).

45 De manera alternativa, pueden formarse en el anillo magnético 12 orificios huecos en los que se proporcionan los imanes permanentes 11, pueden inyectarse y moldearse imanes de unión en los orificios huecos, y los imanes permanentes 11 pueden fijarse al anillo magnético 12.

50 Además, el campo 1 completo puede moldearse con resina en un estado en el que los cuerpos magnéticos 129 se unen mecánicamente entre sí. Esto es deseable debido a que el anillo magnético 12 está restringido en cuanto a deformación cuando se acciona la máquina eléctrica rotatoria 9 o cuando se aplica una fuerza electromagnética.

Por supuesto, el objeto puede lograrse combinando estas técnicas de manera compuesta.

55 <<Aplicación en un acondicionador de aire>>

La máquina eléctrica rotatoria 9 puede aplicarse a un acondicionador de aire. Más específicamente, la máquina eléctrica rotatoria 9 se emplea en un compresor o un soplador incluido en el acondicionador de aire. El compresor funciona para comprimir refrigerante. El soplador funciona para enviar aire al intercambiador de calor que vaporiza o condensa refrigerante.

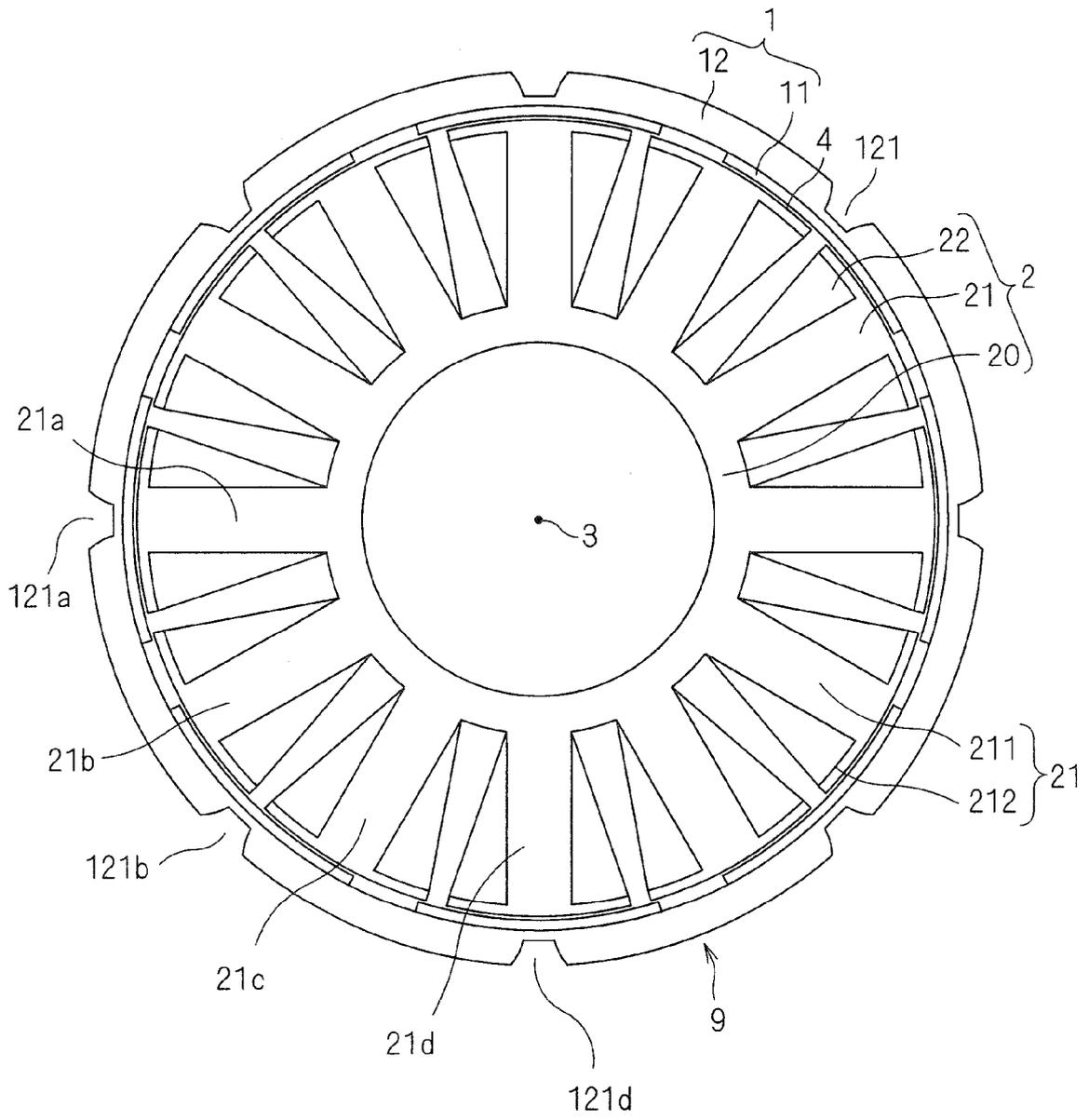
60 Aunque la presente invención se ha descrito en detalle, la anterior descripción es un ejemplo en todos los aspectos, y la presente invención no se limita al ejemplo. Debe observarse que numerosas modificaciones que no se muestran a modo de ejemplo pueden realizarse sin apartarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

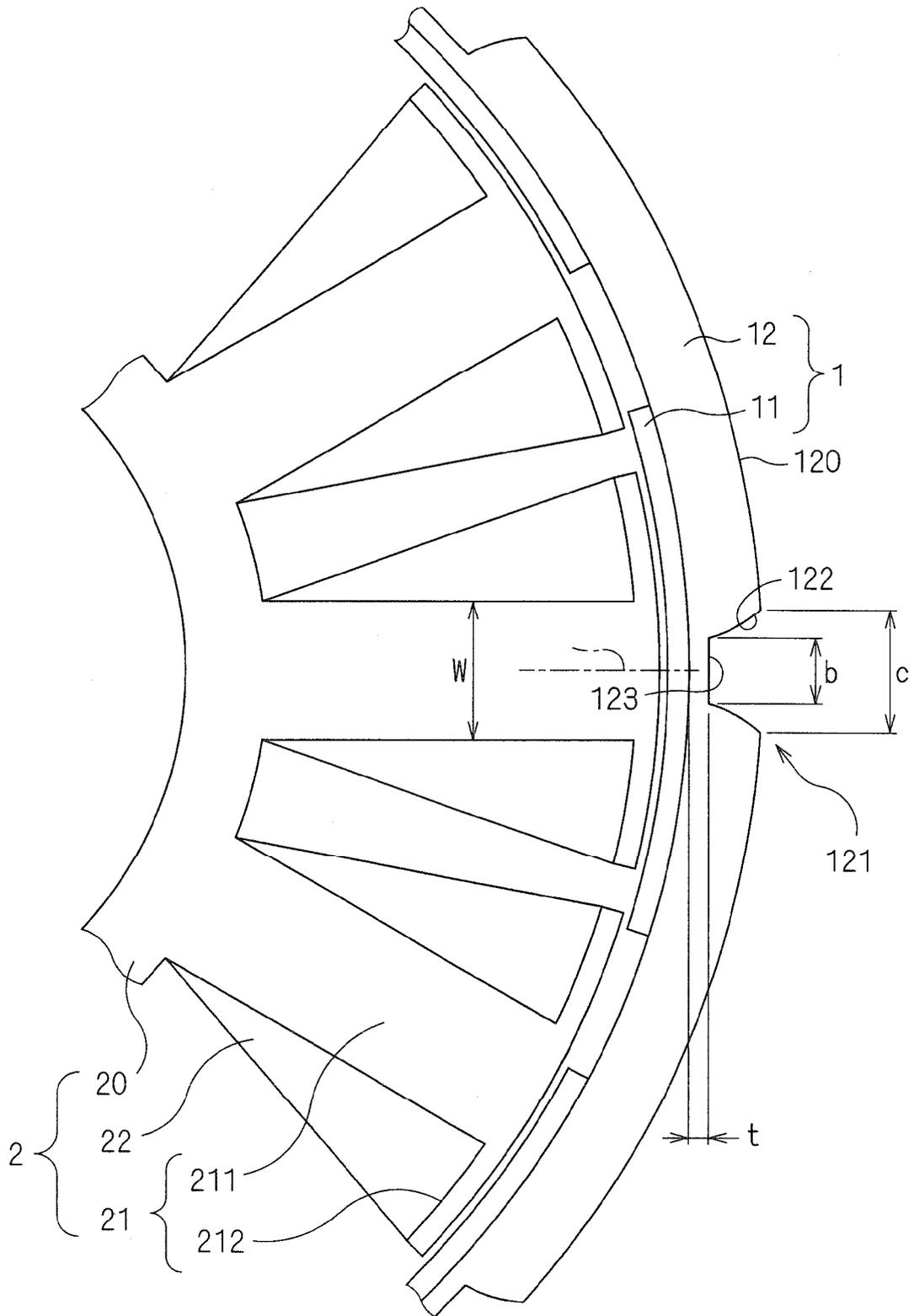
1. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial (9), que comprende:
- 5 un campo (1) que tiene imanes permanentes (11) que forman un número predeterminado de polos magnéticos y que rota sobre un eje de rotación (3) como centro; y
- 10 un inducido (2) orientado hacia los imanes permanentes (11) a través de un entrehierro cilíndrico (4) en una dirección perpendicular al eje de rotación (3) y que tiene un número de dientes (21) mayor que el número predeterminado de polos magnéticos;
- y una bobina de inducido (22) enrollada de manera concentrada alrededor de una parte de bobinado de los dientes (21), en la que
- 15 el campo (1) incluye además un anillo magnético (12) que se proporciona en una posición más alejada del inducido (2) que el imán permanente y que sirve como una culata trasera del imán permanente,
- y el anillo magnético (12) incluye un rebaje (121), del que un grosor en una dirección radial alrededor del eje de rotación (3) como centro se hace localmente delgado en un centro de polo magnético (110) que es un
- 20 centro en una dirección circunferencial con respecto al eje de rotación (3) de los polos magnéticos,
- en la que un grosor del anillo magnético (12) en la dirección radial toma un valor (T) constante excepto en las proximidades del centro de polo magnético (110),
- 25 caracterizada porque
- un producto de una longitud (b) de una región delgada en la dirección circunferencial en la que el anillo magnético (12) se hace lo más delgado en las proximidades del centro de polo magnético (110) y un valor
- 30 obtenido restando un grosor (t) de la región delgada en la dirección radial del valor constante se define como un primer valor,
- un producto del valor constante y un valor obtenido dividiendo una longitud del anillo magnético (12) en la dirección circunferencial en el lado del imán permanente en la dirección circunferencial entre el número
- 35 predeterminado de polos magnéticos se define como un segundo valor,
- y una razón (β) del primer valor con respecto al segundo valor es del 5% o más.
2. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según la reivindicación 1, en la que una razón (α) de un grosor del anillo magnético (12) en la dirección radial con respecto a una anchura (W) de la parte de
- 40 bobinado en la dirección circunferencial tal como se observa a lo largo del eje de rotación (3) es de 0,3 o menos en el centro de polo magnético (110) con respecto a la dirección circunferencial.
3. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que una dirección de apertura de dicho rebaje (121) es opuesta a dicho inducido (2).
- 45 4. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según la reivindicación 1, en la que una razón (α) de un grosor del anillo magnético (12) en la dirección radial con respecto a una anchura (W) de la parte de bobinado en la dirección circunferencial tal como se observa a lo largo del eje de rotación (3) es de 0,1 o más en el centro de polo magnético (110) con respecto a la dirección circunferencial.
- 50 5. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según la reivindicación 1, en la que el anillo magnético (12) tiene una configuración en la que una pluralidad de cuerpos magnéticos están conectados entre sí en la dirección circunferencial.
- 55 6. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según la reivindicación 5, en la que cada uno de los cuerpos magnéticos que configuran el anillo magnético (12) tiene forma sustancialmente de arco, y
- el rebaje (121) está situado en una parte en la que los cuerpos magnéticos están conectados entre sí.
- 60 7. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según la reivindicación 1, en la que una razón del número de dientes (21) con respecto al número predeterminado es de 3/2.
8. Máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según la reivindicación 1, en la que el campo (1) rota sobre un lado periférico externo del inducido (2).
- 65

9. Soplador que tiene la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 5 10. Compresor que tiene la máquina eléctrica rotatoria de tipo de entrehierro radial según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para comprimir refrigerante.
11. Acondicionador de aire que tiene el soplador según la reivindicación 9.
- 10 12. Acondicionador de aire que tiene el compresor según la reivindicación 10.

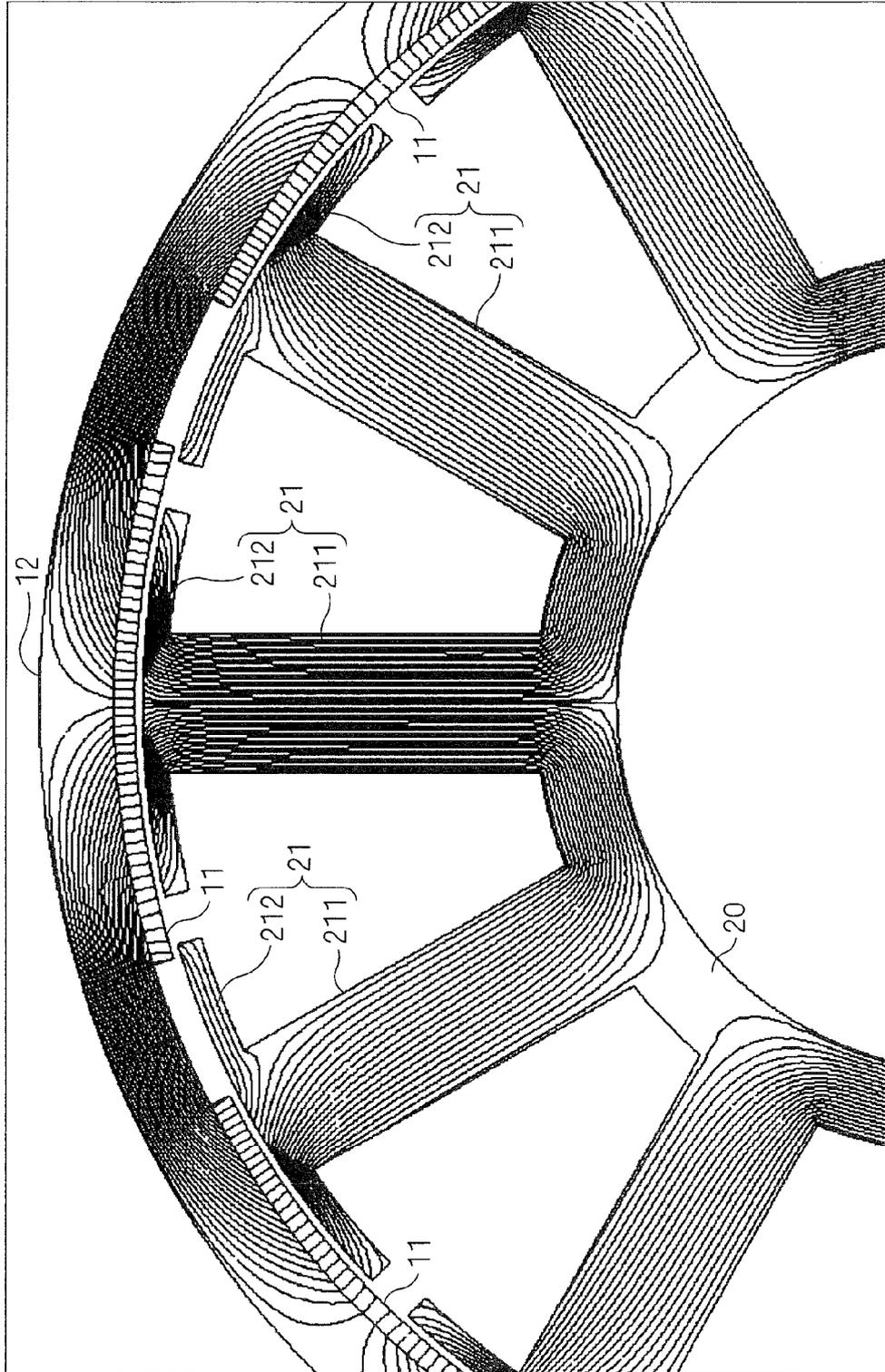
F I G . 1



F I G . 2



F I G . 3



F I G . 4

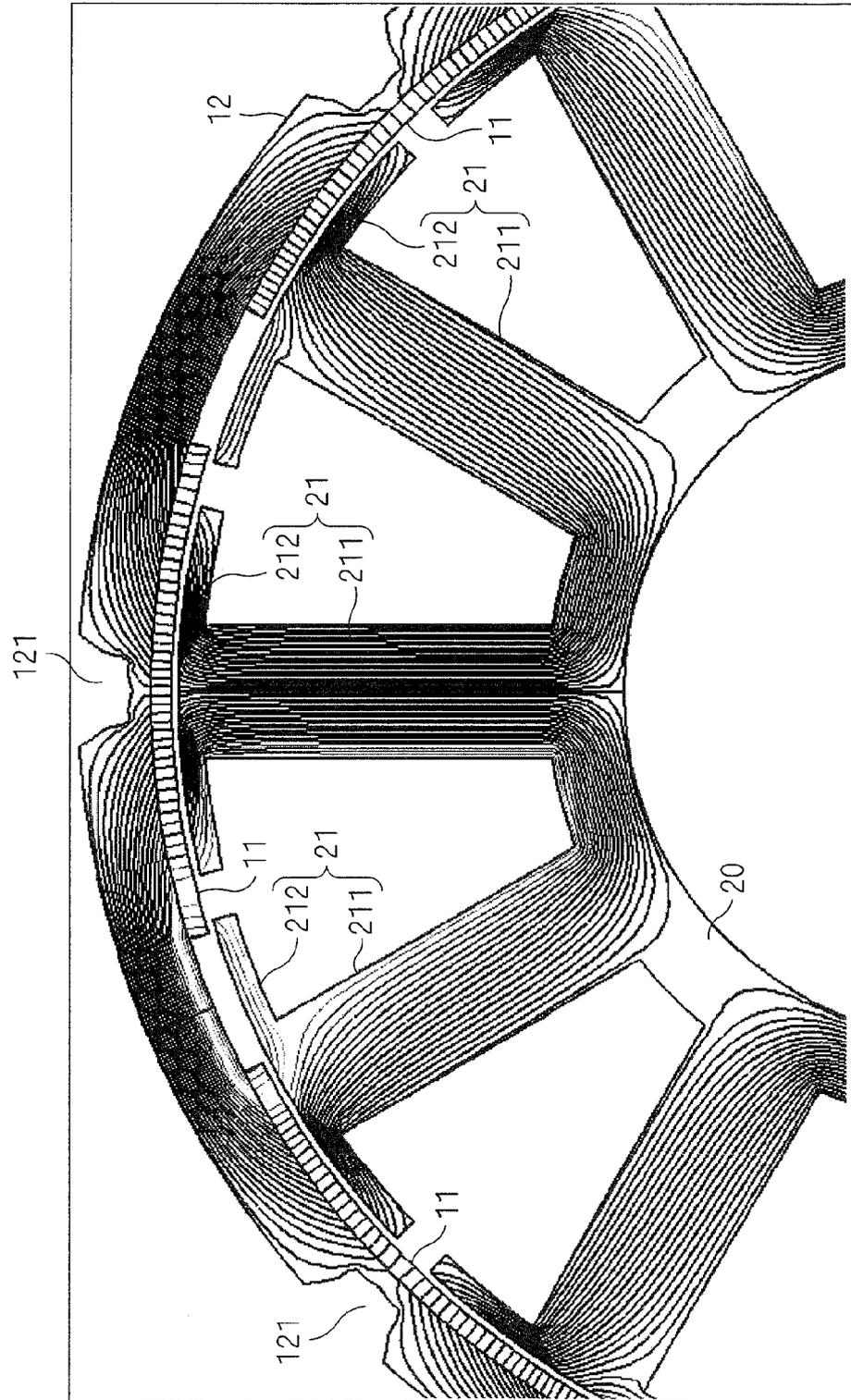


FIG. 5

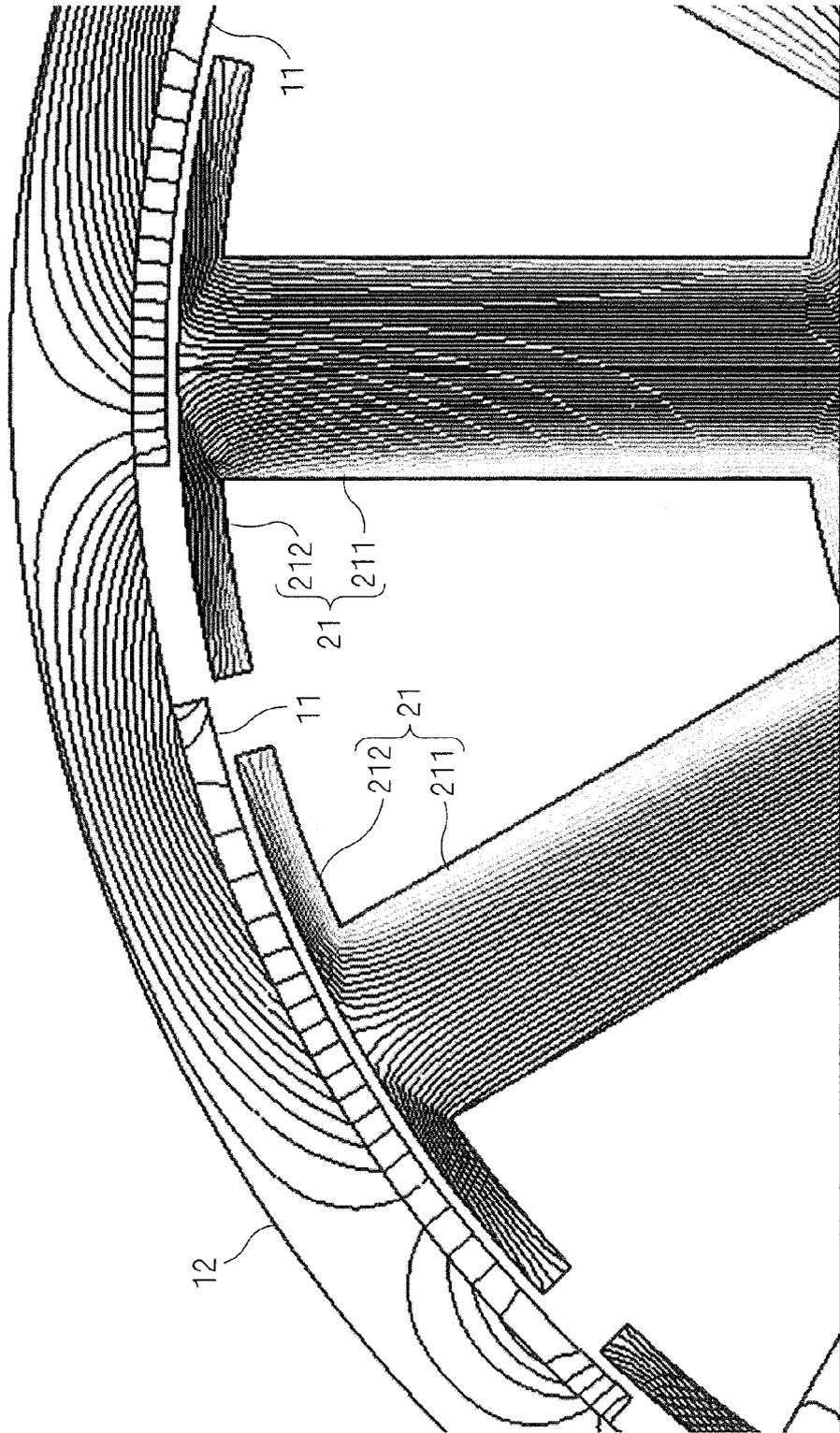
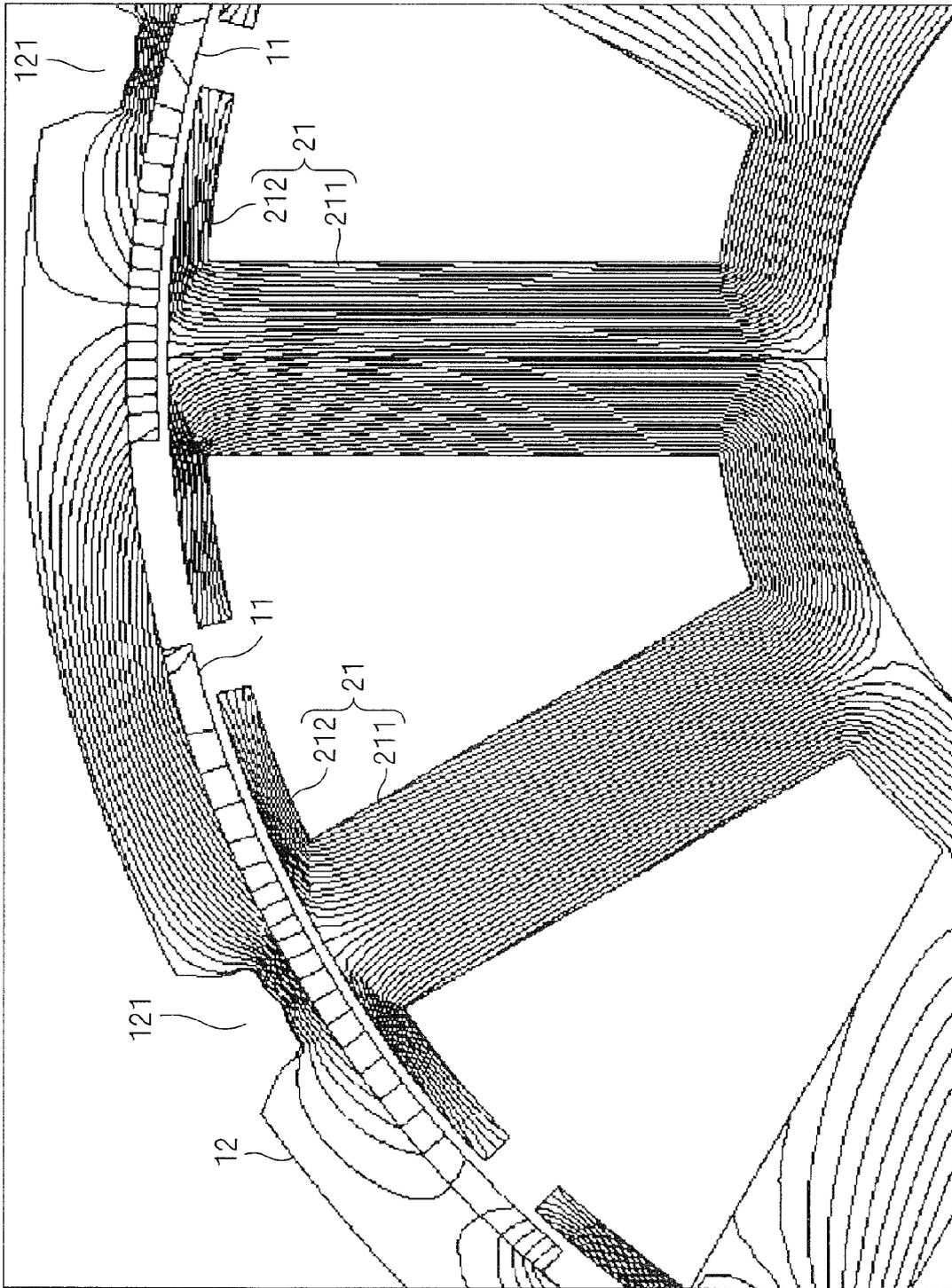
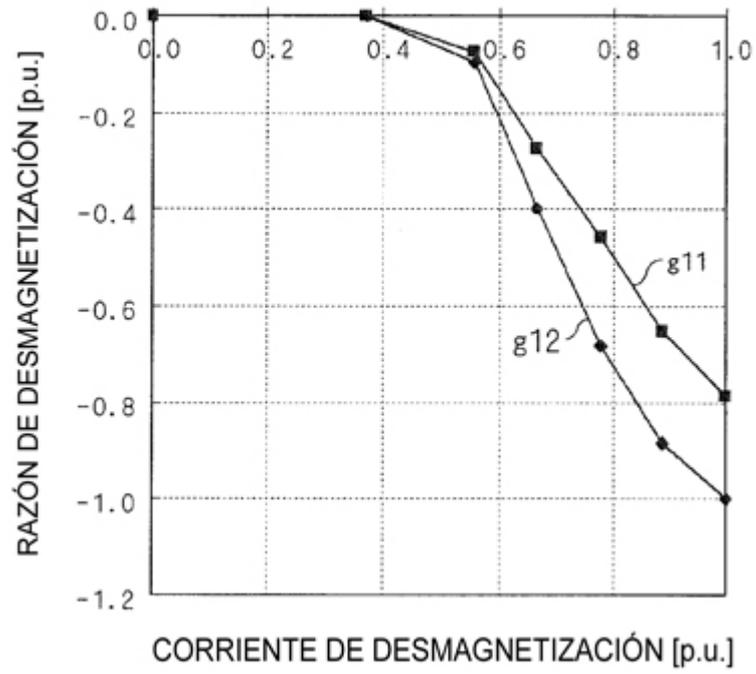


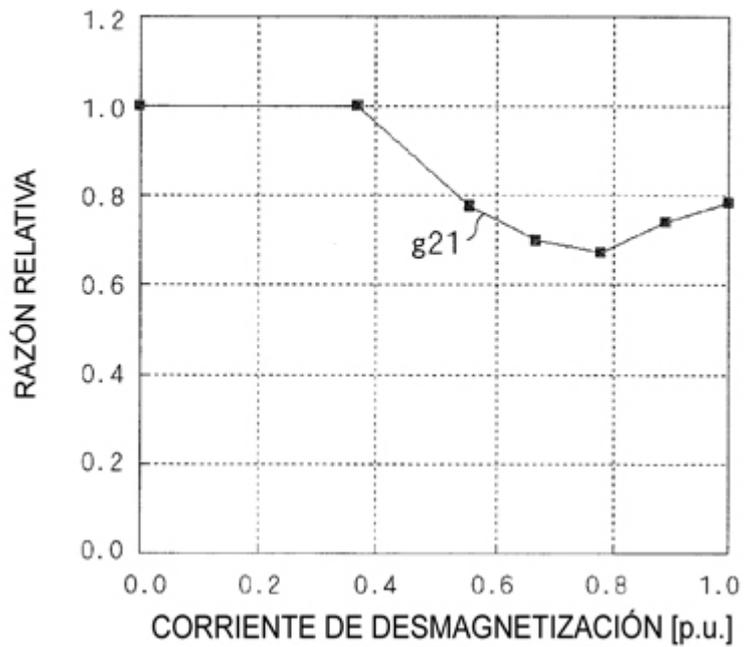
FIG. 6



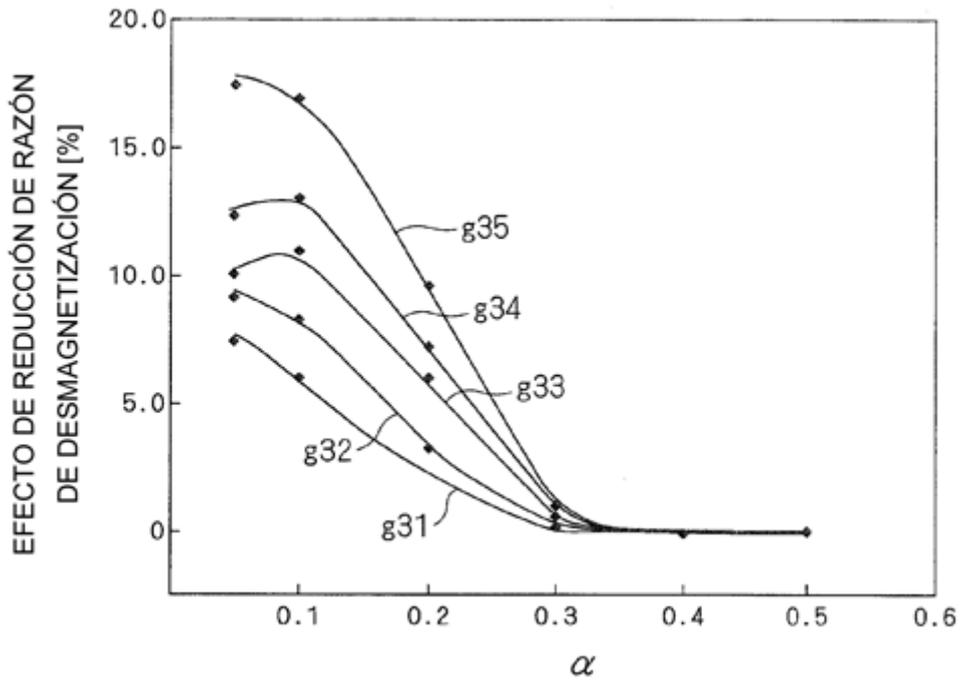
F I G . 7



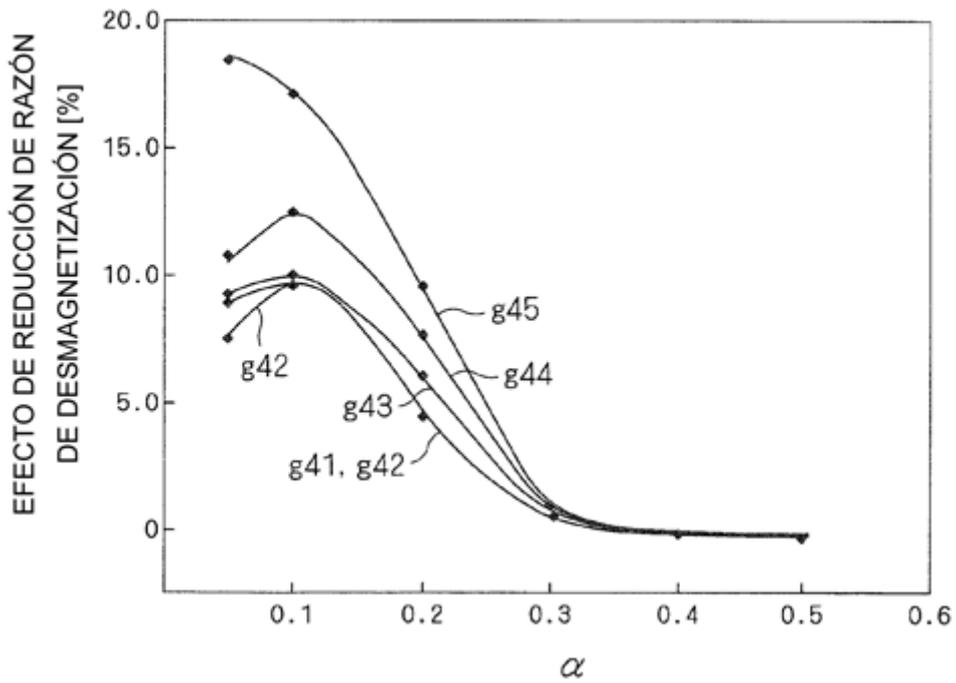
F I G . 8



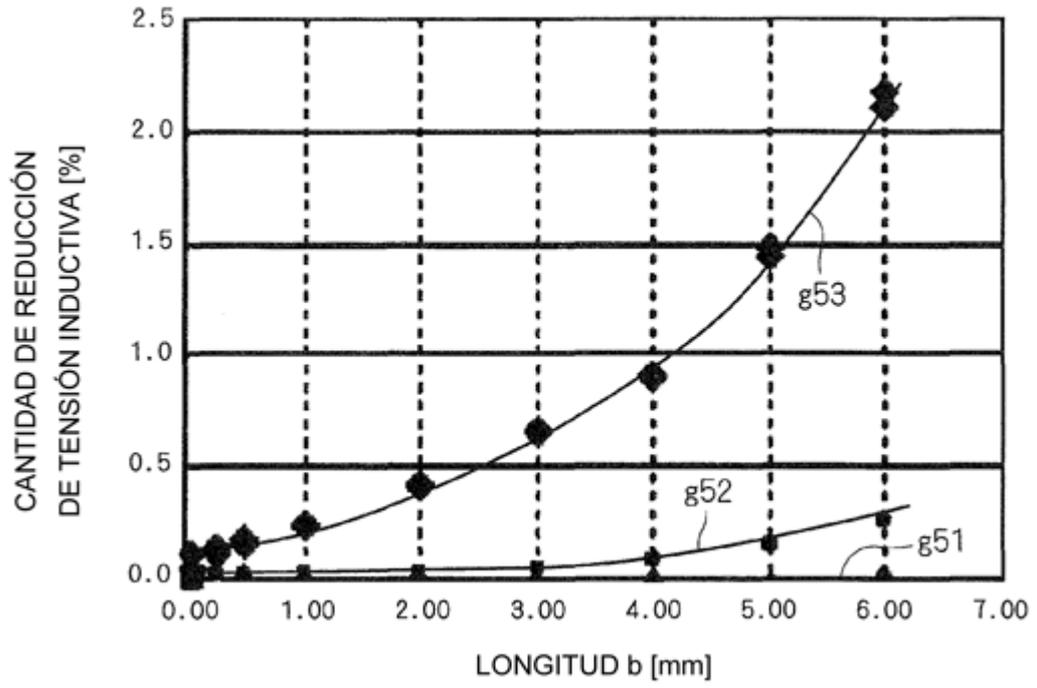
F I G . 9



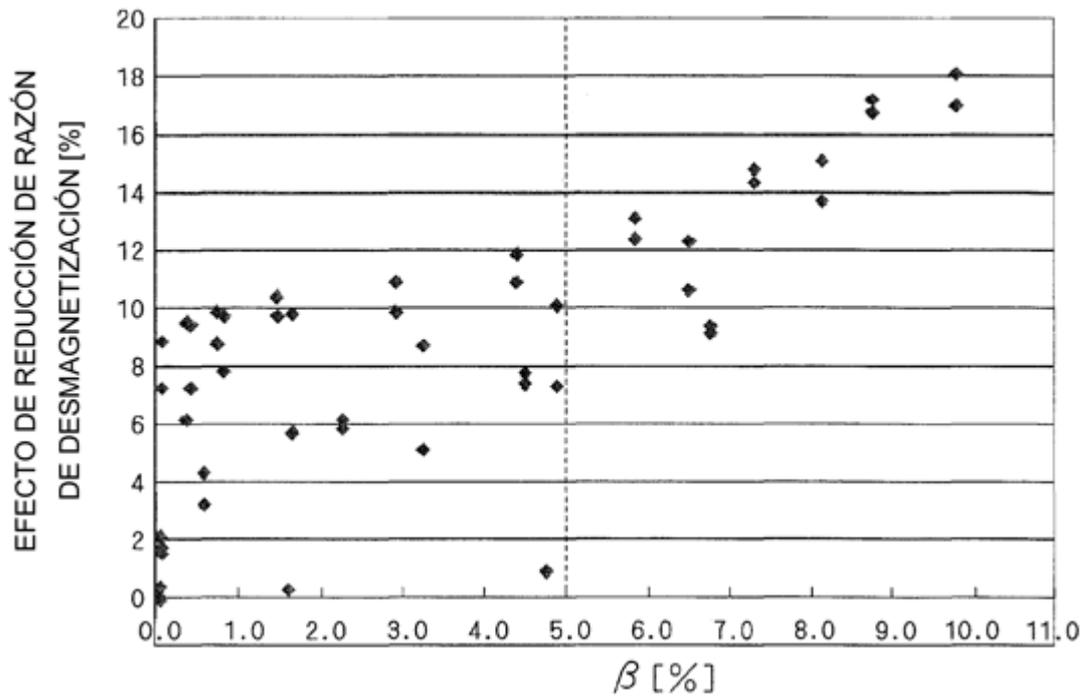
F I G . 1 0



F I G . 1 1



F I G . 1 2



F I G . 1 3

