

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 073**

51 Int. Cl.:

H02K 1/22 (2006.01)

H02K 21/14 (2006.01)

H02K 21/46 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06018388 .6**

96 Fecha de presentación: **11.03.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1750347**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.02.2007**

54 Título: **MOTOR DE INDUCCIÓN SÍNCRONO.**

30 Prioridad:

30.03.2001 JP 2001099883

30.03.2001 JP 2001099938

30.03.2001 JP 2001100033

30.03.2001 JP 2001100129

30.03.2001 JP 2001100198

30.03.2001 JP 2001100263

30.05.2001 JP 2001161521

45 Fecha de publicación de la mención BOP:

14.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

14.11.2011

73 Titular/es:

SANYO ELECTRIC CO., LTD.

5-5, KEIHANHONDORI 2-CHOME

MORIGUCHI-SHI, OSAKA 570-8677, JP

72 Inventor/es:

Yanashima, Toshihito; Igarashi, Keijiro;

Takezawa, Masaaki; Arai, Kazuhiko;

Murata, Eiichi; Onodera, Noboru;

Koiso, Shigemi; Enomoto, Kazuhiro y

Nakayama, Yoshitomo

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 368 073 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 inducción síncrono.

5 La presente invención se refiere a un motor de inducción síncrono que comprende un estator que tiene un devanado de estator, un rotor que tiene un yugo de rotor montado en un eje para la rotación en el estator, un conductor secundario colocado alrededor del yugo de rotor y un par de imanes permanentes recibidos en el yugo de rotor y dispuestos de manera que el eje se extiende entre ellos. Tal motor de inducción síncrono se conoce del documento US 3 492 520 A. Los motores de inducción síncronos son también conocidos del documento US 4 568 846 A, US 2 303 893 y GB 1 263 300 A.

10 Convencionalmente un acondicionador de aire o un refrigerador, por ejemplo incorpora un compresor eléctrico hermético para el ciclo de refrigeración de una unidad de enfriamiento del acondicionador de aire o del refrigerador. Como constituyente eléctrico para accionar el compresor, se han utilizado un motor de inducción, un motor sin escobillas de corriente continua, o un motor de inducción síncrono accionado por un suministro de potencia comercial de una fase o de tres fases.

15 El rotor del motor de inducción síncrono está constituido por un estator que tiene devanados de estator y un rotor que gira en el estator. Una pluralidad de conductores secundarios situados alrededor de un yugo de motor que forman el rotor está colada en molde. Además, los anillos están integralmente formados con los conductores secundarios mediante colada en molde en las partes periféricas de ambas superficies extremas del yunque de rotor. Están formadas ranuras a través del yugo de rotor, están insertados imanes permanentes en las ranuras, y las aberturas en ambos extremos de las ranuras están aseguradas respectivamente mediante los miembros de superficie extremos.

20 Los imanes permanentes que van a ser proporcionados en el motor son insertados en las ranuras formadas en el yugo del rotor, después son aseguradas fijando sus miembros. Además, con el fin de asegurar un buen equilibrio rotacional del rotor, están instalados equilibradores en las proximidades de los anillo extremos colocados en las partes periféricas de las superficies extremas del yugo del rotor. En este caso, después de formar los anillos extremos mediante colada en molde, los miembros de superficie extremos para fijar los anillos permanentes en las ranuras y los equilibradores están instalados de manera separada. Esto ha representado un problema en la eficacia del montaje del motor de inducción síncrono es considerablemente deteriorada.

25 Además, con el fin de asegurar el espacio para las ranuras para la fijación de los imanes permanentes en el motor, los anillos extremos han sido fabricados pequeños. Esto inevitablemente conduce a áreas de sección pequeñas de los anillos extremos. Como resultado, el calor generado por el rotor durante el funcionamiento aumenta, produciendo un problema consistente en que el rendimiento de giro se degrada debido a las fuerzas magnéticas degradadas de los imanes, y si se empujan un tipo poco común de imán para los imanes permanentes, se produce entonces desmagnetización significativa.

30 Por consiguiente, la presente invención busca proporcionar un sistema que supere o reduzca sustancialmente los problemas expuestos anteriormente.

35 Un motor de inducción síncrono de acuerdo con la presente invención está caracterizado porque los imanes permanentes para atraer el campo magnético producido por los imanes permanentes emparejados están dispuestos en líneas de fuerza magnética que son producidas por los imanes permanentes emparejados y que pasan alrededor del eje de manera que una campo magnético producido por el par de imanes permanentes no se extiende a través del eje.

40 De este modo es posible evitar que el eje de rotación sea magnetizado. Esta disposición hace posible evitar que el polvo de hierro o similar se adhiera al eje de rotación y proteger el eje de rotación y el cojinete de ser desgastados debido a la fricción atribuible a la fuerza magnética del imán permanente. Esto permite asegurar la prevención del daño al motor causado por la fricción.

45 Preferiblemente, un campo magnético producido por los imanes permanentes emparejados se extiende sólo a través del yugo del rotor.

Se puede formar un hueco en el yugo del rotor entre cada imán permanente emparejado y el eje.

50 De manera ventajosa, los imanes permanentes están dispuestos radialmente alrededor del eje.

A continuación serán descritas las realizaciones de la invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

65 La Figura 1 es una vista lateral en sección longitudinal de un compresor eléctrico hermético al que se ha aplicado un motor de inducción síncrono de acuerdo con la presente invención;

la Figura 2 es una vista en planta del compresor eléctrico hermético con su vaso hermético separado en dos;
 la Figura 3 es una vista superior en sección transversal del motor;
 la Figura 4 es una vista superior en sección parcialmente recortada de un rotor;
 la Figura 5 es una vista lateral del rotor;
 la Figura 7 es una vista lateral longitudinal del rotor mostrado en la Figura 6;
 la Figura 8 es un diagrama del circuito refrigerante de un aire acondicionado o un refrigerador eléctrico o
 similar que utiliza el compresor eléctrico hermético provisto del motor de inducción síncrono de acuerdo con la
 presente invención;
 la Figura 9 es un diagrama de circuito eléctrico del motor de inducción síncrono;
 la Figura 10 es una vista superior en sección transversal de otro rotor;
 la Figura 11 es un diagrama analítico de un campo magnético de un rotor en la disposición del imán
 permanente mostrada en la Figura 4;
 la Figura 12 ilustra una densidad de flujo magnético en un eje de rotación del rotor mostrado en la Figura 11;
 la Figura 13 es un diagrama analítico de un campo magnético de un rotor observado cuando se forma un
 hueco en el yugo del rotor en el diseño del imán permanente mostrado en la Figura 4;
 la Figura 14 es un diagrama que ilustra una densidad de flujo magnético en el eje de rotación del rotor
 mostrado en la Figura 13;
 la Figura 15 es un diagrama analítico del campo magnético del rotor observado cuando una pluralidad de
 huecos se forma en el yugo del rotor en el diseño del imán permanente mostrado en la Figura 4;
 la Figura 16 es un diagrama que ilustra una densidad de flujo magnético en el eje de rotación del rotor
 mostrado en la Figura 15;
 la Figura 17 es un diagrama analítico del campo magnético de un rotor configurado de manera que un campo
 magnético producido por un imán permanente rodea un eje de rotación.
 la Figura 18 es un diagrama que ilustra una densidad de flujo magnético en el eje de rotación del rotor
 mostrado en la Figura 15;
 la Figura 19 es una vista superior en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo de diseño de un
 imán permanente;
 la Figura 20 es una vista superior en sección transversal de un rotor que se ilustra todavía otro ejemplo de
 diseño de un imán permanente;
 la Figura 21 es una vista superior en sección transversal de un rotor que ilustra todavía otro ejemplo de
 diseño de un imán permanente;
 la Figura 22 es una vista superior en sección transversal de un rotor que ilustra un ejemplo de diseño de un
 imán permanente;
 la Figura 23 es una vista superior en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo de diseño de un
 imán permanente;
 la Figura 24 es una vista superior en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo de diseño de un
 imán permanente;

Se describirán con detalle realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. La Figura 1
 es un diagrama lateral en sección transversal de un compresor eléctrico hermético C, una realización a la que se
 aplica la presente invención. Un vaso hermético 1 de la Figura 1 incluye un motor de inducción síncrono 2 de
 acuerdo con la presente invención en un compartimento superior y un compresor 3 en un compartimento inferior del
 vaso hermético 1, siendo el compresor 3 accionado rotativamente por el motor de inducción síncrono 2. El vaso
 hermético 1 es dividido previamente en dos partes para alojar el motor de inducción síncrono y el compresor y
 después sellado mediante soldadura de alta frecuencia o similar. El compresor eléctrico hermético C puede ser
 giratorio, recíproco, compresor de voluta o similar.

El motor de inducción síncrono 2 está constituido por un estator de única fase, de dos polos 4 asegurado a la pared
 interna del vaso hermético 1 y un rotor 5 que está situado en el lado interno del estator 4 y soportador
 rotatoriamente alrededor del eje de rotación 6. El estator 4 está provisto de un devanado de estator 7 para aplicar
 un campo magnético rotacional al rotor 5.

El compresor 3 tiene un primer cilindro rotatorio 9 y un segundo cilindro rotatorio 10 separados por un separador 8.
 Los cilindros 9 y 10 tienen miembros excéntricos 11 y 12 accionados giratoriamente por el eje de rotación 6. Las
 posiciones excéntricas de los miembros 11 y 12 son fases desplazadas entre sí 180 grados.
 Un primer rodillo 13 situado en el cilindro 9 y un segundo rodillo 14 situado en el cilindro 10 giran en los cilindros
 cuando los miembros excéntricos 11 y 12 giran. Los números de referencia 15 y 16 designan un primer miembro de
 bastidor y un segundo miembro de bastidor, respectivamente. El primer miembro de bastidor 15 forma un espacio de
 compresión cerrado del cilindro 9 entre él y el separador 8. De manera similar, el segundo miembro de bastidor 16
 forma un espacio de compresión cerrado del cilindro 10 entre él y el separador 8. El primer miembro de bastidor 15 y
 el segundo miembro de bastidor 16 están equipados con cojinetes 17 y 18, respectivamente, que giratoriamente
 soportan la parte inferior del eje de rotación 6.

Tapas de descarga 19 y 29 están instaladas de manera que cubren el primer miembro de bastidor 15 y el segundo
 miembro de bastidor 16. El cilindro 9 y la tapa de descarga 19 están en comunicación a través de una abertura de
 carga (no mostrada) dispuesta en el primer miembro de bastidor 15. De manera similar, el cilindro 10 y la tapa de

descarga 20 están también en comunicación c a través de una abertura de descarga (no mostrada) dispuesta en el segundo miembro de bastidor 16. Una tubería de desvío 21 está dispuesta fuera del vaso hermético 1, y en comunicación con el interior de la tapa de descarga 20.

5 Una tubería de descarga 22 está dispuesta en la parte superior del vaso hermético 1. Tuberías de succión 23 y 24 están conectadas a los cilindros 9 y 10, respectivamente. Un terminal hermético 25 suministra potencia eléctrica al devanado del estator 7 del estator 4 desde el vaso hermético 1 (el cable conductor que conecta el terminal hermético 25 y el devanado del estator 7 no se muestran).

10 Un núcleo de hierro de rotor 26 está compuesto por una pluralidad de placas de hierro rotativas estratificadas, cada una de las cuales está hecha punzonando una placa de acero electromagnética que tiene un espesor de 0,3 mm a 0,7 mm (no mostrada) en una forma predeterminada. Las placas de hierro rotativas están engarzadas en una pieza o pueden estar soldadas de una pieza. Los miembros de superficie extremos 66 y 67 están unidos a los extremos superior e inferior del núcleo de hierro de rotor 26. Los miembros de superficie extremos 66 y 67 están formados de
15 planos fabricados de un material no magnético, tal como acero inoxidable, aluminio, cobre o latón. Si los miembros de superficie extremos 66 y 67 deberían utilizar un material magnético, entonces los miembros de superficie extremos 66 y 67 proporcionarían una trayectoria magnética, y el imán del rotor 5 desarrollaría un cortocircuito magnético, produciendo un rendimiento degradado del motor de inducción síncrono 2. Por esta razón, un material no magnético es utilizado para los miembros 66 y 67.

20 La Figura 2 es una vista en planta del compresor eléctrico hermético C que tiene el vaso hermético 1 dividido en dos partes. La Figura 3 es una vista superior en sección transversa del compresor hermético C, la Figura 4 es una vista superior en sección transversal del rotor 5, y la Figura 5 es una vista lateral del rotor 5. El estator 4 tiene el devanado de estator enrollado alrededor del estator 4. Una línea conductora 50 conectada al devanado del estator 7 y un extremo de bobina del devanado de estator 7 están unidos juntos con una hebra de poliéster 70, y la línea conductora 50 está conectada al terminal hermético 25.

El rotor 5 está constituido por un yugo de rotor 5A, conductores secundarios de jaula de ardilla colados en molde 5B situados alrededor de yugo del rotor 5A, anillos de extremo colados en molde 69 que está colocado en la parte
30 periférica de una superficie extrema del yugo del rotor 5A, que anularmente sobresale por una dimensión predeterminada, y que está integralmente colada en molde con los conductores secundario de jaula de ardilla 5B, e imanes permanentes 31 embebidos en el yugo del rotor 5A. Los imanes permanentes 31 son magnetizados después de que materiales magnéticos permanentes sean insertados en las ranuras 44, los cual se expondrá más adelante. Los imanes permanentes 31 (31AS y 31SB) embebidos en un lado (por ejemplo el lado derecho en el dibujo) desde
35 el eje de rotación 6 están polarizados con el mismo polo sur, mientras que los imanes permanentes 31 (31NA y 31NB) embebidos en el otro lado (por ejemplo el lado izquierdo en el dibujo) están polarizados con el mismo polo norte. La disposición descrita anteriormente de imanes permanentes y como se muestra en las Figuras 2 a 4 está dada sólo a modo de ejemplo y no forma parte de la presente invención.

40 La pluralidad de conductores secundarios de jaula de ardilla 5B está dispuesta en la parte periférica del yugo de rotor 5A y tienen miembros colados en molde de aluminio moldeados por inyección en orificios cilíndricos (no mostrados) formados en la jaula en la dirección en la que se extiende el eje de rotación 6. Los conductores secundarios de jaula de ardilla 5B están formados en un diseño llamado oblicuo en el que están inclinados en espiral en un ángulo predeterminado en la dirección circunferencial del eje de rotación 6 desde un extremo hacia el otro,
45 como se muestra en la Figura 5.

El yugo de rotor 5A tiene una pluralidad de ranuras 44 (cuatro en esta realización) formadas verticalmente con ambos extremos abiertos. Las aberturas en ambos extremos de las ranuras 44 están cerradas por un par de miembros de superficie extremos 66 y 67, respectivamente, como se muestra en las Figs. 6 y 7. Cuando los
50 conductores secundarios de jaula de ardilla 5B y los anillos extremos 68 y 69 son colados en molde, el miembro de superficie extremo 67 está fijado al yugo del rotor 5A mediante el anillo extremo 69. El miembro de superficie extremo 66 está asegurado al yugo del rotor 5A por una pluralidad de remaches 66A que funcionan como fijaciones.

En este caso, después de que los imanes permanentes 31 sean insertados a través de las aberturas de las ranuras 44, las aberturas son cerradas por el miembro de superficie extremo 66, y el miembro de superficie extremo 66 es
55 fijado mediante remachado en los orificios de acoplamiento 5C dispuestos en el yugo de rotor 5A. Esto asegura los imanes permanentes 31 en las ranuras 44. Los imanes permanentes 31 están fabricados de un material magnético permanente de tipo tierra rara de, por ejemplo, un tipo de imán permanente de tipo praseodimio o un imán permanente de tipo neodimio con recubrimiento de níquel o similar dispuesto en la superficie del mismo de manera
60 que produce elevadas fuerzas magnéticas. Los imanes permanentes 31 y 31 están dispuestos de manera opuestos al eje de rotación 6, y los imanes permanentes 31 y 31 opuestos están embebidos y magnetizados para tener polos opuestos.

Los imanes permanentes 31SA y 31SB embebidos en un lado (por ejemplo el lado derecho y el lado superior en el
65 dibujo) desde el eje de rotación 6 están polarizados con el mismo polo sur mientras que los imanes permanentes 31NA y 31NB embebidos en el otro lado (por ejemplo el lado izquierdo y el lado inferior en el dibujo) están

polarizados con el mismo polo norte. Más concretamente, los imanes permanentes 31SA, 31SB y los imanes permanentes 31NA, 31NB están dispuestos para formar sustancialmente una forma rectangular alrededor del eje de rotación 6, y están embebidos de tal manera que llevan los polos, a saber, el polo sur y el polo norte, hacia fuera en la dirección circunferencial del eje de rotación 6. Esto hace posible que sea aplicado un par al rotor 5 por las fuerzas magnéticas de un devanado primario 7A y un devanado auxiliar 7B, lo cual será descrito más adelante. La disposición de los imanes permanentes 31 mostrada en las Figs. 6 y 7 es diferente de la disposición de los imanes permanentes 31 mostrada en las Figs. 2, 3 y 4. La disposición de los imanes permanentes 31 mostrada en las Figs. 6 y 7 se puede remplazar por la disposición mostrada en las Figs. 2, 3 y 4. En este caso, sin embargo, las posiciones de remachado de los remaches 66A tiene que ser modificadas. De una manera más alternativa, los imanes permanentes 31 mostrados en las Figs 2, 3 y 4 pueden estar dispuestos como se muestra en la Figura 6 o 7. Los diseños anteriores de los imanes permanentes 31 se muestran sólo a modo de ejemplo y no forman parte de la presente invención.

El compresor eléctrico hermético C dispuesto provisto del motor de inducción síncrono 2 descrito anteriormente se utiliza en un circuito refrigerante (Figura 8) de un sistema de aire acondicionado o un refrigerador eléctrico o similar para enfriar el interior de una habitación o un refrigerador. Más concretamente, un refrigerante sellado en el circuito refrigerante es atraído a través de una tubería de succión 23, comprimida por el primer cilindro giratorio 9 y el segundo cilindro giratorio 10, y descargada en una tubería 27 desde la tubería de descarga 22. El refrigerante de gas comprimido descargado en la tubería 27 fluye a un condensador 28 el cual radia calor y es condensado en un refrigerante líquido, después fluye a un depósito receptor 29.

El refrigerante líquido que fluye y permanece temporalmente en el depósito receptor 29 pasa desde la tubería 29A en el lado de salida del deposito receptor 29 a un secador 30, un indicador de humedad 35, una válvula de solenoide 36, y una válvula de expansión termostática 37 en donde es graduada por estrangulación. Después, el líquido refrigerante fluye a un evaporador 38 en donde ese evapora. En este momento, el refrigerante absorbe el calor de su alrededor para efectuar su acción de enfriamiento. Cuando el refrigerante es casi líquido, el refrigerante se desplaza desde la tubería 38A en el lado de salida del evaporador 38 a un acumulador 39 en donde sufre la separación de vapor-líquido, después es extraído al compresor 3 a través de una válvula de retención 40. Este ciclo de refrigeración se repite.

El refrigerante líquido que ha quedado en el depósito receptor 29 es bifurcado desde la tubería 29A a la tubería 38A entre el evaporador 38 y el acumulador 39 a través de un tubo de capilaridad 41, un conmutador de alta/baja presión 42, y un tubo de capilaridad 43. El conmutador de alta/baja presión 42 detecta las presiones de la tubería 29A y la tubería 38A a través de los tubos de capilaridad 41 y 43. Si las presiones de las dos tuberías 29A y 38A superan una diferencia de presiones predeterminada o superior, dando lugar a una cantidad insuficiente de refrigerante introducido en el compresión eléctrico C, entonces se permite que el refrigerante líquido des depósito receptor 29 fluya al compresor 3 para su protección. La válvula de expansión termostática 37 automáticamente ajusta su grado de abertura en base a la temperatura detectada por el cilindro termosensible 34 provisto en el extremo de salida del evaporador 38.

La Figura 9 muestra un diagrama de circuito eléctrico del motor de inducción síncrono 2. El motor de inducción síncrono 2 mostrado en la Figura 9 que recibe la potencia procedente de una fuente de potencia comercial de corriente alterna de única fase AC está equipado con un devanado primario 7A y un devanado auxiliar 7B. Un extremo del devanado primario 7A está conectado a un extremo de a fuente de potencia comercial de corriente alterna de única fase AC, y el otro extremo del mismo está conectado al otro extremo de la fuente de potencia AC. El devanado auxiliar 7B conectado a un extremo de la fuente de potencia comercial de corriente alterna de única fase AC esta conectado en serie al otro extremo de la fuente de potencia AC a través de un PTC 46 y un condensador de arranque 48 y también conecto a un condensador de funcionamiento 47 en paralelo al PTC 46 y el condensador de arranque 48.

El PTC 46 está formado por un dispositivo semiconductor cuyo valor de resistencia aumenta proporcionalmente con la temperatura. El valor de resistencia es bajo cuando el motor de inducción síncrono 2 es arrancado, y aumenta cuando la corriente pasa a través del mismo, generando calor. Un conmutador de potencia 49 está constituido por un sensor de corriente de línea de tipo sensible a la corriente para detectar la corriente de línea y un relé de sobrecarga que sirve también como conmutador de protección utilizado para suministrar potencia desde la fuente de potencia comercial de corriente alterna de única fase AC al devanado del estator 7 y cortar el suministro de potencia al devanado del estator 7. El condensador de funcionamiento 47 está ajustado para tener una capacidad adaptada para el funcionamiento constante, y el condensador de funcionamiento 47 y el condensador de arranque 48 están ajustados para proporcionar capacidades adaptadas para arrancar en el estado en el que los condensadores 47 y 48 están conectados en paralelo.

El funcionamiento del motor de inducción síncrono 2 no será descrito. Cuando el conmutador de potencia 49 está cerrado, la corriente fluye desde la fuente de potencia comercial de corriente alterna de única fase AC al devanado primario 7A y el devanado auxiliar 7B. Cuando el motor de inducción síncrono 2 es arrancado, la temperatura del PTC 46 es baja y el valor de resistencia del mismo es también es baja, de manera que una gran corriente pasa a través del PTC 46 y una gran corriente, por consiguiente pasa a través del devanado auxiliar 7B. El devanado

auxiliar 7B obtiene un par de arranque de la diferencia de fases de corriente entre el mismo y el devanado primario 7A producida por el condensador de funcionamiento 47 y el condensador de arranque 48 conectados en paralelo, haciendo de este modo que el motor de inducción síncrono 2 empiece a funcionar. Esta activación hace que el PTC 46 empiece a autocalentarse, y el valor de resistencia del PTC 46 aumente por consiguiente hasta que una corriente muy pequeña pasa a través del propio PTC 46. De este modo, el condensador de arranque 48 está asilado, y el motor de inducción síncrono 2 continúa el funcionamiento constante a partir la diferencia de fases de corriente entre el devanado primario 7A y el devanado auxiliar 7B por el condensador de funcionamiento 47. Cuando el compresor eléctrico hermético C funciona, el acondicionamiento de aire es efectuado en una habitación o en el interior de un refrigerador es enfriado.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 10 a 24, se darán descripciones de la configuración que restringe significativamente la magnetización del eje de rotación al cual está unido un motor de inducción síncrono de dos polos.

En este caso, los constituyentes de imán no magnetizados de los imanes permanentes 31 son insertados en las aberturas de las ranuras 44, las aberturas con después cerradas por un miembro de superficie extremo 66, y el miembro de superficie extremo 66 es remachado para acoplarse en los orificios 5C provistos en el yugo del rotor 5A mediante remaches 66A para fijar los constituyentes de imán en las ranuras 44. De este modo, los miembros de superficie extrema 66 y 67 están asegurados en ambos extremos del yugo de rotor 5A, y los imanes permanentes 31 están fijados en las ranuras 44. Los imanes permanentes 31 están hechos de un material de imán permanente de tipo tierra rara de, por ejemplo un imán permanente de tipo praseodimio o un imán permanente de tipo neodimio con un revestimiento de níquel o similar provisto en la superficie del mismo para producir elevadas fuerzas magnéticas. Los imanes permanentes 31 y 31 están dispuestos de manera que se oponen al eje de rotación 6, y los imanes permanentes opuestos 31 y 31 están embebidos y magnetizados para tener polos opuestos, como se muestra en la Figura 10.

Los imanes permanentes 31SA y 31SB embebidos en un lado (por ejemplo, el lado derecho y el lado superior en el dibujo) desde el eje de rotación 6 están polarizados con los mismos polos buscan el sur, mientras que los imanes permanentes 31NA y 31NB embebidos en el otro lado (por ejemplo, el lado izquierdo y el lado inferior en el dibujo) están polarizados con los mismos polos que buscan el norte. Más concretamente, los imanes permanentes 31SA, 31SB y los imanes permanentes 31NA, 31NB están dispuesto para formar sustancialmente un forma rectangular de eje de rotación 6, y están embebidos de manera que portan dos polos, a saber, el polo sur y el polo norte, hacia fuera en la dirección circunferencial del eje de rotación 6. Esto hace posible que sea aplicado un par al rotor 5 por las líneas de la fuerza magnética de un devanado primario 7A y un devanado auxiliar 7B, lo cual será expuesto más adelante. El diseño de los imanes permanentes 31 mostrada en la Figura 10 es diferente del diseño de los imanes permanentes 31 mostrad en las figs. 2, 3 y 4. El diseño de los imanes permanentes 31 mostrado en la Figura 10 puede ser reemplazado por el diseño mostrado en las Figs. 2, 3 y 4. Más alternativamente, los imanes permanentes 31 mostrados en las Figs. 2, 3 y 4 pueden estar dispuestos como se muestra en la Figura 11. Tales diseños se muestran sólo a modo de ejemplo.

La Figura 24 es un diagrama de bloques del campo magnético del rotor 5 mostrado en la Figura 4. En el rotor 5, está formado un campo magnético en el que ambos imanes permanentes 31 y 31 se atraen entre sí, sin embargo, sólo el lado del polo sur del campo magnético se muestra en la Figura 15. Como se puede ver en la Figura 15 y la Figura 4, los imanes permanentes 31 y 31 están montados en el rotor 5 y están dispuestos opuestos al eje de rotación 6 para tener polos magnéticos opuestos de uno a otro en contra del eje de rotación 6. El flujo magnético del rotor 5 con esta disposición es de $0,294 \times 10^{-2}$ [Wb], aunque depende de la fuerza magnética de los imanes permanentes 31 y otras condiciones.

Un lubricante se desplaza entre el rotor 5 y el eje de rotación 6, y el yugo del rotor 5A en el que los imanes permanentes 31 han sido insertados está formado por un miembro ferromagnético. Por lo tanto, la mayoría de las líneas de fuerza magnética (referidas aquí como el "campo magnético") de ambos imanes permanentes 31 y 31 pasan a través del yugo del rotor 5A y se atraen entre sí. Una parte del campo magnético rodea el yugo del rotor 5A y atraviesa el eje de rotación 6 a través de un hueco (que incluye un lubricante). Es ya bien conocido que un miembro magnético fácilmente pasa un campo magnético, mientras que el hueco, que no es un miembro magnético, restringe el paso del campo magnético; por lo tanto no se proporcionará explicación adicional.

Los resultados de medición han mostrado que la densidad de flujo magnético del eje de rotación 6 está comprendida entre aproximadamente 0,3 teslas y aproximadamente 0,42 teslas, como se muestra en la Figura 13, aunque depende de las fuerzas magnéticas de los imanes permanentes 31 y otras condiciones. Más concretamente, el campo magnético de los imanes permanentes 31 que atraviesa el eje de rotación 6 magnetiza el eje de rotación 6. Los diferentes imanes permanentes 31 y 31 están lateralmente dispuestos en la Figura 4, y los diferentes imanes permanentes 31 y 31 están verticalmente dispuestos en la Figura 12; sin embargo ambos son los mismos imanes permanentes. En los dibujos, se muestra el polo magnético sur de los imanes permanentes 31, y el polo norte magnético ha sido omitido, debido a que un campo magnético simétrico de manera que el polo sur magnético es producido en el lado del polo norte magnético.

La Figura 13 es un diagrama analítico de un campo magnético producido cuando rotor 5 de la Figura 11 está provisto de huecos 5D. Los huecos 5D están formados de forma arqueada en el yugo del rotor 5A alrededor del eje de rotación 6 y están formados de manera que están separados del eje de rotación 6 por una determinada distancia y penetran en la dirección en la que se extiende el eje de rotación 6. Los huecos 5D están lateralmente separados unos de otros por una dimensión determinada desde un punto en el que el imán permanente 31 está más próximo al eje de rotación 6 y los huecos 5D están extendidos desde el mismo una longitud determinada y tienen forma de arco alrededor del eje de rotación 6. Más concretamente, dado que el campo magnético apenas se forma en los huecos 5D, de manera que el rotor 5 está provisto de huecos 5D para restringir el paso de un campo magnético de manera que se altera la dirección del campo magnéticos en el rotor 5. La fuerza de flujo magnético del rotor 5 en este caso es $0,294 \times 10^{-2}$ [Wb].

En este caso, los huecos 5D dispuestos en el yugo del rotor 5A están formados alrededor del eje de rotación 6, y el campo magnético está por consiguiente formado alrededor del eje de rotación 6. Sin embargo, una parte del campo magnético de los dos imanes permanentes 31 y 31 pasa entre los dos huecos 5D y entra en el eje de rotación 6. La densidad de flujo magnético del eje de rotación 6 está comprendida entre aproximadamente 0,25 teslas y aproximadamente 0,49 teslas, como se muestra en la Figura 14. En otras palabras, dado que el campo magnético de los imanes permanentes 31 pasa, de manera no deseable, entre el hueco 5D y el hueco 5D separados entre sí por una dimensión determinada, el eje de rotación 6 situado entre los mismos es magnetizado.

La Figura 5 es un diagrama analítico de un campo magnético producido cuando el rotor 5 está provisto de una pluralidad de huecos 5D en posiciones diferentes de las de los huecos 5D mostrados en la Figura 13. Un hueco 5 está formado arqueadamente en el yugo del rotor 5A alrededor del eje de rotación 6 y formado de manera que están separados del eje de rotación 6 mediante una distancia determinada y penetra en la dirección en la que se extiende el eje de rotación 6, como se ha mencionado anteriormente. El hueco 5D tiene lateralmente forma arqueada durante una dimensión determinada desde un punto en el que el imán permanente 31 está más cerca del eje de rotación 6. Además, los huecos arqueados 5D están formados alrededor del eje de rotación 6, con dimensiones determinadas permitidas desde ambos extremos del hueco 5D. En otras palabras, el hueco 5D que tiene una anchura determinada está dispuesto en la parte central en donde los imanes permanentes 31 y 31 dispuestos en el rotor 5 se atraen entre sí para reducir el campo magnético que atraviesa el rotor 5. El flujo magnético del rotor 5 en este caso es $0,288 \times 10^{-2}$ [Wb].

En este caso también, los huecos 5D dispuestos en el yugo de rotor 5A están formados alrededor del eje de rotación 6; sin embargo, uno de los huecos 5D se extiende lateralmente mediante una dimensión determinada desde el punto en el que el imán permanente 31 está más cerca del eje de rotación 6, y el campo magnético se reduce cuando atraviesa el hueco 5D. Realmente, sin embargo, el campo magnético rodea los huecos 5D, como se ha ilustrado. En este caso, el campo magnético formado por los imanes permanentes 31 y 31 rodea el eje de rotación 6 debido a los huecos 5D. La densidad de flujo magnético del eje de rotación 6 está comprendida entre aproximadamente 0,23 teslas y aproximadamente 0,32 teslas, como se muestra en la Figura 16. En otras palabras, dado que el eje de rotación de los imanes permanentes 31 evita el paso a través de los huecos 5D, el eje de rotación 6 apenas es magnetizado.

La Figura 17 es un diagrama analítico que muestra un campo magnético del rotor 5 cuando los imanes permanentes 31 están dispuestos en diferentes posiciones. En este caso, los imanes permanentes 31SB están dispuestos entre los dos imanes permanentes 31SA (uno de los imanes permanentes 31SA no está mostrado) que se oponen al eje de rotación 6. Los imanes permanentes 31SB y 31SB están dispuestos de manera que están inclinados con respecto al centro del imán permanente 31SA dispuesto en el lado exterior del rotor 5. En otras palabras, los imanes permanentes 31SB están inclinados en la dirección de maneta que el campo magnético del imán permanente 31SA se mueve alejándose del eje de rotación 6. Esto significa que los imanes permanentes 31SB y 31SB para atraer el campo magnético producido por el imán permanente 31SA están dispuestos en ambos lados de la línea que pasa por los imanes permanentes 31SA y el eje de rotación 6.

De este modo el flujo del campo magnético de los imanes permanentes 31SA es dirigido hacia los imanes permanentes 31SB. En otras palabras, los imanes permanentes 31SA y los imanes permanentes 31SB están dispuestos para atraerse el uno al otro por lo que se cambia la dirección del campo magnético en el rotor 5 para hacer que el campo magnético atraviese el yugo del rotor 5A excluyendo el eje de rotación 6. El flujo magnético del rotor 5 en este caso es $0,264 \times 10^{-2}$ [Wb]. En este caso, el campo magnético producido por los dos imanes permanentes 31SA está formado de manera que rodea el eje de rotación 6 debido a la presencia de los imanes permanentes 31SB. La densidad de flujo magnético del eje de rotación 6 está comprendida entre aproximadamente 0,03 teslas y 0,18 teslas, como se muestra en la Figura 19. En otras palabras, el campo magnético de los imanes permanentes 31 evita atravesar el eje de rotación 6, de manera que el eje de rotación 6 es apenas magnetizado.

En base a los resultados analíticos del campo magnético del rotor 5, uno mostrado en la Figura 18 en donde los imanes permanentes 31SB están dispuestos de manera diferente con respecto a los imanes permanentes 31SA es más efectivo para la restricción de la magnetización del eje de rotación. El motor 5 mostrado en la Figura 15 en el que los huecos 5D están dispuestos de manera que bloquean el campo magnético entre los dos imanes

permanentes 31 y 31, que están enfrentados al eje de rotación 6, proporciona la fuerza magnética más grande son hacer que el eje de rotación sea magnetizado. Esto significa que los resultados del experimento han mostrado que disponer el yugo del rotor 5A con los huecos 5D mostrados en la Figura 15 hace posible evitar que el polvo de hierro se adhiera al eje de rotación 6 y restrinja la degradación del rendimiento del motor de inducción asíncrono 2. Con relación a los huecos 5D, sólo el hueco 5D dispuesto en el centro entre los dos imanes permanentes 31 y 31 puede estar provisto.

Ejemplos del diseño de los imanes permanentes de dos polos 31 son los rotores 5 mostrados en las Figuras 19 a 24. Haciendo referencia a la Figura 19, los imanes permanentes 31SB, 31SB y los imanes permanentes 31NB, 31NB están dispuestos en los lados derecho e izquierdo del eje de rotación 6 del yugo del rotor 5A de manera que se ponen entre sí. Los imanes permanentes 31SB, 31SB y los imanes permanentes 31NB, 31NB están dispuestos en forma de "V" de manera que están vueltos hacia el centro del eje de rotación 6. En los otros lados de estos imanes permanentes 31 (en los lados alejados del eje de rotación 6), están dispuestos un par de imanes permanentes 31, que se oponen entre sí, teniendo dos polos, uno en el lado derecho del eje de rotación 6 llevando el polo sur y el otro en el lado izquierdo del mismo llevando el polo norte. Haciendo referencia a la Figura 20, los imanes permanentes 31SB, 31SB y los imanes permanentes 31NB, 31NB están además dispuestos en el rotor 5 de la Figura 19 de manera que están inclinados hacia el eje de rotación 6. Los imanes permanentes proporcionan dos polos, unos en el lado derecho del eje de rotación 6 llevando el polo sur mientras que los otros están en el lado izquierdo del mismo llevando el polo norte.

Haciendo referencia a la Figura 22, dos imanes permanentes 31 están dispuestos en el yugo del rotor 5A sustancialmente en forma de "V" de manera que sustancialmente forman una forma de diamante, lateralmente opuestos entre sí, envolviendo el eje de rotación. El imán permanente en el lado derecho del eje de rotación 6 lleva el polo norte, mientras que el imán permanente en el lado izquierdo del mismo lleva el polo norte. En otras palabras, en los rotores 5 que tienen imanes permanentes 31 dispuesto como se muestra en las Figuras 18 a 22, la magnetización del eje de rotación 6 causada por las fuerzas magnéticas de los imanes permanentes 31 se puede restringir formando los huecos 5D, lo cual se muestra en la Figura 15, en el yugo del rotor 5A como se ha descrito anteriormente, estando los huecos localizados en la parte central en donde los imanes permanentes 31 y 31 se atraen entre sí.

Haciendo referencia a la Figura 22, el yugo del rotor 5A está provisto de ocho imanes permanentes 31. Los imanes permanentes 31 están dispuestos aproximadamente de forma radial, según se observa desde el eje de rotación 6. Más concretamente, los imanes permanentes 31 están dispuestos en una disposición aproximadamente radial en dos filas en cada lado con intervalos predeterminados dispuestos entre los imanes permanentes y con un espacio predeterminado dispuesto lateralmente entre las filas en el lado derecho y el lado izquierdo de manera que se oponen entre sí envolviendo al eje de rotación 6. Los imanes permanentes llevan dos polos, uno en el lado derecho del eje de rotación 6 llevando el polo sur, mientras que los otros en el lado izquierdo del mismo llevando el polo norte. En la Figura 23, los imanes permanentes 31 están dispuestos en una disposición aproximadamente radial en tres filas en cada lado con un intervalo predeterminado lateralmente dispuesto entre las filas. Los imanes permanentes llevan dos polos, uno en el lado derecho del eje de rotación llevando el polo sur, mientras que el otro en el lado izquierdo del mismo llevando el polo norte. En otras palabras, en los rotores 5 mostrados en la Figura 22 y la Figura 23, los imanes permanentes 31 están radialmente dispuestos sustancialmente alrededor del eje de rotación 6, de manera que el campo magnético es dirigido alejándose del eje de rotación 6, como se ilustra en la Figura 17. De este modo, el campo magnético de los dos imanes permanentes 31 y 31 dispuestos opuestos al eje de rotación 6 rodea el eje de rotación 6; por lo que el eje de rotación 6 no será magnetizado.

Haciendo referencia a la Figura 14, el yugo del rotor 5A está provisto de seis imanes permanentes 31. Estos imanes permanentes 31 están situados en una disposición sustancialmente hexagonal alrededor del eje de rotación 6. Los imanes permanentes 31 tienen dos polos, uno en el lado derecho del eje de rotación 6 llevando el polo sur, mientras que el otro en el lado izquierdo llevando el polo norte. Formando el hueco 5D mostrado en la Figura 15 en el yugo del rotor 5A mencionado anteriormente en la parte central en donde los imanes permanentes opuestos 31 se atraen entre sí, es posible restringir más el eje de rotación 6 de ser magnetizado por las fuerzas magnéticas de los imanes permanentes 31. Más concretamente, en el rotor 5 dispuesto con los imanes permanentes 31 dispuestos como se muestra en la Figura 24, los huecos 5D dispuestos en el rotor 5 mostrados en la Figura 13 hacen que los campos magnéticos no pasen al eje de rotación 6, de manera que el eje de rotación 6 apenas es magnetizado. Los huecos 32 mostrados en las Figs. 20, 21 y 24 interceptan el campo magnético formado entre los imanes permanentes 31 en el lado del polo sur y los imanes permanentes 31 en el lado del polo norte. Los huecos 32, sin embargo son prescindibles.

Como se ha descrito anteriormente, los huecos 5D están formados en la parte central del yugo del rotor 5A en donde los imanes permanentes 31 y 31, que se oponen entre sí con el eje de rotación 6 envuelto entre los mismos y se atraen entre sí, y los imanes permanentes 31 están dispuestos de manera que el campo magnético no atraviesa el eje de rotación 6 o el campo magnético rodea el eje de rotación 6. Con esta disposición, es posible restringir que el eje de rotación 6 sea magnetizado. Esto hace posible evitar los inconvenientes en los que el polvo de hierro o similar se adhiere al eje de rotación 6 o al eje de rotación 6 y los cojinetes 17 y 17 se desgasten debido a la fricción causada por las fuerzas magnéticas de los imanes permanentes 31.

5 En general, los imanes permanentes utilizados con los motores síncronos son magnetizados previamente en un lugar diferente, después se instalan en los rotores. Por esta razón cuando se insertan los imanes permanentes magnetizados en los rotores, los imanes permanentes se atraen entre sí, lo que conlleva una capacidad de trabajo pobre. Además, cuando se inserta un rotor en un estator, el rotor es atraído a una superficie circundante, afectando al problema de capacidad de montaje degradada de un motor de inducción síncrono.

10 Además, dado que los imanes permanentes están incorporados en un rotor, la capacidad de trabajo en la instalación del rotor en un estator se degrada, dando lugar a una fallo de montaje.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un motor de inducción síncrono que comprende un estator que tiene un devanado de estator, un rotor (5) que
10 tiene un yugo de rotor (5A) montado en un eje (6) para la rotación del estator, un conductor secundario situado
alrededor del yugo del rotor, y un par de imanes permanentes (31SA, 31NA) recibidos en el yugo del rotor (5A) y
dispuestos de manera que el eje (6) se extiende entre ellos, caracterizado por que los imanes permanentes (31SB,
31NB) para atraer el campo magnético producido por los imanes emparejados (31SA, 31NA) están dispuestos en
líneas de fuerza magnética que son producidas por los imanes emparejados permanentes (31SA, 31NA) y que
pasan alrededor del eje (6) de manera que el campo magnético producido por el par de imanes permanentes (31SA,
31NA) no se extiende de través del eje (6).
- 15 2. Un motor de inducción síncrono de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el campo magnético producido por
los imanes permanentes emparejados (31SA, 31NA) se extiende sólo a través del yugo del rotor (5A).
3. El motor de inducción síncrono de acuerdo con la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, en el que está formado un
hueco en el yugo del rotor (5A) entre cada imán permanente emparejado (31SA, 31NA) y el eje (6).
- 20 4. El motor de inducción síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los imanes
permanentes (31SB, 31NB) están radialmente dispuestos alrededor del eje (6).

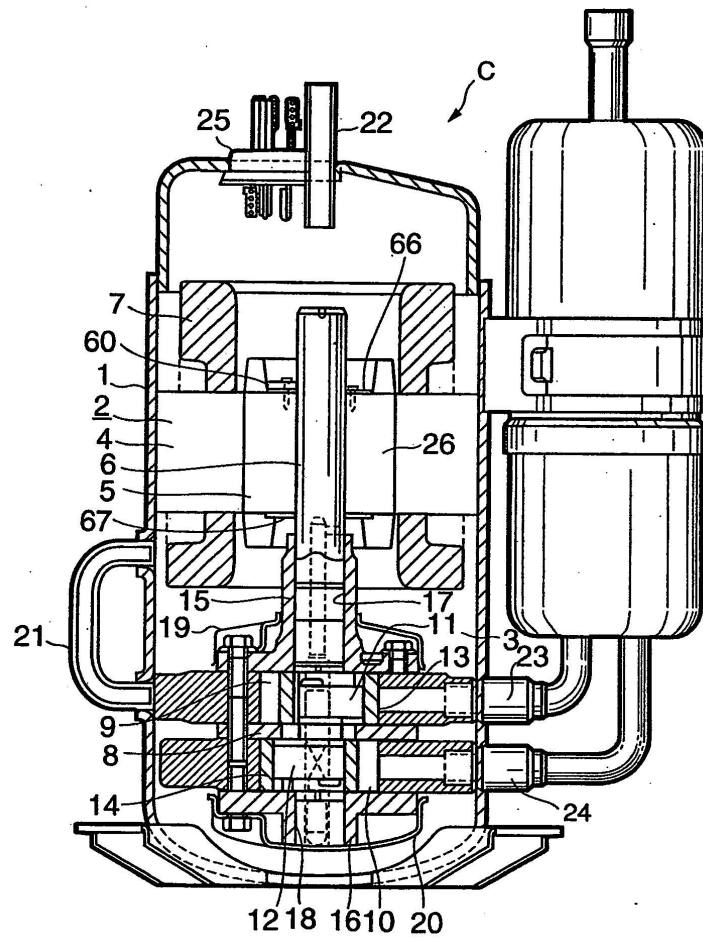


FIG. 1

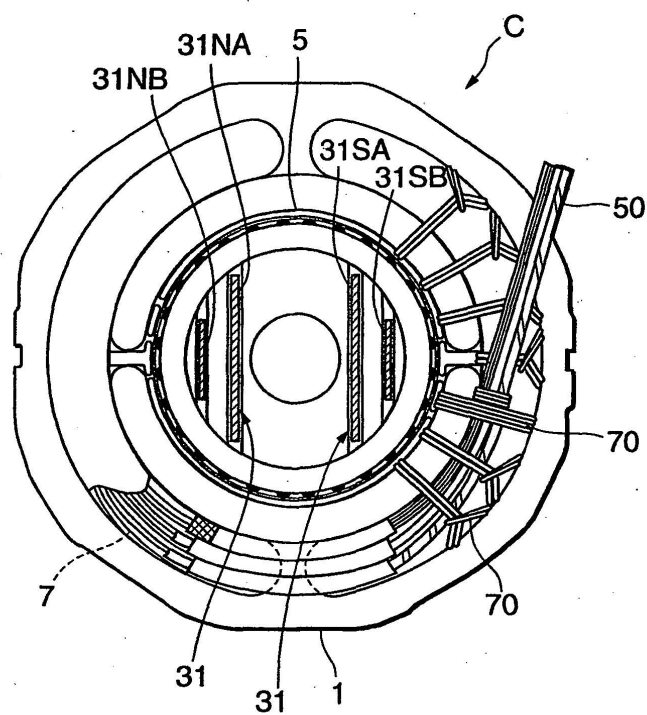


FIG. 2

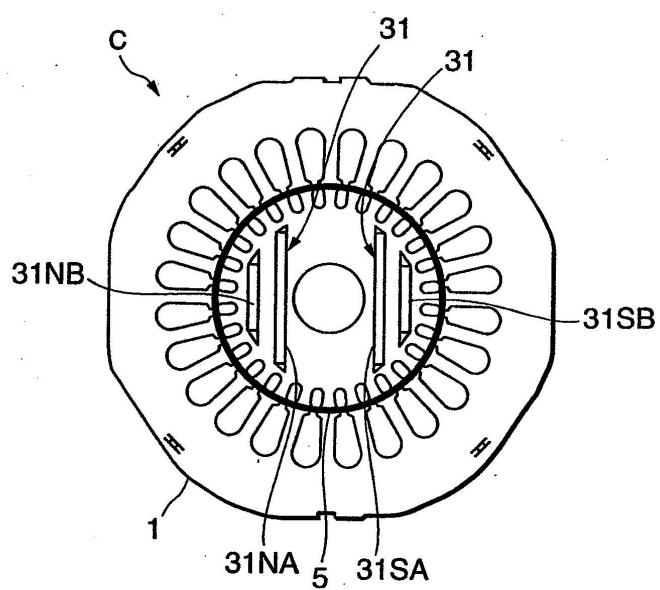


FIG. 3

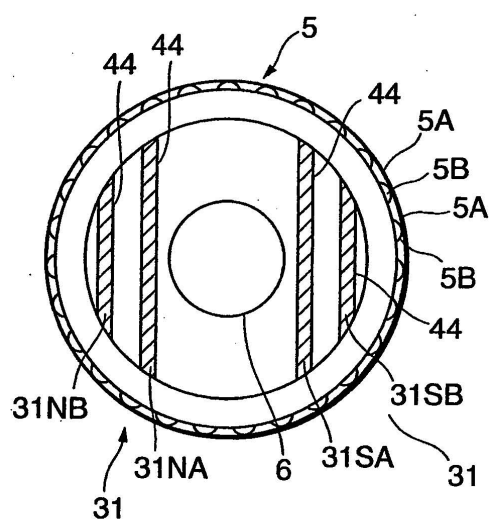


FIG. 4

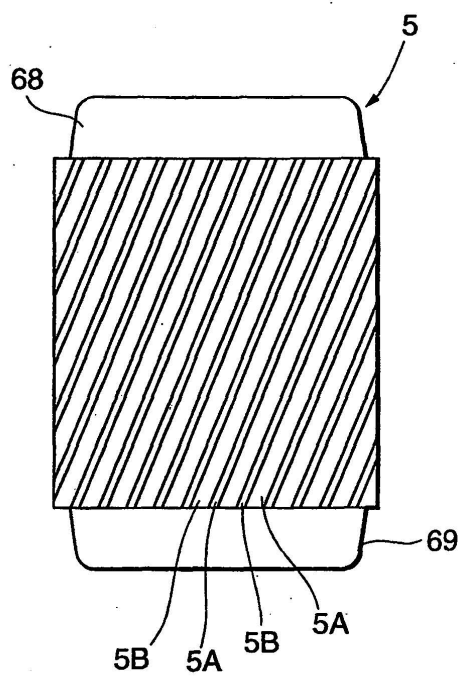


FIG. 5

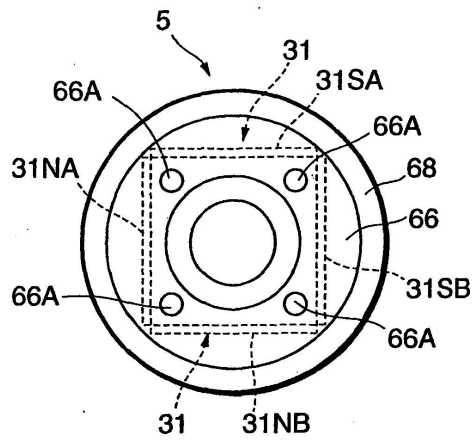


FIG. 6

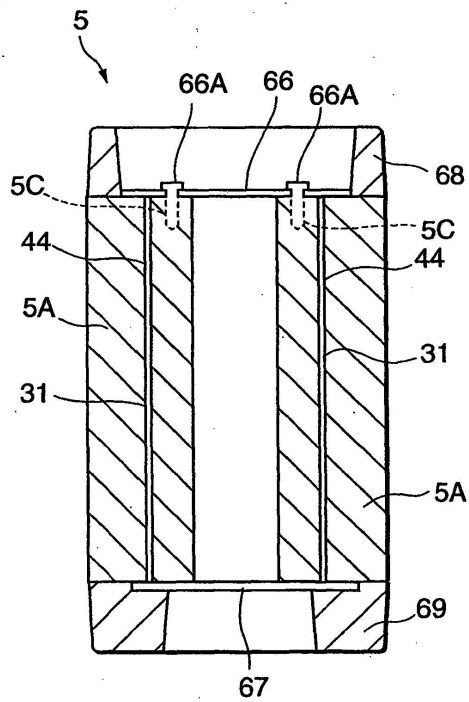


FIG. 7

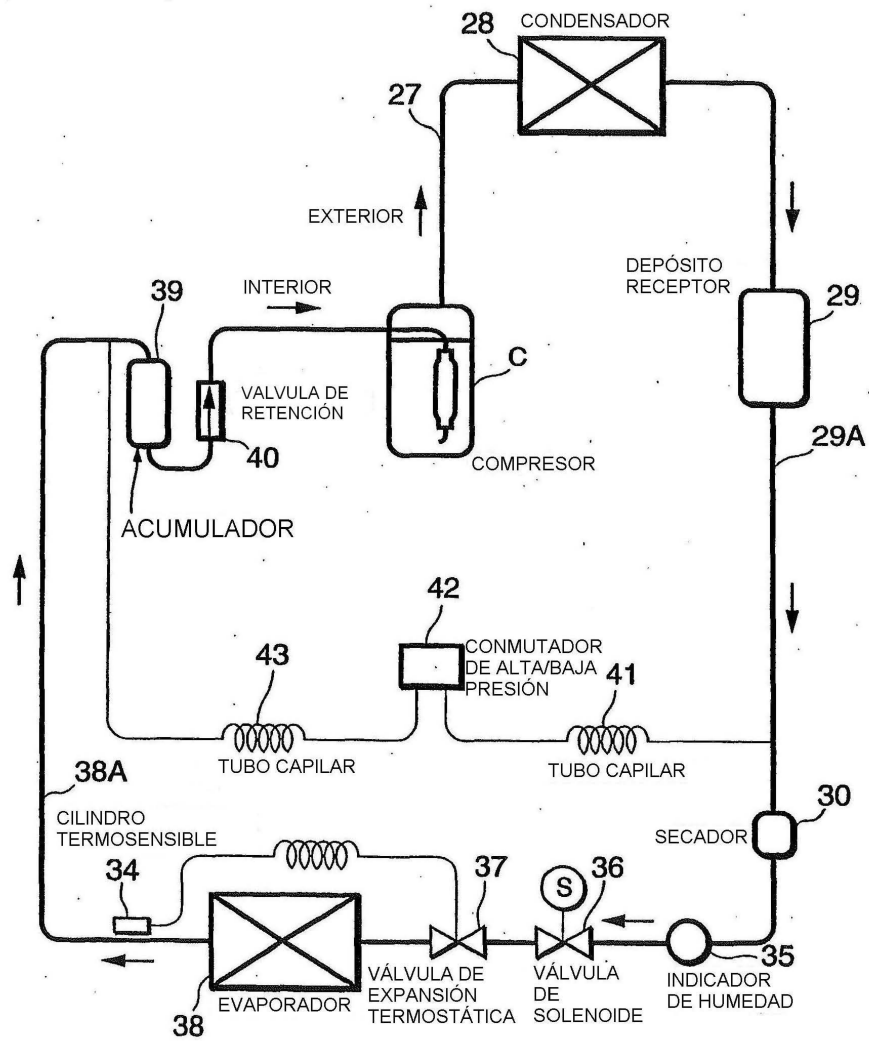


FIG. 8

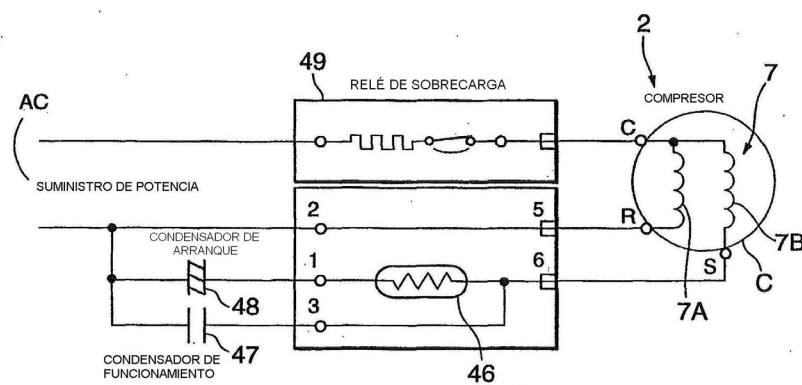


FIG. 9

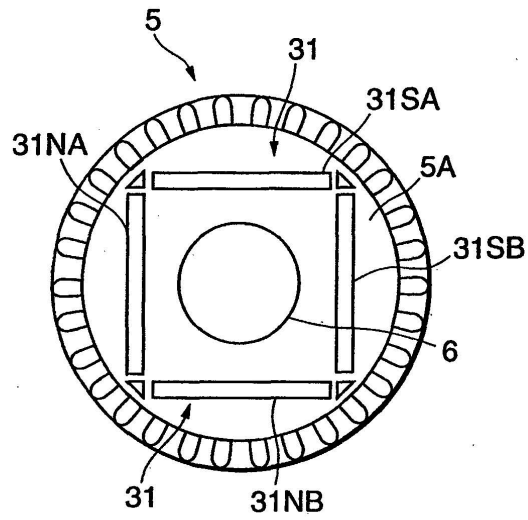


FIG. 10

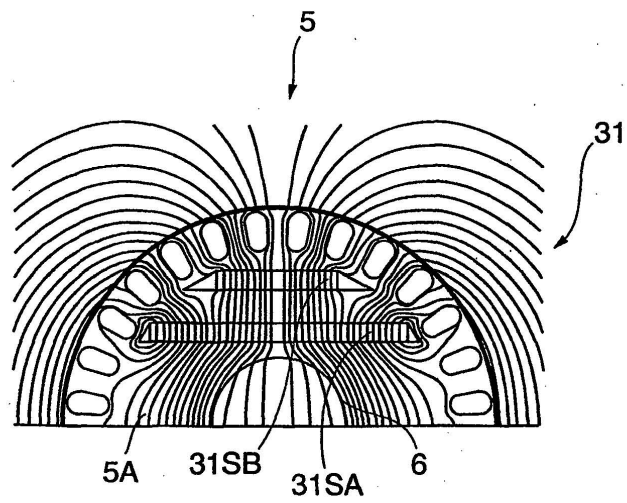


FIG. 11

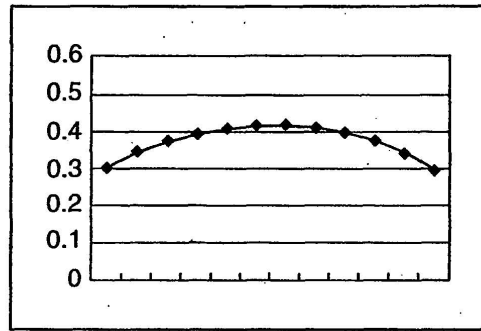


FIG. 12

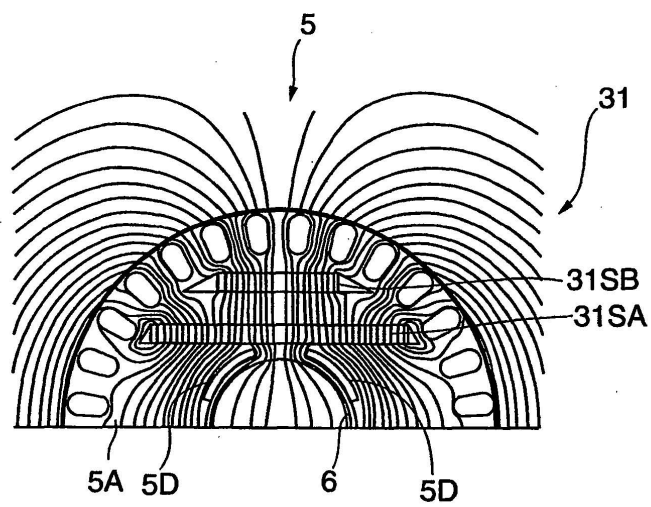


FIG. 13

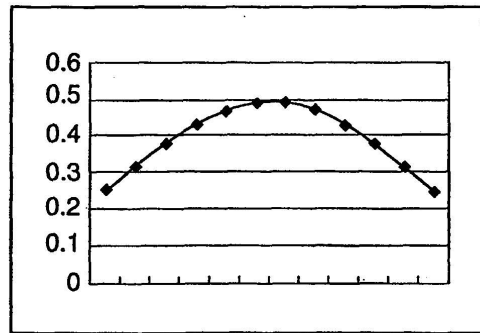


FIG. 14

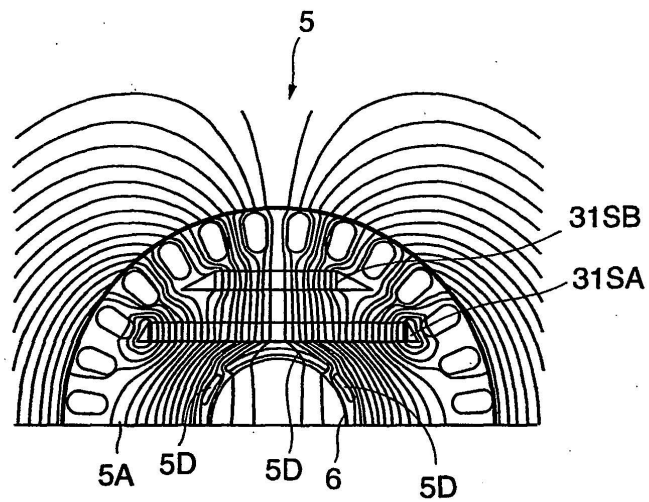


FIG. 15

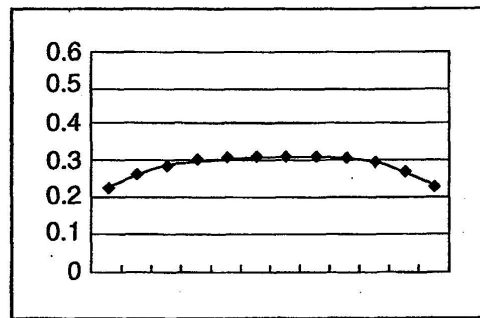


FIG. 16

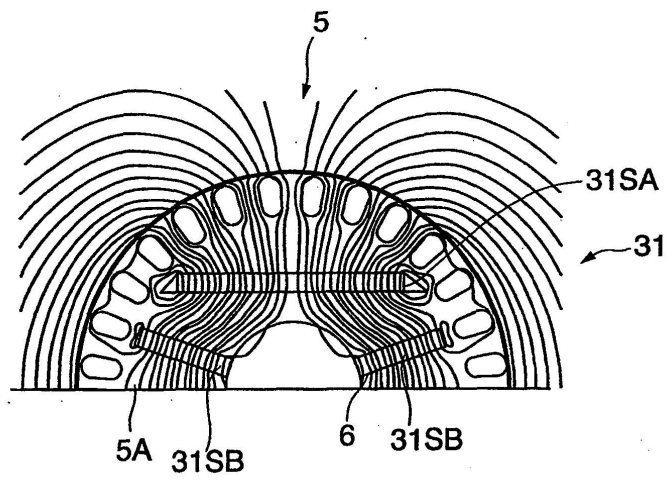


FIG. 17

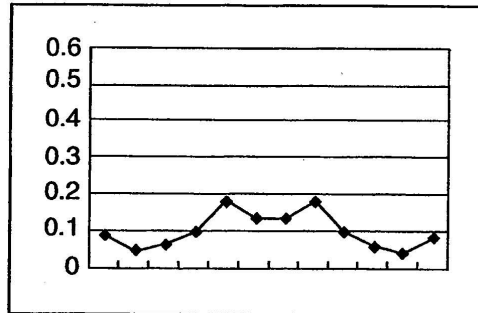


FIG. 18

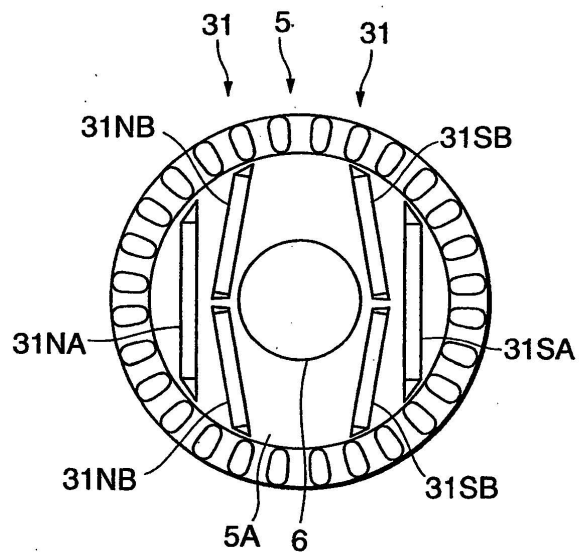


FIG. 19

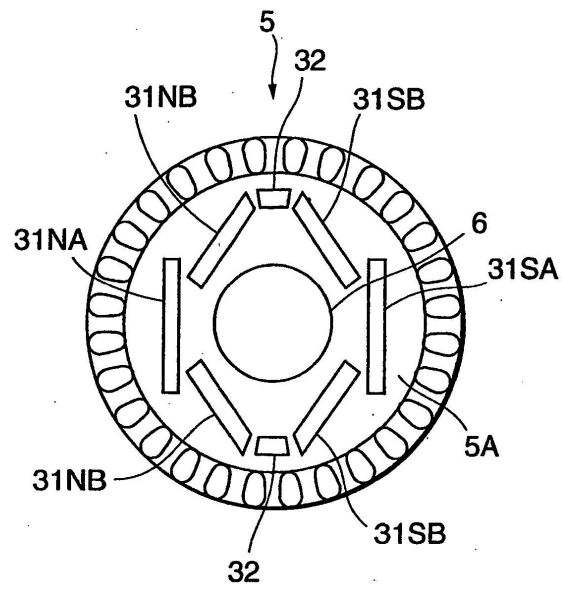


FIG. 20

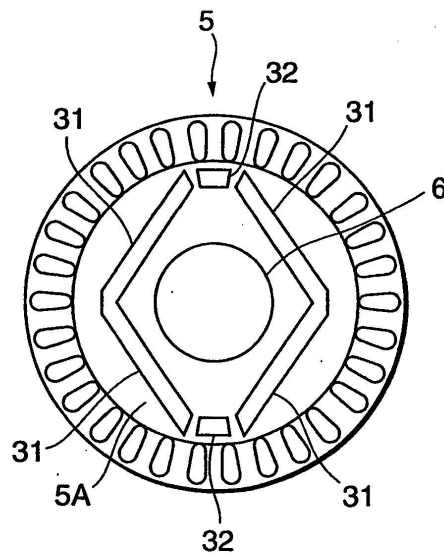


FIG. 21

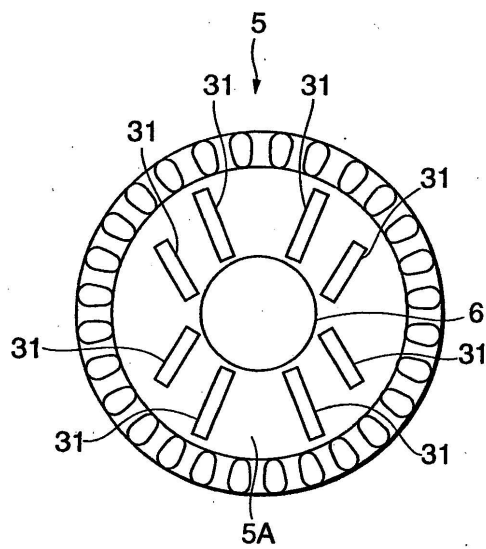


FIG. 22

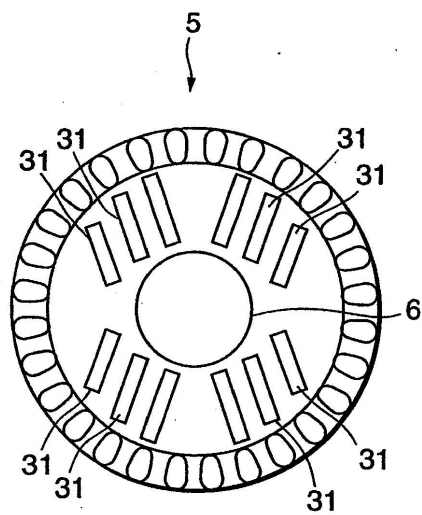


FIG. 23

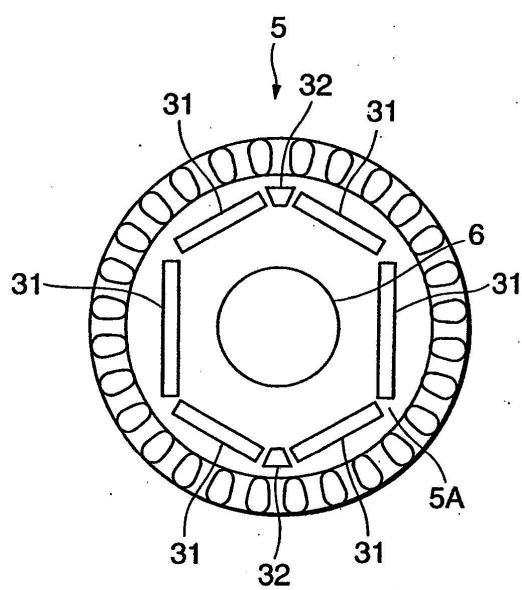


FIG. 24