



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 362 171**

(51) Int. Cl.:

H02K 21/46 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 11/00 (2006.01)

H02K 1/22 (2006.01)

F04B 35/04 (2006.01)

F04B 49/10 (2006.01)

F04C 23/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02251698 .3**

(96) Fecha de presentación : **11.03.2002**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1246348**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **02.10.2002**

(54) Título: **Motor de inducción síncrono, procedimiento de fabricación y unidad de accionamiento para el mismo, y compresor eléctrico hermético.**

(30) Prioridad: **30.03.2001 JP 2001-99883**
30.03.2001 JP 2001-99938
30.03.2001 JP 2001-100033
30.03.2001 JP 2001-100129
30.03.2001 JP 2001-100198
30.03.2001 JP 2001-100263
30.05.2001 JP 2001-161521

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.06.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.06.2011

(73) Titular/es: **SANYO Electric Co., Ltd.**
5-5, Keihan-Hondori 2-chome
Moriguchi-shi, Osaka, 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: **González Palmero, Fe**

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, procedimiento de fabricación y unidad de accionamiento para el mismo, y compresor eléctrico hermético

5 La presente invención se refiere a un motor de inducción síncrono constituido por una pluralidad de conductores secundarios previstos en la parte periférica de una culata de rotor, y por un anillo de extremo que está situado en las partes periféricas de ambas superficies de extremo de la culata de rotor y que está formado de manera solidaria con los conductores secundarios mediante fundido a presión, y por un imán permanente introducido en la culata de rotor.

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 refrigeración del acondicionador de aire o el refrigerador. Como un componente eléctrico para accionar el compresor, se ha utilizado un motor de inducción, un motor CC sin escobillas o un motor de inducción síncrono accionado mediante una fuente de alimentación comercial monofásica o trifásica.

15 El rotor del motor de inducción síncrono está constituido por un estátor que presenta devanados estatóricos y un rotor que rota en el estátor. Una pluralidad de conductores secundarios situados alrededor de una culata de rotor que forma el rotor está formada mediante fundido a presión. Además, los anillos de extremo están formados de manera solidaria con los conductores secundarios mediante fundido a presión sobre las partes periféricas de ambas superficies de extremo de la culata de rotor. Hay ranuras formadas a través de la culata de rotor, imanes permanentes están insertados en las ranuras y las aberturas en ambos extremos de las ranuras están fijadas respectivamente mediante elementos de superficie de extremo.

20 Los imanes permanentes que se proporcionan en el rotor se insertan en las ranuras formadas en la culata de rotor y después se sujetan mediante elementos de fijación. Además, con el fin de garantizar un buen equilibrio rotativo del rotor, hay equilibradores instalados cerca de los anillos de extremo situados en las partes periféricas de las superficies de extremo de la culata de rotor. En este caso, después de formar los anillos de extremo mediante fundido a presión, los elementos de superficie de extremo para fijar los imanes permanentes en las ranuras y los equilibradores se instalan por separado. Esto ha generado el problema de que la eficacia de ensamblaje del motor de inducción síncrono se deteriora considerablemente.

25 Además, con el fin de asegurar el espacio para las ranuras para fijar los imanes permanentes en el rotor, los anillos de extremo deben fabricarse con un pequeño tamaño. Esto da lugar inevitablemente a pequeñas áreas seccionales de los anillos de extremo. Como resultado, el calor generado por el rotor durante el funcionamiento aumenta, creando el problema de que el rendimiento de funcionamiento se degrada debido a las fuerzas magnéticas degradadas de los imanes y, si se utilizan imanes de tierras raras para los imanes permanentes, entonces se produce una desmagnetización significativa.

30 Por consiguiente, la presente invención se ha realizado con vistas a solucionar los problemas de la técnica anterior descritos anteriormente, y es un objeto de la presente invención proporcionar un motor de inducción síncrono que proporcione una capacidad de ensamblaje mejorada de un rotor de un motor de inducción síncrono y un rendimiento de funcionamiento mejorado.

35 A partir del documento US 4250424 se conoce un motor de inducción síncrono que comprende un motor de inducción síncrono que comprende un estátor que presenta un devanado estatórico, un rotor que presenta una culata de rotor montada para la rotación alrededor de un eje longitudinal que se extiende a través del estátor, una pluralidad de conductores secundarios situados alrededor de la culata de rotor que se forman mediante fundido a presión, un primer y un segundo anillo de extremo dispuestos en las partes periféricas de una primera y una segunda superficie de extremo respectivas de la culata de rotor, formándose el primer y el segundo anillo de extremo mediante fundido a presión de manera solidaria con los conductores secundarios, un imán permanente dispuesto en una ranura en la culata de rotor, y un par de elementos de superficie de extremo formados por un material no magnético, estando dispuesto el primer elemento de superficie de extremo sobre la primera superficie de extremo y estando dispuesto el segundo elemento de superficie de extremo sobre la segunda superficie de extremo de la culata de rotor para cerrar la ranura, fijándose el segundo elemento de superficie de extremo a la culata de rotor mediante el segundo anillo de extremo cuando los conductores secundarios y el primer y el segundo anillo de extremo se forman por fundido a presión de manera solidaria, en el que cada anillo de extremo es anular y comprende una pared anular que presenta una superficie curvada interna y una superficie curvada externa separadas, en una dirección que se extiende radialmente con respecto al eje de rotación del rotor, por la anchura de dicha pared, presentando además la pared una superficie superior y una superficie inferior separadas en una dirección que se extiende axialmente, con respecto al eje de rotación del rotor, por la altura de dicha pared. El documento US 4403161 y US 445443B también desvelan motores de inducción síncronos.

55 Un motor de inducción síncrono según la presente invención está caracterizado porque la altura del primer y del segundo anillo de extremo es la misma, pero la anchura del primer anillo de extremo es menor que la anchura del segundo anillo de extremo.

De manera ventajosa, el segundo elemento de superficie de extremo se fija a la culata de rotor mediante el segundo anillo de extremo cuando los conductores secundarios y el anillo de extremo se forman mediante fundido a presión de manera solidaria, fijándose el primer elemento de superficie de extremo a la culata de rotor mediante un elemento de fijación.

5 En una realización preferida, hay un compresor eléctrico hermético que comprende un motor de inducción síncrono y una unidad de compresión, en el que el segundo anillo de extremo está dispuesto en el extremo de la culata de rotor orientado hacia la unidad de compresión.

Se describirán realizaciones de la invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- | | | |
|----|--------------|--|
| 10 | la Figura 1 | es una vista en sección longitudinal de un compresor eléctrico hermético al que se le ha aplicado un motor de inducción síncrono según la presente invención; |
| | la Figura 2 | es una vista en planta del compresor eléctrico hermético con su cámara hermética dividida en dos; |
| | la Figura 3 | es una vista desde arriba en sección transversal del motor; |
| 15 | la Figura 4 | es una vista desde arriba en sección transversal parcialmente cortada de un rotor; |
| | la Figura 5 | es una vista lateral del rotor; |
| | la Figura 6 | es una vista desde arriba del rotor; |
| | la Figura 7 | es una vista lateral longitudinal del rotor mostrado en la Figura 6; |
| 20 | la Figura 8 | es un diagrama de circuito de refrigeración de un acondicionador de aire o de un refrigerador eléctrico o similar que utiliza el compresor eléctrico hermético dotado del motor de inducción síncrono según la presente invención; |
| | la Figura 9 | es un diagrama de circuito eléctrico del motor de inducción síncrono; |
| | la Figura 10 | es una vista desde arriba de otro rotor; |
| | la Figura 11 | es una vista parcial lateral en sección longitudinal del rotor mostrado en la Figura 10; |
| 25 | la Figura 12 | es una vista desde arriba de un rotor en el que un elemento de superficie de extremo está formado de manera solidaria con un equilibrador y fijado a una culata de rotor; |
| | la Figura 13 | es una vista parcial lateral en sección longitudinal del rotor mostrado en la Figura 12; |
| | la Figura 14 | es una vista desde arriba en sección transversal de otro rotor; |
| 30 | la Figura 15 | es un diagrama analítico del campo magnético de un rotor en la disposición del imán permanente mostrado en la Figura 4; |
| | la Figura 16 | ilustra una densidad de flujo magnético en un árbol giratorio del rotor mostrado en la Figura 15; |
| | la Figura 17 | es un diagrama analítico de un campo magnético de un rotor observado cuando hay un hueco formado en la culata de rotor en la disposición del imán permanente mostrado en la Figura 4; |
| 35 | la Figura 18 | es un diagrama que ilustra una densidad de flujo magnético en el árbol giratorio del rotor mostrado en la Figura 17; |
| | la Figura 19 | es un diagrama analítico del campo magnético del rotor observado cuando una pluralidad de huecos está formada en la culata de rotor en la disposición del imán permanente mostrado en la Figura 4; |
| 40 | la Figura 20 | es un diagrama que ilustra una densidad de flujo magnético en el árbol giratorio del rotor mostrado en la Figura 19; |
| | la Figura 21 | es un diagrama analítico del campo magnético de un rotor configurado de manera que el campo magnético producido por un imán permanente esquiva el árbol giratorio; |
| 45 | la Figura 22 | es un diagrama que ilustra una densidad de flujo magnético en el árbol giratorio del rotor mostrado en la Figura 19; |

- la Figura 23 es una vista desde arriba en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo de disposición de un imán permanente;
- la Figura 24 es una vista desde arriba en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo adicional de disposición de un imán permanente;
- 5 la Figura 25 es una vista desde arriba en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo adicional de disposición de un imán permanente;
- la Figura 26 es una vista desde arriba en sección transversal de un rotor que ilustra un ejemplo adicional de disposición de un imán permanente;
- 10 la Figura 27 es una vista desde arriba en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo de disposición de un imán permanente;
- la Figura 28 es una vista desde arriba en sección transversal de un rotor que ilustra otro ejemplo de disposición de un imán permanente;
- La Figura 29 es una vista desde arriba en sección transversal parcialmente cortada de otro rotor;
- la Figura 30 es una vista parcial lateral en sección longitudinal del rotor mostrado en la Figura 29;
- 15 la Figura 31 es una vista desde arriba en sección transversal del rotor mostrado en la Figura 29;
- la Figura 32 es una vista desde arriba en sección transversal de otro rotor;
- la Figura 33 es una vista desde arriba en sección transversal de otro rotor adicional;
- la Figura 34 es una vista desde arriba en sección transversal de otro rotor adicional;
- la Figura 35 es una vista desde arriba en sección transversal de un rotor adicional;
- 20 la Figura 36 es una vista desde arriba en sección transversal de otro rotor;
- la Figura 37 es una diagrama de circuito eléctrico de un motor de inducción síncrono bipolar trifásico;
- 25 Realizaciones de la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. La Figura 1 es un diagrama lateral en sección longitudinal de un compresor C eléctrico hermético, una realización en la que se aplica la presente invención. En la Figura 1, una cámara 1 hermética incluye un motor 2 de inducción síncrono según la presente invención en un compartimento superior y un compresor 3 en un compartimento inferior en la cámara 1 hermética, accionándose el compresor 3 de manera giratoria mediante el motor 2 de inducción síncrono. La cámara 1 hermética está dividida de antemano en dos partes para alojar el motor 2 de inducción síncrono y el compresor 3, sellándose posteriormente de manera hermética mediante soldadura por alta frecuencia o similar. El compresor C eléctrico hermético puede ser un compresor giratorio, recíproco, de espiral o similar.
- 30 El motor 2 de inducción síncrono está formado por un estátor 4 bipolar monofásico fijado a la pared interna de la cámara 1 hermética y por un rotor 5 que está situado en el lado interno del estátor y soportado de manera giratoria alrededor de un árbol 6 giratorio. El estátor 4 está dotado de un devanado 7 estatórico para aplicar un campo magnético rotativo al rotor 5.
- 35 El compresor 3 presenta un primer cilindro 9 giratorio y un segundo cilindro 10 giratorio separados por un separador 8. Los cilindros 9 y 10 presentan elementos 11 y 12 excéntricos accionados de manera giratoria por el árbol 6 giratorio. Las posiciones excéntricas de los elementos 11 y 12 excéntricos están descentradas entre sí en 180 grados.
- 40 Un primer rodillo 13 situado en el cilindro 9 y un segundo rodillo 14 situado en el cilindro 10 rotan en los cilindros a medida que rotan los elementos 11 y 12 excéntricos. Los números de referencia 15 y 16 denotan un primer elemento estructural y un segundo elemento estructural, respectivamente. El primer elemento 15 estructural forma un espacio de compresión cerrado del cilindro 9 entre el propio elemento y el separador 8. Asimismo, el segundo elemento 16 estructural forma un espacio de compresión cerrado del cilindro 10 entre el propio elemento y el separador 8. El primer elemento 15 estructural y el segundo elemento 16 estructural están equipados con cojinetes 17 y 18, respectivamente, que soportan de manera giratoria la parte inferior del árbol 6 giratorio.
- 45 Silenciadores 19 y 20 de descarga están instalados para cubrir el primer elemento 15 estructural y el segundo elemento 16 estructural. El cilindro 9 y el silenciador 19 de descarga se comunican a través de una abertura de descarga (no mostrada) prevista en el primer elemento 15 estructural. Asimismo, el cilindro 10 y el silenciador 20 de descarga también se comunican a través de una abertura de descarga (no mostrada) prevista en el segundo elemento 16 estructural. Un conducto 21 de desvío está previsto fuera de la cámara 1 hermética y se comunica con el interior del silenciador 20 de descarga.

Un conducto 22 de descarga está previsto en la parte superior de la cámara 1 hermética. Conductos 23 y 24 de aspiración están conectados a los cilindros 9 y 10, respectivamente. Un terminal 25 hermético suministra energía eléctrica al devanado 7 estatórico del estátor 4 desde el exterior de la cámara 1 hermética (no se muestra el hilo conductor que conecta el terminal 25 hermético y el devanado 7 estatórico).

5 Un núcleo 26 de hierro de rotor está formado por una pluralidad de placas de hierro de rotor laminadas, cada una de las cuales se fabrica cortando una placa de acero electromagnética (no mostrada), que tiene un grosor comprendido entre 0,3mm y 0,7mm, en una forma predeterminada. Las placas de hierro de rotor laminadas se prensan en una pieza, o pueden soldarse en una pieza. Elementos 66 y 67 de superficie de extremo están acoplados a los extremos superior e inferior del núcleo 26 de hierro de rotor. Los elementos 66 y 67 de superficie de extremo están formados por superficies planas hechas de un material no magnético, tal como acero inoxidable, aluminio, cobre o latón. Si los elementos 66 y 67 de superficie de extremo deben utilizar un material magnético, entonces los elementos 66 y 67 de superficie de extremo proporcionarán una trayectoria magnética, y el imán del rotor 5 generará un cortocircuito magnético, dando lugar a un rendimiento de funcionamiento degradado del motor 2 de inducción síncrono. Por este motivo, para los elementos 66 y 67 se utiliza un material no magnético.

10 La Figura 2 es una vista en planta del compresor C eléctrico hermético con la cámara 1 hermética dividida en dos partes. La Figura 3 es una vista desde arriba en sección transversal del compresor C eléctrico hermético, la Figura 4 es una vista desde arriba en sección transversal del rotor 5 y la Figura 5 es una vista lateral del rotor 5. El estátor 4 tiene el devanado 7 estatórico enrollado alrededor del estátor 4. Una línea 50 conductora conectada al devanado 7 estatórico y un extremo de bobina del devanado 7 estatórico están unidos entre sí con un filamento 70 de poliéster, y la línea 50 conductora está conectada al terminal 25 hermético.

15 El rotor 5 está formado por una culata 5A de rotor, conductores 5B secundarios de jaula de ardilla formados mediante fundido a presión situados alrededor de la culata 5A de rotor, un anillo 69 de extremo formado mediante fundido a presión que está situado en la parte periférica de una superficie de extremo de la culata 5A de rotor, que sobresale de manera anular en una dimensión predeterminada y que se forma mediante fundido a presión de manera solidaria con los conductores 5B secundarios de jaula de ardilla, e imanes 31 permanentes introducidos en la culata 5A de rotor. Los imanes 31 permanentes se magnetizan después de que materiales de imán permanentes se inserten en ranuras 44, que se describirán posteriormente en este documento. Los imanes 31 (31SA y 31SB) permanentes introducidos en un lado (por ejemplo, el lado derecho del dibujo) con respecto al árbol 6 giratorio están polarizados con el mismo polo sur, mientras que los imanes 31 (31NA y 31NB) permanentes introducidos en el otro lado (por ejemplo, el lado izquierdo del dibujo) están polarizados con el mismo polo norte.

20 La pluralidad de conductores 5B secundarios de jaula de ardilla está prevista en la parte periférica de la culata 5A de rotor y presenta elementos de aluminio formados mediante fundido a presión moldeados por inyección en orificios cilíndricos (no mostrados) formados en la jaula en la dirección en la que se extiende el árbol 6 giratorio. Los conductores 5B secundarios de jaula de ardilla están formados en un denominado patrón oblicuo mediante el cual están inclinados en espiral en un ángulo predeterminado en la dirección circunferencial del árbol 6 giratorio desde un extremo al otro, tal y como se muestra en la Figura 5.

25 La culata 5A de rotor presenta una pluralidad de ranuras 44 (cuatro en esta realización) formadas de manera vertical con ambos extremos abiertos. Las aberturas en ambos extremos de las ranuras 44 están cerradas mediante un par de los elementos 66 y 67 de superficie de extremo, respectivamente, tal y como se muestra en las Figuras 6 y 7. Cuando los conductores 5B secundarios de jaula de ardilla y los anillos 68 y 69 de extremo se forman mediante fundido a presión, el elemento 67 de superficie de extremo se fija a la culata 5A de rotor mediante el anillo 69 de extremo. El elemento 66 de superficie de extremo se fija a la culata 5A de rotor mediante una pluralidad de remaches 66A que funcionan como elementos de fijación.

30 En este caso, después de que los imanes 31 permanentes se hayan insertado a través de las aberturas de las ranuras 44, las aberturas se cierran mediante el elemento 66 de superficie de extremo, y el elemento 66 de superficie de extremo se fija remachándose en orificios 5C de enganche previstos en la culata 5A de rotor. Esto fija los imanes 31 permanentes en las ranuras 44. Los imanes 31 permanentes están hechos de un material de imán permanente de tierras raras de, por ejemplo, un imán permanente de praseodimio o un imán permanente de neodimio con un chapado de níquel o similar previsto sobre la superficie del mismo para producir altas fuerzas magnéticas. Los imanes 31 y 31 permanentes están previstos de manera que sean opuestos al árbol 6 giratorio, y los imanes 31 y 31 permanentes opuestos están introducidos y magnetizados para tener polos opuestos.

35 Los imanes 31SA y 31Sb permanentes introducidos en un lado (por ejemplo, el lado derecho y el lado superior del dibujo) con respecto al árbol 6 giratorio están polarizados con el mismo polo sur, mientras que los imanes 31NA y 31NB permanentes introducidos en el otro lado (por ejemplo, el lado izquierdo y el lado inferior del dibujo) están polarizados con el mismo polo norte. Más específicamente, los imanes 31SA, 31SB permanentes y los imanes 31NA, 31NB permanentes están dispuestos para crear sustancialmente una forma rectangular alrededor del árbol 6 giratorio, y están introducidos de manera que portan dos polos, concretamente el polo sur y el polo norte, hacia fuera en la dirección circunferencial del árbol 6 giratorio. Esto permite aplicar un momento de torsión al rotor 5 mediante las fuerzas

5 magnéticas de un devanado 7A principal y un devanado 7B auxiliar, que se describirán posteriormente en este documento. La disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 6 y 7 es diferente de la disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 2, 3 y 4. La disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 6 y 7 puede sustituirse por la disposición mostrada en las Figuras 2, 3 y 4. Sin embargo, en este caso, las posiciones de remachado de los remaches 66A deben cambiarse. Además, como alternativa, los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 2, 3 y 4 pueden disponerse tal y como se muestra en la Figura 6 ó 7.

10 El compresor C eléctrico hermético dotado del motor 2 de inducción síncrono descrito anteriormente se utiliza en un circuito de refrigeración (Figura 8) de un acondicionador de aire o de un refrigerador eléctrico o similar para refrigerar el interior de una habitación o de un refrigerador. Más específicamente, cuando se acciona el compresor 3 del compresor C eléctrico hermético, un refrigerante sellado en el circuito de refrigeración se introduce a través de un conducto 23 de aspiración, comprimido por el primer cilindro 9 giratorio y por el segundo cilindro 10 giratorio, y se descarga en un conducto 27 desde un conducto 22 de descarga. El refrigerante gaseoso comprimido descargado en el conducto 27 fluye hacia el interior de un condensador 28 donde irradia calor y se condensa en un refrigerante líquido, y después fluye hacia el interior de un tanque 29 receptor.

15 El refrigerante líquido que fluye hacia y que permanece temporalmente en el tanque 29 receptor pasa desde un conducto 29A en el lado de salida del tanque 29 receptor a un secador 30, un indicador 35 de humedad, una válvula 36 de solenoide y una válvula 37 de expansión termostática en donde se reduce. Después, el refrigerante líquido fluye hacia el interior de un evaporador 38 donde se evapora. En este momento, el refrigerante absorbe el calor circundante para llevar a cabo su acción de refrigeración. Cuando el refrigerante está a punto de licuarse, el refrigerante se dirige desde un conducto 38A en el lado de salida del evaporador 38 hacia el interior de un acumulador 39 donde experimenta una separación de vapor y líquido, volviéndose a introducir posteriormente en el compresor 3 a través de una válvula 40 de retención. Este ciclo de refrigeración se repite.

20 El refrigerante líquido que ha salido del tanque 29 receptor se desvía del conducto 29A hacia el interior de un conducto 38A entre el evaporador 38 y el acumulador 39 a través de tubo 41 capilar, un conmutador 42 de alta/baja presión y un tubo 43 capilar. El conmutador 42 de alta/baja presión detecta la presión del conducto 29A y del conducto 38A a través de los tubos 41 y 43 capilares. Si las presiones de los dos conductos 29A y 38A superan una presión predeterminada diferente o superior, dando como resultado que una cantidad insuficiente del refrigerante se introduce en el compresor C eléctrico hermético, entonces el refrigerante líquido del tanque 29 receptor puede fluir hacia el interior del compresor C eléctrico hermético, pudiendo fluir posteriormente el refrigerante líquido del tanque 29 receptor hacia el interior del compresor 3 para su protección. La válvula 37 de expansión termostática ajusta automáticamente su grado de abertura basándose en la temperatura detectada por un cilindro 34 termosensible previsto en el extremo de salida del evaporador 38.

25 La Figura 9 muestra un diagrama de circuito eléctrico del motor 2 de inducción síncrono. El motor 2 de inducción síncrono mostrado en la Figura 9 que recibe energía desde una fuente CA de alimentación de corriente alterna monofásica disponible comercialmente está equipado con un devanado 7A principal y con un devanado 7B auxiliar. Un extremo del devanado 7A principal está conectado a un extremo de la fuente CA de alimentación de corriente alterna monofásica disponible comercialmente, y el otro extremo del mismo está conectado al otro extremo de la fuente CA de alimentación. El devanado 7B auxiliar conectado a un extremo de la fuente CA de alimentación de corriente alterna monofásica disponible comercialmente está conectado en serie al otro extremo de la fuente CA de alimentación a través de la mediación de un PTC 46 y de un condensador 48 de encendido y también está conectado a un condensador 47 de funcionamiento en paralelo al PCT 46 y al condensador 48 de encendido.

30 El PTC 46 está formado por un dispositivo semiconductor cuyo valor de resistencia aumenta en proporción a la temperatura. El valor de resistencia es bajo cuando se enciende el motor 2 de inducción síncrono y aumenta a medida que pasa corriente por el mismo, generando calor. Un conmutador 49 de alimentación está constituido por un sensor de corriente de línea sensible a la corriente para detectar la corriente de línea y por un relé de sobrecarga que también sirve como un conmutador protector utilizado para suministrar energía desde la fuente AC de alimentación de corriente alterna monofásica disponible comercialmente al devanado 7 estatórico y para interrumpir el suministro de energía al devanado 7 estatórico. El condensador 47 de funcionamiento está fijado para tener una capacitancia adecuada para un funcionamiento estable, y el condensador 47 de funcionamiento y el condensador 48 de encendido están fijados para proporcionar capacitancias adecuadas para el encendido en el estado en que los condensadores 47 y 48 están conectados en paralelo.

35 Las Figuras 10 y 11 muestran otro rotor 5. En este caso, la culata 5A de rotor que constituye el rotor 5 presenta una pluralidad de ranuras 44 (cuatro en esta realización) que están formadas para penetrar de manera vertical en la culata 5A de rotor y tener sus ambos extremos abiertos. Las aberturas de ambos extremos de las ranuras 44 están cerradas por un par de elementos 66 y 67 de superficie de extremo, tal y como se muestra en las Figuras 10 y 11. Cuando los conductores 5B secundarios de jaula de ardilla y los anillos 68 y 69 de extremo se forman mediante fundido a presión, el elemento 67 de superficie de extremo se fija de manera solidaria a la culata 5A de rotor mediante el anillo 69 de extremo, y el elemento 66 de superficie de extremo se fija de manera solidaria a la culata 5A de rotor mediante el anillo 68 de extremo. En este caso, con las partes periféricas de los elementos 66 y 67 de superficie de extremo

ligeramente extendidas hacia los elementos 66 y 67 de superficie de extremo ligeramente extendidos hacia los anillos 68 y 69 de extremo, respectivamente, la culata 5A de rotor, los anillos 68 y 69 de extremo y los elementos 66 y 67 de superficie de extremo se forman mediante fundido a presión en una pieza. Esto fija los dos elementos 66 y 67 de superficie de extremo a ambos extremos de la culata 5A de rotor, y también fija los imanes 31 permanentes en las ranuras 44. Los imanes 31 permanentes están hechos de un material de imán permanente de tierras raras de, por ejemplo, un imán permanente de praseodimio o un imán permanente de neodimio con un chapado de níquel o similar previsto sobre la superficie del mismo para producir altas fuerzas magnéticas. Los imanes 31 y 31 permanentes están previstos de manera que sean opuestos al árbol 6 giratorio, y los imanes 31 y 31 permanentes opuestos están introducidos y magnetizados para tener polos opuestos.

Los imanes 31SA y 31SB permanentes introducidos en un lado (por ejemplo, el lado derecho y el lado superior del dibujo) con respecto al árbol 6 giratorio están polarizados con los mismos polos que buscan el sur, mientras que los imanes 31NA y 31NB permanentes introducidos en el otro lado (por ejemplo, el lado izquierdo y el lado inferior del dibujo) están polarizados con los mismos polos que buscan el norte. Más específicamente, los imanes 31SA, 31SB permanentes y los imanes 31NA, 31NB permanentes están dispuestos para crear sustancialmente una forma rectangular alrededor del árbol 6 giratorio, y están introducidos de manera que portan dos polos, concretamente el polo sur y el polo norte, hacia fuera en la dirección circunferencial del árbol 6 giratorio. Esto permite aplicar un momento de torsión al rotor 5 mediante las fuerzas magnéticas de un devanado 7A principal y un devanado 7B auxiliar, que se describirán posteriormente en este documento. La disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 10 y 11 es diferente de la disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 2, 3 y 4. La disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 10 y 11 puede sustituirse por la disposición mostrada en las Figuras 2, 3 y 4. Además, como alternativa, los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 2, 3 y 4 pueden disponerse tal y como se muestra en las Figuras 10 u 11.

Por lo tanto, puesto que los dos elementos 66 y 67 de superficie de extremo se fijan a la culata 5A de rotor mediante los dos anillos 68 y 69 de extremo cuando los conductores 5B secundarios y los anillos 68 y 69 de extremo se forman mediante fundido a presión, los dos elementos 66 y 67 de superficie de extremo pueden fijarse fácilmente a la culata 5A de rotor cuando los conductores 5B secundarios y los anillos 68 y 69 de extremo se forman mediante fundido a presión. Esta disposición hace posible eliminar la necesidad de, por ejemplo, la etapa engorrosa de insertar los imanes 31 permanentes en las ranuras 44, acoplando después los elementos 66 y 67 de superficie de extremo a ambos extremos de la culata 5A de rotor después de haberse formado mediante fundido a presión los anillos 68 y 69 de extremo, como en el caso de la técnica anterior.

Otro rotor se muestra en las Figuras 12 y 13. En este caso, una culata 5A de rotor está dotada de un equilibrador 60 para garantizar un buen equilibrio rotativo del rotor 5. El equilibrador 60 está formado de manera solidaria con un elemento 66 de superficie de extremo y está constituido por una parte 60A de placa de superficie de extremo, una parte 60C de peso y una parte 60B de conexión que conecta la parte 60C de peso y la parte 60A de placa de superficie de extremo. La parte 60C de peso está formada para tener un tamaño suficiente para apoyarse sobre un anillo 68 de extremo y tiene una forma sustancialmente semicircular.

La parte 60A de placa de superficie de extremo tiene sustancialmente la misma forma que el elemento 66 de superficie de extremo. La parte 60A de placa de superficie de extremo y la parte 60C de peso están conectadas mediante la parte 60B de conexión. La parte 60A de placa de superficie de extremo, la parte 60C de peso y la parte 60B de conexión están formadas en una pieza. El equilibrador 60 se moldea vertiendo cobre, latón, o similar, fundido en un molde. La parte 60B de conexión está situada en el lado interno del anillo 68 de extremo, con la periferia de la parte 60A de placa de superficie de extremo extendiéndose ligeramente hacia el anillo 68 de extremo. La parte 60C de peso está formada sobre el anillo 68 de extremo.

El equilibrador 60 formado de la manera descrita anteriormente se fija a la culata 5A de rotor mediante el anillo 68 de extremo cuando ambos elementos 66 y 67 de superficie de extremo, los conductores 5B secundarios y los anillos 68 y 69 de extremo se forman mediante fundido a presión. El elemento 67 de superficie de extremo se fija a la culata 5A de rotor mediante el anillo 69 de extremo, tal y como se ha mencionado anteriormente. Esto fija los imanes 31 permanentes en las ranuras 44 de la culata 5A de rotor.

Por lo tanto, el equilibrador 60 y el elemento 67 de superficie de extremo se fijan a la culata 5A de rotor cuando los conductores 5B secundarios y los dos anillos 68 y 69 de extremo se forman mediante fundido a presión. Esto hace posible eliminar la necesidad de la etapa engorrosa de insertar una pluralidad de los imanes 31 permanentes en las ranuras 44 después de formar mediante fundido a presión el conductor 5B secundario y los dos anillos 68 y 69 de extremo, instalando después los elementos 66 y 67 de superficie de extremo en ambos extremos de la culata 5A de rotor, como en la técnica anterior.

Cuando los imanes permanentes se instalan en el rotor de un motor de inducción síncrono, un campo magnético de los imanes permanentes pasa inevitablemente a través de un árbol giratorio. Por lo tanto, el árbol giratorio se magnetiza, generándose el problema de que polvo férrico o similar se adhiere al árbol giratorio magnetizado, haciendo que el árbol giratorio se desgaste.

Además, instalar los imanes permanentes en el rotor hace que el árbol giratorio y un cojinete se atraigan entre sí debido a las fuerzas magnéticas de los imanes permanentes, dando como resultado una alta fricción entre el árbol giratorio y el cojinete. Esto también ha generado el problema de desgaste del árbol giratorio.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 14 a 28, se describirá la configuración que limita significativamente la magnetización de un árbol giratorio al que se le ha acoplado un rotor de un motor de inducción síncrono bipolar.

En este caso, componentes de imán no magnetizados de imanes 31 permanentes están insertados en las aberturas de las ranuras 44, cerrándose posteriormente las aberturas mediante un elemento 66 de superficie de extremo, y el elemento 66 de superficie de extremo está remachado en orificios 5C de enganche previstos en la culata 5A de rotor mediante remaches 66A para fijar los componentes de imán en las ranuras 44. Por lo tanto, los elementos 66 y 67 de superficie de extremo están fijados a ambos extremos de la culata 5A de rotor, y los imanes 31 permanentes están fijados en las ranuras. Los imanes 31 permanentes están hechos de un material de imán permanente de tierras raras de, por ejemplo, un imán permanente de praseodimio o un imán permanente de neodimio con un chapado de níquel o similar previsto sobre la superficie del mismo para producir altas fuerzas magnéticas. Los imanes 31 y 31 permanentes están previstos de manera que sean opuestos al árbol 6 giratorio, y los imanes 31 y 31 permanentes opuestos están introducidos y magnetizados para tener polos opuestos, tal y como se muestra en la Figura 14.

Los imanes 31SA y 31SB permanentes introducidos en un lado (por ejemplo, el lado derecho y el lado superior del dibujo) con respecto al árbol 6 giratorio están polarizados con los mismos polos que buscan el sur, mientras que los imanes 31NA y 31NB permanentes introducidos en el otro lado (por ejemplo, el lado izquierdo y el lado inferior del dibujo) están polarizados con los mismos polos que buscan el norte. Más específicamente, los imanes 31SA, 31SB permanentes y los imanes 31NA, 31NB permanentes están dispuestos para crear sustancialmente una forma rectangular alrededor del árbol 6 giratorio, y están introducidos de manera que portan dos polos, concretamente el polo sur y el polo norte, hacia fuera en la dirección circunferencial del árbol 6 giratorio. Esto permite aplicar un momento de torsión al rotor 5 mediante las líneas de fuerza magnética de un devanado 7A principal y un devanado 7B auxiliar, que se describirán posteriormente en este documento. La disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en la Figura 14 es diferente de la disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 2, 3 y 4. La disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en la Figura 14 puede sustituirse por la disposición mostrada en las Figuras 2, 3 y 4. Además, como alternativa, los imanes 31 permanentes mostrados en las Figuras 2, 3 y 4 pueden disponerse tal y como se muestra en la Figura 14.

La Figura 15 es un diagrama analítico del campo magnético del rotor 15 mostrado en la Figura 4. En el rotor 5 está formado un campo magnético en el que ambos imanes 31 y 31 permanentes se atraen entre sí; sin embargo, en la Figura 15 solo se muestra el lado del polo sur del campo magnético. Tal y como puede observarse en la Figura 15 y en la Figura 4, los imanes 31 y 31 permanentes montados en el rotor 5 y opuestos al árbol 6 giratorio están dispuestos para tener polos magnéticos opuestos entre sí contra el árbol 6 giratorio. 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 31 permanentes y de otras condiciones.

Un lubricante circula entre el rotor 5 y el árbol 6 giratorio, y la culata 5A de rotor en la que se han insertado los imanes 31 permanentes está formada por un elemento ferromagnético. Por lo tanto, la mayor parte de las líneas de fuerza magnética (denominadas en lo sucesivo como el "campo magnético") de ambos imanes 31 y 31 permanentes pasan a través de la culata 5A de rotor y se atraen entre sí. Una parte del campo magnético esquiva la culata 5A de rotor y pasa a través del árbol 6 giratorio a través de un hueco (incluyendo un lubricante). Ya se sabe ampliamente que un elemento magnético hace pasar fácilmente un campo magnético, mientras que un hueco, que no es un elemento magnético, limita el paso del campo magnético; por lo tanto, no se proporcionará una explicación detallada.

Resultados de mediciones han demostrado que la densidad de flujo magnético del árbol 6 giratorio oscila entre 0,3 teslas y 0,42 teslas aproximadamente, tal y como se muestra en la Figura 16, aunque depende de las fuerzas magnéticas de los imanes 31 permanentes y de otras condiciones. Más específicamente, el campo magnético de los imanes 31 permanentes que pasa a través del árbol 6 giratorio magnetiza el árbol 6 giratorio. Los diferentes imanes 31 y 31 permanentes están dispuestos lateralmente en la Figura 4 y los diferentes imanes 31 y 31 permanentes están dispuestos de manera vertical en la Figura 15; sin embargo, ambos son los mismos imanes permanentes. En los dibujos se muestra el polo sur magnético de los imanes 31 permanentes y se omite el polo norte magnético ya que en el lado del polo norte magnético se produce un campo magnético simétrico al del polo sur magnético.

La Figura 17 es un diagrama analítico de un campo magnético generado cuando el rotor 5 de la Figura 15 está dotado de huecos 5D. Los huecos 5D están formados de manera arqueada en la culata 5A de rotor alrededor del árbol 6 giratorio y están formados de manera que están separados del árbol 6 giratorio en una distancia predeterminada y penetran en la dirección en la que se extiende el árbol 6 giratorio. Los huecos 5D están separados lateralmente entre sí en una dimensión predeterminada desde un punto donde el imán 31 permanente está más cerca del árbol 6 giratorio, y los huecos 5D se extienden desde el mismo en una longitud predeterminada y están formados de manera arqueada alrededor del árbol 6 giratorio. Más específicamente, puesto que en los huecos 5D apenas se forma un campo magnético, el rotor 5 está dotado de los huecos 5D para limitar el paso de un campo magnético con el fin de alterar la dirección del campo magnético en el rotor 5. La fuerza de flujo magnético del rotor 5 es en este caso de $0,294 \times 10^{-2}$

[Wb].

En este caso, los huecos 5D previstos en la culata 5A de rotor están formados alrededor del árbol 6 giratorio, y el campo magnético se forma por consiguiente alrededor del árbol 6 giratorio. Sin embargo, una parte del campo magnético de los dos imanes 31 permanentes es de 0,49 teslas, tal y como se muestra en la Figura 18. Dicho de otro modo, puesto que el campo magnético de los imanes 31 permanentes pasa de manera no deseable entre el hueco 5D y el hueco 5D separados entre sí en la dimensión predeterminada, el árbol 6 giratorio situado entre los mismos se magnetiza.

La Figura 19 es un diagrama analítico de un campo magnético generado cuando el rotor 5 está dotado de una pluralidad de huecos 5D en posiciones distintas a las de los huecos 5D mostrados en la Figura 17. Un hueco 5D está formado de manera arqueada en la culata 5D de rotor alrededor del árbol 6 giratorio y está formado de manera que está separado del árbol 6 giratorio en una distancia predeterminada y penetra en la dirección en la que se extiende el árbol 6 giratorio, tal y como se ha mencionado anteriormente. El hueco 5D está formado de manera lateral y arqueada para una dimensión predeterminada desde un punto donde el imán 31 permanente está más cerca del árbol 6 giratorio. Además, los huecos 5D arqueados están formados adicionalmente alrededor del árbol 6 giratorio, con dimensiones predeterminadas permitidas desde ambos extremos del hueco 5D. Dicho de otro modo, el hueco 5D que tiene un ancho predeterminado está previsto en la parte central donde los imanes 31 y 31 permanentes previstos en el rotor 5 se atraen entre sí para reducir el campo magnético que pasa a través del rotor 5, alterando de ese modo la dirección del campo magnético en el rotor 5. El flujo magnético del rotor 5 es en este caso de $0,288 \times 10^{-2}$ [Wb].

También en este caso, los huecos 5D previstos en la culata 5A de rotor están formados alrededor del árbol 6 giratorio; sin embargo, uno de los huecos 5D se extiende lateralmente en una dimensión predeterminada desde el punto donde el imán 31 permanente está más cerca del árbol 6 giratorio, y el campo magnético se reduce cuando pasa a través del hueco 5D. Sin embargo, realmente, el campo magnético esquiva los huecos 5D, tal y como se ilustra. En este caso, el campo magnético formado por los imanes 31 y 31 permanentes esquiva el árbol 6 giratorio debido a los huecos 5D. La densidad de flujo magnético del árbol 6 giratorio oscila entre 0,23 teslas y 0,32 teslas aproximadamente, tal y como se muestra en la Figura 20. Dicho de otro modo, puesto que el campo magnético de los imanes 31 permanentes evita pasar a través de los huecos 5D, el árbol 6 giratorio apenas se magnetiza.

La Figura 21 es un diagrama analítico que muestra un campo magnético del rotor 5 cuando los imanes 31 permanentes están dispuestos en posiciones diferentes. En este caso, los imanes 31SB permanentes están previstos entre dos imanes 31SA permanentes (uno de los imanes 31SA permanentes no se muestra) opuestos al árbol 6 giratorio. Los imanes 31SB y 31SB permanentes están dispuestos de manera que están inclinados con respecto al centro del imán 31SA permanente previsto en el lado externo del rotor 5. Dicho de otro modo, los imanes 31SB permanentes están inclinados en una dirección de manera que el flujo del campo magnético del imán 31SA permanente se aleja del árbol 6 giratorio. Esto significa que los imanes 31SB y 31SB permanentes que atraen el campo magnético producido por el imán 31SB permanente están dispuestos en ambos lados de la línea que atraviesa los imanes 31SA permanentes y el árbol 6 giratorio.

Por lo tanto, el flujo del campo magnético de los imanes 31SA permanentes se dirige hacia los imanes 31SB permanentes. Dicho de otro modo, los imanes 31SA permanentes y los imanes 31SB permanentes están dispuestos para atraerse entre sí de ese modo para cambiar la dirección del campo magnético en el rotor 5 con el fin de hacer que el campo magnético pase a través de la culata 5A de rotor excluyendo al árbol 6 giratorio. El flujo magnético del rotor 5 es en este caso de $0,264 \times 10^{-2}$ [Wb]. En este caso, el campo magnético producido por los dos imanes 31SA permanentes está formado de manera que esquiva el árbol 6 giratorio debido a la presencia de los imanes 31SB permanentes. La densidad de flujo magnético del árbol 6 giratorio oscila entre 0,03 teslas y 0,18 teslas aproximadamente, tal y como se muestra en la Figura 22. Dicho de otro modo, el campo magnético de los imanes 31 permanentes evita pasar a través del árbol 6 giratorio, de manera que el árbol 6 giratorio apenas se magnetiza.

Basándose en los resultados analíticos del campo magnético del rotor 5, el mostrado en la Figura 21 en el que los imanes 31SB permanentes están dispuestos de diferente manera con respecto al imán 31SA permanente, es más eficaz para limitar la magnetización del árbol 6 giratorio. Sin embargo, esta disposición de los imanes permanentes no es, necesariamente, totalmente satisfactoria. En comparación, se ha demostrado que el rotor 5 mostrado en la Figura 19 en el que los huecos 5D están previstos de manera que bloquean el campo magnético entre los dos imanes 31 y 31 permanentes, enfrentados al árbol 6 giratorio, proporciona la mayor fuerza magnética sin hacer que el árbol 6 giratorio se magnetice. Esto significa que los resultados del experimento han demostrado que proporcionar a la culata 5A de rotor los huecos 5D mostrados en la Figura 19 hace posible impedir que el polvo férreo se adhiera al árbol 6 giratorio y limitar la degradación en el rendimiento del motor 2 de inducción síncrono. Con relación a los huecos 5D, solo puede proporcionarse el hueco 5D previsto en el centro entre los dos imanes 31 y 31 permanentes.

Ejemplos de la disposición de los imanes 31 permanentes bipolares se proporcionan mediante los rotores 5 mostrados en las Figuras 23 a 28. Haciendo referencia a la Figura 23, los imanes 31SB, 31SB permanentes y los imanes 31NB, 31NB permanentes están dispuestos en los lados derecho e izquierdo del árbol 6 giratorio de la culata 5A de rotor de manera que son opuestos entre sí. Estos imanes 31SB, 31SB permanentes y los imanes 31NB, 31NB

permanentes están dispuestos en formas en "V", de manera que están orientados hacia el centro del árbol 6 giratorio. En los lados externos de estos imanes 31 permanentes (en los lados alejados del árbol 6 giratorio), están dispuestos un par de imanes 31 permanentes, opuestos entre sí, que tienen dos polos, portando el del lado derecho del árbol 6 giratorio el polo sur y portando el del lado izquierdo del mismo el polo norte. Haciendo referencia a la Figura 24, imanes 31SB, 31SB permanentes e imanes 31NB, 31NB permanentes están dispuestos adicionalmente en el rotor 5 de la Figura 23 de manera que están inclinados hacia el árbol 6 giratorio. Los imanes permanentes proporcionan dos polos, portando los del lado derecho del árbol 6 giratorio el polo sur, mientras que los del lado izquierdo del mismo portan el polo norte.

Haciendo referencia ahora a la Figura 25, dos imanes 31 permanentes están dispuestos en la culata 5A de rotor sustancialmente en formas en "V" de manera que crean sustancialmente una forma de diamante, opuestos lateralmente entre sí, intercalando el árbol 6 giratorio. El imán permanente en el lado derecho del árbol 6 giratorio porta el polo sur, mientras que el imán permanente en el lado izquierdo del mismo porta el polo norte. Dicho de otro modo, en los rotores 5 que presentan los imanes 31 permanentes dispuestos tal y como se muestra en las Figuras 23 a 25, la magnetización del árbol 6 giratorio provocada por las fuerzas magnéticas de los imanes 31 permanentes puede limitarse formando los huecos 5D, mostrados en la Figura 19, en la culata 5A de rotor descrita anteriormente, estando situados los huecos en la parte central donde los imanes 31 y 31 permanentes opuestos se atraen entre sí.

Haciendo referencia a la Figura 26, la culata 5A de rotor está dotada de ocho imanes 31 permanentes. Los imanes 31 permanentes están dispuestos aproximadamente de manera radial, tal y como se ve desde el árbol 6 giratorio. Más específicamente, los imanes 31 permanentes están dispuestos en un patrón radial aproximado en dos filas en cada lado con intervalos predeterminados previstos entre los imanes permanentes y con un espacio predeterminado previsto lateralmente entre las filas en el lado derecho y en el lado izquierdo, de manera son opuestos entre sí, intercalando el árbol 6 giratorio. Los imanes permanentes portan dos polos, portando los del lado derecho del árbol 6 giratorio el polo sur, mientras que los del lado izquierdo del mismo portan el polo norte. En la Figura 27, los imanes 31 permanentes están dispuestos en un patrón radial aproximado en tres filas en cada lado con un intervalo predeterminado previsto lateralmente entre las filas. Los imanes permanentes portan dos polos, portando los del lado derecho del árbol 6 giratorio el polo sur, mientras que los del lado izquierdo del mismo portan el polo norte. Dicho de otro modo, en los rotores 5 mostrados en las Figuras 26 y 27, los imanes 31 permanentes están dispuestos de manera radial sustancialmente alrededor del árbol 6 giratorio, de manera que el campo magnético se aleja del árbol 6 giratorio, tal y como se ilustra en la Figura 21. Por lo tanto, el campo magnético de los dos imanes 31 y 31 permanentes opuestos al árbol 6 giratorio esquiva el árbol 6 giratorio; por lo tanto, el árbol 6 giratorio no se magnetizará.

Haciendo referencia a la Figura 28, la culata 5A de rotor está dotada de seis imanes 31 permanentes. Estos imanes 31 permanentes están dispuestos en una forma sustancialmente hexagonal alrededor del árbol 6 giratorio. Los imanes 31 permanentes tienen dos polos, portando los del lado derecho del árbol 6 giratorio el polo sur, mientras que los del lado izquierdo portan el polo norte. Formando el hueco 5D mostrado en la Figura 19 en la culata 5A de rotor mencionada anteriormente en la parte central donde los imanes 31 permanentes opuestos se atraen entre sí, es posible impedir además que el árbol 6 giratorio se magnetice por las fuerzas magnéticas de los imanes 31 permanentes. Más específicamente, en el rotor 5 dotado de los imanes 31 permanentes dispuestos como en la Figura 28, los huecos 5D previstos en el rotor 5 mostrado en la Figura 17 hacen que los campos magnéticos de los dos imanes 31 permanentes opuestos pasen por la culata 5A de rotor, esquivando los huecos 5D. Como resultado, los campos magnéticos no pasan por el árbol 6 giratorio, de manera que el árbol 6 giratorio apenas se magnetiza. Los huecos 32 mostrados en las Figuras 24, 25 y 28 interceptan el campo magnético formado entre los imanes 31 permanentes en el lado del polo sur y los imanes 31 permanentes en el lado del polo norte. Sin embargo, los huecos 32 son prescindibles.

Tal y como se ha descrito anteriormente, los huecos 5D están formados en la parte central de la culata 5A de rotor donde los imanes 31 y 31 permanentes, opuestos entre sí con el árbol 6 giratorio intercalado entre los mismos y atrayéndose entre sí, y los imanes 31 permanentes están dispuestos de manera que el campo magnético no pasa a través del árbol 6 giratorio o el campo magnético esquiva el árbol 6 giratorio. Con esta disposición, es posible evitar que el árbol 6 giratorio se magnetice. Esto hace posible impedir el inconveniente de que polvo férrico o similar se adhiera al árbol 6 giratorio o de que el árbol 6 giratorio y los cojinetes 17 y 18 se desgasten debido a la fricción provocada por las fuerzas magnéticas de los imanes 31 permanentes.

En general, los imanes permanentes utilizados con motores de inducción síncronos se magnetizan de antemano en un lugar diferente y después se instalan en los rotores. Por esta razón, cuando los imanes permanentes magnetizados se insertan en rotores, los imanes permanentes se atraen entre sí, dando lugar a una pobre operatividad. Además, cuando se inserta un rotor en un estátor, el rotor es atraído hacia una superficie circundante, generando el problema de una capacidad de ensamblaje degradada de un motor de inducción síncrono.

Además, puesto que los imanes permanentes se incorporan en un rotor, la capacidad de instalar el rotor en un estátor se degrada, dando como resultado un fallo de ensamblaje.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 29 a 37, se describirá la estructura de un motor de inducción síncrono que permite insertar imanes permanentes en un rotor sin el problema de atracción magnética de los imanes permanentes, y que proporciona además una mejora drástica en la capacidad de instalación. La descripción también incluye un procedimiento de fabricación para el motor de inducción síncrono.

En este caso, el rotor 5 está formado por una culata 5A de rotor, conductores 5B secundarios de jaula de ardilla formados mediante fundido a presión situados alrededor de la culata 5A de rotor, un anillo 69 de extremo formado mediante fundido a presión que está situado en la parte periférica de una superficie de extremo de la culata 5A de rotor, que sobresale de manera anular en una dimensión predeterminada y que se forma mediante fundido a presión de manera solidaria con los conductores 5B secundarios de jaula de ardilla, e imanes 31 permanentes introducidos en la culata 5A de rotor. Los imanes 31 permanentes se magnetizan después de insertar materiales de imán permanente en las ranuras 44, que se describirán posteriormente en este documento. Los imanes 31 (31SA y 31SB) permanentes introducidos en un lado (por ejemplo, el lado derecho en el dibujo) con respecto al árbol 6 giratorio están polarizados con el mismo polo sur, mientras que los imanes 31 (31NA y 31NB) permanentes introducidos en el otro lado (por ejemplo, el lado izquierdo del dibujo) están polarizados con el mismo polo norte, tal y como se muestra en las Figuras 29 y 30.

La pluralidad de conductores 5B secundarios de jaula de ardilla está prevista en la parte periférica de la culata 5A de rotor y presenta elementos de aluminio formados mediante fundido a presión moldeados por inyección en orificios cilíndricos (no mostrados) formados en la jaula en la dirección en la que se extiende el árbol 6 giratorio, tal y como se ha descrito anteriormente. Los conductores 5B secundarios de jaula de ardilla están formados en un denominado patrón oblicuo en el que están inclinados en espiral en un ángulo predeterminado en la dirección circunferencial del árbol 6 giratorio desde un extremo hasta el otro, tal y como se ilustra en la Figura 5.

La culata 5A de rotor presenta una pluralidad de ranuras 44 (cuatro en esta realización) formadas de manera vertical con ambos extremos abiertos. Las aberturas en ambos extremos de las ranuras 44 están cerradas por un par de los elementos 66 y 67 de superficie de extremo, respectivamente, tal y como se muestra en la Figura 7. Cuando los conductores 5B secundarios de jaula de ardilla y los anillos 68 y 69 de extremo se forman mediante fundido a presión, el elemento 67 de superficie de extremo se fija a la culata 5A de rotor mediante el anillo 69 de extremo. El elemento 66 de superficie de extremo está fijado a la culata 5A de rotor mediante una pluralidad de remaches 66A que funcionan como elementos de fijación.

En este caso, después de insertar los componentes de imán no magnetizados de los imanes permanentes 31 a través de las aberturas de las ranuras 44, las aberturas se cierran mediante el elemento 66 de superficie de extremo, y el elemento 66 de superficie de extremo se fija remachándose en orificios 5C de enganche previstos en la culata 5A de rotor utilizando los remaches 66A. Esto fija los componentes de imán en las ranuras 44. Los componentes de imán están formados por un material de imán permanente de tierras raras de, por ejemplo, un imán permanente de praseodimio o un imán permanente de neodimio con un chapado de níquel o similar previsto sobre la superficie del mismo, o un material de ferrita, que es capaz de tener altas características de imán incluso en un campo magnético de baja magnetización. En este caso, la desmagnetización durante el funcionamiento puede limitarse utilizando, por ejemplo, un imán de ferrita o un imán de tierras raras (siendo la fuerza coercitiva a una temperatura normal de 1350 a 2150 kA/m y siendo el coeficiente de temperatura de fuerza coercitiva de $-0,7\%/^{\circ}\text{C}$ o inferior).

Si un componente de imán no magnetizado se inserta en un rotor y un devanado estatórico se excita para magnetizar el componente de imán, el devanado estatórico puede deformarse por la fuerza electromagnética producida en la magnetización. Por este motivo, el devanado 7 estatórico está cubierto con barniz o con un agente adhesivo que se funde cuando se calienta. El barniz o el agente adhesivo que se funde cuando se calienta impide firmemente la deformación de un extremo de devanado del devanado 7 estatórico y la degradación del recubrimiento del devanado provocado por el calor si el devanado 7 estatórico se calienta debido al calor generado por sí mismo cuando se magnetiza el componente de imán.

También existe el problema de que la calidad de un motor de inducción síncrono se deteriora. Para solucionar el problema, una tensión predeterminada y una corriente predeterminada se suministran a una fase o dos fases del devanado estatórico para magnetizar los componentes de imán no magnetizados fijados en las ranuras 44 previstas en la culata 5A de rotor. Esto permite un mejor rendimiento de magnetización que el obtenido excitando el devanado 7A principal y el devanado 7B auxiliar al mismo tiempo. Por lo tanto, los componentes de imán no magnetizados pueden magnetizarse intensamente.

El rotor 5 está dotado de cuatro imanes 31 y 31 permanentes formados por los componentes de imán magnetizados opuestos al árbol 6 giratorio. Los imanes 31 y 31 permanentes opuestos están dispuestos con polos magnéticos opuestos, tal y como se muestra en la Figura 31. Los imanes 31SA y 31SB permanentes introducidos en un lado del árbol 6 giratorio (por ejemplo, arriba y abajo en lado derecho del dibujo) con respecto al árbol 6 giratorio están polarizados con el mismo polo sur, mientras que los imanes 31NA y 31NB permanentes introducidos en el otro lado (por ejemplo, arriba y abajo en el lado izquierdo del dibujo) están polarizados con el mismo polo norte.

Más específicamente, los imanes 31SA, 31SB permanentes y los imanes 31NA, 31NB permanentes están dispuestos para crear sustancialmente una forma rectangular alrededor del árbol 6 giratorio, y están introducidos de manera que portan dos polos, concretamente el polo sur y el polo norte, hacia fuera en la dirección circunferencial del árbol 6 giratorio. Esto permite aplicar un momento de torsión al rotor 5 mediante las fuerzas magnéticas de un devanado 7A principal y de un devanado 7B auxiliar, que se describirán posteriormente en este documento. La disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en la Figura 31 es diferente de la disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en la Figura 29; sin embargo, la disposición de los imanes 31 permanentes mostrados en la Figura 31 puede sustituirse por la disposición mostrada en la Figura 29. Sin embargo, en este caso, las posiciones de remachado de los remaches 66A deben cambiarse. Además, como alternativa, los imanes 31 permanentes mostrados en la Figura 29 pueden disponerse tal y como se muestra en la Figura 31.

Por lo tanto, después de que los componentes de imán de los imanes 31 permanentes se hayan introducido en la culata 5A de rotor, los componentes de imán se magnetizan mediante una corriente que pasa a través del devanado 7 estatórico. Por tanto, cuando el rotor 5 se inserta en el estator 4, puede resolverse el problema de que los imanes 31 permanentes insertados en el estator 4 provocan una atracción magnética en el entorno circundante. Esta disposición hace posible evitar el inconveniente de una baja productividad del motor 2 de inducción síncrono, permitiendo de ese modo una capacidad de ensamblaje mejorada del motor 2 de inducción síncrono.

Otro rotor 5 se muestra en la Figura 32. En este caso, la culata 5A de rotor presenta dos componentes de imán introducidos en la misma. Los dos componentes de imán a modo de placa están dispuestos en paralelo entre sí, intercalando el árbol 6 giratorio e introducidos en ranuras 44 formadas de manera vertical en la culata 5A de rotor para que penetren en la culata 5A de rotor. Los componentes de imán están formados por un material de ferrita o de tierras raras, tal y como se ha mencionado anteriormente.

Haciendo referencia ahora a la Figura 37, se describirá un motor 2A de inducción síncrono bipolar trifásico. El motor 2A de inducción síncrono está instalado en el compresor C eléctrico hermético, como en el caso del motor 2 de inducción síncrono descrito anteriormente. La Figura 37 es un diagrama de circuito eléctrico del motor 2A de inducción síncrono bipolar trifásico. En el dibujo, el motor 2A de inducción síncrono está equipado con un devanado 75 estatórico trifásico formado por un devanado 75A, un devanado 75B y un devanado 75C. El devanado 75A, el devanado 75B y el devanado 75C del devanado 75 estatórico están conectados a una fuente AC3 de alimentación de corriente alterna trifásica disponible comercialmente a través de la mediación de una fuente de 77 de alimentación. Detectores 76 de corriente de línea sensibles a la corriente para detectar corriente de línea están previstos en las líneas conectadas al devanado 75A, al devanado 75B y al devanado 75C. El conmutador 77 de alimentación funciona además como un conmutador protector que interrumpe el suministro de energía al devanado 7 estatórico si alguno de los detectores 76 de corriente de línea detecta una corriente predeterminada. El resto de la configuración es como se ha descrito anteriormente.

Los dos componentes de imán no magnetizados fijados en las ranuras 44 previstas en la culata 5A de rotor se magnetizan mediante una tensión predeterminada y una corriente predeterminada suministradas a una fase, dos fases o tres fases del devanado estatórico. Por lo tanto, los dos componentes de imán opuestos se magnetizan formando los imanes 31 permanentes con polaridades magnéticas opuestas. Más específicamente, el rotor 5 incluye imanes 31 permanentes opuestos magnetizados para tener polaridades magnéticas opuestas, concretamente los imanes 31SA permanentes en el lado derecho y los imanes 31NA permanentes en el lado izquierdo.

Otro ejemplo del rotor 5 se muestra en la Figura 33. También en este caso, la culata 5A de rotor está dotada de dos componentes de imán. Los dos componentes de imán están introducidos en ranuras 44 formadas de manera vertical en la culata 5A de rotor de manera que penetran en la culata 5A de rotor. Los componentes de imán están dispuestos en formas arqueadas dentro del conductor 5B secundario de jaula de ardilla con un intervalo predeterminado permitido entre los mismos, y están introducidos de manera que ambos extremos de los dos componentes de imán arqueados están próximos entre sí. Los componentes de imán están formados por un material de ferrita o de tierras raras, tal y como se ha mencionado anteriormente.

Los dos componentes de imán no magnetizados fijados en las ranuras 44 previstas en la culata 5A de rotor se magnetizan mediante una tensión predeterminada y una corriente predeterminada suministradas a una fase, dos fases o tres fases del devanado estatórico. Por lo tanto, los dos componentes de imán opuestos se magnetizan formando los imanes 31 permanentes con polaridades magnéticas opuestas para formar el rotor 5. Más específicamente, el rotor 5 incluye imanes 31 permanentes opuestos magnetizados para tener polaridades magnéticas opuestas, concretamente un imán 31SA permanente en el lado derecho y un imán 31NA permanente en el lado izquierdo.

Otro ejemplo del rotor 5 se muestra en la Figura 34. En este caso, la culata 5A de rotor está dotada de cuatro componentes de imán. Los cuatro componentes de imán están introducidos de manera individual en ranuras 44 formadas de manera vertical en la culata 5A de rotor de manera que penetran en la culata 5A de rotor. Los componentes de imán están introducidos dentro del conductor 5B secundario de jaula de ardilla, de manera que dos conjuntos de imanes 31 permanentes, cada conjunto formado por dos componentes de imán y dispuesto sustancialmente a modo de "V", son opuestos entre sí e intercalan el árbol 6 giratorio. Los componentes de imán están

dispuestos de manera que crean sustancialmente una forma de diamante, tal y como se ha observado anteriormente. Los componentes de imán están formados por un material de ferrita o de tierras raras, tal y como se ha mencionado anteriormente. Los huecos 32 funcionan para interceptar el campo magnético formado entre el polo sur (imanes 31SA, 31SB permanentes) y el polo norte (imanes 31NA, 31NB permanentes). Sin embargo, los huecos 32 son prescindibles.

5 Los componentes de imán no magnetizados fijados en las ranuras 44 previstas en la culata 5A de rotor se magnetizan mediante una tensión predeterminada y una corriente predeterminada suministradas a una fase, dos fases o tres fases del devanado estatórico. Por lo tanto, los conjuntos opuestos de componentes de imán se magnetizan formando los conjuntos de imanes 31 permanentes con polaridades magnéticas opuestas. De manera más específica, el rotor 5 incluye conjuntos opuestos de imanes 31 permanentes magnetizados para tener polaridades magnéticas opuestas, concretamente dos imanes 31SA y 31SB permanentes superior e inferior en el lado derecho y dos imanes 10 31NA y 31NB permanentes superior e inferior en el lado izquierdo.

Otro ejemplo del rotor 5 se muestra en la Figura 35. En este caso, la culata 5A de rotor está dotada de seis componentes de imán. Los seis componentes de imán están introducidos individualmente en ranuras 44 formadas de manera vertical en la culata 5A de rotor de manera que penetran en la culata 5A de rotor. Los componentes de imán 15 están dispuestos dentro del conductor 5B secundario de jaula de ardilla de manera que dos conjuntos, cada conjunto formado por tres componentes de imán, son opuestos entre sí, intercalan el árbol 6 giratorio entre los mismos y están dispuestos a modo de hexágono. Los componentes de imán están formados por un material de ferrita o de tierras raras, tal y como se ha mencionado anteriormente.

Los componentes de imán no magnetizados fijados en las ranuras 44 previstas en la culata 5A de rotor se magnetizan mediante una tensión predeterminada y una corriente predeterminada suministradas a una fase, dos fases o tres fases del devanado estatórico. Por lo tanto, los conjuntos opuestos de componentes de imán se magnetizan formando los conjuntos de imanes 31 permanentes con polaridades magnéticas opuestas. Más específicamente, el rotor 5 incluye conjuntos opuestos de imanes 31 permanentes magnetizados para tener polaridades magnéticas opuestas, concretamente tres imanes 31SA, 31SB y 31SC permanentes en el lado derecho y tres imanes 31NA, 31NB y 31NC 20 permanentes en el lado izquierdo.

Otro ejemplo del rotor 5 se muestra en la Figura 36. En este caso, la culata 5A de rotor está dotada de ocho componentes de imán. Los ocho componentes de imán están introducidos individualmente en ranuras 44 formadas de manera vertical en la culata 5A de rotor de manera que penetran en la culata 5A de rotor. Los componentes de imán 25 están dispuestos dentro del conductor 5B secundario de jaula de ardilla de manera que dos conjuntos, cada conjunto formado por cuatro componentes de imán, son opuestos entre sí, intercalan el árbol 6 giratorio entre los mismos y están dispuestos como un octógono. Los componentes de imán están formados por un material de ferrita o de tierras raras, tal y como se ha mencionado anteriormente.

Los componentes de imán no magnetizados fijados en las ranuras 44 previstas en la culata 5A de rotor se magnetizan mediante una tensión predeterminada y una corriente predeterminada suministradas a una fase, dos fases o tres fases del devanado estatórico. Por lo tanto, los conjuntos opuestos de componentes de imán se magnetizan formando los conjuntos de imanes 31 permanentes con polaridades magnéticas opuestas. Más específicamente, el rotor 5 incluye conjuntos opuestos de imanes 31 permanentes magnetizados para tener polaridades magnéticas opuestas, concretamente cuatro imanes 31SA, 31SB, 31SC y 31SD permanentes en el lado derecho y cuatro imanes 31NA, 31NB, 31NC y 31ND permanentes en el lado izquierdo. 30

Por lo tanto, es posible magnetizar una pluralidad de componentes de imán no magnetizados insertados en el rotor 5 ya sea a la vez o en varias veces. Esta disposición hace posible excitar una fase o dos fases de los devanados para llevar a cabo la magnetización si un devanado o similar se deforma debido al calor generado durante la magnetización. Incluso si los devanados no se deforman por el calor generado durante la magnetización, una o dos fases de los devanados pueden seleccionarse y excitarse para magnetizarse a la vez. Esto hace posible magnetizar de manera eficaz una pluralidad de componentes de imán no magnetizados insertados en el rotor 5, dando lugar a una mejora drástica en la productividad del motor 2 de inducción síncrono. 35 40

En las realizaciones se han utilizado placas de acero inoxidable para los elementos 66 y 67 de superficie de extremo que sujetan a los imanes 31 permanentes. Sin embargo, como alternativa, la utilización de placas de aluminio que permiten además un paso más sencillo de corriente para los elementos 66 y 67 de superficie de extremo permitirá una reducción en la resistencia secundaria, dando lugar a un rendimiento operativo significativamente superior. 45 50

En las realizaciones, el compresor giratorio se ha utilizado como un ejemplo del compresor C eléctrico hermético; sin embargo, la presente invención no está limitada al mismo. La presente invención también puede aplicarse de manera eficaz a un compresor hermético de espiral formado por un par de espirales entrelazadas.

Tal y como se ha descrito anteriormente en detalle, según la presente invención, el motor de inducción síncrono incluye un estátor que presenta un bobinado 7 estatórico, un rotor 5 que presenta una culata 5a de rotor montada para la rotación en el estátor 4, una pluralidad de conductores 5B secundarios situados alrededor de la culata 5A de rotor que se forman mediante fundido a presión, un primer y un segundo anillo 68, 69 de extremo dispuestos en 55

5 las partes periféricas de la primera y la segunda superficie de extremo, respectivamente, de la culata 5A de rotor, formándose el primer y el segundo anillo 68, 69 de extremo mediante fundido a presión de manera solidaria con los conductores 5B secundarios, un imán 31 permanente dispuesto en una ranura 44 en la culata 5A de rotor y un par de elementos 66, 67 de superficie de extremo formados por un material no magnético, estando dispuesto el primer elemento 66 de superficie de extremo sobre la primera superficie de extremo y estando dispuesto el segundo elemento 67 de superficie de extremo sobre la segunda superficie de extremo de la culata 5A de rotor para estar cerca de la ranura 44, fijándose el segundo elemento 67 de superficie de extremo a la culata 5A de rotor mediante el segundo anillo 69 de extremo cuando los conductores 5B secundarios y el primer y el segundo anillo 68, 69 de extremo se forman mediante fundido a presión de manera solidaria, en el que el segundo anillo de extremo es más grande que el primer anillo de extremo. Por lo tanto, uno de los elementos de superficie de extremo puede fijarse a la culata de rotor al mismo tiempo que los conductores secundarios y los anillos de extremo se forman mediante fundido a presión.

10 Con esta disposición, después de que los imanes permanentes se hayan insertado en las ranuras, los imanes permanentes pueden fijarse al rotor fijando simplemente el otro elemento de superficie de extremo a la culata de rotor mediante un elemento de fijación. Por lo tanto, es posible reducir el número de etapas para instalar los imanes permanentes y mejorar la capacidad de ensamblaje, permitiendo mejorar drásticamente la productividad global de los motores de inducción síncronos.

REIVINDICACIONES

1. Un motor (2) de inducción síncrono que comprende un estátor (4) que presenta un devanado (7) estatórico, un rotor (5) que presenta una culata (5A) de rotor montada para la rotación alrededor de un eje longitudinal que se extiende a través del estátor (4), una pluralidad de conductores (5B) secundarios situados alrededor de la culata (5A) de rotor que se forman mediante fundido a presión, un primer y un segundo anillo (68, 69) de extremo dispuestos en las partes periféricas de una primera y una segunda superficie de extremo, respectivamente, de la culata (5A) de rotor, formándose el primer y el segundo anillo (68, 69) de extremo mediante fundido a presión de manera solidaria con los conductores (5B) secundarios, un imán (31) permanente dispuesto en una ranura (44) en la culata (5A) de rotor, y un par de elementos (66, 67) de superficie de extremo formados por un material no magnético, estando dispuesto el primer elemento (66) de superficie de extremo sobre la primera superficie de extremo y estando dispuesto el segundo elemento (67) de superficie de extremo sobre la segunda superficie de extremo de la culata (5A) de rotor para estar cerca de la ranura (44), fijándose el segundo elemento (67) de superficie de extremo a la culata (5A) de rotor mediante el segundo anillo (69) de extremo cuando los conductores (5B) secundarios y el primer y el segundo anillo (68, 69) de extremo se forman mediante fundido a presión de manera solidaria, en el que cada anillo (68, 69) de extremo es anular y comprende una pared anular que presenta una superficie curvada interna y una superficie curvada externa separadas, en una dirección que se extiende radialmente con respecto al eje de rotación del rotor (5), por el ancho de dicha pared, presentando además la pared una superficie superior y una superficie inferior separadas en una dirección que se extiende axialmente, con respecto al eje de rotación del rotor (5), por la altura de dicha pared, caracterizado porque la altura del primer y del segundo anillo (68, 69) de extremo es la misma pero la anchura del primer anillo (68) de extremo es menor que la anchura del segundo anillo (69) de extremo.
2. Un motor (2) de inducción síncrono según la reivindicación 1, en el que el segundo elemento (67) de superficie de extremo se fija a la culata (5A) de rotor mediante el segundo anillo (69) de extremo cuando los conductores (5B) secundarios y el anillo (69) de extremo se forman mediante fundido a presión de manera solidaria, fijándose el primer elemento (66) de superficie de extremo a la culata (5A) de rotor mediante un elemento (66A) de fijación.
3. Un compresor (1) eléctrico hermético, que comprende un motor (2) de inducción síncrono según la reivindicación 1 y una unidad (3) de compresión, en el que el segundo anillo (69) de extremo está dispuesto en el extremo de la culata (5A) de rotor orientado hacia la unidad (3) de compresión.

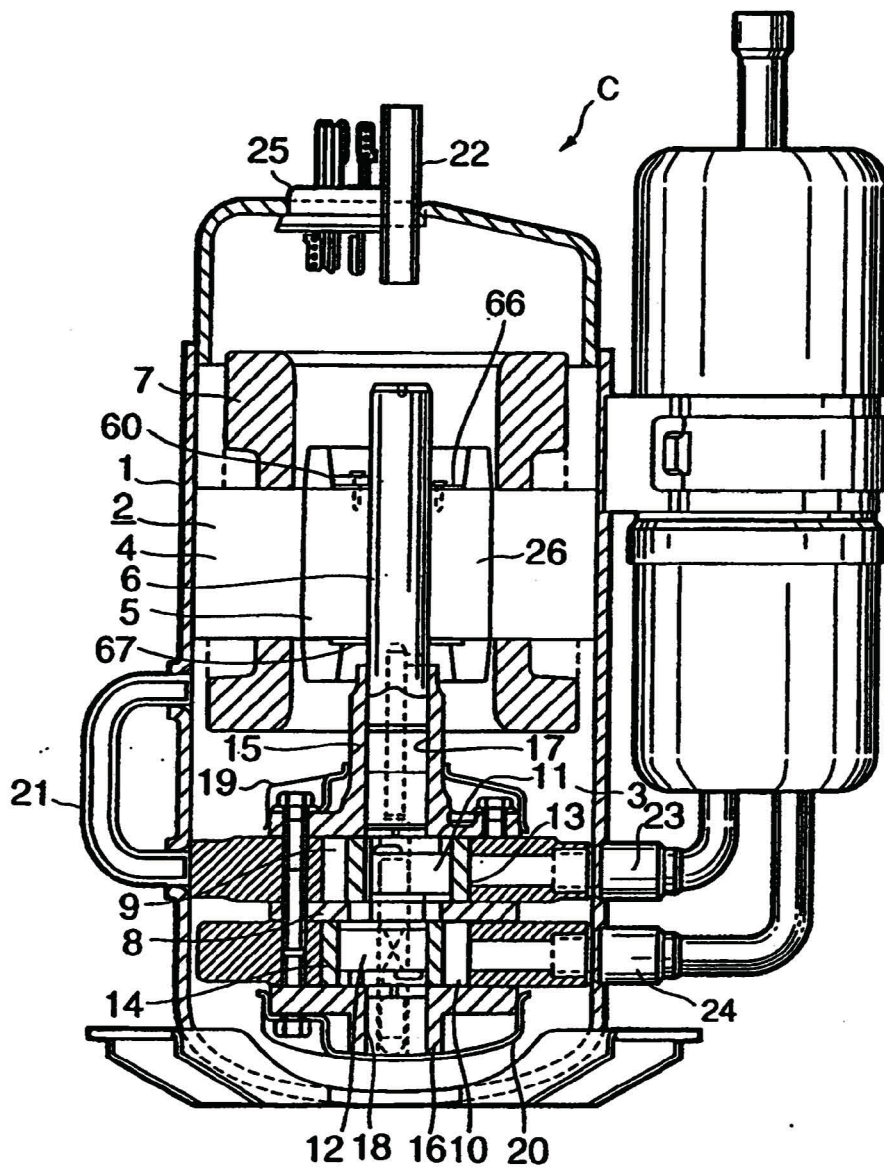


FIG. 1

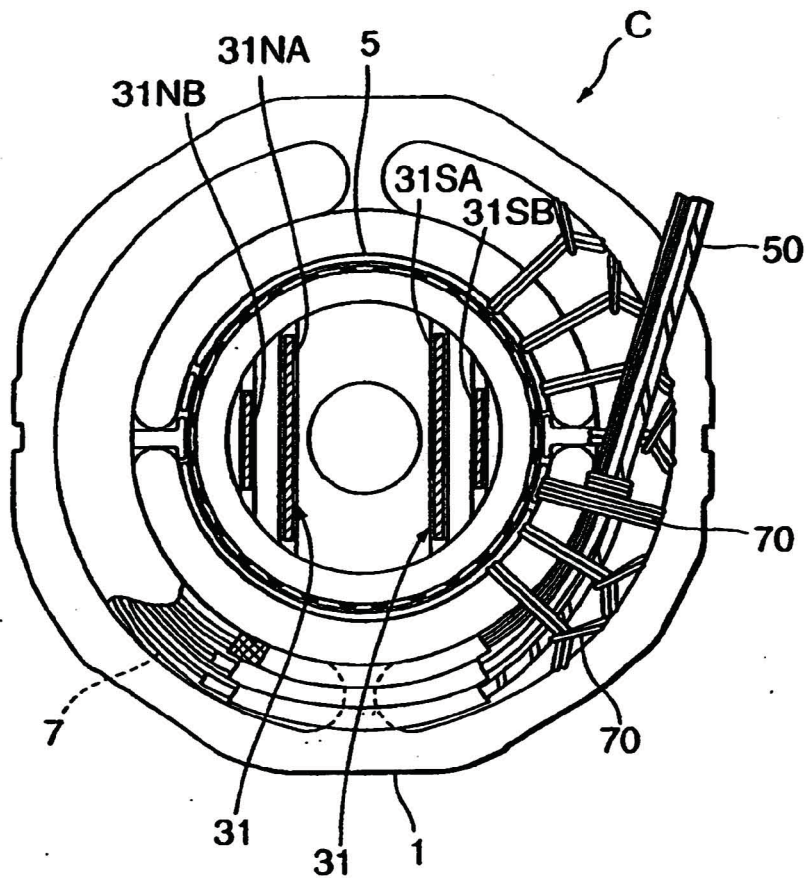


FIG. 2

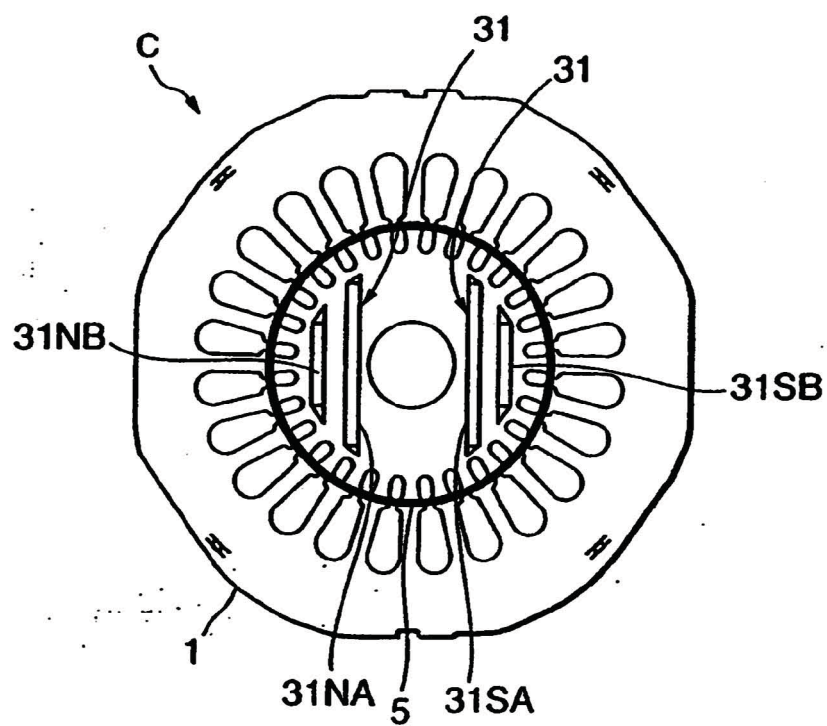


FIG. 3

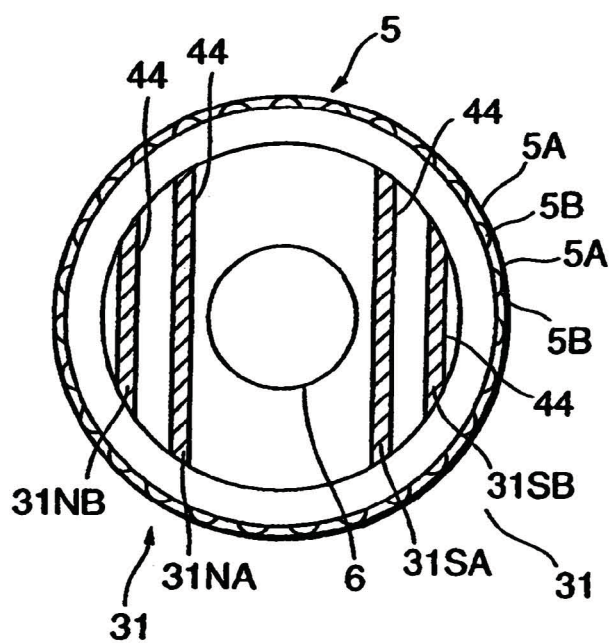


FIG. 4

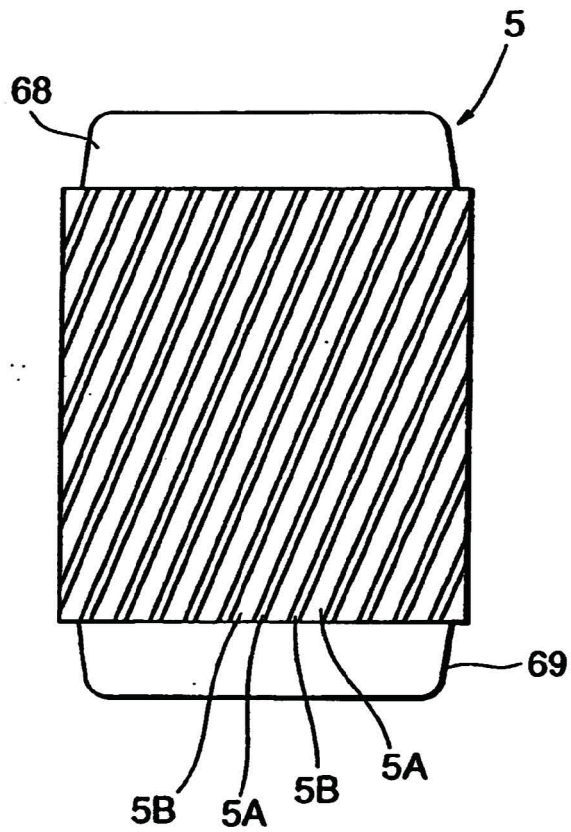


FIG. 5

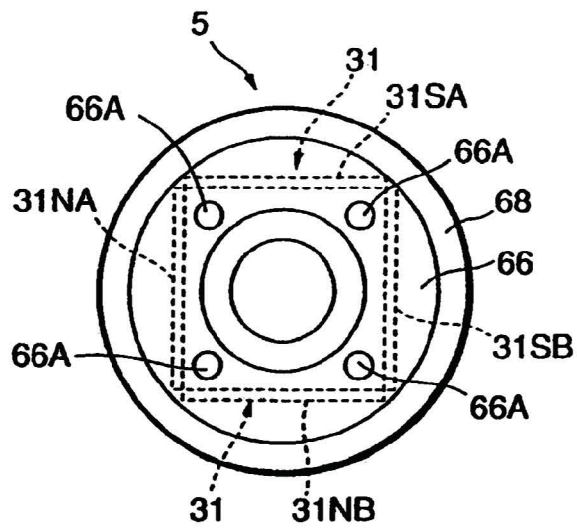


FIG. 6

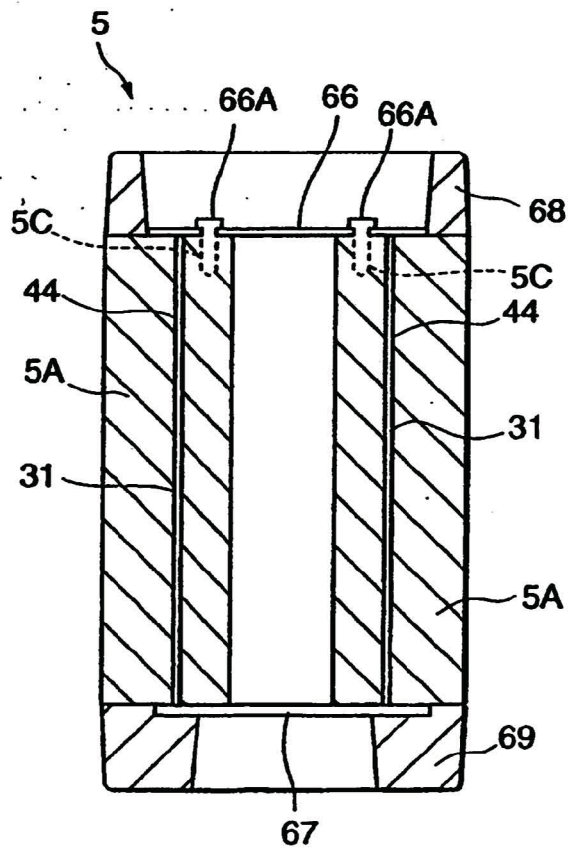


FIG. 7

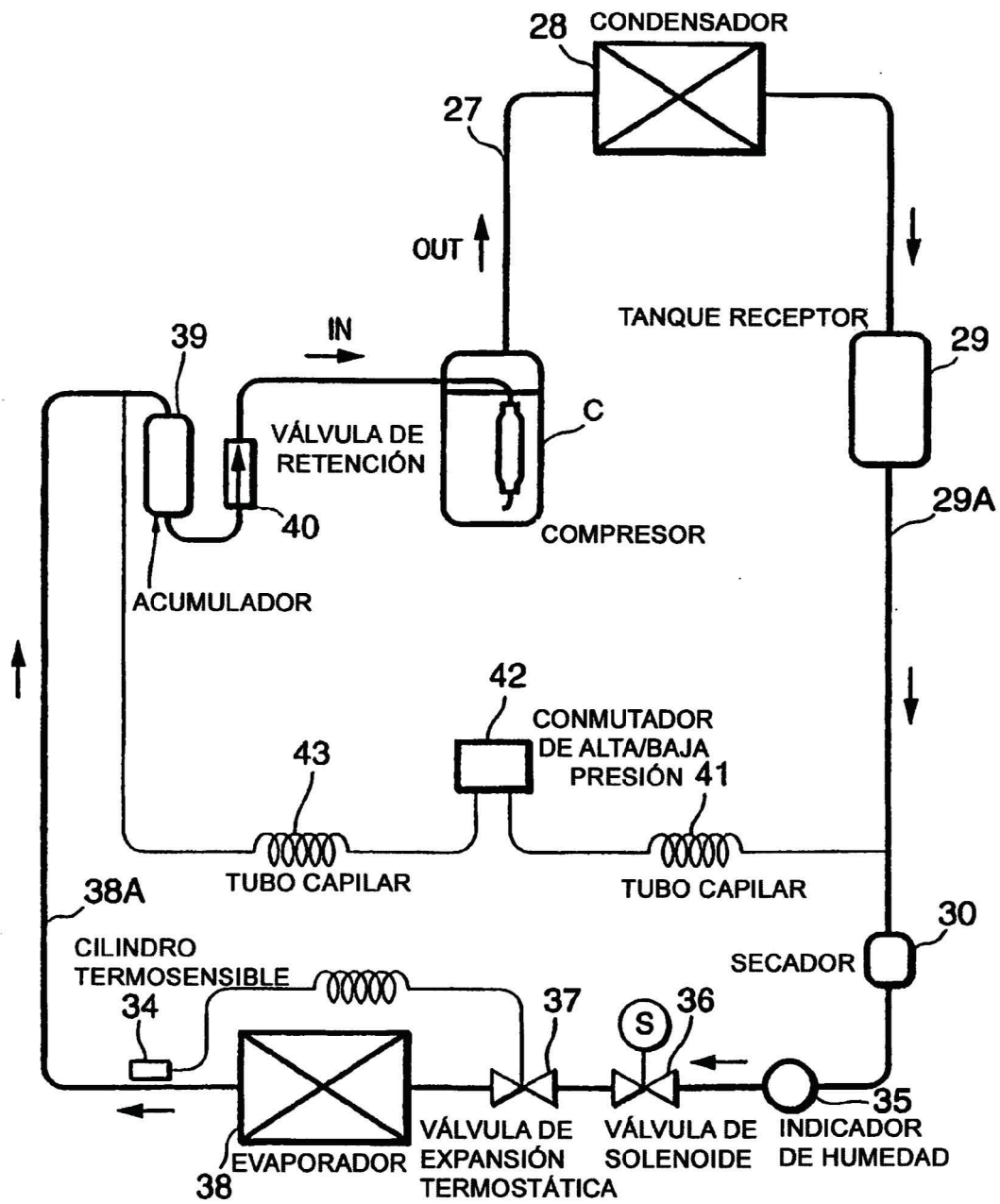


FIG. 8

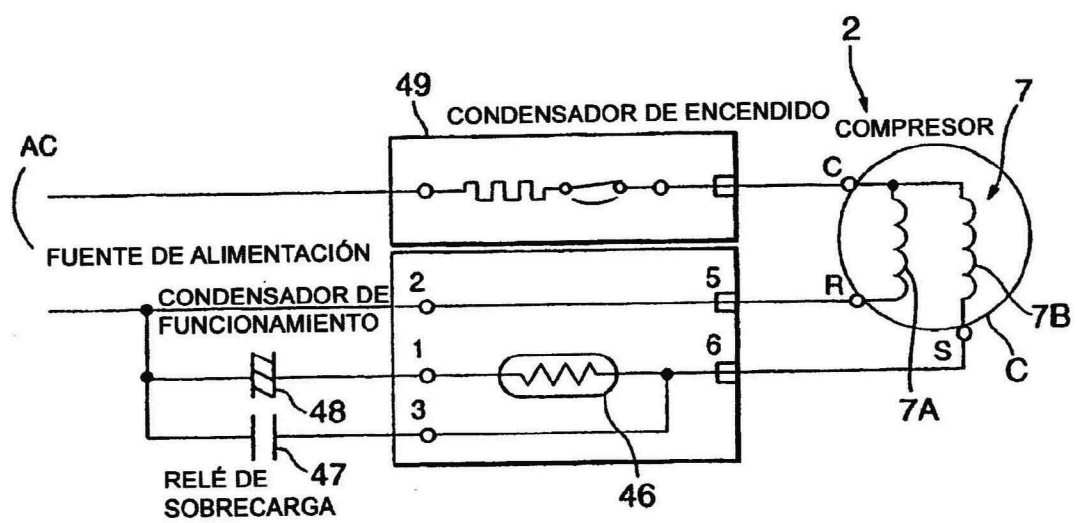


FIG. 9

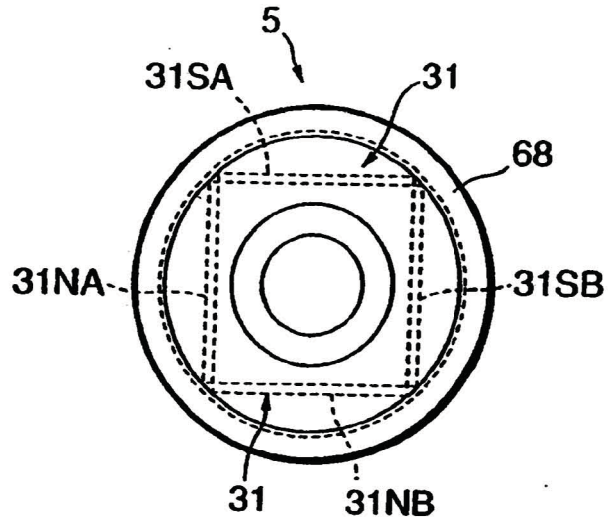


FIG. 10

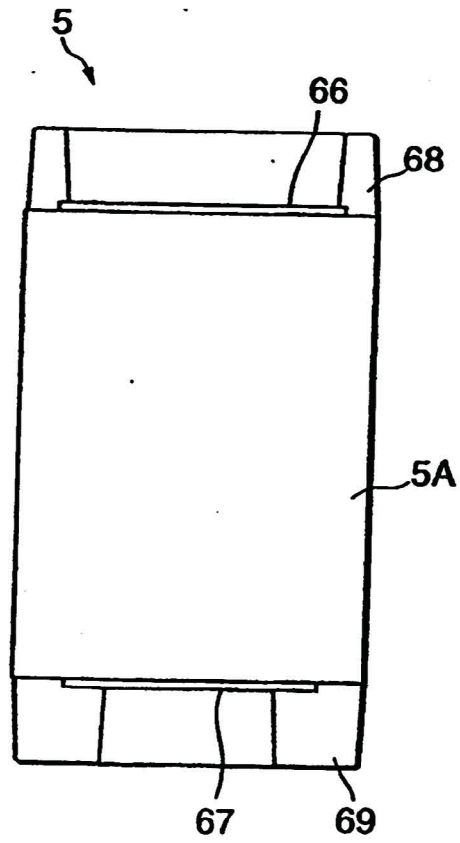


FIG. 11

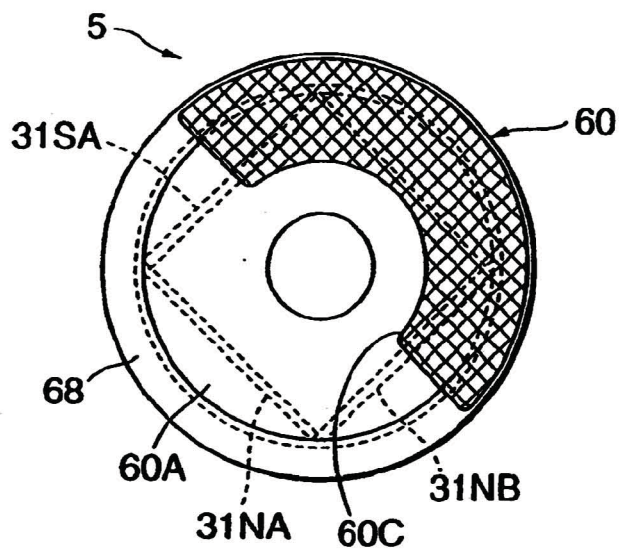


FIG. 12

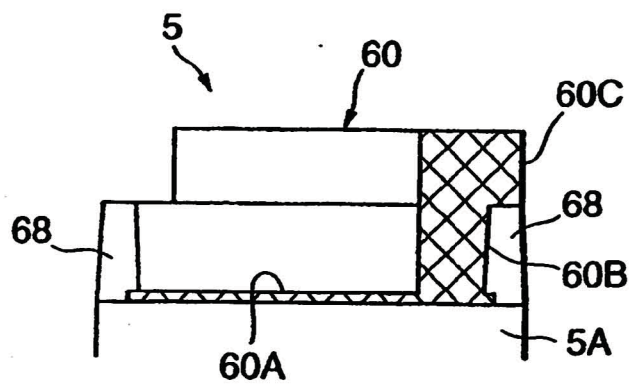


FIG. 13

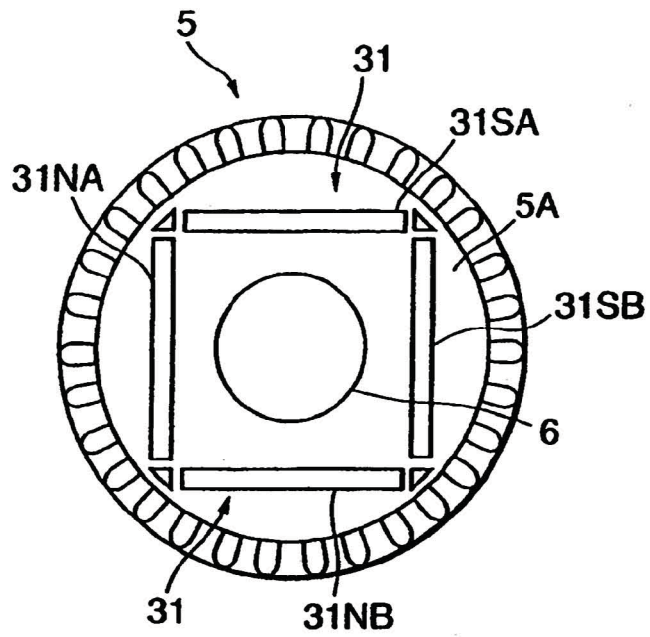


FIG. 14.

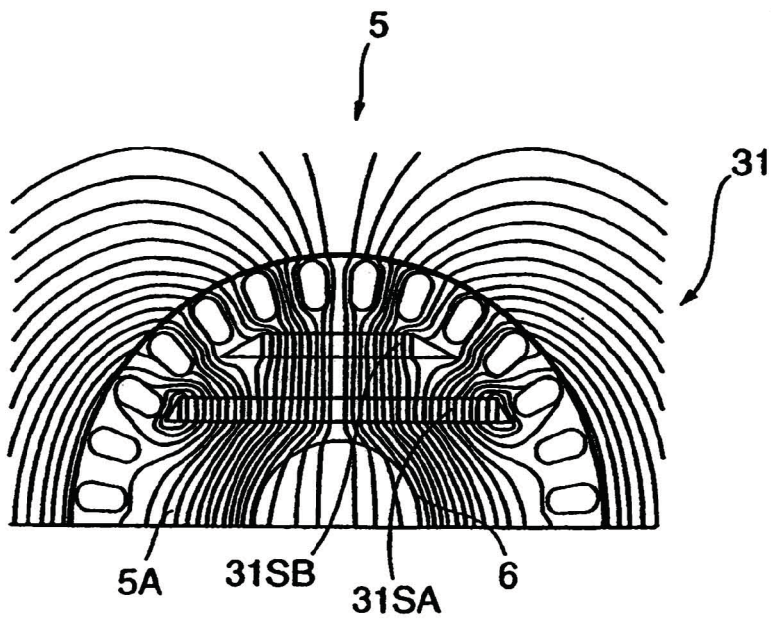


FIG. 15

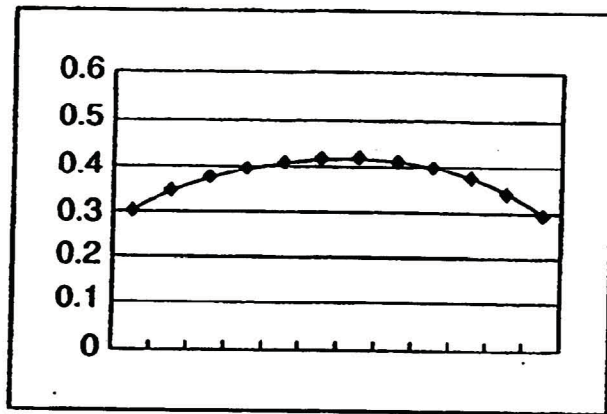


FIG. 16

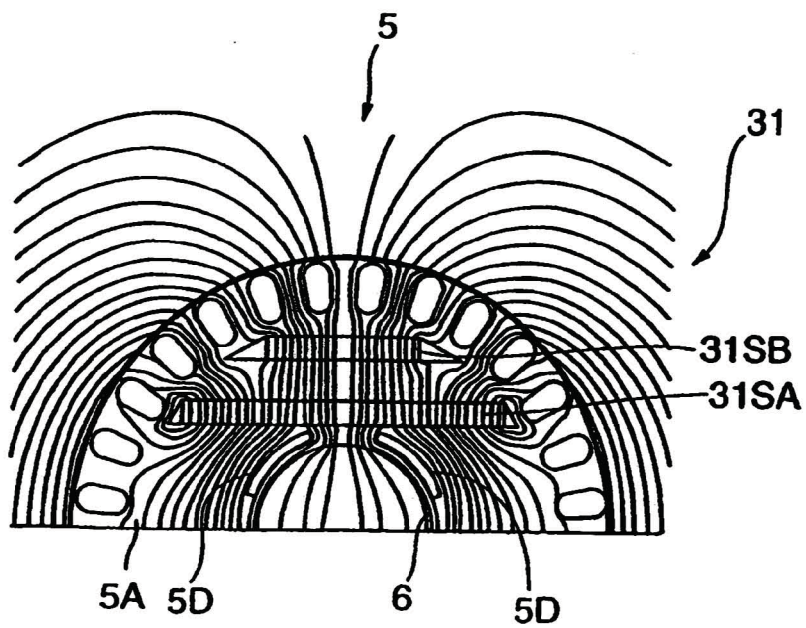


FIG. 17

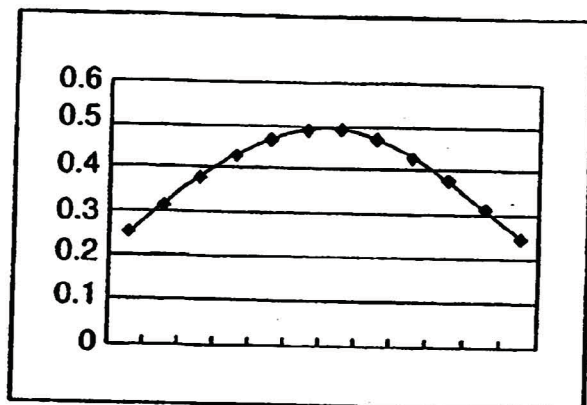


FIG. 18

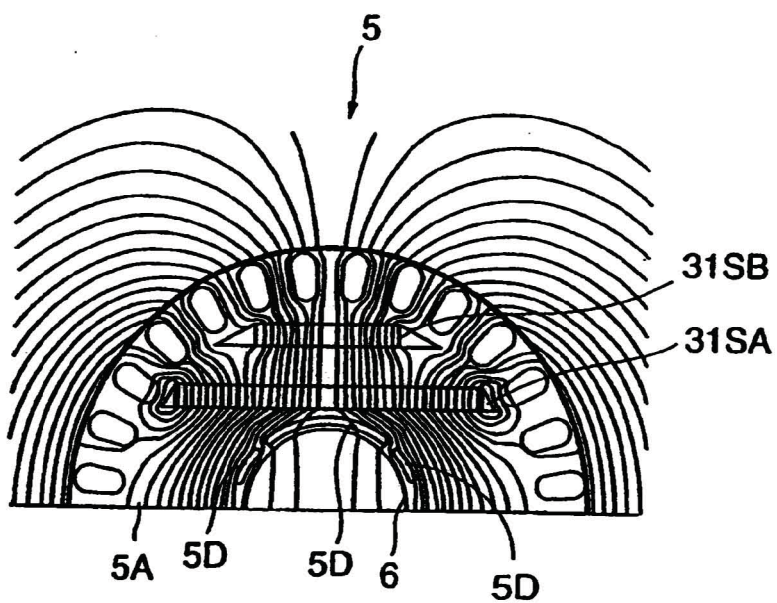


FIG. 19

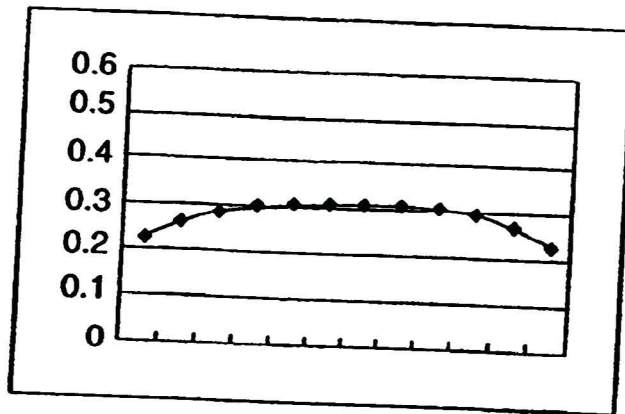


FIG. 20

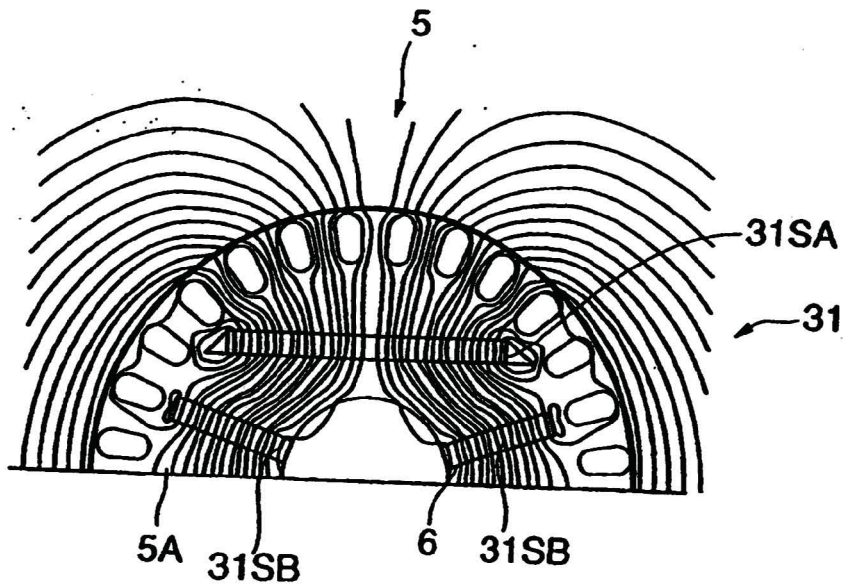


FIG. 21

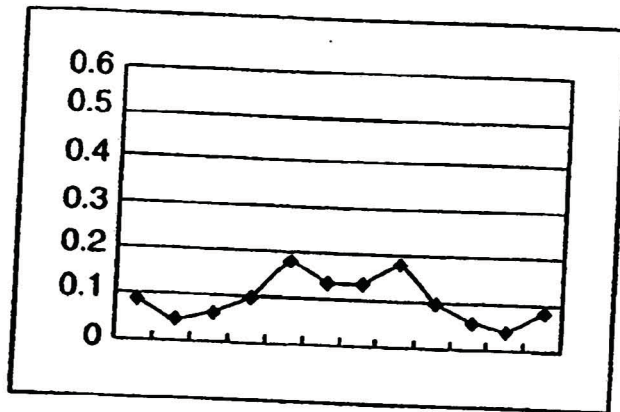


FIG. 22

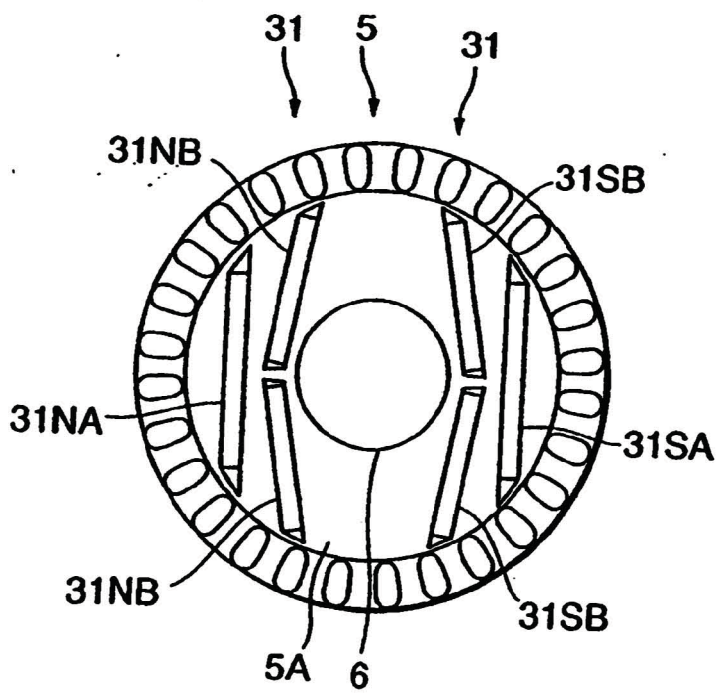


FIG. 23

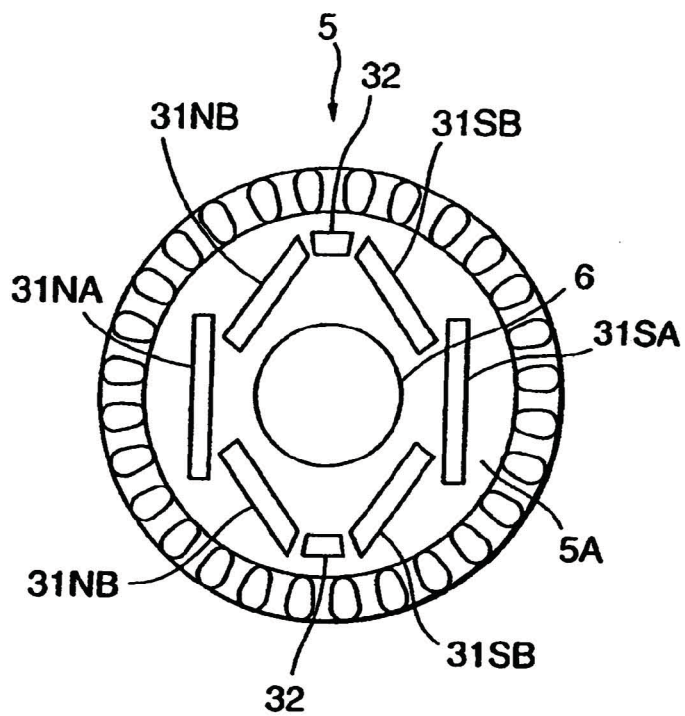


FIG. 24

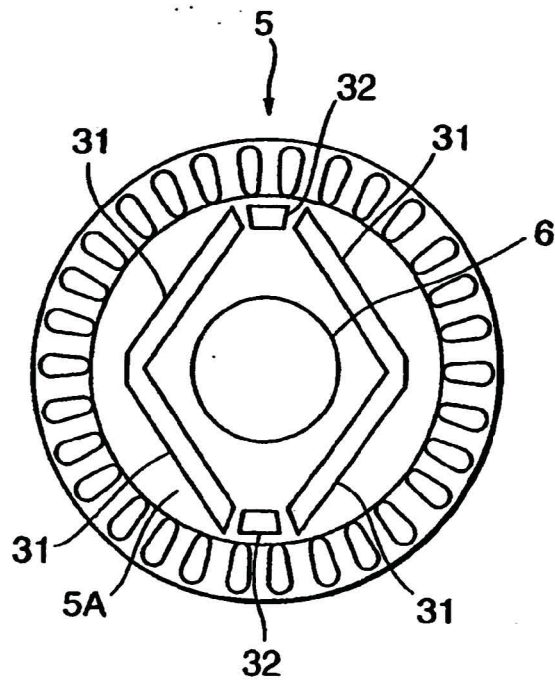


FIG. 25

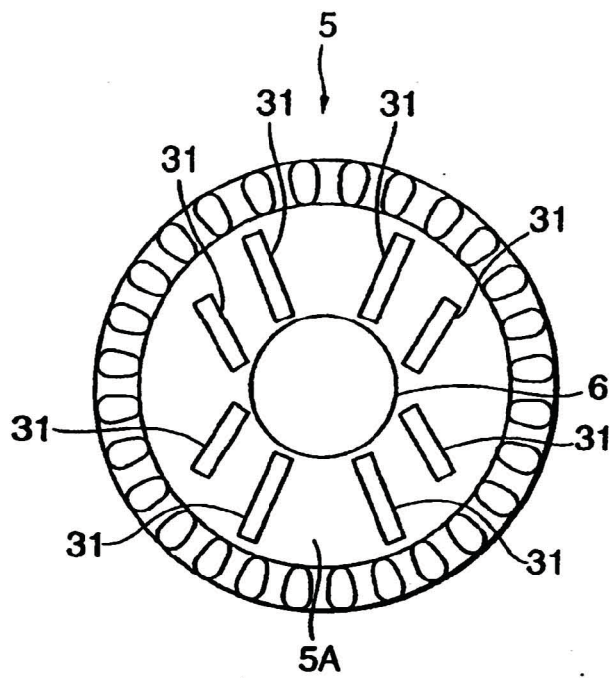


FIG. 26

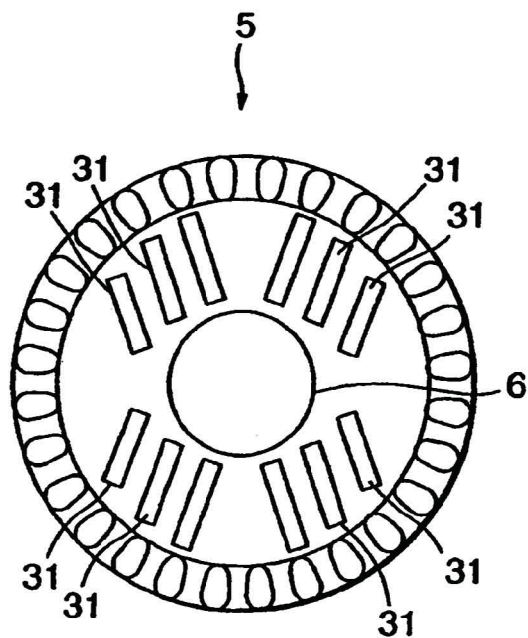


FIG. 27

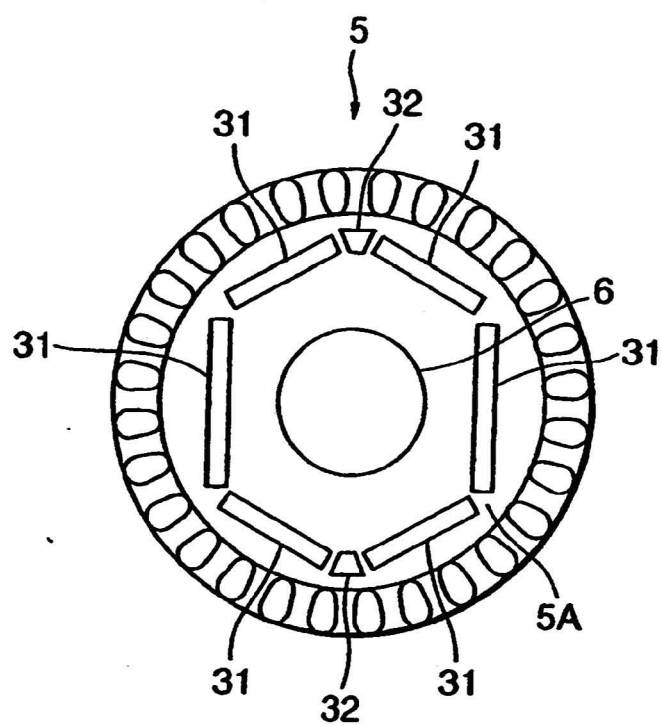


FIG. 28

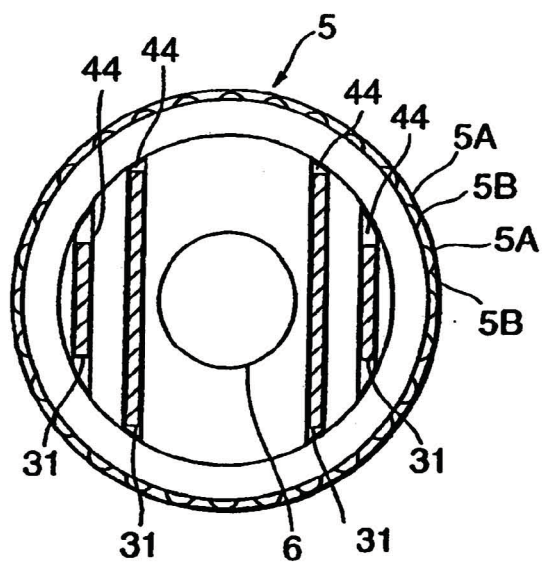


FIG. 29

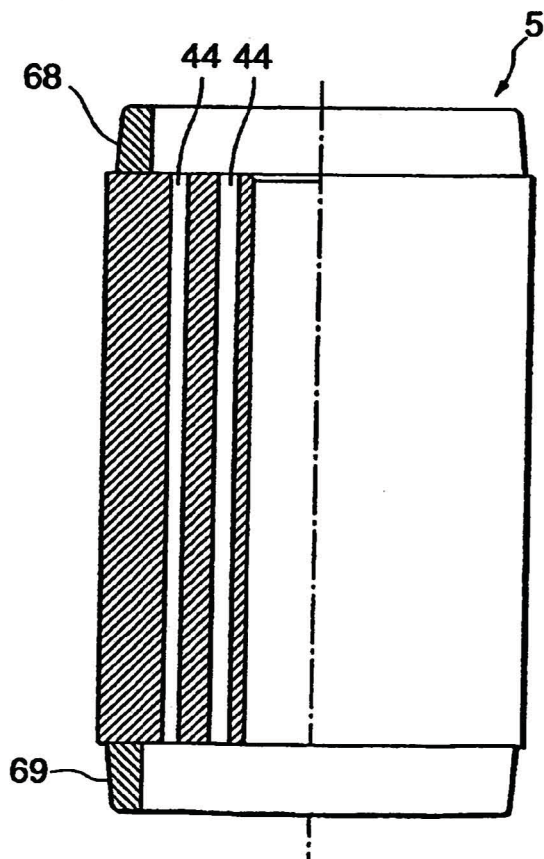


FIG. 30

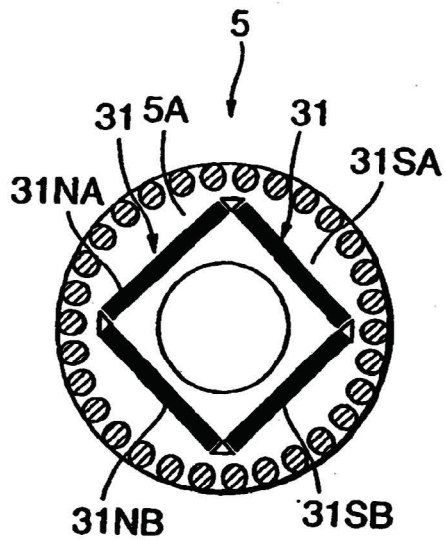


FIG. 31

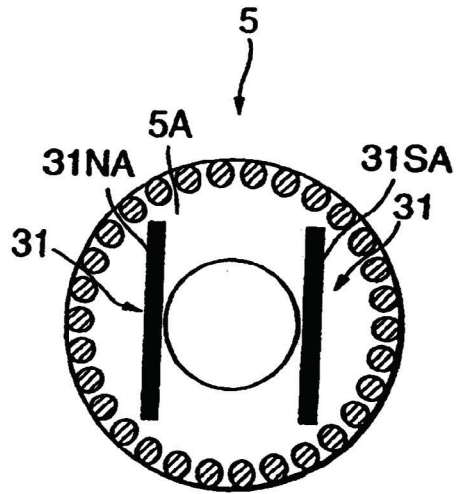


FIG. 32

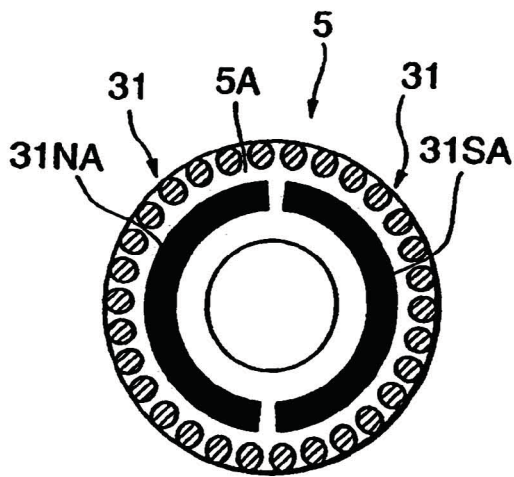


FIG. 33

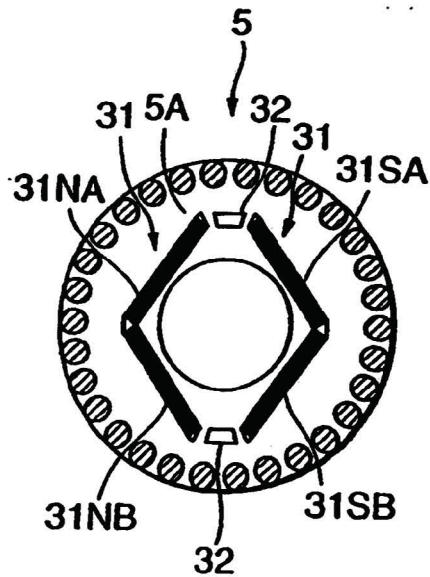


FIG. 34

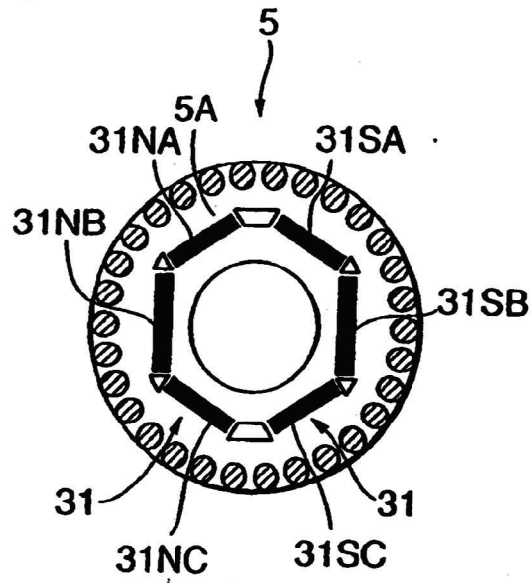


FIG. 35

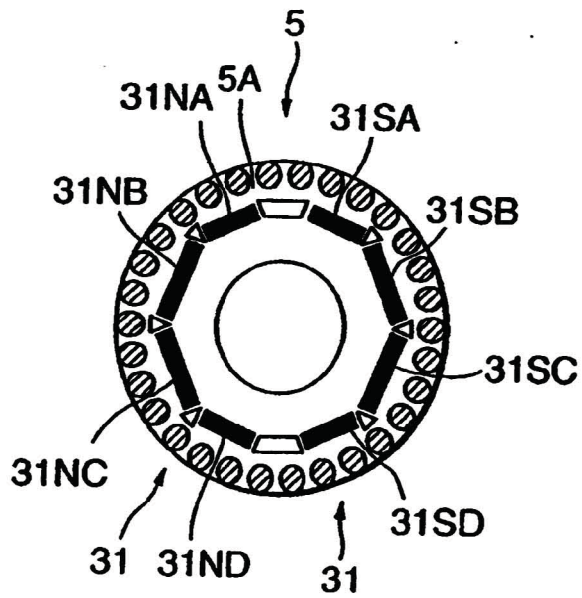


FIG. 36

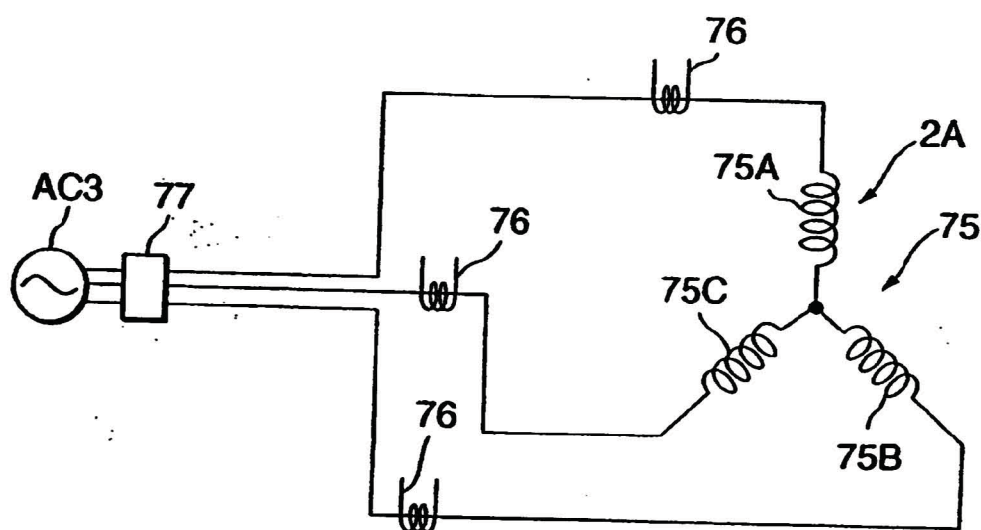


FIG. 37