

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 261**

51 Int. Cl.:

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 1/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2015 E 15174111 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 2961044**

54 Título: **Motor y su rotor de imanes permanentes**

30 Prioridad:

27.06.2014 KR 20140080221

20.01.2015 KR 20150009158

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

01.02.2018

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do 443-742, KR**

72 Inventor/es:

**KIM, SUNG IL;
KIM, WON HO y
LIM, SEONG TAEK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 652 261 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 y su rotor de imanes permanentes

5 La siguiente descripción se refiere a un motor (motor eléctrico) que convierte la energía eléctrica en energía cinética y, más particularmente, a un motor de imanes permanentes en el que los imanes permanentes están acoplados a un rotor.

10 Los motores son dispositivos para convertir energía eléctrica en energía cinética. En toda la industria se utilizan varios tipos de motores clasificados de acuerdo con su estructura y su función. Uno de estos diversos tipos de motores es un motor de tipo de radios en el que se utilizan imanes permanentes en un rotor y se disponen en forma de radios. En el motor de tipo de radios, la desmagnetización local puede ocurrir en los extremos de los imanes permanentes. Esta desmagnetización local es responsable de degradar el rendimiento del motor de tipo de radios.

El documento EP 1973217 A2 (D1) desvela una laminación para el motor de imanes permanentes en el que los imanes se colocan en forma de V con espacios arqueados en ambos extremos de los orificios del imán provistos para evitar la fuga de flujo.

15 Por lo tanto, se desea un esquema para minimizar la desmagnetización local (o mejorar una fuerza resistente a la desmagnetización) en el motor de tipo de radios para mejorar el rendimiento del motor de tipo de radios.

Por lo tanto, un aspecto de la presente divulgación es minimizar la desmagnetización para mejorar una fuerza resistente a la desmagnetización en un motor de imanes permanentes sin aumentar el espesor de cada imán permanente así como una distancia entre cada imán permanente y un estátor.

20 En la descripción que sigue se expondrán en parte aspectos adicionales de la divulgación y, en parte, serán obvios a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la divulgación.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se define un rotor de acuerdo con la reivindicación 1. En el rotor, cada uno de los nervios se forma alargado en una dirección circunferencial del rotor.

En el rotor, la anchura de un extremo de cada uno de los nervios se reduce bruscamente en la dirección de rotación, y la anchura del otro extremo de cada uno de los nervios se reduce suavemente en la dirección de rotación.

25 En el rotor, cada una de las barreras de flujo está configurada de modo que una anchura de un extremo de la misma en un lado corriente arriba en una dirección de rotación del rotor es más estrecha que una anchura del otro extremo de la misma en un lado corriente abajo en la dirección de rotación.

En el rotor, las cavidades, las barreras de flujo y los nervios se forman continuamente desde un árbol de rotación hacia la superficie circunferencial exterior del rotor.

30 En el rotor, las cavidades están configuradas de manera que: una primera cavidad para contener un primer imán permanente y una segunda cavidad para contener un segundo imán permanente constituyen un polo; y la primera y la segunda cavidad están dispuestas radialmente alrededor de un árbol de rotación del rotor hacia la superficie circunferencial exterior.

35 En el rotor, la primera y la segunda cavidad tienen una forma de V en la que se extienden desde el centro del árbol de rotación del rotor hacia la superficie circunferencial exterior.

40 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, un rotor de un motor gira en ambas direcciones e incluye: cavidades configuradas para contener imanes; barreras de flujo configuradas para comunicarse con los primeros extremos de las cavidades y formadas adyacentes a una superficie circunferencial exterior del rotor; y nervios formados entre la superficie circunferencial exterior del rotor y las barreras de flujo. Cada uno de los nervios se forma alargado en una dirección de rotación del rotor y tiene una forma en la que las anchuras de sus extremos opuestos son más anchas que la de una porción intermedia del mismo.

En el rotor, cada una de las barreras de flujo está configurada de modo que una anchura de un extremo de la misma en un lado corriente arriba en una dirección de rotación del rotor es más estrecha que una anchura del otro extremo de la misma en un lado corriente abajo en la dirección de rotación.

45 En el rotor, las cavidades, las barreras de flujo y los nervios se forman continuamente desde un árbol de rotación hacia la superficie circunferencial exterior del rotor.

50 En el rotor, las cavidades están configuradas de manera que: una primera cavidad para contener un primer imán permanente y una segunda cavidad para contener un segundo imán permanente constituyen un polo; y la primera y la segunda cavidad están dispuestas radialmente alrededor de un árbol de rotación del rotor hacia la superficie circunferencial exterior.

En el rotor, la primera y la segunda cavidad tienen una forma de V en la que se extienden desde el centro del árbol

de rotación del rotor hacia la superficie circunferencial exterior.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, un motor incluye: un estátor en el que se enrollan las bobinas; y un rotor instalado de forma giratoria dentro del estátor y que tiene al menos un imán contenido en el mismo. El rotor incluye: cavidades configuradas para contener los imanes; barreras de flujo configuradas para comunicarse con los primeros extremos de las cavidades y formadas adyacentes a una superficie circunferencial exterior del rotor; y nervios formados entre la superficie circunferencial exterior del rotor y las barreras de flujo. Cada uno de los nervios está configurado de manera que una anchura de un extremo del mismo en un lado corriente arriba en una dirección de rotación del rotor es más ancha que la del otro extremo del mismo en un lado corriente abajo en la dirección de rotación.

Estos y/u otros aspectos de la divulgación serán evidentes y se apreciarán más fácilmente a partir de la siguiente descripción de las realizaciones, tomada junto con los dibujos adjuntos, de los cuales:

- la figura 1 es una vista que ilustra un conjunto de un estátor y un rotor de un motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 2 es una vista en perspectiva despiezada del estátor y del rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 3 es una vista superior del estátor y del rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 4 es una vista que ilustra las direcciones de magnetización de la pluralidad de imanes permanentes que se magnetizan en el rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 5 es una vista que ilustra un concepto de cómo el flujo magnético de la pluralidad de imanes permanentes se concentra en un núcleo de concentración de flujo magnético;
- la figura 6 es una vista que ilustra formas detalladas de las cavidades y de las barreras de flujo formadas en el rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 7 es una vista que ilustra una estructura asimétrica del par de barreras de flujo ilustradas en la figura 6;
- la figura 8 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 9 es una vista superior de un estátor y un rotor de un motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 10 es una vista que ilustra formas detalladas de cavidades y barreras de flujo formadas en el rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 11 es una vista que ilustra una estructura asimétrica del par de barreras de flujo ilustradas en la figura 10;
- la figura 12 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 13 es una vista superior de un estátor y un rotor de un motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la figura 14 es una vista que ilustra formas detalladas de cavidades y barreras de flujo formadas en el rotor del motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 15 es una vista que ilustra una estructura simétrica del par de barreras de flujo ilustradas en la figura 14;
- la figura 16 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 17 es una vista superior de un estátor y un rotor de un motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 18 es una vista que ilustra una forma del nervio del rotor en el motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 19 es una vista superior de un estátor y un rotor de un motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 20 es una vista que ilustra una forma del nervio del rotor en el motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 21 es una vista superior de un estátor y un rotor de un motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 22 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor, como se ilustra en la figura 21, de acuerdo con una disposición de la presente divulgación;
- la figura 23 es una vista que ilustra un resultado del análisis de desmagnetización cuando las formas de nervios de un motor rotativo unidireccional son simétricas;
- la figura 24 es una vista que ilustra un resultado del análisis de desmagnetización cuando los nervios del motor rotativo unidireccional (motor rotativo en sentido antihorario) de acuerdo con una realización de la presente divulgación son asimétricos;
- la figura 25 es una vista que ilustra los resultados del análisis de las fuerzas contraelectromotrices sin carga y de los armónicos del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación y un modelo comparativo; y
- la figura 26 ilustra líneas de carga en los extremos de los imanes permanentes del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación y el modelo comparativo.

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones de la presente divulgación, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos, en los que los mismos números de referencia se refieren a elementos similares en todas partes.

La figura 1 es una vista que ilustra un conjunto de un estátor y un rotor de un motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Como se ilustra en la figura 1, un rotor 104 cilíndrico está instalado de forma giratoria dentro de un estátor 102 cilíndrico. Existe una separación entre una superficie interior del estátor 102 y una superficie exterior del rotor 104 de manera que el rotor 104 puede girar sin problemas dentro del estátor 102 sin contacto. Un árbol 108 de rotación está provisto dentro del rotor 104. El rotor 104 gira alrededor del árbol 108 de rotación.

El estátor 102 y el rotor 104 pueden estar protegidos por una caja (no mostrada). El árbol 108 de rotación está fijado al rotor 104 en el centro del rotor 104. De este modo, se transmite una fuerza de rotación del rotor 104 al árbol 108 de rotación, y de esta manera el rotor 104 y el árbol 108 de rotación giran juntos. El rotor 104 y el árbol 108 de rotación pueden girar en un único sentido (por ejemplo, en sentido horario).

En la figura 1, se forman una pluralidad de dientes 112 en la superficie interior del estátor 102. La pluralidad de dientes 112 está configurada de tal manera que una pared interior del estátor 102 sobresale una longitud predeterminada hacia el rotor 104. La pluralidad de dientes 112 están todos dispuestos a intervalos iguales. Entre los dientes contiguos (112) se define un espacio llamado ranura 114. Las bobinas 116 están enrolladas alrededor de la pluralidad de dientes 112, respectivamente. Las ranuras 114 sirven como espacios para mantener las bobinas 116 enrolladas alrededor de los respectivos dientes 112. En el estátor 102 ilustrado en la figura 1, están provistos nueve dientes 112 y nueve ranuras 114. El número de dientes 112 y el número de ranuras 114 no están limitados a nueve, y pueden cambiarse según las características deseadas (por ejemplo, el número de polos) del motor.

En el rotor 104 se contiene una pluralidad de imanes 110 permanentes. La pluralidad de imanes 110 permanentes puede contenerse radialmente para que sea simétrica con respecto al árbol 108 de rotación y para que se oriente a una superficie circunferencial exterior del rotor 104. En el rotor 104 del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, están contenidos seis pares de imanes 110 permanentes como se ilustra en la figura 1. El rotor 104 está formado con una pluralidad de cavidades 208 (véase la figura 2) para contener los imanes permanentes y una pluralidad de barreras 106 de flujo. Aquí, cada barrera 106 de flujo puede ser aire. Además, las barreras 106 de flujo pueden llenarse con un material no magnético. A continuación se describirá en detalle una estructura del rotor 104 con referencia a las figuras 2 y 3.

La figura 2 es una vista en perspectiva despiezada del estátor y del rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Como se ilustra en la figura 2, el rotor 104 se forma apilando una pluralidad de núcleos 202 de rotor. Cada uno de la pluralidad de núcleos 202 de rotor está formado con la pluralidad de cavidades 208 para contener los imanes 110 permanentes y una pluralidad de agujeros 204 de remache. Cuando la pluralidad de núcleos 202 de rotor se apilan en un estado alineado, se forman los espacios, es decir, las cavidades 208, en las que se pueden contener los imanes 110 permanentes. Además, cuando la pluralidad de núcleos 202 de rotor se apilan en un estado alineado, se forman espacios, es decir, los agujeros 204 de remache, en los que pueden insertarse los remaches 206. Cuando los remaches 206 se sujetan después de pasar a través de los agujeros 204 de remache, la pluralidad de núcleos 202 de rotor puede acoplarse mecánicamente.

La figura 3 es una vista superior del estátor y del rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 1 y 2, las bobinas 116 están enrolladas alrededor de los nueve dientes 112 formados en el estátor 102. A continuación se describirá una estructura en la que las bobinas 116 se enrollan alrededor de los dientes 112 del estátor 102 usando dos dientes contiguos 112a y 112b como ejemplo. Es decir, como se ilustra en la figura 3, cuando la bobina 116a se enrolla alrededor del diente 112a, la bobina 116a enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 112a. Además, cuando la bobina 116b se enrolla alrededor del diente 112b, la bobina 116b enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 112b.

Los seis pares de, es decir, los doce, imanes 110 permanentes están contenidos en el rotor 104 en una forma radial para que sean simétricos con respecto al árbol 108 de rotación y para que estén orientados hacia la superficie circunferencial exterior del rotor 104. Debido a que la pluralidad de imanes permanentes contenidos en la forma radial de esta manera tiene forma de radios, el motor de tipo de flujo concentrado ilustrado en las figuras 1 a 3 también se conoce como motor de tipo de radios. Un par de imanes 110 permanentes constituye un polo. Por lo tanto, el motor ilustrado en las figuras 1 a 3 es un motor con un rotor 104 de 6 polos. Una porción indicada por el número de referencia 350 en la figura 3 denota una porción correspondiente a un polo en el estátor 102 y en el rotor 104. Como puede verse a partir de la porción indicada por el número de referencia 350, un par de imanes 110 permanentes tiene una forma de "V" en la que se extienden desde el árbol 108 de rotación hacia una circunferencia exterior del rotor 104. El número de imanes 110 permanentes no está limitado a doce (seis pares), y puede cambiarse para obtener las características deseadas (por ejemplo, el número de polos) del motor.

En el estado en el que la pluralidad de imanes 110 permanentes están insertados en el rotor 104, las barreras 106 de flujo se forman en los extremos opuestos de cada imán 110 permanente. Además, se forma un nervio 352 entre la superficie circunferencial exterior del rotor 104 y las barreras 106 de flujo. Las formas de las barreras de flujo y del

nervio en el motor están en estrecha conexión con la generación de una fuerza de excitación electromagnética, la formación de una trayectoria de flujo magnético, un aumento/disminución de la fuerza de desmagnetización y etcétera. Un procedimiento para minimizar la desmagnetización, es decir, para maximizar la fuerza resistente a la desmagnetización, en el imán permanente incluye un procedimiento para aumentar el espesor del imán permanente o un procedimiento para aumentar la distancia entre el imán permanente y el estátor. El primero puede ser responsable de un aumento en el costo de producción del motor porque se requiere un imán permanente más grande, y este último puede ser responsable de un aumento en el volumen del rotor (o del motor) porque se requiere un espacio más amplio para la disposición del imán permanente. En el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, se propondrá una estructura del nervio del rotor para minimizar la desmagnetización en los imanes permanentes del motor sin aumentar los tamaños de los imanes permanentes ni el volumen del motor.

Las figuras 4 y 5 son vistas que ilustran la magnetización y la concentración de flujo magnético de la pluralidad de imanes permanentes. La figura 4 es una vista que ilustra las direcciones de magnetización de la pluralidad de imanes 110 permanentes en el rotor 104. La figura 5 es una vista que ilustra un concepto de cómo el flujo magnético de la pluralidad de imanes 110 permanentes se concentra en un núcleo 428 de concentración de flujo magnético.

Las direcciones de magnetización de los imanes permanentes de la figura 4 se describirán en detalle a continuación. La pluralidad de imanes 110 permanentes puede dividirse cuando dos de ellos son opuestos entre sí a través de un eje d y dos de ellos son opuestos entre sí a través de un eje q. Los imanes 110 permanentes que son opuestos entre sí a través del eje q se magnetizan a polaridades iguales entre sí (polos N y N o polos S y S), mientras que los imanes 110 permanentes que son opuestos entre sí a través del eje d se magnetizan a polaridades diferentes entre sí (polos N y S o polos S y N).

Por ejemplo, suponiendo que una combinación de un primer y un segundo imanes 110a, 110b permanentes adyacentes al eje d forman una primera combinación 110C de imanes permanentes y que una combinación de un segundo y un tercer imanes 110b, 110d permanentes adyacentes al eje q forman una segunda combinación 110f de imanes permanentes, el segundo imán 110b permanente del segundo y tercer imanes 110b y 110d permanentes adyacentes al eje q puede magnetizarse de manera que los polos S y N estén dispuestos secuencialmente en una dirección circunferencial en sentido horario, y el tercer imán 110d permanente puede magnetizarse de manera que los polos N y S estén dispuestos secuencialmente en la dirección circunferencial en sentido horario. Además, el primer y el segundo imanes 110a y 110b permanentes situados en ambos lados del eje d pueden magnetizarse de manera que los polos S y N estén dispuestos secuencialmente en la dirección circunferencial en sentido horario.

La figura 6 es una vista que ilustra formas detalladas de las cavidades y de las barreras de flujo formadas en el rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En detalle, la figura 6 ilustra una estructura de una porción del rotor 104 que es un sector 350 circular indicado por líneas punteadas discontinuas en la figura 3, es decir, estructuras de un par de imanes permanentes que constituyen un polo y su entorno. En la figura 6, para una descripción detallada de las cavidades y de las barreras de flujo, se dan nuevos números de referencia a las cavidades y a las barreras de flujo. En la figura 6, las cavidades y las barreras de flujo a las que se dan los nuevos números de referencia incluyen una primera cavidad 608, una segunda cavidad 618, una primera barrera 606 de flujo, una segunda barrera 616 de flujo, una tercera barrera 610 de flujo y una cuarta barrera 620 de flujo.

La figura 6(A) ilustra un estado en el que los imanes permanentes (por ejemplo, 110 de la figura 2) no están contenidos en las cavidades 608 y 618, y la figura 6(B) ilustra un estado en el que los imanes permanentes (por ejemplo, 110 de la figura 2) están contenidos en las cavidades 608 y 618. En la figura 6(B), los imanes 110 permanentes contenidos están indicados mediante un patrón de sombreado.

Como se ilustra en la figura 6(A), la primera barrera 606 de flujo, la primera cavidad 608 y la tercera barrera 610 de flujo se forman continuamente en el lado derecho del eje q desde la superficie circunferencial exterior hacia el eje central del rotor 104. En la figura 6(A), la primera barrera 606 de flujo, la primera cavidad 608 y la tercera barrera 610 de flujo están divididas por líneas discontinuas, que es una división virtual para distinguirlas.

La segunda barrera 616 de flujo, la segunda cavidad 618 y la cuarta barrera 620 de flujo se forma continuamente en el lado izquierdo del eje q desde la superficie circunferencial exterior hacia el eje central del rotor 104. En la figura 6(A), la segunda barrera 616 de flujo, la segunda cavidad 618 y la cuarta barrera 620 de flujo están divididas por líneas discontinuas, que es una división virtual para distinguirlas.

En el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, dos de las barreras de flujo formadas en los lados izquierdo y derecho del eje q tienen una estructura en la que las formas y las posiciones de las mismas son asimétricas. Por ejemplo, la primera barrera 606 de flujo y la segunda barrera 616 de flujo ilustradas en la figura 6(A) y en la figura 6(B) tienen una estructura en la que las formas y posiciones de las mismas son asimétricas. Esto es en consideración a una dirección de rotación del rotor 104. En el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, la estructura asimétrica de la primera barrera 606 de flujo y de la segunda barrera 616 de flujo se establece a la vista del caso en el que el rotor gira en sentido horario en la vista superior como se ilustra en la figura 3. Esta estructura asimétrica de las dos barreras de flujo se describirá a continuación en detalle con referencia a la figura 7.

La figura 7 es una vista que ilustra la estructura asimétrica del par de barreras de flujo ilustradas en la figura 6. Para ayudar a la comprensión, las barreras de flujo y las cavidades de los diferentes polos adyacentes entre sí a través del eje d se ilustran en la figura 7. Por ejemplo, la primera barrera 606 de flujo, la primera cavidad 608 y la tercera barrera 610 de flujo de la figura 7 son elementos que constituyen una parte de un primer polo, y la segunda barrera 616 de flujo, la segunda cavidad 618 y la cuarta barrera 620 de flujo son elementos que constituyen una parte de un segundo polo adyacente al primer polo.

En la figura 7, en comparación con las posiciones de la primera y de la segunda cavidad 608 y 618 para contener los imanes 110 permanentes, la segunda cavidad 618 está más cerca de la superficie circunferencial exterior del rotor 104 que la primera cavidad 608. Por lo tanto, existe una diferencia de posición indicada por el número de referencia 732 a lo largo del eje d entre la primera cavidad 608 y la segunda cavidad 618. Sin embargo, la primera cavidad 608 tiene la misma longitud que la segunda cavidad 618. La diferencia de posición entre la primera cavidad 608 y la segunda cavidad 618 sirve para hacer que las posiciones de los imanes 110 permanentes contenidos en la primera y en la segunda cavidad 608 y 618 sean diferentes. Debido a la diferencia de posición, es posible reducir la desmagnetización que se produce en los imanes permanentes.

La primera barrera 606 de flujo conectada a la primera cavidad 608 se forma alargada en un extremo de la primera cavidad 608 (en un extremo terminal orientado a la superficie circunferencial exterior del rotor 104) en una dirección circunferencial del rotor 104 de tal manera que su anchura se reduce gradualmente en un ángulo suave y posteriormente en un ángulo relativamente agudo. En otras palabras, la primera barrera 606 de flujo ilustrada en la figura 7 puede tener una forma de cuña que se forma alargada en la dirección circunferencial del rotor 104. En esta forma de cuña, una porción 712 de un contorno orientado al estátor 102 está inclinada suavemente, y la otra porción 714 está relativamente inclinada. En la primera barrera 606 de flujo, la porción 712 que tiene la inclinación suave se forma corriente abajo en la dirección de rotación del rotor 104, y la otra porción 714 que tiene la inclinación pronunciada se forma corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 104. Es decir, cuando el rotor 104 gira, la porción 712 que tiene la inclinación suave en la primera barrera 606 de flujo va seguida de la porción 714 que tiene una inclinación pronunciada.

La segunda barrera 616 de flujo conectada a la segunda cavidad 618 se forma en un extremo de la segunda cavidad 618 (en un extremo terminal orientado a la superficie circunferencial exterior del rotor 104) en una dirección circunferencial del rotor 104 de tal manera que su anchura se reduce gradualmente con una curvatura suave. En otras palabras, la segunda barrera 616 de flujo puede configurarse de manera que un contorno completo orientado hacia la superficie circunferencial exterior del rotor 104 tenga una curvatura suave mientras que la anchura se reduce gradualmente. En la segunda barrera 616 de flujo, se forma una porción de anchura estrecha corriente abajo en la dirección de rotación del rotor 104, y se forma una porción de anchura ancha corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 104. Es decir, cuando el rotor 104 gira, la porción de anchura estrecha en la segunda barrera 616 de flujo va seguida de la porción de anchura ancha.

La tercera barrera 610 de flujo y la cuarta barrera 620 de flujo se forman alargadas en una dirección circunferencial del árbol 108 de rotación en los otros extremos de la primera cavidad 608 y de la segunda cavidad 618 (en los extremos terminales orientados al eje central del rotor 104) de tal manera que la anchura de cada una de la tercera barrera 610 de flujo y de la cuarta barrera 620 de flujo se hace más estrecha en proporción a una distancia desde el eje d y se hace más ancha en proporción inversa a la distancia desde el eje d.

En el motor de imanes permanentes contenidos, en el que los imanes permanentes están contenidos en las cavidades, puede aumentarse la velocidad de rotación del rotor hasta la tensión permisible de cada nervio que depende de un material del rotor. Cuando el rotor gira, una fuerza centrífuga actúa sobre el rotor y puede concentrarse estructuralmente en los nervios del rotor. El flujo magnético puede filtrarse a través de los nervios. Especialmente, apilar una mayor cantidad de núcleos de rotor para constituir el rotor da lugar a un mayor número de nervios, lo que puede provocar que se escape más flujo magnético a través de los nervios. Debido a que la fuga del flujo magnético es precisamente la desmagnetización del imán permanente, el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación está configurado para realizar la minimización de la desmagnetización (es decir, la mejora de la fuerza resistente a la desmagnetización) por las estructuras de los nervios.

La figura 8 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Especialmente, la forma del nervio 352 adyacente a la primera barrera 606 de flujo del rotor 104 se ilustra en la figura 8. Como se ilustra en la figura 8, el nervio 352 se forma entre la primera barrera 606 de flujo y una superficie circunferencial exterior 804 del rotor 104.

El nervio 352 adyacente a la primera barrera 606 de flujo se forma alargado en la dirección de rotación (sentido horario en la figura 8) del rotor 104. Además, el nervio 352 está configurado de manera que su anchura se reduce gradualmente en la dirección de rotación del rotor 104. Es decir, la anchura del nervio 352 es más ancha en un lado 812 corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 104, y es relativamente más estrecha en un lado 814 corriente abajo. La anchura del nervio 352 es más ancha en el lado 812 corriente arriba 812 para inducir que el flujo magnético que fluye al imán 110 permanente insertado en la primera cavidad 608 fluya a un lado en el que la anchura del nervio 352 es ancha cuando el rotor 104 gira. Como se ilustra en la figura 5 anterior, cuando el flujo magnético que fluye desde el estátor 102 al rotor 104 fluye hacia el imán 110 permanente insertado en la primera

cavidad 608, se produce una fuerza de desmagnetización correspondiente del imán 110 permanente. Por lo tanto, a medida que disminuye el flujo magnético que fluye hacia el imán 110 permanente, la desmagnetización se reduce en el imán 110 permanente. Con este fin, en el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, el nervio 352 se forma para ser más ancho en el lado 812 corriente arriba de manera que el flujo magnético que fluye desde el estátor 102 al rotor 104 fluya hacia el imán 110 permanente de la primera cavidad 608 lo menos posible. Es decir, fluye más flujo magnético hacia el lado 812 corriente arriba en el que la anchura del nervio 352 es ancha, y el flujo magnético que fluye hacia el imán 110 permanente de la primera cavidad 608 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 110 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización).

La anchura del nervio 352 es relativamente más estrecha en el lado 814 corriente abajo para asegurar suficientemente un tamaño de la primera barrera 606 de flujo. Si la anchura del nervio 352 se ensancha en el lado 814 corriente abajo, puede ser insuficiente para que el tamaño de la primera barrera 606 de flujo controle el flujo del flujo magnético a un nivel deseado, y de este modo puede reducirse el efecto de control de flujo magnético esperado de la primera barrera 606 de flujo. Por lo tanto, la anchura del nervio 352 puede formarse más ancha en el lado 812 corriente arriba de modo que pueda fluir más flujo magnético a través del nervio 352 y que la anchura del nervio 352 se forme relativamente estrecha en el lado 814 corriente abajo de modo que el tamaño de la primera barrera 606 de flujo esté suficientemente asegurado.

La figura 9 es una vista superior de un estátor y de un rotor de un motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El rotor puede girar en una sola dirección (en sentido horario). Sin embargo, el rotor 904 puede girar en una sola dirección (en sentido antihorario). Las bobinas 916 están enrolladas alrededor de nueve dientes 912 en un estátor 902. Entre los dientes contiguos 912 se define un espacio llamado ranura 914. A continuación se describirá una estructura en la que las bobinas 916 se enrollan alrededor de los dientes 912 del estátor 902 usando los dos dientes 912a y 912b contiguos como ejemplo. Es decir, como se ilustra en la figura 9, cuando la bobina 916a está enrollada alrededor del diente 912a, la bobina 916a enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 912a. Además, cuando la bobina 916b está enrollada alrededor del diente 912b, la bobina 916b enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 912b.

En el rotor 904 están contenidos seis pares de, es decir, doce, imanes 910 permanentes en una forma radial para que sean simétricos con respecto a un árbol 908 de rotación y para que se orienten hacia una superficie circunferencial exterior del rotor 904. Debido a que la pluralidad de imanes permanentes contenidos en la forma radial de esta manera tiene forma de radios, el motor de tipo de flujo concentrado ilustrado en la figura 9 también se conoce como motor de tipo de radios. Un par de imanes 910 permanentes constituye un polo. Por lo tanto, el motor ilustrado en la figura 9 es un motor con un rotor 904 de 6 polos. Una porción indicada por el número de referencia 950 en la figura 9 denota una porción correspondiente a un polo en el estátor 902 y en el rotor 904. Como puede verse a partir de la porción indicada por el número de referencia 950, un par de imanes 910 permanentes tiene una forma en "V" en la que se extienden desde el árbol 908 de rotación hacia una circunferencia exterior del rotor 904. El número de imanes 910 permanentes no está limitado a doce (seis pares), y puede cambiarse para obtener las características deseadas (por ejemplo, el número de polos) del motor.

En el estado en el que la pluralidad de imanes 910 permanentes están insertados en el rotor 904, las barreras 906 de flujo se forman en los extremos opuestos de cada imán 910 permanente. Además, los nervios 952 se forman entre la superficie circunferencial exterior del rotor 904 y las barreras 906 de flujo. Las formas de las barreras de flujo y los nervios en el motor están en estrecha conexión con la generación de una fuerza de excitación electromagnética, la formación de una trayectoria de flujo magnético, un aumento/disminución de la fuerza de desmagnetización y etcétera. Un procedimiento para minimizar la desmagnetización, es decir, para maximizar una fuerza resistente a la desmagnetización, en el imán permanente incluye un procedimiento para aumentar el espesor del imán permanente o un procedimiento para aumentar la distancia entre el imán permanente y el estátor. El primero puede ser responsable de un aumento en el costo de producción del motor porque se requiere un imán permanente más grande, y este último puede ser responsable de un aumento en el volumen del rotor (o del motor) porque se requiere un espacio más amplio para la disposición del imán permanente. En el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, se propone una estructura de cada nervio del rotor para minimizar la desmagnetización del motor sin aumentar el tamaño del imán permanente ni el volumen del motor.

La figura 10 es una vista que ilustra formas detalladas de las cavidades y de las barreras de flujo formadas en el rotor del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En detalle, la figura 10 ilustra una estructura de una porción del rotor 904 que es un sector 950 circular indicado por líneas punteadas discontinuas en la figura 9, es decir, estructuras de un par de imanes permanentes que constituyen un polo y su entorno. En la figura 10, para una descripción detallada de las cavidades y de las barreras de flujo, se dan nuevos números de referencia a las cavidades y a las barreras de flujo. En la figura 10, las cavidades y las barreras de flujo a las que se dan los nuevos números de referencia incluyen una primera cavidad 1008, una segunda cavidad 1018, una primera barrera 1006 de flujo, una segunda barrera 1016 de flujo, una tercera barrera 1010 de flujo y una cuarta barrera 1020 de flujo. La figura 10(A) ilustra un estado en el que los imanes 910 permanentes no están contenidos en las cavidades 1008 y 1018, y la figura 10(B) ilustra un estado en el que los imanes 910 permanentes están contenidos en las cavidades 1008 y 1018. En la figura 10(B), los imanes 910 permanentes contenidos se indican mediante sombreado.

Como se ilustra en la figura 10(A), la primera barrera 1006 de flujo, la primera cavidad 1008 y la tercera barrera 1010 de flujo se forman continuamente en el lado izquierdo del eje q desde la superficie circunferencial exterior hacia el eje central del rotor 904. En la figura 10(A), la primera barrera 1006 de flujo, la primera cavidad 1008 y la tercera barrera 1010 de flujo están divididas por líneas discontinuas, que es una división virtual para distinguirlas.

- 5 La segunda barrera 1016 de flujo, la segunda cavidad 1018 y la cuarta barrera 1020 de flujo se forman continuamente en el lado derecho del eje q desde la superficie circunferencial exterior hacia el eje central del rotor 904. En la figura 10(A), la segunda barrera 1016 de flujo, la segunda cavidad 1018 y la cuarta barrera 1020 de flujo están divididas por líneas discontinuas, que es una división virtual para distinguirlas.

- 10 En el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, dos de las barreras de flujo formadas en los lados izquierdo y derecho del eje q tienen una estructura en la que las formas y las posiciones de las mismas son asimétricas. Por ejemplo, la primera barrera 1006 de flujo y la segunda barrera 1016 de flujo ilustradas en la figura 10(A) y en la figura 10(B) tienen una estructura en la que las formas y posiciones de las mismas son asimétricas. Esto es en consideración a una dirección de rotación del rotor 904. En el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, la estructura asimétrica de la primera barrera 1006 de flujo y de la segunda barrera 1016 de flujo se establece a la vista de la condición de que el rotor gire en sentido antihorario en la vista superior como se ilustra en la figura 9. Esta estructura asimétrica de las dos barreras de flujo se describirá a continuación en detalle con referencia a la figura 11.

- 20 La figura 11 es una vista que ilustra la estructura asimétrica del par de barreras de flujo ilustradas en la figura 10. Para ayudar a la comprensión, las barreras de flujo y las cavidades de los diferentes polos adyacentes entre sí a través del eje d se ilustran en la figura 11. Por ejemplo, la primera barrera 1006 de flujo, la primera cavidad 1008 y la tercera barrera 1010 de flujo de la figura 11 son elementos que constituyen una parte de un primer polo, y la segunda barrera 1016 de flujo, la segunda cavidad 1018 y la cuarta barrera 1020 de flujo son elementos que constituyen una parte de un segundo polo adyacente al primer polo.

- 25 En la figura 11, en comparación con las posiciones de la primera y de la segunda cavidad 1008 y 1018 para contener los imanes 910 permanentes, la segunda cavidad 1018 está más cerca de la superficie circunferencial exterior del rotor 904 que la primera cavidad 1008. Por lo tanto, existe una diferencia de posición indicada por el número de referencia 1132 a lo largo del eje d entre la primera cavidad 1008 y la segunda cavidad 1018. Sin embargo, la primera cavidad 1008 tiene la misma longitud que la segunda cavidad 1018. La diferencia de posición entre la primera cavidad 1008 y la segunda cavidad 1118 sirve para hacer que las posiciones de los imanes 910 permanentes contenidos (insertados) en la primera y en la segunda cavidad 1008 y 1018 sean diferentes. Debido a la diferencia de posición, es posible reducir la desmagnetización que se produce en los imanes 910 permanentes.

- 30 La primera barrera 1006 de flujo conectada a la primera cavidad 1008 se forma alargada en una dirección circunferencial del rotor 904 en un extremo de la primera cavidad 1008 (en un extremo terminal orientado a la superficie circunferencial exterior del rotor 904) de tal manera que su anchura se reduce gradualmente en un ángulo suave y posteriormente en un ángulo relativamente agudo. En otras palabras, la primera barrera 1006 de flujo ilustrada en la figura 11 puede tener una forma de cuña que se forma alargada en la dirección circunferencial del rotor 904. En esta forma de cuña, una porción 1112 de un contorno orientado al estátor 902 está inclinada suavemente, y la otra porción 1114 está relativamente inclinada. En la primera barrera 1006 de flujo, la porción 1112 que tiene la inclinación suave se forma corriente abajo en la dirección de rotación del rotor 904, y la otra porción 1114 que tiene la inclinación pronunciada se forma corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 904. Es decir, cuando el rotor 904 gira, la porción 1112 que tiene la inclinación suave en la primera barrera 1006 de flujo va seguida de la porción 1114 que tiene la inclinación pronunciada.

- 35 La segunda barrera 1016 de flujo conectada a la segunda cavidad 1018 se forma alargada en una dirección circunferencial del rotor 904 en un extremo de la segunda cavidad 1018 (en un extremo terminal orientado a la superficie circunferencial exterior del rotor 904) de tal manera que su anchura se reduce gradualmente con una curvatura suave. En otras palabras, la segunda barrera 1016 de flujo puede configurarse de manera que un contorno completo orientado al estátor 902 tenga una curvatura suave mientras que la anchura se reduce gradualmente. En la segunda barrera 1016 de flujo, se forma una porción de anchura estrecha corriente abajo en la dirección de rotación del rotor 904, y se forma una porción de anchura ancha corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 904. Es decir, cuando el rotor 904 gira, la porción de anchura estrecha en la segunda barrera 1016 de flujo va seguida de la porción de anchura ancha.

- 45 La tercera barrera 1010 de flujo y la cuarta barrera 1020 de flujo se forman alargadas en una dirección circunferencial del rotor 904 en los otros extremos de la primera cavidad 1008 y de la segunda cavidad 1018 (en los extremos terminales orientados al eje central del rotor 904) de tal manera que la anchura de cada una de la tercera barrera 1010 de flujo y de la cuarta barrera 1020 de flujo se hace más estrecha en proporción a una distancia desde el eje d y se hace más ancha en proporción inversa a la distancia desde el eje d.

- 55 En el motor de imanes permanentes contenidos, en el que los imanes permanentes están contenidos en las cavidades, puede aumentarse la velocidad de rotación del rotor hasta la tensión permisible de cada nervio que depende de un material del rotor. Cuando el rotor gira, una fuerza centrífuga actúa sobre el rotor y puede

concentrarse estructuralmente en los nervios del rotor. El flujo magnético puede filtrarse a través de los nervios. Especialmente, apilar una mayor cantidad de núcleos de rotor para constituir el rotor da lugar a un mayor número de nervios, lo que puede provocar que se escape más flujo magnético a través de los nervios. Debido a que la fuga del flujo magnético es precisamente la desmagnetización del imán permanente, el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación está configurado para realizar la minimización de la desmagnetización (es decir, la mejora de la fuerza resistente a la desmagnetización) por las estructuras de los nervios.

La figura 12 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Especialmente, la forma del nervio 952 adyacente a la primera barrera 1006 de flujo del rotor 904 se ilustra en la figura 12. Como se ilustra en la figura 12, el nervio 952 se forma entre la primera barrera 1006 de flujo y una superficie circunferencial exterior 1204 del rotor 904.

El nervio 952 adyacente a la primera barrera 1006 de flujo se forma alargado en la dirección de rotación (en sentido antihorario en la figura 12) del rotor 904. Además, el nervio 952 está configurado de manera que su anchura se reduce gradualmente en la dirección de rotación del rotor 904. Es decir, la anchura del nervio 952 es más ancha en un lado 1212 corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 904, y es relativamente más estrecha en un lado 1214 corriente abajo. La anchura del nervio 952 es más ancha en el lado 1212 corriente arriba para inducir que el flujo magnético que fluye al imán 910 permanente insertado en la primera cavidad 1008 fluya a un lado en el que la anchura del nervio 952 es ancha cuando el rotor 904 gira. Como se ilustra en la figura 5 anterior, puede encontrarse que el flujo magnético que fluye desde el estátor 902 al rotor 904 fluye hacia el imán 910 permanente insertado en la primera cavidad 1008. El flujo magnético que fluye al imán permanente insertado en la primera cavidad 1008 provoca una fuerza de desmagnetización del imán 910 permanente. Por lo tanto, a medida que disminuye el flujo magnético que fluye hacia el imán 910 permanente, puede reducirse la desmagnetización del imán 910 permanente. Con este fin, en el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, el nervio 952 se forma para ser más ancho en el lado 1212 corriente arriba de manera que el flujo magnético que fluye desde el estátor 902 al rotor 904 fluya hacia el imán 910 permanente de la primera cavidad 1008 lo menos posible. Es decir, fluye más flujo magnético hacia el lado 1212 corriente arriba en el que la anchura del nervio 952 es ancha, y el flujo magnético que fluye hacia el imán 910 permanente de la primera cavidad 1008 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 910 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización).

La anchura del nervio 952 es relativamente más estrecha en el lado 1214 corriente abajo para asegurar suficientemente un tamaño de la primera barrera 1006 de flujo. Si la anchura del nervio 952 se ensancha en el lado 1214 corriente abajo, puede ser insuficiente para que el tamaño de la primera barrera 1006 de flujo controle el flujo del flujo magnético a un nivel deseado, y de este modo puede reducirse el efecto de control de flujo magnético esperado de la primera barrera 1006 de flujo. Por lo tanto, la anchura del nervio 952 puede formarse ancha en el lado 1212 corriente arriba de modo que pueda fluir más flujo magnético a través del nervio 952 y que la anchura del nervio 952 se forme relativamente estrecha en el lado 1214 corriente abajo de modo que el tamaño de la primera barrera 1006 de flujo esté suficientemente asegurado.

La figura 13 es una vista superior de un estátor y de un rotor de un motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. El rotor puede girar en una sola dirección (uno cualquiera de los sentidos horario y antihorario). Sin embargo, un rotor 1304 puede ser de rotación en ambas direcciones (sentido horario y sentido antihorario). Las bobinas 1316 están enrolladas alrededor de nueve dientes 1312 en un estátor 1302. Entre los dientes 1312 contiguos se define un espacio llamado ranura 1314. A continuación se describirá una estructura en la que las bobinas 1316 se enrollan alrededor de los dientes 1312 del estátor 1302 usando los dos dientes 1312a y 1312b contiguos como ejemplo. Es decir, como se ilustra en la figura 13, cuando la bobina 1316a está enrollada alrededor del diente 1312a, la bobina 1316a enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 1312a. Además, cuando la bobina 1316b está enrollada alrededor del diente 1312b, la bobina 1316b enrollada ocupa los espacios izquierdo y derecho del diente 1312b.

En el rotor 1304 están contenidos seis pares de, es decir, doce, imanes 1310 permanentes en una forma radial para que sean simétricos con respecto a un árbol 1308 de rotación y para que se orienten hacia una superficie circunferencial exterior del rotor 1304. Debido a que la pluralidad de imanes permanentes contenidos en la forma radial de esta manera tiene forma de radios, el motor de tipo de flujo concentrado ilustrado en la figura 13 se conoce como motor de tipo de radios.

Un par de imanes 1310 permanentes constituye un polo. Por lo tanto, el motor ilustrado en la figura 13 es un motor con un rotor 1304 de 6 polos. Una porción indicada por el número de referencia 1350 en la figura 13 denota una porción correspondiente a un polo en el estátor 1302 y en el rotor 1304. Como puede verse a partir de la porción indicada por el número de referencia 1350, un par de imanes 1310 permanentes tiene una forma en "V" en la que se extienden desde el árbol 1308 de rotación hacia una circunferencia exterior del rotor 1304. El número de imanes 1310 permanentes no está limitado a doce (seis pares), y puede cambiarse para obtener las características deseadas (por ejemplo, el número de polos) del motor.

En el estado en el que los imanes 1310 permanentes del rotor 1304 están insertados, se forman barreras 1306 de flujo en los extremos opuestos de cada imán 1310 permanente. Además, se forman los nervios 1352 y 1354 entre la superficie circunferencial exterior del rotor 1304 y las barreras 1306 de flujo. Las formas de las barreras de flujo y de

los nervios en el motor están en estrecha conexión con la generación de una fuerza de excitación electromagnética, la formación de una trayectoria de flujo magnético, un aumento/disminución de la fuerza de desmagnetización y etcétera. Un procedimiento para minimizar la desmagnetización, es decir, para maximizar una fuerza resistente a la desmagnetización, en el imán permanente incluye un procedimiento para aumentar el espesor del imán permanente o un procedimiento para aumentar la distancia entre el imán permanente y el estátor. El primero puede ser responsable de un aumento en el costo de producción del motor porque se requiere un imán permanente más grande, y este último puede ser responsable de un aumento en el volumen del rotor (o del motor) porque se requiere un espacio más amplio para la disposición del imán permanente. En el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, se propone una estructura de cada nervio del rotor para minimizar la desmagnetización del motor sin aumentar el tamaño del imán permanente ni el volumen del motor.

La figura 14 es una vista que ilustra formas detalladas de las cavidades y de las barreras de flujo formadas en el rotor del motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. En detalle, la figura 14 ilustra una estructura de una porción del rotor 1304 que es un sector 1350 circular indicado por líneas punteadas discontinuas en la figura 13, es decir, estructuras de un par de imanes permanentes que constituyen un polo y su entorno. En la figura 14, para una descripción detallada de las cavidades y de las barreras de flujo, se dan nuevos números de referencia a las cavidades y a las barreras de flujo. En la figura 14, las cavidades y las barreras de flujo a las que se dan los nuevos números de referencia incluyen una primera cavidad 1408, una segunda cavidad 1418, una primera barrera 1406 de flujo, una segunda barrera 1416 de flujo, una tercera barrera 1410 de flujo y una cuarta barrera 1420 de flujo.

La figura 14(A) ilustra un estado en el que los imanes 1310 permanentes no están contenidos en las cavidades 1408 y 1418, y la figura 14(B) ilustra un estado en el que los imanes 1310 permanentes están contenidos en las cavidades 1408 y 1418. En la figura 14(B), los imanes 1310 permanentes contenidos se indican mediante sombreado.

Como se ilustra en la figura 14(A), la primera barrera 1406 de flujo, la primera cavidad 1408 y la tercera barrera 1410 de flujo se forman continuamente en el lado izquierdo del eje q desde un lado exterior hacia una porción central (es decir, desde la circunferencia exterior hacia el eje central) del rotor 1304. En la figura 14(A), la primera barrera 1406 de flujo, la primera cavidad 1408 y la tercera barrera 1410 de flujo están divididas por líneas discontinuas, que es una división virtual para distinguirlas.

La segunda barrera 1416 de flujo, la segunda cavidad 1418 y la cuarta barrera 1420 de flujo se forman continuamente en el lado derecho del eje q desde el lado exterior hacia la porción central (es decir, desde la circunferencia exterior hacia el eje central) del rotor 1304. En la figura 14(A), la segunda barrera 1416 de flujo, la segunda cavidad 1418 y la cuarta barrera 1420 de flujo están divididas por líneas discontinuas, que es una división virtual para distinguirlas.

En el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, dos de las barreras de flujo formadas en los lados izquierdo y derecho del eje q tienen una estructura en la que las formas y las posiciones de las mismas son simétricas. Por ejemplo, la primera barrera 1406 de flujo y la segunda barrera 1416 de flujo ilustradas en la figura 14(A) y en la figura 14(B) tienen una estructura en la que las formas y las posiciones de las mismas son simétricas. Esto es en consideración a una dirección de rotación del rotor 1304. En el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, la primera barrera 1406 de flujo y la segunda barrera 1416 de flujo están configuradas para tener la estructura simétrica a la vista de la condición de que el rotor gire tanto en sentido horario como antihorario en la vista superior como se ilustra en la figura 13. Esta estructura simétrica de las dos barreras de flujo se describirá a continuación en detalle con referencia a la figura 15.

La figura 15 es una vista que ilustra la estructura simétrica del par de barreras de flujo ilustradas en la figura 14. Para ayudar a la comprensión, las barreras de flujo y las cavidades de los diferentes polos adyacentes entre sí a través del eje d se ilustran en la figura 15. Por ejemplo, la primera barrera 1406 de flujo, la primera cavidad 1408 y la tercera barrera 1410 de flujo de la figura 14 son elementos que constituyen una parte de un primer polo, y la segunda barrera 1416 de flujo, la segunda cavidad 1418 y la cuarta barrera 1420 de flujo son elementos que constituyen una parte de un segundo polo adyacente al primer polo.

En la figura 13, en comparación con las posiciones de la primera y de la segunda cavidad 1408 y 1418 para contener los imanes 1310 permanentes, la primera y la segunda cavidad 1408 y 1418 están formadas en la misma posición y longitud desde el centro del rotor 1304. En el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación, la primera y la segunda cavidad 1408 y 1418 están formadas en la misma posición y longitud desde el centro del rotor 1304, que es en consideración a la rotación bidireccional (en sentido horario y antihorario) del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La primera barrera 1406 de flujo conectada a la primera cavidad 1408 se forma alargada en una dirección circunferencial del rotor 1304 en un extremo de la primera cavidad 1008 (en un extremo terminal orientado a la superficie circunferencial exterior del rotor 1304) de tal manera que su anchura se reduce gradualmente en un ángulo suave y posteriormente en un ángulo relativamente agudo. En otras palabras, la primera barrera 1406 de flujo ilustrada en la figura 15 puede tener una forma de cuña que se forma alargada en la dirección circunferencial del rotor 1304. En esta forma de cuña, una porción 1512 de un contorno orientado al estátor 1302 está inclinada

suavemente, y la otra porción 1514 está relativamente inclinada. En la primera barrera 1406 de flujo, la porción 1512 que tiene la inclinación suave se forma corriente abajo en la dirección de rotación (sentido antihorario) del rotor 1304, y la otra porción 1514 que tiene la inclinación pronunciada se forma corriente arriba en la dirección de rotación (sentido antihorario) del rotor 1304. Es decir, cuando el rotor 1304 gira, la porción 1512 que tiene la inclinación suave en la primera barrera 1406 de flujo va seguida de la porción 1514 que tiene la inclinación pronunciada.

La segunda barrera 1416 de flujo conectada a la segunda cavidad 1418 se forma alargada en una dirección circunferencial del rotor 1304 en un extremo de la segunda cavidad 1418 (en un extremo terminal orientado a la superficie circunferencial exterior del rotor 1304) de tal manera que su anchura se reduce gradualmente en un ángulo suave y posteriormente en un ángulo relativamente agudo. En otras palabras, la segunda barrera 1416 de flujo ilustrada en la figura 15 puede tener una forma de cuña que se forma alargada en la dirección circunferencial del rotor 1304. En esta forma de cuña, una porción 1522 de un contorno orientado al estátor 1302 está inclinada suavemente, y la otra porción 1524 está relativamente inclinada. En la segunda barrera 1416 de flujo, la porción 1522 que tiene la inclinación suave se forma corriente abajo en la dirección de rotación (sentido horario) del rotor 1304, y la otra porción 1524 que tiene la inclinación pronunciada se forma corriente arriba en la dirección de rotación (sentido horario) del rotor 1304. Es decir, cuando el rotor 1304 gira, la porción 1522 que tiene la inclinación suave en la segunda barrera 1416 de flujo va seguida de la porción 1524 que tiene la inclinación pronunciada.

La tercera barrera 1410 de flujo y la cuarta barrera 1420 de flujo se forman alargadas en una dirección circunferencial del árbol 1308 de rotación en los otros extremos de la primera cavidad 1408 y de la segunda cavidad 1418 (en los extremos terminales orientados al eje central del rotor 1304) de tal manera que la anchura de cada una de la tercera barrera 1410 de flujo y de la cuarta barrera 1420 de flujo se hace más estrecha en proporción a una distancia desde el eje d y se hace más ancha en proporción inversa a la distancia desde el eje d.

En el motor de imanes permanentes contenidos en el que los imanes permanentes están contenidos en las cavidades, puede aumentarse la velocidad de rotación del rotor hasta la tensión permisible de cada nervio que depende de un material del rotor. Cuando el rotor gira, una fuerza centrífuga actúa sobre el rotor y puede concentrarse estructuralmente en los nervios del rotor. El flujo magnético puede filtrarse a través de los nervios. Especialmente, apilar una mayor cantidad de núcleos de rotor para constituir el rotor da lugar a un mayor número de nervios, lo que puede provocar que se escape más flujo magnético a través de los nervios. Debido a que la fuga del flujo magnético es precisamente la desmagnetización del imán permanente, el motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación está configurado para realizar la minimización de la desmagnetización (es decir, la mejora de la fuerza resistente a la desmagnetización) por las estructuras de los nervios.

La figura 16 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. Especialmente, las formas del primer y del segundo nervio 1352 y 1354 adyacentes a la primera y a la segunda barrera 1406 y 1416 de flujo del rotor 1304 se ilustran en la figura 16. Como se ilustra en la figura 16, el primer nervio 1352 se forma entre la primera barrera 1406 de flujo y una superficie circunferencial exterior 1604 del rotor 1304, y el segundo nervio 1354 se forma entre la segunda barrera 1416 de flujo y la superficie circunferencial exterior 1604 del rotor 1304. El primer nervio 1352 y el segundo nervio 1354 son simétricos con respecto al eje d. La forma del primer nervio 1352 está en consideración a cuando el rotor 1304 gira en sentido antihorario, y la forma del segundo nervio 1354 está en consideración a cuando el rotor 1304 gira en sentido horario.

El primer nervio 1352 adyacente a la primera barrera 1406 de flujo se forma alargado en la dirección de rotación (en sentido horario o antihorario) del rotor 1304. Además, el primer nervio 1352 está configurado de manera que su anchura se reduce gradualmente en la dirección de rotación del rotor 1304. Es decir, la anchura del primer nervio 1352 es más ancha en un lado 1612 corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 1304, y es relativamente más estrecha en un lado 1614 corriente abajo. La anchura del primer nervio 1352 es más ancha en el lado 1612 corriente arriba para inducir que el flujo magnético que fluye al imán 1310 permanente insertado en la primera cavidad 1408 fluya a un lado en el que la anchura del primer nervio 1352 es ancha cuando el rotor 1304 gira. Como se ilustra en la figura 5 anterior, puede encontrarse que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1302 al rotor 1304 fluye hacia el imán 1310 permanente insertado en la primera cavidad 1408. El flujo magnético que fluye al imán permanente insertado en la primera cavidad 1408 provoca una fuerza de desmagnetización del imán 1310 permanente. Por lo tanto, a medida que disminuye el flujo magnético que fluye hacia el imán 1310 permanente, puede reducirse la desmagnetización del imán 1310 permanente. Con este fin, en el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, el primer nervio 1352 se forma para ser más ancho en el lado 1612 corriente arriba de manera que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1302 al rotor 1304 fluya hacia el imán 1310 permanente de la primera cavidad 1408 lo menos posible. Es decir, fluye más flujo magnético hacia el lado 1612 corriente arriba en el que la anchura del primer nervio 1352 es ancha, y el flujo magnético que fluye hacia el imán 1310 permanente de la primera cavidad 1408 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 1310 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización).

La anchura del primer nervio 1352 es relativamente más estrecha en el lado 1614 corriente abajo para asegurar suficientemente un tamaño de la primera barrera 1406 de flujo. Si la anchura del primer nervio 1352 se ensancha en el lado 1614 corriente abajo, puede ser insuficiente para que el tamaño de la primera barrera 1406 de flujo controle el flujo del flujo magnético a un nivel deseado, y de este modo puede reducirse el efecto de control de flujo magnético esperado de la primera barrera 1406 de flujo. Por lo tanto, la anchura del primer nervio 1352 puede

formarse ancha en el lado 1612 corriente arriba de modo que pueda fluir más flujo magnético a través del primer nervio 1352 y que la anchura del primer nervio 1352 se forme relativamente estrecha en el lado 1614 corriente abajo de modo que el tamaño de la primera barrera 1406 de flujo esté suficientemente asegurado.

5 El segundo nervio 1354 adyacente a la segunda barrera 1416 de flujo se forma alargado en la dirección de rotación (en sentido horario o antihorario) del rotor 1304. Además, el segundo nervio 1354 está configurado de manera que su anchura se reduce gradualmente en la dirección de rotación del rotor 1304. Es decir, la anchura del segundo nervio 1354 es más ancha en un lado 1622 corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 1304, y es relativamente más estrecha en un lado 1624 corriente abajo. La anchura del segundo nervio 1354 es más ancha en el lado 1622 corriente arriba para inducir que el flujo magnético que fluye al imán 1310 permanente insertado en la segunda cavidad 1418 fluya a un lado en el que la anchura del segundo nervio 1354 es ancha cuando el rotor 1304 gira. Como se ilustra en la figura 5 anterior, puede encontrarse que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1302 al rotor 1304 fluye hacia el imán 1310 permanente insertado en la segunda cavidad 1418. El flujo magnético que fluye al imán permanente insertado en la segunda cavidad 1418 provoca una fuerza de desmagnetización del imán 1310 permanente. Por lo tanto, a medida que disminuye el flujo magnético que fluye hacia el imán 1310 permanente, puede reducirse la desmagnetización del imán 1310 permanente. Con este fin, en el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, el segundo nervio 1354 se forma para ser más ancho en el lado 1622 corriente arriba de manera que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1302 al rotor 1304 fluya hacia el imán 1310 permanente de la segunda cavidad 1418 lo menos posible. Es decir, fluye más flujo magnético hacia el lado 1622 corriente arriba en el que la anchura del segundo nervio 1354 es ancha, y el flujo magnético que fluye hacia el imán 1310 permanente de la segunda cavidad 1418 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 1310 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización).

La anchura del segundo nervio 1354 es relativamente más estrecha en el lado 1624 corriente abajo para asegurar suficientemente un tamaño de la segunda barrera 1416 de flujo. Si la anchura del segundo nervio 1354 se ensancha en el lado 1624 corriente abajo, puede ser insuficiente para que el tamaño de la segunda barrera 1416 de flujo controle el flujo del flujo magnético a un nivel deseado, y de este modo puede reducirse el efecto de control de flujo magnético esperado de la segunda barrera 1416 de flujo. Por lo tanto, la anchura del segundo nervio 1354 puede formarse ancha en el lado 1622 corriente arriba de modo que pueda fluir más flujo magnético a través del segundo nervio 1354 y que la anchura del segundo nervio 1354 se forme relativamente estrecha en el lado 1624 corriente abajo de modo que el tamaño de la segunda barrera 1416 de flujo esté suficientemente asegurado.

30 La figura 17 es una vista superior de un estátor y de un rotor de un motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. Una disposición de la presente divulgación ilustra un motor en el que un único imán 1710 permanente sirve como un polo, un rotor 1704 y un árbol 1708 de rotación giran en una dirección (por ejemplo, en sentido horario). Las bobinas 1716 están enrolladas alrededor de nueve dientes 1712 en un estátor 1702. Entre los dientes 1712 contiguos se define un espacio llamado ranura 1714. A continuación se describirá una estructura en la que las bobinas 1716 se enrollan alrededor de los dientes 1712 del estátor 1702 usando los dos dientes 1712a y 1712b contiguos como ejemplo. Es decir, como se ilustra en la figura 17, cuando la bobina 1716a está enrollada alrededor del diente 1712a, la bobina 1716a enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 1712a. Además, cuando la bobina 1716b está enrollada alrededor del diente 1712b, la bobina 1716b enrollada ocupa los espacios izquierdo y derecho del diente 1712b.

40 En el rotor 1704 están contenidos seis imanes 1710 permanentes en una forma radial para que sean simétricos con respecto al árbol 1708 de rotación y para que se orienten hacia una superficie circunferencial exterior del rotor 1704. Debido a que la pluralidad de imanes permanentes contenidos en la forma radial de esta manera tiene forma de radios, el motor de tipo de flujo concentrado ilustrado en la figura 17 se denomina motor de tipo de radios.

45 Un imán 1710 permanente sirve como un polo. Por lo tanto, el motor ilustrado en la figura 17 es un motor con un rotor 1704 de 6 polos. Cada imán 1710 permanente tiene una forma de "I" lineal que es alargada desde el árbol 1708 de rotación hacia la superficie circunferencial exterior del rotor 1704. El número de imanes 1710 permanentes no está limitado a seis, y puede cambiarse para obtener las características deseadas (por ejemplo, el número de polos) del motor. Las direcciones de magnetización de los imanes permanentes de la figura 17 se describirán a continuación en detalle. La pluralidad de imanes 1710 permanentes están dispuestos para estar enfrentados entre sí a través de un eje d. Los imanes 1710 permanentes enfrentados entre sí a través del eje d se magnetizan a polaridades iguales entre sí (polos N y N o polos S y S). Cuando se magnetiza a lo largo de un eje q, cada imán 1710 permanente se magnetiza a polaridades diferentes entre sí (polos N y S o polos S y N).

55 En el estado en el que cada imán 1710 permanente está insertado, las barreras 1706 de flujo se forman en los extremos opuestos del imán 1710 permanente. Además, se forma un nervio 1752 entre una de las barreras 1706 de flujo del rotor 1704 y una superficie interior del estátor 1702. Las formas de las barreras de flujo y del nervio en el motor están en estrecha conexión con la generación de una fuerza de excitación electromagnética, la formación de una trayectoria de flujo magnético, un aumento/disminución de la fuerza de desmagnetización, y etcétera. Un procedimiento para minimizar la desmagnetización, es decir, para maximizar una fuerza resistente a la desmagnetización, en el imán permanente incluye un procedimiento para aumentar el espesor del imán permanente o un procedimiento para aumentar la distancia entre el imán permanente y el estátor. El primero puede ser responsable de un aumento en el costo de producción del motor porque se requiere un imán permanente más

grande, y este último puede ser responsable de un aumento en el volumen del rotor (o del motor) porque se requiere un espacio más amplio para la disposición del imán permanente. En el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, se propone una estructura de cada nervio del rotor para minimizar la desmagnetización del motor sin aumentar el tamaño del imán permanente ni el volumen del motor.

5 La figura 18 es una vista que ilustra una forma del nervio del rotor en el motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. Como se ilustra en la figura 18, el nervio 1752 se forma entre la barrera 1706 de flujo y una superficie 1804 circunferencial exterior del rotor 1704. El nervio 1752 adyacente a la barrera 1706 de flujo se forma alargado en una dirección de rotación (en sentido horario en la figura 18) del rotor 1704. Además, el nervio 1752 tiene una forma en la que su anchura se reduce gradualmente en la dirección de rotación del rotor 1704. Es decir, la anchura del nervio 1752 es más ancha en un lado 1812 corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 1704, y es relativamente más estrecha en un lado 1814 corriente abajo.

10 La anchura del nervio 1752 es más ancha en el lado 1812 corriente arriba para inducir que el flujo magnético que fluye al imán 1710 permanente insertado en una cavidad 1808 fluya a un lado en el que la anchura del nervio 1752 es ancha. Como se ilustra en la figura 5 anterior, puede encontrarse que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1702 al rotor 1704 fluye hacia el imán 1710 permanente insertado en la cavidad 1808. El flujo magnético que fluye al imán permanente insertado en la cavidad 1808 provoca una fuerza de desmagnetización del imán 1710 permanente. Por lo tanto, a medida que disminuye el flujo magnético que fluye hacia el imán 1710 permanente, puede reducirse la desmagnetización del imán 1710 permanente. Con este fin, en el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, el nervio 1752 se forma para ser más ancho en el lado 1812 corriente arriba de manera que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1702 al rotor 1704 fluye hacia el imán 1710 permanente de la cavidad 1808 lo menos posible. Es decir, fluye más flujo magnético hacia el lado 1812 corriente arriba en el que la anchura del nervio 1752 es ancha, y el flujo magnético que fluye hacia el imán 1710 permanente de la cavidad 1808 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 1710 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización).

25 La anchura del nervio 1752 es relativamente más estrecha en el lado 1814 corriente abajo para asegurar un tamaño suficientemente grande de la barrera 1706 de flujo para controlar un flujo del flujo magnético hasta un nivel deseado. Si la anchura del nervio 1752 se ensancha en el lado 1814 corriente abajo, el tamaño de la barrera 1706 de flujo puede ser insuficiente, y de este modo puede reducirse el efecto de control de flujo magnético esperado de la barrera 1706 de flujo. Por lo tanto, la anchura del nervio 1752 puede formarse ancha en el lado 1812 corriente arriba de modo que pueda fluir más flujo magnético a través del nervio 1752 y que la anchura del nervio 1752 se forme relativamente estrecha en el lado 1814 corriente abajo de modo que el tamaño de la barrera 1706 de flujo esté suficientemente asegurado.

30 La figura 19 es una vista superior de un estátor y de un rotor de un motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. Una disposición de la presente divulgación ilustra un motor en el que un único imán 1910 permanente sirve como un polo, un rotor 1904 y un árbol 1908 de rotación giran en una dirección (por ejemplo, en sentido antihorario). Las bobinas 1916 están enrolladas alrededor de nueve dientes 1912 en un estátor 1902. Entre los dientes 1912 contiguos se define un espacio llamado ranura 1914. A continuación se describirá una estructura en la que las bobinas 1916 se enrollan alrededor de los dientes 1912 del estátor 1902 usando los dos dientes 1912a y 1912b contiguos como ejemplo. Es decir, como se ilustra en la figura 19, cuando la bobina 1916a está enrollada alrededor del diente 1912a, la bobina 1916a enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 1912a. Además, cuando la bobina 1916b está enrollada alrededor del diente 1912b, la bobina 1916b enrollada ocupa los espacios izquierdo y derecho del diente 1912b.

45 En un núcleo 1928 de concentración de flujo magnético del rotor 1904 están contenidos seis imanes 1910 permanentes en una forma radial para que sean simétricos con respecto al árbol 1908 de rotación y para que se orienten hacia una superficie circunferencial exterior del rotor 1904. Debido a que la pluralidad de imanes permanentes contenidos en la forma radial de esta manera tiene forma de radios, el motor de tipo de flujo concentrado ilustrado en la figura 19 se conoce como motor de tipo de radios.

50 Un imán 1910 permanente sirve como un polo. Por lo tanto, el motor ilustrado en la figura 19 es un motor con un rotor 1904 de 6 polos. Cada imán 1910 permanente tiene una forma de "I" lineal que es alargada desde el árbol 1908 de rotación hacia la superficie circunferencial exterior del rotor 1904. El número de imanes 1910 permanentes no está limitado a seis, y puede cambiarse para obtener las características deseadas (por ejemplo, el número de polos) del motor. Las direcciones de magnetización de los imanes permanentes de la figura 19 se describirán a continuación en detalle. La pluralidad de imanes 1910 permanentes están dispuestos para estar enfrentados entre sí a través de un eje d. Los imanes 1910 permanentes enfrentados entre sí a través del eje d se magnetizan a polaridades iguales entre sí (polos N y N o polos S y S). Cuando se magnetiza a lo largo de un eje q, cada imán 1910 permanente se magnetiza a polaridades diferentes entre sí (polos N y S o polos S y N).

55 En el estado en el que cada imán 1910 permanente está insertado, las barreras 1906 de flujo se forman en los extremos opuestos del imán 1910 permanente. Además, se forma una nervio 1952 entre una de las barreras 1906 de flujo del rotor 1904 y una superficie interior del estátor 1902.

Las formas de las barreras de flujo y del nervio en el motor están en estrecha conexión con la generación de una fuerza de excitación electromagnética, la formación de una trayectoria de flujo magnético, un aumento/disminución de la fuerza de desmagnetización, y etcétera. Un procedimiento para minimizar la desmagnetización, es decir, para maximizar una fuerza resistente a la desmagnetización, en el imán permanente incluye un procedimiento para aumentar el espesor del imán permanente o un procedimiento para aumentar la distancia entre el imán permanente y el estátor. El primero puede ser responsable de un aumento en el costo de producción del motor porque se requiere un imán permanente más grande, y este último puede ser responsable de un aumento en el volumen del rotor (o del motor) porque se requiere un espacio más amplio para la disposición del imán permanente. En el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, se propone una estructura de cada nervio del rotor para minimizar la desmagnetización del motor sin aumentar el tamaño del imán permanente ni el volumen del motor.

La figura 20 es una vista que ilustra una forma del nervio del rotor en el motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. Como se ilustra en la figura 20, el nervio 1952 se forma entre la barrera 1906 de flujo y una superficie 2004 circunferencial exterior del rotor 1904. El nervio 1952 adyacente a la barrera 1906 de flujo se forma alargado en una dirección de rotación (en sentido antihorario en la figura 20) del rotor 1904. Además, el nervio 1952 tiene una forma en la que su anchura se reduce gradualmente en la dirección de rotación del rotor 1904. Es decir, la anchura del nervio 1952 es más ancha en un lado 2012 corriente arriba en la dirección de rotación del rotor 1904, y es relativamente más estrecha en un lado 2014 corriente abajo.

La razón por la que la anchura del nervio 1952 es más ancha en el lado 2012 corriente arriba es inducir que el flujo magnético que fluye al imán 1910 permanente insertado en una cavidad 2008 fluya a un lado en el que la anchura del nervio 1952 es ancha. Como se ilustra en la figura 5 anterior, puede encontrarse que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1902 al rotor 1904 fluye hacia el imán 1910 permanente insertado en la cavidad 2008. El flujo magnético que fluye al imán permanente insertado en la cavidad 2008 provoca una fuerza de desmagnetización del imán 1910 permanente. Por lo tanto, a medida que disminuye el flujo magnético que fluye hacia el imán 1910 permanente, puede reducirse la desmagnetización del imán 1910 permanente. Con este fin, en el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, el nervio 1952 se forma para ser más ancho en el lado 2012 corriente arriba de manera que el flujo magnético que fluye desde el estátor 1902 al rotor 1904 fluye hacia el imán 1910 permanente de la cavidad 2008 lo menos posible. Es decir, fluye más flujo magnético hacia el lado 2012 corriente arriba en el que la anchura del nervio 1952 es ancha, y el flujo magnético que fluye hacia el imán 1910 permanente de la cavidad 2008 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 1910 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización).

La anchura del nervio 1952 es relativamente más estrecha en el lado 2014 corriente abajo para asegurar un tamaño lo suficientemente grande de la barrera 1906 de flujo para controlar un flujo del flujo magnético hasta un nivel deseado. Si la anchura del nervio 1952 se ensancha en el lado 2014 corriente abajo, el tamaño de la barrera 1906 de flujo puede ser insuficiente, y de este modo puede reducirse el efecto de control de flujo magnético esperado de la barrera 1906 de flujo. Por lo tanto, la anchura del nervio 1952 puede formarse ancha en el lado 2012 corriente arriba de modo que pueda fluir más flujo magnético a través del nervio 1952 y que la anchura del nervio 1952 se forme relativamente estrecha en el lado 2014 corriente abajo de modo que el tamaño de la barrera 1906 de flujo esté suficientemente asegurado.

La figura 21 es una vista superior de un estátor y de un rotor de un motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. Una disposición de la presente divulgación ilustra un motor en el que un único imán 2110 permanente sirve como un polo, un rotor 2104 y un árbol 2108 de rotación giran en ambas direcciones (por ejemplo, en sentido horario y antihorario). Las bobinas 2116 están enrolladas alrededor de nueve dientes 2112 en un estátor 2102. Entre los dientes 2112 contiguos se define un espacio llamado ranura 2114. A continuación se describirá una estructura en la que las bobinas 2116 se enrollan alrededor de los dientes 2112 del estátor 2102 usando los dos dientes 2112a y 2112b contiguos como ejemplo. Es decir, como se ilustra en la figura 21, cuando la bobina 2116a está enrollada alrededor del diente 2112a, la bobina 2116a enrollada ocupa los espacios (ranuras) izquierdo y derecho del diente 2112a. Además, cuando la bobina 2116b está enrollada alrededor del diente 2112b, la bobina 2116b enrollada ocupa los espacios izquierdo y derecho del diente 2112b.

En un núcleo 2128 de concentración de flujo magnético del rotor 2104 están contenidos seis imanes 2110 permanentes en una forma radial para que sean simétricos con respecto al árbol 2108 de rotación y para que se orienten hacia una superficie circunferencial exterior del rotor 2104. Debido a que la pluralidad de imanes permanentes contenidos en la forma radial de esta manera tiene forma de radios, el motor de tipo de flujo concentrado ilustrado en la figura 21 se conoce como motor de tipo de radios.

Un imán 2110 permanente sirve como un polo. Por lo tanto, el motor ilustrado en la figura 21 es un motor con un rotor 2104 de 6 polos. Cada imán 2110 permanente tiene una forma de "I" lineal que es alargada desde el árbol 2108 de rotación hacia la superficie circunferencial exterior del rotor 2104. El número de imanes 2110 permanentes no está limitado a seis, y puede cambiarse para obtener las características deseadas (por ejemplo, el número de polos) del motor. Las direcciones de magnetización de los imanes permanentes de la figura 21 se describirán a continuación en detalle. La pluralidad de imanes 2110 permanentes están dispuestos para estar enfrentados entre sí a través de un eje d. Los imanes 2110 permanentes enfrentados entre sí a través del eje d se magnetizan a polaridades iguales entre sí (polos N y N o polos S y S). Cuando se magnetiza a lo largo de un eje q, cada imán

2110 permanente se magnetiza a polaridades diferentes entre sí (polos N y S o polos S y N).

En el estado en el que cada imán 2110 permanente está insertado, las barreras 2106 de flujo se forman en los extremos opuestos del imán 2110 permanente. Además, los nervios 2152 y 2154 se forman entre una de las barreras 2106 de flujo del rotor 2104 y una superficie interior del estátor 2102.

5 Las formas de las barreras de flujo y de los nervios en el motor están en estrecha conexión con la generación de una fuerza de excitación electromagnética, la formación de una trayectoria de flujo magnético, un aumento/disminución de la fuerza de desmagnetización, y etcétera. Un procedimiento para minimizar la desmagnetización, es decir, para maximizar una fuerza resistente a la desmagnetización, en el imán permanente incluye un procedimiento para aumentar el espesor del imán permanente o un procedimiento para aumentar la distancia entre el imán permanente y el estátor. El primero puede ser responsable de un aumento en el costo de producción del motor porque se requiere un imán permanente más grande, y este último puede ser responsable de un aumento en el volumen del rotor (o del motor) porque se requiere un espacio más amplio para la disposición del imán permanente. En el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, se propone una estructura de cada nervio del rotor para minimizar la desmagnetización del motor sin aumentar el tamaño del imán permanente ni el volumen del motor.

15 La figura 22 es una vista que ilustra formas de los nervios del rotor en el motor de acuerdo con una disposición de la presente divulgación. Como se ilustra en la figura 22, los nervios 2152 y 2154 se forman entre la barrera 2106 de flujo y una superficie 2204 circunferencial exterior del rotor 2104. Los nervios 2152 y 2154 se forman en un cuerpo, pero se proporcionan dos números de referencia para la conveniencia de la descripción. Esto se debe a que los nervios 2152 y 2154 del motor de acuerdo con una realización de la presente divulgación tienen formas que toman en consideración la rotación bidireccional del rotor 2104. Esto se describirá a continuación en detalle. Los nervios 2152 y 2154 adyacentes a la barrera 2106 de flujo se forman alargados en las direcciones de rotación (en sentido horario y antihorario en la figura 22) del rotor 2104. Además, cada uno de los nervios 2152 y 2154 tiene una forma en la que su anchura se reduce gradualmente en la dirección de rotación del rotor 2104. Es decir, la anchura del nervio 2152 considerando la rotación en sentido antihorario del rotor 2104 es más ancha en un lado 2212a corriente arriba en la dirección de rotación (sentido antihorario) del rotor 2104, y es relativamente más estrecha en un lado 2214 corriente abajo. Además, la anchura del nervio 2154 considerando la rotación en sentido horario del rotor 2104 es más ancha en un lado 2212b corriente arriba en la dirección de rotación (sentido antihorario) del rotor 2104, y es relativamente más estrecha en un lado 2214 corriente abajo.

30 La anchura del nervio 2152 es más ancha en el lado 2212a corriente arriba para inducir que el flujo magnético que fluye al imán 2110 permanente insertado en una cavidad 2208 fluya a un lado en el que la anchura del nervio 2152 es ancha. Como se ilustra en la figura 5 anterior, puede encontrarse que el flujo magnético que fluye desde el estátor 2102 al rotor 2104 fluye hacia el imán 2110 permanente insertado en la cavidad 2208. El flujo magnético que fluye al imán permanente insertado en la cavidad 2208 provoca una fuerza de desmagnetización del imán 2110 permanente. Por lo tanto, a medida que disminuye el flujo magnético que fluye hacia el imán 2110 permanente, puede reducirse la desmagnetización del imán 2110 permanente. Con este fin, en el motor de acuerdo con la realización de la presente divulgación, el nervio 2152 se forma para ser más ancho en el lado 2212a corriente arriba de manera que el flujo magnético que fluye desde el estátor 2102 al rotor 2104 fluye hacia el imán 2110 permanente de la cavidad 2208 lo menos posible. Es decir, fluye más flujo magnético al lado 2212a corriente arriba en el que la anchura del nervio 2152 es ancha cuando el rotor 2104 gira en el sentido horario, y el flujo magnético que fluye al imán 2110 permanente de la cavidad 2208 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 2110 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización). De manera similar al nervio 2152, en el caso del nervio 2154, fluye más flujo magnético hacia el lado 2212b corriente arriba en el que la anchura del nervio 2154 es ancha cuando el rotor 2104 gira en el sentido antihorario, y el flujo magnético que fluye al imán 2110 permanente de la cavidad 2208 se reduce. De ese modo, se reduce la fuerza de desmagnetización en el imán 2110 permanente (es decir, aumenta la fuerza resistente a la desmagnetización).

45 La anchura de cada uno de los nervios 2152 y 2154 es relativamente más estrecha en el lado 2214 corriente abajo para asegurar un tamaño suficiente de la barrera 2106 de flujo para controlar un flujo del flujo magnético hasta un nivel deseado. Si la anchura de cada uno de los nervios 2152 y 2154 se ensancha en el lado 2214 corriente abajo, el tamaño de la barrera 2106 de flujo puede ser insuficiente, y de este modo puede reducirse el efecto de control de flujo magnético esperado de la barrera 2106 de flujo. Por lo tanto, la anchura de cada uno de los nervios 2152 y 2154 puede formarse ancha en cada uno de los lados 2212a y 2212b corriente arriba de modo que pueda fluir más flujo magnético a través de cada uno de los nervios 2152 y 2154 y que la anchura de cada uno de los nervios 2152 y 2154 se forme relativamente estrecha en el lado 2214 corriente abajo común de modo que el tamaño de la barrera 2106 de flujo esté suficientemente asegurado.

55 La figura 23 es una vista que ilustra el resultado del análisis de desmagnetización cuando las formas de los nervios de un motor rotativo unidireccional son simétricas. Las formas de los nervios del motor rotativo unidireccional de acuerdo con la realización de la presente divulgación tienen la estructura asimétrica que se ilustra en la figura 7 u 11. Los nervios del motor rotativo unidireccional que actúa como un modelo comparativo ilustrado en la figura 23 son simétricos, y sus formas son diferentes a las de los de la realización de la presente divulgación. Como referencia, para el análisis de desmagnetización de la figura 23 se aplicó una corriente eléctrica de 50 A (pico) a una temperatura de -20 °C.

5 La figura 23(A) ilustra una fuerza magnética de un imán 2310 permanente antes del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional en el que los nervios tienen la estructura simétrica, y la figura 23(B) ilustra la fuerza magnética del imán 2310 permanente después del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional en el que los nervios tienen la estructura simétrica. En las figuras 23(A) y 23(B), puede reconocerse un nivel de desmagnetización después del análisis de desmagnetización comparando porciones 2360 de esquina del imán 2310 permanente que están orientadas a un estátor 2302.

10 La figura 23(C) es un gráfico para comparar las fuerzas electromotrices (FEM) antes y después del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional en el que los nervios tienen la estructura simétrica. Puede encontrarse más claramente una diferencia entre las FEM antes y después del análisis de desmagnetización a partir del gráfico ilustrado en la figura 23(C). Es decir, la FEM antes del análisis de desmagnetización es 33,71075963 V y la FEM después del análisis de desmagnetización es 32,46415948 V, por lo que puede verse que la diferencia es aproximadamente 1,24660015 V. Calculando esto en términos de porcentaje, la diferencia es aproximadamente del 3,70 %. En consecuencia, puede encontrarse que una velocidad de desmagnetización en la estructura de nervio como se ilustra en la figura 23 es aproximadamente del 3,70 %.

15 La figura 24 es una vista que ilustra el resultado del análisis de desmagnetización cuando los nervios del motor rotativo unidireccional (motor rotativo en sentido antihorario) de acuerdo con una realización de la presente divulgación son asimétricos. Como referencia, para el análisis de desmagnetización de la figura 24 se aplicó una corriente eléctrica de 50 A (pico) a una temperatura de -20 °C.

20 La figura 24(A) ilustra una fuerza magnética de un imán 2410 permanente antes del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional en el que los nervios tienen la estructura simétrica, y la figura 24(B) ilustra la fuerza magnética del imán 2410 permanente después del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional en el que los nervios tienen la estructura simétrica. En las figuras 24(A) y 24(B), puede reconocerse un nivel de desmagnetización después del análisis de desmagnetización comparando porciones 2460 de esquina del imán 2410 permanente que están orientadas a un estátor 2402.

25 La figura 24(C) es un gráfico para comparar las fuerzas electromotrices (FEM) antes y después del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional en el que los nervios tienen la estructura simétrica. Puede encontrarse más claramente una diferencia entre las FEM antes y después del análisis de desmagnetización a partir del gráfico ilustrado en la figura 24(C). Es decir, la FEM antes del análisis de desmagnetización es 33,55994991 V y la FEM después del análisis de desmagnetización es 32,57764857 V, por lo que puede verse que la diferencia es aproximadamente 0,98230134 V. Calculando esto en términos de porcentaje, la diferencia es aproximadamente del 2,93 %. En consecuencia, puede encontrarse que la velocidad de desmagnetización en la estructura de barrera de flujo de acuerdo con una realización de la presente divulgación es aproximadamente del 2,93 %.

30 De esta manera, comparando el resultado del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación con el resultado del análisis de desmagnetización del modelo comparativo de la figura 23, el resultado del análisis de desmagnetización del modelo comparativo de la figura 23 muestra que la velocidad de desmagnetización es aproximadamente del 3,70 %, mientras que el resultado del análisis de desmagnetización del motor rotativo unidireccional, que se ilustra en la figura 24, de acuerdo con una realización de la presente divulgación muestra que la velocidad de desmagnetización es aproximadamente del 2,93 %. Por lo tanto, puede encontrarse que la velocidad de desmagnetización en la estructura de nervio asimétrica del motor rotativo unidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación es relativamente baja.

35 Por consiguiente, puede encontrarse que el objetivo de la presente divulgación, es decir, reducir la velocidad de desmagnetización (o aumentar la fuerza resistente a la desmagnetización) del motor, se logra de manera fiable a través de la estructura de nervio como en la realización de la presente divulgación. Además, incluso en el caso del motor rotativo unidireccional (motor rotativo en sentido horario) de acuerdo con una realización de la presente divulgación, es posible obtener un efecto de reducción de la velocidad de desmagnetización a un nivel similar al anterior.

40 La figura 25 es una vista que ilustra los resultados del análisis de las fuerzas contraelectromotrices sin carga y de los armónicos del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación y el modelo comparativo. La figura 25(A) ilustra los resultados del análisis de las fuerzas contraelectromotrices sin carga del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación y el modelo comparativo, y la figura 25(B) ilustra los resultados del análisis de armónicos del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación y el modelo comparativo. A partir de los resultados del análisis de las fuerzas contraelectromotrices sin carga y de los armónicos en las figuras 25(A) y 25(B), puede encontrarse que la velocidad de desmagnetización del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación es relativamente baja.

45 La figura 26 ilustra líneas de carga en los extremos de los imanes permanentes del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente divulgación y el modelo comparativo. Como se ilustra en la figura 26, en comparación con las fuerzas de desmagnetización en los extremos de los imanes permanentes, puede encontrarse que la fuerza de desmagnetización del motor rotativo bidireccional de acuerdo con una realización de la presente

divulgación es relativamente menor que la del modelo comparativo. Como referencia, para el análisis de la figura 26 se aplicó una corriente eléctrica de 30 A (pico).

- 5 De acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, se minimiza la desmagnetización del motor de imanes permanentes y se mejora la fuerza resistente a la desmagnetización sin aumentar el espesor de cada imán permanente ni la distancia entre cada imán permanente y el estátor. De esta forma, debido a que el espesor de cada imán permanente y la distancia entre cada imán permanente y el estátor no se incrementan, el costo de producción del motor no aumenta y el volumen del motor no aumenta. Sin embargo, puede mejorarse la fuerza resistente a la desmagnetización del motor.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor para girar en una dirección en un motor, comprendiendo el rotor:

una primera y una segunda cavidades (608, 618) para contener un primer y un segundo imanes (110a, 110b, 110d, 110e) permanentes

5 una primera y una segunda barreras (606, 616) de flujo para comunicarse con los extremos respectivos de la primera y de la segunda cavidades más cercanas a una superficie circunferencial exterior del rotor (104, 904); y respectivos nervios (352, 952) formados entre la superficie circunferencial exterior del rotor (104, 904) y la primera y la segunda barreras (606, 616) de flujo en el que un primer extremo de cada uno de los nervios (352, 952) en un lado corriente arriba en una dirección de rotación del rotor (104,904) es más ancho que un segundo extremo del nervio (352,952) en un lado corriente abajo en la dirección de rotación del rotor (104,904), **caracterizado porque** la primera y la segunda cavidades (608, 618) están dispuestas en paralelo, en el que una de la primera y de la segunda cavidades (608, 618) está dispuesta para estar más cerca de la superficie circunferencial exterior del rotor (104, 904) que la otra de la primera y de la segunda cavidades (608,618).

15 2. El rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los nervios (352, 952) están alargados en una dirección circunferencial del rotor (104, 904).

3. El rotor de acuerdo con la reivindicación 2, en el que una anchura del primer extremo de cada uno de los nervios (352, 952) se reduce bruscamente en la dirección de rotación del rotor (104, 904), y una anchura del segundo extremo de cada uno de los nervios (352 952) se reduce suavemente en la dirección de rotación del rotor (104, 904).

20 4. El rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada una de la primera barrera (606) de flujo está configurada de manera que una anchura de un extremo de la barrera (608) de flujo en un lado corriente arriba en una dirección de rotación del rotor (104,904) es más estrecha que una anchura del otro extremo de la barrera de flujo en un lado corriente abajo en la dirección de rotación del rotor (104, 904).

25 5. El rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera cavidad (608), la primera barrera (606) de flujo y el nervio (352) respectivo están formados continuamente en una dirección hacia la superficie circunferencial exterior del rotor (104, 904).

6. El rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

30 la primera cavidad (608) de un par de cavidades (608, 618) primera y segunda y la siguiente segunda cavidad (618) más cercana del siguiente par de cavidades (608, 618) primera y segunda más cercano en la dirección circunferencial del rotor constituyen juntas un polo, y en el que dichas cavidades (608, 618) primera y segunda de dos pares cerrados están dispuestas radialmente alrededor de un árbol (108, 908) de rotación del rotor (104, 904) hacia la superficie circunferencial exterior del rotor (104, 904).

35 7. El rotor de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dichas cavidades (608, 618) primera y segunda de dos pares cerrados forman juntas una forma en "V" en la que la primera y la segunda cavidades (608, 618) se extienden desde el árbol (108, 908) de rotación del rotor (104, 904) hacia la superficie circunferencial exterior del rotor (104, 904).

8. Un motor que comprende:

un estátor (102, 902, 1302, 1702, 1902, 2102, 2302, 2402) en el que están enrolladas las bobinas (116, 916, 1316, 1716, 1916); y

40 un rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, instalado de forma giratoria dentro del estátor.

FIG. 1

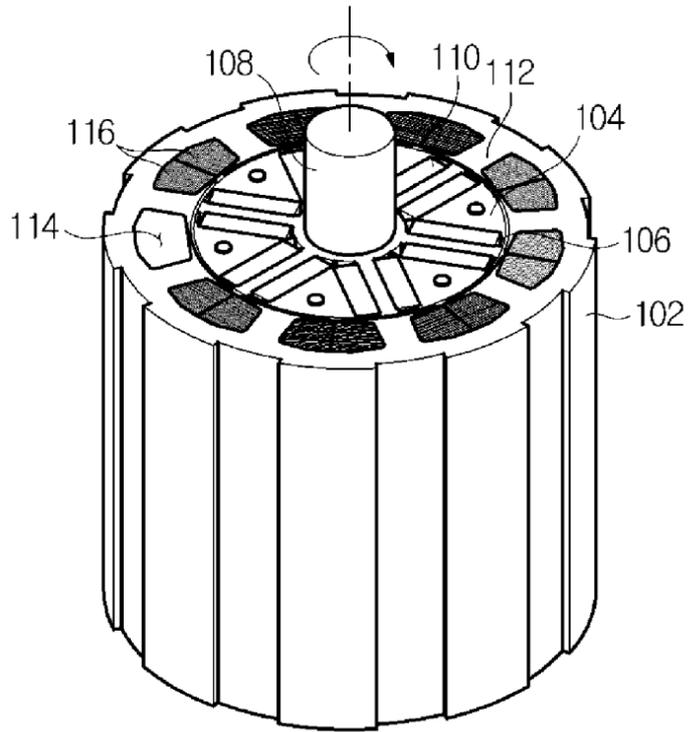


FIG. 2

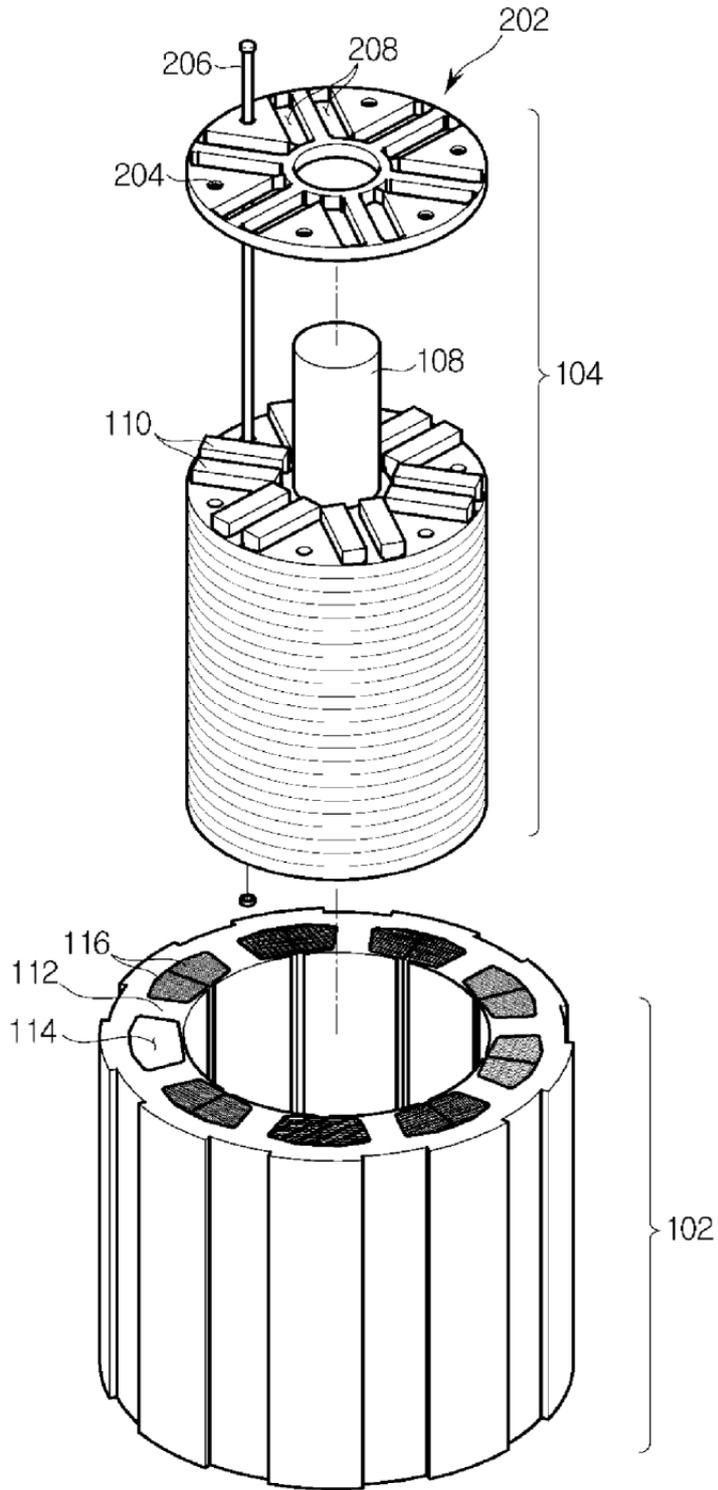


FIG.4

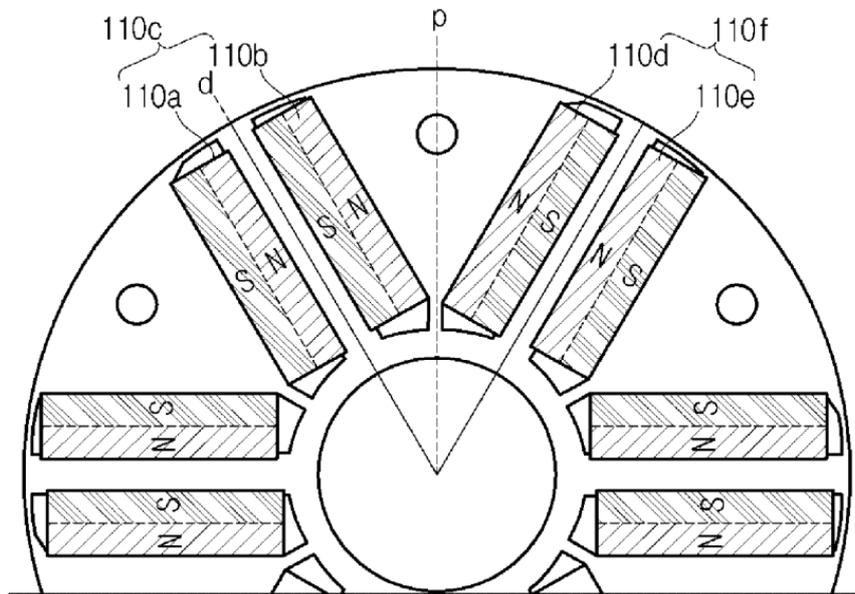


FIG.5

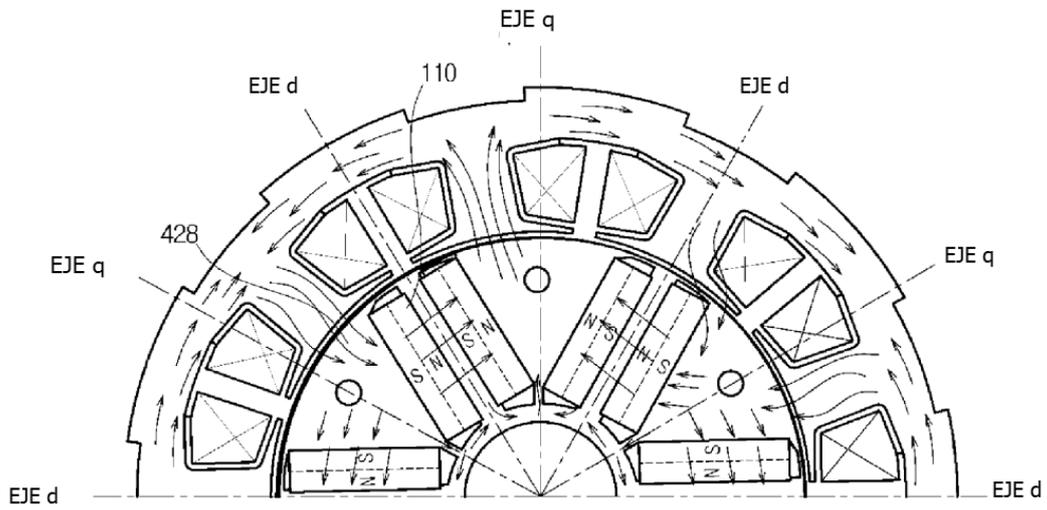


FIG.6

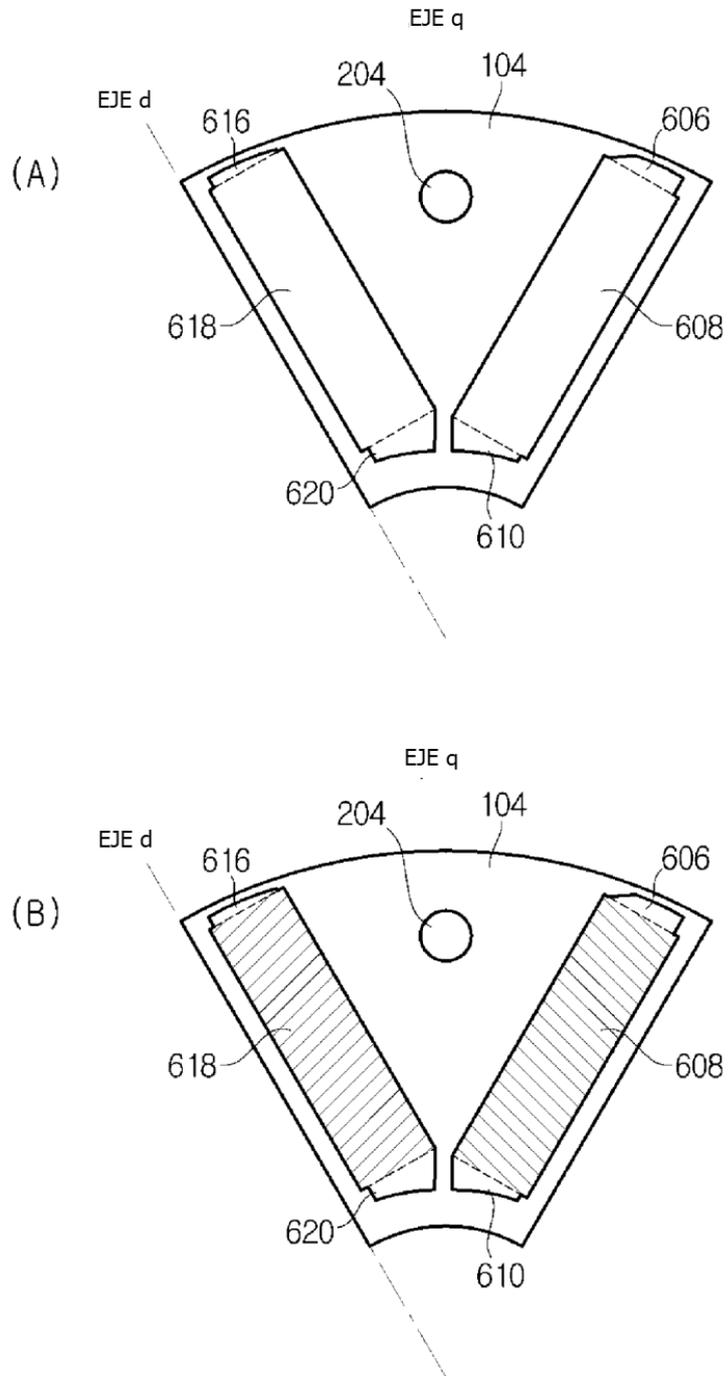


FIG.7

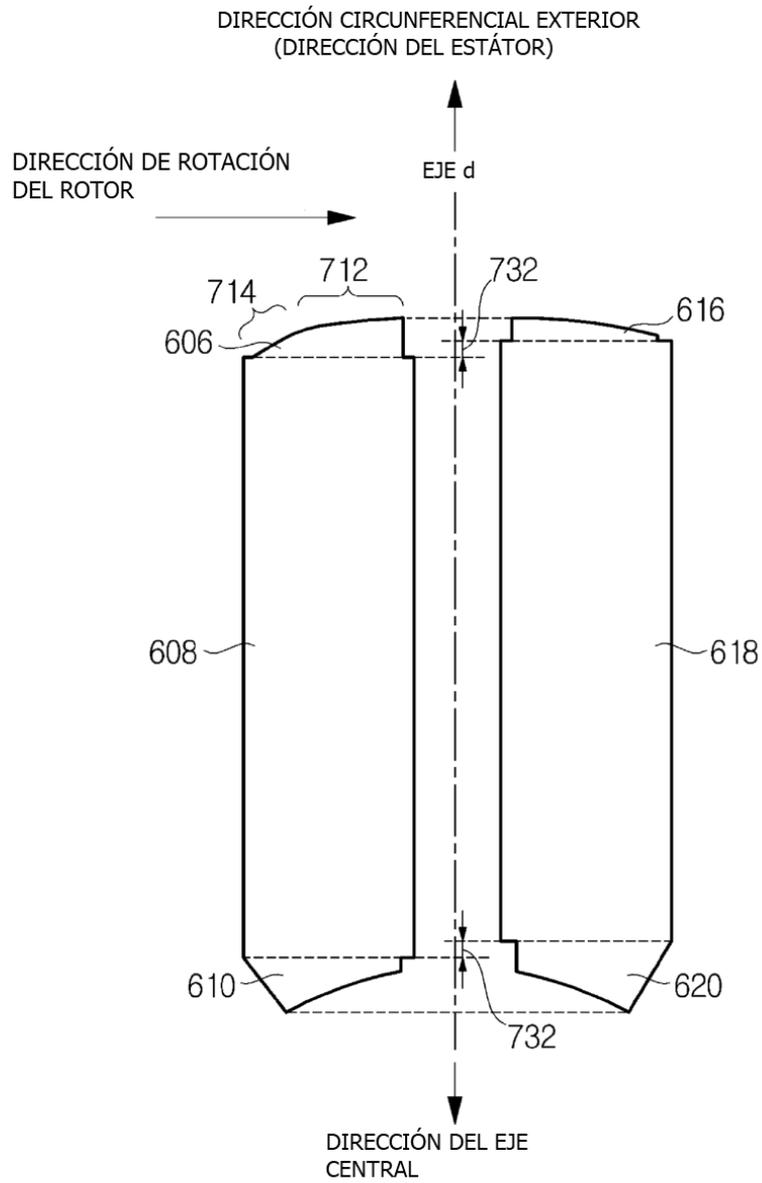


FIG.8

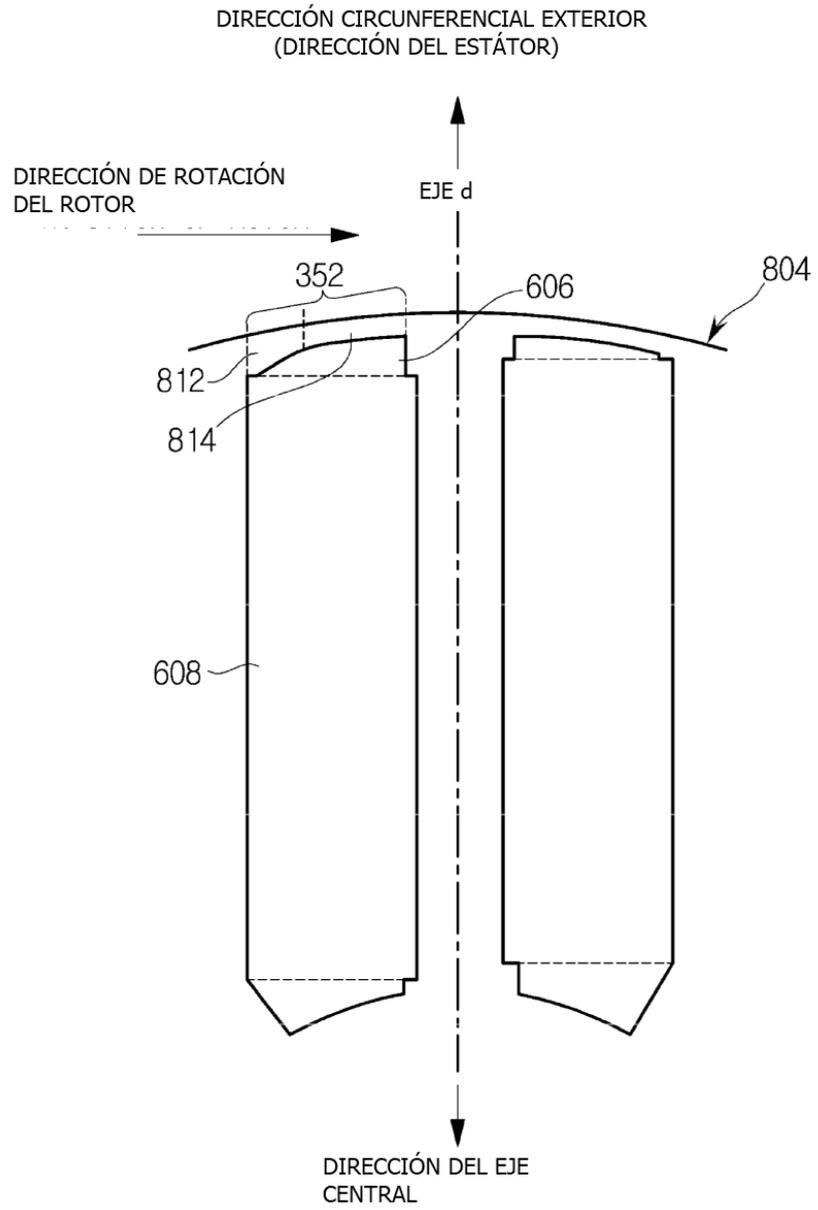


FIG.9

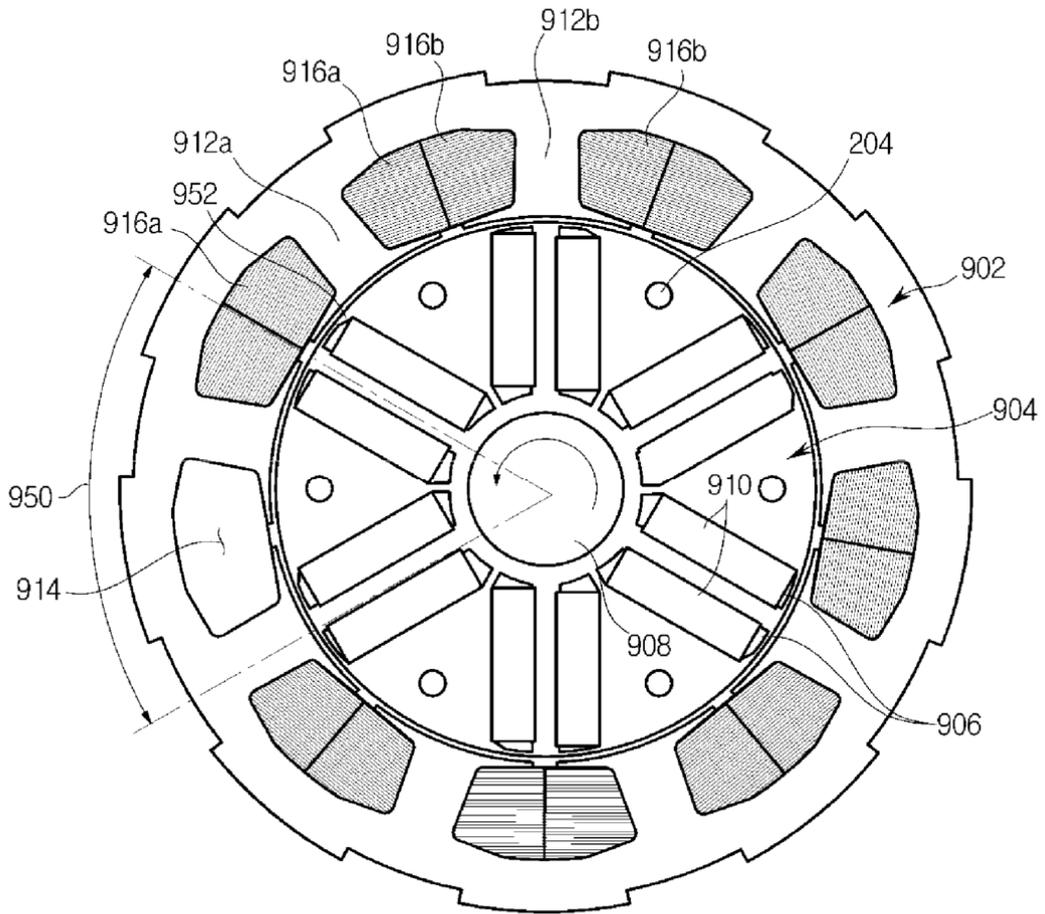


FIG.10

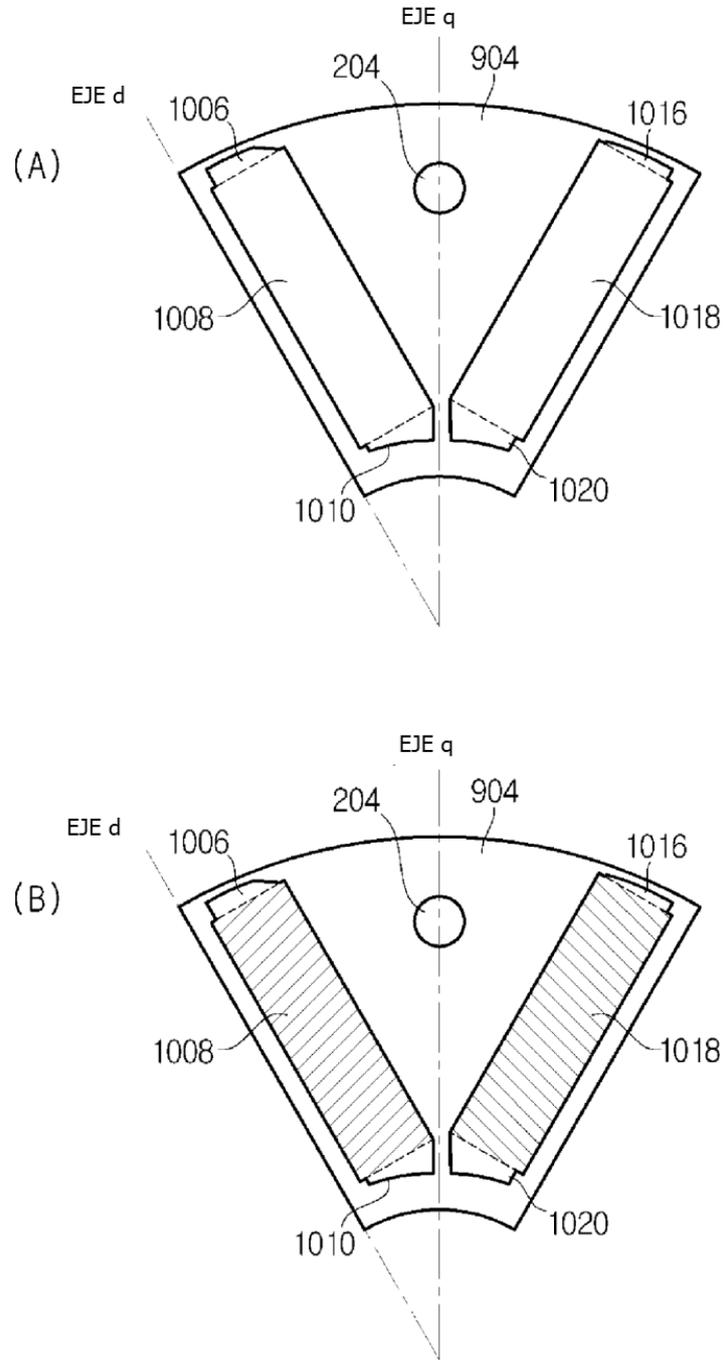


FIG.11

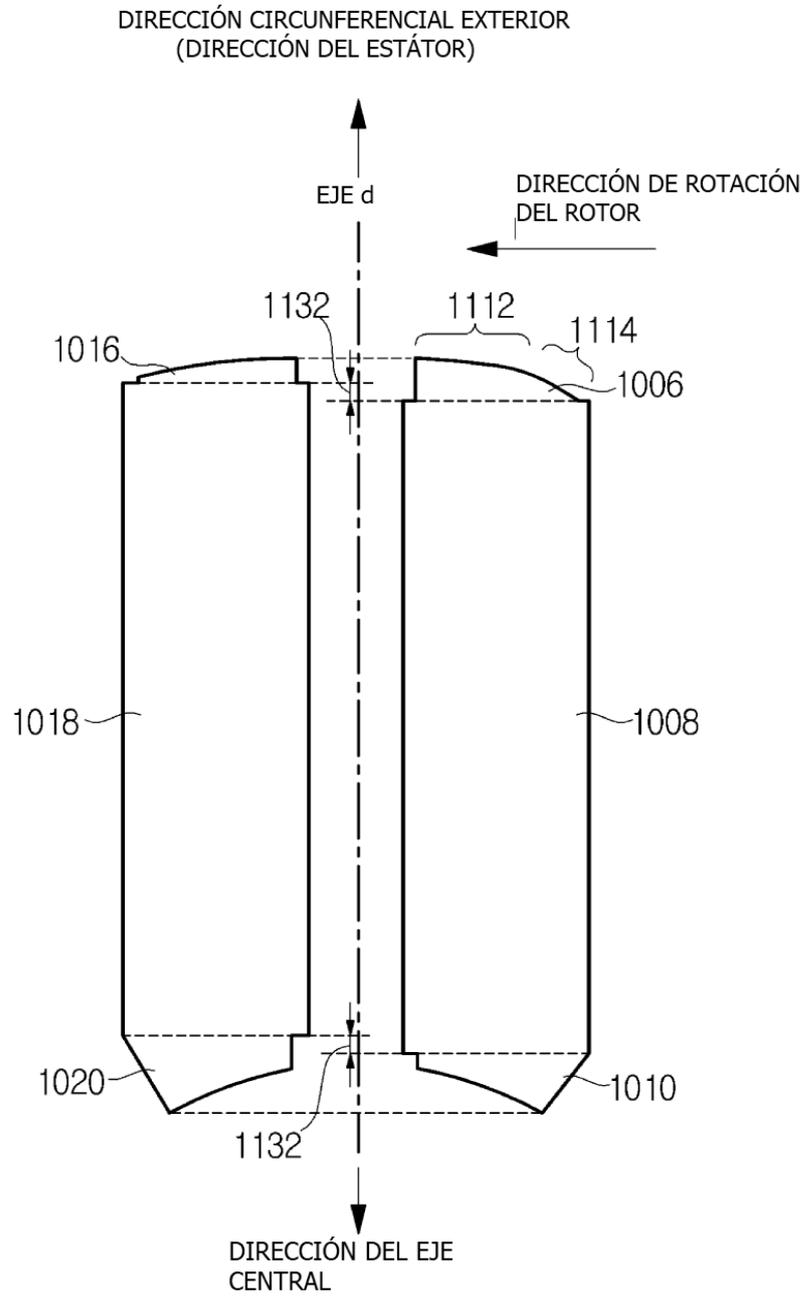


FIG.12

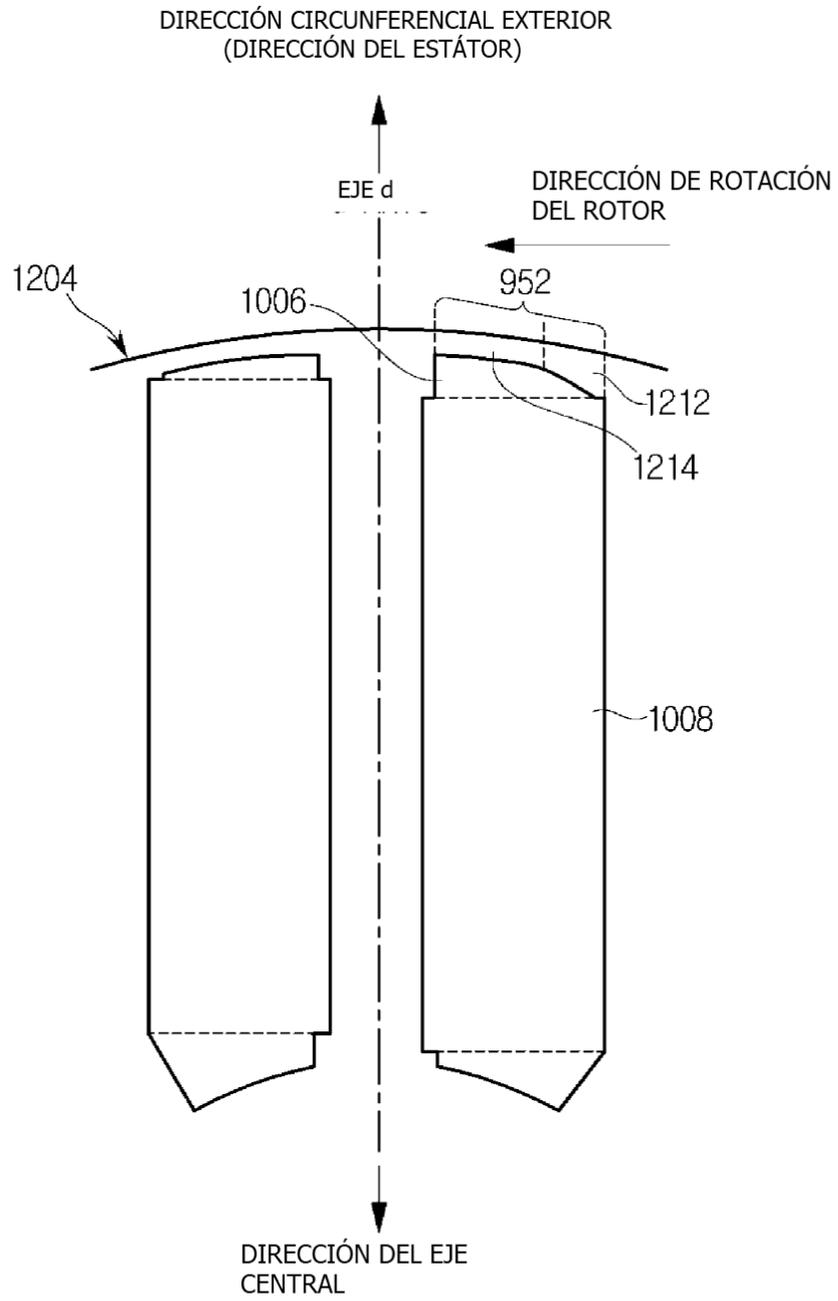


FIG. 13

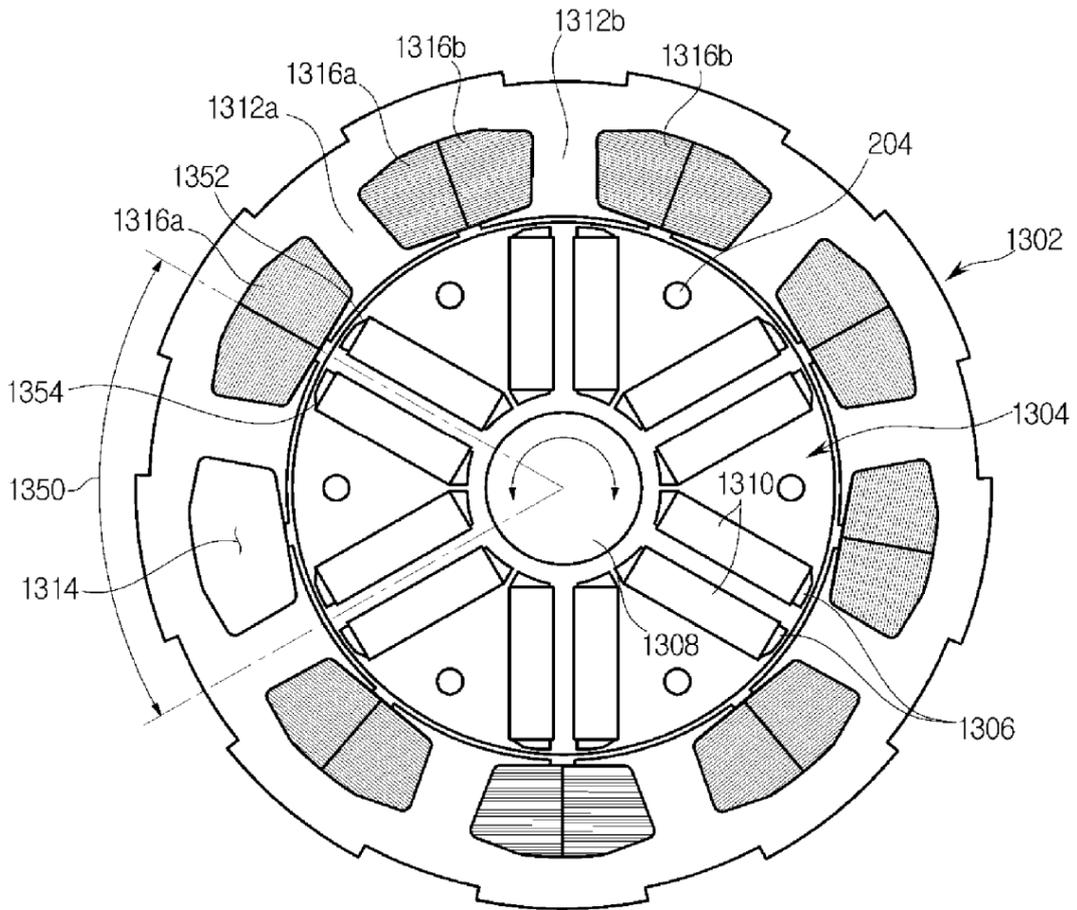


FIG.15

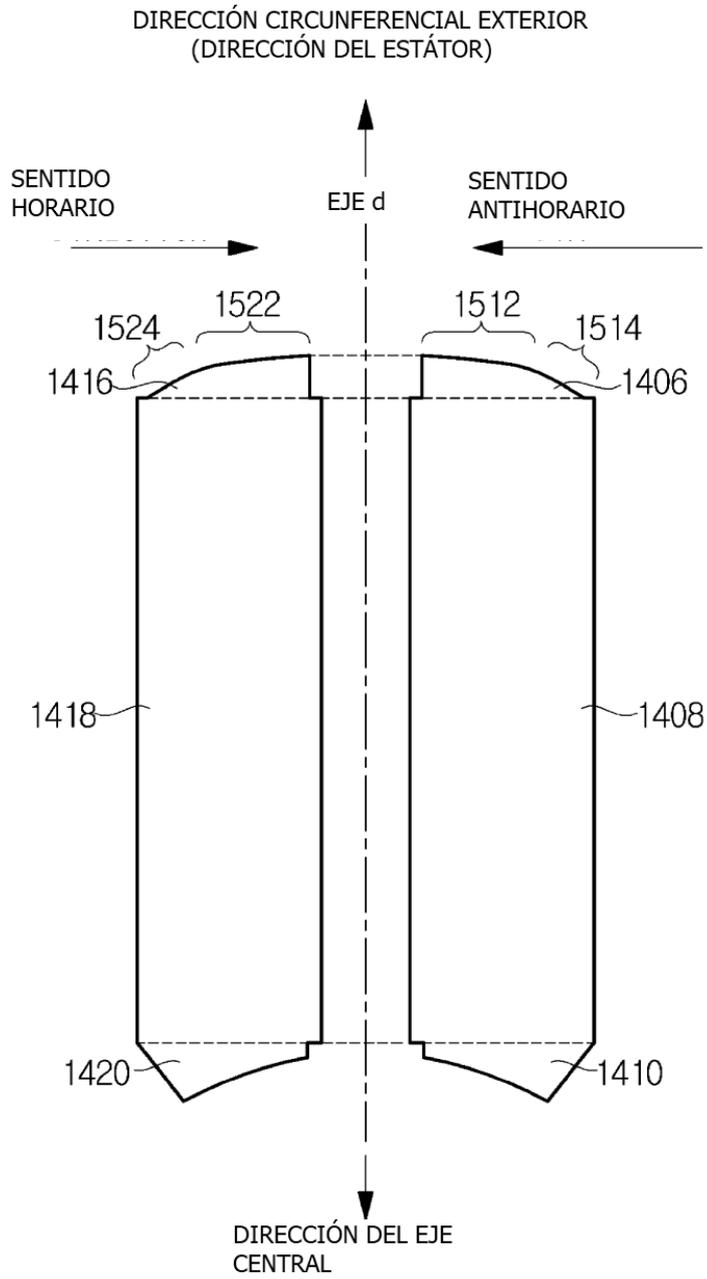


FIG.16

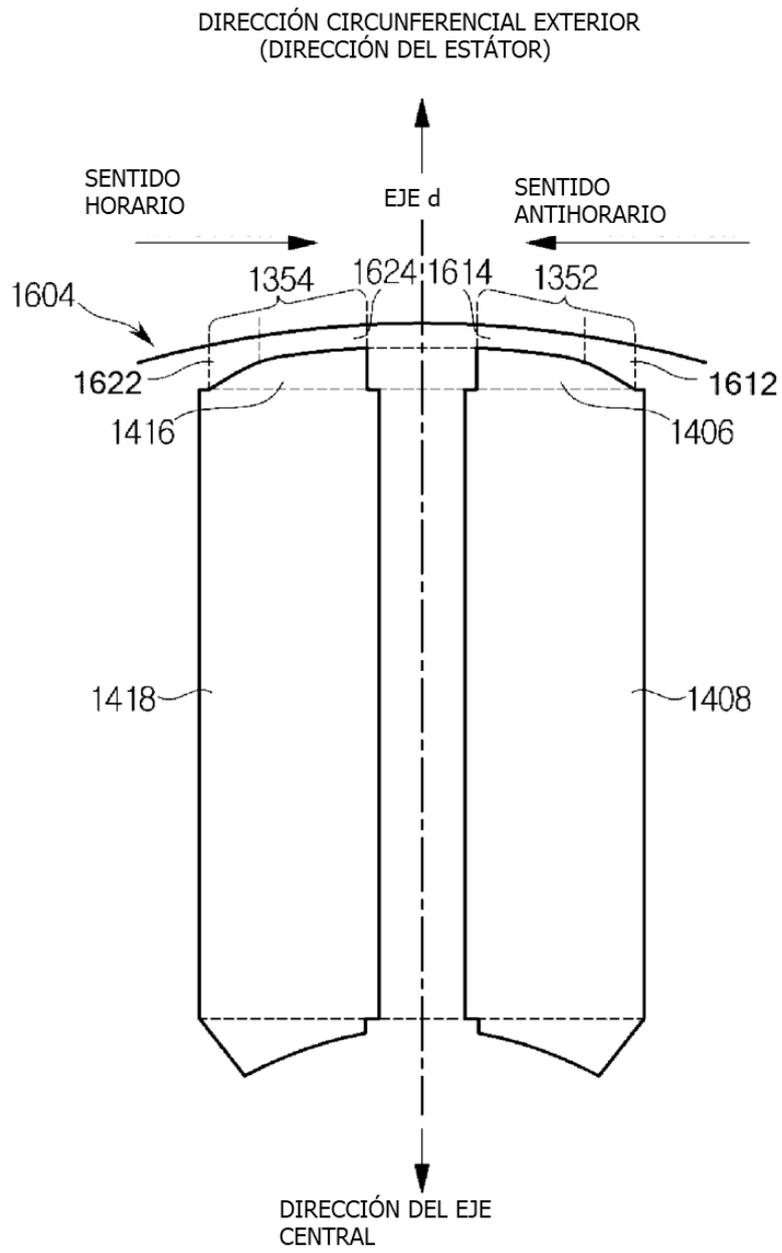


FIG.18

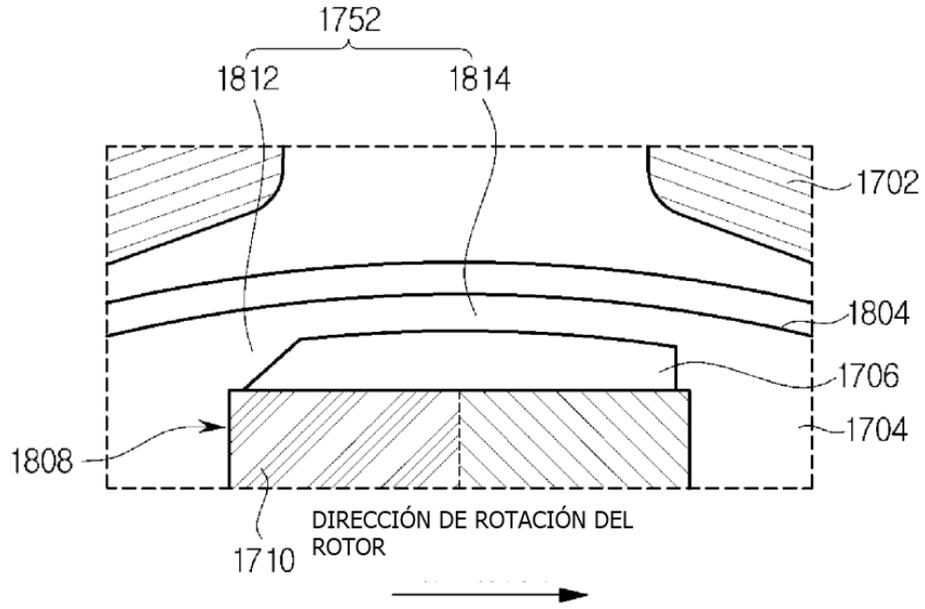


FIG.20

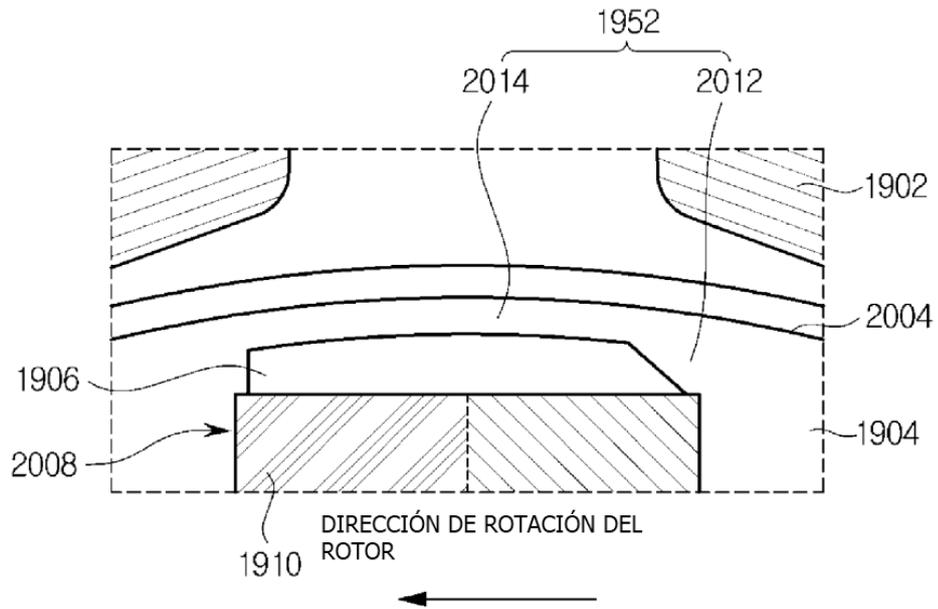


FIG. 19

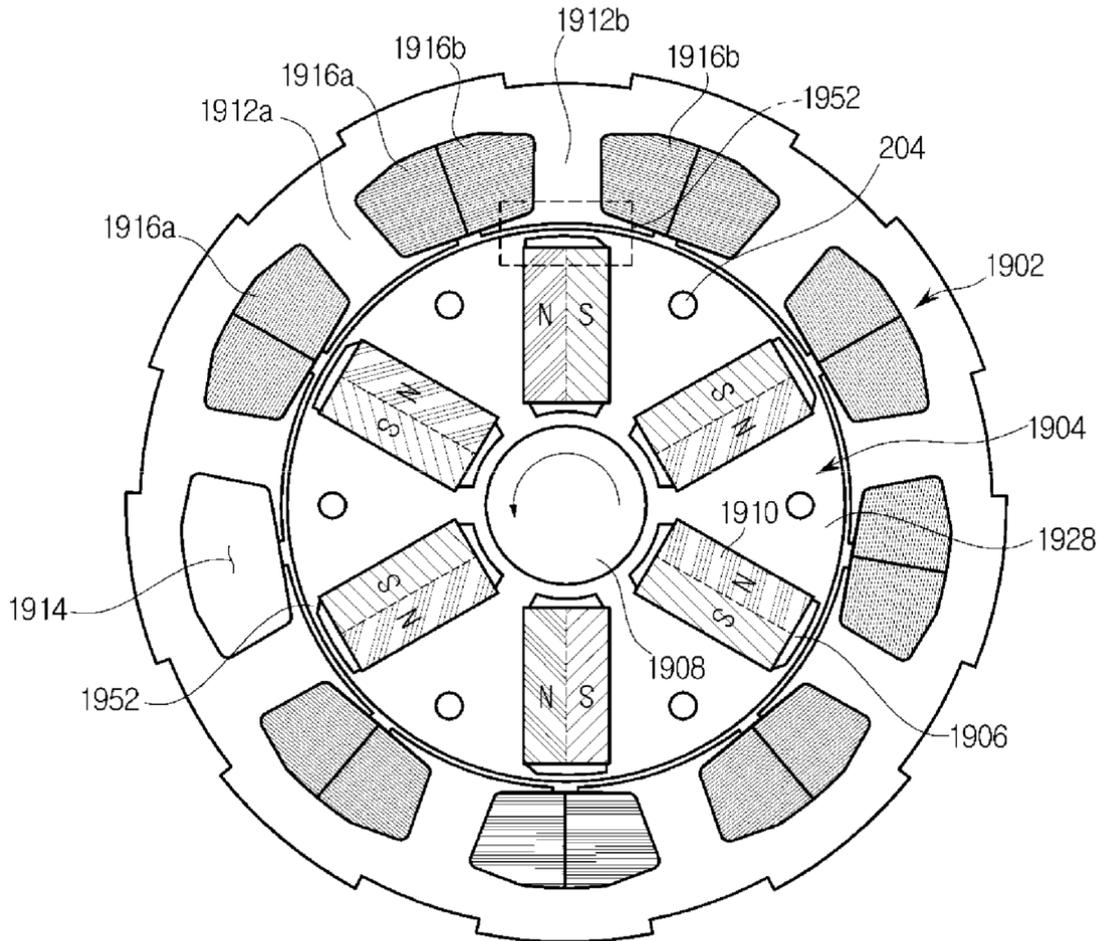


FIG.21

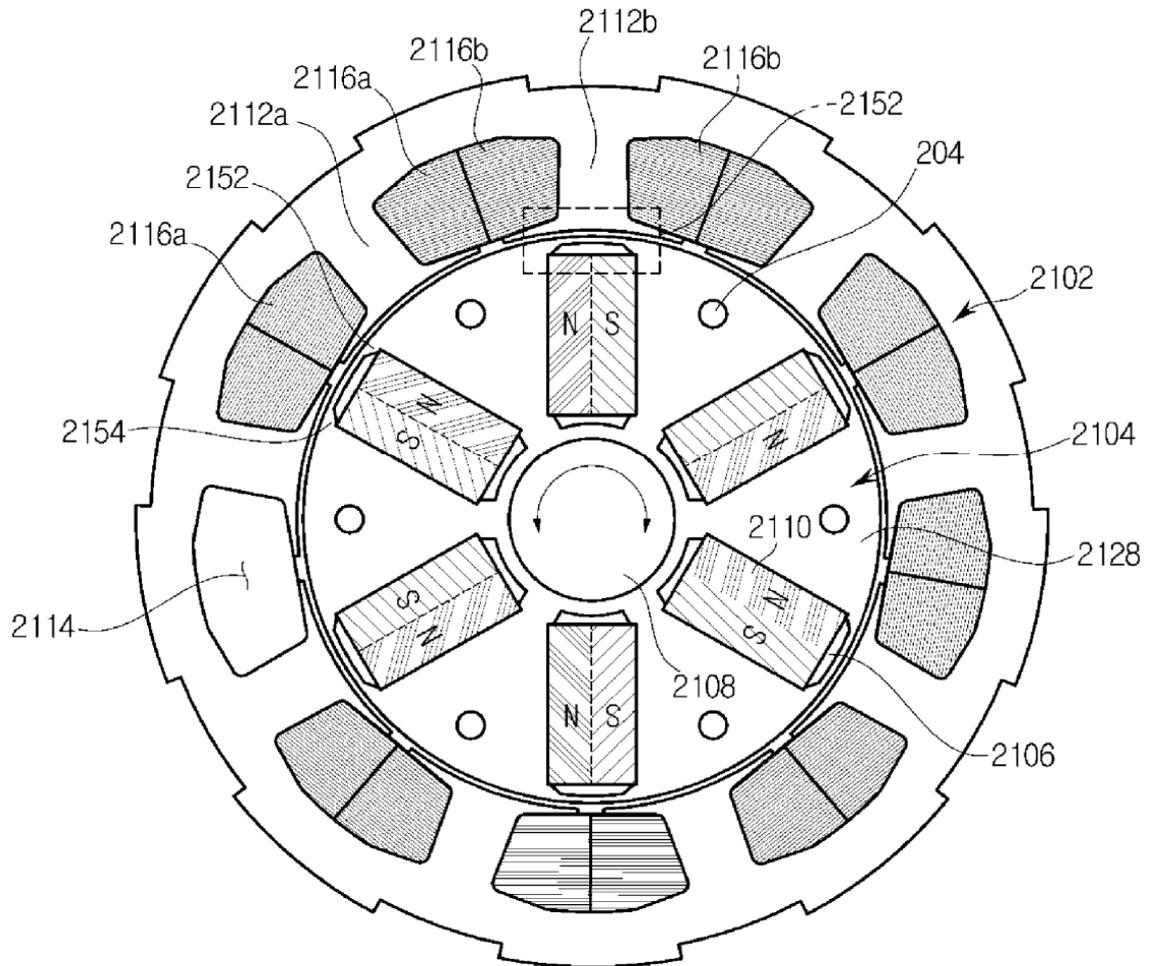


FIG.22

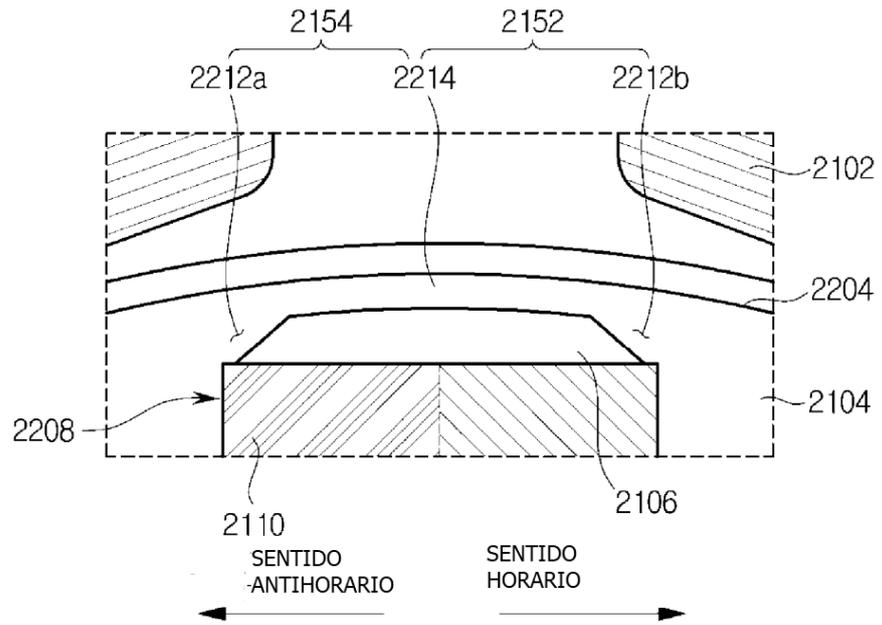


FIG.23

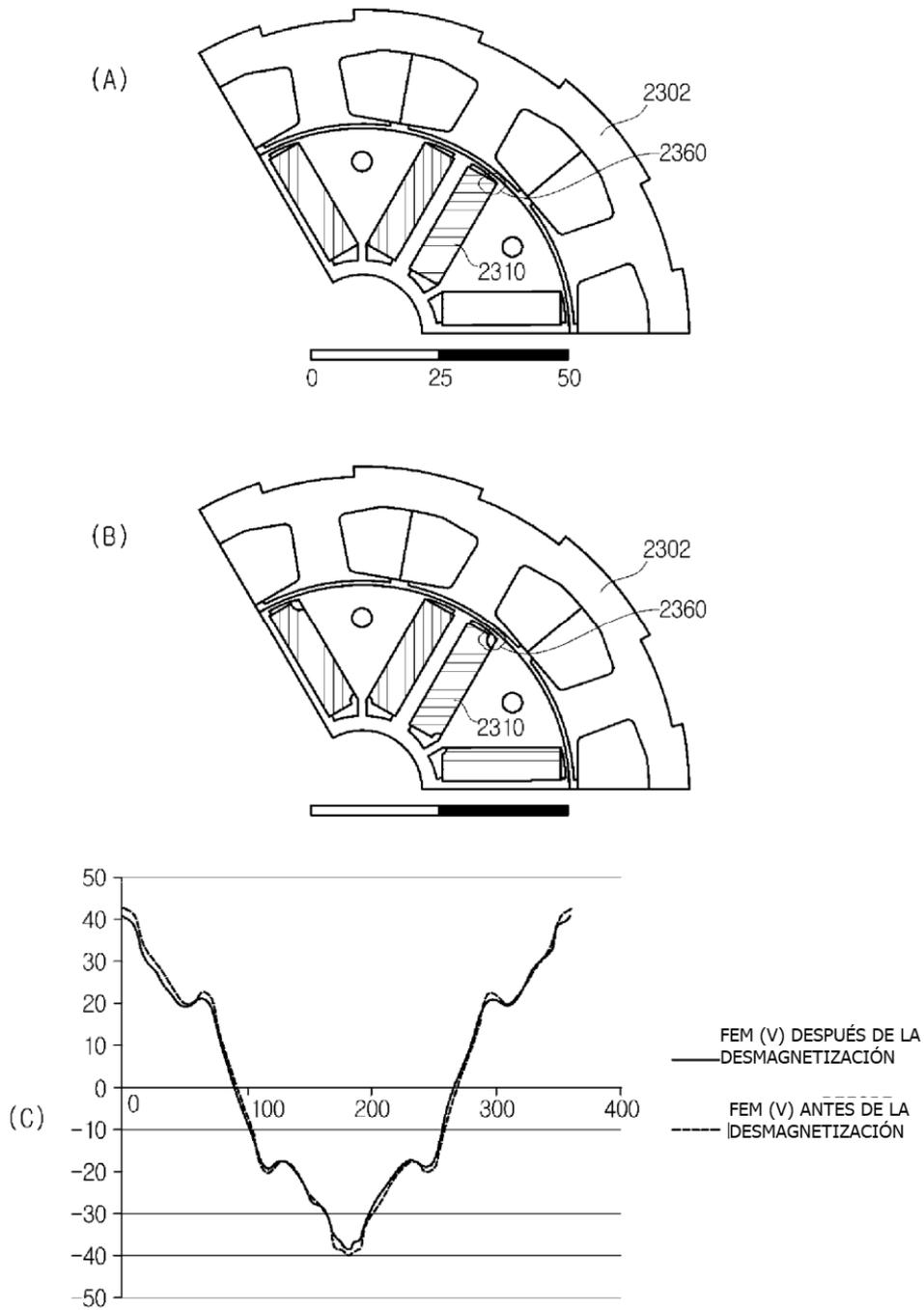


FIG.24

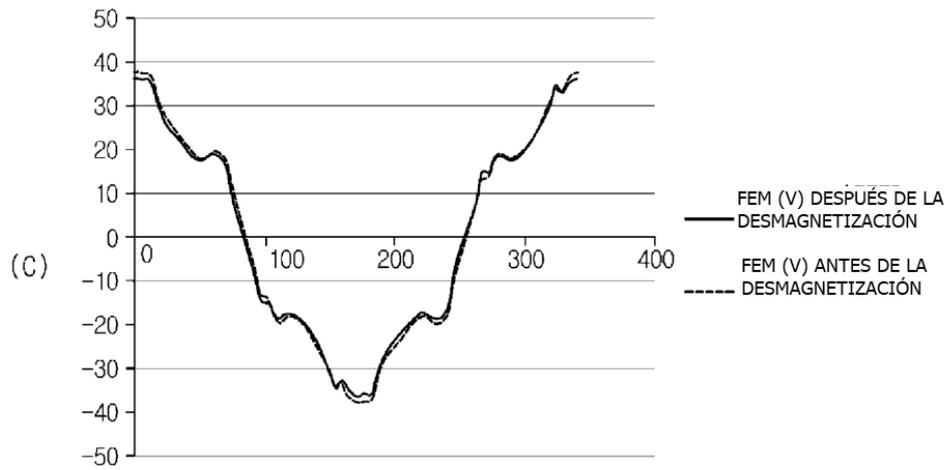
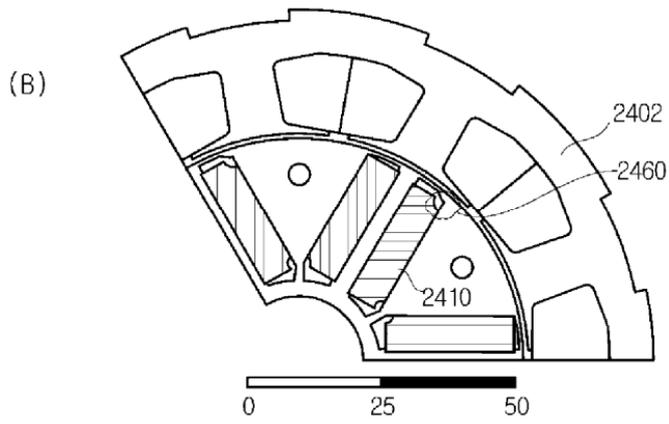
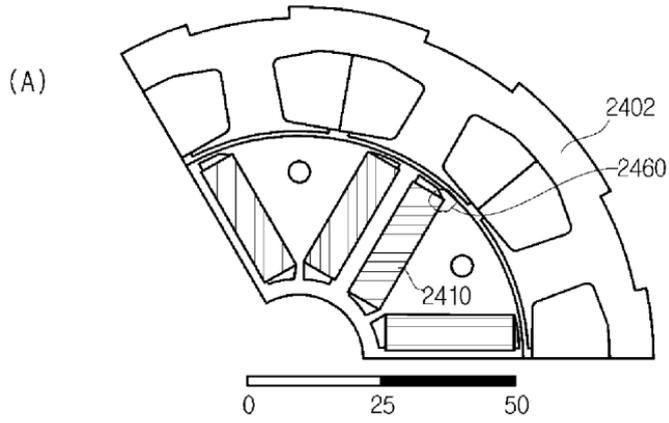
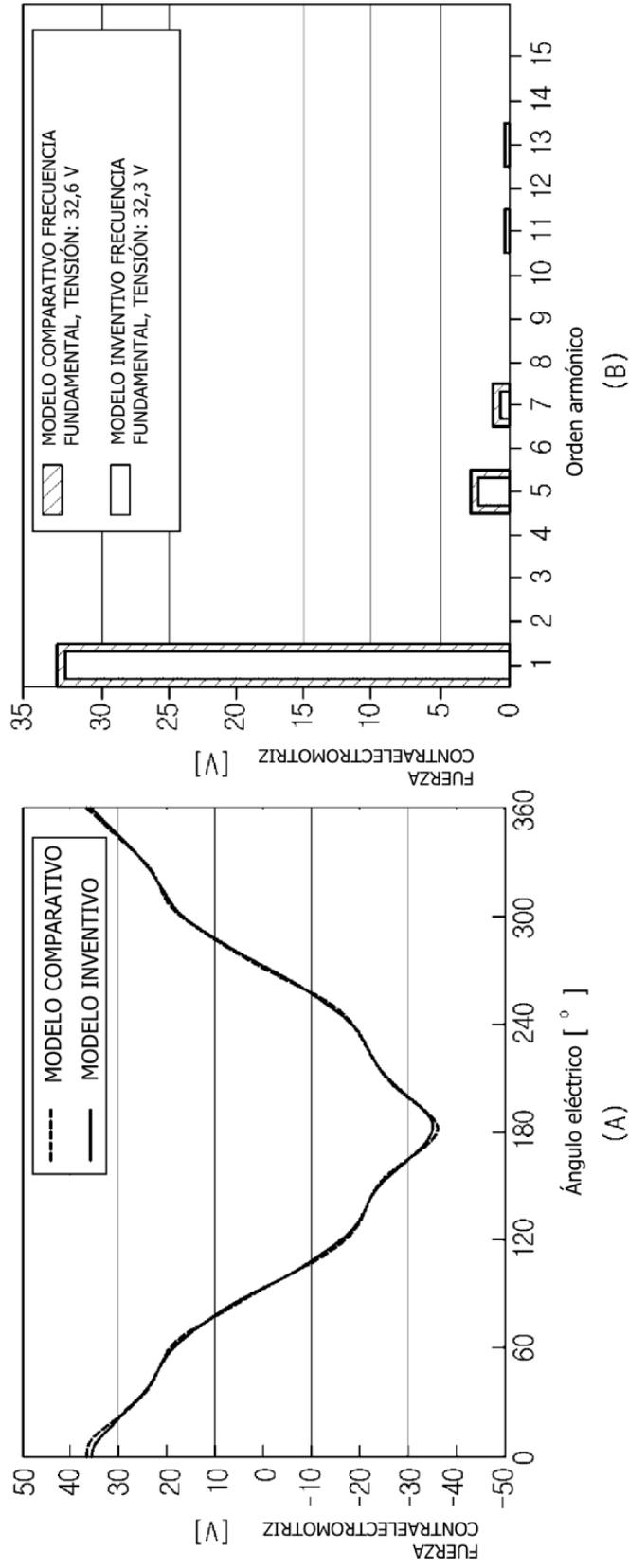
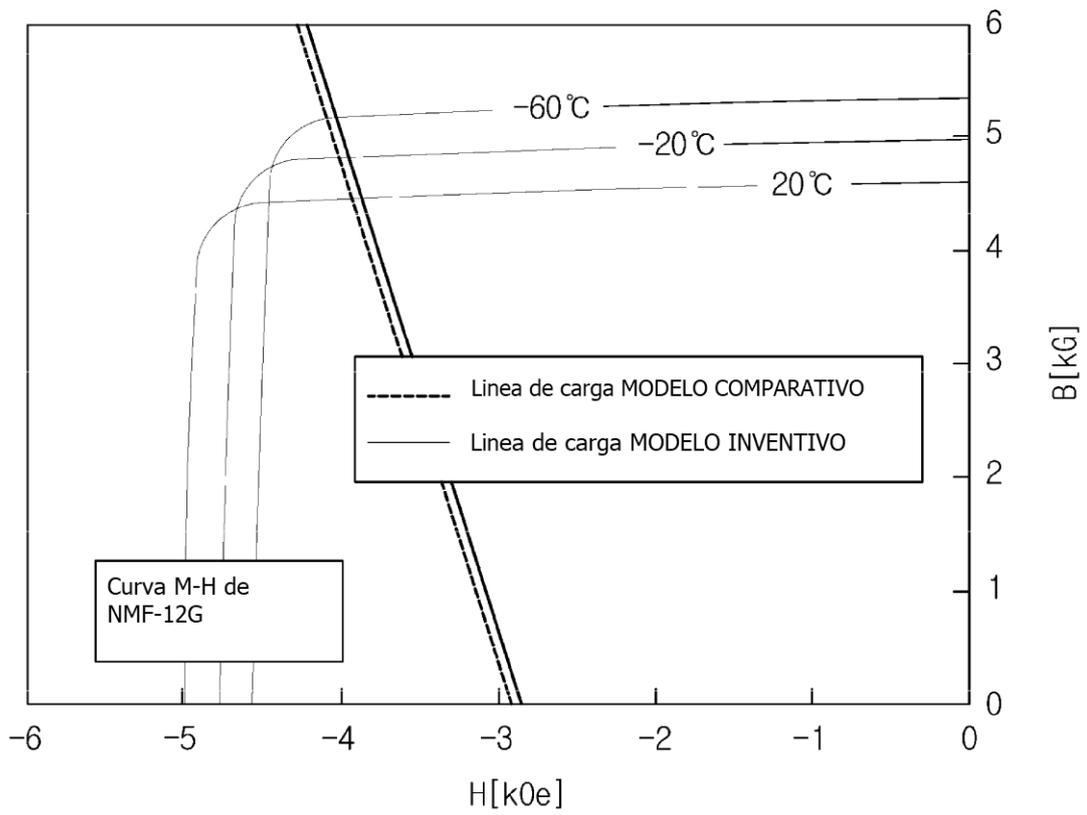


FIG. 25



[ANÁLISIS DE FUERZAS CONTRAELECTROMOTRICES SIN CARGA Y DE ARMÓNICOS]

FIG.26



[LINEA DE CARGA EN EL EXTREMO DE UN IMÁN PERMANENTE (30 A pico)]