

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 635 600**

(51) Int. Cl.:

**H02K 1/27** (2006.01)  
**H02K 1/22** (2006.01)  
**H02K 19/10** (2006.01)  
**H02K 1/24** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2012 PCT/JP2012/001949**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12132331**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2012 E 12763654 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2693605**

---

(54) Título: **Rotor y máquina eléctrica rotatoria que usa el mismo**

(30) Prioridad:

**31.03.2011 JP 2011077880**

(73) Titular/es:

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

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

**04.10.2017**

(72) Inventor/es:

**KONDOU, TOSHINARI;**  
**YASUDA, YOSHIKI y**  
**YAMAGIWA, AKIO**

(74) Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

**ES 2 635 600 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**

Rotor y máquina eléctrica rotatoria que usa el mismo

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a rotores que incluyen núcleos de rotor equipados con imanes y a máquinas eléctricas rotatorias que usan dichos rotores.

**10 Técnica anterior**

Las máquinas eléctricas rotatorias, por ejemplo, los motores de reluctancia síncronos (SynRMs) que emplean imanes auxiliares y motores de imán permanente interno (IPMs) incluyen núcleos de rotor equipados con imanes. Dicha máquina eléctrica rotatoria muestra ocasionalmente una reducción de la fuerza magnética (es decir, una desmagnetización) de imanes permanentes del núcleo de rotor debido a una aplicación de un campo magnético opuesto grande provocado por algunas razones. Para hacer frente a esta desmagnetización, puede ser efectivo un aumento del grosor de los imanes, por ejemplo. Sin embargo, estas medidas llevan de forma desventajosa a un aumento de los costes.

- 20** Otro ejemplo de medidas contra la desmagnetización es diseñar la trayectoria de un flujo magnético (véase, por ejemplo, el documento de patente 1). En este ejemplo, un elemento magnético está dispuesto en la superficie de un imán permanente. Un anillo de extremo de un material magnético acoplado de forma magnética a un núcleo de rotor está dispuesto próximo a un extremo del elemento magnético con un hueco dispuesto entre los mismos.
- 25** El documento EP 1 261 104 A2, así como el documento US 2002/0175583, describen una máquina eléctrica rotatoria de tipo de imán permanente capaz de reducir las pérdidas del núcleo debido al flujo magnético de respuesta de protección y que hace un uso efectivo de par de fuerzas de reactancia.

**Lista de referencias**

**30 Documento de patente**

[Documento de patente 1] Publicación de patente sin examinar japonesa N.º H08-51751

**35 Documento de patente 2] Publicación de solicitud de patente europea N.º EP 1 261 104 A2**

[Documento de patente 3] Publicación de solicitud de patente estadounidense N.º US 2002/0175583 A1

**Sumario de la invención**

**40 Problema técnico**

Sin embargo, en el ejemplo del documento de patente 1, la presencia de un hueco entre el cuerpo de rotor y el anillo de extremo reduce un espacio para el núcleo de rotor cuando haya de mantenerse el tamaño convencional del motor completo. Es decir, el núcleo de rotor se reduce de tamaño y podría producirse una degradación del rendimiento del motor. Por otra parte, si se mantiene el tamaño convencional del núcleo de rotor, aumenta el tamaño del motor completo, provocando la posibilidad de un aumento de los costes.

**50** La presente invención se centra en los problemas descritos anteriormente y está prevista para proporcionar medidas contra la desmagnetización de imanes en una máquina eléctrica rotatoria que incluya un núcleo de rotor equipado con los imanes mientras se reduce la degradación de rendimiento de la máquina.

**Solución al problema**

**55** Para resolver los problemas descritos anteriormente, en un aspecto de la presente invención se incluye:

una pluralidad de imanes permanentes (220);

**60** un primer núcleo de rotor (240) que tiene una pluralidad de huecos (241) que penetran en el primer núcleo de rotor (240) a lo largo de una dirección axial y múltiples capas de ranuras de alojamiento de imán; y

un segundo núcleo de rotor (250) que está en contacto con un extremo axial del primer núcleo de rotor (240) y que tiene múltiples capas de ranuras de alojamiento de imán (211) que penetran en el segundo núcleo de rotor (250), en donde

**65** los predeterminados de los imanes permanentes (220) están configurados para penetrar en el primer núcleo de rotor

(240) y en el segundo núcleo de rotor (250);

5 se proporcionan los huecos (241) más cerca de una periferia externa del primer núcleo de rotor (240) de lo que lo están los más externos de los imanes permanentes (220), mientras que se orientan hacia los imanes (220) más externos en el primer núcleo de rotor (240), y

tienen una resistencia magnética más baja que la de las ranuras de alojamiento de imán (211).

10 En esta configuración, tras la aplicación de un campo magnético opuesto al rotor (200), por ejemplo, este flujo magnético se desplaza hacia los imanes permanentes (220) en las ranuras de alojamiento de imán (211) hasta cierto punto, pero una gran parte del flujo magnético se desplaza hacia el primer núcleo de rotor (240). Esto es porque la resistencia magnética de los huecos (241) es inferior que la de las ranuras de alojamiento de imán (211). Es decir, el motor de la presente invención puede reducir la intensidad del campo magnético aplicada sobre los imanes permanentes (220), en comparación con los motores convencionales.

15 15 Además, dado que el primer núcleo de rotor (240) está en contacto con el segundo núcleo de rotor (250), un campo magnético desde un estator (100) (que se describirá más adelante) se aplica de forma eficiente al primer núcleo de rotor (240). Por tanto, se permite que el primer núcleo de rotor (240) genere un par de fuerzas de reluctancia.

20 20 En un segundo aspecto de la presente invención,

en el rotor del primer aspecto,

25 25 cada uno de los huecos (241) tiene una anchura radial ( $Wg_1$ ) más pequeña que una anchura radial ( $Wm_1$ ) de una asociada de las ranuras de alojamiento de imán (211).

En esta configuración, la resistencia magnética de los huecos (241) se determina basándose en la anchura radial ( $Wg_1$ ) de los huecos (241).

30 30 En un tercer aspecto de la presente invención,

en el rotor del primer o del segundo aspecto,

35 35 el primer núcleo de rotor (240) tiene una dimensión axial más pequeña que la del segundo núcleo de rotor (250).

En esta configuración, el par de fuerzas magnéticas es dominante sobre el par de fuerzas de reluctancia.

En un cuarto aspecto de la presente invención,

40 40 en el rotor de uno cualquiera de los aspectos del primero al tercero,

el segundo núcleo de rotor (250) está intercalado entre los primeros núcleos de rotor (240) en la dirección axial.

45 45 En esta configuración, una aplicación de un campo magnético opuesto sobre el rotor (200) provoca que una gran parte de este flujo magnético se desplace hacia ambos extremos axiales del rotor (200). Además, las ranuras de alojamiento de imán (211) se cubren con el primer núcleo de rotor (240).

En un quinto aspecto de la presente invención,

50 50 en el rotor de uno cualquiera de los aspectos del primero al tercero,

el primer núcleo de rotor (240) está intercalado entre los segundos núcleos de rotor (250) en la dirección axial.

55 55 En esta configuración, una aplicación de un campo magnético opuesto sobre el rotor (200) provoca que una gran parte de este flujo magnético se desplace hacia un centro axial (un centro en la dirección axial) del rotor (200).

Una máquina eléctrica rotatoria de acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención incluye;

60 60 el rotor (200) de uno cualquiera de los aspectos del primero al quinto; y

un estator (100) que incluye un núcleo de estator (110) alrededor del que está enrollada una bobina (120).

En un séptimo aspecto de la presente invención, en la máquina eléctrica rotatoria del sexto aspecto,

65 65 cada uno de los huecos (241) tiene una anchura radial ( $Wg_1$ ) más grande que la de un entrehierro (G) entre el rotor (200) y el estator (100).

En esta configuración, dado que la anchura (Wg1) es más grande que la del entrehierro (G), puede impedirse un cortocircuito de un flujo magnético provocado por el primer núcleo de rotor (240).

5    **Ventajas de la invención**

En el primer aspecto, puede reducirse la intensidad del campo magnético opuesto aplicado sobre los imanes permanentes (220) y puede producirse un par de fuerzas de reluctancia por el primer núcleo de rotor (240). Por tanto, una máquina eléctrica rotatoria que incluya un rotor que tenga un núcleo de rotor equipado con imanes puede estar provista de medidas contra la desmagnetización mientras se reduce la degradación del rendimiento de la máquina.

10    En el segundo aspecto, la resistencia magnética puede determinarse dependiendo de una anchura radial (Wg1) de los huecos (241), estableciendo fácilmente de ese modo la resistencia magnética.

15    En el cuarto aspecto, una gran parte de un campo magnético opuesto aplicado sobre el rotor (200) se desplaza hacia ambos extremos axiales y, por tanto, pueden obtenerse medidas contra la desmagnetización en ambos extremos de los imanes permanentes (220). Además, dado que las ranuras de alojamiento de imán (211) se cubren con el primer núcleo de rotor (240), puede omitirse una cubierta para impedir la separación de los imanes permanentes (220), por ejemplo.

20    En el quinto aspecto, dado que una gran parte del campo magnético opuesto aplicado sobre el rotor (200) se desplaza hacia un centro axial, pueden obtenerse medidas contra la desmagnetización en el centro axial de cada uno de los imanes permanentes (220). En esta configuración, los imanes permanentes (220) pueden insertarse desde ambos extremos axiales del rotor (200). Por tanto, el rotor (200) puede fabricarse fácilmente.

25    En el séptimo aspecto, puede impedirse un cortocircuito del flujo magnético, haciendo funcionar de ese modo de forma estable la máquina eléctrica rotatoria.

30    **Breve descripción de los dibujos**

La FIG. 1 es una vista en sección transversal que ilustra un motor de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención.

35    La FIG. 2 es una vista en perspectiva que ilustra un estator del primer modo de realización.

La FIG. 3 es una vista en sección que ilustra los dientes cuando un núcleo de estator del primer modo de realización se ve desde un lado periférico interno.

40    La FIG. 4 es una vista en perspectiva que ilustra un rotor del primer modo de realización.

La FIG. 5 es una vista en sección que ilustra el rotor del primer modo de realización.

45    La FIG. 6 es una vista desde arriba que ilustra un primer núcleo de rotor cuando se ve en la dirección axial.

La FIG. 7 es una ilustración que muestra una relación de posición y tamaño entre una ranura de alojamiento de imán y un hueco.

50    La FIG. 8 es una vista en perspectiva que ilustra un montaje del rotor del primer modo de realización.

La FIG. 9 es una ilustración de una trayectoria de flujo (una trayectoria de flujo de campo magnético opuesto) tras la aplicación de un campo magnético opuesto.

55    La FIG. 10 es una vista en sección que ilustra un rotor de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención.

La FIG. 11 es una vista en sección que ilustra un rotor de acuerdo con un tercer modo de realización de la presente invención.

60    La FIG. 12 es una vista en sección que ilustra un rotor de acuerdo con un cuarto modo de realización de la presente invención.

La FIG. 13 es una vista en sección que ilustra un rotor de acuerdo con un quinto modo de realización de la presente invención.

65    La FIG. 14 es una vista desde arriba que ilustra un rotor de acuerdo con un sexto modo de realización de la presente

invención.

La FIG. 15 es una vista en sección que ilustra el rotor del sexto modo de realización.

5 La FIG. 16 es una vista desde arriba que ilustra una primera variación del hueco.

La FIG. 17 es una vista desde arriba que ilustra una segunda variación del hueco.

10 La FIG. 18 es una vista desde arriba que ilustra una tercera variación del hueco.

10 La FIG. 19 es una vista desde arriba que ilustra una cuarta variación del hueco.

La FIG. 20 es una vista desde arriba que ilustra una quinta variación del hueco.

## 15 Descripción de los modos de realización

Se describirán modos de realización de la presente invención de aquí en adelante en el presente documento con referencia a los dibujos. Los modos de realización siguientes son meramente ejemplos preferidos por naturaleza, y no están previstos para limitar el alcance, las aplicaciones ni el uso de la invención. El alcance de la invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

<<Primer modo de realización>>

25 La FIG. 1 es una vista en sección transversal que ilustra un motor (10) de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención. El motor (10) se usa para, por ejemplo, un compresor eléctrico (no mostrado) de un acondicionador de aire.

<Configuración del motor (10)>

30 Tal como se ilustra en la FIG. 1, el motor (10) incluye un estátor (100), un rotor (200) y un árbol de accionamiento (300) y está alojado en una carcasa (20) del compresor eléctrico. En la descripción siguiente, la "dirección axial" o "axial" se refiere a la dirección a lo largo del eje del árbol de accionamiento (300) y la "dirección radial" o "radial" se refiere a la dirección orthogonal al eje. El lado periférico externo se refiere a un lado distal relativo al eje, mientras que el lado periférico interno es un lado proximal relativo al eje.

35 <Estátor (100)>

Tal como se ilustra en la FIG. 1, el estátor (100) tiene un núcleo de estator cilíndrico (110) y una bobina (120).

40 El núcleo de estator (110) es un núcleo de múltiples capas obtenido formando una placa a través de la perforación de una lámina de acero magnética laminada plana (P) con trabajo de prensa y del laminado de dichas placas en la dirección axial. La FIG. 2 es una vista en perspectiva que ilustra el estátor (100) del primer modo de realización. Tal como se ilustra en las FIGS. 1 y 2, el núcleo de estator (110) incluye una culata trasera (111), una pluralidad de (nueve en este modo de realización) dientes (112) y rebordes (113). La FIG. 2 ilustra principalmente uno de los dientes (112).

45 Tal como se ilustra en las FIGS. 1 y 2, cada uno de los dientes (112) es una porción rectangular del núcleo de estator (110) que se extiende en la dirección radial. El espacio entre cada uno de los dientes (112) adyacentes forma una ranura (114) en la cual se aloja la bobina (120).

50 La culata trasera (111) tiene forma de anillo. La culata trasera (111) une los dientes (112) entre sí en los lados periféricos externos de los dientes (112). En el núcleo de estator (110), la periferia externa de la culata trasera (111) está fijada a la superficie interna de la carcasa (20).

55 Los rebordes (113) son continuaciones de las periferias internas de los dientes (112). Cada uno de los rebordes (113) es más ancho que (es decir, tiene una longitud periférica más grande que la de) uno asociado de los dientes (112). Cada uno de los rebordes (113) forma una superficie cilíndrica en el lado periférico interno de los mismos. Esta superficie cilíndrica se orienta hacia la superficie periférica externa (la superficie cilíndrica) de un núcleo de rotor (210), que se describirá más adelante, a una distancia predeterminada (es decir, con un entrehierro (G) proporcionado entre la superficie cilíndrica y la superficie periférica externa).

60 Una bobina (120) se enrolla alrededor de cada uno de los dientes (112) mediante una denominada técnica de enrollado concentrado. Específicamente, la bobina (120) se enrolla alrededor de cada uno de los dientes (112) y la bobina (120) enrollada se aloja en una asociada de las ranuras (114). La FIG. 3 es una vista en sección que ilustra uno de los dientes (112) cuando el núcleo de estator (110) de este modo de realización se ve desde el lado periférico interno. Tal como se ilustra en la FIG. 3, unos aislantes (161) están dispuestos en ambos lados axiales del

diente (112) y unas películas aislantes (160) están intercaladas entre la bobina (120) y el diente (112). En este modo de realización, las películas aislantes (160) son películas de polietileno tereftalato.

<Rotor (200)>

5 La FIG. 4 es una vista en perspectiva que ilustra el rotor (200) del primer modo de realización. La FIG. 5 es una vista en sección que ilustra el rotor (200) del primer modo de realización. El rotor (200) incluye un núcleo de rotor (210) (un núcleo magnético), una pluralidad de imanes permanentes (220) y dos placas de extremo (230) y tiene forma cilíndrica. En este modo de realización, el rotor (200) incluye seis imanes permanentes (220). La FIG. 4 no muestra 10 las placas de extremo (230).

15 El núcleo de rotor (210) es un núcleo de múltiples capas obtenido formando una placa a través de la perforación de una lámina de acero magnética laminada plana (P) con trabajo de prensa y del laminado de dichas placas en la dirección axial. Tal como se describirá con detalle a continuación, el núcleo de rotor (210) está dividido, a lo largo de 20 la dirección axial, en un número impar (tres en este modo de realización) de núcleos de rotor que están en contacto entre sí. Más específicamente, el núcleo de rotor (210) está dividido en tres partes: dos núcleos de rotor (240) ubicados cada uno en una posición numerada impar desde un extremo en la dirección axial (es decir, un extremo axial) del núcleo de rotor (210); y un segundo núcleo de rotor (250) ubicado en una posición numerada par (véase la FIG. 5). Tal como se ilustra en la FIG. 5, en este modo de realización, la altura (H1) (es decir, una dimensión axial) 25 de cada uno de los primeros núcleos de rotor (240) es más pequeña que la altura (H2) del segundo núcleo de rotor (250).

Ahora, se describirán configuraciones de, por ejemplo, los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250). En la 25 siguiente descripción, los primeros núcleos de rotor (240) y el segundo núcleo de rotor (250) se denominarán en lo sucesivo núcleos de rotor divididos (240 y 250).

<Segundo núcleo de rotor (250) >

Tal como se ilustra en, por ejemplo, la FIG. 4, el segundo núcleo de rotor (250) tiene ranuras de alojamiento de imán 30 (211) que alojan de forma individual los imanes permanentes (220). Las ranuras de alojamiento de imán (211) están dispuestas en un paso de 60° alrededor del eje del segundo núcleo de rotor (250). Cada una de las ranuras de alojamiento de imán (211) tiene una forma aproximadamente en U cuando se ve en la dirección axial, y penetra en el 35 segundo núcleo de rotor (250) en la dirección axial. Más específicamente, tal como se ilustra en la FIG. 4, cada una de las ranuras de alojamiento de imán (211) incluye un receptor de imán (211a) ortogonal al radio del núcleo de rotor (210) y dos barreras (211b) que se extienden desde el receptor de imán (211a) hacia el lado periférico externo. El receptor de imán (211a) es rectangular cuando se ve en la FIG. 1 y recibe uno asociado de los imanes permanentes 40 (220). La altura axial (Hm) (la altura en la dirección axial) de los imanes permanentes (220) es más pequeña que la altura axial (H2) del segundo núcleo de rotor (250) (véase la FIG. 5).

40 <Primer núcleo de rotor (240) >

La FIG. 6 es una vista desde arriba que ilustra uno de los primeros núcleos de rotor (240) cuando se ve en la dirección axial. Tal como se ilustra en la FIG. 6, el primer núcleo de rotor (240) tiene seis huecos (241) que penetran 45 en el primer núcleo de rotor (240) en la dirección axial. Estos huecos (241) se orientan hacia las ranuras de alojamiento de imán (211) cuando el primer núcleo de rotor (240) está situado sobre el segundo núcleo de rotor (250). En la FIG. 6, las ranuras de alojamiento de imán (211) asociadas de forma individual con los huecos (241) se indican con líneas de rayas y puntos.

50 La FIG. 7 es una ilustración que muestra una relación de posición y tamaño entre la ranura de alojamiento de imán (211) y el hueco (241). En la FIG. 7, las líneas continuas representan la forma del hueco (241) y las líneas de rayas y puntos representan la forma de la ranura de alojamiento de imán (211). En este modo de realización, el hueco (241) es rectangular en la FIG. 7. La anchura (Wg2) del hueco (241) en la dirección orthogonal al radio se extiende hacia 55 porciones próximas a la periferia externa del primer núcleo de rotor (240). Esta configuración puede reducir un flujo magnético de fuga que se produzca entre los polos magnéticos adyacentes.

Los huecos (241) tienen una resistencia magnética inferior que la de las ranuras de alojamiento de imán (211). En este modo de realización, la anchura radial (Wg1) (es decir, una anchura a lo largo de la dirección radial) del hueco (241) es más pequeña que la anchura radial (Wm1) del receptor de imán (211a). De esta manera, en la dirección radial, la resistencia magnética del hueco (241) es más pequeña que la de la ranura de alojamiento de imán (211). El hueco (241) se sitúa de tal manera que, cuando se ve en la dirección radial, un lado más largo (e1) en el lado periférico externo del hueco (241) está más cerca del lado periférico interno de lo que lo está un lado (e2) más largo 60 del receptor de imán (211a). La anchura radial (Wg1) del hueco (241) es mayor que o igual al tamaño del entrehierro (G). Esto es porque, si la anchura (Wg1) fuese más pequeña que la del entrehierro (G), podría provocarse un cortocircuito de un flujo magnético por el primer núcleo de rotor (240).

65 <Placa de extremo (230)>

Cada una de las placas de extremo (230) tiene forma de disco y está fabricada de un metal no magnético tal como uno inoxidable. Cada una de las placas de extremo (230) y los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250) tiene seis orificios de perno (213). Los orificios de perno (213) penetran en las placas de extremo (230) o en el primer o segundo núcleo de rotor (240 o 250) en la dirección axial. Cuando las placas de extremo (230) y los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250) o están situados uno sobre otro, los orificios de perno (213) de una de las placas de extremo (230) o del primer o segundo núcleo de rotor (240 o 250) se superponen con los de otra de las placas de extremo (230) o el primer o segundo núcleo de rotor (240 o 250).

10 <Montaje de rotor (200)>

La FIG. 8 es una vista en perspectiva que ilustra un montaje del rotor (200) de este modo de realización. En el segundo núcleo de rotor (250), los imanes permanentes (220) están situados en los receptores de imán (211a). En este caso, tal como se ilustra en la FIG. 5, cada uno de los imanes permanentes (220) se desplaza previamente, es decir, se desvía, hacia dentro de cada extremo axial del segundo núcleo de rotor (250). Los imanes permanentes (220) se fijan por adelantado al segundo núcleo de rotor (250) por medio de, por ejemplo, un adhesivo, a fin de no moverse en los receptores de imán (211a).

En el rotor (200), los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250) están dispuestos de manera que cada uno de los primeros núcleos de rotor (240) está ubicado en una posición numerada impar de un extremo y el segundo núcleo de rotor (250) está ubicado en una posición numerada par del extremo. En este modo de realización, tal como se ilustra en la FIG. 8, el segundo núcleo de rotor (250) está intercalado entre los primeros núcleos de rotor (240) en la dirección axial. De esta manera, los primeros núcleos de rotor (240) están ubicados en las primera y tercera posiciones y el segundo núcleo de rotor (250) está ubicado en la segunda posición de un extremo del rotor (200). En este caso, las posiciones de los primeros núcleos de rotor (240) y el segundo núcleo de rotor (250) se ajustan relativos entre sí de manera que las ranuras de alojamiento de imán (211) se superponen con los huecos (241) de los primeros núcleos de rotor (240) (véanse las FIGS. 6 y 7). Cuando los primeros núcleos de rotor (240) están situados en el segundo núcleo de rotor (250), los primeros núcleos de rotor (240) están en contacto con el segundo núcleo de rotor (250), pero, tal como se describió anteriormente, los extremos axiales de los imanes permanentes (220) se desplazan hacia dentro desde los extremos axiales del segundo núcleo de rotor (250) y, por tanto, los imanes permanentes (220) no están en contacto con los primeros núcleos de rotor (240).

Tal como se ilustra en la FIG. 8, las placas de extremo (230) están unidas a los extremos de los primeros núcleos de rotor (240). Cada una de las placas de extremo (230) está fijada al núcleo de rotor (210) con seis pernos (270) (véase la FIG. 1) que penetran en los orificios de perno (213).

Un orificio de árbol (212) está formado en el centro de cada uno de los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250). Un árbol de accionamiento (300) de un metal tal como hierro se encaja en este orificio de árbol (212) mediante combustión. El árbol de accionamiento (300) se usa para accionar un mecanismo de compresión (no mostrado) en el compresor eléctrico.

<<Trayectoria de flujo tras la aplicación de un campo magnético opuesto>>

La FIG. 9 es una ilustración de una trayectoria de flujo (una trayectoria de flujo de campo magnético opuesto) tras la aplicación de un campo magnético opuesto. Por ejemplo, se asume que se aplica un campo magnético opuesto al rotor (200) de este modo de realización y se aplica un flujo magnético desde el estator (100) sobre las porciones de núcleo magnético (240a y 250a) (véase la FIG. 5) en los lados periféricos externos de los imanes permanentes (220). Este flujo magnético se desplaza hacia la porción de núcleo magnético (250a) próxima a los imanes permanentes (220) en cierta medida, pero tal como se indica con las flechas en la FIG. 9, una gran parte del flujo magnético se desplaza hacia la porción de núcleo magnético (240a) de uno asociado de los primeros núcleos de rotor. Esto es porque la resistencia magnética de los huecos (241) de los primeros núcleos de rotor (240) es inferior que la de las ranuras de alojamiento de imán (211). Es decir, el motor (10) de este modo de realización presenta una intensidad baja del campo magnético opuesto aplicado sobre los imanes permanentes (220), en comparación con los motores convencionales. Por tanto, en este modo de realización, es posible proporcionar medidas contra la desmagnetización de los imanes permanentes (220) provocada por un campo magnético opuesto.

En este modo de realización, si el tamaño del motor (10) se hace igual que el de un motor convencional, la longitud axial ( $H_m$ ) (es decir, la longitud a lo largo de la dirección axial) de los imanes permanentes (220) disminuye una cantidad correspondiente a los primeros núcleos de rotor (240) y, por tanto, se espera una disminución del par de fuerzas magnéticas. Sin embargo, dado que los primeros núcleos de rotor (240) están en contacto con el segundo núcleo de rotor (250), un campo magnético desde el estator (100) se aplica de forma eficiente sobre los primeros núcleos de rotor (240). Por consiguiente, el motor (10) puede generar un par de fuerzas de reluctancia usando los primeros núcleos de rotor (240). Es decir, en este modo de realización, un par de fuerzas de reluctancia en los primeros núcleos de rotor (240) puede compensar una disminución del par de fuerzas magnéticas.

65 <<Ventajas de este modo de realización>>

De la manera descrita anteriormente, en este modo de realización, un motor que incluya un rotor equipado con imanes puede estar provisto de medidas contra la desmagnetización mientras reduce la degradación del rendimiento del motor.

5 Además, se cubren las ranuras de alojamiento de imán (211) con los primeros núcleos de rotor (240). Por tanto, no es necesaria una cubierta para impedir la separación de los imanes permanentes (220), por ejemplo.

10 <<Segundo modo de realización>>

15 La FIG. 10 es una vista en sección que ilustra un rotor (200) de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención. El rotor (200) de este modo de realización incluye un primer núcleo de rotor (240) y un segundo núcleo de rotor (250). En este modo de realización, la altura (H1) (es decir, una dimensión axial) del primer núcleo de rotor (240) es también más pequeña que la altura (H2) del segundo núcleo de rotor (250). El primer núcleo de rotor (240) está en contacto con el segundo núcleo de rotor (250) en sus extremos axiales.

20 En esta configuración de este modo de realización, incluso tras una aplicación de un campo magnético opuesto sobre el rotor (200), una gran parte del flujo magnético se desplaza hacia una porción de núcleo magnético (240a) próxima al primer núcleo de rotor (240). Por tanto, en este modo de realización, pueden proporcionarse medidas contra la desmagnetización en los imanes permanentes (220) próximos al primer núcleo de rotor (240). En el segundo núcleo de rotor (250), los imanes permanentes (220) pueden insertarse fácilmente en las ranuras de alojamiento de imán (211) de un extremo axial del segundo núcleo de rotor (250) que no esté en contacto con el primer núcleo de rotor (240). Además, no es necesaria una cubierta para impedir la separación de los imanes permanentes (220), por ejemplo, en el extremo axial del segundo núcleo de rotor (250) que no está en contacto con el primer núcleo de rotor (240).

25 <<Tercer modo de realización>>

30 La FIG. 11 es una vista en sección que ilustra un rotor (200) de acuerdo con un tercer modo de realización de la presente invención. El rotor (200) de este modo de realización incluye un primer núcleo de rotor (240) y dos segundos núcleos de rotor (250). El primer núcleo de rotor (240) está intercalado entre los segundos núcleos de rotor (250) en la dirección axial. En este modo de realización, la altura (H1) (es decir, una dimensión axial) del primer núcleo de rotor (240) es también más pequeña que la altura (H2) de los segundos núcleos de rotor (250).

35 En esta configuración del tercer modo de realización, incluso tras una aplicación de un campo magnético opuesto sobre el rotor (200), una gran parte del flujo magnético se desplaza hacia una porción de núcleo magnético (240a) próxima al primer núcleo de rotor (240). Por tanto, pueden proporcionarse medidas contra la desmagnetización de los imanes permanentes (220) en las proximidades al centro axial de rotor (200) sobre el cual posiblemente se aplique un campo magnético opuesto relativamente fuerte.

40 Además, los imanes permanentes (220) pueden insertarse desde ambos extremos axiales del rotor (200). Por tanto, el rotor (200) puede fabricarse fácilmente.

45 <<Cuarto modo de realización>>

50 La FIG. 12 es una vista en sección que ilustra un rotor (200) de acuerdo con un cuarto modo de realización de la presente invención. En este modo de realización, el rotor (200) incluye dos primeros núcleos de rotor (240) y dos segundos núcleos de rotor (250). Estos primer y segundos núcleos de rotor (240 y 250) están apilados de manera alternante. En este modo de realización, la altura (H1) (es decir, una dimensión axial) de los primeros núcleos de rotor (240) es también más pequeña que la altura (H2) de los segundos núcleos de rotor (250). En esta configuración, tras una aplicación de un campo magnético opuesto sobre el rotor (200), una gran parte del flujo magnético se desplaza hacia porciones de núcleo magnético (240a) próximas a los primeros núcleos de rotor (240). Por tanto, en este modo de realización, es posible proporcionar medidas contra la desmagnetización mientras se reduce la degradación del rendimiento del motor.

55 <<Quinto modo de realización>>

60 La FIG. 13 es una vista en sección que ilustra un rotor (200) de acuerdo con un quinto modo de realización de la presente invención. En este modo de realización, el rotor (200) incluye tres primeros núcleos de rotor (240) y dos segundos núcleos de rotor (250). Los primeros núcleos de rotor (240) y los segundos núcleos de rotor (250) están apilados de manera alternante. En este modo de realización, la altura (H1) (es decir, una dimensión axial) de los primeros núcleos de rotor es también más pequeña que la altura (H2) de los segundos núcleos de rotor (250). En esta configuración, tras una aplicación de un campo magnético opuesto sobre el rotor (200), una gran parte del flujo magnético se desplaza hacia porciones de núcleo magnético (240a) próximas a los primeros núcleos de rotor (240). Por tanto, en este modo de realización, es también posible proporcionar medidas contra la desmagnetización mientras se reduce la degradación del rendimiento del motor.

## &lt;&lt;Sexto modo de realización&gt;&gt;

La FIG. 14 es una vista desde arriba que ilustra un rotor (200) de acuerdo con un sexto realización de la presente invención. La figura 15 es una vista en sección que ilustra el rotor (200) del sexto modo de realización. La FIG. 15 corresponde a una sección A-A de la FIG. 14. Tal como se ilustra en la FIG. 15, el rotor (200) de este modo de realización incluye un primer núcleo de rotor (240) y dos segundos núcleos de rotor (250). El primer núcleo de rotor (240) está intercalado entre los segundos núcleos de rotor (250) en la dirección axial. En este modo de realización, la altura (H1) (es decir, una dimensión axial) del primer núcleo de rotor (240) es también más pequeña que la altura (H2) del segundo núcleo de rotor (250).

En el rotor (200) de este modo de realización, los imanes (220) permanentes forman múltiples capas en cada polo. Específicamente, se proporcionan tres capas de los imanes permanentes (220) en cada polo. El imán permanente más externo (220) del rotor (200) se proporciona solamente en los segundos núcleos de rotor (250). Los imanes permanentes (220) de la segunda capa y de la tercera capa del lado periférico externo del rotor (200) penetran en los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250).

Para obtener la configuración de múltiples capas de los imanes permanentes (220), se proporcionan múltiples capas de ranuras de alojamiento de imán (211) en los segundos núcleos de rotor (250). En el primer núcleo de rotor (240), se proporcionan huecos (241) solamente en la posición correspondiente a los imanes permanentes (220) más externos. En lugar de los huecos (241), el primer núcleo de rotor (240) tiene ranuras de alojamiento de imán (211) conectadas a las ranuras de alojamiento de imán (211) de los segundos núcleos de rotor (250) en posiciones correspondientes a los imanes permanentes (220) de la segunda capa y de la tercera capa del lado periférico más externo.

Tal como se describió anteriormente, se proporcionan los huecos (241) en el lado periférico más externo del rotor (200) sobre el cual puede aplicarse un campo magnético opuesto fuerte, proporcionando de ese modo medidas contra la desmagnetización de los imanes permanentes (220) correspondiente a los huecos (241).

En un caso en el que se proporcionan múltiples capas de los imanes permanentes (220) en cada polo tal como en este modo de realización, los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250) pueden disponerse de la manera descrita en los primer, segundo, cuarto o quinto modo de realización.

Una capa interna (por ejemplo, la segunda capa) ubicada en el interior de la primera capa puede tener huecos (241) de manera similar a los de la primera capa, dependiendo de la intensidad del campo magnético opuesto.

## &lt;&lt;Variaciones del hueco (241)&gt;&gt;

La forma de los huecos (241) no está limitada al ejemplo descrito anteriormente. Por ejemplo, cada uno de los modos de realización puede emplear huecos (241) de la forma siguiente.

<1> La FIG. 16 es una vista desde arriba que ilustra una primera variación del hueco (241). El hueco (241) ilustrado en la FIG. 16 es un orificio pasante cuya forma de sección transversal (es decir, la forma proyectada en la dirección axial) se extiende a lo largo de la ranura de alojamiento de imán (211) y anchura que es más pequeña que la de la ranura de alojamiento de imán (211). En esta variación, los extremos (241a) del hueco (241) se extienden hacia posiciones próximas a la periferia externa del primer núcleo de rotor (240).

<2> La FIG. 17 es una vista desde arriba que ilustra una segunda variación del hueco (241). En la variación ilustrada en la FIG. 17, en cuanto a la forma del hueco (241) proyectado en la dirección axial, la anchura radial (Wg1) del hueco (241) es más pequeña que la anchura radial (Wm1) del receptor de imán (211a) en una porción del hueco (241) que se superpone con el receptor de imán (211a) y el hueco (241) se extiende sustancialmente a lo largo de la barrera (211b) en una punta de la barrera (211b). En esta variación, el lado más largo (e1) del hueco (241) en el lado periférico externo coincide con el lado más largo (e2) del receptor (211a) de imán. De forma alternativa, la relación posicional entre el hueco (241) y la ranura (211) de alojamiento de imán puede determinarse en relación entre sí de manera que los lados más largos en los lados periféricos internos de los mismos coinciden entre sí.

<3> La FIG. 18 es una vista desde arriba que ilustra una tercera variación del hueco (241). En la variación ilustrada en la FIG. 18, en cuanto a la forma del hueco (241) proyectado en la dirección axial, una anchura (Wg3) del hueco (241) es más pequeña que la anchura de la barrera (211b) en una porción del hueco (241) que se superpone con la barrera (211b) y es igual a, o más grande que, la anchura (Wm1) del receptor de imán (211a) en una porción del hueco (241) que se superpone con el receptor de imán (211a). La FIG. 18 ilustra un ejemplo en el cual la anchura (Wg1) es más grande que la anchura (Wm1).

<4> La FIG. 19 es una vista desde arriba que ilustra una cuarta variación del hueco (241). En la variación de la figura 19, en cuanto a la forma del hueco (241) proyectado en la dirección axial, una porción del hueco (241) próxima al centro del mismo está rebajada hacia el lado periférico interno en una porción del hueco (241) que se superpone con

el receptor de imán (211a). Por tanto, la anchura radial (Wg1) del hueco (241) es más pequeña que la anchura radial (Wm1) de la ranura de alojamiento de imán (211). El hueco (241) se superpone sustancialmente con la barrera (211b) en una porción del hueco (241) que se superpone con la barrera (211b).

5 <5> La FIG. 20 es una vista desde arriba que ilustra una quinta variación del hueco (241). En la variación ilustrada en la FIG. 20, en cuanto a la forma del hueco (241) proyectado en la dirección axial, la línea del lado periférico interno próximo a ambos extremos del receptor de imán (211a) se mueve hacia el lado periférico externo. Por tanto, la anchura (Wg4) del hueco (241) próximo a un extremo del receptor de imán (211a) es más pequeña que la anchura próxima al centro de la ranura de alojamiento de imán (211). En el ejemplo de la FIG. 20, la línea del lado periférico interno del hueco (241) se mueve hacia el lado periférico externo. De forma alternativa, la línea del lado periférico externo puede moverse hacia el lado periférico interno o moverse desde ambos de los lados periféricos externos e internos.

10 15 En cualquier ejemplo, un extremo (por ejemplo, el extremo (241a)), en la dirección perpendicular a la dirección radial, del hueco (241) se extiende preferentemente hacia una porción próxima a la periferia externa del primer núcleo de rotor (240) tan cerca como sea posible. Esto es porque esta configuración es ventajosa para reducir un flujo magnético de fuga entre los polos adyacentes.

20 Cada uno de los huecos (241) de los modos de realización y variaciones anteriores pueden desplazarse dentro de un rango donde el hueco (241) se superponga con el plano de los imanes permanentes (220) proyectado en la dirección axial. No es necesario que los huecos (241) sean simétricos con respecto al radio, tal como se ilustra en, por ejemplo, la FIG. 16. Las configuraciones de los huecos (241) descritas anteriormente pueden combinarse de manera apropiada.

25 <<Otros modos de realización>>

El número de divisiones del núcleo de rotor (210), es decir, el número de los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250) descrito anteriormente es meramente un ejemplo.

30 35 Los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250) no se limitan a núcleos de múltiples capas (por ejemplo, láminas de acero magnéticas laminadas planas). Por ejemplo, los primer y segundo núcleos de rotor (240 y 250) pueden estar fabricados de un material magnético de polvo prensado. En dicho caso, el rotor (200) puede configurarse combinando núcleos de materiales magnéticos diferentes de manera que cada primer núcleo de rotor (240) esté compuesto de un material magnético de polvo prensado y cada segundo núcleo de rotor (250) esté compuesto de una lámina de acero magnética laminada plana.

40 En los modos de realización anteriores, pueden omitirse las placas de extremo (230). Las placas de extremo (230) para impedir la separación de imanes están fabricadas de un material no magnético o de un material magnético. En estos casos, el uso de un material no magnético puede llevar a un aumento de costes y el uso de un material magnético puede provocar una fuga de un flujo magnético de imán. Por tanto, la omisión de las placas de extremo (230) puede reducir el coste y/o aumentar el par de fuerzas, de forma ventajosa.

La presente invención puede aplicarse a generadores, así como a motores.

45 La presente invención es también aplicable a máquinas eléctricas rotatorias con enrollamiento distribuido de una bobina alrededor de un núcleo de estátor.

### **Aplicabilidad industrial**

50 La presente invención es útil para un rotor que incluya un núcleo de rotor equipado con imanes y una máquina eléctrica rotatoria que use dicho rotor.

### **Descripción de caracteres de referencia**

- |    |     |                                     |
|----|-----|-------------------------------------|
| 55 | 1   | motor (máquina eléctrica rotatoria) |
|    | 100 | estátor                             |
|    | 110 | núcleo de estátor                   |
| 60 | 120 | bobina                              |
|    | 200 | rotor                               |
| 65 | 210 | núcleo de rotor                     |

## ES 2 635 600 T3

- 211 ranura de alojamiento de imán
- 220 imán
- 5 240 primer núcleo de rotor
- 241 hueco
- 250 segundo núcleo de rotor

10

## REIVINDICACIONES

1. Un rotor que comprende:
  - 5 una pluralidad de imanes permanentes (220);
    - 10 un primer núcleo de rotor (240) que tiene una pluralidad de huecos (241) que penetran en el primer núcleo de rotor (240) a lo largo de una dirección axial y múltiples capas de ranuras de alojamiento de imán (211); y
    - 15 un segundo núcleo de rotor (250) que está en contacto con un extremo axial del primer núcleo de rotor (240) y que tiene múltiples capas de ranuras de alojamiento de imán (211) que penetran en el segundo núcleo de rotor (250),
      - 15 caracterizado por que
      - 20 los predeterminados de los imanes permanentes (220) están configurados para penetrar en el primer núcleo de rotor (240) y en el segundo núcleo de rotor (250);
        - 20 se proporcionan los huecos (241) más cerca de una periferia externa del primer núcleo de rotor (240) de lo que lo están los más externos de los imanes permanentes (220), mientras que se orientan hacia los imanes permanentes (220) más externos en el primer núcleo de rotor (240) y
        - 35 tienen una resistencia magnética más baja que la de las ranuras de alojamiento de imán (211).
    - 25 2. El rotor de la reivindicación 1, en el que
      - 30 cada uno de los huecos (241) tiene una anchura radial ( $Wg_1$ ) más pequeña que una anchura radial ( $Wm_1$ ) de una asociada de las ranuras de alojamiento de imán (211).
      - 35 3. El rotor de la reivindicación 1, en el que
        - 40 el primer núcleo de rotor (240) tiene una dimensión axial más pequeña que la del segundo núcleo de rotor (250).
        - 45 4. El rotor de la reivindicación 1, en el que
          - 50 el segundo núcleo de rotor (250) está intercalado entre los primeros núcleos de rotor (240) en la dirección axial.
        - 55 5. El rotor de la reivindicación 1,
          - 55 el primer núcleo de rotor (240) está intercalado entre los segundos núcleos de rotor (250) en la dirección axial.
        - 60 6. Una máquina eléctrica rotatoria que comprende;
          - 65 el rotor (200) de la reivindicación 1; y
          - 70 un estator (100) que incluye un núcleo de estator (110) alrededor del que se enrolla una bobina (120).
        - 75 7. La máquina eléctrica rotatoria de la reivindicación 6, en la que
          - 80 cada uno de los huecos (241) tiene una anchura radial ( $Wg_1$ ) más grande que la de un entrehierro (G) entre el rotor (200) y el estator (100).

55

FIG.1

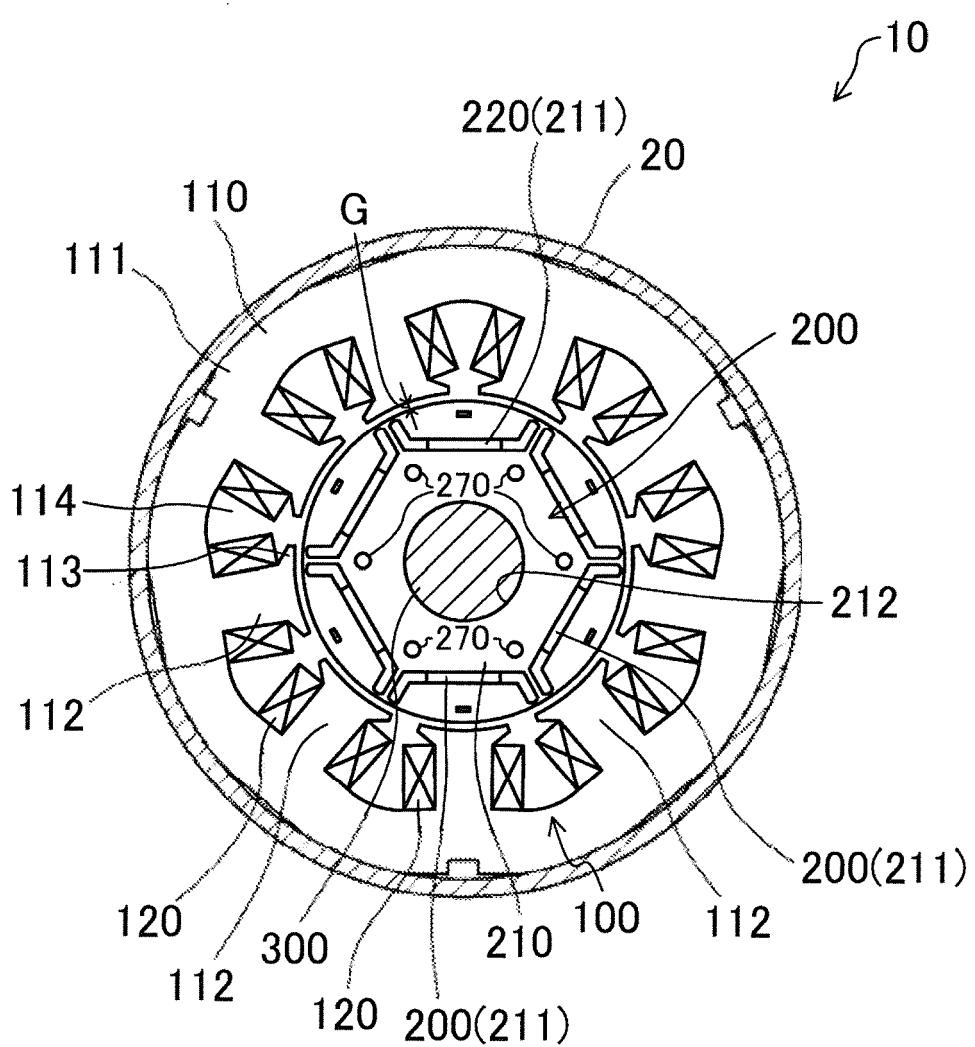


FIG.2

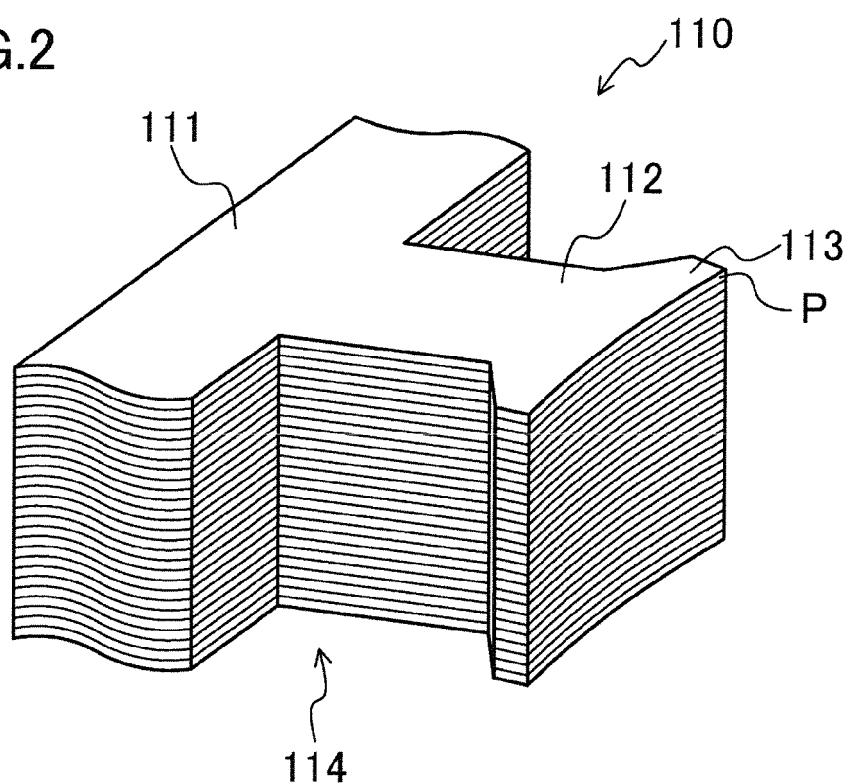


FIG.3

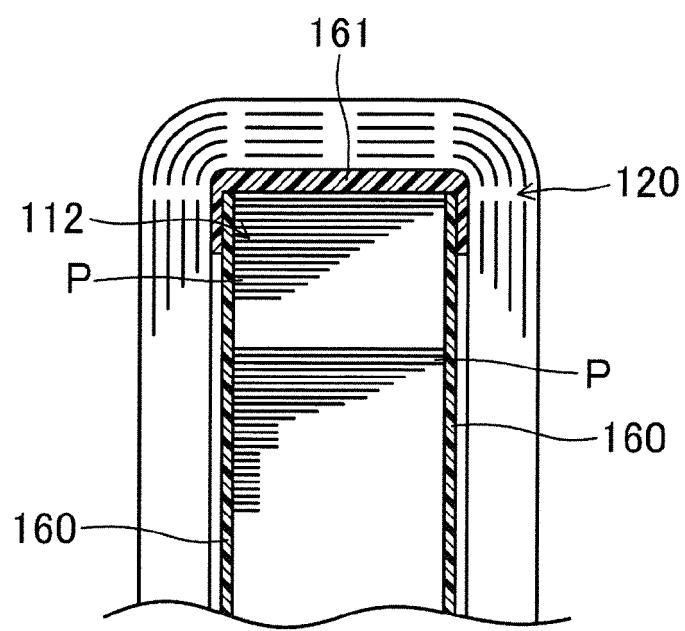


FIG.4

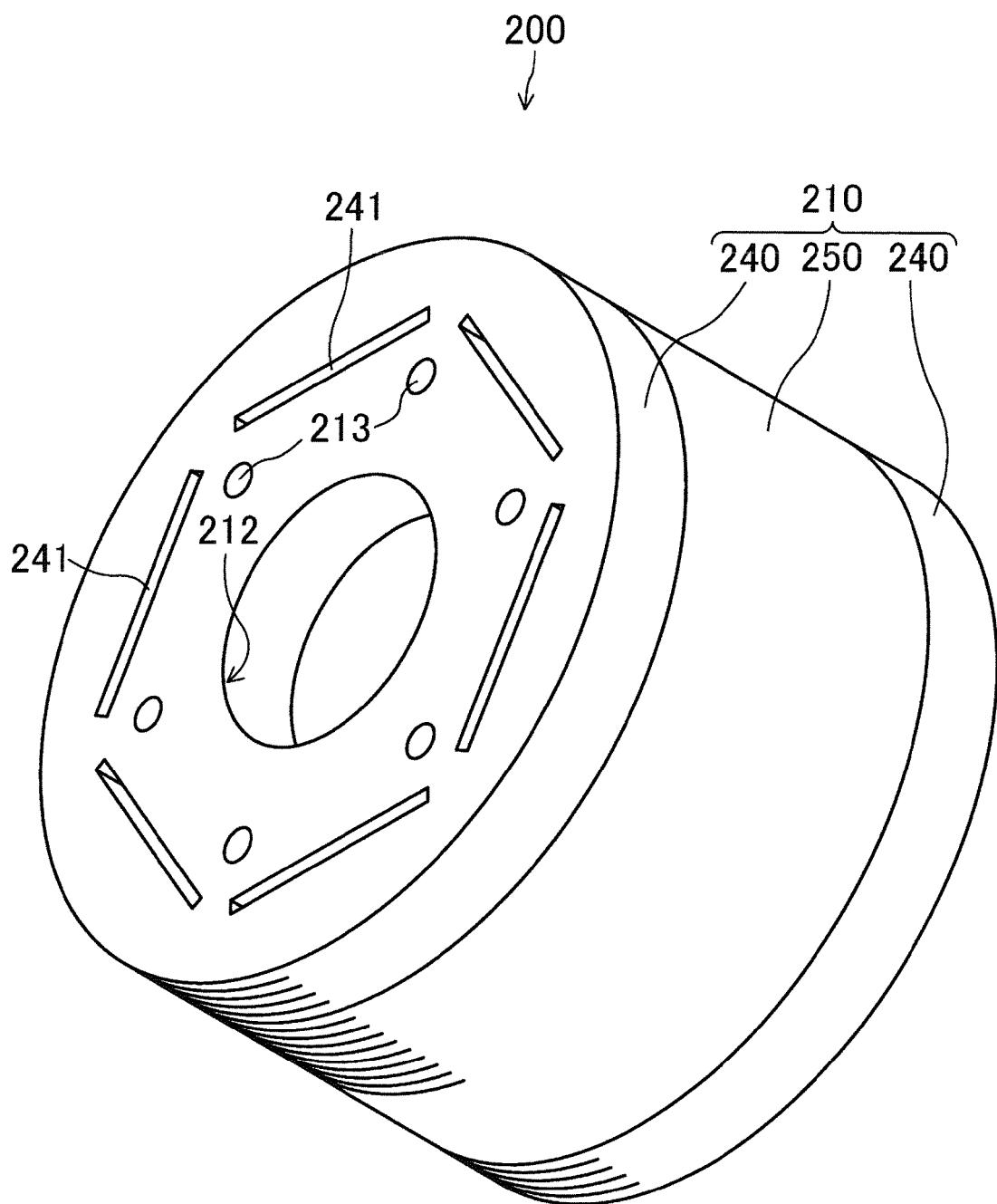


FIG.5

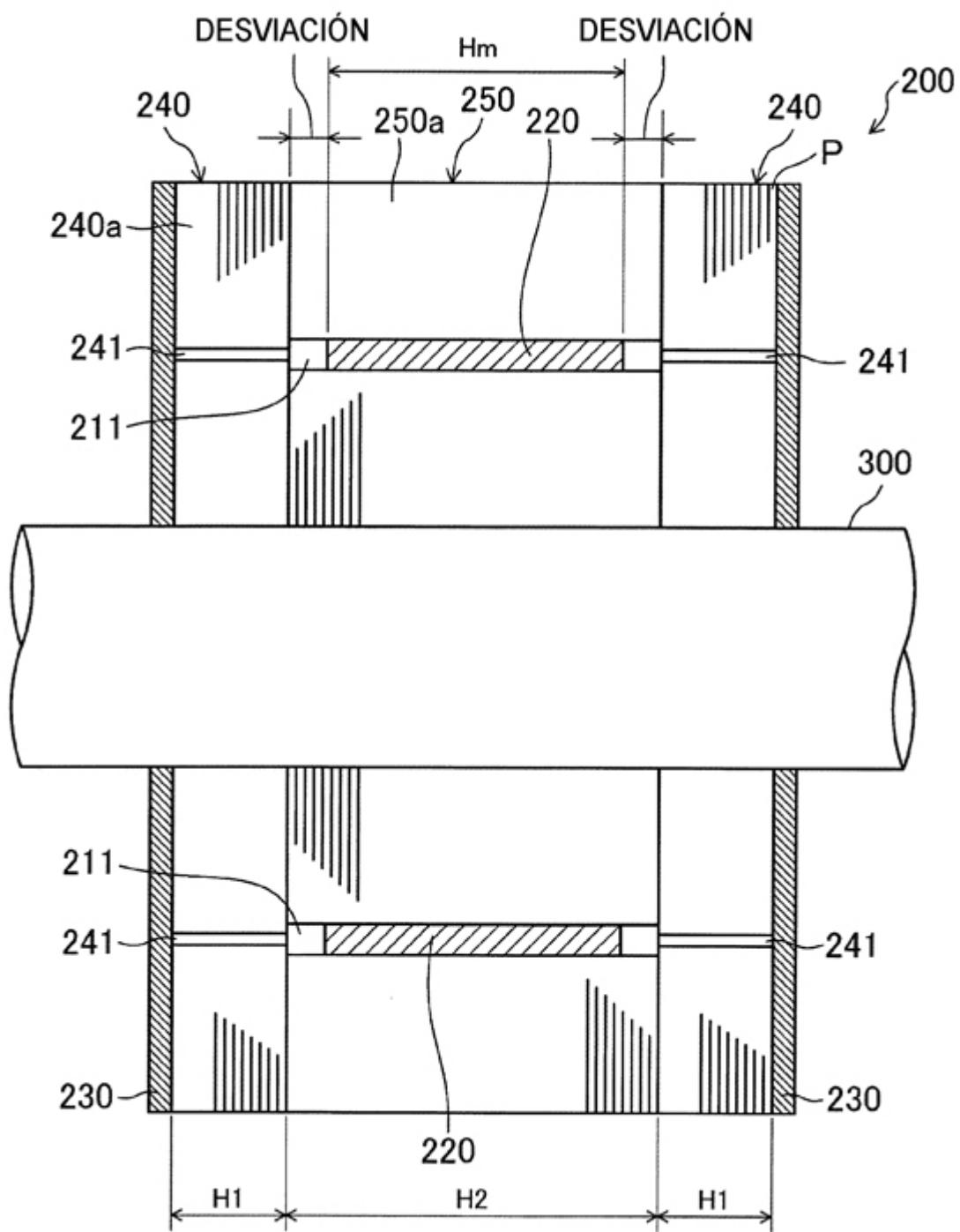


FIG.6

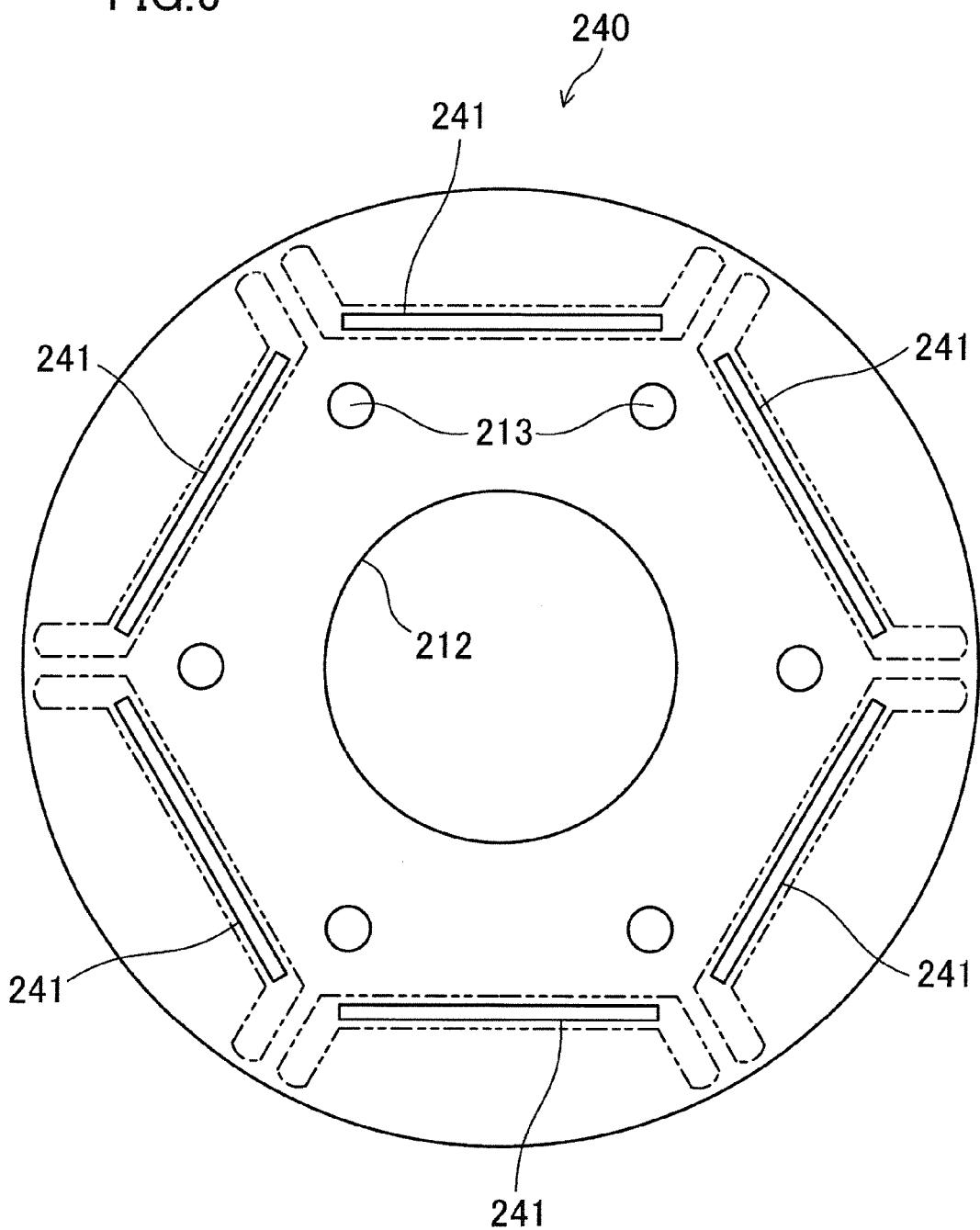


FIG.7

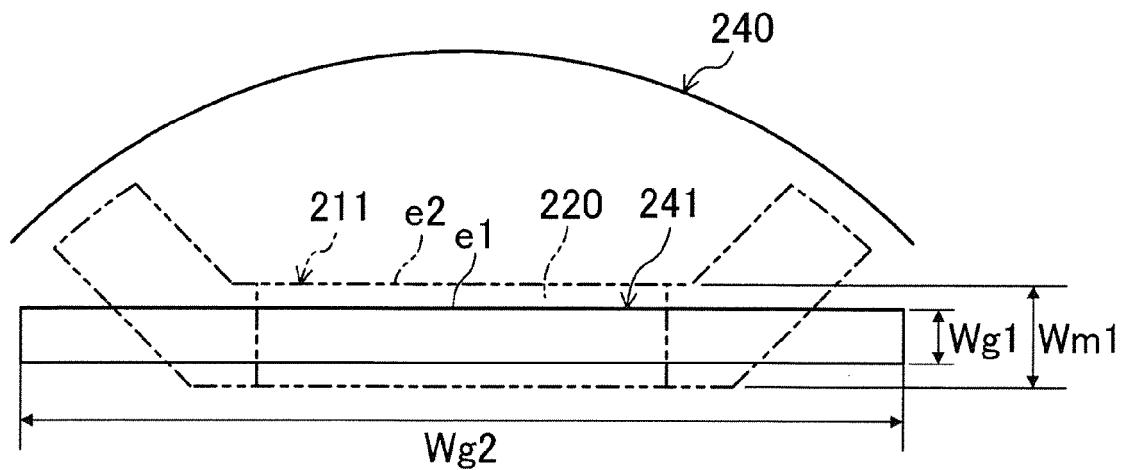


FIG.8

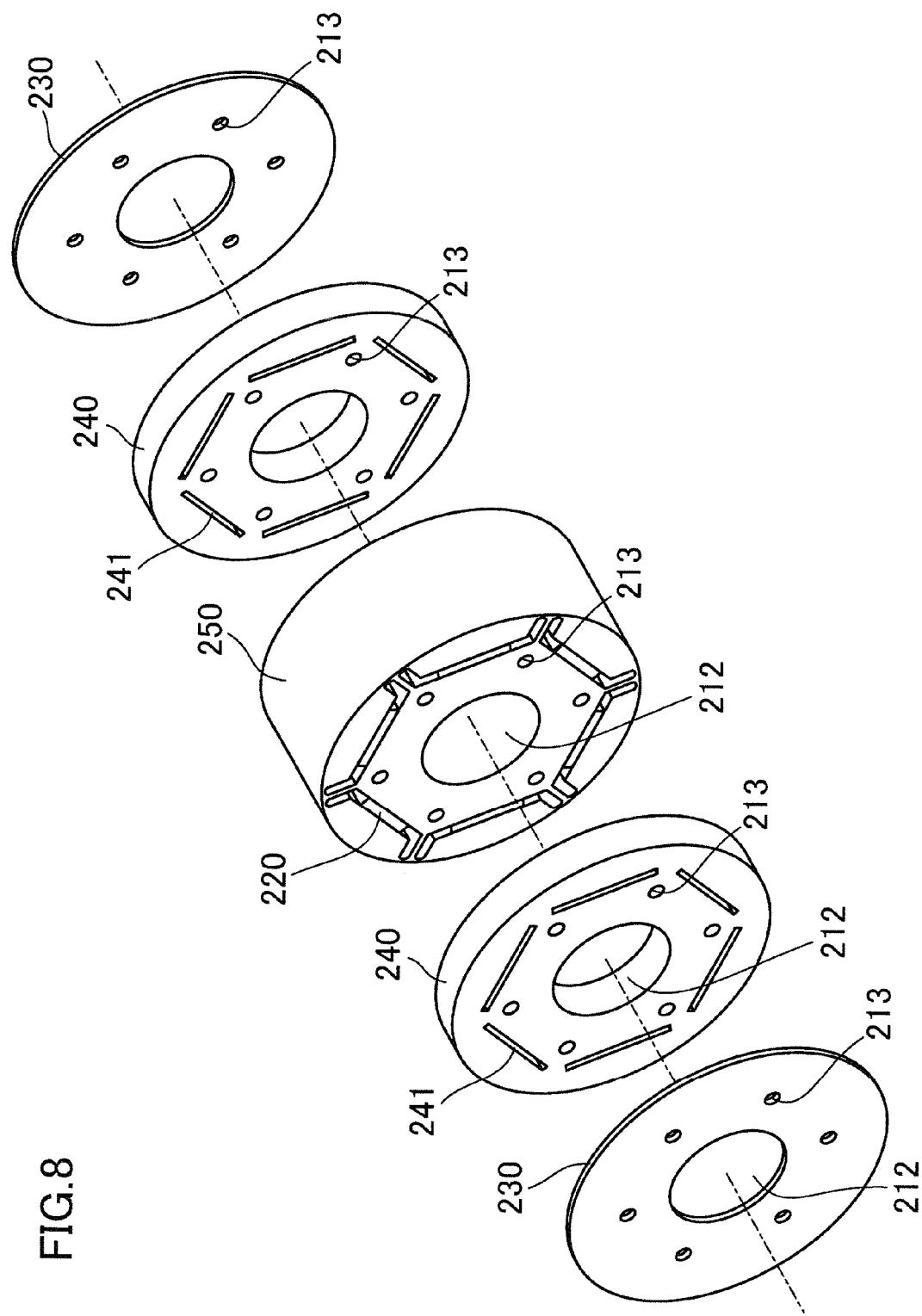


FIG.9

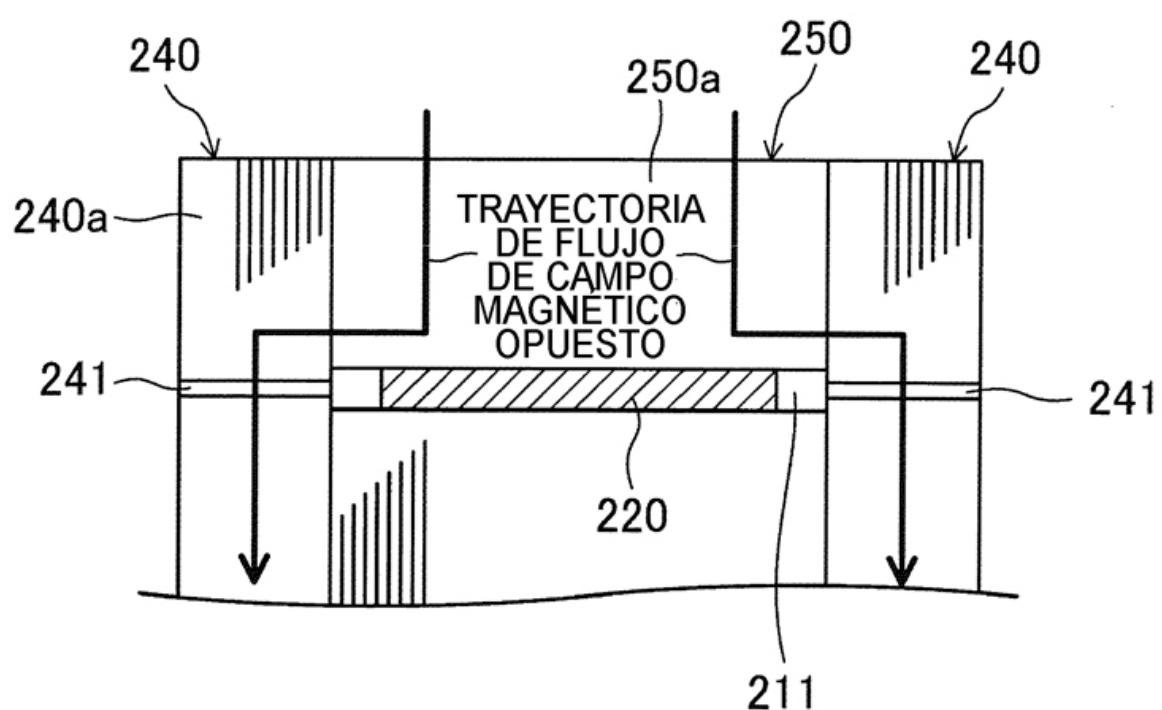


FIG.10

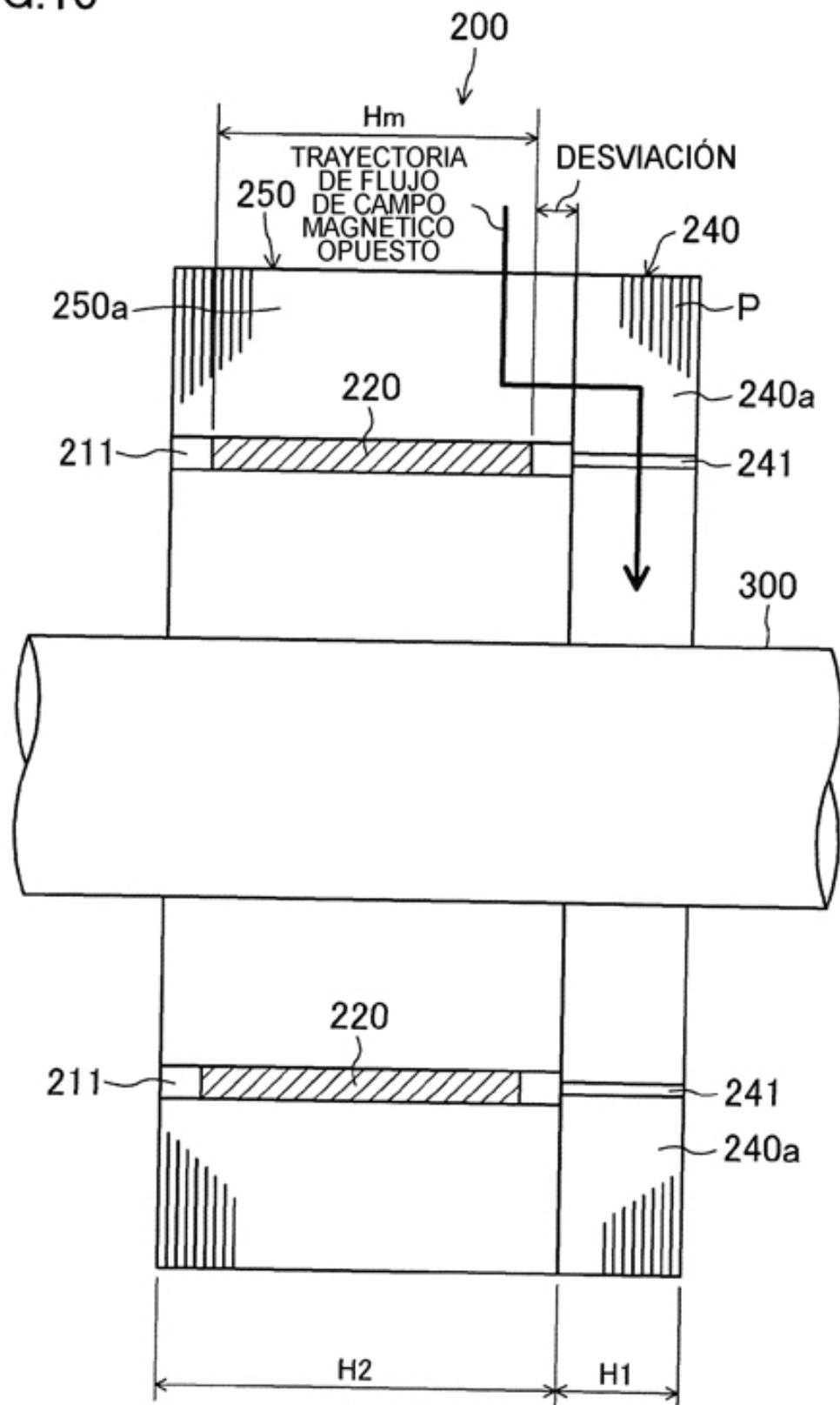


FIG.11

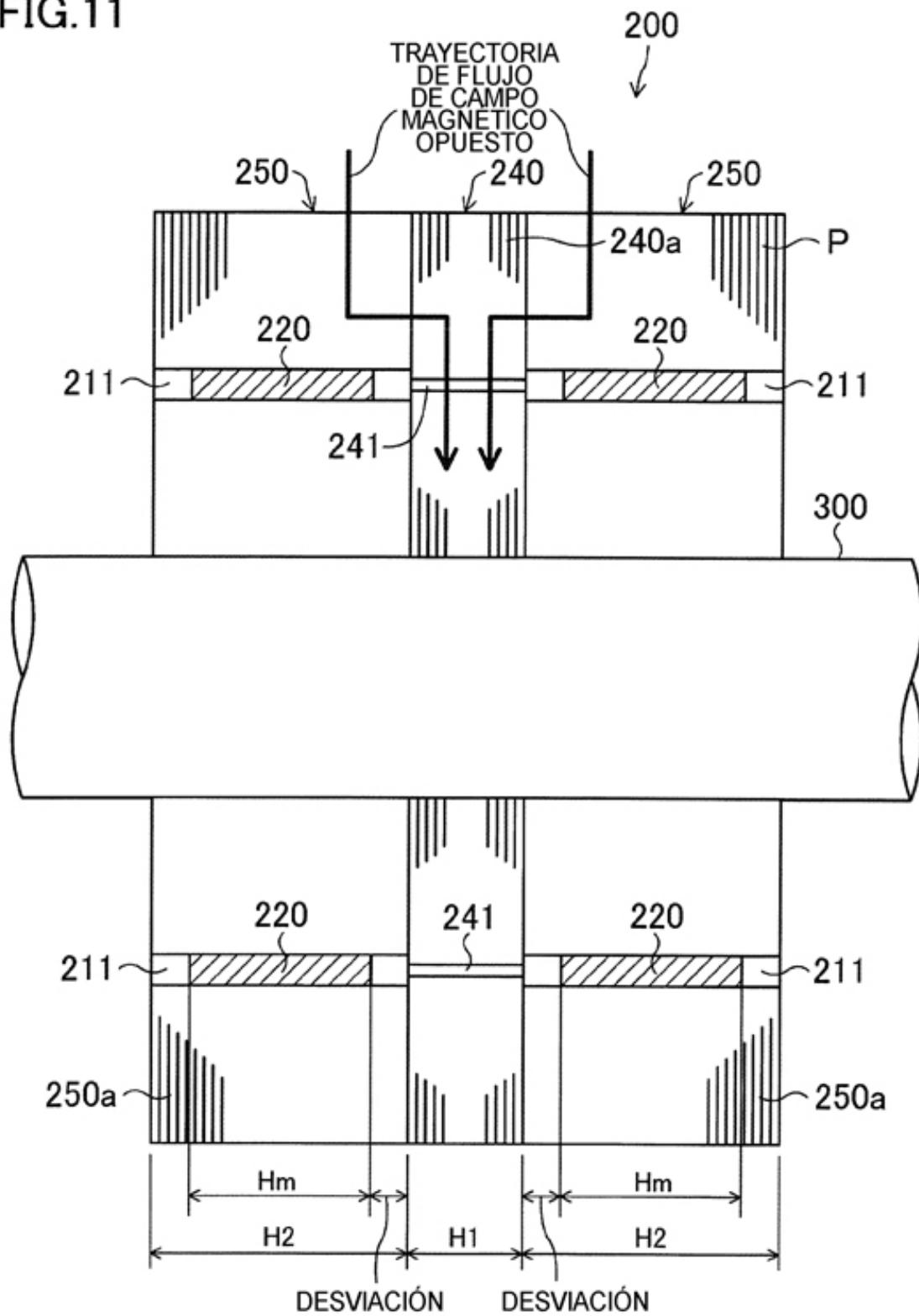


FIG.12

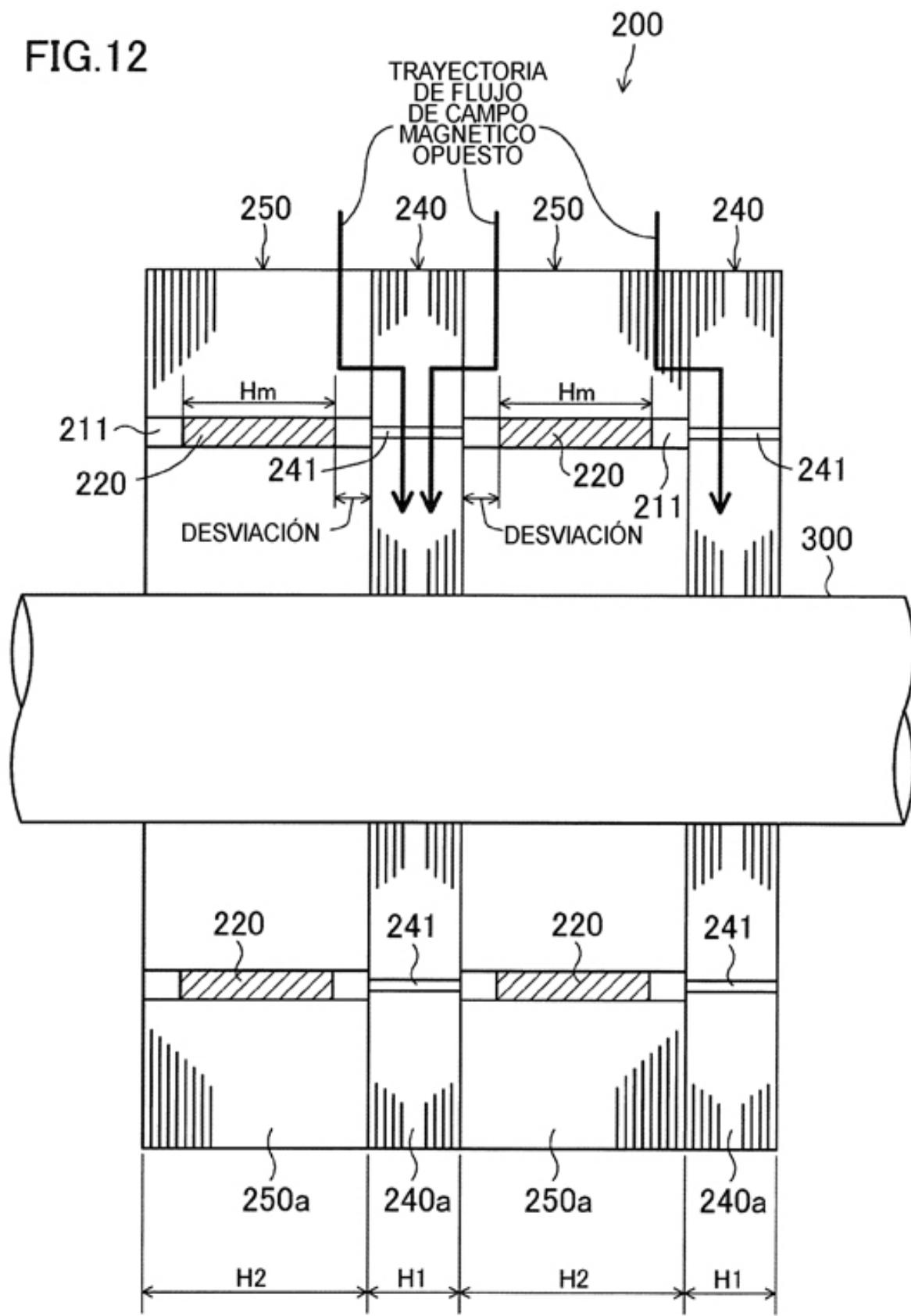


FIG.13

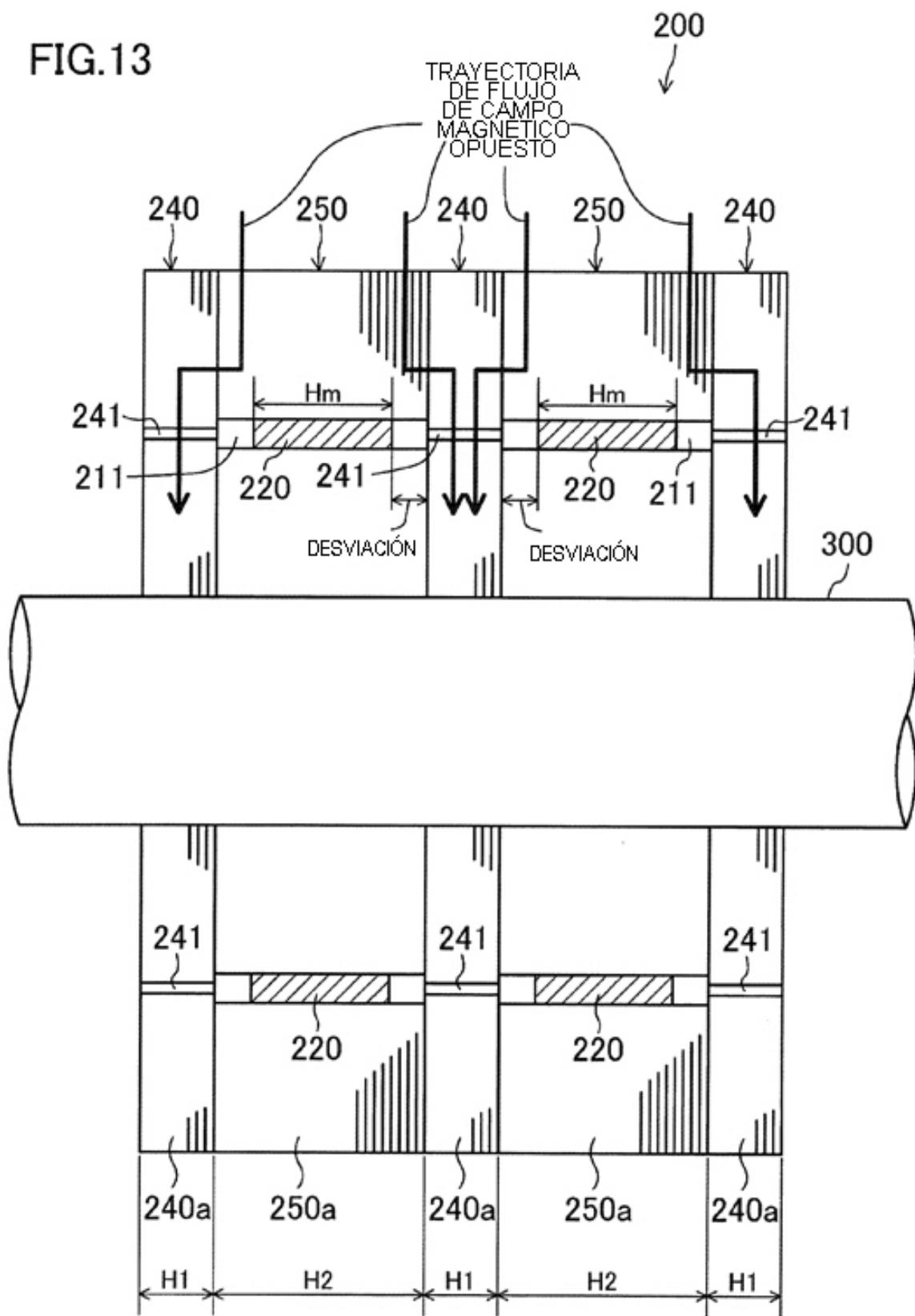


FIG.14

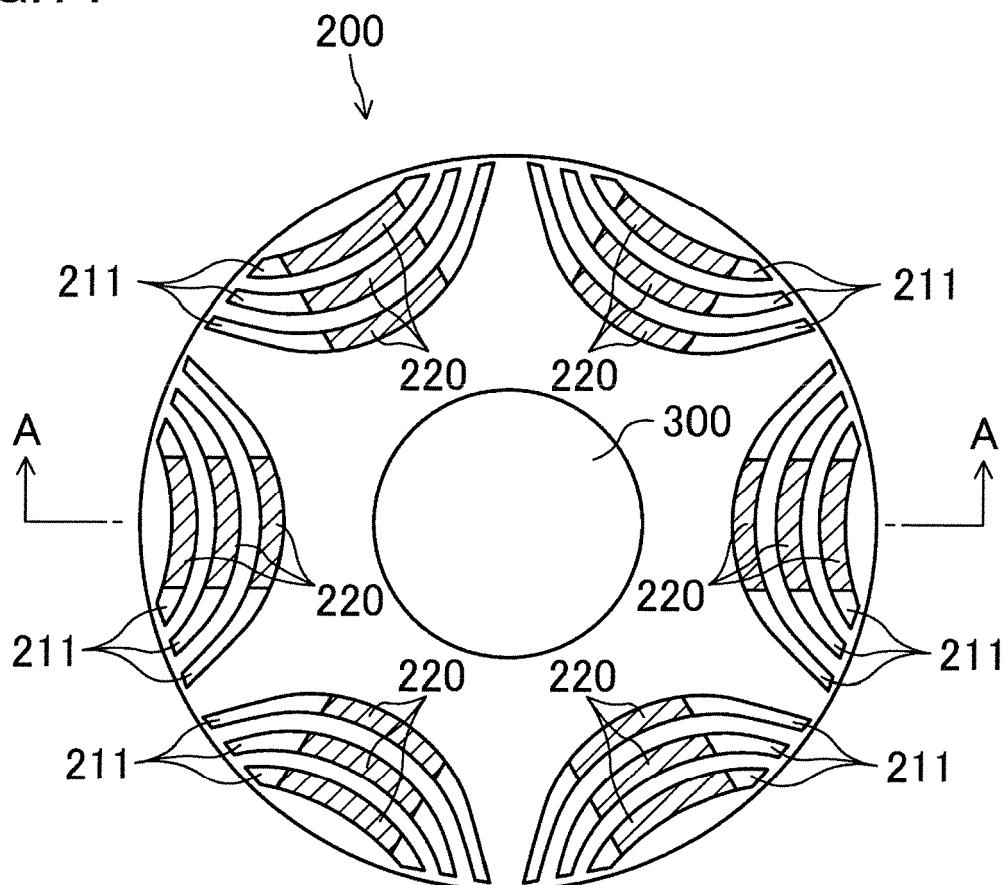


FIG.15

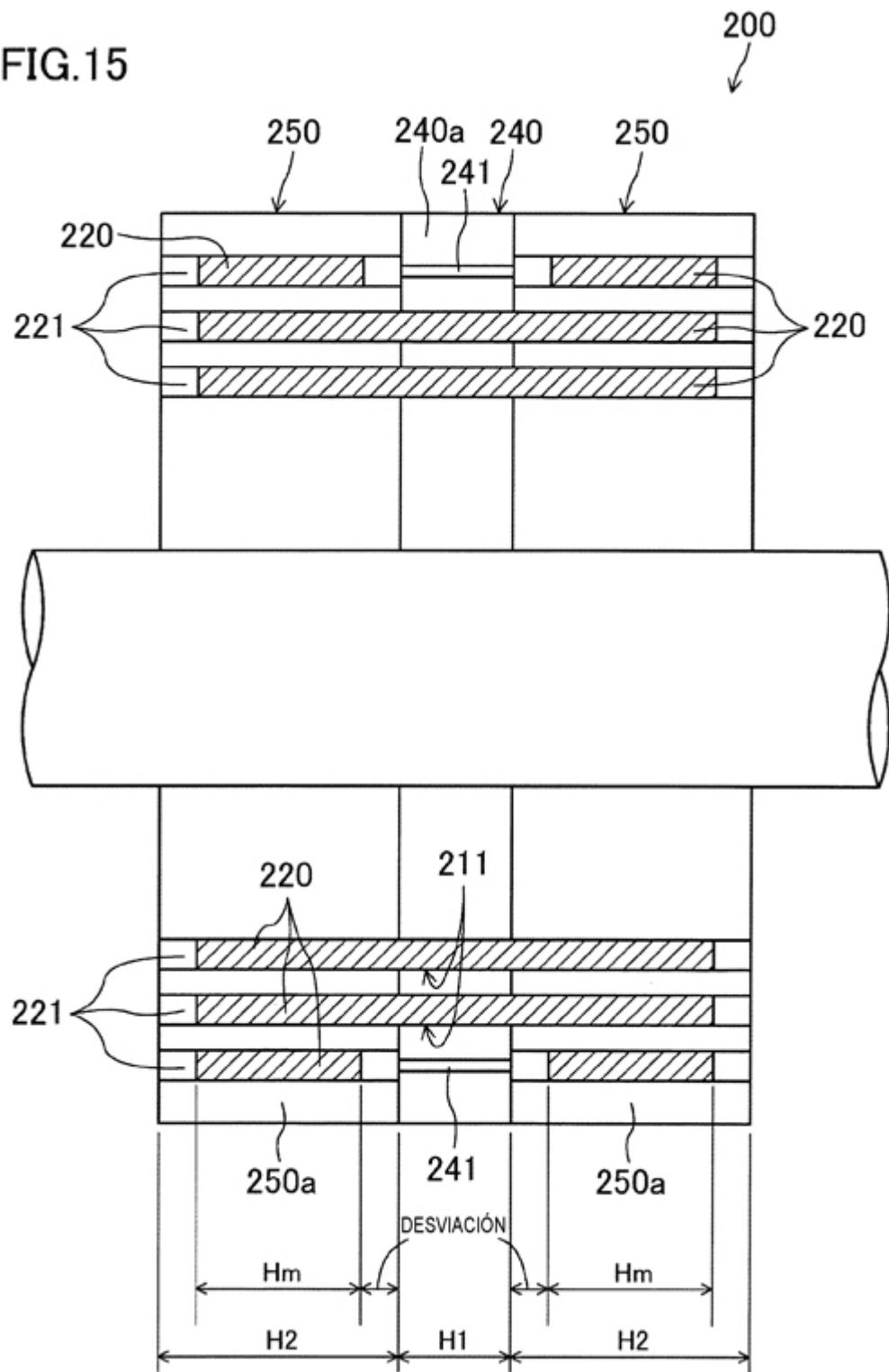


FIG.16

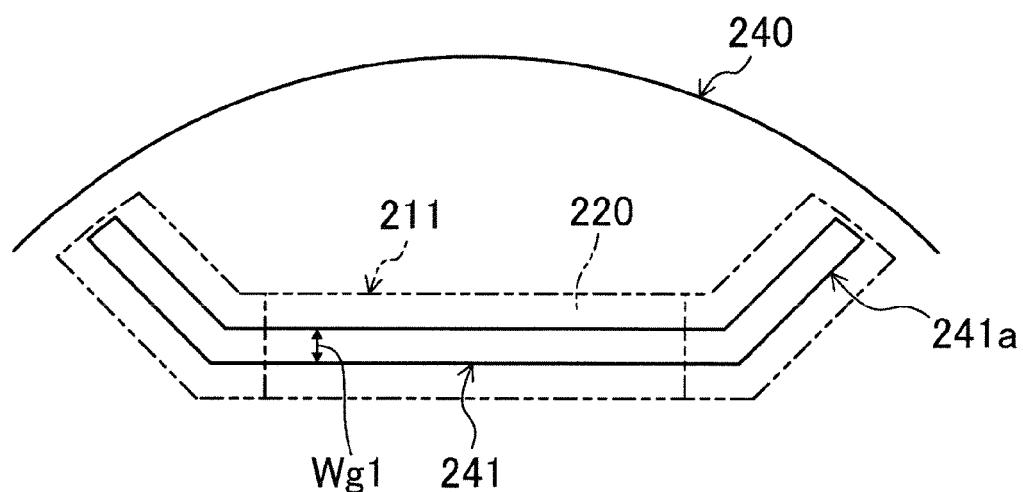


FIG.17

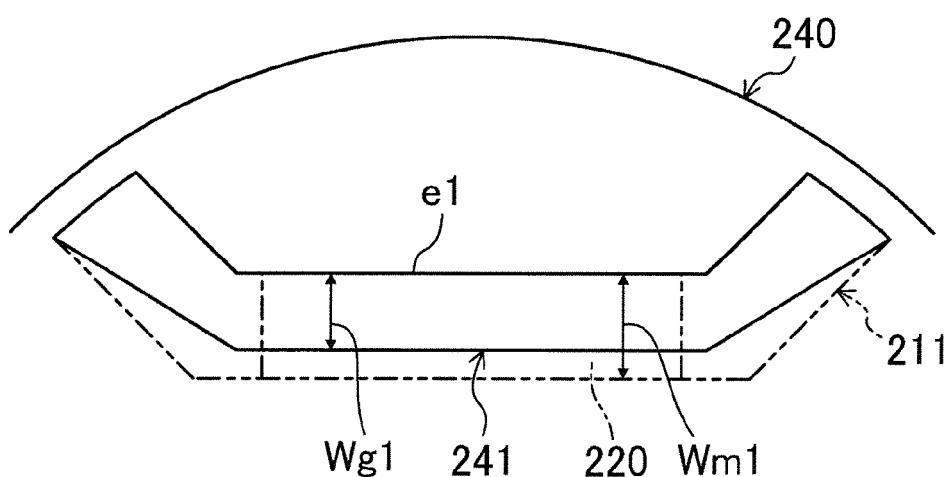


FIG.18

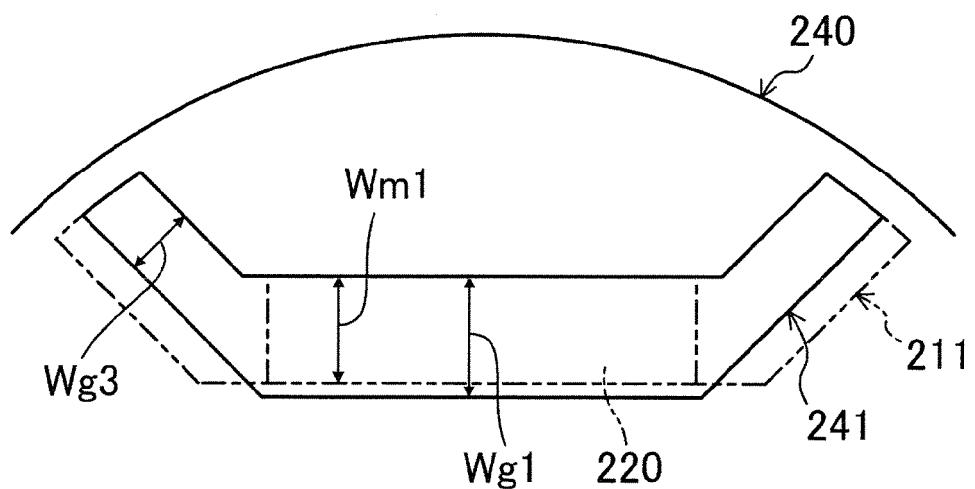


FIG.19

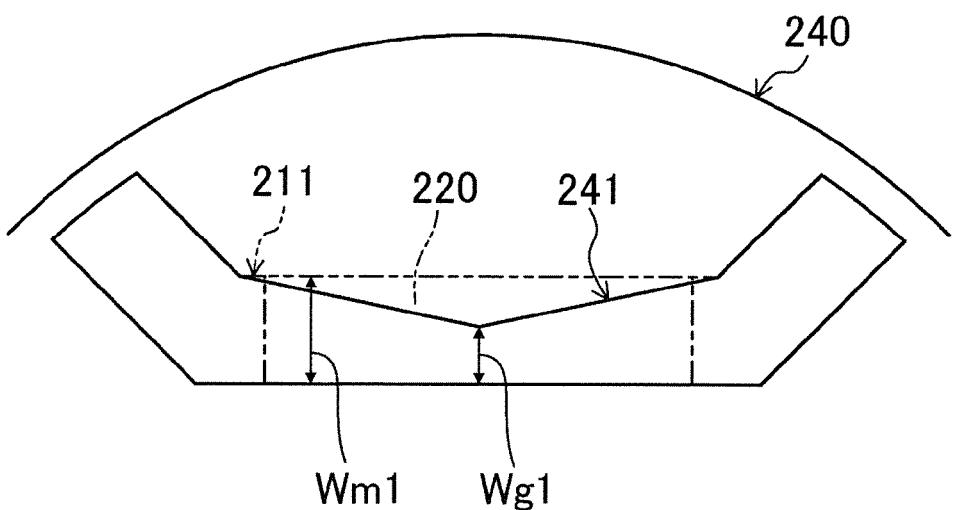


FIG.20

