

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 530**

51 Int. Cl.:

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 15/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2008 PCT/FI2008/050447**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2009 WO09047384**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2008 E 08787720 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 2198500**

54 Título: **Estructura de rotor para una máquina eléctrica de imán permanente**

30 Prioridad:

09.10.2007 FI 20070761

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

20.07.2018

73 Titular/es:

SULZER MANAGEMENT AG (100.0%)

Neuwiesenstrasse 15

8401 Winterthur, CH

72 Inventor/es:

LANTTO, ERKKI JUHANI;

PALKO, MARKO PETTERI y

TOMMILA, VILLE

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 676 530 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).

DESCRIPCION

Estructura de rotor para una máquina eléctrica de imán permanente

5 Campo técnico

La invención se refiere a una estructura de rotor para una máquina eléctrica de imán permanente, que puede operar como un motor eléctrico o generador eléctrico. La invención se refiere también a un método para la fabricación de un rotor para una máquina eléctrica de imán permanente. La invención se refiere, además, a una máquina eléctrica de imán permanente.

Antecedentes de la invención

Los materiales para imanes permanentes, tales como neodimio hierro boro (NeFeB) o samario cobalto (Sm-Co), con lo que se puede conseguir una densidad de flujo magnético fuerte 1... 1.2T, son típicamente muy frágiles. Especialmente la capacidad de los materiales magnéticos permanentes para resistir esfuerzo de tracción es pobre. Por lo tanto, los imanes permanentes en el rotor de una máquina eléctrica de imán permanente tienen que ser reforzados normalmente con estructuras de soporte fabricadas de material más viscoso. Dicho refuerzo es muy importante especialmente en máquinas eléctricas de alta velocidad magnetizadas permanentemente, en las que la velocidad periférica de la superficie exterior del rotor puede ser incluso cientos de metros por segundo.

La figura 1 ilustra el estado de la técnica de una estructura de rotor para una máquina eléctrica de imán permanente vista desde el lado. La figura 1b ilustra la sección transversal de dicha estructura de rotor. La estructura de rotor tiene un árbol 101 con imanes permanentes 102-113 sobre su superficie exterior. El árbol está fabricado con preferencia de acero ferromagnético. La superficie exterior del árbol 101 está provista con un manguito 115 fabricado de material no conductor ferromagnético, con taladros pasantes para los imanes permanentes 102-113. Las flechas trazadas en los imanes permanentes 102-113 describen la dirección de magnetización de cada imán permanente. Un collar de soporte 114 ha sido dispuesto sobre el manguito 115 y los imanes permanentes 102-113. El collar de soporte 114 se muestra en la sección longitudinal en la figura 1a. El manguito 115 puede fijarse al árbol 101, por ejemplo, por medio de tornillos 116 y/o por una unión engatillada sobre la base del fenómeno de expansión térmica, es decir, engatillado térmico. El manguito 115 puede fabricarse, por ejemplo, de plástico, aluminio, titanio o algún otro material adecuado no conductor magnético. En este documento, el material que es no ferromagnético, se designa material no-conductor magnético. En la estructura de rotor mostrada en las figuras 1a y 1b, cada imán permanente 102-113 está ensamblado de varias piezas axialmente consecutivas. En este documento, axial se refiere a la dirección del eje de rotación del rotor 160. La figura 1c ilustra una sección longitudinal de área B mostrada en la figura 1a. El plano de la sección longitudinal es el plano x, y marcado en las figuras 1a y 1c. La figura 1c corresponde a una situación ejemplar, en la que la estructura del rotor gira alrededor del eje de rotación 160. Los imanes permanentes están influenciados por fuerza centrífuga, que provoca que los imanes permanentes sean presionados contra el collar de soporte 114. En otras palabras, el collar de soporte 114 dirige fuerzas radiales hacia los imanes permanentes, de manera que las fuerzas mantienen los imanes permanentes sobre la órbita circular. Las fuerzas entre los imanes permanentes y el collar de soporte estiran el collar de soporte. En la figura 1c, la extensión del collar de soporte ha sido muy exagerada para demostrar el fenómeno. La figura 1c muestra cómo el imán permanente 106 es presionado contra el collar de soporte 114. Se aplica una presión superficial fuerte al área del imán permanente 106 ilustrado por la flecha 130. Dicha presión superficial fuerte tensa el material magnético permanente frágil 106 e incluso puede provocar fracturas. Una presión superficial adversa alta puede estar dirigida también hacia el collar de soporte 114. La situación puede mejorarse un poco rodeando el borde del imán permanente 106 indicado por la flecha 130 y/o seleccionando la longitud del collar de soporte, de manera que los extremos del collar de soporte y los imanes permanentes son alineados entre sí de la manera más estrecha posible en la dirección axial. La realización de estos asuntos es complicada por la dificultad de mecanización de los imanes permanentes y el movimiento posible del collar de soporte con relación a los imanes permanentes.

Una solución del estado de la técnica consiste en fijar los imanes permanentes 102-113 al árbol 101 para que se aligere la presión de los imanes permanentes contra el collar de soporte 114. Dicha fijación se realiza, en general, por medio de encolado. Sin embargo, en máquinas eléctricas de alta velocidad, esta solución no es generalmente factible, debido a que la consecución de una fijación suficientemente fuerte entre imanes permanentes frágiles 102-113 y el árbol 101 es una tarea muy complicada. Por otra parte, si la fijación entre los imanes permanentes y el árbol fuera capaz de resistir la tensión causada por la fuerza centrífuga, es decir, que dicha fijación podía mantener los imanes permanentes sobre la órbita circular, se generarían tensiones de tracción internas en los imanes permanentes. Esto no sería ventajoso, debido a que la capacidad de varios materiales magnéticos permanentes para tolerar el esfuerzo de tracción es pobre.

El documento US 2006/192455 A1 describe una estructura de rotor, en la que una pareja de ejes cortos se fijan de forma roscada al manguito interior de cada extremo y se coloca un imán entre ellos.

El documento US 6.141.856 A describe el uso de soportes que están montados sobre el árbol en cada extremo de un retén, que se instala sobre los imanes permanentes.

Sumario de la invención

5 La invención se refiere a una estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente, que puede operar como un motor eléctrico o generador eléctrico. La estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con la invención tiene:

- 10 - un árbol;
- un imán permanente;
- un collar de soporte, que rodea dicho árbol y dicho imán permanentes; y
- una pieza de protección, que está localizada entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte y que ha sido dispuesta como una extensión mecánica axial de dicho imán permanentes, y cuyo punto medio de la masa está localizado a una distancia desde el eje de rotación geométrico de la estructura de rotor, extendiéndose dicha pieza de protección en la dirección tangencial sobre menos de la mitad de la circunferencia interior del collar de soporte.

La invención se refiere también a un método para la fabricación de una máquina eléctrica de imán permanente, que comprende un rotor, que comprende un árbol. En el método:

- 20 - se instala una pieza de protección, de manera que dicha pieza de protección formará una extensión mecánica axial para el imán permanente en dicho rotor y porque el punto medio de la masa de la pieza de protección permanecerá a una distancia desde el eje de rotación del rotor, extendiéndose dicha pieza de protección en la dirección tangencial sobre menos de la mitad de la circunferencia interior del collar de soporte, y
- 25 - se instala un collar de soporte para rodear dicho árbol de rotor, dicho imán permanente y dicha pieza de protección, de manera que dicha pieza de protección permanecerá entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte.

La invención se refiere también a una máquina eléctrica de imán permanente, que puede operar como un motor eléctrico o generador eléctrico. La máquina eléctrica de imán permanente de la invención contiene un rotor, que

- 30 tiene
 - un árbol montado en el bastidor de la máquina eléctrica con cojinetes;
 - un imán permanente;
 - un collar de soporte que rodea dicho árbol y dicho imán permanente, y
 - 35 - una pieza de protección localizada entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte y que ha sido dispuesta como una extensión mecánica axial para dicho imán permanente, y cuyo punto medio de la masa está localizado a una distancia desde el eje de rotación geométrico de la estructura de rotor, extendiéndose dicha pieza de protección en la dirección tangencial sobre menos de la mitad de la circunferencia interior del collar de soporte.

40 La ventaja considerable alcanzable con la invención es que por medio de dicha pieza de protección es posible reducir los valores locales máximos de las fuerzas formadas entre el collar de soporte y el imán permanente a medida que el rotor gira sin tener que configurar el imán permanente o esforzarse por una estructura, en la que los extremos del collar de soporte y el imán permanente se adaptan en la mayor medida posible en la dirección axial.

45 Diferentes formas de realización de la invención se caracterizan por lo que se ha descrito en las reivindicaciones dependientes de la patente.

Breve descripción de las figuras

50 Las formas de realización de la invención y sus ventajas se explicarán a continuación con más detalle con referencia como ejemplos a las formas de realización mostradas y a los dibujos que se acompañan, en los que:

Las figuras 1a, 1b y 1c son vistas laterales de la estructura del rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con el estado de la técnica, la sección transversal de dicha estructura de rotor, y un detalle de dicha estructura de rotor.

Las figuras 2a y 2b ilustran una forma de realización de la estructura del rotor de una máquina eléctrica de imán permanente, vista desde el lado y un detalle de dicha estructura de rotor.

60 Las figuras 3a y 3b ilustran una forma de realización de la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente, vista desde el lado y la sección transversal de dicha estructura de rotor.

La figura 4 es una vista lateral de una forma de realización de la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente.

La figura 5 ilustra una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma de realización de la invención.

5 La figura 6 es un diagrama de flujo del método de acuerdo con una forma de realización de la invención para la fabricación de una máquina eléctrica de imán permanente; y

Las figuras 7a y 7b ilustran la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma de realización de la invención, vista desde el lado, y una sección transversal de dicha estructura de rotor.

10

Descripción detallada de las formas de realización de la invención

Las figuras 1a, 1b y 1c han sido explicadas anteriormente en este documento en conexión con la descripción de la tecnología del estado de la técnica.

15

La figura 2a ilustra la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma de realización de la invención, vista desde el lado. La figura 2b es una sección longitudinal de un detalle de dicha estructura de rotor. La estructura de rotor tiene el árbol 201, con imanes permanentes 202.206 previstos sobre su superficie exterior. El árbol está fabricado con preferencia de acero magnético. Sobre la superficie exterior del árbol 201 existe el manguito 215 fabricado de material no-conductor magnético, con taladros pasantes para los imanes permanentes 202-206. El collar de la superficie 214 está localizado sobre el manguito 215 y los imanes permanentes 202-206. En la figura 2a, se muestra el collar de soporte 214 en la sección longitudinal.. El manguito 215 se puede fijar al árbol 201, por ejemplo, por medio de tornillos y/o una unión engatillada sobre la base del fenómeno de expansión térmica, es decir, por medio de engatillado térmico. El manguito 215 se puede fabricar, por ejemplo, de plástico, aluminio, titanio, o algún otro material adecuado no conductor magnético. Junto a los imanes permanentes 202-206 existen piezas de protección 220-229. Las piezas de protección están localizadas con preferencia de manera que una pieza de protección actúa como una extensión mecánica axial para el imán permanente. También es posible instalar piezas de protección entre piezas magnéticas permanentes axiales consecutivas. En la estructura ilustrada en la figura 2c, las piezas de protección están localizadas como extensiones mecánicas axiales para los imanes permanentes 202-206 hacia los extremos 250 y 251 del collar de soporte 214. Cada imán permanente 202-206 consta de cinco piezas axialmente consecutivas.

20

25

30

La figura 2b es una sección longitudinal de la proximidad de la pieza protectora 220 mostrada en la figura 2a. El plano de la sección longitudinal es el plano x, y marcado en las figuras 2a y 2b. La figura 2b corresponde a una situación ejemplar, en la que la estructura de rotor gira alrededor del eje de rotación 260. Los imanes permanentes y las piezas de protección están influenciadas por fuerza centrífuga, que provoca que los imanes permanentes y las piezas de protección sean presionadas contra el collar de soporte 214. En otras palabras, el collar de soporte 214 aplica fuerzas radiales a los imanes permanentes y a las piezas de protección, manteniendo las fuerzas los imanes permanentes y las piezas de protección sobre la órbita circular. Las fuerzas entre los imanes permanentes y las piezas de protección así como el collar de soporte extienden el collar de soporte. En la figura 2b, el estiramiento del collar de soporte ha sido muy exagerado para demostrar el fenómeno.

35

40

La figura 2b muestra cómo se presionan la pieza protectora 220 y el imán permanente 202 contra el collar de soporte 214. Se aplica una presión superficial fuerte al borde de la pieza de protección 220 indicada por la flecha 230, debido a que el manguito 215 alrededor de la caña 201 no una presión tan alta a la superficie interior del collar de soporte como las piezas de protección y los imanes permanentes. La pieza de protección 220 reduce la presión superficial que el collar de soporte 214 aplica al borde del imán permanente 202 indicado por la flecha 231. La densidad (kg/m^3) del material de la pieza de protección está con preferencia en el área de 0,3 ... 1,3 veces la densidad del material magnético permanente. La viscosidad del material de la pieza de protección es con preferencia más alta que la viscosidad del material magnético permanente. Las piezas de protección se pueden fabricar, por ejemplo, de aluminio, titanio, acero inoxidable, latón, bronce o cobre.

45

50

En la estructura de rotor de acuerdo con una forma de realización de la invención, el collar de soporte 214 está fabricado de fibra de carbono, cuyas fibras están sustancialmente en dirección longitudinal. En este documento, la dirección tangencial se refiere a la dirección de la trayectoria del movimiento rotatorio.

55

En la estructura de rotor de acuerdo con una forma de realización de la invención, el collar de soporte 214 está fabricado de titanio.

60

La estructura de rotor ilustrada en la figura 2a tiene cuatro polos, pero es evidente para un técnico en la materia que el principio estructural mostrado en la figura 2a se puede aplicar también a estructuras de rotor, en las que el número de polos es dos o más de cuatro.

La figura 3a ilustra la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma

de realización de la invención, vista desde el lado. La figura 3b ilustra la sección transversal A-A de la estructura de rotor en cuestión. La estructura de rotor tiene el árbol 301, con imanes permanentes 302 y 302 previstos sobre su superficie exterior. El árbol está fabricado con preferencia de acero ferromagnético. Las flechas trazadas en los imanes permanentes 302 y 303 indican la dirección de magnetización de cada imán permanente. Los imanes permanentes 302 y 303 están localizados en recesos sobre la superficie exterior de dicho árbol 301. Existe un collar de soporte 314 alrededor del árbol 301 y los imanes permanentes 302 y 303. En la figura 3a, el collar de soporte 314 se ha mostrado en la sección longitudinal. La estructura de rotor tiene piezas de protección, que están localizadas entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte y que están dispuestas como extensiones mecánicas axiales para los imanes permanentes. Las piezas de protección 320 y 321 son extensiones mecánicas axiales para el imán permanente 302.

En la estructura de rotor de acuerdo con una forma de realización de la invención, las piezas 305, 306, 307 y 308 del material no-conductor magnético están previstas cerca de las superficies de los imanes permanentes 302 y 303 que apuntan en la dirección tangencial. Las piezas 305, 306, 307 y 308 del material no-conductor magnético puede ser, por ejemplo, plástico, aluminio, titanio o algún otro material no-ferromagnético adecuado.

En la estructura de rotor de acuerdo con una forma de realización de la invención, cada imán permanente 302 y 303 tiene un juego radial 330 y 331 entre el collar de soporte 314 y el árbol 301. En la situación ilustrada en la figura 3b, los imanes permanentes 302 y 303 se pueden mover sobre el plano de la superficie de la imagen 3b fuera del eje de rotación 360. En la situación ilustrada en la figura 3b, los espacios 330 y 331 entre los imanes permanentes y el collar de soporte 214 hacen posible el juego de los imanes permanentes 302 y 303. Dependiendo de la posición de los imanes permanentes 302 y 303 en dicho juego radial, los espacios que hacen posible el juego pueden estar o bien total o parcialmente también entre la superficie exterior del árbol 301 y los imanes permanentes 302 y 303. Como se puede ver a partir de la figura 3b, el ajuste mutuo de los imanes permanentes 302 y 303 y el collar de soporte 314 no es mecánicamente hermético, de manera que el collar de soporte puede ser empujado para colocarlo utilizando un movimiento en la dirección del eje de rotación 332 sin poner el collar de soporte en contacto con los imanes permanentes de material posiblemente frágil durante la instalación.

En la estructura de rotor de acuerdo con una forma de realización de la invención, los espacios 330 y 331 que permiten el juego radial de los imanes permanentes 302 y 303 contienen aire. En la estructura de rotor de acuerdo con otra forma de realización de la invención, los espacios 330 y 331 que permiten el juego radial de los imanes permanentes 302 y 303 contienen material elástico, que puede ser, por ejemplo, silicona.

La estructura de rotor ilustrada en las figuras 3a y 3b es bipolar, pero es evidente para un técnico en la materia que el principio estructural mostrado en las figuras 3a y 3b se puede aplicar también a estructuras de rotor, en las que el número de polos es mayor que dos.

La figura 4 ilustra la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma de realización de la invención, vista desde el lado. La estructura de rotor tiene dos secciones 471 y 472 axialmente sucesivas, cada una de las cuales contiene:

- imanes permanentes (tales como el imán permanente 402),
- un collar de soporte que rodea el árbol 401 y dichos imanes permanentes, y
- piezas de protección (tal como la pieza de protección 420) localizada entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte, y dispuestas como extensiones mecánicas axiales para los imanes permanentes.

La estructura ilustrada en la figura 4 es ventajosa especialmente cuando los manguitos 415 y 415a y/o los collares de soporte 414 y 414a tienen un factor de expansión térmica diferente del árbol 401. Con la estructura ilustrada en la figura 4, es posible reducir las tensiones mecánicas axiales causadas por variaciones de la temperatura. En la figura 4, los collares de soporte 414 y 414a se han mostrado en la sección longitudinal, y los imanes permanentes y las piezas de protección se han mostrado como superficies negras.

En la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma de realización de la invención existen más de dos secciones axialmente sucesivas, cada una de las cuales contiene imanes permanentes, un collar de soporte, y piezas de protección.

La figura 5 ilustra una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma de realización de la invención. La máquina eléctrica tiene el bastidor 581, al que se fija el núcleo del estator 582. Las muescas en el núcleo del estator pueden tener el arrollamiento de estator 583. El rotor de la máquina eléctrica 584 tiene:

- un árbol 501 que está montado en el bastidor 581 de la máquina eléctrica con cojinetes,
- un imán permanente (tales como imanes permanentes 502 y 503),
- un collar de soporte 514 que rodea dicho árbol y dichos imanes permanentes, y
- piezas de protección (tales como las piezas de protección 520, 521) localizadas entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte y dispuestas como extensiones mecánicas axiales

para los imanes permanentes.

El collar de soporte 514, el bastidor 581, el núcleo del estator 582, el arrollamiento del estator 583, y los cojinete 585 y 586 se han mostrado en la sección longitudinal en la figura 5.

5 En la máquina eléctrica de acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos uno de los cojinetes 585 y 586 es un cojinete magnético activo.

10 En la máquina eléctrica de acuerdo con una forma de realización de la invención, ambos cojinetes 585 y 586 son cojinetes magnéticos activos.

En la máquina eléctrica de acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos uno de los cojinetes 585 y 586 es un cojinete de gas.

15 En la máquina eléctrica de acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos uno de los cojinetes 585 y 586 es un rodamiento, que puede ser un rodamiento de bolas o de rodillos.

En la máquina eléctrica de acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos uno de los cojinetes 585 y 586 es un cojinete deslizante, que puede ser, por ejemplo, un cojinete de segmento oscilante.

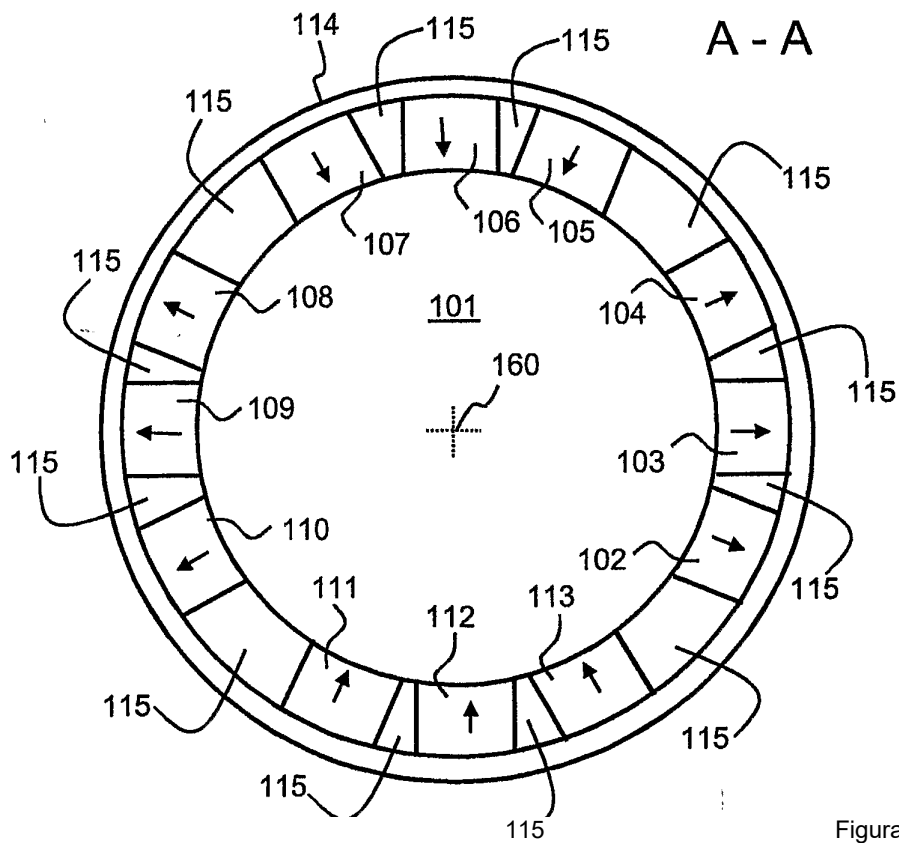
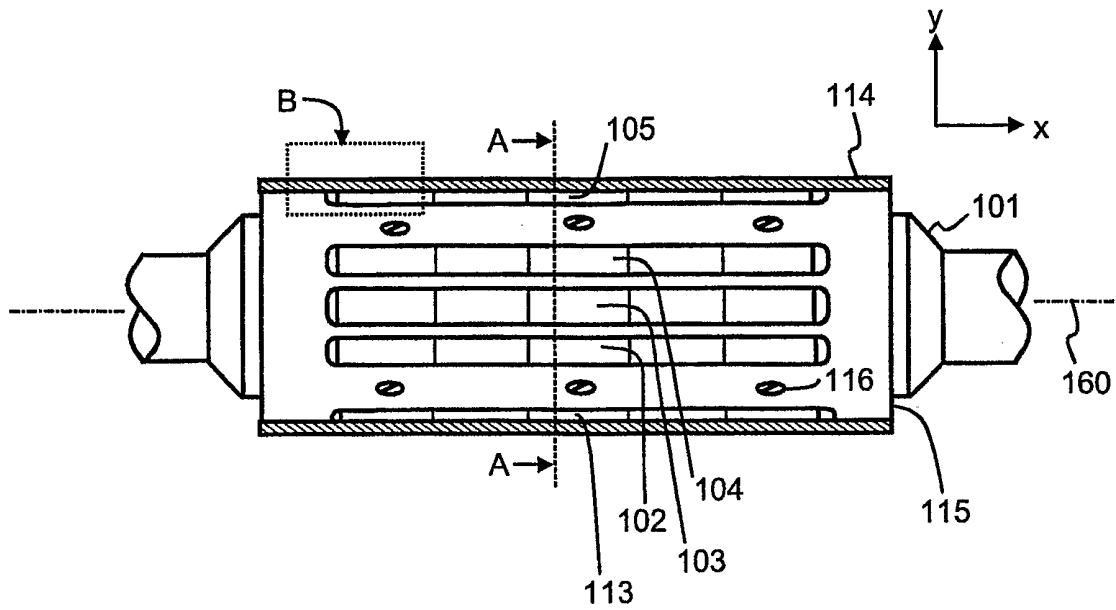
20 La figura 6 es un diagrama de flujo del método de acuerdo con una forma de realización de la invención para la fabricación de un rotor para una máquina eléctrica de imán permanente. En la etapa 601 una pieza protectora está instalada de manera que dicha pieza protectora formará una extensión mecánica axial para el imán permanente en dicho rotor. En la etapa 602, un collar de soporte está instalado para rodear dicho árbol de rotor, dicho imán permanente y dicha pieza de protección, de manera que dicha pieza de protección permanece entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte. El collar de soporte se puede instalar, por ejemplo, empujándolo con un movimiento axial para rodear dicho árbol, el imán permanente y la pieza de protección.

25 La figura 7a ilustra la estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente de acuerdo con una forma de realización de la invención, vista desde el lado. La figura 7b es una sección transversal A-A de la estructura de rotor en cuestión. La estructura de rotor tiene el árbol 701, que está rodeado por un imán permanente tubular 702. El árbol está fabricado con preferencia de acero ferromagnético. El árbol 701 y el imán permanente 702 están rodeados por el collar de soporte 714. La estructura de rotor tiene las piezas de protección 720-725, que están localizadas entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte, y que están dispuestas como extensiones mecánicas axiales para el imán permanente. Existen cuatro piezas de protección 720-723 mostradas en la figura 7b. También es posible utilizar una pieza de protección en forma de anillo en lugar de las piezas de protección 720-723. No obstante, es preferible que la pieza de protección en forma de anillo esté fabricada de material más elástico que el imán permanente 702. En la figura 7a, el imán permanente 702, el collar de soporte 714 y las piezas de protección 720, 722, 724 y 725 se muestran en la sección longitudinal. La estructura de rotor tiene las pestañas de soporte 771 y 772, que están dispuestas para soportar el imán permanente 702, el collar de soporte 714 y las piezas de protección 720-725 en la dirección axial. Dichas pestañas de soporte 771 y 772 pueden ser fijadas al árbol 701, por ejemplo, por medio de tornillos y/o por una unión engatillada sobre la base de un fenómeno de expansión térmica, es decir, engatillado térmico.

45

REIVINDICACIONES

- 1.- Estructura de rotor de una máquina eléctrica de imán permanente, que tiene:
- un árbol (201, 301, 401, 701),
 - un imán permanente (202-206, 302, 303, 402, 702),
 - un collar de soporte (214, 314, 412, 414a, 714), que rodea dicho árbol y dicho imán permanente; y
 - una pieza de protección (220-229, 320, 321, 420, 720-725), que está localizada entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte y que ha sido dispuesta como una extensión mecánica axial de dicho imán permanente, **caracterizada** porque el punto medio de la masa está localizado a una distancia desde el eje de rotación geométrico (260, 460) de la estructura de rotor, extendiéndose dicha pieza de protección en la dirección tangencial sobre menos de la mitad de la circunferencia interior del collar de soporte.
- 2.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicho imán permanente (302, 303) está localizado en un receso sobre la superficie exterior de dicho árbol (301).
- 3.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada** porque una pieza (305, 306, 307, 308) fabricada de material no-conductor magnético está localizada cerca de la superficie que apunta en la dirección tangencial del imán permanente (302, 303).
- 4.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque sobre la superficie exterior de dicho árbol existe un manguito (215, 415, 415a) fabricado de material no-conductor magnético y provisto con un taladro pasante para dicho imán permanente, y dispuesto para soportar dicho collar de soporte (214, 414, 414a) con relación a dicho árbol.
- 5.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 ó 3 ó 4, **caracterizada** porque dicho imán permanente (302, 303) tiene un juego radial (3309, 331) entre dicho collar de soporte (314) y dicho árbol (301).
- 6.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada** porque el espacio (330, 331) que hace posible dicho juego contiene material elástico.
- 7.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la estructura de rotor tiene al menos dos secciones (471, 472) axialmente sucesivas, cada una de las cuales contiene:
- un imán permanente,
 - un collar que rodea dicho árbol y dicho imán permanente, y
 - una pieza de protección localizada entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte y dispuesto como una extensión mecánica axial para dicho imán permanente.
- 8.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicho collar de soporte está fabricado de fibra de carbono, cuyas fibras están orientadas sustancialmente en la dirección tangencial.
- 9.- Estructura de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicho collar está fabricado de titanio.
- 10.- Máquina eléctrica de imán permanente, cuyo rotor (584) tiene:
- un árbol (501) montado en el bastidor (581) de la máquina eléctrica con cojinetes,
 - un imán permanente (502, 503),
 - un collar de soporte (514) que rodea dicho árbol y dicho imán permanente, y
 - una pieza de protección (520, 521) localizada entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte y dispuesta como una extensión mecánica axial para dicho imán permanente,
- caracterizada** porque el punto medio de la masa está localizado a una distancia desde el eje de rotación geométrico del rotor, extendiéndose dicha pieza de protección en la dirección tangencial sobre menos de la mitad de la circunferencia interior del collar de soporte.
- 11.- Método para la fabricación de una máquina eléctrica de imán permanente, que comprende un rotor, que comprende un árbol, **caracterizado** porque en el método:
- se instala (601) una pieza de protección, de manera que dicha pieza de protección forma una extensión mecánica axial para el imán permanente en dicho rotor y porque el punto medio de la masa de dicha pieza de protección permanece a una distancia desde dicho eje de rotación del rotor, extendiéndose dicha pieza de protección en la dirección tangencial sobre menos de la mitad de la circunferencia interior del collar de soporte, y
 - se instala (602) un collar de soporte para rodear dicho árbol de rotor, dicho imán permanente y dicha pieza de protección, de manera que dicha pieza de protección permanece entre la superficie exterior de dicho árbol y la superficie interior de dicho collar de soporte.



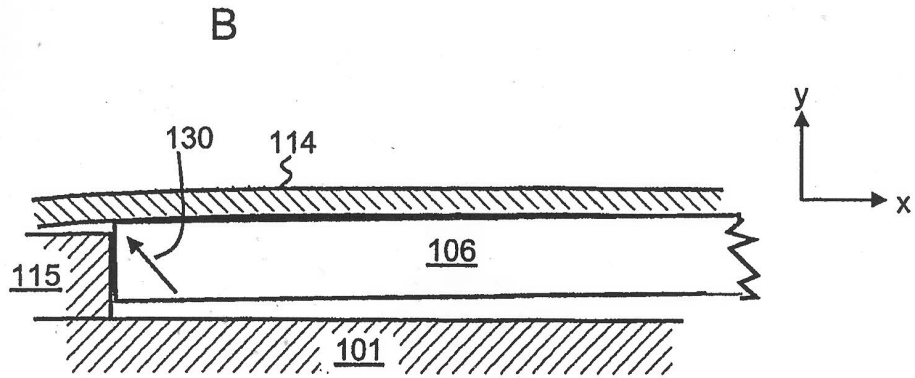


Figura 1c

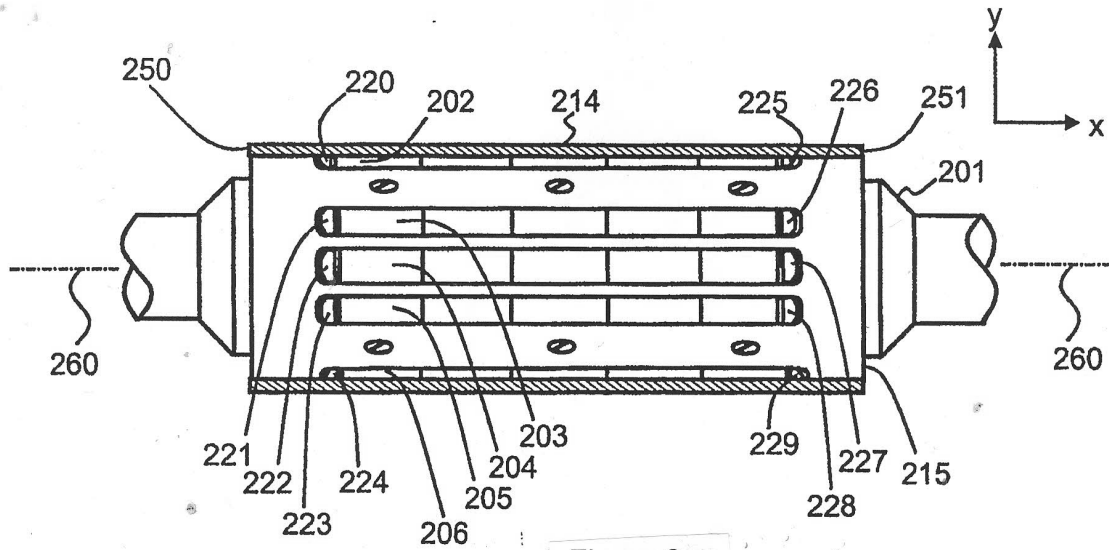


Figura 2a

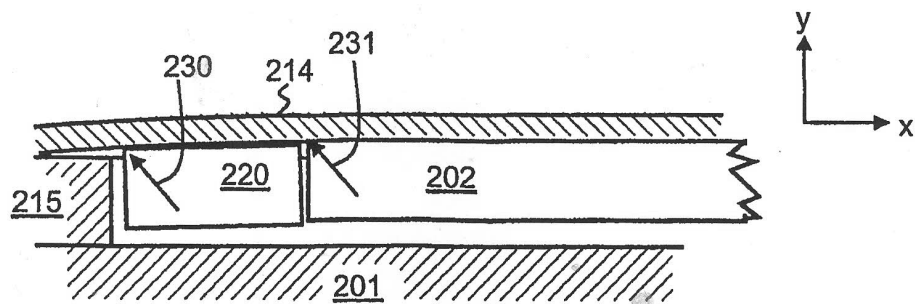
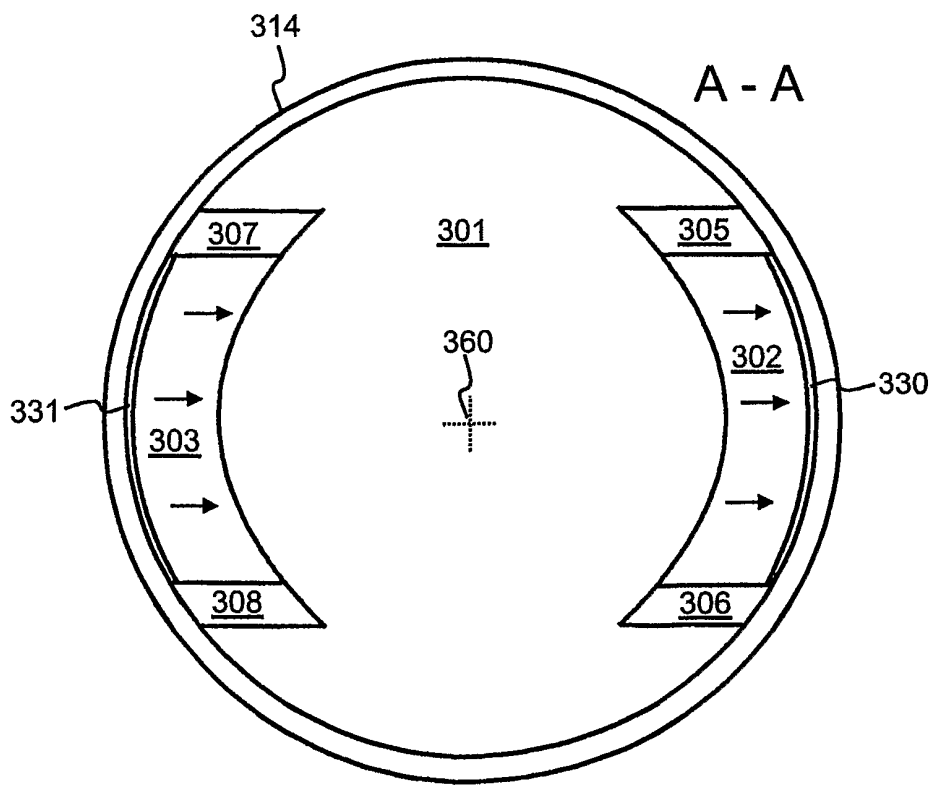
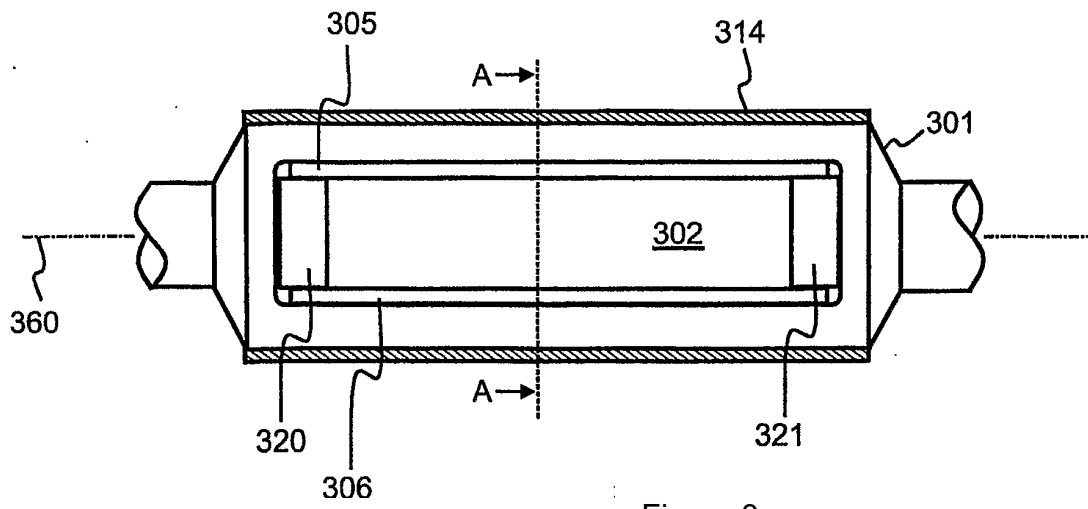


Figura 2b



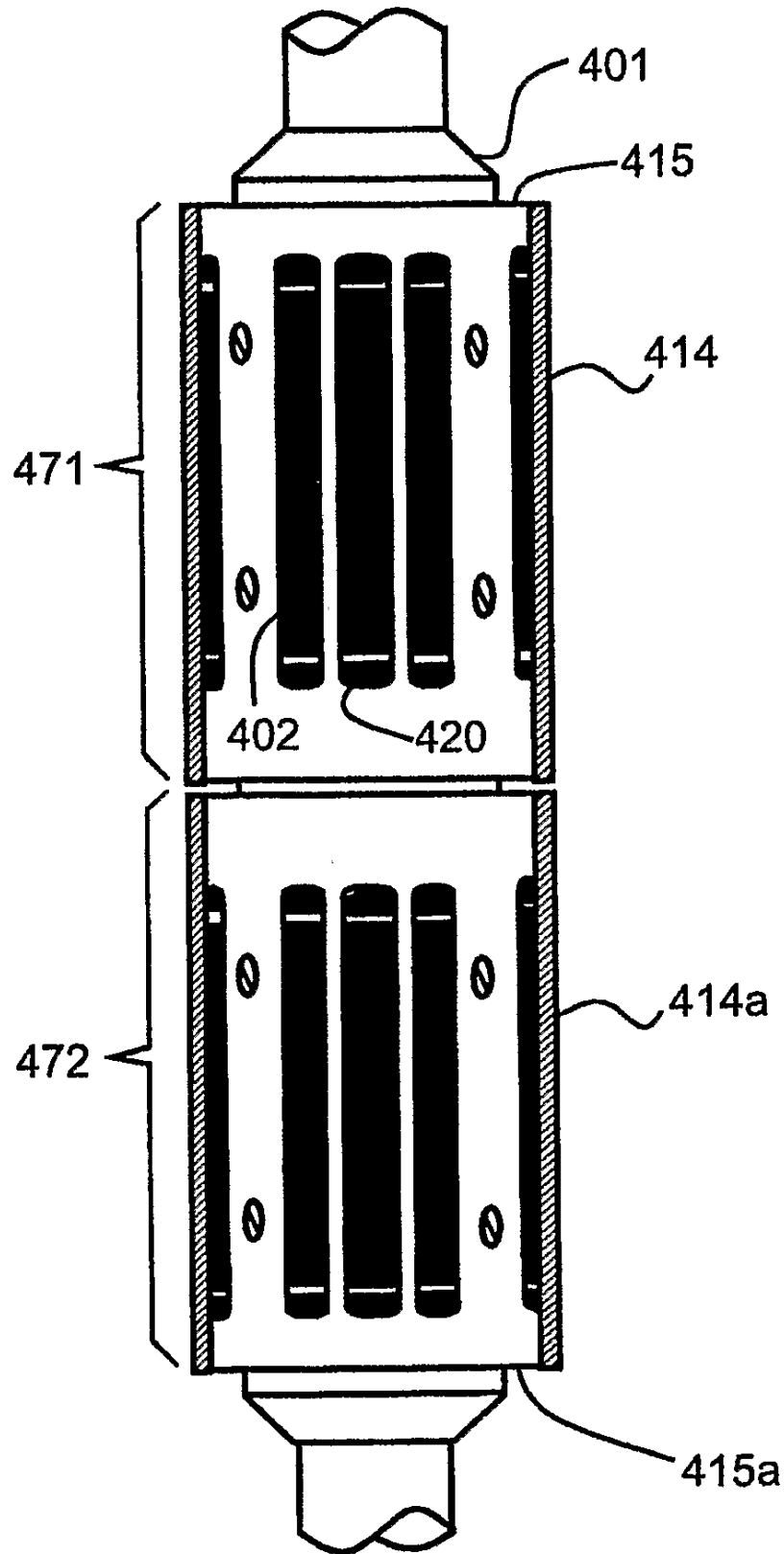


Figura 4

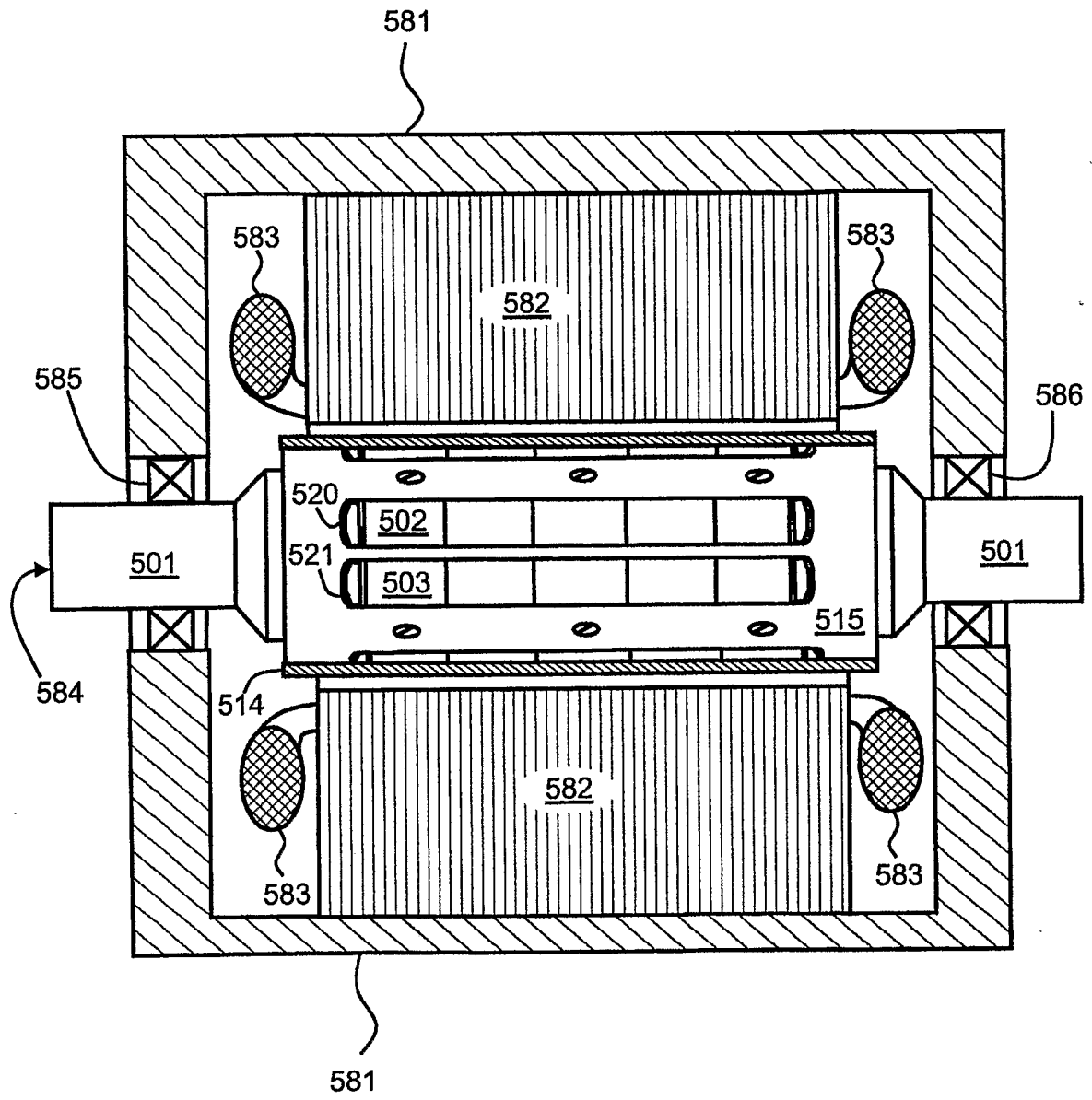


Figura 5

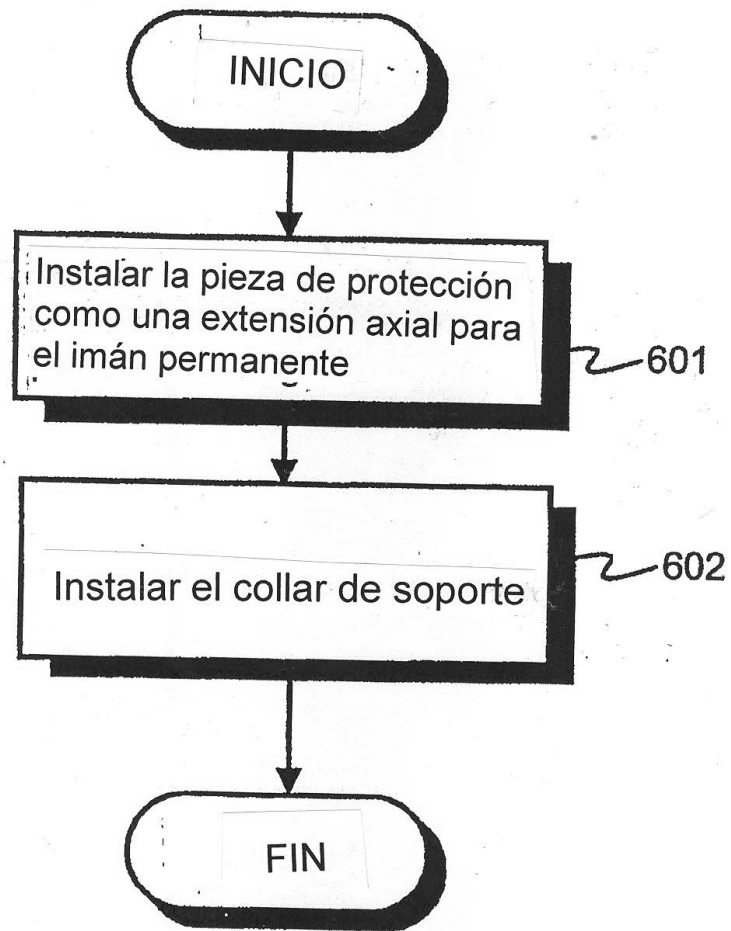


Figura 6

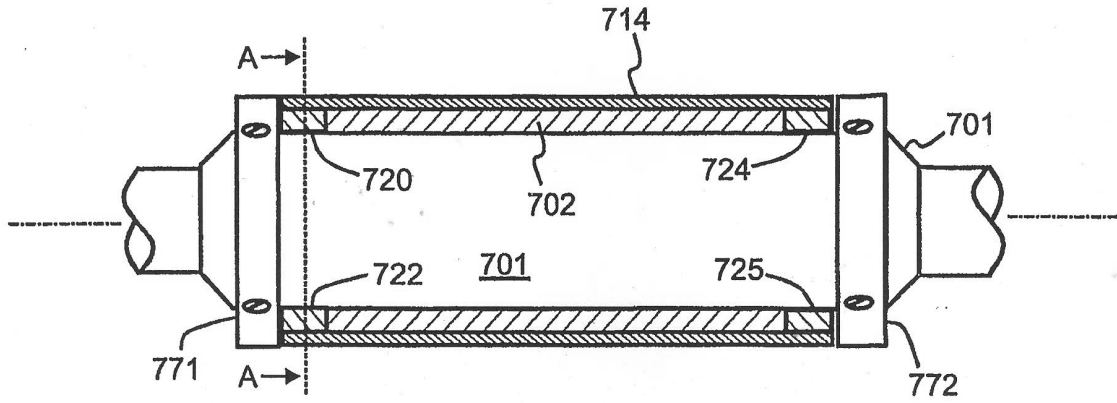


Figura 7a

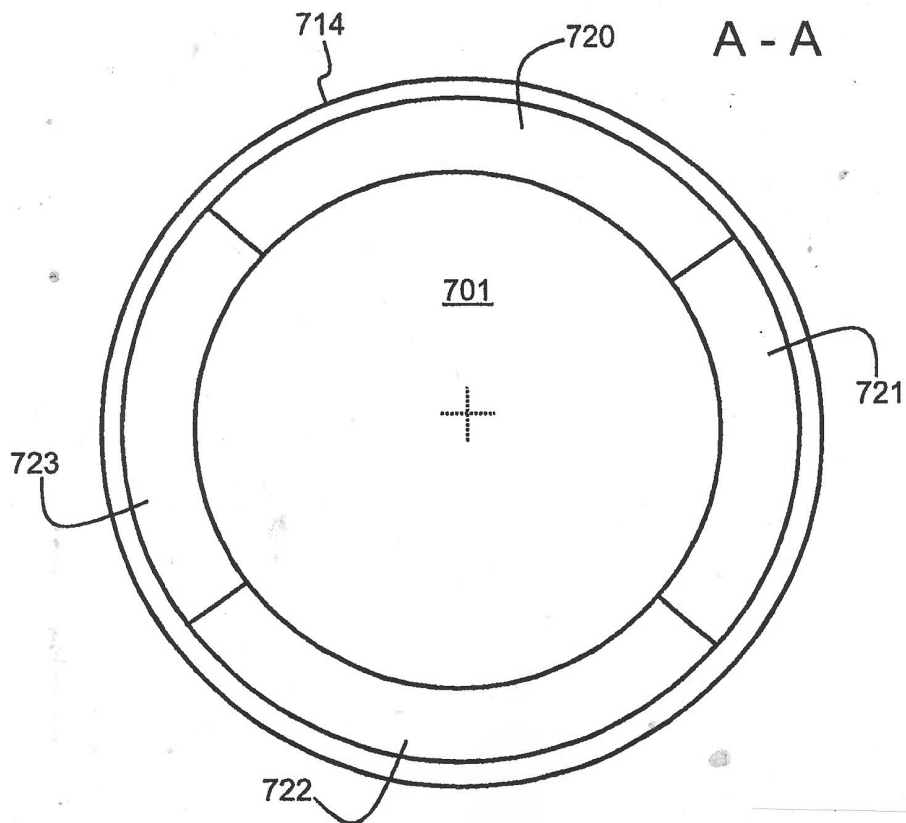


Figura 7b