

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 979 185**

51 Int. Cl.:

H02K 7/106 (2006.01)

H02K 49/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2021** **E 21165502 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2024** **EP 3890165**

54 Título: **Dispositivo de frenado magnético para motor síncrono sin escobillas**

30 Prioridad:

02.04.2020 FR 2003297

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

24.09.2024

73 Titular/es:

**DELTA DORE (100.0%)
Le Vieux Chêne
35270 Bonnemain, FR**

72 Inventor/es:

**SCHRAEN, MAXIME;
DUFFE, JULIEN y
HANSEN, GILLES**

74 Agente/Representante:

ANGOLOTI BENAVIDES, Joaquín

ES 2 979 185 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

Dispositivo de frenado magnético para motor síncrono sin escobillas

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un dispositivo de frenado magnético destinado a frenar un motor síncrono sin escobillas. La presente invención se refiere, más particularmente, a un anillo de frenado dispuesto alrededor de un rotor de dicho motor síncrono sin escobillas.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Un motor síncrono sin escobillas permite transformar una energía eléctrica en energía mecánica utilizando un acoplamiento magnético entre los devanados de un estator y un imán permanente de un rotor. En efecto, cuando los devanados del estator reciben alimentación eléctrica, generan un campo magnético inducido. Con una alimentación eléctrica específica, es posible generar un campo magnético inducido giratorio que provoca a continuación, por acoplamiento magnético con el imán permanente del rotor, una rotación de dicho rotor. Cuando se corta la alimentación eléctrica a los devanados del estator, el campo magnético inducido desaparece y se detiene la rotación del rotor. Sin embargo, la rotación del rotor no se detiene inmediatamente debido a la inercia del rotor. Ahora bien, a veces es necesario controlar la parada de la rotación del rotor y en concreto acelerar la parada del rotor cuando los devanados del estator ya no están alimentados eléctricamente. También puede ser necesario garantizar que un mantenimiento del rotor en una posición fija cuando el rotor esté detenido.

15

20

25

Existen sistemas de frenado que utilizan un freno magnético para facilitar la parada del rotor y mantener dicho rotor en posición fija. Sin embargo, dichos sistemas de frenado pueden generar vibraciones mecánicas debidas a un movimiento axial del rotor, o incluso fenómenos de percusión. Dichos efectos vibratorios mecánicos generan ruido y también pueden dañar los rodamientos que permiten la rotación del rotor.

30

Es entonces deseable superar estos inconvenientes del estado de la técnica. Es deseable, en concreto, proporcionar una solución que permita garantizar un frenado del rotor y su mantenimiento en una posición fija impidiendo al mismo tiempo la generación de ruido. También es deseable proporcionar una solución que impida daños al rotor, y en concreto a los rodamientos, y permita prolongar la vida útil del motor.

35

Los documentos FR 3 031 248 y EP 2 393 187 describen un dispositivo de frenado magnético de un motor síncrono donde el rotor y el estator incluyen una zona de motor y una zona de frenado, donde la zona de frenado está situada en uno de los extremos axiales del rotor.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

40

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de frenado magnético de un motor síncrono sin escobillas de acuerdo con la reivindicación 1, incluyendo el motor síncrono sin escobillas un rotor y un estator, incluyendo el estator devanados e incluyendo el rotor una zona de motor, una alimentación eléctrica de los devanados que pueden provocar una rotación del rotor por acoplamiento magnético con la zona de motor. El dispositivo de frenado magnético incluye: una zona de frenado dispuesta al nivel del rotor en la prolongación de la zona de motor y que incluye al menos un imán permanente, y un anillo de frenado que incluye al menos un imán permanente. Una fuerza de frenado sobre el rotor se genera mediante acoplamiento magnético entre al menos un imán permanente del anillo de frenado y el al menos un imán permanente de la zona de frenado cuando los devanados del estator no están alimentados eléctricamente. El anillo de frenado está situado alrededor de al menos una parte de la zona de frenado y situado hacia atrás con respecto al borde lateral de la zona de frenado más alejado de la zona de motor, estando el borde lateral del anillo de frenado más alejado de la zona de motor separado del borde lateral de la zona de frenado más alejado de la zona de motor por una separación predefinida, correspondiendo la separación predefinida a una distancia para la cual una fuerza axial máxima aplicada al rotor durante una rotación completa de dicho rotor es inferior a un umbral predefinido.

45

50

55

De este modo, se reduce la generación de ruido durante la rotación del rotor y se limitan los daños a los rodamientos del rotor.

60

De acuerdo con una realización particular, el anillo de frenado incluye además dientes situados en el borde lateral del anillo de frenado más alejado de la zona de motor, teniendo los dientes una longitud igual a la separación predefinida.

De este modo, se facilita el posicionamiento del anillo de frenado.

La invención también se refiere a un motor síncrono sin escobillas que incluye el dispositivo de frenado magnético mencionado anteriormente.

65

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características de la invención mencionada anteriormente, así como otras, aparecerán con mayor claridad con la lectura de la siguiente descripción de al menos un ejemplo de realización, realizándose dicha descripción en relación con los dibujos adjuntos, entre los cuales:

[La figura 1] ilustra esquemáticamente en sección un motor síncrono sin escobillas que incluye un dispositivo de frenado magnético de acuerdo con una primera realización;

[La figura 2] ilustra esquemáticamente en vista lateral un rotor del motor síncrono sin escobillas y un anillo de frenado del dispositivo de frenado magnético;

[La figura 3] ilustra esquemáticamente en vista frontal el motor síncrono sin escobillas que incluye el dispositivo de frenado magnético de acuerdo con una primera realización;

[La figura 4] ilustra esquemáticamente en vista frontal el motor síncrono sin escobillas que incluye el dispositivo de frenado magnético de acuerdo con una segunda realización.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES

La **figura 1** ilustra de este modo esquemáticamente en sección un motor síncrono 100 sin escobillas que incluye un dispositivo de frenado magnético.

El motor síncrono 100 sin escobillas incluye un rotor 110 cilíndrico que puede comenzar a girar alrededor de un eje de rotación 102. El motor síncrono 100 sin escobillas incluye además un estator 120 fijo.

El rotor 110 incluye un árbol 101, una zona de motor 111 que incluye al menos un imán permanente y una zona de frenado 112. La zona de motor 111 es la parte del rotor 110 que permite la rotación del rotor 110. El estator 120 incluye devanados 121 que, cuando son alimentados eléctricamente, generan un campo magnético inducido que puede provocar, por acoplamiento magnético entre dicho campo magnético inducido y el al menos un imán permanente de la zona de motor 111, una rotación del rotor 110. En un modo de funcionamiento de motor, la alimentación eléctrica de los devanados 121 del estator 120 tiene en cuenta la posición del rotor 110 en tiempo real para mantener los flujos magnéticos del rotor 110 y del estator 120 en cuadratura de fase y mantener de este modo la rotación del rotor 110.

El motor síncrono 100 sin escobillas incluye además un dispositivo de frenado magnético. El dispositivo de frenado magnético incluye un anillo de frenado 130 dispuesto al nivel del estator 120 y la zona de frenado 112 dispuesta al nivel del rotor 110. La zona de frenado 112 está situada en la prolongación de la zona de motor 111 del rotor 110 e incluye, de forma similar a la zona de motor 111, al menos un imán permanente. De acuerdo con una realización, la zona de motor 111 y la zona de frenado 112 del rotor 110 tienen estructuras magnéticas idénticas y se extienden en la dirección del eje de rotación 102. De acuerdo con una realización alternativa, la estructura magnética de la zona de motor 111 es diferente de la estructura magnética de la zona de frenado 112, e incluye por ejemplo un concentrador de flujo magnético que está limitado por una separación entre la zona de motor 111 y la zona de frenado 112.

El anillo de frenado 130 del dispositivo de frenado magnético tiene forma de aro, centrado en el eje de rotación 102 del rotor 110, y dispuesto alrededor de al menos parte de la zona de frenado 112. El anillo de frenado 130 incluye, de forma similar a la zona de frenado 112, al menos un imán permanente.

De acuerdo con la presente invención, el anillo de frenado 130 está hacia atrás con respecto al borde lateral 1121 de la zona de frenado 112 más alejado de la zona de motor 111, en la dirección del eje de rotación 102. En otras palabras, una separación predefinida d , definida paralelamente al eje de rotación 102, separa el borde lateral 131 del anillo de frenado 130 más alejado de la zona de motor 111 del borde lateral 1121 de la zona de frenado 112 más alejado del zona de motor 111.

La separación predefinida d corresponde a una distancia para la cual una fuerza axial máxima que se puede aplicar al rotor 110 durante una rotación completa de dicho rotor 110 es inferior a un umbral predefinido. La separación predefinida d tiene una función de minimizar la fuerza axial aplicada al rotor 110 durante una rotación completa de dicho rotor 110. De este modo, la posición del anillo de frenado 130 con respecto a la zona de frenado 112 tiene la ventaja de reducir las vibraciones y el ruido generado durante la rotación del rotor 110.

En una realización particular, el umbral predefinido corresponde a una fuerza axial máxima de 0,2 N o 0,1 N.

Por ejemplo, para un rotor 110 de 55,5 mm de longitud y que tiene un imán de Br 0,3 T con un flujo magnético de 2600 μWb , la separación predefinida d está comprendida entre 1,5 y 4 mm. De acuerdo con otro ejemplo, para un rotor 110 de 55,5 mm de longitud y que tiene un imán de Br 1,1 T con un flujo magnético de 9600 μWb , la separación predefinida d está comprendida entre 4 y 7 mm. De acuerdo con un tercer ejemplo, para un rotor 110 de 85,5 mm de longitud y que tiene un imán de Br 1,1 T con un flujo magnético de 9600 μWb , la separación predefinida d está entre 3 y 7 mm.

La figura 2 ilustra esquemáticamente en vista lateral el rotor 110, y más particularmente la zona de frenado 112, y el anillo de frenado 130 del dispositivo de frenado magnético de acuerdo con una realización particular. La vista lateral corresponde al extremo del motor síncrono 100 sin escobillas donde se encuentran los bordes laterales 1121 y 131 respectivos de la zona de frenado 112 y del anillo de frenado 130.

La zona de frenado 112 incluye zonas magnéticas 211, 212 distribuidas alrededor del árbol 101 y que presentan una alternancia entre sentidos de polarización opuestos. Cada zona magnética 211 está polarizada en un primer sentido, por ejemplo en una dirección radial con un sentido orientado hacia el exterior del rotor 110, y cada zona magnética 212 está polarizada en un segundo sentido opuesto al primera sentido, por ejemplo en una dirección radial con un sentido orientado hacia el interior del rotor 110.

El anillo de frenado 130 incluye tantas zonas magnéticas 201, 202 como la zona de frenado 112. Las zonas magnéticas 201, 202 del anillo de frenado 130 tienen una distribución angular alrededor del árbol 101 que es idéntica a la distribución angular de las zonas magnéticas 211, 212 de la zona de frenado.

De forma similar a la zona de frenado 112, cada zona magnética 201 (respectivamente 202) del anillo de frenado tiene un sentido de polarización opuesto al sentido de polarización de las zonas magnéticas adyacentes 202 (respectivamente 201). Por ejemplo, cada zona magnética 201 del anillo de frenado 130 está polarizada en el primer sentido y cada zona magnética 202 del anillo de frenado 130 está polarizada en el segundo sentido.

Durante la rotación del rotor 110, las zonas magnéticas 201 (respectivamente 202) del anillo de frenado 130 polarizadas en el primer sentido se encuentran, de forma alterna, enfrentadas a las zonas magnéticas 211 (respectivamente 212) de la zona de frenado 112 polarizadas en el primer sentido y enfrentadas a las zonas magnéticas 212 (respectivamente 211) de la zona de frenado polarizadas en el segundo sentido, opuesto al primer sentido.

Cuando las zonas magnéticas 201 (respectivamente 202) del anillo de frenado 130 se encuentran enfrentadas a zonas magnéticas 211 (respectivamente 212) de la zona de frenado 112 polarizadas en el mismo sentido, el rotor 110 está en una posición de equilibrio estable debido a una atracción magnética entre el anillo de frenado 130 y la zona de frenado 112. El anillo de frenado 130 aplica un par nulo al rotor 110. Cuando el rotor 110 gira para desplazarse ligeramente desde dicha posición de equilibrio estable, el anillo de frenado 130 aplica entonces un par no nulo al rotor 110 que tiende a llevar el rotor 110 de regreso a su posición de equilibrio estable.

Cuando las zonas magnéticas 201 (respectivamente 202) del anillo de frenado 130 se encuentran enfrentadas a zonas magnéticas 212 (respectivamente 211) de la zona de frenado 112 polarizadas en sentido opuesto, el rotor 110 está en una posición de equilibrio inestable debido a una repulsión magnética entre el anillo de frenado 130 y la zona de frenado 112. El anillo de frenado 130 aplica par nulo al rotor 110. Cuando el rotor 110 se desplaza ligeramente desde dicha posición de equilibrio inestable, el anillo de frenado 130 aplica un par no nulo que tiende a alejar el rotor 110 de dicha posición de equilibrio inestable para llevarlo de regreso a la posición de equilibrio estable más cercana. De este modo, cuando el rotor 110 gira, el par generado por el anillo de frenado 130 se aplica primero en un sentido, entre una posición de equilibrio estable y una posición de equilibrio inestable, y después en otro sentido opuesto, entre dicha posición de equilibrio inestable y una posición de equilibrio estable siguiente. Por lo tanto, el par generado por el anillo de frenado 130 en el rotor 110 es, de forma alterna, positivo y negativo cuando el rotor 110 gira. Para una rotación completa del rotor 110, el par generado por el anillo de frenado 130 en el rotor 110 es de media nulo.

El par aplicado por el anillo de frenado 130 al rotor 110 es además sinusoidal en función de la posición del rotor 110. Dicho par es máximo cuando las zonas magnéticas 211, 212 del rotor 110 están desplazadas a la mitad con respecto a las zonas magnéticas 201, 202 del anillo de frenado 130, dicho de otro modo, cuando una separación entre dos zonas magnéticas 201, 202 del anillo de frenado 130 está situada en medio de una zona magnética 211, 212 del rotor 110.

Además, dicho par es despreciable con respecto a un par de accionamiento del rotor 110 debido al campo magnético inducido del estator 120. En contraste, cuando los devanados 121 del estator 120 no están alimentados eléctricamente, el par generado por el anillo de frenado 130 en el rotor 110 no es despreciable con respecto a las fuerzas de inercia que se aplican al rotor 110. En tal caso, y cuando la velocidad del rotor 110 disminuye por debajo de un umbral, el par negativo generado por el anillo de frenado 130 en el rotor 110 no es compensado por el par positivo. El anillo de frenado genera de este modo una fuerza de frenado sobre el rotor 110 que ralentiza dicho rotor 110 hasta una parada de la rotación.

Cuando el rotor 110 está parado, y si se aplica al rotor 110 un par externo, generado por ejemplo por la masa de una persiana enrollable, el anillo de frenado 130 aplica un par de frenado que se opone a dicho par externo. De este modo, el anillo de frenado 130 permite mantener el rotor 110 en una posición fija cuando el rotor 110 está parado.

El anillo de frenado 130 genera además una fuerza axial sobre el rotor 110 cuyo sentido e intensidad varían en función de la posición de rotación del rotor 110, dependiendo de si las zonas magnéticas 201, 202 del anillo de frenado 130 están enfrentadas a zonas magnéticas 211 de la zona de frenado 112 polarizadas en el mismo sentido, o enfrentadas a zonas magnéticas 211 de la zona de frenado 112 polarizadas en sentido contrario, o en una posición

intermedia entre dos zonas magnéticas 211, 212 adyacentes de la zona de frenado 112. La amplitud de dicha fuerza axial aplicada al rotor 110 varía, por lo tanto, en función de la posición de rotación del rotor 110. Además, dicha amplitud de la fuerza axial aplicada al rotor 110 varía en función de la distancia entre el borde lateral 131 del anillo de frenado 130 y el borde lateral 1121 de la zona de frenado 112. Por lo tanto, el anillo de frenado 130 está situado con respecto a la zona de frenado 112 para minimizar la amplitud de la fuerza axial aplicada al rotor 110. En la realización de acuerdo con la reivindicación 1, el anillo de frenado 130 está situado con respecto a la zona de frenado 112 de modo que la fuerza axial máxima aplicada al rotor 110 durante una rotación completa sea inferior a un umbral predefinido.

Cuando se ensambla el motor síncrono 100 sin escobillas, la fuerza axial máxima aplicada al rotor 110 se puede medir en función de una distancia entre el borde lateral 131 del anillo de frenado 130 y el borde lateral 1121 de la zona de frenado 112, por ejemplo moviendo el anillo de frenado según el eje de rotación 102, para identificar la separación predefinida d . De este modo, es posible controlar el posicionamiento del anillo de frenado 130 con respecto al rotor 110 para impedir o limitar las vibraciones y los ruidos relacionados con el anillo de frenado 130.

La **figura 3** ilustra esquemáticamente en vista frontal el motor síncrono 100 sin escobillas que incluye el dispositivo de frenado magnético de acuerdo con una primera realización.

El rotor 110 comienza a girar alrededor del árbol 101. Alrededor del rotor 110 se encuentran, en un extremo del motor síncrono 100 sin escobillas, los devanados 121 del estator 120, y en el otro extremo del motor síncrono 100 sin escobillas, el anillo de frenado 130. En dicho otro extremo del motor síncrono 100 sin escobillas, la zona de frenado 112 tiene una longitud superior a la longitud del anillo de frenado 130 de modo que el borde lateral 1121 de la zona de frenado 112 sobresale del borde lateral 131 del anillo de frenado 130 una separación predefinida d .

La **figura 4** ilustra esquemáticamente en vista frontal el motor síncrono 100 sin escobillas que incluye el dispositivo de frenado magnético de acuerdo con una segunda realización. En dicha segunda realización, el anillo de frenado 130 incluye además dientes 400 situados en la prolongación lateral de dicho anillo de frenado 130. Los dientes 400 tienen una longitud igual a la separación predefinida d . De este modo, es posible ajustar el posicionamiento del anillo de frenado 130 alineando un extremo 401 de los dientes 400 del anillo de frenado 130 con el borde lateral 1121 de la zona de frenado 112.

Los dientes 400 están además desmagnetizados, o débilmente magnetizados con respecto al resto del anillo de frenado 130, de modo que un acoplamiento magnético entre los dientes 400 y el rotor 110 es despreciable con respecto al acoplamiento magnético entre el anillo de frenado 130 y el rotor 110.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de frenado magnético de un motor síncrono (100) sin escobillas, incluyendo el motor síncrono (100) sin escobillas un rotor (110) y un estator (120), incluyendo el estator (120) devanados (121) e incluyendo el rotor (110) una zona de motor (111) y una zona de frenado (112), una alimentación eléctrica de los devanados (121) que puede provocar una rotación del rotor (110) por acoplamiento magnético con la zona de motor (111), incluyendo el dispositivo de frenado magnético:
 - la zona de frenado (112) dispuesta al nivel del rotor (110) en la prolongación axial de la zona de motor (111), que incluye al menos un imán permanente y un borde lateral (1121), siendo dicho borde lateral (1121) el más alejado de la zona de motor (111),
 - un anillo de frenado (130) en forma de aro que incluye al menos un imán permanente y un borde lateral (131), siendo dicho borde lateral (131) el más alejado de la zona de motor (111), siendo generada una fuerza de frenado sobre el rotor (110) por acoplamiento magnético entre el al menos un imán permanente del anillo de frenado (130) y el al menos un imán permanente de la zona de frenado (112) cuando los devanados (121) del estator (120) no están alimentados eléctricamente,estando el dispositivo de frenado magnético **caracterizado por que** el anillo de frenado (130) está situado alrededor de al menos una parte de la zona de frenado (112) y situado hacia atrás, en la dirección de la zona de motor, con respecto al borde lateral (1121) de la zona de frenado más alejado de la zona de motor (111), estando el borde lateral (131) del anillo de frenado (130) más alejado de la zona de motor (111) separado del borde lateral (1121) de la zona de frenado (112) más alejado de la zona de motor (111) por una separación predefinida (d) que corresponde a una distancia para la cual una fuerza axial máxima aplicada al rotor (10) es inferior a un umbral predefinido, estando la separación predefinida (d) comprendida entre 1,5 mm y 7 mm.
2. Dispositivo de frenado magnético de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el anillo de frenado (130) incluye además dientes (400) situados en el borde lateral (131) del anillo de frenado (130) más alejado de la zona de motor (111), teniendo los dientes (400) una longitud igual a la separación predefinida (d).
3. Motor síncrono (100) sin escobillas que incluye el dispositivo de frenado magnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2.

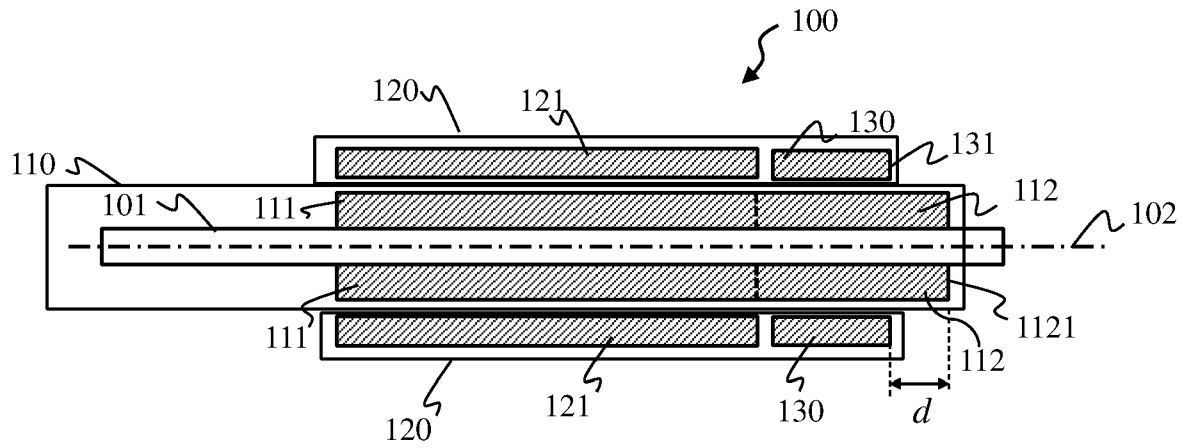


Fig. 1

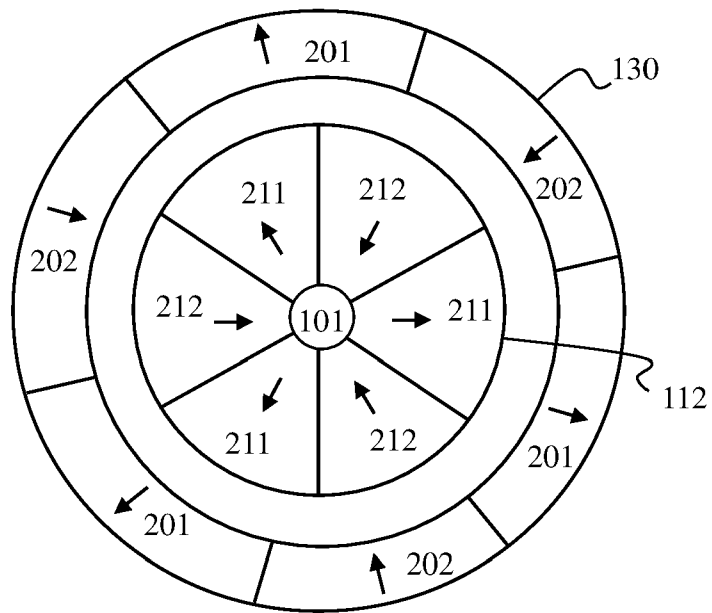


Fig. 2

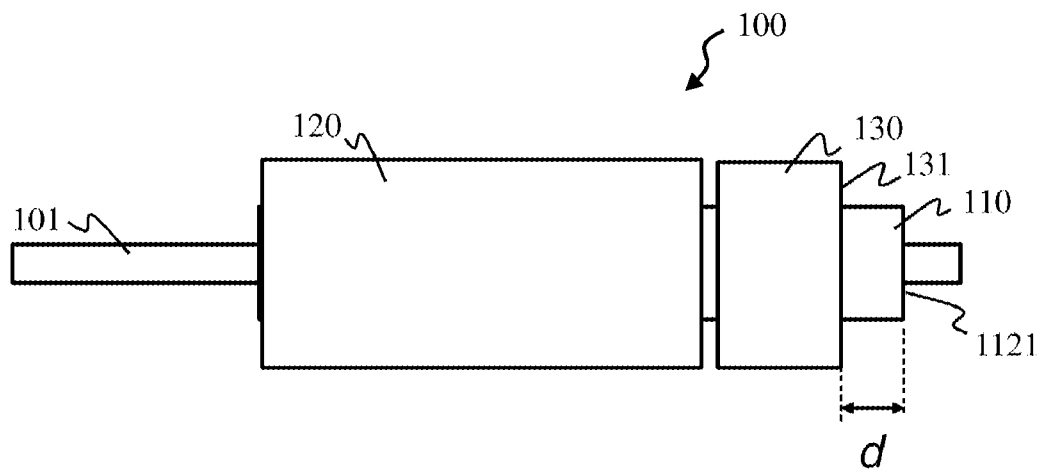


Fig. 3

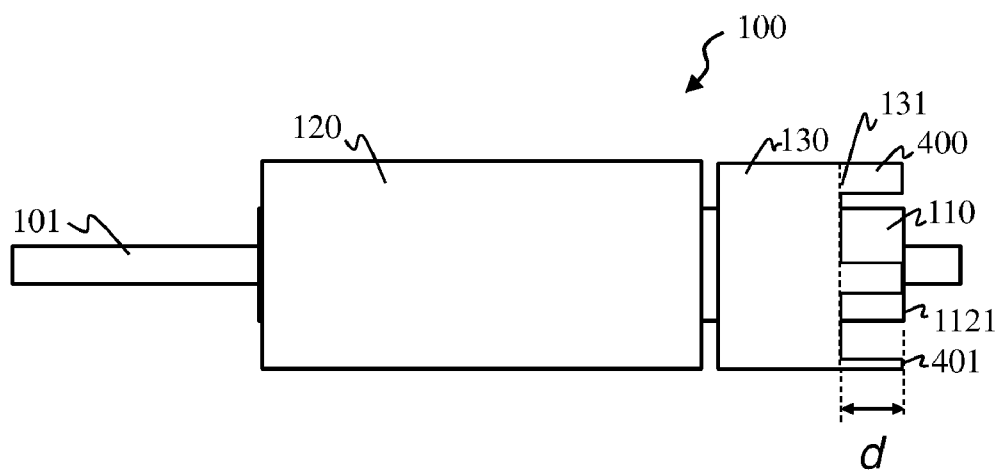


Fig. 4