

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 914 811**

51 Int. Cl.:

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 1/18 (2006.01)

H02K 21/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2019** **E 19176802 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2022** **EP 3745559**

54 Título: **Estator para una máquina de flujo axial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
16.06.2022

73 Titular/es:

MAGNAX BV (100.0%)
Evolis 100
8500 Kortrijk, BE

72 Inventor/es:

LEIJNEN, PETER

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 914 811 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

Estator para una máquina de flujo axial

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al campo de las máquinas de flujo axial. Más específicamente, la presente invención se refiere a un estator para una máquina eléctrica de flujo axial y a un método para producir el mismo.

10 Antecedentes de la invención

Una máquina de flujo axial es un tipo de máquina eléctrica conocida en la técnica bajo una variedad de términos diferentes. En particular, pero no exclusivamente, se denomina como un motor o generador sin yugo y de armadura segmentada (YASA), máquina de flujo axial sin yugo, generador o motor electrónico de entrehierro axial, máquina de imán permanente de flujo axial, o simplemente una máquina de flujo axial. Estos términos pueden indicar una modalidad particular de tal máquina, sin embargo, en la continuación de este texto, se usará el término máquina de flujo axial. No obstante, se aprecia que los principios básicos de una máquina de flujo axial siguen siendo aplicables.

Los principios básicos son, en términos generales, que una máquina de flujo axial comprende una estructura de rotor y estator en forma de disco o anillo dispuesta coaxialmente con un eje central. Típicamente, el estator comprende una pluralidad de elementos del estator, cada uno de los cuales comprende una bobina y un núcleo ferromagnético rotacionalmente simétrico dispuestos alrededor de dicho eje central y el rotor comprende un conjunto de imanes permanentes montados sobre un cojinete de manera que puede girar alrededor del eje central. En dependencia de las condiciones de trabajo, el rotor es impulsado por campos que se originan en el estator, por lo que la máquina funciona como un motor, o es accionada por una fuerza externa, tal como un molino de viento, que funciona como un generador. Una máquina de flujo axial en comparación con otras máquinas eléctricas tiene una mayor densidad de potencia. En otras palabras, es una máquina más ligera, pero que tiene una potencia similar a otras máquinas.

En el documento DE10048492A1 se describe una modalidad de una máquina de flujo axial de este tipo. Aquí, el estator de dicha máquina está formado por una pluralidad de elementos del estator montados dentro de una carcasa rígida que comprende aletas de refrigeración radialmente hacia adentro que comprenden un material que tiene una alta conductividad térmica. Los elementos del estator se disponen entre dichas aletas de refrigeración, después de lo cual se aplica un pegamento para asegurar los elementos del estator entre las aletas de refrigeración.

Otra modalidad de una máquina de flujo axial que comprende aletas de refrigeración radialmente hacia adentro se describe en el documento WO2018015293A1 que comprende una carcasa de estator rígida que comprende láminas o placas eléctricamente aisladas que se apilan. Las placas comprenden aletas de refrigeración dispuestas para encajar entre los elementos del estator. En este estator, los elementos del estator se aseguran en la carcasa al fundir una resina polimérica en la carcasa. De manera similar, en el documento US2014/009009A1 los núcleos del estator están integrados en una resina de molde, lo que mantiene de esta manera los núcleos del estator en una posición fija con relación a la carcasa.

Un estator conocido en la técnica comprende, por tanto, una carcasa rígida que comprende aletas de refrigeración radialmente hacia dentro en donde se coloca una pluralidad de elementos del estator. Para ensamblar tal estator, cada elemento del estator se coloca en una cavidad provista por lo tanto entre dichas aletas de refrigeración, y se aplica un pegamento o resina polimérica para asegurar los elementos del estator. Sin embargo, se pueden identificar varios inconvenientes. En primer lugar, dado que un elemento del estator que comprende una bobina debe colocarse en una cavidad respectiva, las bobinas deben enrollarse alrededor de un núcleo ferromagnético de tal manera que sus dimensiones sean sustancialmente más pequeñas que la cavidad para adaptarse a posibles variaciones en el tamaño y la forma de la bobina. Por lo tanto, existe un espacio entre la bobina y las aletas de refrigeración, lo que aumenta de esta manera la resistencia térmica entre las bobinas y las aletas de refrigeración y limita así la capacidad de refrigeración del estator. En segundo lugar, cuando se enrolla, una bobina comprende una cantidad sustancial de espacio vacío que da como resultado un factor de relleno de cobre bajo. En consecuencia, esto limita la eficiencia y la potencia del estator. En tercer lugar, la sujeción de los elementos del estator con pegamento o resina polimérica da como resultado un estator con una robustez y fiabilidad limitadas, ya que la resistencia mecánica y la durabilidad de un pegamento o una resina polimérica se ven negativamente influenciadas por las elevadas temperaturas que típicamente se producen en el estator de motores de alta densidad de potencia. Esto limita la potencia y la fiabilidad del estator.

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención paliar los inconvenientes anteriores y proporcionar un estator que tenga una capacidad de refrigeración mejorada y una mayor eficiencia, potencia y fiabilidad.

Resumen de la invención

Este objetivo se consigue, de acuerdo con un primer aspecto, mediante un estator para una máquina de flujo axial, el estator que comprende:

- un eje central que corresponde al eje de rotación de la máquina de flujo axial cuando está montada; y
- una estructura interior, una estructura intermedia y una estructura exterior dispuestas coaxialmente alrededor del eje central, la estructura intermedia que se dispone entre la estructura interior y la estructura exterior; y
- la estructura interior que comprende una pluralidad de elementos del estator dispuestos rotacionalmente simétricos, un elemento del estator que comprende un núcleo ferromagnético y una bobina enrollada alrededor del núcleo ferromagnético; y
- la estructura intermedia que comprende una pluralidad de elementos de compresión, un elemento de compresión que comprende un segmento circular y una protuberancia que se extiende radialmente desde el mismo; y

en donde la estructura exterior se configura para presionar los elementos de compresión con las protuberancias radialmente hacia dentro de la estructura interior contra los elementos del estator, la estructura intermedia que comprime de esta manera las bobinas y asegura mecánicamente los elementos del estator.

Así, el estator comprende tres partes principales, específicamente, la estructura interior, intermedia y exterior. Estas partes se disponen coaxialmente alrededor del eje de rotación de la máquina de flujo axial cuando se montan como el eje central común. Más en particular, la estructura interior se coloca lo más cerca posible del eje central, la estructura exterior lo más lejos del eje central y la estructura intermedia entre la estructura interior y la exterior.

La estructura interior comprende una pluralidad de elementos del estator que se disponen coaxial y rotacionalmente simétricos alrededor del eje central. Los elementos del estator comprenden cada uno un núcleo ferromagnético y una bobina enrollada alrededor del núcleo ferromagnético.

Además, la estructura intermedia comprende una pluralidad de elementos de compresión. Un elemento de compresión comprende un segmento circular y una protuberancia que se extiende radialmente desde el mismo. El segmento circular se extiende alrededor del eje central y comprende una superficie curva. Perpendicular a esta superficie, la protuberancia se extiende radialmente hacia el eje central cuando está montada. De acuerdo con modalidades, un elemento de compresión comprende uno del grupo de un polímero, un metal y/o un material cerámico.

El estator comprende además una estructura exterior que se configura para presionar los elementos de compresión con sus respectivas protuberancias radialmente hacia dentro contra la estructura interior. Al presionar los elementos de compresión hacia adentro y contra la estructura interior, un primer efecto es que las bobinas se comprimen en una dirección alrededor del eje central por las protuberancias, lo que asegura de esta manera los elementos del estator en una dirección tangencial. Un segundo efecto es que las bobinas son comprimidas en una dirección hacia el eje central por los segmentos circulares de los elementos de compresión, lo que asegurando los elementos del estator en una dirección radial. La estructura exterior es, por ejemplo, una correa o una estructura en forma de anillo configurada para colocarse o enrollarse alrededor de la estructura intermedia. La correa puede, por ejemplo, comprender una unidad cerrada, o puede, por ejemplo, estar enrollada alrededor de los elementos de compresión. Además, la correa puede comprender un material metálico o reforzado con fibra adecuado para absorber fuerzas y puede ser presionado contra los segmentos circulares de los elementos de compresión.

Se pueden identificar diferentes ventajas. En primer lugar, al asegurar los elementos del estator simultáneamente en las direcciones radial y tangencial se proporciona una robustez adecuada. Además, la compresión de las bobinas da como resultado una disminución de los espacios vacíos en cada bobina, lo que conduce a un mayor factor de llenado de cobre del estator. Además, la protuberancia puede servir como aleta de refrigeración, por ejemplo cuando comprende un metal como una aleación de aluminio, una aleación de cobre o cualquier otro material adecuado para transferir calor. Presionar las protuberancias contra las bobinas da como resultado un buen contacto térmico. El calor disipado en la estructura intermedia del estator puede entonces transferirse eficientemente hacia la estructura exterior. Como un resultado, mediante el uso de la pluralidad de elementos de compresión en lugar de una carcasa rígida, la capacidad de refrigeración, la eficiencia así como también la potencia aumentan en comparación con estatores del mismo tamaño que comprenden una carcasa rígida. La robustez y la fiabilidad también aumentan en comparación con los estatores que comprenden una carcasa rígida.

De acuerdo con una modalidad, un elemento de compresión comprende una superficie dentada configurada para bloquear un movimiento radial y/o axial de un elemento del estator cuando está asegurado.

La superficie del elemento de compresión puede ser dentada de manera que, al asegurar un elemento del estator, se bloquee un movimiento del elemento del estator con respecto a los elementos de compresión. Formulada de manera diferente, la superficie del elemento de compresión está acanalada o dentada de manera que se agarra a la superficie del elemento del estator que sujeta. Debido a esto, se bloquea un movimiento. Esto aumenta aún más la robustez del estator, lo que proporciona más estabilidad y seguridad cuando la máquina de flujo axial que comprende el estator está en funcionamiento. Además, la superficie dentada permite montar más fácilmente el estator. Cuando se inserta un elemento de compresión en la estructura intermedia entre dos elementos del estator adyacentes, la superficie dentada asegurará que el elemento de compresión permanezca en su lugar.

De acuerdo con una modalidad, un elemento de compresión se configura para ser asegurado por la estructura exterior a través de una conexión de ranura y lengüeta.

La estructura exterior comprende en la superficie que se orienta hacia el eje central una lengüeta o una ranura, mientras que un elemento de compresión en la estructura intermedia comprende una correspondiente ranura o lengüeta, lo que forma de esta manera las conexiones de lengüeta y ranura. Preferentemente, todos los elementos de compresión están acoplados individualmente con la estructura exterior a través de al menos una conexión de lengüeta y ranura. De esta manera, un gran torque motor en la estructura intermedia puede transferirse de manera segura y eficiente a la estructura exterior.

De acuerdo con una modalidad, un elemento de compresión se configura además para ser asegurado por la estructura exterior a través de una unión soldada, una unión con pegamento o un enlace adhesivo.

Adicionalmente, o alternatively, los elementos de compresión pueden ser asegurados adicionalmente por la estructura exterior a través de uno del grupo de una unión soldada, una unión con pegamento y/o un enlace adhesivo. Por elemento de compresión, la superficie que apunta a la estructura exterior está soldada o pegada a la superficie de la estructura exterior que se orienta hacia los elementos de compresión.

De acuerdo con una modalidad, un elemento de compresión comprende además un refuerzo.

El refuerzo refuerza el elemento de compresión en la dirección de la protuberancia, en la dirección del segmento circular o en ambas direcciones. El refuerzo se configura además para absorber una fuerza de sujeción cuando se aseguran los elementos del estator. El refuerzo comprende un material de alta resistencia adecuado para absorber las fuerzas de sujeción. El refuerzo es, por ejemplo, un material metálico, cerámico y/o fibroso. Una ventaja de proporcionar un refuerzo es que el elemento de compresión se puede reforzar en zonas dedicadas, lo que permite usar materiales con propiedades adecuadas en diferentes zonas.

De acuerdo con una modalidad, la estructura intermedia comprende además un miembro flexible configurado para acoplar elementos de compresión adyacentes.

Los elementos de compresión pueden además estar conectados entre sí mediante un miembro flexible. El miembro flexible es, por ejemplo, una tira que acopla elementos de compresión adyacentes. Por lo tanto, puede usarse una pluralidad de miembros flexibles para acoplar diferentes elementos de compresión adyacentes. Alternativamente, el miembro flexible comprende un anillo flexible que puede enrollarse alrededor de los elementos de compresión. Una ventaja de usar uno o más miembros flexibles es que los elementos de compresión se mantienen en su lugar, lo que facilita el montaje del estator.

De acuerdo con una modalidad, el miembro flexible acopla los elementos de compresión adyacentes por sus respectivos segmentos circulares

Los segmentos circulares y los miembros flexibles pueden configurarse y conformarse de tal manera que los elementos de compresión adyacentes puedan acoplarse o conectarse entre sí mediante sus respectivos segmentos circulares, por ejemplo, mediante los bordes de los mismos. De esta manera la superficie exterior de la estructura intermedia alejada del eje central es una superficie lisa o regular sin variaciones de radio. Con una formulación diferente, al conectar los segmentos circulares con los elementos flexibles, la superficie exterior de la estructura intermedia forma una pared anular sin costuras de radio exterior constante. Entonces, la estructura exterior puede montarse fácilmente alrededor de esta superficie exterior para asegurar la estructura intermedia.

De acuerdo con una modalidad, un miembro flexible se configura además para permitir un movimiento relativo entre los elementos de compresión adyacentes cuando están acoplados.

Preferentemente, los miembros flexibles se configuran además para acoplar elementos de compresión adyacentes y simultáneamente para permitir un movimiento relativo entre los elementos de compresión que acoplan. De esta manera, no se acumulan tensiones mecánicas cuando los elementos de compresión y/o del estator se expanden debido a los ciclos de temperatura del estator durante el funcionamiento.

De acuerdo con un segundo aspecto, la invención se refiere a una máquina de flujo axial que comprende un estator de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

De acuerdo con un tercer aspecto, la invención se refiere a un método para ensamblar un estator de acuerdo con el primer aspecto, el método que comprende las etapas de:

- colocar los elementos del estator rotacionalmente simétricos alrededor del eje central de manera que esté presente una abertura entre dos elementos del estator adyacentes; y
- insertar elementos de compresión en las aberturas a través de sus respectivas protuberancias; y
- asegurar los elementos del estator al montar la estructura exterior

Breve descripción de los dibujos

Algunas modalidades ilustrativas se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos.

- 5 La Figura 1 ilustra un estator para una máquina de flujo axial de acuerdo con una modalidad de la invención; y
 La Figura 2 ilustra una sección transversal de un estator de acuerdo con una modalidad de la invención; y
 La Figura 3 ilustra una vista despiezada del estator de acuerdo con la Figura 1; y
 La Figura 4 ilustra una vista semidespiezada del estator de acuerdo con la Figura 1 y la Figura 3; y
 La Figura 5A ilustra un elemento del estator que comprende un núcleo ferromagnético y una bobina y la Figura 5B
 10 ilustra un elemento de compresión de acuerdo con una modalidad de la invención; y
 La Figura 6A y la Figura 6B ilustran una conexión de lengüeta y ranura entre una estructura exterior y un elemento de compresión de acuerdo con una modalidad de la invención; y
 La Figura 7 ilustra otra vista de un estator de acuerdo con una modalidad de la invención; y
 La Figura 8A y la Figura 8B ilustran elementos de compresión que comprimen las bobinas de los elementos del estator
 15 de acuerdo con una modalidad de la invención; y
 La Figura 9 ilustra una vista detallada de miembros flexibles que acoplan elementos de compresión adyacentes.

Descripción detallada de la(s) modalidad(es)

- 20 De acuerdo con una modalidad, la invención se refiere a un estator para una máquina de flujo axial. La Figura 1 ilustra un estator de este tipo. El estator 100 comprende una estructura interior 103, una estructura intermedia 104 y una estructura exterior 105. Las estructuras 103-105 se disponen alrededor de un eje central 101. Este eje central 101 corresponde al eje de rotación de la máquina de flujo axial cuando está montada. Además, la estructura intermedia 104 se dispone entre la estructura interior 103 y la estructura exterior 105.

- 25 La estructura interior 103 comprende una pluralidad de elementos del estator. La Figura 5A ilustra un elemento del estator 500 de este tipo que comprende un núcleo ferromagnético 501 y una bobina 502 enrollada alrededor del núcleo ferromagnético 501 cuando está montada. La estructura intermedia 104 comprende una pluralidad de elementos de compresión. La Figura 5B ilustra dicho elemento de compresión 503 que comprende un segmento circular 504 y una protuberancia 505 que se extiende radialmente desde el segmento circular 504.

- 30 Para ensamblar o montar el estator 100, los elementos de compresión 503 se configuran para insertarse con sus respectivas protuberancias 505 en la estructura interior 103 para comprimir las bobinas 502 de manera que los elementos del estator 500 estén asegurados. En la Figura 3 se ilustra una vista despiezada 300 del estator 100 de la
 35 Figura 1 para ilustrar más la configuración del estator 100. Los elementos del estator 500 se disponen rotacionalmente simétricos alrededor del eje central 101. Igualmente, los elementos de compresión 503 se disponen con sus respectivas protuberancias 505 de manera que las protuberancias apuntan al eje central 101 entre dos elementos del estator adyacentes 500.

- 40 A continuación, como se ilustra en las Figuras 8A y 8B, los elementos de compresión 503 se presionan contra los elementos del estator 500. En la Figura 8A se ilustra la situación u ocurrencia anterior a la compresión. En este caso, la bobina 502 se enrolla alrededor del núcleo ferromagnético 501, de manera que aún quedan espacios ilustrados por los espacios 800 y 801. En la Figura 8B se ilustra la ocurrencia en donde los elementos de compresión 503 con sus protuberancias 505 comprimen los elementos del estator 500 al presionar contra las bobinas 502. De esta manera se
 45 eliminan los espacios como ilustran las referencias 810 y 811, lo que aumenta de esta manera el factor de relleno de cobre y aumenta el contacto térmico entre las bobinas 502 y los elementos de compresión 503 y asegura mecánicamente los elementos del estator 500. Los elementos de compresión 503 también pueden estar asegurados por la estructura exterior 105.

- 50 La sujeción por la estructura exterior 105 puede ilustrarse además en la Figura 4 que ilustra una vista semidespiezada 400 del estator. En esta vista 400, los elementos de compresión 503 se presionan contra los elementos del estator 500, lo que comprime de esta manera las bobinas como se ilustra en la Figura 8B y asegura mecánicamente los elementos del estator 500. A continuación, la estructura exterior 105 se puede montar en la circunferencia exterior de los elementos de compresión 503, por lo tanto en los segmentos circulares 504, para asegurar el estator 100. Dado
 55 que los elementos de compresión 503 presionan radialmente hacia dentro contra los elementos del estator 500, los elementos del estator ejercen fuerzas en una dirección tangencial alrededor del eje central 101 entre sí. Además, debido a la forma de torta de los elementos del estator 500 y debido a que están ejerciendo fuerzas entre sí a través de las protuberancias 505 de los elementos de compresión 503 entre ellos, el estator 100 está montado de manera segura.

- 60 La estructura exterior 105 puede comprender además una correa, que puede sujetarse alrededor de los elementos de compresión 503. La correa puede construirse como una sola pieza 105, como se ilustra en la Figura 4 y colocarse sobre los elementos de compresión 503 cuando se ensambla, de manera que los elementos de compresión 503 y, por lo tanto, también los elementos del estator 500 estén asegurados.

65

- Los elementos de compresión 503 y la estructura exterior 105 pueden configurarse además para conectarse a través de una o más conexiones de lengüeta y ranura. Esto se ilustra en las Figuras 6A y 6B. En un segmento circular 504 de un elemento de compresión 503 puede estar presente una ranura 600, mientras que en la superficie interior de la estructura exterior 105 está presente una lengüeta correspondiente 601 de la conexión de lengüeta y ranura 600-601.
- 5 A través de la conexión de lengüeta y ranura 600, 601, el elemento de compresión 503 se acopla a la estructura exterior 105. De esta manera, un torque que se origina en la estructura interior 103 puede transferirse de manera segura a la estructura externa 105. Alternativamente, el acoplamiento puede ocurrir a través de soldadura, pegado o fijando de cualquier otra manera el segmento circular 504 a la estructura exterior 105.
- 10 Como se ilustra en las Figuras 6A y 6B, puede estar presente una pluralidad de conexiones de lengüeta y ranura para conectar una pluralidad de elementos de compresión 503 a la estructura exterior 105. Alternativamente, solo un número limitado de los elementos de compresión 503 comprenden una ranura 601, mientras que en la estructura exterior 105 solo en las ubicaciones correspondientes está presente una lengüeta 601.
- 15 Los elementos de compresión 503 pueden comprender además una superficie dentada como se ilustra en la superficie sombreada 510. A través de la superficie dentada, los elementos de compresión 503 pueden agarrarse a una superficie exterior de una bobina 502 cuando la sujetan, lo que bloquea de esta manera un movimiento radial y/o axial de un elemento del estator 500 cuando está montado. En otras palabras, la superficie dentada ayuda a asegurar los elementos del estator.
- 20 Los elementos de compresión 503 pueden fabricarse a partir de un polímero, reforzado con fibra de vidrio o fibra de carbono, y pueden reforzarse además con un inserto metálico o cerámico en el área de mayor tensión.
- 25 En la Figura 7 se ilustra otra vista despiezada del estator. En esta vista 700, se ilustran miembros flexibles 701 que conectan elementos de compresión adyacentes por sus respectivos segmentos circulares 503. Los miembros flexibles 701, por un lado, acoplan los elementos de compresión y, por otro lado, permiten un movimiento relativo entre ellos cuando, por ejemplo, se expanden debido a la disipación de calor en el estator. Además, en la Figura 9 se ilustra una vista detallada 900 de elementos de compresión 503 acoplados por miembros flexibles 701.
- 30 Aunque la presente invención se ha ilustrado como referencia a modalidades específicas, será evidente para los expertos en la técnica que la invención no se limita a los detalles de las modalidades ilustrativas anteriores, y que la presente invención puede llevarse a la práctica con varios cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de la misma. Por lo tanto, las presentes modalidades deben considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas, el alcance de la invención se indica por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción anterior.
- 35 Además, el lector de esta solicitud de patente comprenderá que las palabras "que comprende" o "comprende" no excluyen otros elementos o etapas, que las palabras "un" o "una" no excluyen una pluralidad, y que un solo elemento, tal como un sistema informático, un procesador u otra unidad integrada puede cumplir las funciones de varios medios enumerados en las reivindicaciones. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no deberá interpretarse como limitante de las reivindicaciones respectivas correspondientes. Los términos "primero", "segundo", "tercero", "a", "b", "c", y similares, cuando se usan en la descripción o en las reivindicaciones se introducen para distinguir entre elementos o etapas similares y no necesariamente describen un orden secuencial o cronológico. De manera similar, los términos "superior", "inferior", "sobre o a través", "bajo", y similares se introducen por propósitos descriptivos y no necesariamente para denotar posiciones relativas. Debe entenderse que los términos usados son intercambiables
- 40 bajo circunstancias adecuadas y las modalidades de la invención son capaces de operar de acuerdo con la presente invención en otras secuencias, o en orientaciones diferentes de la(s) descrita(s) o ilustrada(s) anteriormente.
- 45

REIVINDICACIONES

1. Un estator (100) para una máquina de flujo axial, el estator (100) que comprende:
 - 5 - un eje central (101) que corresponde al eje de rotación de la máquina de flujo axial cuando está montada; y
 - una estructura interior (103), una estructura intermedia (104) y una estructura exterior (105) dispuestas coaxialmente alrededor del eje central (101), la estructura intermedia (104) que se dispone entre la estructura interior (103) y la estructura exterior (105); y
 - 10 - la estructura interior (103) que comprende una pluralidad de elementos del estator (500) dispuestos simétricamente rotacionales, un elemento del estator (500) que comprende un núcleo ferromagnético (501) y una bobina (502) enrollada alrededor del núcleo ferromagnético (501), caracterizado porque:
 - 15 - la estructura intermedia (104) comprende una pluralidad de elementos de compresión (503), un elemento de compresión (503) que comprende un segmento circular (504) y una protuberancia (505) que se extiende radialmente desde el mismo; y
 - la estructura exterior (105) se configura para presionar los elementos de compresión (503) con las protuberancias (505) radialmente hacia dentro de la estructura interior contra los elementos del estator (500), la estructura intermedia (104) que comprime de esta manera las bobinas (502) y asegura mecánicamente los elementos del estator (500).
- 20 2. El estator (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un elemento de compresión (503) comprende una superficie dentada (510) configurada para bloquear un movimiento radial y/o axial de un elemento del estator (500) cuando está asegurado.
- 25 3. El estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un elemento de compresión (503) se configura para ser asegurado por la estructura exterior (105) a través de una conexión de ranura y lengüeta (600-601).
- 30 4. El estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un elemento de compresión (503) se configura además para ser asegurado por la estructura exterior (105) a través de una unión soldada, una unión con pegamento o un enlace adhesivo.
- 35 5. El estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un elemento de compresión (503) comprende uno del grupo de un polímero, un metal y/o un material cerámico.
6. El estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un elemento de compresión (503) comprende además un refuerzo.
- 40 7. El estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la estructura intermedia (104) comprende además un miembro flexible (701) configurado para acoplar elementos de compresión adyacentes (503).
- 45 8. El estator (100) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde un miembro flexible (701) acopla elementos de compresión adyacentes (503) por sus respectivos segmentos circulares (504).
9. El estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 8, en donde un miembro flexible (701) se configura además para permitir un movimiento relativo entre elementos de compresión adyacentes (503) cuando están acoplados.
- 50 10. Una máquina de flujo axial que comprende un estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 55 11. Un método para ensamblar un estator (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, el método que comprende las etapas de:
 - posicionar los elementos del estator (500) rotacionalmente simétricos alrededor del eje central (101) de manera que esté presente una abertura entre dos elementos del estator adyacentes (500); e
 - insertar elementos de compresión (503) en las aberturas a través de su respectiva protuberancia (505); y
 - asegurar los elementos del estator (503) al montar la estructura exterior (105).

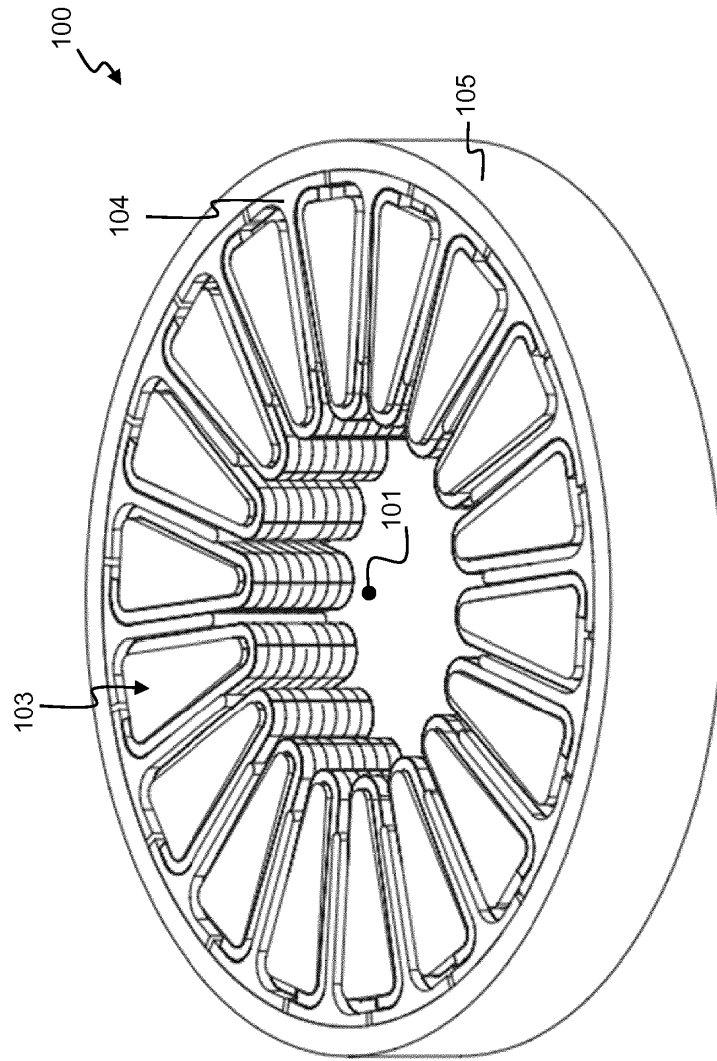


Fig. 1

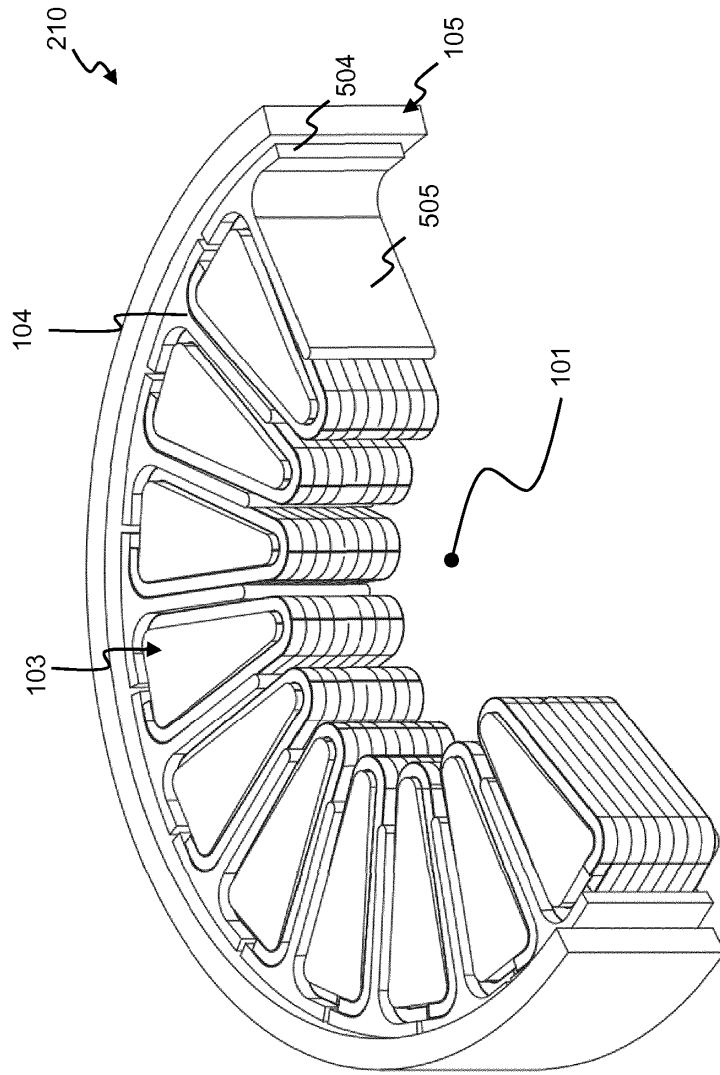


Fig. 2

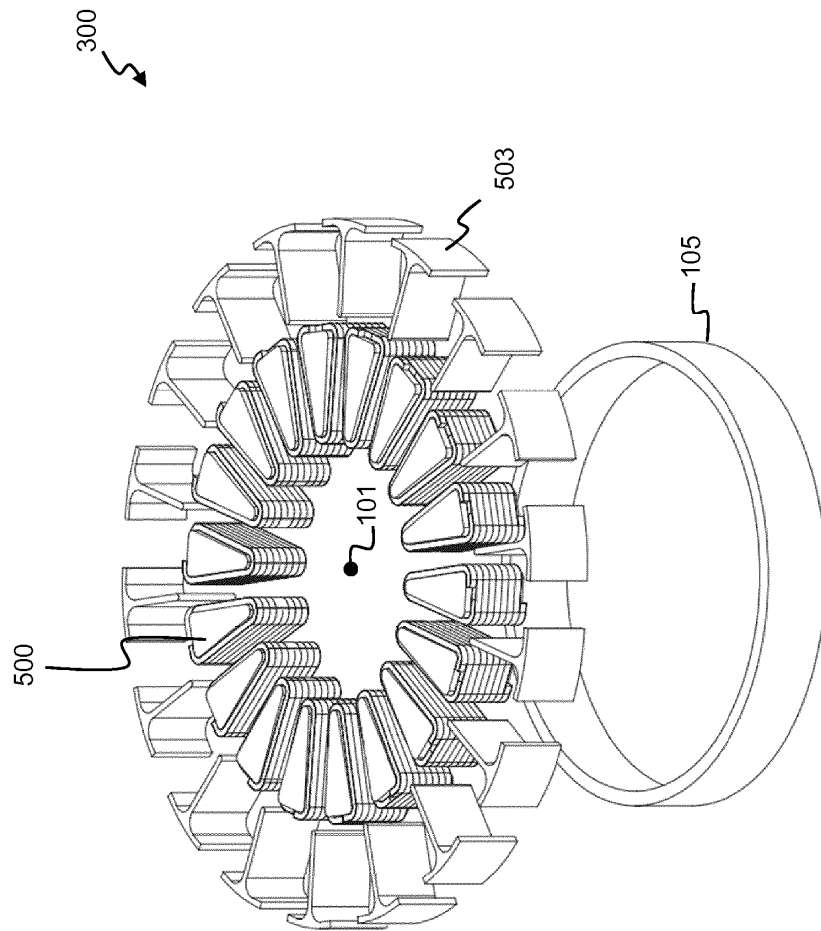


Fig. 3

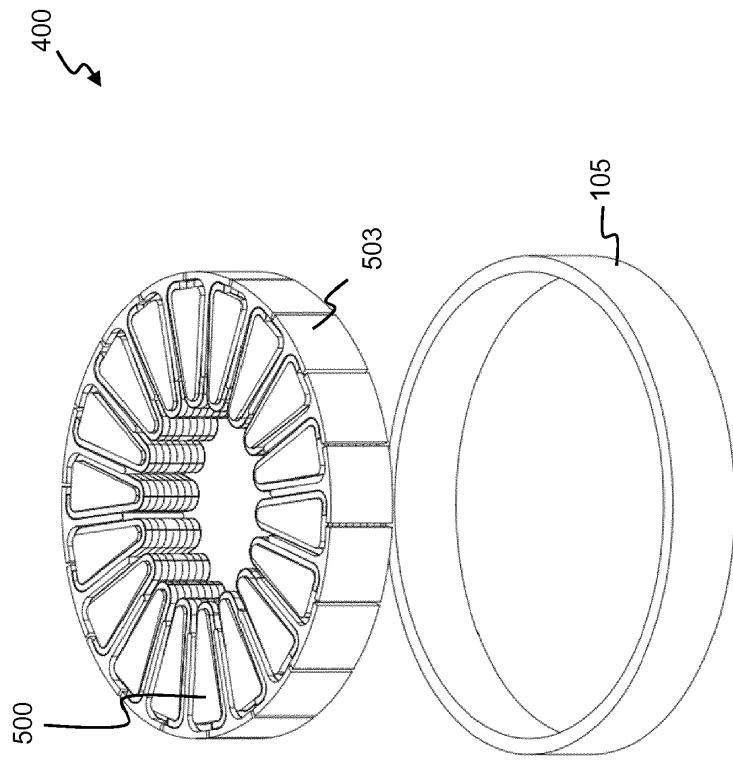


Fig. 4

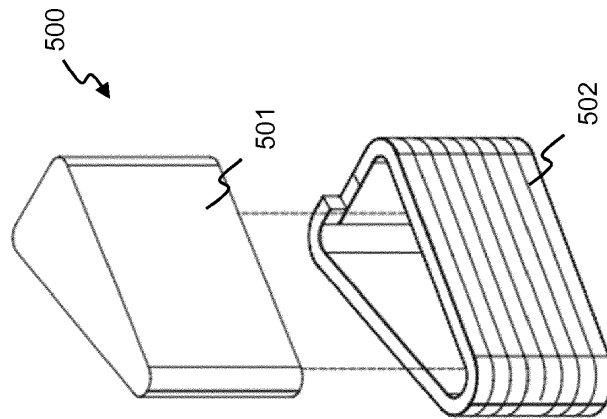


Fig. 5A

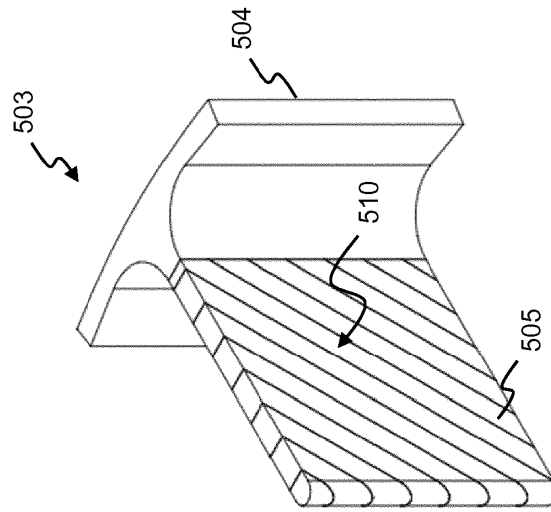


Fig. 5B

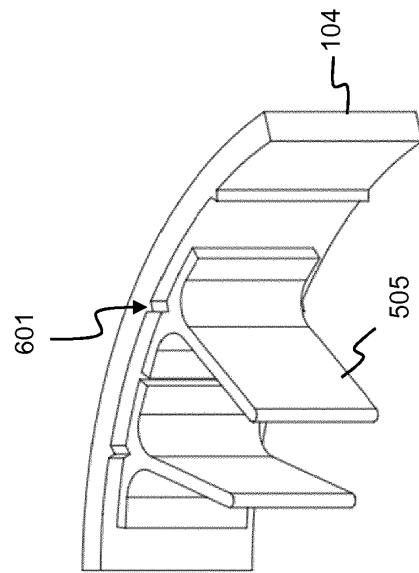


Fig. 6A

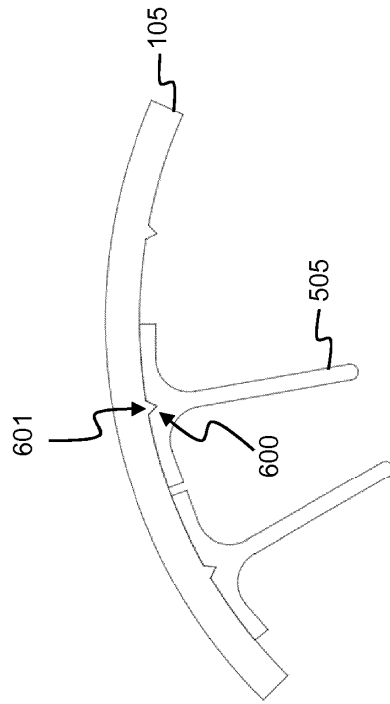


Fig. 6B

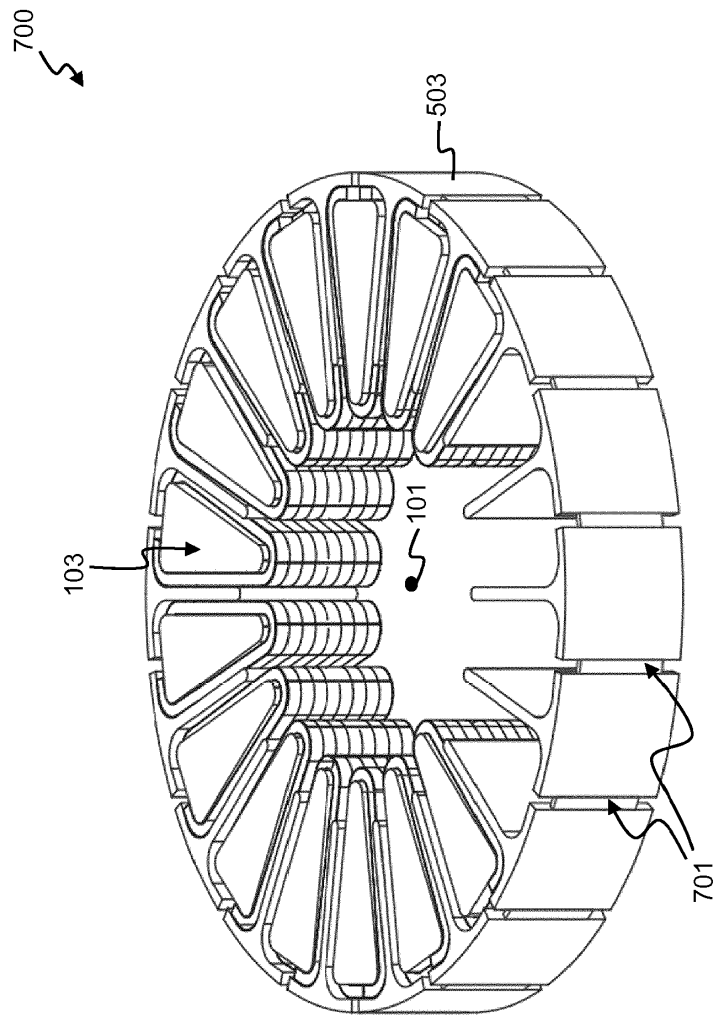


Fig. 7

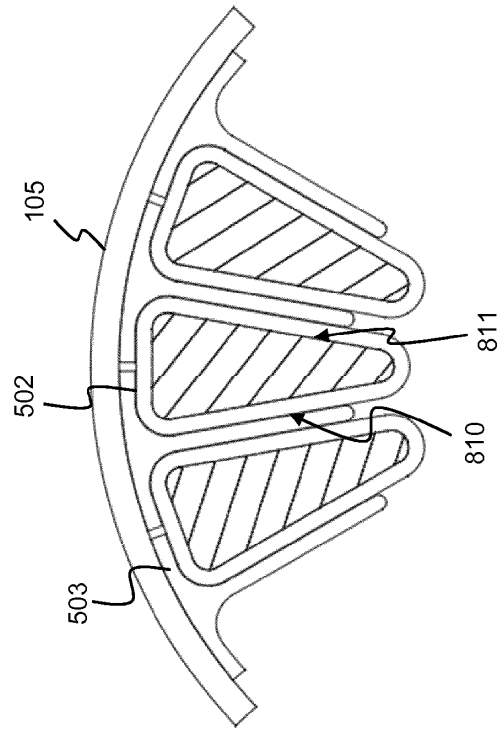


Fig. 8B

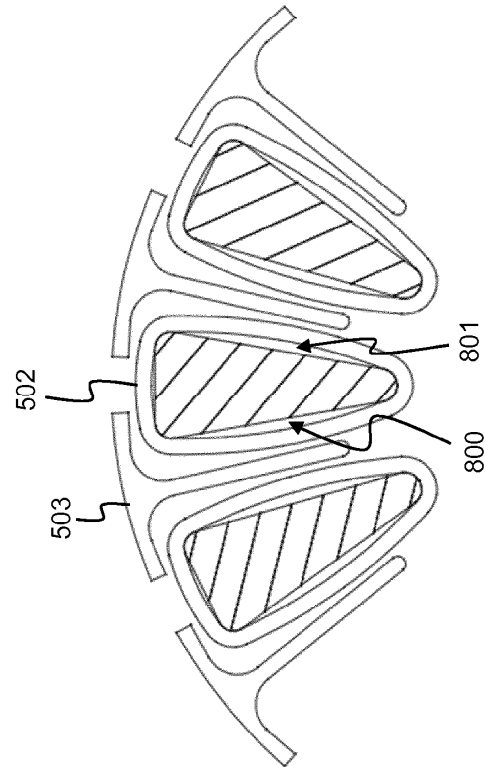


Fig. 8A

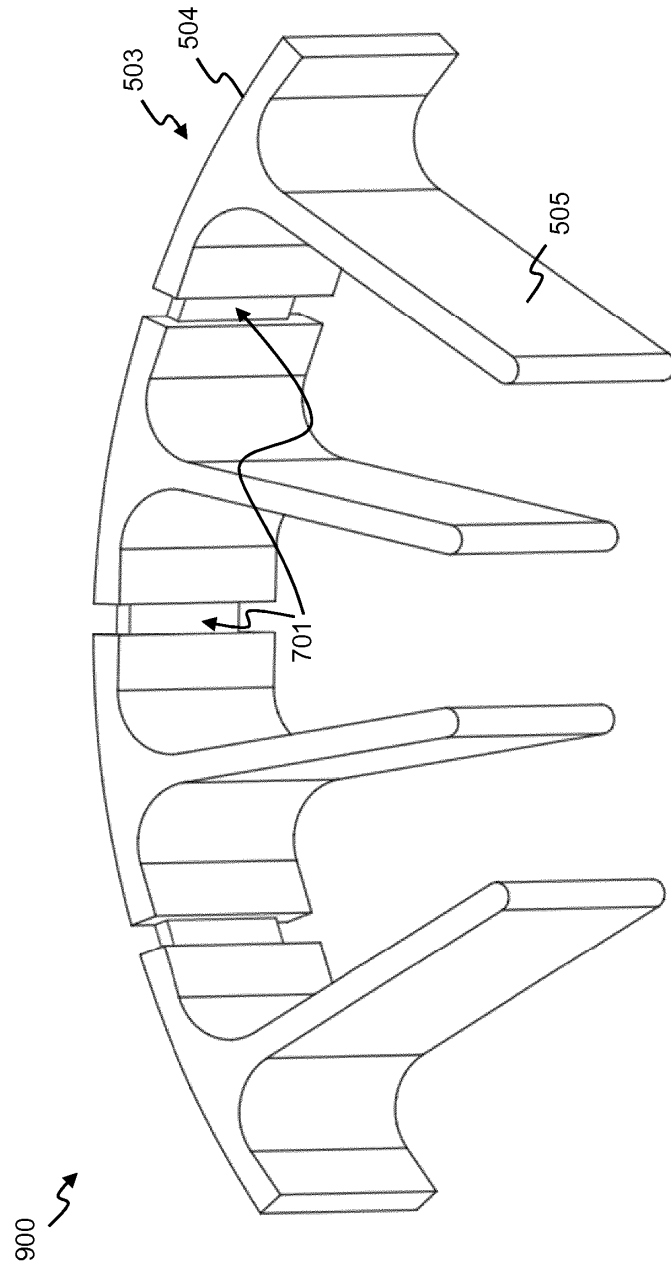


Fig. 9