

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 239**

51 Int. Cl.:

H02K 1/18 (2006.01)
H02K 1/30 (2006.01)
H02K 1/2786 (2012.01)
H02K 7/00 (2006.01)
H02K 15/16 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.01.2020** **PCT/CN2020/072975**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2020** **WO20238265**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2020** **E 20814881 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2023** **EP 3965263**

54 Título: **Máquina eléctrica y método de ensamblado para máquina eléctrica**

30 Prioridad:

24.05.2019 CN 201910440569

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

21.11.2023

73 Titular/es:

**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION
WINDPOWER EQUIPMENT CO. LTD. (100.0%)
No. 19 Kangding Road Beijing Economic &
Technological Development Zone Daxing District
Beijing 100176, CN**

72 Inventor/es:

**PENG, LIANG;
LIU, CHENGQIAN;
HU, BAOFU;
LI, YANHUI y
WANG, DONG**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 954 239 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

Máquina eléctrica y método de ensamblado para máquina eléctrica

5 CAMPO

[0001] La divulgación se refiere a un campo técnico de la máquina eléctrica y, en particular, a una máquina eléctrica y un método de ensamblaje para una máquina eléctrica.

10 ANTECEDENTES

[0002] En máquinas eléctricas grandes tales como turbinas eólicas, con el fin de asegurar la uniformidad de un entrehierro entre un estator y un rotor, normalmente se logra una coaxialidad de ensamblado del estator, el rotor y un conjunto de árbol por medio de equipos de procesamiento. Debido a la gran cantidad de componentes de la máquina eléctrica, para facilitar el ensamblaje, los componentes generalmente se fabrican solo en un sitio de procesamiento y luego los componentes respectivos se transportan a un sitio de generación de energía eólica y luego se ensamblan; por lo tanto, también es necesario transportar el equipo de procesamiento al sitio, y luego de ensamblar la máquina eléctrica por medio del equipo de procesamiento, el equipo de procesamiento será desarmado y transportado de regreso a un sitio designado, lo que aumenta el coste de transporte y la complejidad del ensamblado.

[0003] El documento ES2564053A1 proporciona un motor eléctrico con amortiguación de vibraciones, que incluye un rotor que se monta sobre un árbol de pivote y un estator que se monta sobre un casquillo tubular central de una carcasa estructural del motor en las instalaciones de aplicación, y que incluye elementos elásticos entre el estator y el casquillo tubular, que establecen un soporte de ensamblado del estator con un ajuste muy estrecho respecto a la superficie del casquillo tubular, a corta distancia del eje de giro del rotor.

[0004] El documento US2009/309438A1 proporciona una estructura de motor que incluye una carcasa que tiene un tubo de árbol que recibe un cojinete. El tubo de árbol incluye una sección de posicionamiento en una periferia exterior del mismo. Un rotor incluye un árbol que se extiende rotatoriamente a través del cojinete. Un estator está montado alrededor del tubo de árbol e incluye una bobina superior que tiene una porción de apoyo y una bobina inferior que tiene una porción de enganche. La sección de posicionamiento del tubo de árbol proporciona a la porción de enganche de la bobina inferior una fuerza de soporte axial a lo largo de un eje longitudinal del tubo de árbol para colocar el estator en una posición axial fija con respecto al rodamiento a lo largo del eje longitudinal del tubo de árbol. Además, la porción de apoyo de la bobina superior hace tope con el cojinete para evitar que el cojinete se desacople del tubo de árbol.

[0005] El documento EP2063117A1 proporciona una disposición para un generador de accionamiento directo para una turbina eólica, cuyo generador incluye un estator con varios segmentos de estator, cada segmento de estator tiene al menos un elemento de estator para la generación de energía y cuyo generador incluye un rotor pivotable alrededor de un eje central del generador y con respecto al estator con varios segmentos de rotor, cada segmento de rotor tiene al menos un elemento de rotor para la generación de energía, en el que dicha disposición incluye al menos un segmento de estator y al menos un segmento de rotor y en el que al menos un segmento de estator y al menos un segmento del rotor pueden apoyarse, al menos temporalmente, uno contra el otro. La invención se refiere además a un generador de accionamiento directo que incluye una disposición de este tipo, una turbina eólica que incluye dicho generador de accionamiento directo, así como un método para el ensamblado del generador de accionamiento directo.

SUMARIO

[0006] Un objeto de la divulgación es proporcionar una máquina eléctrica y un método de ensamblaje para una máquina eléctrica, que puede simplificar el proceso de ensamblaje y reducir el coste de transporte. En un aspecto, la invención proporciona una máquina eléctrica según la reivindicación 1. La máquina incluye: un conjunto de árbol que incluye un primer árbol, un segundo árbol dispuesto coaxialmente dentro de una circunferencia interior del primer árbol y un cojinete dispuesto entre el primer árbol y el segundo árbol; un primer cuerpo giratorio conectado coaxialmente al primer árbol, en el que el primer cuerpo giratorio incluye un primer soporte adaptador anular, y una porción estructural tubular que se extiende en una dirección axial está dispuesta en una circunferencia interior del primer soporte adaptador; un segundo cuerpo giratorio conectado coaxialmente al segundo árbol y dispuesto alrededor y en una circunferencia exterior del primer cuerpo giratorio; y un conjunto de guiado dispuesto entre la porción estructural tubular y el primer árbol para restringir el movimiento del primer cuerpo giratorio con respecto al primer árbol en una dirección circunferencial y una dirección radial. El conjunto de guía incluye una primera porción de inserción y una primera porción de casquillo que se acoplan entre sí, una de la primera porción de inserción y la primera porción de casquillo está dispuesta en una circunferencia interior de la porción estructural tubular y se extienden en la dirección axial, y el otro entre la primera porción de inserción y la primera porción de casquillo está dispuesto en una circunferencia exterior del primer árbol y se extiende en la dirección axial. La primera porción de inserción incluye una primera nervadura de guía que sobresale en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular, la primera porción de casquillo es una primera ranura de guía empotrada en dirección radial desde la circunferencia exterior del primer árbol, y la primera ranura de guía tiene un ancho a lo largo de la dirección circunferencial que coincide con el ancho de la primera nervadura de guía a lo largo de la dirección circunferencial. La primera porción de inserción incluye además una segunda nervadura de guía que sobresale

en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular, la segunda nervadura de guía tiene un diámetro interior mayor que el diámetro interior de la primera nervadura de guía, la segunda nervadura de guía y la primera nervadura de guía están dispuestas alternativamente en la dirección circunferencial en la circunferencia interior, y la circunferencia exterior del primer árbol tiene un diámetro exterior que coincide con el diámetro interior de la segunda nervadura de guía.

[0007] En otro aspecto, la invención proporciona un método de ensamblado según la reivindicación 9 para cualquiera de las máquinas eléctricas antes mencionadas, que incluye: disponer el primer árbol alrededor y en la circunferencia exterior del segundo árbol; disponer la porción estructural tubular del primer cuerpo giratorio alrededor y en la circunferencia exterior del primer árbol a través del conjunto de guía; y conectar el segundo cuerpo giratorio coaxialmente con el segundo árbol de modo que el segundo cuerpo giratorio esté dispuesto alrededor y en la circunferencia exterior del primer cuerpo giratorio.

[0008] La máquina eléctrica y el método de ensamblaje para la máquina eléctrica según la invención proporcionan el ensamblaje de guía entre el estator y el árbol estacionario o entre el rotor y el árbol giratorio, lo que mejora la coaxialidad del estator o rotor y el conjunto de árbol y luego mejora la calidad de ensamblado de la máquina eléctrica; y dado que el conjunto de guía se adopta para reemplazar el equipo de procesamiento de la técnica anterior, simplifica el proceso de ensamblaje de la máquina eléctrica y también reduce el coste de ensamblaje de la máquina eléctrica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009] La divulgación puede comprenderse mejor a partir de la siguiente descripción de las realizaciones específicas de la divulgación junto con los dibujos adjuntos, en los que otras características, objetos y ventajas de la divulgación serán más evidentes al leer la siguiente descripción detallada de las realizaciones no limitativas. con referencia a los dibujos adjuntos, y signos de referencia iguales o similares indican características iguales o similares.

La figura 1 es un diagrama esquemático tridimensional de una máquina eléctrica según realizaciones de la divulgación;

La figura 2 es un diagrama esquemático en despiece ordenado de la máquina eléctrica que se muestra en la figura 1;

La figura 3 es una vista en sección longitudinal de la máquina eléctrica mostrada en la figura 1;

La figura 4 es una vista en sección transversal parcial de un módulo de estator en un estator que se muestra en la figura 2;

La figura 5 es una vista superior esquemática de un primer soporte adaptador en el estator que se muestra en la figura 2;

La figura 6 es un diagrama esquemático ampliado de una zona B en el primer soporte adaptador mostrado en la figura 5;

La figura 7 es una vista en sección transversal esquemática del primer soporte adaptador mostrado en la figura 5 a lo largo de una dirección C-C;

La figura 8 es un diagrama esquemático de una estructura ensamblada de un árbol estacionario y un árbol giratorio en la máquina eléctrica que se muestra en la figura 2;

La figura 9 es una vista esquemática ampliada de una zona A del árbol estacionario mostrado en la figura 8;

La figura 10 es una vista superior esquemática de un rotor mostrado en la figura 2;

La figura 11 es un diagrama esquemático ampliado de una zona E del rotor mostrado en la figura 10; la figura 12 es un diagrama esquemático de un módulo de polos magnéticos en el rotor mostrado en la figura 10;

La figura 13 es un diagrama esquemático de un rotor de una máquina eléctrica según realizaciones de la divulgación;

La figura 14 es un diagrama de flujo de un método de ensamblaje para una máquina eléctrica según las realizaciones de la divulgación.

Signos de referencia en los dibujos:

[0010]

1- primer cuerpo giratorio; 11- primer soporte adaptador; 111- primera brida interior; 112- porción estructural tubular; 113- segunda doble brida; 12- primer módulo; 121- soporte del módulo de estator; 122- núcleo de hierro; 123- primera doble brida;

2- segundo cuerpo giratorio; 21- segundo soporte adaptador; 211- segunda brida interior; 22- segundo módulo; 3- conjunto de 3; 31- primer árbol; 311- primera superficie de extremo; 312- segunda superficie de extremo; 313- primera brida exterior; 32- segundo árbol; 321- segunda brida exterior;

4- conjunto de guía; 41- primera porción de inserción; 411- primera nervadura de guía; 412- segunda nervadura de guía; 42- primera porción de casquillo; 43- segunda porción de inserción; 44- segunda porción de casquillo; 51- porción de adaptador; 52- brazo de conexión; 53- anillo de rotor; 53a- superficie de montaje; 53b- ranura de montaje;

6- módulo de polo magnético; 6a- sustrato; 6b- acero magnético; 6c- porción de montaje.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0011] A continuación, se describirán en detalle características y realizaciones ejemplares según diversos aspectos de la divulgación. Muchos detalles específicos se divulgan en la siguiente descripción detallada para facilitar una comprensión completa de la divulgación. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que la divulgación se puede implementar sin algunos de estos detalles específicos. La siguiente descripción de realizaciones está destinada únicamente a proporcionar una mejor comprensión de la divulgación al ilustrar ejemplos de la divulgación. La divulgación no se limita de ninguna manera a ninguna de las configuraciones y algoritmos específicos discutidos a continuación, sino que cubre cualquier modificación, reemplazo y mejora de los elementos, componentes y algoritmos sin apartarse del alcance de la invención definida en las reivindicaciones independientes. En los dibujos adjuntos y la siguiente descripción, no se muestran estructuras y técnicas que son bien conocidas para evitar ambigüedades innecesarias en la divulgación.

[0012] Para una mejor comprensión de la divulgación, las máquinas eléctricas y los métodos de ensamblaje para máquinas eléctricas de acuerdo con las realizaciones de la divulgación se describen en detalle a continuación junto con las figuras 1 a 14. En la divulgación, el término "dirección radial" se refiere a la dirección de un diámetro de un cuerpo giratorio de la máquina eléctrica, el término "dirección axial" se refiere a una dirección de un eje del cuerpo giratorio de la máquina eléctrica, y el término "dirección circunferencial" se refiere a una dirección de una circunferencia del cuerpo giratorio de la máquina eléctrica.

[0013] Haciendo referencia a las figuras 1 a 3, la divulgación proporciona una máquina eléctrica que incluye: un primer cuerpo giratorio 1, un segundo cuerpo giratorio 2, un conjunto de árbol 3 y un conjunto de guía 4.

[0014] El conjunto de árbol 3 incluye un primer árbol 31, un segundo árbol 32 dispuesto coaxialmente dentro de una circunferencia interna del primer árbol 31 y un cojinete (no mostrado en los dibujos) dispuesto entre el primer árbol 31 y el segundo árbol 32. Un anillo interior del rodamiento está dispuesto en uno del primer árbol 31 y el segundo árbol 32, y un anillo exterior del rodamiento está dispuesto en el otro del primer árbol 31 y el segundo árbol 32, de manera que el primer árbol 31 puede girar con respecto al segundo árbol 32 alrededor de un eje central del segundo árbol 32; y el cojinete se puede fijar en el conjunto de árbol 3 a través, por ejemplo, de un anillo de retención del cojinete, de manera que el primer árbol 31 y el segundo árbol 32 no pueden moverse entre sí en la dirección axial.

[0015] El primer cuerpo giratorio 1 está conectado coaxialmente al primer árbol 31, y el primer cuerpo giratorio 1 incluye un primer soporte adaptador anular 11, y una porción estructural tubular 112 que se extiende en una dirección axial está dispuesta en una circunferencia interior del primer soporte adaptador 11.

[0016] El segundo cuerpo giratorio 2 está conectado coaxialmente al segundo árbol 32, y el segundo cuerpo giratorio 2 está dispuesto alrededor y en una circunferencia exterior del primer cuerpo giratorio 1.

[0017] El conjunto de guía 4 está dispuesto entre la porción estructural tubular 112 y el primer árbol 31 para restringir el movimiento del primer cuerpo giratorio 1 con respecto al primer árbol 31 en una dirección circunferencial y una dirección radial.

[0018] En algunas realizaciones, el primer cuerpo giratorio 1 es un estator, el primer árbol 31 es un árbol estacionario, el segundo cuerpo giratorio 2 es un rotor y el segundo árbol 32 es un árbol giratorio. En otras palabras, la máquina eléctrica tiene una estructura con un estator interior y un rotor exterior.

[0019] En algunas realizaciones, el primer cuerpo giratorio 1 es un rotor, el primer árbol 31 es un árbol giratorio, el segundo cuerpo giratorio 2 es un estator y el segundo árbol 32 es un árbol estacionario. En otras palabras, la máquina eléctrica tiene una estructura con un rotor interior y un estator exterior. Por lo tanto, el conjunto de guía 4 puede mejorar la coaxialidad del estator y el árbol estacionario o la coaxialidad del rotor y el árbol giratorio, lo que luego asegura un espacio de aire uniforme entre el estator y el rotor y mejora la calidad del ensamblaje de la máquina eléctrica.

[0020] La máquina eléctrica según la divulgación proporciona el conjunto de guía 4 entre el estator y el árbol estacionario o entre el rotor y el árbol giratorio, lo que mejora la coaxialidad del estator o rotor y el conjunto de árbol 3 y luego mejora la calidad del ensamblaje de la máquina eléctrica; y dado que el conjunto de guía 4 se adopta para reemplazar el equipo de procesamiento de la técnica anterior, simplifica el proceso de ensamblaje de la máquina eléctrica y también reduce el coste de ensamblaje de la máquina eléctrica.

[0021] Para facilitar la descripción, la estructura específica de la máquina eléctrica según realizaciones de la divulgación se describirá con más detalle a continuación, tomando como ejemplo la máquina eléctrica que tiene una estructura con un estator interior y un rotor exterior.

[0022] Haciendo referencia a las figuras 2, 4 y 5, el primer cuerpo giratorio 1 es un estator y el primer árbol 31 es un árbol estacionario. El primer cuerpo giratorio 1 también incluye un primer módulo 12 dispuesto alrededor y en una circunferencia exterior del primer soporte adaptador 11; el primer módulo 12 es un módulo de estator de la máquina eléctrica; y el módulo del estator incluye un soporte del módulo del estator 121, un núcleo de hierro 122 dispuesto en una circunferencia exterior del soporte del módulo del estator 121 y un devanado del estator (no mostrado en los dibujos) montado en el núcleo de hierro 122.

[0023] El primer soporte adaptador 11 y el soporte del módulo del estator 121 generalmente están hechos de materiales de acero como el acero Q235, que se moldea en un proceso de soldadura, fundición u otro proceso y luego se mecaniza. Opcionalmente, el soporte del módulo del estator 121 tiene una estructura internamente hueca para mejorar su rigidez y también reducir su peso. Una primera brida doble 123 está dispuesta en una circunferencia interior del soporte del módulo del estator 121, y un grupo de orificios para pernos están formados en la primera brida doble 123; una segunda brida doble 113 está dispuesta en la circunferencia exterior del primer soporte adaptador 11, y un grupo de orificios para pernos están formados en la segunda brida doble 113; y el soporte del módulo del estator 121 y el primer soporte adaptador 11 pueden conectarse entre sí mediante una cooperación de la primera brida doble 123 y la segunda brida doble 113. El núcleo de hierro 122 generalmente está hecho de láminas de acero al silicio laminadas, y las bobinas de bobinado se instalan en las ranuras del núcleo de hierro 122; y el núcleo de hierro 122 se monta en ranuras en cola de milano (no mostradas en los dibujos) en la circunferencia exterior del soporte del módulo del estator 121 y, por lo tanto, se fija al soporte del módulo del estator 121.

[0024] Haciendo referencia a las figuras 6 a 9, el conjunto de guía 4 incluye una primera porción de inserción 41 y una primera porción de casquillo 42 que se acoplan entre sí, la primera porción de inserción 41 está dispuesta en una circunferencia interior de la porción estructural tubular 112 y se extiende en la dirección axial, y la primera porción de casquillo 42 está dispuesta en una circunferencia exterior del primer árbol 31 y se extiende en dirección axial. Puede haber múltiples primeras porciones de inserción 41 y múltiples primeras porciones de casquillo 42.

[0025] La primera porción de inserción 41 incluye una primera nervadura de guía 411 que sobresale en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular 112; y la primera porción de inserción 42 es una primera ranura de guía rebajada en la dirección radial desde la circunferencia exterior del primer árbol 31, y la primera ranura de guía tiene un ancho a lo largo de la dirección circunferencial que coincide con el ancho de la primera nervadura de guía 411 a lo largo de la dirección circunferencial, de modo que se restringe un movimiento de la porción estructural tubular 112 del estator en la dirección circunferencial con respecto al árbol estacionario, lo que evita un caso en el que una primera brida interior 111 y una primera brida exterior 313 no pueden ensamblarse con sus los centros están alineados debido a una coaxialidad y precisión insuficientes después de que el estator y el rotor hayan sido ensamblados con uno rodeado por el otro.

[0026] Además, la primera porción de inserción 41 incluye una segunda nervadura de guía 412 que sobresale en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular 112, la segunda nervadura de guía 412 tiene un diámetro interior mayor que el diámetro interior de la primera nervadura de guía 411, y la segunda nervadura de guía 412 y la primera nervadura de guía 411 están dispuestas alternativamente en la dirección circunferencial en la circunferencia interior, y la circunferencia exterior del primer árbol 31 tiene un diámetro exterior que coincide con el diámetro interior de la segunda nervadura de guía 412. El primer árbol 31 y la circunferencia interior de la segunda guía 412 forman un ajuste árbol-orificio, y su ajuste de tolerancia aquí es preferiblemente un ajuste de separación para restringir el movimiento de la porción estructural tubular 112 del estator en la dirección radial con respecto al árbol estacionario.

[0027] Además, la primera nervadura de guía 411 y la segunda nervadura de guía 412 se pueden conectar a una pared interna de la porción estructural tubular 112 a través de tornillos avellanados o de otras formas. La primera nervadura de guía 411 y la segunda nervadura de guía 412 pueden estar hechas de plásticos de ingeniería, metales como aluminio o materiales compuestos como láminas laminadas fenólicas. Aquí, sería beneficioso que los materiales de la primera nervadura de guía 411 y la segunda nervadura de guía 412 fueran diferentes del material del primer árbol 31 para evitar el fenómeno de arrastre que ocurre cuando el primer árbol 31 se desliza con respecto a la primera nervadura de guía 411 y la segunda nervadura de guía 412.

[0028] Además, una primera brida interior 111 está dispuesta además en un extremo axial de la porción estructural tubular 112 del primer cuerpo giratorio 1 cerca del primer soporte adaptador 11. La primera brida interior 111 es una brida única, se forma un grupo de orificios para pernos en la brida única para conectar con el primer árbol 31.

[0029] El primer árbol 31 es un árbol estacionario, el primer árbol 31 generalmente está hecho de materiales de acero como acero bajo en carbono, hierro dúctil, etc., que se forma en un proceso de soldadura, fundición u otro proceso y luego se mecaniza. El primer árbol 31 incluye una primera superficie de extremo 311 y una segunda superficie de extremo 312 opuestas entre sí en su dirección axial, una primera brida exterior 313 está dispuesta en la circunferencia exterior del primer árbol 31 a una distancia predeterminada de la primera superficie de extremo 311, y la porción estructural tubular 112 y el primer árbol 31 están conectados entre sí a través de una cooperación de la primera brida interior 111 y la primera brida exterior 313. La cooperación de la primera brida interior 111 y la primera brida exterior 313 puede ser, por ejemplo, una conexión con un perno y un tope.

[0030] Para mejorar aún más la coaxialidad del estator y el conjunto de árbol, el conjunto de guía 4 también incluye una segunda porción de inserción 43 y una segunda porción de casquillo 44 que se acoplan entre sí, la segunda porción de inserción 43 está dispuesta en la circunferencia exterior del primer árbol 31 cerca de la primera brida exterior 313, la segunda porción de casquillo 44 está dispuesta en la circunferencia interior de la porción estructural tubular 112 cerca de la primera brida interior 111, y la segunda porción de casquillo 44 tiene un diámetro interior D2 mayor que un diámetro interior D1 de la primera porción de inserción 41.

[0031] Además, la segunda porción de casquillo 44 se forma sobresaliendo en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular 112, la segunda porción de inserción 43 se forma sobresaliendo en dirección radial desde la circunferencia exterior del primer árbol 31, y la circunferencia exterior de la segunda porción de inserción 43 coincide con una circunferencia interior de la segunda porción de inserción 44, y la precisión de ajuste de la segunda porción de inserción 43 y la segunda porción de inserción 44 es mayor que la precisión de ajuste de la primera porción de inserción 41 y la primera porción de casquillo 42. Por ejemplo, si la precisión de ajuste del árbol-orificio de la primera porción de inserción 41 y la primera porción de casquillo 42 es H9/g9, la precisión del ajuste del árbol-orificio de la segunda porción de inserción 43 y la segunda porción de casquillo 44 es H7/f7.

[0032] La segunda porción de inserción 43 se obtiene mediante mecanizado tal como torneado en la circunferencia exterior del primer árbol 31, y la circunferencia interna de la segunda porción de casquillo 44 y la segunda porción de inserción 43 forman un ajuste de árbol-orificio, y su tolerancia de ajuste aquí es preferiblemente un ajuste de separación. Para facilitar la inserción suave del primer árbol 31 en la porción estructural tubular 112, la separación entre la primera porción de inserción 41 y la primera porción de casquillo 42 debe elegirse para que sea grande.

[0033] Para reducir un error radial entre el estator y el árbol estacionario después de que finalmente se ensamblan, cuando el rotor y el árbol giratorio se ensamblan en su lugar, la segunda porción de inserción 43 puede introducirse en la segunda porción de casquillo 44 cuando los pernos están conectados en la primera brida interna 111, lo que asegura que la coaxialidad del ensamblaje final del estator y el conjunto de árbol sea de un alto nivel de precisión.

[0034] Haciendo referencia a las figuras 10 a 12, el segundo cuerpo giratorio 2 incluye un segundo soporte adaptador anular 21 y un segundo módulo 22 dispuesto en una circunferencia exterior del segundo soporte adaptador 21, una segunda brida interior 211 está dispuesta en una circunferencia interior del segundo soporte adaptador 21, una segunda brida exterior 321 está dispuesta en la circunferencia exterior del segundo árbol 32, y el segundo cuerpo giratorio 2 y el segundo árbol 32 están conectados entre sí a través de una cooperación de la segunda brida interior 211 y la segunda brida exterior 321.

[0035] En este documento, el segundo cuerpo giratorio 2 es un rotor, el segundo árbol 32 es un árbol giratorio y el segundo árbol 32 generalmente está hecho de materiales de acero como acero con bajo contenido de carbono, hierro dúctil, etc., que tiene forma de soldadura, fundición u otro proceso y luego maquinado. La segunda brida interior 211 del segundo soporte adaptador 21 y la segunda brida exterior 321 están conectadas con pernos y topes de manera que el rotor y el árbol giratorio estén conectados entre sí. El segundo soporte adaptador 21 normalmente está hecho de materiales de acero como el acero Q235, que se moldea en un proceso de soldadura, fundición u otro proceso y luego se mecaniza.

[0036] El segundo soporte adaptador 21 es un soporte de rotor, y el segundo módulo 22 incluye una pluralidad de módulos de polos magnéticos 6; y el soporte del rotor incluye una porción de adaptador 51, dos o más brazos de conexión 52 distribuidos radialmente en una circunferencia exterior de la porción de adaptador 51 y un anillo de rotor 53 dispuesto coaxialmente con los dos o más brazos de conexión 52; y los módulos de polos magnéticos 6 están dispuestos en una superficie de montaje 53a del anillo del rotor 53. La porción de adaptador 51, los brazos de conexión 52 y el anillo del rotor 53 se pueden fijar juntos por medio de una conexión de perno de brida, etc.

[0037] Además, cada uno de los anillos del rotor 53 y los brazos de conexión 52 se proporcionan como un miembro estructural interno hueco, lo que mejora la rigidez del soporte del rotor. En particular, el brazo de conexión interiormente hueco 52 teóricamente puede evitar un problema de atracción del polo magnético en el entrehierro entre el rotor y el estator cuando el rotor se monta alrededor de la circunferencia exterior del estator.

[0038] Además, una pluralidad de ranuras de montaje 53b que se extienden en la dirección axial están dispuestas en la superficie de montaje 53a del anillo de rotor 53 a intervalos; con respecto a la máquina eléctrica que tiene una estructura con un estator interior y un rotor exterior, la superficie de montaje 53a es la circunferencia interior del anillo del rotor 53. El módulo de polo magnético 6 incluye un sustrato 6a y al menos un acero magnético 6b dispuesto en el sustrato 6a, y las porciones de ensamblado 6c para coincidir con las ranuras de montaje 53b están dispuestas en un lado del sustrato 6a lejos del acero magnético 6b.

[0039] El módulo de polos magnéticos 6 es una fuente de excitación de la máquina eléctrica, en la que comúnmente se utiliza excitación por bobina de corriente continua o excitación por imán permanente; y la excitación por imán permanente se usa como ejemplo en realizaciones de la divulgación. El módulo de polos magnéticos 6 se puede prefabricar en fábrica. Aquí, el acero para imanes 6b está hecho de material magnético duro, como el material de imán permanente NdFeB, y varios aceros para imanes de tamaño pequeño 6b se ensamblan en la dirección axial para formar el módulo de polos magnéticos 6. Los aceros magnéticos 6b se fijan al sustrato 6a mediante encolado, conexión mecánica como atornillado, etc. La superficie del acero magnético 6 se protege mediante inyección de cola, cajas de polos magnéticos, etc., para aislarlo del aire exterior y reducir el riesgo de fracaso. El sustrato 6a está hecho de materiales ferromagnéticos tales como acero con bajo contenido de carbono, hierro eléctrico, acero al silicio, etc. mediante mecanizado, lo que proporciona una trayectoria de flujo magnético entre módulos de polos magnéticos adyacentes 6.

[0040] La porción de montaje 6c del sustrato 6a está hecha de materiales ferromagnéticos tales como acero con bajo

contenido de carbono, hierro eléctrico, acero al silicio, etc. mediante mecanizado, y puede fijarse al sustrato 6a mediante pernos, soldadura, etc.; o la porción de montaje 6c puede ser parte del sustrato 6a; y la porción de montaje 6c tiene una forma que coincide con la de la ranura de montaje 53b del anillo del rotor 53 para formar una estructura de riel deslizante que puede moverse en la dirección axial, de modo que el módulo de polo magnético 6 pueda montarse convenientemente en la superficie de montaje 53a del anillo del rotor 53 y, por lo tanto, dispuesto frente al núcleo de hierro 122 y el devanado del estator del estator para formar un entrehierro uniforme.

[0041] Se entenderá que la estructura anterior del conjunto de guía 4 también se puede aplicar a una máquina eléctrica que tenga una estructura con un rotor interno y un estator externo, y luego el conjunto de guía 4 se dispone entre el rotor y el árbol giratorio; en otras palabras, el primer cuerpo giratorio 1 es un rotor, el primer árbol 31 es un árbol giratorio, el segundo cuerpo giratorio 2 es un estator y el segundo árbol 32 es un árbol estacionario.

[0042] Haciendo referencia a la figura 13, se muestra un diagrama esquemático estructural de un rotor de una máquina eléctrica que tiene una estructura con un rotor interior y un estator exterior. El rotor incluye un primer soporte adaptador anular 11 y una pluralidad de módulos de polos magnéticos 6 dispuestos en una circunferencia exterior del primer soporte adaptador 11, una primera brida interior 111 y una porción estructural tubular 112 que se extiende en la dirección axial desde la primera brida interior 111 están dispuestos en una circunferencia interior del primer soporte adaptador 11.

[0043] En consecuencia, el primer árbol 31 en la figura 8 es un árbol giratorio, y el conjunto de guía 4 está dispuesto entre la porción estructural tubular 112 del rotor y el árbol giratorio para restringir el movimiento del rotor en relación con el árbol giratorio en la dirección circunferencial y la dirección radial. Una primera brida exterior 313 está dispuesta en una circunferencia exterior del árbol giratorio, y la porción estructural tubular 112 y el árbol giratorio están conectados entre sí a través de una cooperación de la primera brida interior 111 y la primera brida exterior 313. Además, de forma similar a la estructura de las figuras 6 y 7, el conjunto de guía 4 incluye una primera porción de inserción 41 y una primera porción de casquillo 42 que se acoplan entre sí, la primera porción de inserción 41 está dispuesta en una circunferencia interior de la porción estructural tubular 112 y se extiende en la dirección axial, y la primera porción de casquillo 42 está dispuesta en una circunferencia exterior del primer árbol 31 y se extiende en dirección axial. Puede haber múltiples primeras porciones de inserción 41 y múltiples primeras porciones de casquillo 42.

[0044] El conjunto de guía 4 también incluye una segunda porción de inserción 43 y una segunda porción de casquillo 44 que se acoplan entre sí, la segunda porción de inserción 43 está dispuesta en la circunferencia exterior del primer árbol 31 cerca de la primera brida exterior 313, el segundo casquillo la porción 44 está dispuesta en la circunferencia interna de la porción estructural tubular 112 cerca de la primera brida interna 111, y la segunda porción de casquillo 44 tiene un diámetro interno D2 mayor que el diámetro interno D1 de la primera porción de inserción 41.

[0045] Otras estructuras del conjunto de guía 4 son similares a la máquina eléctrica antes mencionada que tiene una estructura con un estator interior y un rotor exterior para garantizar que el error de coaxialidad del rotor y el conjunto de árbol que finalmente se han ensamblado sea de un alto nivel de precisión y no se volverá a describir.

[0046] Además, el soporte del rotor incluye una porción de adaptador 51, dos o más brazos de conexión 52 distribuidos radialmente en una circunferencia exterior de la porción de adaptador 51 y un anillo de rotor 53 dispuesto coaxialmente con los dos o más brazos de conexión 52; los módulos de polos magnéticos 6 están dispuestos en una superficie de montaje 53a del anillo de rotor 53; y con respecto a las máquinas eléctricas que tienen una estructura con un rotor interior y un estator exterior, la superficie de montaje 53a es una circunferencia exterior del anillo del rotor 53.

[0047] Además, la estructura del estator es similar a la estructura del estator de las figuras 4 y 5, con la diferencia de que no hay una porción estructural tubular 112 en la circunferencia interior del primer soporte adaptador 11, el núcleo de hierro 122 está dispuesto en la circunferencia interior del soporte del módulo del estator 121 y el devanado del estator está montado en el núcleo de hierro 122 para estar dispuesto opuesto al módulo de polos magnéticos 6 en la circunferencia exterior del soporte del rotor para formar un entrehierro uniforme.

[0048] Además, cada uno de los anillos del rotor 53 y los brazos de conexión 52 se proporcionan como un miembro estructural interno hueco, lo que mejora la rigidez del soporte del rotor. En particular, el brazo de conexión interiormente hueco 52 teóricamente puede evitar un problema de atracción del polo magnético en el entrehierro entre el rotor y el estator cuando el estator se monta alrededor de la circunferencia exterior del rotor.

[0049] Además, para una máquina eléctrica de gran diámetro, cuando un diámetro máximo de su estator o rotor supera un límite de transporte por carretera de 5 m, es necesario prefabricar el estator y el rotor en una fábrica, y dividir el estator en varias secciones de estator y dividir el rotor en varias secciones de rotor antes del transporte. Aquí, la longitud máxima de la cuerda de cada sección del estator es menor que el diámetro interior de un tanque de inmersión de pintura en la fábrica para garantizar los requisitos de procesamiento del devanado del estator. Para facilitar el transporte, los anchos máximos de la sección del estator y la sección del rotor son menores que el límite de transporte por carretera. Después de ser transportado a un sitio de ensamblaje, las respectivas secciones del estator se ensamblan en el estator y las respectivas secciones del rotor se ensamblan en el rotor.

[0050] Con referencia a la figura 14, las realizaciones de la divulgación también proporcionan un método de ensamblado

para cualquiera de las máquinas eléctricas descritas anteriormente, en el que el método de ensamblado incluye:

Etapa S1: disponer el primer árbol 31 alrededor y en la circunferencia exterior del segundo árbol 32;
 Etapa S2: disponer la porción estructural tubular 112 del primer cuerpo giratorio 1 alrededor y en la circunferencia exterior del primer árbol 31 a través del conjunto de guía 4.
 Etapa S3: conectar el segundo cuerpo giratorio 2 coaxialmente con el segundo árbol 32 de modo que el segundo cuerpo giratorio 2 esté dispuesto alrededor y en la circunferencia exterior del primer cuerpo giratorio 1.

[0051] Aquí, el primer cuerpo giratorio 1 es un estator, el primer árbol 31 es un árbol estacionario, el segundo cuerpo giratorio 2 es un rotor y el segundo árbol 32 es un árbol giratorio; o el primer cuerpo giratorio 1 es un rotor, el primer árbol 31 es un árbol giratorio, el segundo cuerpo giratorio 2 es un estator y el segundo árbol 32 es un árbol estacionario.

[0052] Alternativamente, la máquina eléctrica y el método de ensamblaje para la máquina eléctrica de acuerdo con las realizaciones ejemplares descritas anteriormente se pueden aplicar a varios dispositivos en los que se requiere una máquina eléctrica, como, entre otros, turbinas eólicas.

[0053] Los expertos en la técnica deben entender que las realizaciones mencionadas anteriormente son todas ilustrativas, pero no restrictivas. Se pueden combinar diferentes características técnicas en diferentes realizaciones para lograr efectos beneficiosos. Los expertos en la técnica deben comprender e implementar otras formas de realización modificadas de las formas de realización divulgadas después de estudiar los dibujos, la descripción y las reivindicaciones, siempre que las otras formas de realización modificadas no se aparten del ámbito de protección definido en las reivindicaciones independientes.

[0054] En las reivindicaciones, el término "comprende" no excluye otros dispositivos o etapas; el artículo está destinado a incluir uno o más artículos cuando no está modificado por un cuantificador, y puede usarse indistintamente con "uno o más artículos"; los términos "primero", "segundo" o similares se utilizan para designar nombres y no pretenden indicar ningún orden en particular. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como una limitación del alcance de la protección. Las funciones de múltiples partes en las reivindicaciones pueden implementarse mediante un solo módulo de hardware o software. La presencia de ciertas características técnicas en diferentes reivindicaciones dependientes no significa que estas características técnicas no puedan combinarse para obtener un efecto beneficioso.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina eléctrica que comprende:

5 un conjunto de árbol (3) que comprende un primer árbol (31), un segundo árbol (32) dispuesto coaxialmente dentro de una circunferencia interior del primer árbol (31), y un cojinete dispuesto entre el primer árbol (31) y el segundo árbol (32);
 un primer cuerpo giratorio (1) conectado coaxialmente al primer árbol (31), en el que el primer cuerpo giratorio (1) comprende un primer soporte adaptador anular (11), y se dispone una porción estructural tubular (112) que
 10 se extiende en una dirección axial en una circunferencia interior del primer soporte adaptador (11);
 un segundo cuerpo giratorio (2) conectado coaxialmente al segundo árbol (32) y dispuesto alrededor y en una circunferencia exterior del primer cuerpo giratorio (1); y
 un conjunto de guía (4) dispuesto entre la porción estructural tubular (112) y el primer árbol (31) para restringir un movimiento del primer cuerpo giratorio (1) con respecto al primer árbol (31) en una dirección circunferencial y una dirección radial,
 15 **caracterizado por que**, el conjunto de guía (4) comprende una primera porción de inserción (41) y una primera porción de casquillo (42) que se acoplan entre sí, la primera porción de inserción (41) está dispuesta en una circunferencia interior de la porción estructural tubular (112) y se extiende en la dirección axial, y la primera porción de casquillo (42) está dispuesta en una circunferencia exterior del primer árbol (31) y se extiende en la dirección axial,
 20 la primera porción de inserción (41) comprende una primera nervadura de guía (411) que sobresale en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular (112), la primera porción de casquillo (42) es una primera ranura de guía empotrada en dirección radial desde la circunferencia exterior del primer árbol (31), y la primera ranura de guía tiene un ancho a lo largo de la dirección circunferencial que coincide con el ancho de la primera nervadura de guía (411) a lo largo de la dirección circunferencial, y
 25 la primera porción de inserción (41) comprende además una segunda nervadura de guía (412) que sobresale en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular (112), la segunda nervadura de guía (412) tiene un diámetro interior mayor que un diámetro interior de la primera nervadura de guía (411), la segunda nervadura de guía (412) y la primera nervadura de guía (411) están dispuestas alternativamente en la dirección circunferencial en la circunferencia interior, y la circunferencia exterior del primer árbol (31) tiene un diámetro exterior coincidente con el diámetro interior de la segunda nervadura de guía (412).

2. La máquina eléctrica según la reivindicación 1, en la que el primer cuerpo giratorio (1) es un estator, el primer árbol (31) es un árbol estacionario, el segundo cuerpo giratorio (2) es un rotor y el segundo árbol (32) es un árbol giratorio; o el primer cuerpo giratorio (1) es un rotor, el primer árbol (31) es un árbol giratorio, el segundo cuerpo giratorio (2) es un estator y el segundo árbol (32) es un árbol estacionario.

3. La máquina eléctrica según la reivindicación 1, en la que una primera brida interior (111) está dispuesta además en un extremo axial de la porción estructural tubular (112) cerca del primer soporte adaptador (11);
 40 el primer árbol (31) comprende una primera superficie de extremo (311) y una segunda superficie de extremo (312) opuestas entre sí en su dirección axial, una primera brida exterior (313) está dispuesta en la circunferencia exterior del primer árbol (31) a una distancia predeterminada de la primera superficie de extremo; y
 la porción estructural tubular (112) y el primer árbol (31) están conectados entre sí mediante una cooperación de la primera brida interior (111) y la primera brida exterior (313).

4. La máquina eléctrica según la reivindicación 3, en la que el conjunto de guía (4) comprende además una segunda porción de inserción (43) y una segunda porción de casquillo (44) que se acoplan entre sí, la segunda porción de inserción (43) está dispuesta en la circunferencia exterior del primer árbol (31) cerca de la primera brida exterior, la segunda porción de casquillo (44) está dispuesta en la circunferencia interior de la porción estructural tubular (112) cerca de la primera brida interior, y la segunda porción de casquillo (44) tiene un diámetro interior mayor que el diámetro interior de la primera porción de inserción (41).

5. La máquina eléctrica según la reivindicación 4, en la que la segunda porción de casquillo (44) se forma sobresaliendo en dirección radial desde la circunferencia interior de la porción estructural tubular (112), la segunda porción de inserción (43) se forma sobresaliendo en la dirección radial desde la circunferencia exterior del primer árbol (31), una circunferencia exterior de la segunda porción de inserción (43) coincide con una circunferencia interior de la segunda porción de casquillo (44), y una separación radial entre la segunda porción de inserción (43) y la segunda porción de casquillo (44) es más pequeña que una separación radial entre la primera porción de inserción (41) y la primera porción de casquillo (42).

6. La máquina eléctrica según la reivindicación 1, en la que el segundo cuerpo giratorio (2) comprende un segundo soporte adaptador anular (21), una segunda brida interior (211) está dispuesta en una circunferencia interior del segundo soporte adaptador (21), una segunda brida exterior (321) está dispuesta en la circunferencia exterior del segundo árbol (32), y el segundo cuerpo giratorio (2) y el segundo árbol (32) están conectados entre sí a través de una cooperación de la segunda brida interior (211) y la segunda brida exterior (321).

7. La máquina eléctrica según la reivindicación 6, en la que el primer soporte adaptador (11) o el segundo soporte

- adaptador (21) es un soporte de rotor; el rotor comprende además una pluralidad de módulos de polos magnéticos (6) dispuestos en una circunferencia exterior del soporte del rotor; el soporte del rotor comprende una porción de adaptador (51), dos o más brazos de conexión (52) distribuidos radialmente en una circunferencia exterior de la porción de adaptador (51), y un anillo de rotor (53) dispuesto coaxialmente con los dos o más brazos de conexión (52); los módulos de polos magnéticos (6) están dispuestos en una superficie de montaje (53a) del anillo del rotor (53); el anillo del rotor (53) y cada uno de los brazos de conexión (52) se proporcionan como un miembro estructural interno hueco.
- 5
8. La máquina eléctrica según la reivindicación 7, en la que una pluralidad de ranuras de montaje (53b) que se extienden en la dirección axial están dispuestas en la superficie de montaje (53a) del anillo del rotor (53) a intervalos, el módulo de polos magnéticos (6) comprende un sustrato (6a) y al menos un acero magnético (6b) dispuesto en el sustrato (6), y las porciones de montaje (6c) para coincidir con las ranuras de montaje (53b) están dispuestas en un lado del sustrato (6a) lejos del acero magnético (6b).
- 10
9. Un método para ensamblar una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende:
- 15
- disponer el primer árbol (31) alrededor y en la circunferencia exterior del segundo árbol (32);
 disponer la porción estructural tubular (112) del primer cuerpo giratorio (1) alrededor y en la circunferencia exterior del primer árbol (31) a través del conjunto de guía (4); y
 conectar el segundo cuerpo giratorio (2) coaxialmente con el segundo árbol (32) de modo que el segundo cuerpo giratorio (2) esté dispuesto alrededor y en la circunferencia exterior del primer cuerpo giratorio (1).
- 20

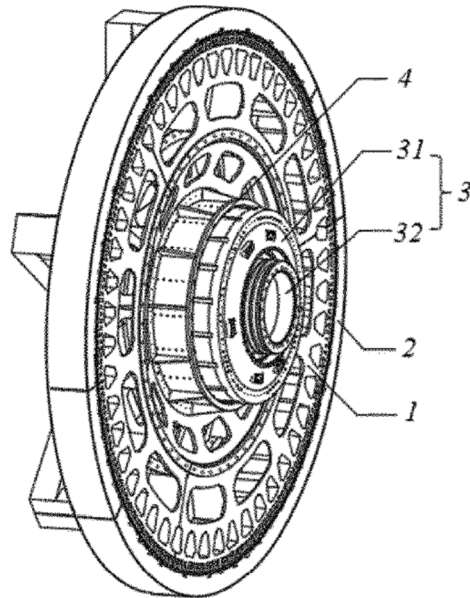


Fig. 1

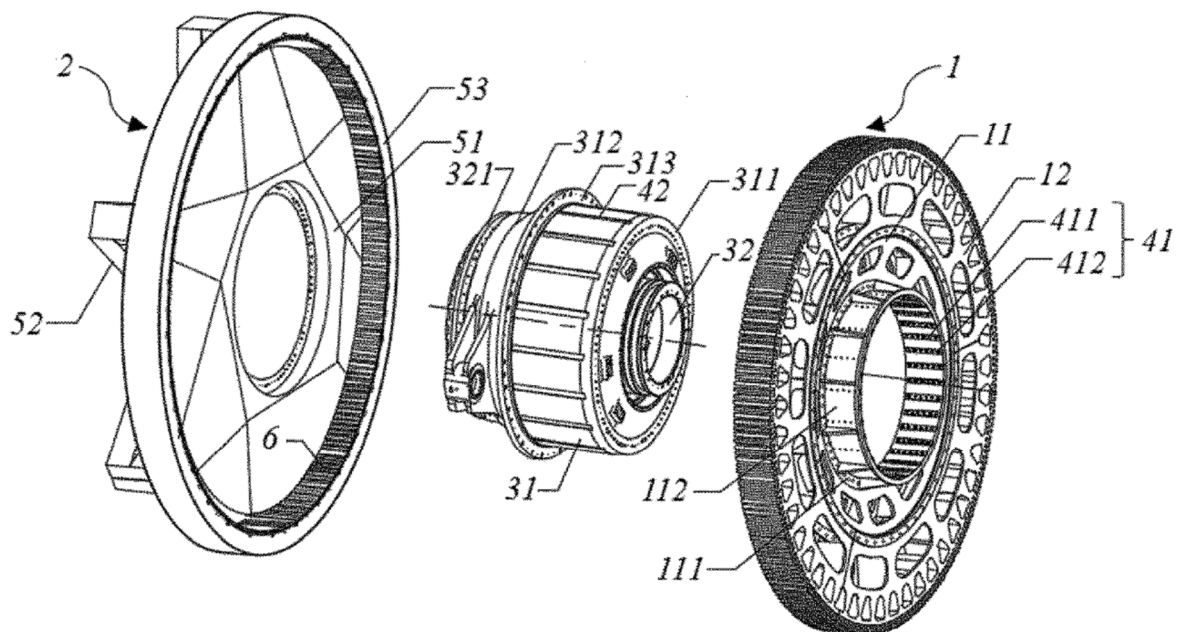


Fig. 2

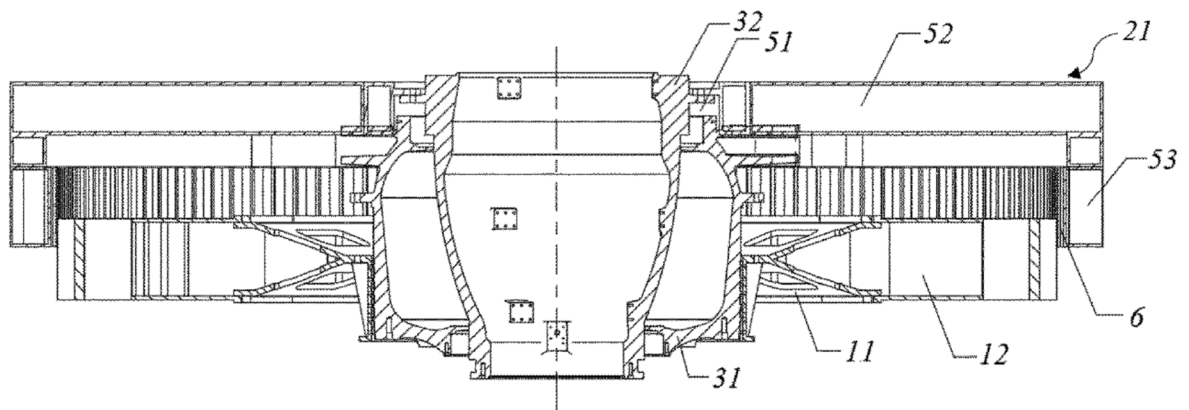


Fig. 3

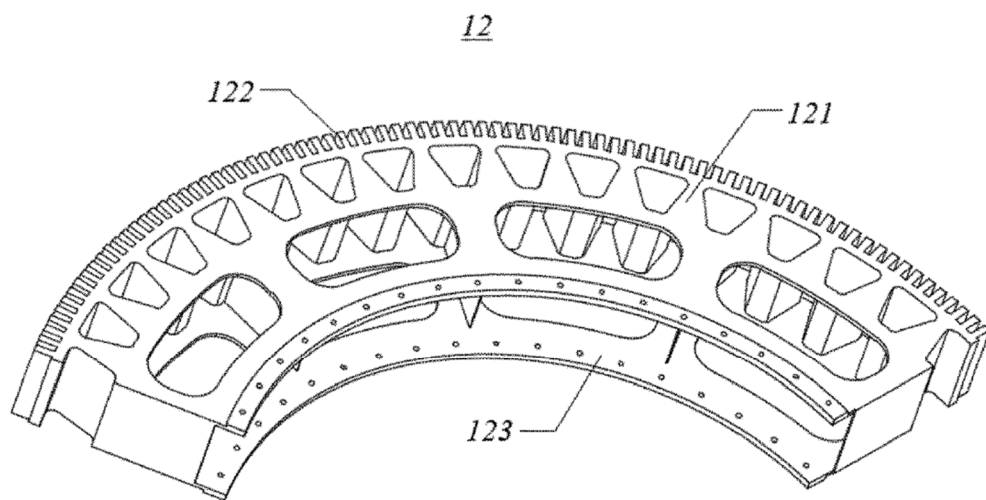


Fig. 4

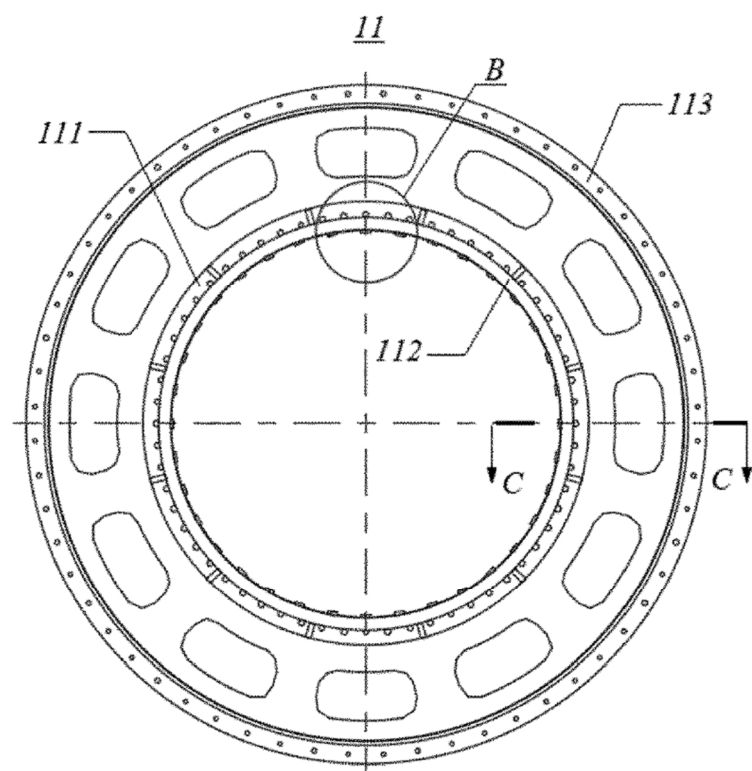


Fig. 5

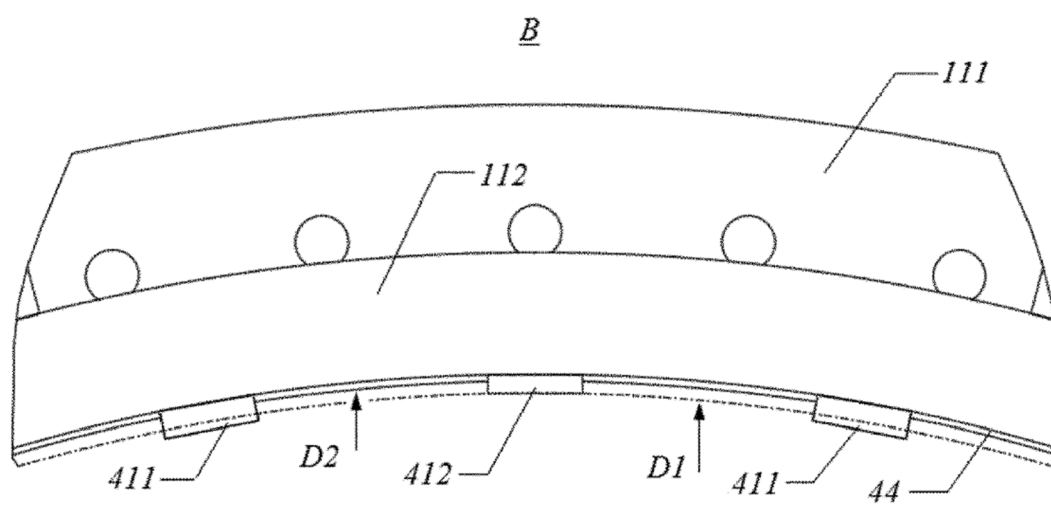


Fig. 6

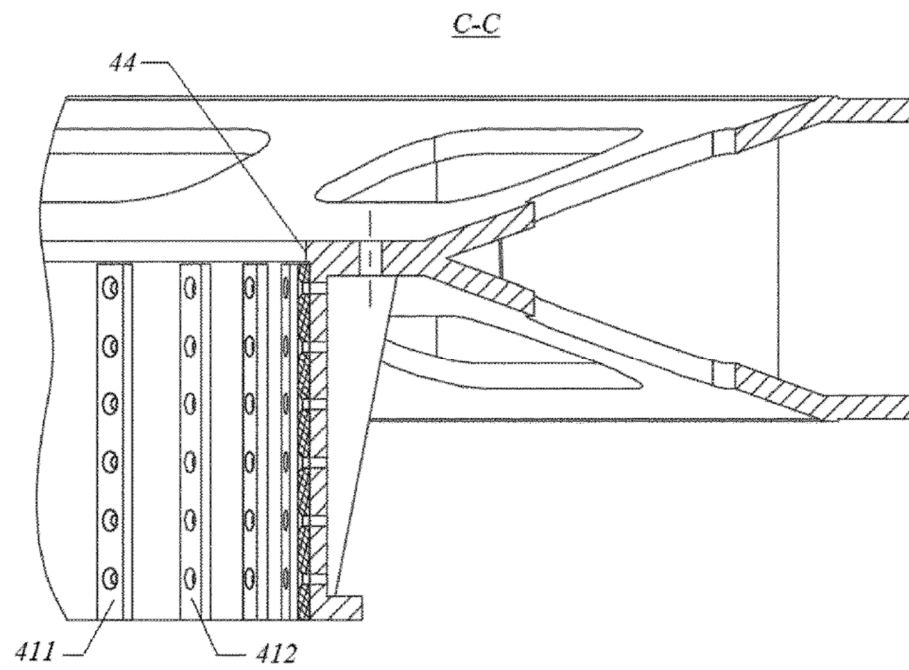


Fig. 7

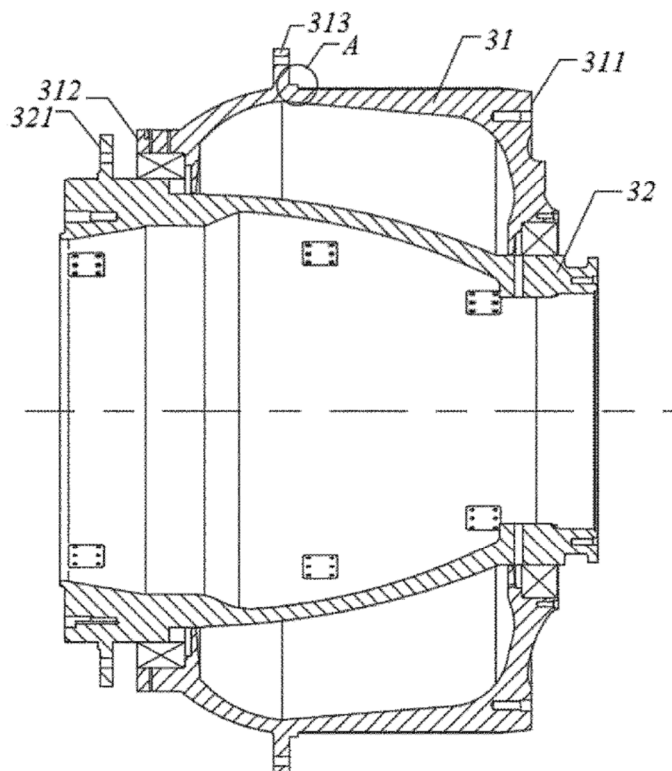


Fig. 8

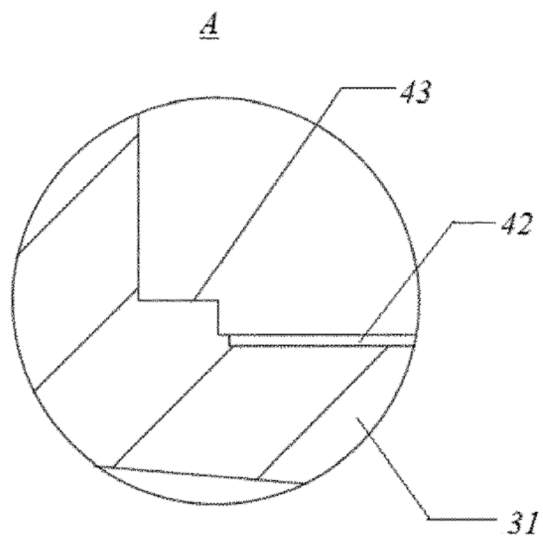


Fig. 9

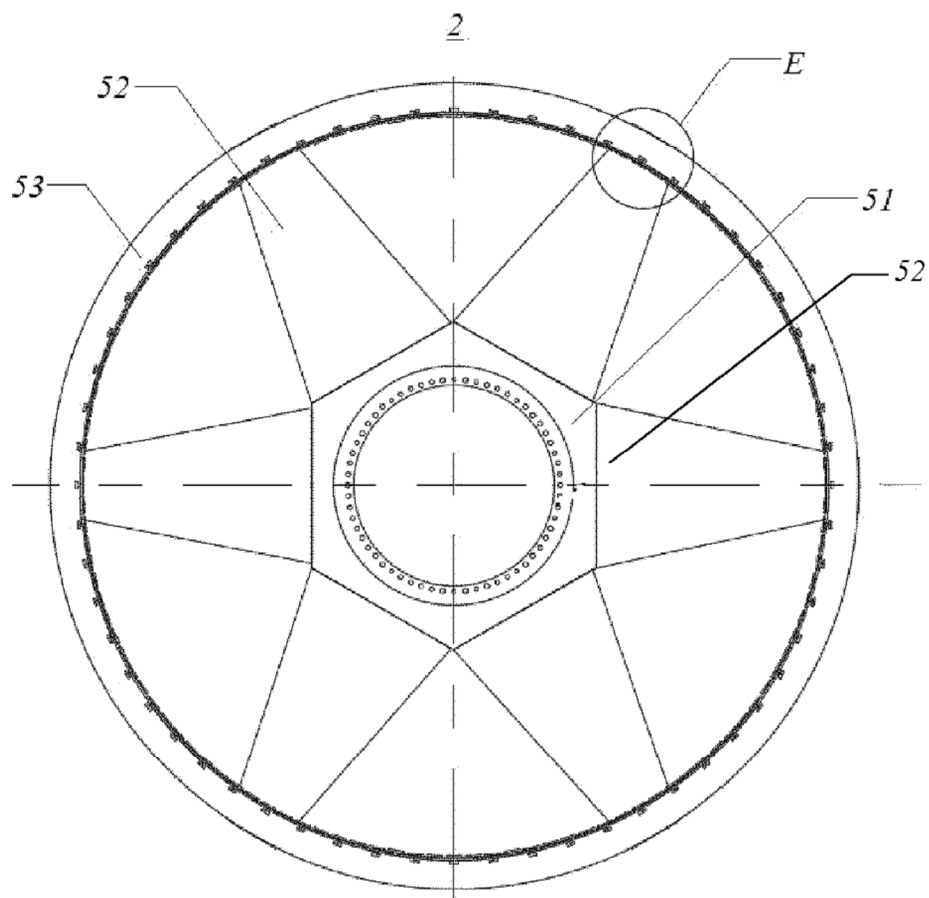


Fig. 10

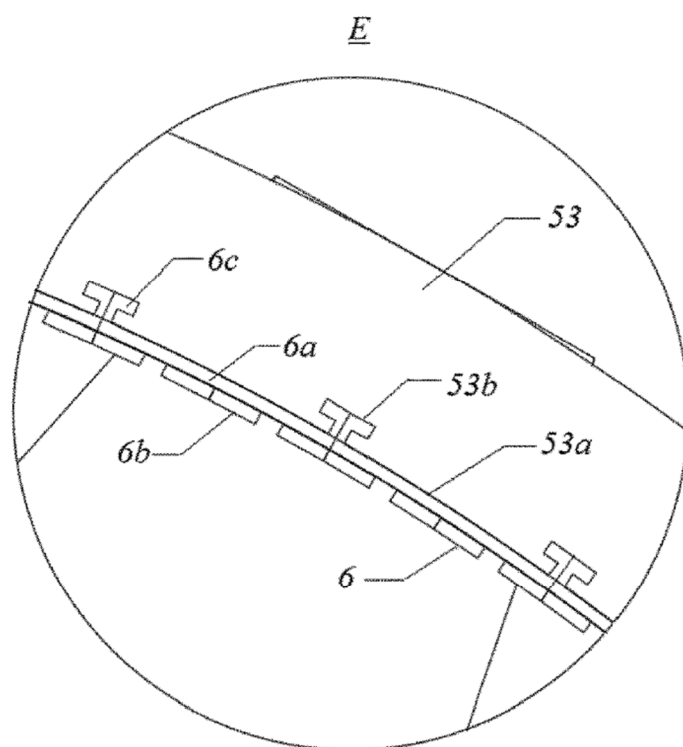


Fig. 11

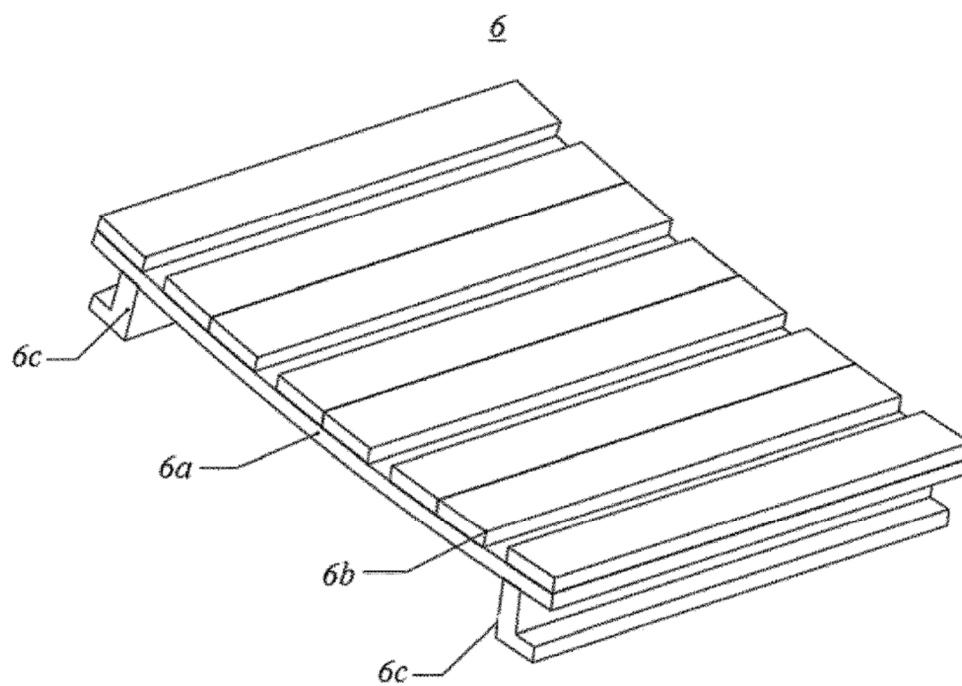


Fig. 12

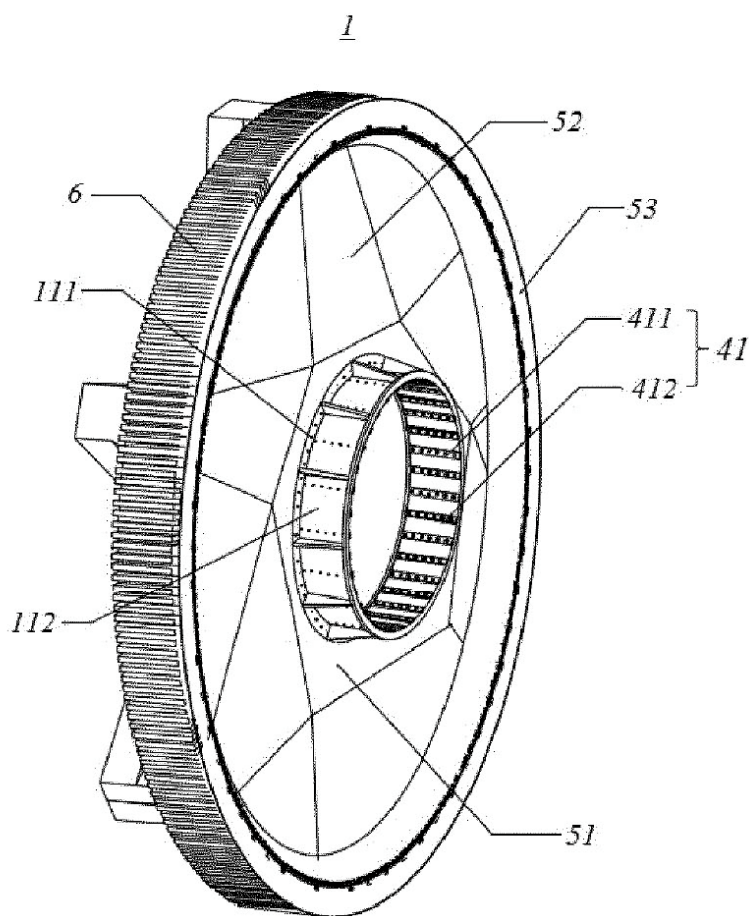


Fig. 13

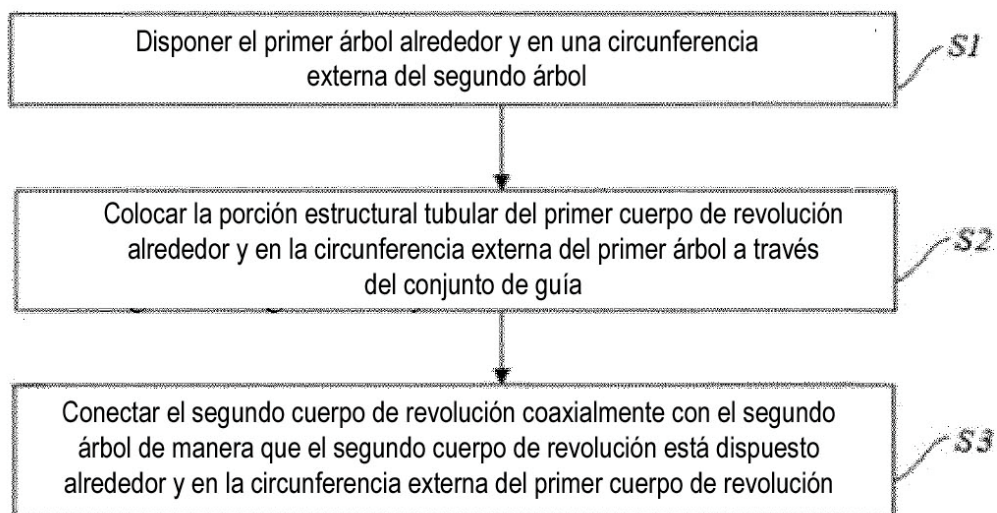


Fig. 14