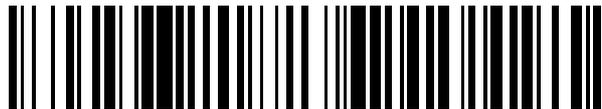


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 753**

51 Int. Cl.:

H02K 1/28 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2010 PCT/IB2010/051135**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10106497**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2010 E 10712543 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 2409382**

54 Título: **Rotor de dispositivo eléctrico y procedimientos de fabricación**

30 Prioridad:

20.03.2009 GB 0904859

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.02.2021

73 Titular/es:

**CONTROL TECHNIQUES DYNAMICS LIMITED
(50.0%)**

**South Way Walworth Industrial Estate Andover
Hampshire SP10 5AB, GB y
MOTEURS LEROY-SOMER (50.0%)**

72 Inventor/es:

**JAYASOMA, SUJITHA;
ADRIEN, GAËTAN;
SOORIYAKUMAR, GUNARATNAM y
BRUN, JEAN-MARC**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 805 753 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Rotor de dispositivo eléctrico y procedimientos de fabricación

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a motores y/o generadores de imanes permanentes. La invención se refiere más particularmente a un rotor que comprende imanes permanentes retenidos por una pluralidad de láminas para producir campos magnéticos alternos que interactúan con un estator.

10

Antecedentes

La retención de imanes en un rotor puede tener en cuenta varios factores. Los imanes pueden estar hechos de un material relativamente frágil, tal como varias cerámicas, y pueden ser estructuralmente débiles y las fuerzas centrífugas durante el funcionamiento pueden ser elevadas, particularmente con rotores de alta velocidad. Además, es deseable minimizar el espacio entre el rotor y el estator con el fin de maximizar el campo magnético, que se debilita a medida que aumenta la separación radial entre el rotor y el estator, y limitar la fuga de flujo magnético entre los mismos. Además, los motores de imanes permanentes a menudo funcionan en entornos que abarcan un amplio intervalo de temperaturas, y, por tanto, las tasas de expansión térmica de los componentes del rotor pueden diferir sustancialmente a lo largo del intervalo de temperatura.

15

20

En algunos sistemas, los imanes se han unido a la superficie de un rotor utilizando un adhesivo u otra sustancia, y a continuación se mantenían en su sitio mediante una cinta externa de material de alta resistencia, tal como fibra de vidrio o de carbono. En estos sistemas, puede utilizarse un encapsulante para rellenar los espacios entre los imanes. Un procedimiento de este tipo puede dar como resultado un gasto de tiempo sustancial para fabricar el rotor. Además, el grosor de la cinta puede aumentar la distancia entre el estator y el rotor, dando como resultado un aumento en la fuga de flujo magnético y una reducción de las eficiencias del motor. Además, las tasas de expansión asociadas con la cinta bajo la tensión y las fluctuaciones en la temperatura pueden hacer difícil mantener una unión adhesiva en compresión a altas velocidades de rotación. En ausencia de tal compresión puede levantarse la unión adhesiva permitiendo así que los imanes se muevan.

25

30

En otros sistemas, los imanes se han colocado dentro del rotor, de modo que la estructura del rotor retenga los imanes. Por ejemplo, la publicación de patente estadounidense n.º 2008/0157620 concedida a Longo et al. ("*Longo*") da a conocer un proceso para montar imanes en un rotor, comprendiendo el rotor una pluralidad de canales axiales y una pluralidad de salientes radiales internos. Dentro de cada uno de estos canales axiales está dispuesto un imán permanente, que queda retenido por una deformación de cada uno de la pluralidad de salientes radiales internos que pueden formar un tope para retener axialmente los imanes. Además, la publicación PCT WO 01/06624 concedida a Matsushita Electrical Industrial Co. Limited ("*Matsushita*") da a conocer un motor síncrono que incluye un estator, un rotor e imanes permanentes. Los imanes permanentes de *Matsushita* están unidos extremo con extremo para formar configuraciones de tipo V y están encajados internamente en orificios de retención de imanes del rotor. Sin embargo, las construcciones de imanes interiores de la técnica anterior pueden dar como resultado compromisos en el circuito magnético que pueden reducir el rendimiento y la eficiencia. Además, el uso de estos diseños de imanes interiores puede llevar a complicaciones a la hora de optimizar la distancia entre el estator y los imanes del rotor, entre otras cuestiones.

35

40

45

En otros sistemas más se han implementado sistemas externos para retener imanes. Por ejemplo, la publicación de patente estadounidense n.º 2007/0222317 concedida a Morel ("*Morel*") da a conocer un motor síncrono que incluye un rotor con una pluralidad de imanes con elementos de sujeción correspondientes dispuestos como alma entre los imanes y el cuerpo del rotor. Tras la inserción de cada uno de los imanes asociados con el rotor, debe utilizarse una herramienta o un punzón en cada uno de los elementos de sujeción para desviar el alma de los elementos de modo que entren en contacto con el imán. Estos sistemas pueden dar como resultado un tiempo añadido sustancial durante el montaje y un montaje adicional adecuado puede depender de la habilidad de un operario que manipula la herramienta. Además, en estos sistemas puede producirse un "retorno" del material utilizado para formar el alma. Este retorno puede dar como resultado una mala retención de los imanes y un posible fallo temprano del rotor.

50

55

En otros sistemas más, los imanes situados por fuera se han retenido a través de muescas formadas en los imanes y elementos de sujeción encajadas en estas muescas produciendo un bloqueo. Un sistema de este tipo se da a conocer en la patente estadounidense n.º 6.732.986 concedida a Heidrich ("*Heidrich*"). Estos sistemas también pueden dar como resultado un tiempo de montaje añadido como resultado del deseo de garantizar un encaje con bloqueo de los elementos de sujeción con las muescas del imán. Además, estas configuraciones pueden limitar el número de imanes a implementar en un rotor particular, dando, así como resultado posibles reducciones de la eficiencia.

60

Las publicaciones japonesas JP2008-109726 y JP2008-141799 describen rotores que tienen un núcleo laminado con un orificio pasante y una pluralidad de imanes sustancialmente a modo de arco dispuestos en la circunferencia externa del núcleo laminado. La publicación alemana DE102005048731 describe salientes de retención con rebajes que se

65

extienden en una dirección axial con secciones de retención, que presentan una tensión previa para disponerse cerca de los imanes permanentes.

5 En los documentos WO 2007/068515 A1 y US 5.760.520 se dan a conocer rotores y procedimientos de fabricación similares que comprenden salientes asimétricos o simétricos en láminas para retener imanes permanentes.

10 Por consiguiente, existe la necesidad de un rotor relativamente sencillo de montar y fiable, que tenga un rendimiento aceptable del circuito magnético y que pueda sujetar los imanes bajo un amplio intervalo de velocidades de rotación y temperaturas, evitando adicionalmente tensiones excesivas en los imanes.

Sumario de la divulgación

15 En un aspecto, la presente divulgación se refiere a un rotor. El rotor incluye una primera pluralidad de láminas, que comprenden una primera pluralidad de salientes ubicados en una periferia de cada una de la primera pluralidad de láminas, una segunda pluralidad de láminas, dispuestas de manera diferente con respecto a la primera pluralidad de láminas alrededor de un orificio de árbol, que comprenden una segunda pluralidad de salientes ubicados en una periferia de cada una de la segunda pluralidad de láminas, en el que la primera pluralidad de salientes son asimétricos y/o la primera pluralidad de salientes están desplazados de manera angular con respecto a la segunda pluralidad de salientes, y en el que la segunda pluralidad de salientes son asimétricos y/o la segunda pluralidad de salientes están desplazados de manera angular con respecto a la primera pluralidad de salientes. El rotor comprende además una pluralidad de imanes, cada uno insertado entre la primera pluralidad de salientes y/o la segunda pluralidad de salientes, en el que actúan fuerzas reactivas para sujetar la pluralidad de imanes, produciéndose las fuerzas reactivas por

25 - deformaciones de la primera pluralidad de salientes y/o la segunda pluralidad de salientes, siendo posibles las deformaciones basándose en la asimetría de la primera y la segunda pluralidad de salientes, y/o

- el desplazamiento angular de la primera pluralidad de salientes con respecto a la segunda pluralidad de salientes.

30 En particular los sistemas de la presente divulgación permiten técnicas de construcción simplificadas, eficiencias mejoradas y una retención de imanes mejorada. La presente divulgación se refiere a una retención de imanes a través de salientes asimétricos y/o salientes desplazados de manera angular, y fuerzas reactivas asociadas con los mismos, dando, así como resultado las ventajas indicadas anteriormente, entre otras cosas.

35 En otro aspecto, la presente divulgación se refiere a un rotor, en el que una sección transversal del imán vista a lo largo de un eje de rotación del rotor incluye lados en ángulo. Estos lados en ángulo pueden soportar los salientes. Los lados en ángulo también pueden tener bordes redondeados o con otra forma adecuada.

40 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor, en el que los imanes se extienden más allá de los salientes primeros y segundos cuando se mide a lo largo del eje radial alejándose de la lámina. Esto puede ayudar a reducir el grosor del espacio entre el rotor y un estator.

45 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor, en el que las fuerzas reactivas se producen por la inserción de un árbol enchavetado en chaveteros de la primera pluralidad de láminas y la segunda pluralidad de láminas, y en el que la primera pluralidad de láminas inicialmente está desplazada de manera angular con respecto a la segunda pluralidad de láminas. La primera pluralidad de láminas puede comprender perforaciones de chaveta inicialmente desplazadas con respecto a las perforaciones de chaveta de la segunda pluralidad de láminas.

50 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor, en el que la primera pluralidad de láminas y la segunda pluralidad de láminas comprenden además en cada caso un orificio de acceso para herramientas que recibe un elemento de inserción, en el que las fuerzas reactivas se producen por una rotación relativa de al menos una de la primera pluralidad de láminas y la segunda pluralidad de láminas por el elemento de inserción recibido en el orificio de acceso para herramientas. Los orificios de acceso para herramientas respectivos pueden estar desplazados antes de la inserción del elemento de inserción de herramienta.

55 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor. El procedimiento incluye proporcionar una primera pluralidad de láminas que comprenden una primera pluralidad de salientes asimétricos ubicados en una periferia de cada una de la primera pluralidad de láminas, proporcionar una segunda pluralidad de láminas, que comprenden una segunda pluralidad de salientes asimétricos ubicados en una periferia de cada una de la segunda pluralidad de imanes, estando dispuestas la segunda pluralidad de láminas de manera diferente con respecto a la primera pluralidad de láminas alrededor de un orificio de árbol, y alinear la primera pluralidad de láminas y la segunda pluralidad de láminas. El procedimiento incluye además insertar cada uno de una pluralidad de imanes entre la primera pluralidad de salientes asimétricos y/o la segunda pluralidad de salientes asimétricos, en el que la inserción da como resultado deformaciones de la primera y la segunda pluralidad de salientes asimétricos, produciendo las deformaciones fuerzas reactivas que actúan para sujetar los imanes.

65

En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor, que comprende además insertar más de un imán en una operación sustancialmente simultánea.

5 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a otro procedimiento para fabricar un rotor. El procedimiento incluye proporcionar una primera pluralidad de láminas, comprendiendo cada una un primer chavetero y/o un orificio de acceso para herramientas, y una primera pluralidad de salientes ubicados en una periferia de cada una de la primera pluralidad de láminas, proporcionar una segunda pluralidad de láminas, que comprenden un segundo chavetero y/o un segundo orificio de acceso para herramientas, y una segunda pluralidad de salientes ubicados en una periferia de la segunda pluralidad de láminas, en el que los primeros chaveteros inicialmente están desplazados de manera angular con respecto a los segundos chaveteros, y/o los primeros orificios de acceso para herramientas inicialmente están desplazados de manera angular con respecto a los segundos orificios de acceso para herramientas, e insertar cada uno de una pluralidad de imanes entre la primera pluralidad de salientes y/o la segunda pluralidad de salientes. El procedimiento incluye además insertar una chaveta en los primeros chaveteros y los segundos chaveteros y/o un elemento de inserción en los primeros orificios de acceso para herramientas y los segundos orificios de acceso para herramientas, en el que la inserción produce una desviación de rotación de al menos una de la primera pluralidad de láminas y la segunda pluralidad de láminas sobre un eje de rotación, en el que la desviación de rotación da como resultado la aplicación de fuerzas reactivas sobre los imanes por al menos uno de la primera pluralidad de salientes y la segunda pluralidad de salientes para sujetarlos en las láminas.

20 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor, en el que la inserción incluye alinear un extremo de sección decreciente de la herramienta con los primeros y segundos orificios de acceso para herramientas.

25 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor, que comprende además instalar un elemento de fijación en conexión operativa con la herramienta tras la inserción de la herramienta a través de los orificios de acceso para herramientas tanto en la primera como en la segunda pluralidad de láminas.

30 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor, en el que la chaveta forma parte de un árbol enchavetado.

En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor, en el que la herramienta forma parte de una barra de acoplamiento.

35 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor, en el que el elemento de inserción está configurado para fijar un elemento de fijación.

40 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor para una máquina eléctrica rotativa. El rotor puede incluir un núcleo de láminas apiladas según un eje longitudinal del rotor y que definen canales, imanes permanentes encajados en los canales, entrando cada imán en contacto, en un alojamiento correspondiente, con bordes opuestos de láminas que respectivamente pertenecen a dos pluralidades de láminas del núcleo, al menos un elemento de inserción introducido a través de las láminas y que actúa conjuntamente con las láminas para inducir una fuerza sobre los imanes entre dichos bordes, estando configuradas las láminas de modo que la introducción del elemento de inserción dé como resultado un desplazamiento relativo de una pluralidad de láminas en comparación con la segunda pluralidad de láminas y ejerza la fuerza.

45 Gracias a uno o varios de estos aspectos, puede ser posible mantener los imanes permanentes en su sitio dentro de los canales del rotor basándose en las fuerzas (por ejemplo, el apriete) ejercidas por las láminas sin la utilización de dispositivos adicionales de unión, adhesión y/o de colocación de aros.

50 Las formas de realización según la presente divulgación pueden permitir la fabricación de un rotor particular sin la ayuda de herramientas especiales para deformar partes del rotor u otras piezas que puedan añadir complejidad.

55 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que cada lámina comprende una abertura para recibir un árbol del rotor y un orificio de acceso para herramientas para insertar el elemento de inserción.

En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que cada lámina comprende varios orificios de acceso para herramientas, cada uno para insertar un elemento de inserción respectivo, y distribuidos individualmente o agrupados uniformemente alrededor del eje longitudinal del rotor.

60 Tal configuración puede permitir una distribución mejorada de las fuerzas que resultan de la desviación y/o el desplazamiento angular; relativa entre una pluralidad de láminas en comparación con la otra, y también puede reducir las tensiones en cada elemento de inserción.

65 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que el orificio de acceso para herramientas se ubica en cada lámina a una distancia con respecto al eje longitudinal del rotor menor que la que separa la base de un canal del eje longitudinal del rotor.

En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que los elementos de inserción están formados por vástagos de compresión del núcleo de láminas, y comprenden extremos roscados.

5 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que los orificios de acceso para herramientas están configurados de modo que, antes de la inserción de un elemento de inserción, una línea radial a través del centro de un primer orificio de acceso para herramientas en una primera pluralidad de láminas y una línea radial a través del medio de un canal contiguo definen un primer ángulo, y en el que una línea radial que pasa a través del centro de cada segundo orificio de acceso para herramientas en una segunda pluralidad de láminas y una línea radial
10 que pasa a través del medio de un canal contiguo definen un segundo ángulo diferente del primer ángulo.

Un canal contiguo como se indica más arriba es por ejemplo un canal que se dirige radialmente al orificio de acceso para herramientas o que es el canal más próximo al orificio de acceso para herramientas, desde un punto de vista angular.

15 Los orificios de acceso para herramientas de la primera y la segunda pluralidad de láminas pueden estar desplazados de manera angular con respecto a una misma dirección antes de la introducción de los elementos de inserción en dichos orificios de acceso para herramientas.

20 La introducción de dichos elementos de inserción hace que los orificios de acceso para herramientas de dicha primera y segunda pluralidad de láminas se alineen y genera un par de apriete sobre los imanes en los canales entre bordes asociados con las primeras y segundas pluralidades de láminas.

25 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor, en el que los imanes están dispuestos de modo que una superficie superior del imán y el canal asociado se extienden hacia un estator asociado con la máquina eléctrica.

En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que cada canal comprende una base que tiene una forma convexa. Dicho de otro modo, una parte de base de los canales formados por un borde periférico de cada lámina, puede comprender un arco entre bases de salientes adyacentes que pueden tener una forma convexa (es decir, un radio de curvatura diferente) con respecto a una periferia circunscrita a puntos de un radio medio o máximo (excluyendo los salientes) de cada lámina.

35 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que cada lámina comprende canales cuyos bordes laterales están definidos por salientes que tienen caras laterales, y están asociados con las láminas.

En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor en el que cada saliente comprende una base que se extiende radialmente y que comprende dichas caras laterales, y dos extensiones dirigidas en sentidos opuestos y parcialmente en contacto con los imanes permanentes.

40 Cada canal puede incluir una superficie convexa asociada con la lámina. Al menos dos salientes consecutivos de una lámina pueden estar configurados de modo que la anchura de un canal, definida por la distancia entre los dos bordes laterales del canal, sea ligeramente mayor que la anchura de un imán permanente que va a encajarse en el canal, midiéndose esta anchura de imán entre los lados opuestos del imán permanente. Por tanto, los imanes pueden colocarse en los canales antes de la introducción de los elementos de inserción en los orificios de acceso para
45 herramientas de modo que existan holguras entre los bordes de los imanes y las caras laterales de los salientes. Estas holguras son por ejemplo iguales a o mayores que aproximadamente 0,2 mm.

La diferencia entre los ángulos primero y segundo puede estar configurada de modo que cuando los elementos de inserción se introducen en los orificios de acceso para herramientas, las holguras pueden eliminarse mediante una desviación o un desplazamiento angular de la primera y la segunda pluralidad de láminas una respecto a otra. En algunas formas de realización, la eliminación de las holguras puede compensarse parcial o completamente por la elasticidad asociada con las láminas y/o los elementos de inserción. En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un rotor, teniendo el rotor un núcleo que comprende una pluralidad de láminas, estando dispuestas la pluralidad de láminas de manera alterna entre una primera lámina y una segunda lámina, que es diferente de la primera
55 lámina.

Incluyendo láminas alternas de una primera pluralidad de láminas y una segunda pluralidad de láminas, puede obtenerse una homogeneización de las fuerzas que aprietan cada imán con respecto a los respectivos salientes asociados con las láminas. Las pluralidades de láminas primera y segunda pueden agruparse en grupos de dos, tres, o más, y los grupos de láminas que respectivamente pertenecen a las dos pluralidades pueden alternarse a lo largo del eje longitudinal del rotor.

60 En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para fabricar un rotor asociado con una máquina eléctrica rotativa. El rotor puede comprender un núcleo de láminas apiladas a lo largo de un eje longitudinal del rotor y puede definir canales, incluyendo además el núcleo de láminas una primera pluralidad de láminas y una segunda pluralidad de láminas, comprendiendo la primera pluralidad de láminas primeros orificios de acceso para
65

herramientas desplazados con respecto a segundos orificios de acceso para herramientas asociados con la segunda pluralidad de láminas. El procedimiento puede incluir:

5 - encajar los imanes en los canales, e

10 - introducir al menos un elemento de inserción a través de los orificios de acceso para herramientas, estando acompañada la introducción del elemento de inserción por una rotación relativa de la primera pluralidad de láminas en comparación con la segunda pluralidad de láminas, tendiendo la rotación relativa a alinear los orificios de acceso para herramientas y generar un par de apriete sobre los imanes en los canales entre bordes asociados con las pluralidades de láminas primera y segunda.

En otro aspecto más, la presente divulgación se refiere a un procedimiento en el que los elementos de inserción están formados por vástagos de compresión del núcleo de láminas que comprenden partes roscadas.

15 La presencia de estas roscas puede permitir enroscar uno o varios elementos de fijación (por ejemplo, pernos) a través de los orificios de acceso para herramientas, y comprimir las láminas a lo largo del eje longitudinal basándose en un apriete de los elementos de fijación.

20 Los rotores según la presente divulgación pueden utilizarse, por ejemplo, en una máquina eléctrica giratoria con un rotor externo o como alternativa, para su uso en una máquina de rotor interno eléctrica. La máquina puede ser un motor o un generador, siendo por ejemplo una máquina polifásica, en particular trifásica.

25 Los elementos de inserción pueden extenderse a lo largo del eje longitudinal del rotor y cada elemento de inserción por ejemplo puede introducirse en paralelo al eje longitudinal del rotor.

30 Una vez utilizado el elemento de inserción para alinear los orificios de acceso para herramientas, el elemento de inserción puede seguir siendo interdependiente del núcleo de láminas, o sustituirse por otro elemento de inserción, siendo posiblemente la inserción de este nuevo elemento de inserción sustancialmente simultánea con el inicio de la retirada del elemento de inserción anterior.

Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 es una ilustración de un rotor de dispositivo eléctrico a modo de ejemplo según los salientes asimétricos de la presente divulgación que no forma parte de la invención;

la figura 2A es una ilustración de una primera lámina a modo de ejemplo según los salientes asimétricos de la presente divulgación que no forma parte de la invención;

40 la figura 2B es una segunda lámina a modo de ejemplo que puede ser una imagen de espejo de la lámina mostrada en la figura 2A;

la figura 2C es una ilustración de un saliente según los salientes asimétricos de la presente divulgación que no forma parte de la invención;

45 la figura 2D es una ilustración de un saliente alternativo según las formas de realización de la presente divulgación;

la figura 3 es una vista en sección transversal de un imán a modo de ejemplo según las formas de realización de la presente divulgación;

50 la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para fabricar rotores a modo de ejemplo según la presente divulgación.

La figura 5A es una ilustración de un montaje de una primera lámina y una segunda lámina a modo de ejemplo según los orificios de acceso para herramientas de la presente divulgación que no forma parte de la invención;

55 la figura 5B es una vista en perspectiva aumentada de una sección de la ilustración en sección mostrada en la figura 5A;

60 la figura 6 es una vista aumentada de un montaje alterno de una configuración de salientes asimétricos y un imán insertado.

La figura 7 es una vista esquemática y en sección de otro rotor a modo de ejemplo según algunas formas de realización de la presente divulgación;

65 la figura 8 muestra una lámina a modo de ejemplo asociada con formas de realización del rotor mostrado en la figura 7;

la figura 9 muestra otra lámina a modo de ejemplo, diferente de la de la figura 8, y asociada con las formas de realización del rotor mostrado en la figura 7; y

5 la figura 10 muestra el rotor de la figura 7 tras la inserción de un elemento de inserción a modo de ejemplo.

Descripción

10 La figura 1 es una ilustración de un rotor de dispositivo eléctrico 100 a modo de ejemplo según las formas de realización de la presente divulgación. En toda la presente divulgación, se utilizará un sistema de ejes para describir diversas formas de realización. Estos ejes se muestran en la figura 1 como eje radial R, eje axial X y eje tangencial T.

15 El rotor 100 puede estar configurado para utilizarse en, por ejemplo, un motor eléctrico, un generador, u otro dispositivo y comprende un estator (no mostrado), un árbol (no mostrado), una carcasa (no mostrada), y otros componentes con el fin de realizar varias operaciones (por ejemplo, realizar un trabajo, generar corriente eléctrica, etc.). En algunas formas de realización, estos dispositivos eléctricos pueden estar configurados para funcionar con potencias entre aproximadamente 0 y 100 kilovatios (kW), y en algunas formas de realización se desea una potencia mayor. Estos dispositivos eléctricos pueden comprender además dispositivos polifásicos, por ejemplo, un dispositivo trifásico. Por tanto, el rotor 100 puede incluir una o varias láminas 110, imanes 115 y un chavetero 125, entre otras cosas. Cada lámina 110 puede incluir salientes 120, orificios 130, una primera cara 135, una segunda cara 140 (no mostrada en la figura 1), un orificio de árbol 132, canales 16 y una perforación de chavetero 123 (mostrada junto con el chavetero 125 en la figura 1). Además, cada lámina 110 puede incluir una pluralidad de orificios de acceso para herramientas 165 y 165' (no mostrados en la figura 1).

25 La figura 2A es una ilustración de una primera lámina 110 a modo de ejemplo que muestra una primera cara 135 de la lámina 110 a modo de ejemplo, mientras que la figura 2B es una segunda lámina 110' a modo de ejemplo que, en algunas formas de realización, puede ser una imagen en espejo de la lámina 110 a modo de ejemplo de la figura 2A, y que tiene una segunda cara 140. Las láminas 110 y 110' pueden estar fabricadas de cualquier material adecuado (por ejemplo, materiales magnéticos tales como acero, hierro, etc.) y pueden estamparse, mecanizarse y/o cortarse de otro modo para obtener cualquier tamaño y forma deseados. El dimensionamiento, diseño y la fabricación de las láminas 110 y 110' pueden tener en cuenta varios factores tales como resistencia, peso, flujo magnético, generación de corrientes de Foucault, enfriamiento y tamaño del motor, entre otras cosas. En algunas formas de realización, una forma asociada con las láminas 110 y 110' puede ser sustancialmente circular, con un radio 1, y/o puede incluir variaciones en una forma circular para incorporar salientes 120, chaveteros y características externas, entre otras cosas. Según algunas formas de realización, el radio 1 puede representar un radio medio o máximo de láminas 110 y 110', siendo un radio de curvatura para una base de cada canal 16 diferente del radio 1 (por ejemplo, dando como resultado una base de forma convexa). En algunas formas de realización, las láminas 110 y 110' pueden incluir laminaciones "sueltas" perforadas a partir de una herramienta o laminaciones modulares configuradas para pegarse entre sí basándose en varias técnicas de fabricación (por ejemplo, de una sola pieza, bobinado de mandril, etc.).

40 Las láminas 110 y 110' pueden incluir una primera cara 135 y una segunda cara 140 (como se muestra en la figura 2B). La primera cara 135 y la segunda cara 140 pueden ser imágenes en espejo una de otra, dicho de otro modo, una cara puede ser la opuesta de la otra. Como se indica, en algunas formas de realización, pueden fabricarse múltiples conjuntos de láminas para tener en cuenta la asimetría en, por ejemplo, los orificios 130, entre otras cosas, dando como resultado al menos una primera pluralidad de láminas 110 y una segunda pluralidad de láminas 110'. En algunas formas de realización, la segunda pluralidad de láminas 110' puede estar dispuesta de manera diferente a la primera pluralidad de láminas 110, como se describirá en más detalle a continuación. Por ejemplo, cuando se montan de manera alterna, la primera pluralidad de láminas 110 y la segunda pluralidad de láminas 110' pueden no superponerse de manera sustancial.

50 En algunas formas de realización, las láminas 110 y 110' pueden alinearse y montarse de manera alterna y fijarse entre sí para formar un núcleo 101 del rotor 100. En particular, la alternancia puede producirse en grupos de una o varias láminas 110 y 110'. Por ejemplo, las láminas 110 y 110' pueden alternarse, cada dos láminas, agruparse y alternarse cada dos, tres, cuatro, o más láminas, y/o cualquier combinación de los mismos. El montaje de las láminas 110 y 110' para formar el núcleo 101 se comentará en más detalle con respecto a las figuras 4-6.

60 Los salientes 120 y 120' se extienden desde una superficie periférica de las láminas 110 y 110' sustancialmente a lo largo del eje radial R. Los salientes 120 pueden estar conformados de modo que una anchura w del saliente 120, medida a lo largo del eje tangencial T, en la periferia de la lámina 110, pueda ser menor que una anchura w' del saliente 120, medida a lo largo del eje tangencial T, en otro punto en el eje radial R (por ejemplo, la parte superior del saliente 120). Dicho de otro modo, los salientes 120 pueden ser asimétricos solamente, pero como se muestra en la figura 2C, pueden tener una simetría aparente con respecto al eje S cuando se observa junto con otra lámina superpuesta 110' incluyendo los salientes 120'. En algunas formas de realización según la presente divulgación, la forma puede parecerse a un saliente "en forma de P" con cierto ángulo o "en forma de P" con cierto ángulo invertida. Un experto en la técnica reconocerá que no se pretende que los términos "en forma de P" o "en forma de P" algo invertida estén limitados a una forma de P exacta y que el uso de tal descripción es subjetivo y pretende ser sólo a

modo de ejemplo. Por ejemplo, un experto en la técnica también puede considerar que la forma se parezca a una “i” minúscula u otra forma similar. Alternativamente, como se muestra en las figuras 2D, los salientes 120 pueden ser simétricos con respecto al eje S, por ejemplo, como una “T,” un corazón o una estructura con otra forma. En algunas formas de realización, la forma resultante puede incluir una ranura u otra característica similar cerca de o en la parte superior de los salientes 120.

En algunas formas de realización, una pluralidad de salientes puede estar separados alrededor de la periferia de las láminas considerando, por ejemplo, el equilibrio, el número de imanes y la carga, y pueden estar fabricados del mismo material que las láminas 110 y 110'. Alternativamente los salientes 120 y/o 120' pueden ser diferentes de las láminas 110 y 110' (por ejemplo, modificados por medio de láser, etc.). El número de salientes alrededor de una lámina puede depender de factores tales como el tamaño del rotor 100 y un número y tamaño deseado de los imanes 115, entre otras cosas. Por ejemplo, cuando se desea colocar seis imanes 115 alrededor de la periferia del rotor de láminas 100, puede haber doce salientes 120 alrededor de la periferia de la lámina 110. Alternativamente, en un ejemplo de este tipo, puede haber seis salientes 120 alrededor de la periferia de una primera lámina 110 y seis salientes 120' separados alrededor de la periferia de una segunda lámina 110'. Además, las orientaciones de los salientes 120 y 120' pueden alternarse alrededor de la periferia de las láminas de modo que cada saliente se oriente opuesto al saliente anterior, como se muestra en la figura 2. Dicho de otro modo, cuando la forma de los salientes es “en forma de P,” cada “forma de P” puede ir seguida de una “forma de P” invertida en la periferia de la lámina como se muestra en las figuras 2A y 2B.

El orificio de árbol 132 está configurado para recibir un árbol (no mostrado) u otro elemento alineado sustancialmente a lo largo del eje axial X, particularmente tras el montaje de una primera pluralidad de láminas 110 y/o una segunda pluralidad de láminas 110'. El árbol está configurado para insertarse en el orificio de árbol 132 y puede incluir una chaveta u otro dispositivo similar según se desee. El orificio de árbol 132 está dimensionado y conformado para conectarse de manera operativa con el árbol (no mostrado), por ejemplo, con un radio interno r sustancialmente similar a un diámetro externo del árbol (no mostrado). En algunas formas de realización, este árbol (no mostrado) puede funcionar como árbol de salida y/o árbol de entrada de un dispositivo eléctrico asociado con el rotor 100. Además, en algunas formas de realización, este árbol puede tener una forma sustancialmente cilíndrica y puede incluir varias características para realizar las tareas asociadas con un dispositivo eléctrico. Por ejemplo, el árbol (no mostrado) puede incluir varias estrías, chavetas, roscas, u otras características adecuadas para acoplarse y/o unirse con los componentes de un sistema de motor eléctrico. Tal acoplamiento y unión pueden incluir conectividad operativa, interacción de la máquina, y/o cualquier otro tipo de interacción basándose en un diseño deseado. Por ejemplo, otras formas de realización pueden incluir varias formas y características asociadas con el árbol (no mostrado) y el orificio de árbol 132 con el fin de influir en un diseño predeterminado. Se pretende que todas estas variaciones estén incluidas en el alcance de la presente invención.

El chavetero 125 puede formarse por la perforación de chaveta 123 y/o la perforación de chaveta 123', tras el montaje de una primera pluralidad de láminas 110 y/o una segunda pluralidad de láminas 110'. Las perforaciones de chaveta 123 y 123' y, por tanto, el chavetero 125, pueden estar configuradas para permitir el paso y/o la conexión operativa de una chaveta u otra característica de un árbol (no mostrado), tras la inserción del árbol a través del orificio de árbol 132. Por ejemplo, cuando un árbol incluye una característica de chaveta, esta chaveta puede estar configurada para coincidir con el chavetero 125 formado por la perforación de chaveta 123 en cada una de las láminas 110 y la perforación de chaveta 123' en las láminas 110'. En particular, las láminas 110 y 110' pueden incluir una o varias perforaciones de chaveta 123 y 123' dando como resultado uno o varios chaveteros 125 formados en un rotor montado. Tal configuración puede permitir la colocación de un árbol estriado o similar.

En algunas formas de realización, las perforaciones de chaveta 123 y 123' en cada una de las láminas 110 y 110' pueden estar desplazadas de manera angular y/o configuradas de otro modo para realizar varias tareas tras el montaje. Por ejemplo, las perforaciones de chaveta 123 y 123' pueden estar configuradas de modo que, una vez montadas una pluralidad de láminas 110 y 110' y tras la inserción de uno o varios imanes entre los salientes 120 y 120', se ejerza una fuerza a través del chavetero 125 sobre la chaveta del árbol (no mostrado). Alternativamente, la inserción de una chaveta a través del chavetero 125 da como resultado una desviación de rotación de las láminas 110 y 110'. Por ejemplo, una chaveta asociada con el árbol (no mostrado) puede incluir una sección decreciente y puede estar configurada para pasar entre perforaciones de chaveta desplazadas 123. A medida que la parte de sección decreciente de la chaveta pasa a través de los desplazamientos angulares de cada perforación de chavetero 123, se produce una rotación correspondiente de la lámina asociada, dando como resultado fuerzas aplicadas a través de los salientes 120 y/o 120' a los imanes 115. A continuación, en más detalle con respecto a las figuras 4-6 se comentarán adicionalmente estas características.

Los orificios 130 pueden incluir varias formas y configuraciones de orificios perforados o formados de otro modo a través de la lámina. Por ejemplo, las consideraciones del diseño pueden especificar un peso particular para las láminas 110 y 110', una resistencia basándose en, por ejemplo, la carga, el equilibrio y la ubicación de los salientes 120, y factores de enfriamiento particulares. En tal diseño, los orificios 130 pueden fabricarse y alinearse según el diseño para cumplir sustancialmente con las directrices deseadas. En algunas formas de realización, estas perforaciones características pueden dar como resultado una configuración de tipo radial para las láminas 110 y 110'.

Los orificios 130 también pueden estar configurados para un equilibrio y/o soporte de, por ejemplo, salientes, perforaciones de chaveta y/u otros elementos deseados. Además, todos los orificios 130 pueden ser de un solo tamaño y forma, o alternativamente pueden estar configurados con formas y tamaños diferentes. Por ejemplo, en una ubicación deseada en las láminas 110 y 110' puede estar previsto un solo orificio 130. En otras formas de realización, los orificios 130 pueden estar previstos cerca o de manera adyacente a cada uno de los imanes 115. En particular, los orificios 130 pueden tener cualquier tamaño y forma deseados para satisfacer diferentes diseños y/u otros parámetros. Un experto en la técnica reconocerá que numerosos otros factores de diseño pueden relacionarse con la ubicación, el tamaño, la forma, etc., de los orificios 130. Se pretende que todos estos factores y orificios 130 resultantes entren dentro del alcance de la presente divulgación.

Los orificios de acceso para herramientas 165 y 165' (mostrados en la figura 6) están previstos en cada una de las láminas 110 y 110', y pueden presentar, por ejemplo, una sección transversal circular. Los orificios de acceso para herramientas 165 y 165' también pueden presentar otras secciones transversales, tal como, por ejemplo, poligonal y/u ovoide. Se pretende que cualquier sección transversal de este tipo entre dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, una primera pluralidad de láminas 110 puede incluir una primera pluralidad de orificios de acceso para herramientas 165 de sección transversal circular, que pueden estar distribuidos de manera uniforme alrededor del eje axial X con un radio particular (D) de las láminas. El radio D puede ser mayor que el radio r, pero menor que la distancia l medida desde el eje axial X. Una segunda pluralidad de láminas 110' pueden incluir una segunda pluralidad de orificios de acceso para herramientas 165' de sección transversal circular y desplazados de manera angular con respecto a la primera pluralidad de orificios de acceso para herramientas 165, de nuevo ubicados con un radio particular (d) de las láminas. Por ejemplo, una primera lámina 110 puede incluir tres orificios de acceso para herramientas 165 separados a 120 grados alrededor de la primera lámina 110. Una segunda pluralidad de láminas 110' puede incluir tres orificios de acceso para herramientas 165' también separados a 120 grados alrededor de la segunda pluralidad de láminas 110'. Tras el montaje de la primera pluralidad de láminas 110 y la segunda pluralidad de láminas 110', puede producirse un aparente desplazamiento angular de los orificios de acceso para herramientas 165 y orificios de acceso para herramientas 165'. Dicho de otro modo, como se muestra en las figuras 8 y 9, puede medirse un ángulo α en una primera pluralidad de láminas 110 entre una línea que pasa a través del centro del orificio de acceso para herramientas 165 y el eje longitudinal, y una línea que pasa a través de un punto M a mitad de camino a lo largo de un canal 16 formado por y entre los salientes 120. Puede medirse un segundo ángulo β en la segunda pluralidad de láminas 110' entre una línea radial que pasa a través del centro del orificio de acceso para herramientas 165', y una línea radial a través de un punto M a mitad de camino a lo largo de un canal 16' formado por los salientes 120'. En esta forma de realización, existe una diferencia entre los ángulos α y β , y una relación entre el ángulo α y el ángulo β puede estar representada como, por ejemplo, $0,8 \leq |\alpha - \beta| \leq 1,2$.

Un elemento de inserción 121 (mostrado insertado en la figura 10) configurado para su inserción a través de los orificios de acceso para herramientas 165 puede comprender una varilla, pasador, perno de resorte, remache y/u otro elemento similar, con un diámetro externo (OD) y/o una sección transversal sustancialmente similar a un diámetro interno (ID) y/o sección transversal de los orificios de acceso para herramientas 165 y 165'. Por ejemplo, cuando se implementa una sección transversal circular para los orificios de acceso para herramientas 165 y 165', puede presentarse una sección transversal similar por el elemento de inserción 121. En algunas formas de realización, estos elementos de inserción 121 pueden incluir un extremo de sección decreciente para facilitar la inserción a través de los orificios de acceso para herramientas 165 y 165' y pueden estar lubricados con compuestos deseados basándose en consideraciones de diseño.

En algunas formas de realización, la inserción de un elemento de inserción 121 de este tipo a través de los orificios de acceso para herramientas 165 y 165' da como resultado una desviación de rotación de las pluralidades primera y segunda de las láminas 110 y 110'. Esto se describirá en más detalle con respecto a las figuras 4 y 6-10. En algunas formas de realización, tras la inserción, el elemento de inserción 121 o los elementos de inserción pueden permanecer dentro del núcleo y utilizarse para sujetar las láminas (por ejemplo, a través de una implementación roscada u otra implementación adecuada de tipo fijación). Alternativamente, en algunas formas de realización, las láminas pueden pegarse o fijarse de otro modo tras la inserción del elemento de inserción 121 o los elementos de inserción, y una vez en una condición deseada, pueden retirarse el elemento de inserción 121 o los elementos de inserción. Estas formas de realización pueden ser útiles cuando la inercia del rotor presenta consideraciones del diseño particulares.

La figura 3 es una vista en sección transversal de un imán 115 a modo de ejemplo según las formas de realización de la presente divulgación. Como se muestra en la figura 3, el imán 115 comprende cualquier material u objeto que produzca un campo magnético, y puede estar configurado y contorneado para coincidir con formas asociadas con las láminas 110 y/o 110'. Además, una sección transversal del imán 115 a lo largo del eje radial R y el eje tangencial T puede tener lados en ángulo, de modo que una primera anchura 153 a lo largo del eje tangencial T en una base del imán 115 sea mayor que una segunda anchura 155 a lo largo del eje tangencial T en una parte superior del imán 115. Además, como se muestra en la figura 3, las partes superiores y las bases de los imanes 115 pueden estar curvadas para adaptarse a diversas geometrías para el rotor 100. Particularmente, las geometrías de los imanes 115 pueden diseñarse basándose en numerosos factores tales como, por ejemplo, par de engranaje, rizado de par, y otras consideraciones deseadas. En algunas formas de realización, los imanes 115 pueden presentar una base plana basándose en consideraciones particulares del diseño. Un experto en la técnica reconocerá que pueden implementarse diversos otros tamaños, formas y configuraciones para los imanes 115 sin apartarse del alcance de la

presente divulgación. Además, no se pretende que la presente divulgación esté limitada con respecto al número de imanes 115 implementados con el rotor 100. Por ejemplo, el rotor puede incluir cuatro, seis, ocho, diez, doce, catorce, dieciséis o más imanes 115. Por tanto, la descripción en el presente documento pretende ser sólo a modo de ejemplo.

5 Los imanes 115 pueden estar configurados además de modo que una distancia, medida a lo largo del eje radial R (es decir, la altura), dé como resultado que los imanes 115 se extiendan más allá de los salientes 120 y/o 120' a lo largo del eje radial R alejándose del rotor 100 tras la inserción de los imanes 115 entremedias. Dicho de otro modo, una altura de los imanes 115 puede ser tal que, una vez insertados en un núcleo de rotor montado 101, la parte superior del imán 115 sobresalga más allá de los salientes asociados con las láminas. Esto puede dar como resultado un rizado de par mejorado y una eficiencia del par mejorada, entre otras cosas.

10 Los campos magnéticos de los imanes 115 están alineados de modo que alrededor del rotor 100 estén presentes campos alternos. Por ejemplo, un primer imán 115 puede alinearse de modo que N esté en la parte superior del imán y S esté en la base. Un segundo imán 115', ubicado adyacente al primer imán 115 puede alinearse con S en la parte superior y N en la base. Un experto en la técnica reconocerá que son posibles otras configuraciones de este tipo sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

15 Un estator (no mostrado) asociado con el rotor 100 puede ser de cualquier tipo adecuado, y puede incluir una pluralidad de bobinados. Por ejemplo, un estator puede ser de bobinado concentrado, bobinado distribuido, etc. El estator (no mostrado) puede estar configurado para un funcionamiento externo o interno junto con el rotor 100, o puede estar configurado para un funcionamiento de tipo axial (por ejemplo, un rotor que se mueve axialmente). Unos dientes asociados con el estator (no mostrado) pueden estar configurados además para incluir zapatas o puede no incluir zapatas dependiendo de, por ejemplo, la técnica de bobinado y otros factores.

20 Es importante indicar que las láminas 110 y 110', los salientes 120 y 120' y los imanes 115 y 115' también pueden estar configurados para su uso como rotor externo. Dicho de otro modo, un estator puede estar ubicado dentro del rotor 100 y el rotor 100 puede rotar alrededor del estator. Además, el rotor 100 puede incluir más o menos elementos de los descritos. Por ejemplo, una banda o cinta de material (por ejemplo, cinta de fibra de vidrio, etc.) puede envolver los imanes para satisfacer aspectos particulares de diseño (por ejemplo, seguridad). Aunque los sistemas y procedimientos de la presente divulgación no implementan específicamente un elemento de este tipo, no se pretende excluir tal configuración.

25 Los sistemas y procedimientos de la presente divulgación pueden permitir la fabricación de un rotor de dispositivo eléctrico 100 configurado para permitir aumentos en las eficiencias y reducciones en los tiempos de montaje, entre otras cosas. La figura 4 es un diagrama de flujo 600 que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para fabricar rotores de dispositivo eléctrico 100 a modo de ejemplo según la presente divulgación. En un procedimiento de este tipo, pueden prepararse y proporcionarse una o varias láminas, por ejemplo, mediante estampado, mecanizado o cualquier otro proceso adecuado (etapa 605). Por ejemplo, las láminas 110 y 110' pueden estamparse con un tamaño, forma y configuración predeterminados con los salientes 120 y 120' fabricados con una forma deseada (por ejemplo, simétricos o asimétricos) y los orificios 130 configurados para cumplir con elementos de diseño deseados. Las una o varias láminas 110 y 110' también pueden mecanizarse y/o limpiarse según se desee.

30 La fabricación (por ejemplo, perforación, mecanizado, etc.) puede implicar prestar atención a la ubicación y conformación de los orificios 130, perforaciones de chaveta y orificios de acceso para herramientas (en caso de existir), entre otras cosas. Como se pretende que las láminas 110 y 110' se monten de manera alterna, cuando se pretende que una perforación de chaveta 123 y/o un orificio 130 sean asimétricos (por ejemplo, para un equilibrio, manejo de carga, enfriamiento, soporte de salientes, etc.), un primer conjunto de láminas 110 puede fabricarse con una primera configuración, seguido de un segundo conjunto de láminas 110' estampadas con diferentes orificios asimétricos 130 (por ejemplo, con una imagen en espejo), perforaciones de chaveta 123 y/u orificios de acceso para herramientas 165. En particular, la alternancia puede tener lugar en grupos de una o varias láminas 110 y 110'. Es importante indicar que, en todas las formas de realización, la fabricación de los salientes 120 y/o 120' puede seguir siendo la misma o puede diferir entre los dos conjuntos de láminas 110 y 110'.

35 Tras la previsión de las una o varias láminas, o en algunas formas de realización, el primer conjunto de láminas 110 y el segundo conjunto de láminas 110', las láminas pueden orientarse según la presente divulgación (etapa 610). La orientación puede incluir hacer coincidir las caras de cada lámina 110 con las de la otra lámina 110'. Por ejemplo, la primera cara 135 de una primera lámina 110 puede orientarse para entrar en contacto con la primera cara 135' de una segunda lámina 110'. A continuación, puede orientarse una segunda cara 140 de una tercera lámina (no mostrada) para entrar en contacto con la segunda cara 140 de la primera lámina 110 o la segunda lámina 110'. Un experto en la técnica reconocerá que esta orientación puede continuar hasta que las láminas 110 y/o 110' restantes se orienten y monten en una orientación de primera cara 135 con respecto a primera cara 135' y segunda cara 140 con respecto a segunda cara 140', dando, así como resultado una orientación de tipo imagen en espejo.

40 En otras formas de realización, puede no tener lugar tal orientación, y las láminas 110 y/o 110' pueden montarse de manera correspondiente. Por ejemplo, en una configuración alterna, una lámina de una primera pluralidad de láminas 110 puede situarse adyacente a una lámina de una segunda pluralidad de láminas 110'. Además, otra lámina 110 de

la primera pluralidad de láminas puede situarse entonces adyacente al otro lado de la lámina 110' de la segunda pluralidad de láminas, etc. Esta alternancia también puede implementarse en grupos de una o varias láminas (por ejemplo, dos, tres, cuatro... n láminas agrupadas hasta la longitud de un imán 115).

- 5 Después de y/o durante la orientación, las láminas pueden alinearse según se desee (etapa 615). Por ejemplo, cuando se han fabricado salientes asimétricos 120 y 120', la alineación de las láminas 110 y/o láminas 110' puede incluir rotar cada lámina de modo que resulte una aparente simetría entre la primera pluralidad de salientes 120 y la segunda pluralidad de salientes 120' cuando el rotor 100 se ve en perpendicular al eje radial R. Una simetría aparente de este tipo puede verse en la figura 5A tras el montaje de una primera lámina 110 y una segunda lámina 110'. Como se muestra, cuando se ve en perpendicular al eje radial R, la primera pluralidad de salientes 120 de la primera lámina 110 resultan ser simétricos con respecto a la segunda pluralidad de salientes 120' de la segunda lámina 110'. Este efecto se destaca adicionalmente en la figura 5B, que muestra una pluralidad de láminas 110 orientadas y alineadas para formar el núcleo de rotor 101. Como se muestra en la figura 5B, cada lámina 110 puede estar orientada y alineada de modo que resulte una simetría aparente a lo largo del eje S (mostrado en la figura 2C) con respecto a una lámina anterior y/o posterior. Volviendo a la figura 5A, resulta evidente que pueden crearse una pluralidad de canales 16 para la inserción de los imanes 115 entre la primera y la segunda pluralidad de salientes asimétricos a lo largo de la periferia del rotor 100. Estos canales, basándose en un diámetro de las láminas, pueden comprender una forma convexa, según se desee. Alternativamente, pueden utilizarse otras formas, por ejemplo, la superficie puede ser plana.
- 10
- 15
- 20 Los orificios 130 de cada lámina pueden alinearse sustancialmente para formar características del rotor 100 y las perforaciones de chaveta 123 pueden alinearse sustancialmente para formar el chavetero 125.

En algunas formas de realización, particularmente cuando se implementan salientes simétricos 120, la alineación puede realizarse teniendo en cuenta los desplazamientos angulares de las perforaciones de chaveta 123 y 123' y/o los orificios de acceso para herramientas 165 y 165'. Por ejemplo, en tal forma de realización puede montarse una primera pluralidad de láminas 110 y una segunda pluralidad de láminas 110' de modo que se produzca una alineación sustancial de los salientes 120. Sin embargo, las perforaciones de chaveta 123 asociadas con la primera pluralidad de láminas 110 y las perforaciones de chaveta 123' asociadas con la segunda pluralidad de láminas 110' pueden estar desplazadas de manera angular. Por tanto, tras la alineación de los salientes 120, un operario puede comprobar el desplazamiento del chavetero 125 y/o los orificios de acceso para herramientas 165 con respecto a un desplazamiento deseado.

25

30

En algunas formas de realización, puede formarse una "pila" o "laminación" de láminas a través de la orientación, alineación y montaje de múltiples láminas. Una "pila" o "laminación" de este tipo forma el núcleo 101 del rotor 100, que puede incluir uno o varios canales 16 para la inserción de los imanes 115. En estas formas de realización, las láminas 110 y/o 110' asociadas con el núcleo 101 pueden fijarse entre sí de una en una, en conjunto tras finalizar las etapas de orientación y alineación para todas las láminas 110 y/o 110', o después de que se hayan colocado los imanes 115 (etapa 625). En esta forma de realización, se presiona un elemento de inserción en los orificios de acceso para herramientas 165 y 165', un elemento de inserción de este tipo puede incluir roscas u otros medios adecuados para fijar un elemento de fijación. Por ejemplo, unas roscas en el elemento de inserción 121 pueden permitir enroscar y apretar una tuerca, efectuando así una unión sustancial de las pluralidades primera y segunda de las láminas 110 y 110' en el núcleo 101. Un experto en la técnica reconocerá que también pueden utilizarse otros medios de fijación sin apartarse del alcance de la presente invención (por ejemplo, ajuste por compresión). Además, puede ser deseable o no utilizar cualquier procedimiento de fijación, y las láminas pueden permanecer en su sitio, basándose en, por ejemplo, fuerzas reactivas sobre los imanes 115.

35

40

45

Tras la fijación de las láminas entre sí, los imanes 115 pueden insertarse entre uno de la primera pluralidad de salientes 120 y uno de la segunda pluralidad de salientes 120' (por ejemplo, dentro de los canales 16) (etapa 630). Por ejemplo, los canales formados entre dos salientes adyacentes 120 de cada lámina 110 de una primera pluralidad de láminas, y/o los canales formados entre dos salientes adyacentes 120' de cada lámina 110' de una segunda pluralidad de láminas. En algunas formas de realización, una operación de este tipo puede realizarse con un imán cada vez o, alternativamente, todos los imanes pueden insertarse en una operación sustancialmente simultánea (por ejemplo, a través de una prensa de máquina). Esta inserción da como resultado una desviación y/o deformación de los salientes 120 asociados con el canal particular 16 en el que se inserta el imán 115. Por ejemplo, la desviación y/o deformación puede producirse debido a una holgura negativa entre los imanes y los bordes de los salientes. Esta desviación y/o deformación da como resultado fuerzas reactivas asociadas, que actúan para retener el imán 115 dentro del canal 16. Por ejemplo, cuando se implementan salientes asimétricos, se permite una deformación de las pluralidades primera y segunda de los salientes 120 y 120' porque los salientes son asimétricos. Dicho de otro modo, existe una holgura adyacente a cada uno de los salientes asimétricos, que permite una deformación sin afectar a las estructuras circundantes (por ejemplo, los imanes 115, otros salientes 120, etc.).

50

55

60

Alternativamente, los imanes 115 pueden insertarse en los canales 16 antes de la etapa de fijación 625. Esto puede ser deseable cuando, por ejemplo, se ha utilizado una orientación de la perforación de chavetero 123 con el fin de ejercer una fuerza sobre un árbol (no mostrado) a través del chavetero 125. En estas formas de realización una inserción de una chaveta (no mostrada) asociada con el árbol (no mostrado) produce una desviación de rotación de las láminas 110, las perforaciones de chaveta 123 y el chavetero 125, entre otras cosas, dando como resultado fuerzas

65

reactivas con respecto al eje axial X. Estas fuerzas actúan para limitar los imanes 115 (por ejemplo, a través de los salientes), y además para fijar el/los chavetero(s) 125 a un árbol insertado. Por ejemplo, una chaveta (no mostrada) asociada con un árbol (no mostrado) puede incluir una parte de sección decreciente o una parte adecuada de otro modo para iniciar el movimiento a través de las perforaciones de chaveta desplazadas 123 y 123'. En un ejemplo de este tipo, una fuerza ejercida sobre el árbol (no mostrado) da como resultado que la chaveta (no mostrada) fuerce una desviación de las láminas 110 a través de la acción sobre los desplazamientos de las perforaciones de chaveta 123 y 123'. Esta desviación da como resultado fuerzas reactivas ejercidas sobre los imanes 115 a través de los salientes 120. De manera similar, las fuerzas reactivas que actúan a través del chavetero 125 sobre el árbol (no mostrado) y la chaveta (no mostrada) ayudan adicionalmente a retener el árbol y la chaveta dentro del orificio de árbol 132. Un experto en la técnica reconocerá que, en tal forma de realización, los salientes 120 en la primera pluralidad de láminas 110 también pueden estar desplazados con respecto a los salientes 120' en la segunda pluralidad de láminas 110' o pueden estar alineados basándose en un desplazamiento asociado con las perforaciones de chaveta 123 y 123'. Además, los salientes 120 y 120' pueden ser simétricos, asimétricos y/o de cualquier forma adecuada. Un experto en la técnica reconocerá que ésta es otra ilustración a modo de ejemplo más y no pretende ser limitativa.

En particular, los imanes 115 pueden insertarse en los canales 16 de uno en uno, o alternativamente, todos los imanes 115 asociados con el rotor 100 pueden insertarse en una operación sustancialmente simultánea (por ejemplo, utilizando una prensa de máquina u otra herramienta adecuada).

De manera similar, en otras formas de realización, pueden proporcionarse chaveteros desplazados adicionales (por ejemplo, para un árbol estriado) u orificios de acceso para herramientas 165. Los orificios de acceso para herramientas 165 y 165' están configurados para recibir un elemento de inserción (por ejemplo, una varilla de compresión, varilla roscada, etc.) como se muestra insertada en la figura 10, y después de haberse insertado este elemento de inserción, efectuar una desviación de rotación sobre el eje axial de las láminas 110. En tal forma de realización, las fuerzas resultantes de la desviación de rotación pueden hacer que los salientes actúen sobre cada imán 115, facilitando así la limitación de los imanes 115.

Las figuras 6-10 destacan una forma de realización que utiliza orificios de acceso para herramientas 165 y 165' a modo de ejemplo configurados para recibir un elemento de inserción 121 para producir la desviación de rotación de una o varias láminas 110 y/o 110'. En tal forma de realización, pueden seguirse las etapas anteriores para el montaje del rotor 100. Tras la inserción de los imanes 115 en los canales 16 (etapa 625), los imanes 115 pueden tener una holgura lateral con respecto a los salientes 120 y 120' dentro de los canales 16. A continuación se insertan uno o varios elementos de inserción 121 dentro de los orificios de acceso para herramientas 165 y 165'. Por ejemplo, un elemento de inserción 121 puede estar configurado para incluir un extremo de tipo herramienta (por ejemplo, un extremo de sección decreciente o un extremo adecuado de otro modo) con el fin de pasar a través de los orificios de acceso para herramientas 165 con desplazamiento angular asociados con una primera y segunda pluralidad de láminas 110 y 110'. En tal forma de realización, un extremo de sección decreciente de los elementos de inserción 121 puede alinearse con los orificios de acceso para herramientas 165 y 165' y forzarse a través de todas las láminas 110 y 110' asociadas con los mismos. Tras la inserción de un elemento de inserción de este tipo dentro del orificio de acceso para herramientas 165, las láminas 110 y/o 110' se desviarán de manera angular sobre un eje de rotación asociado con el rotor 100, de modo que puedan eliminarse las holguras entre los salientes 120 y 120' y los imanes 115. Como se describió anteriormente, esto puede dar como resultado una desviación y/o deformación de los salientes 120 y 120'. Entonces tal desviación y/o deformación da como resultado fuerzas reactivas ejercidas sobre los imanes 115 a través de los salientes 120 y 120' (por ejemplo, a través de sus bordes, lados o troncos). Un experto en la técnica reconocerá que, en tal forma de realización, los salientes 120 en la primera pluralidad de láminas 110 también pueden estar desplazados con respecto a los salientes 120' en la segunda pluralidad de láminas 110' o pueden alinearse basándose en el desplazamiento asociado con los orificios de acceso para herramientas 165 y 165'. Además, los salientes 120 y 120' pueden ser simétricos, asimétricos y/o de cualquier forma adecuada. Un experto en la técnica reconocerá que ésta es otra ilustración a modo de ejemplo más y no pretende ser limitativa.

En toda la presente divulgación se pretende que el término "al menos un/una" incluya una y/o "una" sola implementación del objeto o acción al que se hace referencia. Además, para los expertos en la técnica resultará evidente que pueden realizarse varias modificaciones y variaciones en el rotor de dispositivo eléctrico y los procedimientos de fabricación dados a conocer. Para los expertos en la técnica resultarán evidentes otras formas de realización tras considerar la memoria descriptiva y poner en práctica los sistemas y procedimientos dados a conocer, por ejemplo, el rotor 100 puede ser externo a un estator. Se pretende que la memoria descriptiva y los ejemplos se consideren sólo a modo de ejemplo, estando definido el alcance real por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor (100), comprendiendo el rotor:
 - 5 una primera pluralidad de láminas (110), comprendiendo cada una un primer orificio de acceso para herramientas (165), y una primera pluralidad de salientes simétricos (120) ubicados en una periferia de cada una de la primera pluralidad de láminas;

una segunda pluralidad de láminas (110'), que comprenden un segundo orificio de acceso para herramientas (165'), y

10 una segunda pluralidad de salientes simétricos (120') ubicados en una periferia de la segunda pluralidad de láminas, en el que los primeros orificios de acceso para herramientas inicialmente están desplazados de manera angular con respecto a los segundos orificios de acceso para herramientas; y

una pluralidad de imanes (115), estando insertado cada imán entre un canal (16) formado entre la primera pluralidad de salientes y la segunda pluralidad de salientes, en el que actúan fuerzas reactivas para sujetar la pluralidad de imanes (115), produciéndose las fuerzas reactivas por un desplazamiento angular de la primera pluralidad de salientes (120) con respecto a la segunda pluralidad de salientes (120') basándose en una desviación de rotación de al menos una de la primera pluralidad de láminas (110) y la segunda pluralidad de láminas (110') por el elemento de inserción (121) recibido en los orificios de acceso para herramientas (165, 165') sobre un eje de rotación, en el que cada canal (16) comprende una base que tiene una forma convexa con respecto a un diámetro de cada lámina, estando configurados los primeros orificios de acceso para herramientas (165) y los segundos orificios de acceso para herramientas (165') para recibir un elemento de inserción (121) que se insertará a través de las láminas.
 - 25 2. Un rotor según la reivindicación 1, comprendiendo la primera pluralidad de láminas (110) en cada caso un primer chavetero (125) y comprendiendo la segunda pluralidad de láminas (125') en cada caso un segundo chavetero (125'), en el que los primeros chaveteros inicialmente están desplazados de manera angular con respecto a los segundos chaveteros.
 - 30 3. Un rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una sección transversal del imán vista a lo largo de un eje de rotación del rotor incluye lados en ángulo y/o en el que los imanes se extienden más allá de los salientes primeros y segundos cuando se mide a lo largo del eje radial alejándose de la lámina.
 4. Un rotor según la reivindicación 1, en el que la primera pluralidad de salientes (120) se alternan secuencialmente alrededor de la periferia de cada una de la primera pluralidad de láminas (110) de modo que cada saliente se orienta en un sentido opuesto a un saliente anterior.
 - 35 5. Un rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende además un elemento de inserción de herramienta (121) insertado a través de los primeros orificios de acceso para herramientas y los segundos orificios de acceso para herramientas para dar como resultado una alineación angular de los primeros orificios de acceso para herramientas y los segundos orificios de acceso para herramientas.
 - 40 6. Un rotor según la reivindicación 2, o la reivindicación 2 y cualquiera de las reivindicaciones 3-5, que comprende además una chaveta insertada a través de los primeros chaveteros y los segundos chaveteros para dar como resultado una alineación angular de los primeros chaveteros y los segundos chaveteros
 - 45 7. Un rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que existe una holgura negativa entre los bordes de la pluralidad de imanes y los bordes de la primera pluralidad de salientes o la segunda pluralidad de salientes antes de la inserción de la pluralidad de imanes.
 - 50 8. Un rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que existe una holgura positiva entre los bordes de la pluralidad de imanes y los bordes de la primera pluralidad de salientes o la segunda pluralidad de salientes antes de la inserción de la pluralidad de imanes, y/o de los primeros orificios de acceso para herramientas y los segundos orificios de acceso para herramientas da como resultado el desplazamiento angular de la primera pluralidad de salientes con respecto a la segunda pluralidad de salientes.
 - 55 9. Un rotor según la reivindicación 2, o reivindicación 2 y una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en el que la alineación angular de los primeros chaveteros y los segundos chaveteros da como resultado el desplazamiento angular de la primera pluralidad de salientes con respecto a la segunda pluralidad de salientes.
 - 60 10. Un rotor según la reivindicación 2 o la reivindicación 2 y cualquiera de las reivindicaciones 3-9, en el que las fuerzas reactivas se producen por la inserción de un árbol enchavetado en chaveteros (125, 125') de la primera pluralidad de láminas y la segunda pluralidad de láminas, y en el que la primera pluralidad de láminas inicialmente está desplazada de manera angular con respecto a la segunda pluralidad de láminas.
 - 65 11. Un rotor según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que la primera pluralidad de láminas (110) y la segunda pluralidad de láminas (110') comprenden además en cada caso al menos un orificio de acceso para

herramientas (165, 165') que recibe un elemento de inserción (121), en el que las fuerzas reactivas se producen, al menos en parte, por una rotación relativa de al menos una de la primera pluralidad de láminas y la segunda pluralidad de láminas por el elemento de inserción recibido en los orificios de acceso para herramientas (165, 165').

5 12. Un procedimiento para fabricar un rotor (100) según la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento:

proporcionar una primera pluralidad de láminas (110), comprendiendo cada una un primer orificio de acceso para herramientas (165), y una primera pluralidad de salientes simétricos (120) ubicados en una periferia de cada una de la primera pluralidad de láminas;

10 proporcionar una segunda pluralidad de láminas (110'), que comprenden un segundo orificio de acceso para herramientas (165'), y una segunda pluralidad de salientes simétricos (120') ubicados en una periferia de la segunda pluralidad de láminas, en el que los primeros orificios de acceso para herramientas (165) inicialmente están desplazadas de manera angular con respecto a los segundos orificios de acceso para herramientas (165');

15 insertar cada uno de una pluralidad de imanes (115) en canales (16) formados entre la primera pluralidad de salientes simétricos y la segunda pluralidad de salientes simétricos, comprendiendo cada canal (16) una base que tiene una forma convexa con respecto a un diámetro de cada lámina; e

20 insertar un elemento de inserción (121) en los primeros orificios de acceso para herramientas (165) y los segundos orificios de acceso para herramientas (165'), en el que la inserción produce una desviación de rotación de al menos una de la primera pluralidad de láminas (110) y la segunda pluralidad de láminas (110') sobre un eje de rotación, en el que la desviación de rotación da como resultado la aplicación de fuerzas reactivas sobre los imanes (115) por al menos uno de la primera pluralidad de salientes simétricos (120) y la segunda pluralidad de salientes simétricos (165') para sujetar los imanes (115) en las láminas (110, 110').

25 13. Un procedimiento según la reivindicación 12, que comprende

proporcionar la primera pluralidad de láminas (110), comprendiendo cada una un primer chavetero (125);

30 proporcionar la segunda pluralidad de láminas (110'), que comprenden un segundo chavetero (125'), en el que los primeros chaveteros inicialmente están desplazados de manera angular con respecto a los segundos chaveteros; e

35 insertar una chaveta en los primeros chaveteros y los segundos chaveteros.

40 14. Un procedimiento según la reivindicación 12 o 13, en el que la inserción incluye alinear un extremo de sección decreciente del elemento de inserción de herramienta (121) con los primeros y segundos orificios de acceso para herramientas y opcionalmente instalar un elemento de fijación en conexión operativa con el elemento de inserción de herramienta tras la inserción del elemento de inserción de herramienta a través de los orificios de acceso para herramientas tanto en la primera como en la segunda pluralidad de láminas.

45 15. Un procedimiento según la reivindicación 13 o las reivindicaciones 13 y 14, en el que la chaveta forma parte de un árbol enchavetado, el elemento de inserción de herramienta (121) forma parte opcionalmente de una barra de acoplamiento, y el elemento de inserción está configurado opcionalmente para fijar un elemento de fijación.

