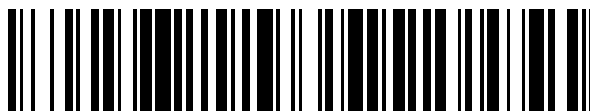


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 498 670**

51 Int. Cl.:

H02K 1/24 (2006.01)

H02K 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2008** **E 08165523 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014** **EP 2169805**

54 Título: **Conjunto de rotor para máquinas de reluctancia síncrona**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2014

73 Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
AFFOLTERNSTRASSE 52
8050 ZÜRICH, CH

72 Inventor/es:

MAGNUSSEN, FREDDY;
JOHANSSON, ERIK y
KYLANDER, GUNNAR

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 498 670 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

Conjunto de rotor para máquinas de reluctancia síncrona

La presente invención se refiere a conjuntos de rotor de máquinas de reluctancia síncrona y a un método de fabricación de los conjuntos de rotor, en particular, se refiere a conjuntos de rotor con elementos de fijación que proporcionan una unión mejorada de laminaciones de rotor.

Antecedentes de la invención

Generalmente, las máquinas de reluctancia síncrona comprenden un estator con devanados polifásicos que forman una pluralidad de polos de una manera semejante a la del estator de un motor de inducción. El conjunto de rotor de la máquina de reluctancia síncrona no suele incluir devanados eléctricos, sino que tiene una serie de polos en forma de segmentos magnéticamente permeables. El conjunto de rotor está formado como una estructura anisotrópica en la que cada polo de la máquina de reluctancia tiene una dirección de reluctancia mínima, un denominado eje directo o eje d, y una dirección de máxima reluctancia, un denominado eje de cuadratura o eje q. Cuando se aplican corrientes sinusoidales a los devanados polifásicos en el estator, se produce una forma de onda de flujo magnético aproximadamente sinusoidal en un espacio de aire formado entre los polos del estator y el contorno exterior del conjunto de rotor. El rotor intentará alinear su dirección más magnéticamente permeable, el eje d, con la dirección del flujo pico mediante el desplazamiento de su eje d de reluctancia mínima hasta que se obtenga la alineación de los campos magnéticos en los polos del estator y los polos del rotor. El proceso de alineación da como resultado un movimiento giratorio del conjunto de rotor a la misma velocidad que el campo magnético de estator giratorio, es decir, a la velocidad síncrona. El movimiento de rotación del rotor genera un par que puede ser transmitido al exterior de la máquina de reluctancia, por ejemplo mediante un árbol de rotor unido al conjunto de rotor y que se extiende a través de su eje central.

El conjunto de rotor puede comprender una pila de laminaciones de estator orientadas axialmente o de laminaciones de estator orientadas transversalmente. En ambos casos, la pila de laminaciones comprende capas alternas de capas magnéticamente permeables y magnéticamente no permeables y / o eléctricamente aislantes, tales como barniz, para evitar la generación de un flujo orientado axialmente de corrientes parásitas entre laminaciones cercanas que reduciría la eficiencia de la máquina de reluctancia síncrona.

El conjunto de rotor debe mostrar preferiblemente una alta resistencia estructural para permitir la rotación a alta velocidad y soportar temperaturas de funcionamiento elevadas durante períodos prolongados de tiempo. Al mismo tiempo, el conjunto de rotor debe mostrar una baja fuga de flujo magnético para mejorar la eficiencia energética y el factor de potencia de la máquina de reluctancia síncrona. El conjunto de rotor, además, debe estar diseñado para procesos de fabricación rentables y flexibles.

Técnica anterior

El documento US 6675460 da a conocer un método de fabricación de discos de metal en polvo compuesto para un conjunto de rotor de una máquina de reluctancia síncrona. Los discos de metal en polvo se alinean axialmente a lo largo de un árbol central y se fijan al árbol central mediante acoplamiento de estructuras de chaveta y de keyways. Un chavetero está dispuesto en una superficie interior de cada disco de metal en polvo y el chavetero se presiona contra la estructura de chaveta en el árbol central para bloquear entre sí el disco de metal y el árbol central.

El documento US 5296773 da a conocer un conjunto de rotor con una pluralidad de laminaciones de estator que se extienden axialmente y se unen entre sí y a un núcleo en forma de estrella mediante un epoxi curado a alta temperatura. Unas tapas extremas metálicas se fijan a las laminaciones de estator que se extienden axialmente para aumentar la fuerza centrífuga del rotor.

El documento WO 2006/121225 da a conocer un conjunto de rotor de un motor de reluctancia síncrona. El conjunto de rotor incluye una pluralidad de hojas o laminaciones de acero de silicio orientadas transversalmente dispuestas entre medias de las placas extremas superior e inferior. Cada laminación de rotor incluye agujeros para pasador de guía y agujeros de remache. Una pluralidad de pasadores de guía se insertan a través de laminaciones de acero de silicio y de ranuras de fijación de pasador de guía formadas sobre superficies orientadas hacia el interior de las placas extremas superior e inferior. Los remaches se extienden a través de agujeros de remache en las hojas de acero de silicio y las placas extremas superior e inferior para acoplar entre sí el núcleo laminado y las placas extremas.

En la técnica existe una necesidad continua de proporcionar métodos alternativos y / o mejorados para unir laminaciones de rotor en conjuntos de rotor. Agentes adhesivos tales como resinas epoxi son a menudo muy tóxicos y requieren amplias medidas cautelares en el proceso de fabricación para proteger a los trabajadores y el medio ambiente. Estos factores hacen que aumente el tiempo de fabricación y los costes. Por otra parte, las laminaciones de rotor unidas con adhesivo pueden tener dificultades para soportar altos niveles de temperatura y grandes esfuerzos mecánicos, por ejemplo, impartidos por las fuerzas centrífugas durante el funcionamiento a alta velocidad

y / o a alta potencia. La fabricación y el montaje de estructuras mecánicas adicionales y complejas, tales como núcleos, pasadores de guía y remaches, tapas extremas, etc., para unir entre sí láminas de rotor tienden a aumentar el tiempo de fabricación y los costes. Desde este punto de vista, una ventaja de la presente invención es la provisión de un conjunto de rotor que comprende una pluralidad de discos de rotor unidos entre sí mediante una pluralidad de elementos de ajuste a presión para crear un cuerpo de rotor coherente, incluso en ausencia de árboles de rotor, pernos, pasadores de guía o estructuras de soporte similares. Además, ya que los elementos de fijación pueden comprender, o estar completamente formados por, material de disco de rotor, tal como un material de uno o más segmentos magnéticamente permeables de una laminación o disco de rotor, se pueden evitar elementos o estructuras de soporte costosos y que consuman mucho tiempo durante el proceso de fabricación. Esto simplifica el proceso de fabricación del conjunto de rotor y hace que sea considerablemente más flexible.

El documento EP 1111755 da a conocer un conjunto de rotor en el que una pluralidad de discos de rotor están unidos entre sí mediante un adhesivo.

El documento WO 03/041889 da a conocer una pila de laminaciones metálicas en la que las laminaciones se fijan entre sí con elementos de ajuste a presión.

Resumen de la invención

De acuerdo con la invención, se proporciona un conjunto de rotor para una máquina de reluctancia síncrona de acuerdo con la reivindicación 1.

El uno o más segmentos magnéticamente permeables comprenden preferiblemente material altamente permeable desde el punto de vista magnético tal como una aleación ferromagnética o metal ferromagnético, por ejemplo acero de motor de hierro de silicio. La barrera o barreras magnéticamente aislantes pueden comprender una variedad de diferentes materiales que son magnéticamente no permeables tales como materiales diamagnéticos y paramagnéticos. Las barreras magnéticamente aislantes se forman preferiblemente como aberturas o cortes en el material de disco de rotor que permite formar un patrón de segmentos magnéticamente permeables y de barreras magnéticamente aislantes en cada disco de rotor mediante operaciones de troquelado o de estampado sobre un soporte metálico que comprende el material magnéticamente permeable. De acuerdo con una realización ventajosa, cada disco de rotor está formado como un único elemento unitario fabricado mediante el troquelado o estampado de un soporte metálico. El soporte metálico puede comprender una tira de material ferromagnético o una aleación con una permeabilidad relativa, μ_r , mayor de 550, o preferiblemente mayor de 2.000, o incluso más preferiblemente mayor de 5.000, tal como de aproximadamente 7.000.

Según la invención, cada disco de rotor comprende un elemento de ajuste a presión que está configurado para acoplarse con un elemento de ajuste a presión correspondiente dispuesto en uno o más de los discos de rotor cercanos. El elemento de ajuste a presión puede comprender dos formas de acoplamiento colocadas en lugares alineados en superficies planas opuestas o enfrentadas del disco de rotor. Esta configuración de elemento de ajuste a presión permite que los discos de rotor cercanos sean unidos entre sí mediante aplicación de presión una vez que los respectivos elementos de ajuste a presión de los discos de rotor cercanos han sido orientados y alineados de manera adecuada a lo largo de un eje de rotación del conjunto de rotor. De esta manera, es posible fabricar un conjunto de rotor coherente o autoportante que se pueda manipular sin núcleos o estructuras de soporte tales como árboles de rotor, pasadores de guía, remaches, tuercas y pernos, pernos de pegamento epoxi, pernos de guía, etc.

Los elementos de ajuste a presión pueden comprender el material de uno o más segmentos magnéticamente permeables del disco de rotor. El elemento de ajuste a presión puede comprender una deformación de una parte de superficie magnéticamente permeable del disco de rotor, tal como una combinación de un saliente y una muesca situados de manera opuesta, por ejemplo, creados mediante una marca de punzón. El uso de una deformación es particularmente ventajoso en realizaciones de la invención en las que existen algunas partes magnéticamente permeables del disco de rotor que conducen flujo magnético en una dirección no deseada, tal como a lo largo del eje q. La deformación está dispuesta para aumentar la reluctancia magnética del disco de rotor a lo largo de su eje q. La conducción de flujo magnético en una dirección no deseada puede tener lugar donde el disco de rotor comprende uno o más segmentos de puente radiales, como se describe a continuación. De acuerdo con una realización de la invención, las propiedades magnéticas del disco de rotor se han mejorado a lo largo de su eje d mediante el troquelado de uno o varios segmentos de puente radiales del disco de rotor. Las marcas de punzón formadas mediante el proceso de troquelado crean tensión mecánica localizada en zonas deformadas del segmento o los segmentos de puente radiales en cuestión para deteriorar sus propiedades magnéticamente conductoras, es decir, aumentar la reluctancia del segmento o segmentos de puente radiales.

En una realización de la invención, cada disco de rotor comprende unos segmentos magnéticamente permeables primero y segundo separados por una barrera magnéticamente aislante dispuesta de manera intermitente. Uno o más segmentos de puente comprenden material magnéticamente permeable que se extiende radialmente a través de la barrera magnéticamente aislante intermitente interconectando los segmentos magnéticamente permeables primero y segundo. Una vía magnéticamente conductora formada por el segmento de puente radial es perjudicial para las propiedades magnéticas del disco de rotor ya que tiende a conducir flujo magnético a lo largo de un eje

cuadrado (eje q) del disco de rotor. Por otro lado, la presencia del uno o más segmentos de puente radiales aumenta la resistencia mecánica de la estructura del disco de rotor. Cada disco de rotor puede comprender además, o en su lugar, uno o más segmentos de puente que se extienden circunferencialmente que interconectan los segmentos magnéticamente permeables primero y segundo del disco de rotor. Estos segmentos de puente que se extienden circunferencialmente pueden estar situados cerca del borde circunferencial del disco de rotor para soportar y reforzar mecánicamente el disco de rotor. El uno o más segmentos de puente radiales y / o segmentos de puente que se extienden circunferencialmente se forman preferiblemente en el material del disco de rotor mediante el proceso de troquelado o estampación mencionado anteriormente.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un conjunto de rotor para una máquina de reluctancia síncrona en la que el conjunto de rotor comprende una pluralidad de discos de rotor radialmente alineados y cada disco de rotor comprende un borde circunferencial y una abertura central formada para acoplarse con un árbol de rotor. Cada uno de los discos de rotor comprende uno o más segmentos magnéticamente permeables y barreras magnéticamente aislantes colocadas de forma adyacente. El conjunto de rotor comprende una pluralidad de elementos de fijación que unen entre sí la pluralidad de discos de rotor radialmente alineados. La pluralidad de elementos de fijación comprende elementos de ajuste a presión formados en cada disco de rotor, por ejemplo, como una deformación de una parte de superficie magnéticamente permeable del disco de rotor. La deformación puede comprender una combinación de un saliente y una muesca situados de manera opuesta, creados mediante una marca de punzón.

Breve descripción de los dibujos

Una realización preferida de la invención se describirá con más detalle en relación a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es una vista de la superficie extrema de un conjunto de rotor coherente que no forma parte de la invención,

La figura 2 es una vista en perspectiva 3D del conjunto de rotor coherente que se representa en la figura 1,

La figura 3 es una vista de la superficie extrema de un conjunto de rotor coherente que no forma parte de la invención,

La figura 4 es una vista en perspectiva 3D del conjunto de rotor coherente que se representa en la figura 3,

La figura 5 es una vista de la superficie extrema de un conjunto de rotor coherente de acuerdo con la invención,

La figura 6 es una vista en perspectiva 3D del conjunto de rotor coherente que se representa en la figura 5, y

La figura 7 ilustra las etapas en un proceso de fabricación del conjunto de rotor coherente representado en la figura 6.

Descripción de realización preferida

La figura 1 muestra un disco de rotor 2 de un conjunto de rotor coherente 1. El conjunto de rotor coherente 1 comprende una pluralidad de discos de rotor similares al disco de rotor 2 que se apilan y se fijan entre sí mediante una pluralidad de puntos de soldadura de disco (consultar figura 2).

El disco de rotor 2 comprende cuatro puntos de soldadura 9 colocados en partes de borde correspondientes de cuatro cortes de chavetero 8. El disco de rotor 2 comprende cuatro polos sustancialmente idénticos distribuidos uniformemente alrededor de una superficie de disco de rotor. Un primer polo se extiende a través de un primer cuarto del disco de rotor 2, como se indica con la línea de trazos "P1". El primer polo P1 comprende cinco segmentos magnéticamente permeables 3a)-e) separados por cuatro barreras magnéticamente aislantes equidistantes y colocadas de manera intermitente 4a)-d). Cada uno de los cinco segmentos magnéticamente permeables 3a)-e) tiene una geometría en forma de brazo con cada brazo extendiéndose entre secciones o coordenadas angulares predeterminadas primera y segunda a lo largo de un borde circunferencial 5 del disco de rotor 2.

Aunque el disco de rotor 2 comprende un total de cuatro polos en la presente realización y por tanto incluye cuatro patrones sustancialmente idénticos de segmentos magnéticamente permeables y barreras magnéticamente aislantes intermitentes a lo largo de un eje de rotación, indicado con la flecha RA, del disco de rotor 2, otras realizaciones pueden comprender un número menor o mayor de polos tal como 2 polos o entre 6 y 20 polos.

El disco de rotor 2 comprende el borde circunferencial 5 y una abertura central 7 formada para acoplar un árbol de rotor que se extiende a través de un túnel del conjunto de rotor central creado por la pila de discos de rotor similares radialmente alineados (consultar el elemento 7 de la figura 2). La abertura central generalmente circular 7

comprende estructuras de chaveta 8 distribuidas de manera uniforme en forma de cuatro cortes rectangulares que coinciden con los chaveteros formados en el árbol de rotor (no mostrado). El disco de rotor 2 comprende además cuatro cortes poco profundos que se extienden radialmente 9a) en la parte del borde circunferencial 5 del disco de rotor 2.

5 El disco de rotor 2 comprende preferiblemente un material altamente permeable desde el punto de vista magnético, por ejemplo metales o aleaciones ferromagnéticas con una permeabilidad relativa, μ_r , mayor de 550, o incluso más preferiblemente mayor de 2.000, tal como hasta 5.000. En una realización atractiva, el material del disco de rotor se proporciona en forma de soporte metálico de acero de motor de hierro de silicio. Este material es relativamente barato y se puede proporcionar como láminas de soporte o tiras alargadas de dimensiones adecuadas para
10 operaciones de troquelado o estampado. Dimensiones adecuadas del disco de rotor pueden ser un diámetro de entre 5 cm y 50 cm y un espesor de entre 0,3 mm y 0,6 mm, aunque cada una de estas dimensiones puede por supuesto ser mayor o menor dependiendo del rendimiento y / o de los requisitos de forma para el conjunto de rotor 1 impuestos por cualquier máquina de reluctancia síncrona en particular.

15 En la realización de la invención, todo el disco de rotor 2 se forma como un único elemento unitario fabricado de una manera rápida y rentable mediante troquelado o estampado de tiras de acero de motor de hierro de silicio con una permeabilidad relativa, μ_r , de aproximadamente 7.000 para formar una pluralidad de discos de rotor sustancialmente idénticos con segmentos altamente permeables desde el punto de vista magnético.

20 El disco de rotor 2 comprende, respectivamente, segmentos magnéticamente permeables primero y segundo 3a, 3b que están separados por una barrera magnéticamente aislante dispuesta de manera intermitente 4a). Un segmento de puente que se extiende radialmente y es magnéticamente permeable 6a), o segmento de puente radial, interconecta, respectivamente, los segmentos magnéticamente permeables primero y segundo 3a)-b). Una vía magnéticamente conductora o permeable formada por el segmento de puente radial 6a) es perjudicial para las propiedades magnéticas del eje d del polo P1 del disco de rotor 2 porque el segmento de puente radial 6a) conduce
25 flujo magnético a lo largo de un eje q del polo P1. Sin embargo, el segmento de puente radial 6a (así como los otros segmentos de puente radiales 6b)-d) del polo P1) proporciona resistencia mecánica a la totalidad de la estructura del disco de rotor, que es un efecto muy ventajoso.

La figura 2 es una vista en perspectiva 3D del conjunto de rotor coherente 1 representado en la figura 1, que ilustra la construcción del conjunto de rotor coherente 1 como una pila de discos de rotor individuales sustancialmente idénticos alineados radialmente y rotacionalmente. El conjunto de rotor coherente 1 tiene un contorno exterior
30 sustancialmente cilíndrico con una superficie cilíndrica 25 formada por la pluralidad de bordes circunferenciales 5 (ver figura 1) de discos de rotor individuales apoyados. El número de discos de rotor individuales puede variar dependiendo de la aplicación, aunque en la realización de la invención, el número de discos de rotor individuales es preferiblemente de entre 100 y 200. La pluralidad de discos de rotor se apoyan entre sí en un modo en el que los discos de rotor cercanos quedan separados solamente por una capa eléctricamente aislante delgada intermitente,
35 aplicada preferentemente en forma de barniz. La capa eléctricamente aislante delgada entre los discos de rotor cercanos evita la generación de un flujo de orientación axial de corrientes parásitas entre los discos o laminaciones cercanos.

El conjunto de rotor coherente 1 se fabrica preferiblemente mediante troquelado o estampado de una tira de acero de motor de hierro de silicio con una herramienta de modelado adecuada para producir una pluralidad de discos de
40 rotor individuales como elementos unitarios. Cada disco de rotor se estampa para producir un borde circunferencial y una abertura central para acoplar un árbol de rotor y uno o más segmentos magnéticamente permeables con barreras magnéticamente aislantes adyacentes en forma de aberturas. La pluralidad de discos de rotor individuales son alineados y apilados posteriormente de manera radial y axial con una herramienta o aparato de alineación adecuado que puede sobresalir a través del túnel central 7 y acoplarse con una o más de las estructuras de chaveta
45 9. A partir de entonces, se aplica una fuerza de compresión predeterminada a las partes extremas de la pluralidad de discos de rotor apilados para apoyar los discos de rotor entre sí. La pluralidad de discos de rotor se unen finalmente entre sí mediante filas de puntos de soldadura 9 que se extienden axialmente soldadas a partes de borde correspondientes de los discos de rotor. En la realización ilustrada, una sola fila de puntos de soldadura 9 está dispuesta dentro de cada estructura de chaveta 8, aunque, naturalmente, se pueden utilizar más o menos filas de
50 puntos de soldadura. Las filas de puntos de soldadura 9 que se extienden axialmente se pueden formar insertando una sonda de soldadura automatizada a través del túnel del conjunto de rotor central 7. El tiempo de proceso para la operación de soldadura puede ser minimizado si partes de borde de varios discos de rotor se sueldan en paralelo.

Una técnica de soldadura preferida es gas inerte de tungsteno (TIG). La técnica TIG es un método de soldadura efectivo que posee varias ventajas:

- 55 - Aplica una carga de presión sustancialmente nula a la superficie cilíndrica 25 lo que es importante ya que los discos de rotor individuales pueden ser desplazados o curvados por una fuerza excesiva.
- La soldadura se puede realizar a una alta velocidad relativa lo que deriva en un tiempo de fabricación reducido.

- Es relativamente simple de automatizar en una línea de producción durante la fabricación a gran escala.

- Un conjunto de rotor soldado tiene una estructura mecánicamente estable y rígida que hace que el manejo del conjunto de rotor soldado sea simple y versátil durante las etapas de fabricación posteriores, por ejemplo, montándolo sobre el árbol de rotor.

- 5 Una vez terminado el proceso de soldadura, el conjunto de rotor coherente 1 se retira del aparato y se comprueba la calidad de la soldadura manualmente o con un equipo de inspección automatizado adecuado.

La figura 3 muestra un disco de rotor 32 que forma parte de un conjunto de rotor coherente 31. El disco de rotor 32 es generalmente similar al disco de rotor 2 de la primera realización y se proporcionan características similares con números de referencia similares. Sin embargo, en lugar de tener puntos de soldadura dispuestos en estructuras de chaveteros 38, el presente disco de rotor 32 tiene cuatro puntos de soldadura 39 colocados en coordenadas de borde correspondientes a lo largo de una parte de borde circunferencial exterior 35 del disco de rotor 32. Los puntos de soldadura 39 se encuentran en el interior de cuatro cortes poco profundos que se extienden radialmente 39a) en la parte de borde circunferencial 35 del disco de rotor 32 para acomodar los puntos de soldadura 39 y evitar que éstos se extiendan en o a través de un espacio de aire magnético formado entre el contorno exterior cilíndrico del conjunto de rotor coherente 31 y una superficie interior de la estructura del estator (no mostrada) en una máquina de reluctancia síncrona montada.

La figura 4 es una vista en perspectiva 3D del conjunto de rotor coherente 31 representado en la figura 3, que ilustra la construcción del conjunto de rotor coherente 31 como una pila de discos de rotor individuales o una pluralidad de discos de rotor sustancialmente idénticos alineados radial y rotacionalmente. Como se ha mencionado anteriormente, la pluralidad de discos de rotor se unen entre sí extendiendo axialmente filas de puntos de soldadura 39 soldadas a partes de borde correspondientes de la pluralidad de discos de rotor dentro del canal poco profundo que se extiende radialmente 39a) formado en la superficie circunferencial 45 del conjunto de rotor 31.

La figura 5 muestra un disco de rotor 52 que forma parte de un conjunto de rotor coherente 51 de acuerdo con la presente invención. El disco de rotor 52 es generalmente similar al disco de rotor 2 de la primera realización y se proporcionan características similares con números de referencia similares. Sin embargo, la presente realización utiliza elementos de fijación formados como elementos de ajuste a presión 55a)-d) en lugar de puntos de soldadura para unir entre sí una pluralidad de discos de rotor. En la realización de la invención, los elementos de ajuste a presión 55a)-d) sirven además para mejorar las propiedades magnéticas del eje d del disco de rotor 52 mediante el aumento de una reluctancia magnética del disco de rotor a lo largo de su eje q, como se describirá con más detalle a continuación. Sin embargo, en otras realizaciones que no forman parte de la invención, los elementos de ajuste a presión 55a)-d) pueden estar dispuestos en partes de la superficie del disco de rotor 52 donde afectan poco o no afectan en absoluto a la reluctancia magnética del disco de rotor 52 a lo largo de su eje q y sirven principalmente como elemento de fijación que une entre sí discos de rotor cercanos.

En la presente realización, los elementos de ajuste a presión 55a)-d) se forman como una pluralidad de pares de marcas de punzón dispuestas en segmentos magnéticamente permeables de cada disco de rotor. Los cuatro pares de marcas de punzón 55a)-d) en el polo P1, junto con marcas de punzón correspondientes en los otros tres polos del disco de rotor 52, como se ilustra, se acoplan por fricción con un disco de rotor cercano del conjunto de rotor coherente 51. El conjunto del rotor coherente 51 comprende una pila de discos de rotor similares radial y axialmente alineados (ver número 51 de la figura 6). Cada una de las marcas de punzón 55a)-d) en la superficie del disco de rotor comprende un saliente que sobresale hacia arriba en una primera superficie del disco de rotor 52 y una muesca situada opuesta sobre una superficie opuesta del disco de rotor 52 que permite que pares alineados de salientes y muescas en los discos de rotor cercanos sean forzados a acoplarse por fricción y se unan entre sí mediante ajuste a presión. En consecuencia, esta técnica de fijación de ajuste a presión de discos de rotor cercanos del conjunto de rotor coherente 51 se basa por tanto en la fijación de elementos que se forman en su totalidad en el material del disco de rotor.

Para eliminar, o por lo menos disminuir, el efecto perjudicial causado por una vía magnéticamente conductora o permeable del eje q formada por el segmento de puente radial 56a) y otros segmentos de puente radiales del polo P1, se ha impartido una deformación en forma de un par de marcas de punzón 55a) sobre el segmento de puente radial 56a), durante la fabricación del disco de rotor 52. Tres pares similares de marcas de punzón 55b)-d) se han impartido a los otros segmentos de puente radiales del polo P1, como se ilustra. El diámetro de cada marca de punzón puede estar entre 0,5 mm y 2,0 mm dependiendo de las dimensiones del segmento de puente radial en cuestión. Los cuatro pares de marcas de punzón 55a)-d) crean tensión mecánica localizada en cada una de las áreas troqueladas correspondientes de los segmentos de puente radiales para deteriorar sus propiedades conductoras magnéticas. Los pares de marcas de punzón funcionan, por tanto, para aumentar la reluctancia magnética del disco de rotor en el eje q del polo P1, manteniendo al mismo tiempo un efecto de resistencia mecánica altamente deseable en la estructura del disco de rotor proporcionada por los segmentos de puente radiales. Se han impartido pares de marcas de punzón correspondientes a segmentos de puente radiales de los otros polos del disco de rotor 52, como se indica en la presente figura. En otras realizaciones de la invención, uno o más de los segmentos de puente que se extienden circunferencialmente 52a)-d) (indicado en el polo número 3 en

lugar de P1 por motivos de conveniencia) pueden, además, ser troquelados para crear deformaciones localizadas y aumentar también la reluctancia o reluctancias magnéticas en el eje d del polo P1.

5 El disco de rotor 52 comprende cuatro cortes poco profundos que se extienden radialmente 59a) en la parte de borde circunferencial 55 del disco de rotor 52 que pueden servir para aumentar una relación de prominencia y factor de potencia del disco de rotor 52. Aunque los cortes poco profundos ilustrados 59a) son totalmente opcionales en la realización de la invención, pueden ser incluidos con el fin de mantener puntos de soldadura similares a los ilustrados en la segunda realización descrita en relación a la figura 3.

10 La figura 6 es una vista en perspectiva 3D del conjunto de rotor coherente 51 representado en la figura 5 en un estado montado y que ilustra una construcción del conjunto de rotor coherente 51 como una pluralidad de discos de rotor radialmente apilados y rotacionalmente alineados. Como se ha mencionado anteriormente, la pluralidad de discos de rotor se unen entre sí mediante pares alineados de elementos de ajuste a presión formados como salientes y hendiduras de acoplamiento en superficies enfrentadas de discos de rotor cercanos. Un túnel de conjunto de rotor 57 se extiende centralmente a través del conjunto de rotor coherente 51 y está conformado y dimensionado para acoplar un árbol de rotor (no mostrado). Cuatro canales poco profundos que se extienden radialmente 69a, 15 formados por los cortes poco profundos del disco de rotor anteriormente mencionado 59a) (ver figura 5), se proporcionan en la superficie circunferencial 55 del conjunto rotor 51.

La figura 7 ilustra una etapa del proceso de fabricación del conjunto de rotor representado en la figura 6. Un par de discos de rotor cercanos 52, 72 están alineados en dirección radial (indicado con la flecha "r") y también están alineados a lo largo de un eje de rotación (indicado con la flecha "A") que se extiende a través del túnel de conjunto de rotor 57 (ver figura 6) de manera que se pueden poner en contacto los salientes y muescas opuestos de las marcas de punzón 55a)-d) sobre superficies enfrentadas correspondientes de disco de rotor 52a, 72a. Una presión adecuada se aplica después a los discos extremos del conjunto de rotor 51 mediante lo cual los pares opuestos de salientes y muescas se acoplan por fricción y se ajustan a presión entre sí para formar el conjunto de rotor coherente 51 de discos de rotor unidos entre sí. En otras realizaciones, cada disco de rotor comprende (para los elementos de ajuste a presión descritos anteriormente formados por pares de salientes y muescas) otros elementos de fijación preferentemente en forma de punto o puntos de soldadura dispuestos en una parte de borde del disco de rotor. La inclusión de tales puntos de soldadura opcionales en algunas aplicaciones puede servir para mejorar aún más la resistencia mecánica y la cohesión del conjunto de rotor coherente.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de rotor (51) para una máquina de reluctancia síncrona que comprende:

- una pluralidad de discos de rotor alineados radialmente (52), comprendiendo cada disco de rotor (52) un borde circunferencial (55) y una abertura central (57) formada para acoplar un árbol de rotor,

5 - comprendiendo cada disco de rotor (52) uno o más segmentos magnéticamente permeables (53a-e)) y barreras magnéticamente aislantes (54a-e)) colocadas de forma adyacente,

- una pluralidad de elementos de fijación que unen entre sí la pluralidad de discos de rotor radialmente alineados,

10 caracterizado por que los elementos de fijación comprenden al menos un elemento de ajuste a presión (55a-d)) dispuesto sobre una superficie plana de cada disco de rotor (52) y comprenden una deformación de una parte magnéticamente permeable del disco de rotor (52),

en el que la deformación en cada disco de rotor está dispuesta para aumentar la reluctancia magnética del disco de rotor (52) en un eje de cuadratura del disco de rotor.

2. Conjunto de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada disco de rotor (52) comprende:

15 - unos segmentos magnéticamente permeables primero y segundo separados por una barrera magnéticamente aislante dispuesta de manera intermitente; y

- unos segmentos de puente (56a) magnéticamente permeables que se extienden radialmente y / o circunferencialmente que interconectan los segmentos magnéticamente permeables primero y segundo.

20 3. Conjunto de rotor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la pluralidad de elementos de fijación comprenden material de disco de rotor tal como un material de los uno o más segmentos magnéticamente permeables.

4. Conjunto de rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la deformación comprende un saliente y una muesca situada opuestamente tal como una marca de punzón (55a-d)).

25 5. Conjunto de rotor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada disco de rotor (52) está formado como un único elemento unitario fabricado mediante troquelado o estampación de un soporte metálico.

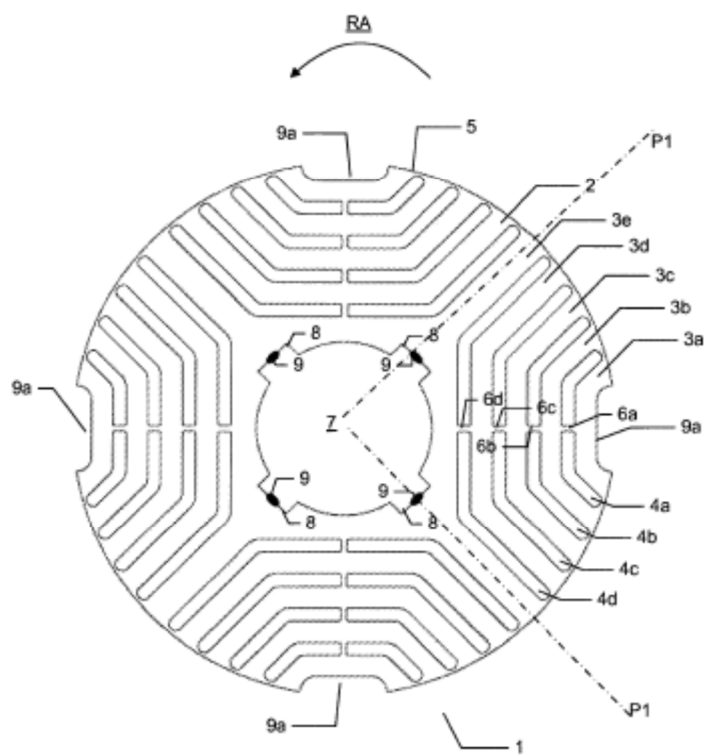


Fig. 1

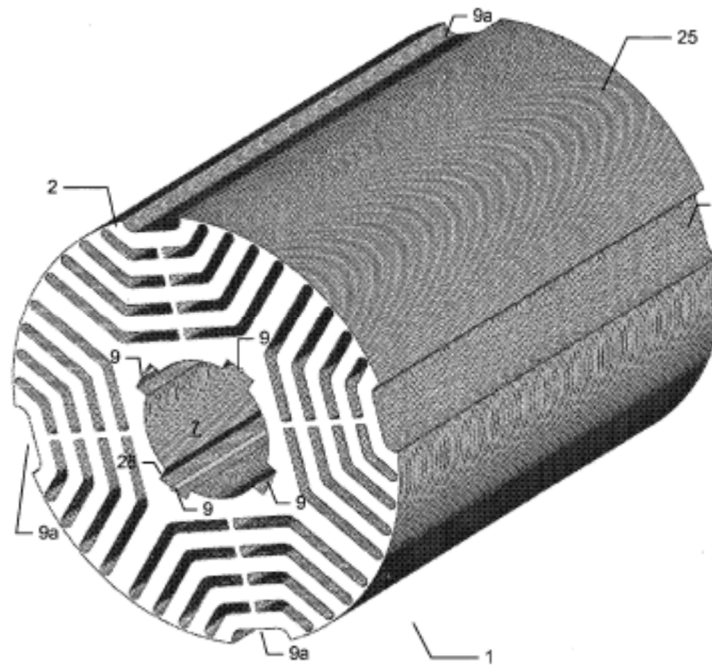


Fig. 2

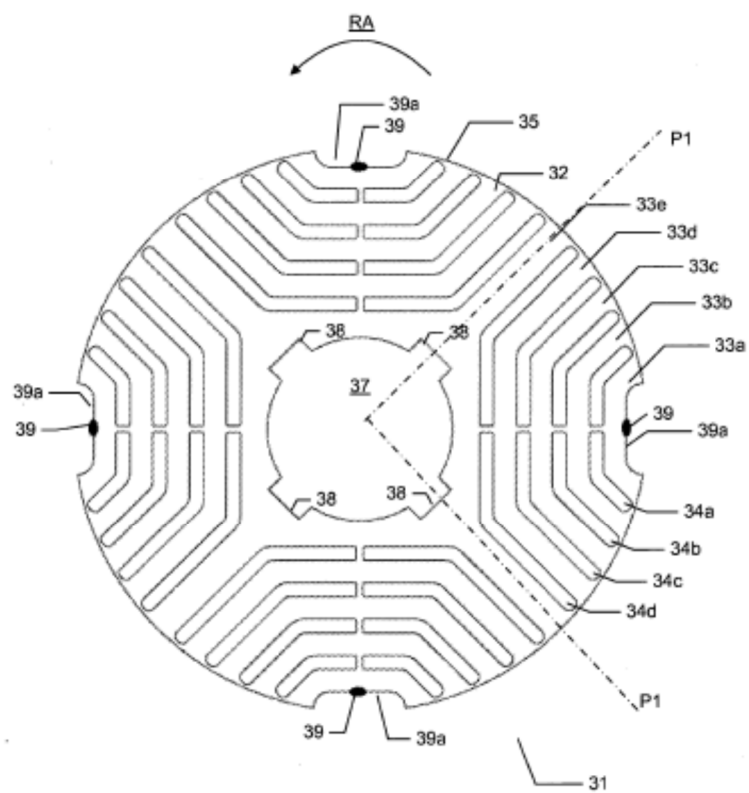


Fig. 3

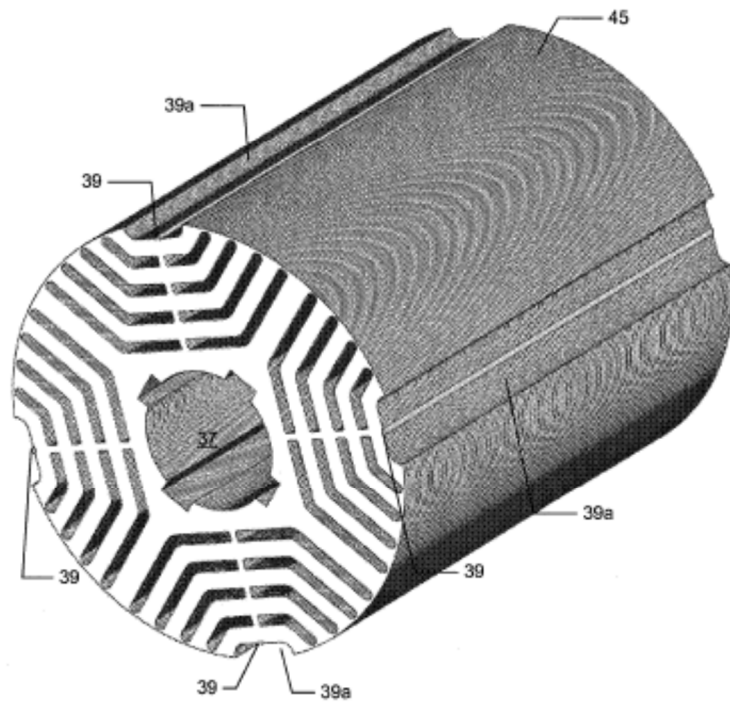


Fig. 4

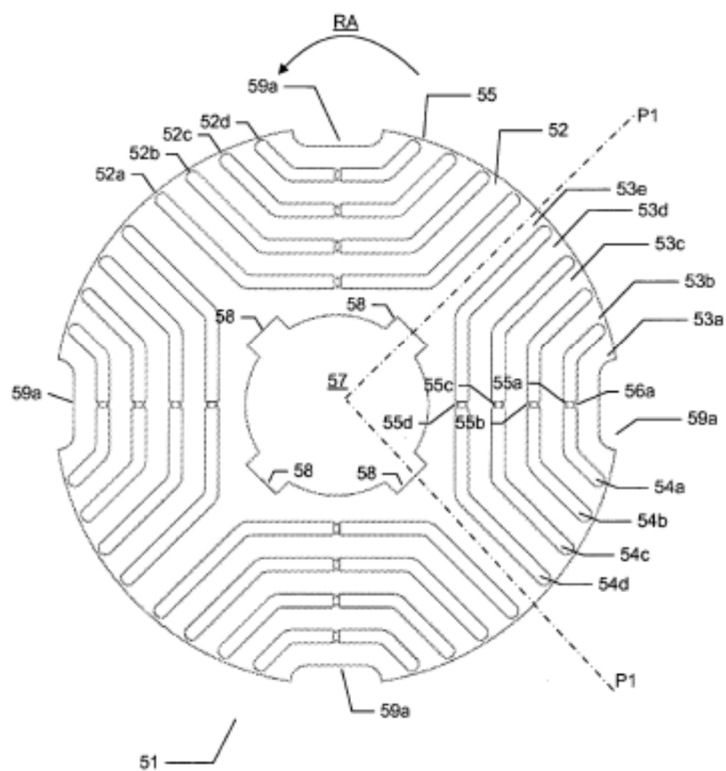


Fig. 5

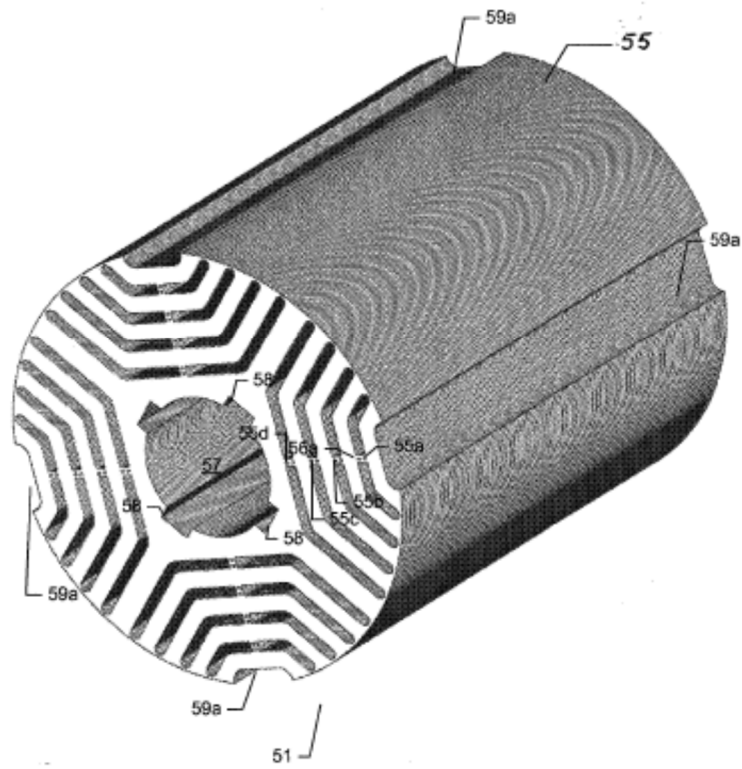


Fig. 6

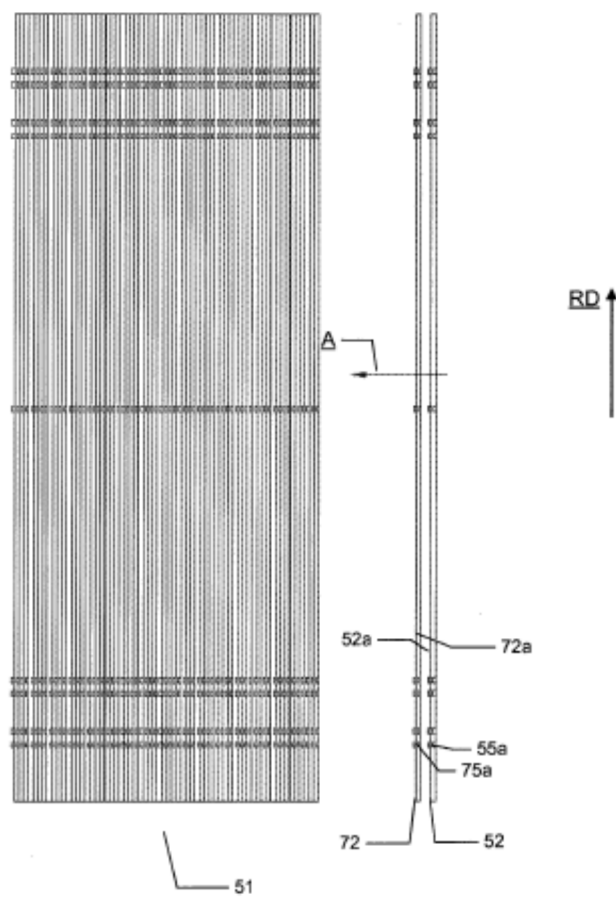


Fig. 7