

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 941 318**

51 Int. Cl.:

H02K 1/04 (2006.01)

H02K 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2020 PCT/EP2020/060661**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2020 WO20224927**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2020 E 20721461 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2022 EP 3921919**

54 Título: **Apilamiento de láminas magnéticas, procedimiento de fabricación de un apilamiento de láminas magnéticas y máquina eléctrica**

30 Prioridad:

06.05.2019 EP 19172809

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

19.05.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BUSCHBECK, JÖRG;
RIEGER, GOTTHARD;
SCHUH, CARSTEN;
SOLLER, THOMAS y
VOLLMER, ROLF**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 941 318 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

Apilamiento de láminas magnéticas, procedimiento de fabricación de un apilamiento de láminas magnéticas y máquina eléctrica

5 La presente invención hace referencia a un apilamiento de láminas magnéticas, a un procedimiento para fabricar un apilamiento de láminas magnéticas y a una máquina eléctrica.

Es conocido conformar máquinas eléctricas con rotores y estatores, que comprenden apilamientos de láminas magnéticas.

10 Por lo general, este tipo de apilamientos de láminas magnéticas se producen introduciendo capas delgadas eléctricamente aislantes (de polímero) entre las láminas magnéticas individuales del apilamiento de láminas magnéticas. Con tales capas aislantes, se debe suprimir la generación de corrientes de Foucault y se debe garantizar una estructura suficientemente estable en términos mecánicos. Los siguientes documentos ya revelan diferentes procedimientos para fabricar un apilamiento de láminas magnéticas utilizando espaciadores: US 2018/358868 A1, WO 2011/101985 A1, EP 3 255 758 A1 y WO 2019/008722 A1.

15 Sin embargo, en el caso de estos apilamientos de láminas magnéticas, una carga térmica sobre las láminas magnéticas del apilamiento de láminas magnéticas limita su uso práctico.

Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en especificar un apilamiento de láminas magnéticas mejorado en comparación con el estado del arte y que, en particular, presenta una mayor estabilidad térmica. Además, el objeto de la invención consiste en especificar un procedimiento mejorado para fabricar un apilamiento de láminas magnéticas y una máquina eléctrica mejorada.

20 Dicho objeto de la invención se consigue mediante un apilamiento de láminas magnéticas con las características especificadas en la reivindicación 1 y con un procedimiento con las características especificadas en la reivindicación 8 y mediante una máquina eléctrica con las características especificadas en la reivindicación 10.

Los perfeccionamientos preferidos de la presente invención se indican en las correspondientes reivindicaciones, la siguiente descripción y el dibujo.

25 El apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención se conforma con una pluralidad de láminas magnéticas que están aisladas eléctricamente entre sí por estar espaciadas entre sí predominantemente con holgura que no desaparece.

30 El espaciado de las láminas magnéticas predominantemente con holgura que no desaparece debe entenderse en el sentido de que las láminas magnéticas del apilamiento de láminas magnéticas no se apoyan con sus caras planas orientadas hacia láminas magnéticas adyacentes con una proporción predominante de la superficie contra componentes situados entre las láminas magnéticas, sino que la porción predominante de las partes de superficie de las caras planas con láminas magnéticas adyacentes comprende una holgura mayor a cero. Resulta conveniente cuando la porción de superficie predominante es una porción de superficie superior a la mitad de la porción de superficie, preferentemente una porción de superficie de al menos el 90 por ciento, de manera particularmente preferida una porción de superficie de al menos el 98 por ciento.

35 En el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, las láminas magnéticas están aisladas eléctricamente entre sí en una medida predominantemente con holgura como resultado de su espaciado, sin necesidad de materiales aislantes especiales en estado de agregado sólido que deban proporcionarse entre las láminas magnéticas del apilamiento de láminas magnéticas. En consecuencia, el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención presenta una estabilidad de temperatura particularmente alta debido a que se puede prescindir de los materiales aislantes. Resulta conveniente cuando sólo hay una capa de gas, en particular una capa de aire, entre las láminas magnéticas en la mayor parte de su superficie. Ventajosamente, en el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, las láminas magnéticas están aisladas eléctricamente entre sí únicamente por una capa intermedia de aire, en particular de un grosor homogéneo, como resultado de su separación, en la mayor parte de sus extensiones planas. Por lo tanto, para el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención no se requieren otros materiales aislantes, tales como capas aislantes orgánicas, en particular lacas. De este modo, conforme a la invención, se puede conseguir una capacidad de carga de temperatura especialmente elevada del apilamiento de láminas magnéticas. La separación ajustable definida de las láminas magnéticas del apilamiento de láminas magnéticas también abre otros grados de libertad en el diseño del apilamiento de láminas magnéticas.

En el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, las láminas magnéticas están separadas entre sí mediante una pluralidad de espaciadores intermedios.

Mediante los espaciadores previstos en la presente invención entre dos láminas magnéticas se puede realizar un espacio definido, en particular un espacio de aire, entre las láminas magnéticas. En consecuencia, las láminas magnéticas se pueden enfriar a través de los espacios con un fluido refrigerante, preferentemente, mediante aire refrigerante. Al mismo tiempo, el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención presenta una estabilidad mecánica particularmente alta debido a los espaciadores proporcionados.

5

En el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, los espaciadores están conformados con o a partir de cerámica. Los espaciadores conformados con cerámica pueden estar conformados ventajosamente para ser altamente aislantes eléctricamente y al mismo tiempo presentar una alta resistencia mecánicamente, de modo que resulta posible una capacidad de carga de temperatura eléctrica particularmente alta.

10

En un perfeccionamiento preferido del apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, el o los espaciador están conformados por óxido de aluminio y/o óxido de circonio y/o óxido de magnesio y/o óxido de itrio y/o nitruro de boro y/o granate de itrio y aluminio y/o nitruro de silicio y/o dióxido de silicio. Son precisamente los materiales mencionados los que permiten obtener espaciadores con propiedades de aislamiento eléctrico especialmente fuertes y, al mismo tiempo, mecánicamente muy resistentes, de modo que se puede realizar un apilamiento de láminas magnéticas con una capacidad de carga de temperaturas elevada.

15

En el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, los espaciadores están conformados con partículas de material eléctricamente aislante. Con partículas de material eléctricamente aislante, en particular, con partículas en el rango de los micrómetros, es fácilmente posible realizar un espacio de aire definido con el ancho de una fracción de un micrómetro o de unos pocos micrómetros para evitar la conformación de corrientes parásitas. Al mismo tiempo, la disposición de dichos espaciadores es especialmente sencilla, ya que sólo se debe alcanzar una densidad suficientemente alta para espaciar de forma fiable las láminas magnéticas. Por otra parte, no se requiere específicamente la colocación precisa de los espaciadores en las láminas magnéticas mediante micromanipulación controlada. Las partículas cerámicas conforman así espaciadores particularmente fáciles de usar en el rango de distancia de unos pocos micrómetros que es relevante según la invención. Ventajosamente, en este perfeccionamiento del apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, la concentración de partículas también se puede ajustar libremente, de modo que el espaciado de las láminas magnéticas del apilamiento de láminas magnéticas puede ajustarse y adaptarse libremente.

20

25

De acuerdo con la invención, las partículas del apilamiento de láminas magnéticas están conformadas por partículas cerámicas. De manera ventajosa, las partículas cerámicas de unos pocos micrómetros de tamaño conforman espaciadores especialmente duros y resistentes que permiten una carga de temperatura elevada.

30

Preferentemente, en el apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención, la o las partículas son esencialmente esféricas. Ventajosamente, el espaciado controlado de las láminas magnéticas puede lograrse fácilmente con partículas esféricas, ya que con las partículas esféricas no es necesaria una alineación controlada de dichas partículas con las láminas magnéticas debido a la isotropía de la forma esférica. De forma particularmente preferida, las partículas presentan una forma esencialmente esférica. Por una forma esencialmente esférica se entiende una forma cuyo radio varía como máximo un 20% en diferentes direcciones espaciales. Resulta particularmente preferente que el radio varíe como máximo un 10% y, en el mejor de los casos, un 5% como máximo. De manera particularmente preferida, las partículas presentan una forma no astillada y/o no sinterizada y/o no fibrosa y/o no plaquetaria.

35

En particular, las partículas presentan un diámetro de 300 micrómetros como máximo y, preferentemente, de 100 micrómetros como máximo. Lo ideal es que las partículas presenten un diámetro máximo de 50 micrómetros.

40

Idealmente, los diámetros de las partículas presentan una distribución de tamaños monomodal o, al menos aproximadamente, gaussiana con un valor medio de al menos 0,5 micrómetros y/o como máximo de 20 micrómetros, preferentemente de al menos un micrómetro y como máximo de 6 micrómetros, de manera particularmente preferida de al menos 2 micrómetros y como máximo de 4 micrómetros.

45

Preferentemente, un diámetro de una partícula se entiende, en el sentido de la presente invención, como el mayor diámetro de la partícula, es decir, la mayor dimensión de la partícula en una dirección espacial. Alternativamente y también preferentemente, un diámetro de una partícula puede entenderse, en el sentido de la presente invención, como un diámetro efectivo de la partícula, es decir, un diámetro medio de la partícula, en particular, en todas las direcciones espaciales.

50

Alternativamente, y también preferentemente, un diámetro de una partícula se entiende, en el sentido de la presente invención, como el diámetro más pequeño de la partícula, es decir, la menor dimensión de la partícula a lo largo de una dirección espacial.

Preferentemente, los diámetros de las partículas se distribuyen con una función de distribución que presenta una desviación estándar de como máximo 5 micrómetros, convenientemente de como máximo 3 micrómetros e idealmente de como máximo un micrómetro.

5 El procedimiento de la presente invención para fabricar un apilamiento de láminas magnéticas utiliza láminas magnéticas y una suspensión que contiene partículas de material aislante. Según la invención, la suspensión se deposita sobre una o más láminas magnéticas, tras lo cual las láminas magnéticas se apilan. Por consiguiente, en el procedimiento conforme a la invención, no es necesario microposicionar los espaciadores individualmente. Más bien, basta con mantener los espaciadores en forma de partículas conformadas con material eléctricamente aislante en suspensión y aplicarlos como suspensión a las láminas magnéticas.

10 La suspensión puede contener opcionalmente aglutinantes que, tras la deposición, adhieren en cierta medida las partículas a las láminas magnéticas. Las partículas consisten en partículas esféricas y preferentemente partículas cerámicas como las descritas anteriormente. Gracias a las partículas cerámicas, también se garantiza fácilmente la estabilidad mecánica del apilamiento de láminas magnéticas.

15 En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento conforme a la invención, se deposita rociando y/o imprimiendo la suspensión y/o sumergiendo la o las láminas magnéticas en la suspensión.

20 Convenientemente, en el procedimiento conforme a la invención, las láminas magnéticas se prensan o empaquetan juntas durante o después de ser apiladas. Mediante el prensado o el apilamiento de las láminas magnéticas, las partículas se mantienen entre las hojas magnéticas por fricción y, eventualmente, también por complementariedad de forma de tal manera que las partículas son mecánicamente extremadamente estables entre las láminas magnéticas.

25 La máquina eléctrica conforme a la invención consiste en particular un motor eléctrico y/o un generador eléctrico y comprende un apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención tal como se ha descrito anteriormente, en particular, fabricadas según un procedimiento conforme a la invención tal como se ha descrito anteriormente. Preferentemente, la máquina eléctrica comprende un estator y/o un rotor cada uno con un apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención.

A continuación, la presente invención se explica en detalle mediante el ejemplo de ejecución representado en el dibujo.

Las figuras muestran:

30 Figura 1: un apilamiento de láminas magnéticas conforme a la invención representado esquemáticamente en corte transversal.

Figura 2: una máquina eléctrica conforme a la invención representada esquemáticamente en un esquema básico.

35 El apilamiento de láminas magnéticas 10 conforme a la invención comprende, de una manera en sí conocida, una pluralidad de láminas magnéticas 20 que están conformadas esencialmente como partes planas con lados planos paralelos entre sí. Las láminas magnéticas 20 están separadas entre sí mediante partículas cerámicas 30, las cuales están situadas entre las láminas magnéticas 20 y en contacto con ellas. Las partículas cerámicas 30 presentan cada una, una forma casi perfectamente esférica y un diámetro de 40 micrómetros. Las partículas cerámicas 30 presentan una distribución de tamaño muy homogénea entre sí, es decir, los diámetros de las partículas cerámicas presentan una distribución prácticamente gaussiana con un valor medio de 3 micrómetros y una desviación estándar de 1,5 micrómetros. En otros ejemplos de ejecución no mostrados específicamente, se filtran adicionalmente partículas 40 cerámicas con un diámetro superior a los 5 micrómetros e inferior a un micrómetro. De esta manera, las partículas cerámicas 30 actúan en cierta medida como espaciadores entre dos láminas magnéticas 20 adyacentes y mantienen las láminas magnéticas a una distancia media de unos 2,5 micrómetros entre sí, ya que las partículas cerámicas se presionan fácilmente contra las superficies metálicas durante el prensado del apilamiento. En otros ejemplos de ejecución no mostrados específicamente, que por lo demás corresponden lo mostrado, las partículas cerámicas 45 también pueden presentar una distribución monomodal.

En el ejemplo de ejecución representado, las partículas cerámicas 30 están conformadas por óxido de aluminio. En otros ejemplos de ejecución no mostrados específicamente, las partículas cerámicas 30 están conformadas alternativa o adicionalmente con o a partir de óxido de circonio y/o óxido de magnesio y/o óxido de itrio y/o nitruro de boro y/o granate de itrio y aluminio y/o nitruro de silicio y/o dióxido de silicio.

50 En primer lugar, las láminas magnéticas 20 se troquelan o se fabrican de alguna otra forma, por ejemplo, mediante serigrafía y/o estampación y posterior sinterización.

5 Las partículas cerámicas 30 pueden entonces introducirse entre las láminas magnéticas 20 conforme a la invención de la siguiente manera: Para ello, se utiliza una suspensión con las partículas cerámicas 30. Por ejemplo, se usa una suspensión acuosa con las partículas cerámicas 30. Alternativamente, las partículas cerámicas 30 se pueden introducir mediante una suspensión de las partículas cerámicas 30 en un solvente orgánico. Se añaden aglutinantes y dispersantes opcionales a la suspensión.

La suspensión con las partículas cerámicas 30 se aplica a las láminas magnéticas 20 mediante pulverización o inmersión o impresión, después de lo cual la suspensión se seca y se cura como un paso de proceso posterior. Dependiendo del aglutinante seleccionado opcionalmente para la suspensión, también se puede omitir la etapa de curado.

10 Posteriormente, las láminas magnéticas 20 se apilan unas sobre otras y se presionan entre sí en una dirección perpendicular a los lados planos de las láminas magnéticas 20, es decir, en la dirección de apilamiento S. En el proceso, las partículas cerámicas individuales 30 se presan mecánicamente en las caras planas de las láminas magnéticas 20. En el caso del aglutinante utilizado opcionalmente, las partículas cerámicas 30 permanecen fijadas
15 De esta manera, las partículas cerámicas 30 permanecen fijadas por complementariedad de forma y fricción entre las láminas magnéticas 20 incluso bajo altas cargas operativas.

Alternativamente, las láminas magnéticas 20 también se pueden presar de otras formas en otros ejemplos de ejecución que no se muestran específicamente.

20 La máquina eléctrica 200 conforme a la invención mostrada en la figura 2 comprende un estator 210 y un rotor 220. Tanto el estator 210 como el rotor 220 de la máquina eléctrica están conformados cada uno con un apilamiento de láminas magnéticas 10 conforme a la invención fabricadas según la invención, tal como se ha descrito anteriormente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Apilamiento de láminas magnéticas para una máquina eléctrica con una pluralidad de láminas magnéticas (20) que están aisladas eléctricamente unas de otras al estar separadas entre sí predominantemente por una holgura que no desaparece, en la cual las láminas magnéticas (20) están separadas entre sí mediante una pluralidad de espaciadores intermedios (30); en donde los espaciadores (30) están conformados con partículas cerámicas, de manera que las láminas magnéticas (20) del apilamiento de láminas magnéticas están aisladas eléctricamente entre sí en la mayoría de sus extensiones planas por una capa intermedia de gas,
- caracterizada porque
- 10 entre cada dos láminas magnéticas del apilamiento de láminas magnéticas se crea un espacio definido mediante los espaciadores, por lo cual el apilamiento de láminas magnéticas se puede enfriar con un fluido refrigerante.
2. Apilamiento de láminas magnéticas según la reivindicación 1, en donde el espacio un espacio de aire, como resultado de lo cual el apilamiento de láminas magnéticas se puede enfriar preferentemente mediante aire de refrigeración.
- 15 3. Apilamiento de láminas magnéticas según la reivindicación 1 ó 2, en donde las partículas cerámicas se mantienen por fricción entre las láminas magnéticas (20) presionando o empaquetando las láminas magnéticas.
4. Apilamiento de láminas magnéticas según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el o los espaciador (30) están conformados por óxido de aluminio y/o óxido de circonio y/o óxido de magnesio y/o óxido de itrio y/o nitruro de boro y/o granate de itrio y aluminio y/o nitruro de silicio y/o dióxido de silicio.
- 20 5. Apilamiento de láminas magnéticas según una de las reivindicaciones precedentes, en la cual las partículas presentan como máximo un diámetro de 300 micrómetros, en particular, de 100 micrómetros como máximo y preferentemente de 50 micrómetros como máximo.
- 25 6. Apilamiento de láminas magnéticas según la reivindicación 5, en la cual los diámetros de las partículas presentan una distribución de tamaños monomodal o, al menos aproximadamente, gaussiana con un valor medio de al menos 0,5 micrómetros y/o como máximo de 20 micrómetros, preferentemente con un valor medio de al menos un micrómetro y como máximo de 6 micrómetros, de manera particularmente preferida con un valor medio de al menos 2 micrómetros y como máximo de 4 micrómetros.
7. Apilamiento de láminas magnéticas según una de las reivindicaciones precedentes, en donde las partículas son esencialmente esféricas.
- 30 8. Procedimiento de fabricación de un apilamiento de láminas magnéticas según una de las reivindicaciones precedentes, en donde se utilizan láminas magnéticas (20), se utiliza una suspensión con las partículas cerámicas y se deposita la suspensión sobre una o más láminas magnéticas (20), tras lo cual las láminas magnéticas (20) se apilan y se prensan o empaquetan juntas durante o después del apilamiento.
9. Procedimiento según la reivindicación precedente, en donde se deposita rociando y/o imprimiendo la suspensión y/o sumergiendo la o las láminas magnéticas (20) en la suspensión.
- 35 10. Máquina eléctrica con un apilamiento de láminas magnéticas (10) según una de las reivindicaciones 1 a 7 y/o fabricado mediante un procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 9.

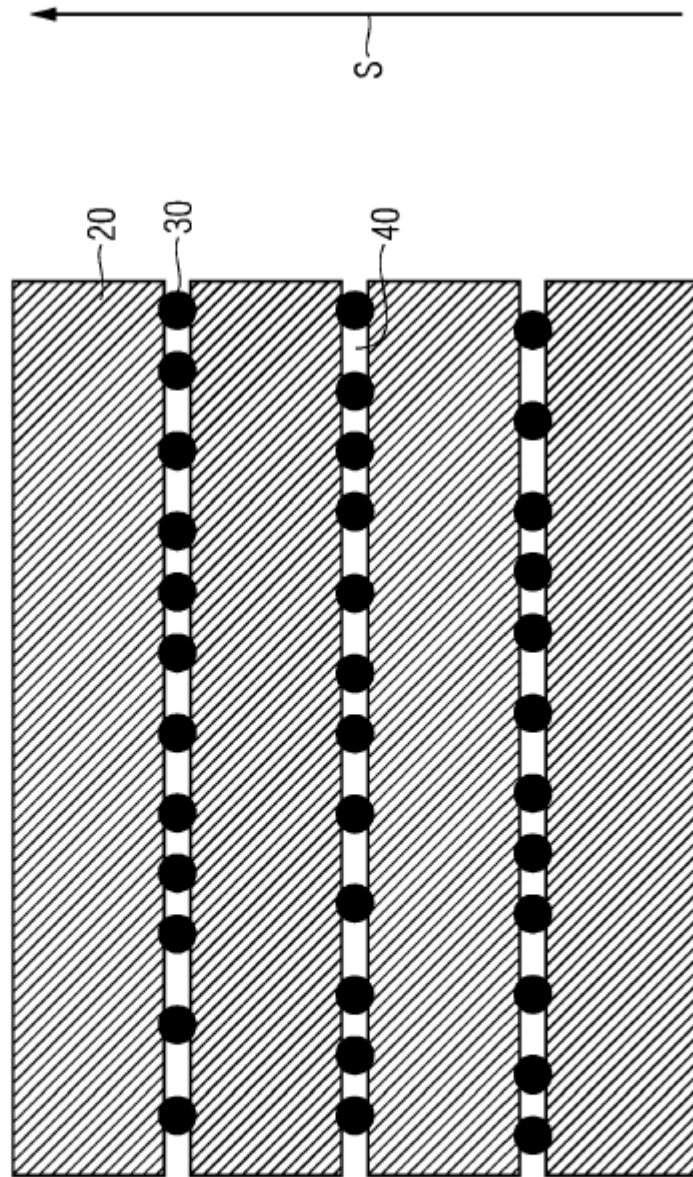


FIG 1



FIG 2

