

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 995 024**

(51) Int. Cl.:

B22F 10/10	(2011.01)	B22F 10/64	(2011.01)
B33Y 10/00	(2015.01)	B22F 12/53	(2011.01)
B33Y 40/20	(2010.01)	B22F 12/55	(2011.01)
B33Y 80/00	(2015.01)	H01F 3/02	(2006.01)
H01F 1/00	(2006.01)	H01F 41/02	(2006.01)
B22F 5/10	(2006.01)	H02K 15/02	(2006.01)
B22F 7/06	(2006.01)	H01F 3/10	(2006.01)
B22F 10/18	(2011.01)		
H01F 3/08	(2006.01)		
B22F 3/10	(2006.01)		

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2022 E 22176511 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024 EP 4269000**

(54) Título: **Lámina magnética producida con manufactura aditiva, núcleo de láminas y máquina eléctrica**

(30) Prioridad:

27.04.2022 EP 22170312

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

05.02.2025

(73) Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.00%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE

(72) Inventor/es:

SCHUH, CARSTEN y
VOLLMER, ROLF

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 995 024 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

Lámina magnética producida con manufactura aditiva, núcleo de láminas y máquina eléctrica

La presente invención hace referencia a una lámina magnética producida con manufactura aditiva según la reivindicación 1, a un núcleo de láminas según la reivindicación 14, así como a una máquina eléctrica según la reivindicación 15.

Un nuevo procedimiento para fabricar láminas magnéticas para máquinas eléctricas consiste en la impresión serigráfica o por plantillas. En este caso, mediante una plantilla, en la que las áreas abiertas también pueden estar provistas de un tamiz, una pasta de impresión se presiona sobre un sustrato. En este caso se habla de impresión por plantillas o impresión serigráfica, donde la impresión por plantillas es un término genérico de la impresión serigráfica. La pasta de impresión, junto con disolvente y/o ligantes, contiene polvos metálicos que actúan funcionalmente en el componente posterior. Mediante la técnica de impresión serigráfica se produce un cuerpo verde que, después de otro tratamiento térmico, primero en general se desaglomera y a continuación, a una temperatura más elevada, se conduce a un proceso de sinterizado, donde los granos de polvo metálicos se sinterizan entre sí, de modo que se produce una lámina estructurada, la lámina magnética.

Para lograr una resistencia mecánica más elevada de las láminas de esa clase, en particular en el caso de velocidades de rotación elevadas de rotores de máquinas eléctricas, ahora cada vez más cobra mayor importancia la productibilidad de láminas magnéticas de dos componentes. Un ejemplo de ello se describe en la solicitud EP 3723249 A1. Además pueden mencionarse las solicitudes EP 3 629 453 A1, EP 3 932 591 A1 y EP 3 725 435 A1. Un problema fundamental en las láminas magnéticas de dos componentes de esa clase que se producen en el procedimiento de impresión por plantillas, reside en el hecho de que los distintos materiales, cuando por una parte tienen buenas propiedades magnéticas y, por otra parte, presentan una alta resistencia, en general presentan distintos coeficientes de dilatación térmicos. De este modo, por ejemplo, un acero de alta resistencia que, con respecto a la resistencia mecánica de la lámina magnética, representa un componente parcial, presenta un coeficiente de dilatación de $16.3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Otro material magnético suave, en este caso, en un intervalo de temperatura de entre 0 y 100°C, tiene un coeficiente de dilatación térmico que se encuentra entre $10 - 12.3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. En el sinterizado en común de componentes de material diferentes de esa clase o pares de materiales en un cuerpo verde, para formar una lámina magnética, en particular durante el enfriamiento de las temperaturas de sinterizado a la temperatura ambiente, debido a ese coeficiente de dilatación térmico diferente, se produce la formación de tensiones mecánicas elevadas en las áreas de unión o de costura entre esos componentes de material. Esto puede conducir a arqueamientos o roturas, o en conjunto a tensiones mecánicas en la lámina magnética, que pueden afectar en alto grado las propiedades mecánicas o magnéticas.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar una lámina magnética, así como en base a ello un núcleo de láminas, y en generar una máquina eléctrica, en los que la lámina magnética, en comparación con el estado del arte, al aplicarse al menos dos componentes de material dentro de la lámina magnética, presente una resistencia más elevada, así como menos tensiones intrínsecas.

La solución del objeto consiste en una lámina magnética con las características de la reivindicación 1, en un núcleo de láminas con las características de la reivindicación 14, así como en una máquina eléctrica con las características de la reivindicación 15.

La reivindicación 1 describe una lámina magnética producida con manufactura aditiva para un núcleo de láminas de una máquina eléctrica, donde se encuentran presentes al menos dos componentes de material separados uno de otro en extensión planar, caracterizada porque

- un primer componente de material está dispuesto en un área radialmente interna de la lámina magnética y un segundo componente de material está dispuesto en un área radialmente externa, y

- un área de transición está proporcionada entre el área radialmente interna y el área radialmente externa, en la que se encuentran presentes tanto el primer componente de material y el segundo componente de material en subáreas discretas, donde

- las subáreas discretas, en dirección radial, están dispuestas en hilera de manera que una línea que sigue un radio intersecta al menos dos subáreas discretas.

La lámina magnética descrita presenta la ventaja de que mediante un diseño del material local, por una parte, pueden presentarse localmente áreas de material con muy buenas propiedades magnéticas y, por otra parte, pueden presentarse áreas de material con resistencias mecánicas muy elevadas. En el área o las áreas de transición ambos componentes de material se encuentran presentes en forma de subáreas discretas. De este

- modo, las subáreas discretas están dispuestas a lo largo de una línea que sigue el radio, de manera que esa línea interseca al menos dos subáreas. Esto significa que las subáreas se repiten en dirección radial y se intensifican en su efecto, mejorando la fijación de los dos componentes de material uno junto a otro. El área de transición con las subáreas discretas respectivamente descritas de los componentes de material individuales en particular es muy adecuada para adaptar entre sí los distintos coeficientes de dilatación térmicos. En las subáreas discretas descritas, más reducidas en su extensión plana, la dilatación absoluta al calentarse durante el funcionamiento o también en la contracción de sinterizado, considerada en sí misma es menor que en las áreas de mayor tamaño, a saber, las áreas radialmente interna y radialmente externa.
- Mediante el cálculo, por ejemplo con elementos finitos, puede determinarse una estructura adecuada de las subáreas discretas en el área de transición y, con ello, pueden reducirse a un mínimo las tensiones dentro de la lámina magnética, también además mediante la aplicación del método de elementos finitos descrito. Además, una línea límite más larga, que tiene lugar de forma alternada en distintas direcciones, como es causada por las subáreas discretas, contrarresta tensiones mecánicas debido a distintos coeficientes de dilatación térmicos.
- Por subáreas discretas se entiende que no se trata de una mezcla de los componentes de material individuales en el área de transición, sino que en el área de transición, en algunos sectores, se encuentran presentes áreas con el primer componente de material y con el segundo componente de material, separadas unas de otras, por tanto, de forma discreta. Las áreas discretas, por tanto, pueden estar conformadas por el primer componente de material y por el segundo componente de material. Éstos pueden estar presentes uno junto a otro en el área de transición. De este modo, un área discreta puede estar comunicada directamente con la respectiva área de material correspondiente a la misma, por tanto, con el área interna o externa. Es decir, que el área discreta con un componente de material se forma desde su área correspondiente, hacia el otro componente de material, pero se encuentra presente de forma discreta con respecto al mismo.
- De este modo, los componentes de material individuales en el área de transición pueden estar dispuestos tanto de forma contigua en el área interna o externa, o pueden estar presentes como islas dentro del respectivo otro componente de material. El área de transición con las subáreas discretas respectivamente descritas de los componentes de material individuales en particular es muy adecuada para adaptar entre sí los distintos coeficientes de dilatación térmicos. En las subáreas discretas descritas, la dilatación absoluta al calentarse durante el funcionamiento o también en la contracción de sinterizado, considerada en sí misma es menor que en las áreas de mayor tamaño. Mediante el cálculo, por ejemplo con elementos finitos, puede determinarse una estructura adecuada de las subáreas discretas en el área de transición y, con ello, pueden reducirse a un mínimo las tensiones dentro de la lámina magnética, también además mediante la aplicación del método de elementos finitos descrito.
- En particular en la representación de subáreas discretas en forma de islas, en las áreas de impresión de transición, en cuanto a la técnica del procedimiento puede ser complejo que un componente de material se presione en un componente de material ya impreso. En ese caso puede ser conveniente utilizar un procedimiento de fabricación aditivo sin presión, en particular un procedimiento de pulverización, para la representación del segundo componente previo de material de impresión, en particular en áreas aisladas.
- En una configuración preferente, la lámina magnética está diseñada de manera que en un área límite entre el primer componente de material y el segundo componente de material, en el área de transición, se encuentra presente una zona de difusión que se extiende al menos 50 µm hacia el respectivamente otro componente de material. Esta zona de difusión introducida de manera específica es más ancha que zonas de difusión que habitualmente se encuentran presentes en un proceso de co-sinterizado de dos componentes de material diferentes. Mediante la zona de difusión más amplia se consigue otra adaptación de los distintos coeficientes de dilatación.
- Ha resultado conveniente que una porción de superficie del primer componente de material, en el área de transición, sea de entre 5 % y 40 %. Mediante la relación entre el primer componente de material y el segundo componente de material en el área de transición pueden reducirse bien las tensiones condicionadas de forma térmica.
- Dependiendo de la dilatación de la lámina magnética y, con ello, dependiendo del diámetro de un núcleo de láminas y de un rotor de una máquina eléctrica, es conveniente que el área de transición presente una extensión radial que se encuentra entre 1 mm y 30 mm. Preferentemente, el área de transición presenta una extensión radial que se encuentra a lo largo de un radio de la lámina magnética, entre 3 mm y 10 mm. Las áreas discretas presentan una extensión máxima que se encuentra entre 0,5 mm y 10 mm. Por una extensión máxima se entiende la línea recta máxima que se puede trazar en el área discreta, sin abandonar la misma.
- Además, es ventajoso que varias subáreas discretas de al menos un componente de material se crucen de manera que debido a ello se encierre al menos una subárea discreta del respectivamente otro componente

de material. Una estructura de esa clase, a modo de un cerco, es particularmente adecuada para producir dentados entre los componentes de material individuales y, de ese modo, reducir a un mínimo el efecto de los distintos coeficientes de dilatación.

- 5 En otra forma de configuración de la invención, el segundo componente de material es una aleación de hierro que presenta al menos 95 % en peso, en particular al menos 97 % en peso y de modo completamente preferente al menos 99 % en peso de hierro. En un caso ideal se trata de hierro puro, ya que el hierro puro presenta la mejor estructura ferrítica o estructura martensítica y, de este modo, presenta muy buenas propiedades magnéticas dulces que son ventajosas para la respectiva inversión de polaridad en una máquina eléctrica.
- 10 El primer componente de material en el área interna de la lámina magnética, preferentemente, debería estar configurado de manera que el mismo presente una resistencia lo más elevada posible y resista la carga mecánica que actúa sobre la lámina magnética. Para ello, en particular es conveniente una aleación de cromo-níquel como material inicial para el primer componente de material. Esa aleación de cromo-níquel preferentemente presenta una proporción de cromo que se encuentra entre 22 % en peso y 28 % en peso, en particular entre 24 % en peso y 26 % en peso.

En una forma de configuración conveniente de la invención, la proporción de níquel se encuentra entre 4 % en peso y 10 % en peso, en particular entre 6 % en peso y 8 % en peso, donde los valores umbral respectivamente están incluidos en el rango indicado.

- 20 En las siguientes figuras se indican otras formas de configuración de la invención y otras características de la invención. Éstas se tratan de formas de representación estrictamente ilustrativas, que no representan ninguna limitación del ámbito de protección.

Muestran:

Figura 1, una representación en despiece de una máquina eléctrica, en forma de un motor eléctrico,

Figura 2, un núcleo de láminas para un rotor,

- 25 Figura 3, una vista superior de una lámina magnética con distintas áreas de material,

Figura 4, un sector ampliado de la Figura 3 en el área de un área de transición entre dos componentes de material,

Figura 5 una representación ampliada del área de transición en la Figura 4,

Figuras 6 - 10, distintas formas de configuración de áreas discretas en el área de transición,

- 30 Figura 11, una representación ampliada del sector XII en las Figuras 6, 7, 9, en donde está representada un área límite con una zona de difusión.

En la Figura 1 está representada una representación en despiece de una máquina eléctrica 6, aquí en forma de un motor eléctrico, por ejemplo para un vehículo eléctrico. En este punto no se abordarán en detalle los componentes individuales de la máquina eléctrica 6. No obstante, se identifica un rotor 30 que está montado en un árbol 32. El rotor 30 comprende un núcleo de láminas 4 que está representado en detalle en la Figura 2, donde el núcleo de láminas 4 está compuesto por láminas magnéticas 2 individuales apiladas. En la posición de instalación en el rotor 30, el núcleo de láminas 4 está rodeado por bobinados no representados aquí en detalle.

- 40 En la Figura 3, en una vista superior, está representada una lámina magnética 2 que presenta dos áreas, un área radial interna 12 y un área radialmente externa 14. De este modo, el área radialmente interna 12 comprende un primer componente de material 8 y el área radialmente externa 14 comprende un segundo componente de material 10.

45 En este caso, el primer componente de material 8 está configurado de manera que presenta una resistencia de soporte elevada para la lámina magnética 2. Para ello, por ejemplo, están proporcionados aceros de alta aleación a base de cromo-níquel. El primer componente de material 8 preferentemente, pero no necesariamente, se trata de una aleación de cromo-níquel que presenta por ejemplo 25 % en peso de cromo y una proporción de níquel de 7 % en peso. Una aleación de esa clase es una aleación de acero inoxidable con una resistencia muy alta. El primer componente de material 8 que forma el área radialmente interna 12 de

la lámina magnética 2, como estructura soporte, en particular es responsable de la resistencia de la lámina magnética 2, en particular en el caso de velocidades de rotación elevadas. A diferencia de ello, el segundo componente de material 10 está configurado como componente de material magnético, en particular como componente magnético dulce. El mismo presenta una proporción de hierro muy elevada, que preferentemente es superior al 95 % en peso, de modo completamente preferente superior al 99 % en peso.

5 Una proporción de hierro elevada de ese modo conduce a una estructura de material ferrítica que presenta propiedades magnéticas suaves particularmente buenas. En esa estructura de hierro puro su polaridad puede invertirse muy fácilmente, donde las pérdidas por histéresis durante la inversión de polaridad del material son muy reducidas.

- 10 La producción de una lámina magnética 2 de esa clase puede representarse especialmente bien mediante un procedimiento de impresión por plantillas o mediante un procedimiento de impresión serigráfica. De este modo, el procedimiento de impresión serigráfica es una subclase del procedimiento de impresión por plantillas, donde una plantilla se coloca sobre un sustrato y, mediante una rasqueta, una pasta de impresión, a través de las áreas abiertas de la plantilla, se presiona sobre el sustrato. En el procedimiento de impresión serigráfica, las áreas abiertas de la plantilla están configuradas mediante un tamiz fino, debido a lo cual se logran efectos reológicos más ventajosos.
- 15

En la impresión serigráfica, las áreas descritas, a saber, el área radialmente interna 12 y el área radialmente externa 14, se presionan de forma consecutiva con distintas pastas de impresión. De este modo, la primera pasta de impresión que comprende el área interna 12, así como el primer componente de material 8, presenta partículas de material que, después de un proceso de sinterizado, forman el primer componente de material 8. Es decir, que esa primera pasta de impresión, junto con ligantes orgánicos, también presenta componentes funcionales que contienen la composición de material y los elementos de aleación del primer componente de material. A diferencia de ello, la segunda pasta de impresión que representa el segundo componente de material 10 posterior, junto con los ligantes orgánicos, presenta partículas de metal de elementos de aleación del segundo componente de material 10.

- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- Para producir la lámina magnética 2, por consiguiente, primero se presiona por ejemplo la primera pasta de impresión para el área interna 12. El sustrato con la pasta de impresión preferentemente se seca brevemente, y en una segunda etapa de impresión, mediante la utilización de otra plantilla que rebaja el área externa 14 de la lámina magnética 2, tiene lugar la impresión del área externa 14. De ese modo se imprime la primera etapa del área externa 14. Después sigue otra etapa de secado en la que se forma un cuerpo verde y, eventualmente, integrada en una etapa del proceso, tiene lugar una etapa de desaglomeración. De este modo, desde la pasta de impresión impresa se descomponen térmicamente ligantes orgánicos y agentes de impresión auxiliares. Después de la desaglomeración, un cuerpo marrón producido de ese modo presenta esencialmente tan sólo las partículas de material que actúan funcionalmente, del respectivo componente de material. A continuación tiene lugar una etapa de sinterizado en la que el cuerpo marrón se sinteriza formando la lámina magnética 2. El sinterizado se trata de un proceso de tratamiento térmico, en el que partículas que se encuentran unas junto a otras, mediante procesos de difusión, inician una unión monolítica. De este modo pueden presentarse fases de fusión de forma local, pero éstas no son dominantes.

La temperatura en un proceso de sinterizado de materiales metálicos, como en la presente lámina magnética, en general se encuentra entre 900 °C y 1400 °C.

La lámina magnética 2 producida de ese modo eventualmente se procesa de forma posterior y se apila formando el núcleo de láminas, como está representado a modo de ejemplo en la Figura 2. Las láminas magnéticas 2 en el núcleo de láminas 4 según la Figura 2 no presentan áreas del material diferentes, como está descrito en la Figura 3. La Figura 2 se utiliza por tanto solamente para ilustrar un núcleo de láminas 4. La lámina magnética 2 según la Figura 3, junto con las ventajas que presentan los distintos componentes de material, también presenta la ventaja de que ésta puede configurarse más delgada, con un grosor de aproximadamente 80 µm a 200 µm, que las láminas magnéticas convencionales, estampadas desde láminas más grandes. Las láminas magnéticas más delgadas, a su vez, son más ventajosas para las propiedades magnéticas y, con ello, para la densidad de potencia de la máquina eléctrica.

- 50 En la Figura 4 se muestra una representación ampliada de la lámina magnética 2 en su área externa. En este caso, un área de transición 16 está dibujada con líneas discontinuas. El área de transición 16 representa una transición entre el primer componente de material 8 y el segundo componente de material 10. La misma está ampliada otra vez en la Figura 5, donde en la Figura 5, a modo de ejemplo, está dibujada una representación de subáreas discretas 18, así como 18', cuyo efecto se abordará con mayor detalle con relación a las Figuras 6-10.

El área de transición 16 es el área en el que se presentan tanto el primer componente de material 8, como también el segundo componente de material 10. Esos dos componentes de material 8, 10 no se encuentran

presentes mezclados, sino de manera que están proporcionadas subáreas discretas 18 que, a su vez, forman en un gran medida un límite de material discreto 25 con respecto al respectivamente otro componente de material (véase la Figura 11).

En las Figuras 6-10 están dibujadas flechas con el símbolo de referencia 20, que señalan en una dirección radial, por tanto, que siguen cualquier radio de la lámina magnética 2 formando una línea 22. Si se sigue la flecha 20 desde el área interna 12, hacia el área externa 14, entonces la línea 22 intersecta al menos 2 áreas discretas 18. Esto significa que a lo largo del área de transición 16 tiene lugar varias veces un cambio entre el primer componente de material y el segundo componente de material, en forma de las áreas discretas 18, 18'. De este modo se reduce una tensión que es causada debido a distintos coeficientes de dilatación térmicos. De este modo, se aumenta en total una línea límite total 34 entre el primer componente de material 8 y el segundo componente de material 10 y conduce a una pluralidad de distintas direcciones, debido a lo cual pueden suprimirse mutuamente tensiones que se producen.

Puede ser conveniente que áreas discretas 18 de un componente de material 8, 10 se rodeen mutuamente con áreas discretas 18' del respectivamente otro componente de material 8, 10, como está representado a modo de ejemplo en las Figuras 6 y 8. Esto se ilustra en esas figuras en forma de estructuras a modo de cercos de las áreas discretas 18, 18'. De este modo, por ejemplo en la Figura 8, las áreas discretas 18 del primer componente de material 8 están diseñadas alargadas, en forma de una vara, y las áreas discretas 18', que se forman mediante el segundo componente de material 10, están diseñadas en forma de superficies rectangulares con una relación de aspecto reducida. También en la Figura 6 están representadas áreas discretas 18 con inclusiones de áreas discretas 18', donde aquí se trata de configuraciones con menos ángulos rectos que en el caso de la Figura 8.

Las áreas discretas 18 y 18' descritas en el último párrafo también pueden estar configuradas de forma complementaria con respecto al primer componente de material 8 y al segundo componente de material 10. De este modo, las áreas discretas 18 con el respectivo componente de material 8, 10, como se encuentran presentes en el área interna 12 o área externa 14, se encuentran directamente comunicadas, como está representado a modo de ejemplo en las Figuras 6 y 8, o pueden estar presentes respectivamente distanciadas, como está representado a modo de ejemplo en las Figuras 9, 10 y 7. En la Figura 7 se muestra una forma híbrida; algunas áreas discretas 18 se sitúan directamente en el área respectivamente correspondiente y se forman desde la misma; otras están completamente separadas.

Es conveniente calcular la forma, la extensión de la superficie y el tamaño de las áreas discretas 18, 18' mediante un método de elementos finito, de modo que se produzca una tensión mínima en los coeficientes de dilatación térmicos resultantes. El área de transición 16, dependiendo del diámetro de la lámina magnética 2, es de una anchura de entre 1 mm y 30 mm, preferentemente de entre 3 mm y 10 mm. Se ha observado que en un área de transición con una anchura de esa clase, que va más allá de una estructuración fina microscópica, la diferencia de los coeficientes de dilatación puede compensarse del modo más efectivo. Además, es conveniente que en el área de transición 16 la porción de superficie del primer componente de material sea <50 % y, preferentemente, sea de entre 5 % y 40 %. Esto también es ventajoso en particular en cuanto a las propiedades magnéticas del área externa 14, de manera que en conjunto la porción de superficie del primer componente de material no magnético suave no sea demasiado grande. La misma debería encontrarse dentro de los rangos descritos en cuanto a buenas propiedades magnéticas suaves, pero también en cuanto a una reducción a un mínimo de las tensiones térmicas.

Al introducir el término del límite de material discreto 25, se antepone al mismo el término "en gran medida". Esto significa que el límite de material 25, en el sentido macroscópico, referido a la anchura del área de transición 16, es absolutamente discreto, pero en una observación microscópica presenta una zona de difusión 26, como está representado ampliado en la Figura 12. En la figura 11 se muestra una representación ampliada del sector XI; en las Figuras 6, 7 y 9 se muestran solamente representaciones esquemáticas de ese sector XI. A modo de ejemplo, para toda el área límite 24, el mismo se encuentra entre el primer componente de material 8 y el segundo componente de material 10, a lo largo de la línea límite 34. En la Figura 11 está representada el área límite 24 mencionada, donde en el lado derecho se extiende el segundo componente de material 10 y en el lado izquierdo está dispuesto el primer componente de material 8. Entre los dos componentes de material 8, 10 se encuentra la zona de difusión 26 que habitualmente presenta una dilatación que es > 50 µm. En un área límite convencional entre dos materiales, si bien en un proceso de sinterizado se produce la difusión de iones desde un área de material hacia la otra y de forma inversa, del modo convencional, sin embargo, se intenta mantener ese efecto lo más reducido posible mediante medidas técnicas del proceso. La zona de difusión 26 según la Figura 11, sin embargo, a diferencia de las zonas de difusión por lo demás habituales, está diseñada marcadamente más ancha, lo que también puede lograrse mediante una temperatura respectivamente más elevada o mediante una duración del proceso de sinterizado. Para conseguir esto, por ejemplo, puede ser conveniente un aumento de temperatura en 50 K - 100 K y/o una prolongación del tiempo de mantenimiento a la temperatura de sinterizado máxima en 30 min hasta 2 h, en comparación con una temperatura o tiempo requeridos normalmente para el sinterizado denso. Una zona de

difusión ampliada de ese modo entre los componentes de material igualmente contribuye a la reducción de tensiones que son inducidas debido a los distintos coeficientes de dilatación térmicos.

Lista de símbolos de referencia

- 2 Lámina magnética
- 5 4 Núcleo de láminas
- 6 Máquina eléctrica
- 8 Primer componente de material
- 10 Segundo componente de material
- 12 Área radialmente interna
- 10 14 Área radialmente externa
- 16 Área de transición
- 18 Subárea discreta
- 20 Dirección radial
- 22 Línea
- 15 24 Área límite
- 25 Límite de material
- 26 Zona de difusión
- 28 Extensión radial
- 30 Rotor
- 20 32 Árbol
- 34 Línea límite

REIVINDICACIONES

1. Lámina magnética (2) producida con manufactura aditiva, para un núcleo de láminas (4) de una máquina eléctrica (6), donde se encuentran presentes al menos dos componentes de material (8, 10) separados uno de otro en extensión planar, donde

5 - un primer componente de material (8) está dispuesto en un área radialmente interna (12) de la lámina magnética (2) y un segundo componente de material (10) está dispuesto en un área radialmente externa (14), y

10 - un área de transición (16) está proporcionada entre el área radialmente interna (12) y el área radialmente externa (14), en la que se encuentran presentes tanto el primer componente de material (8) y el segundo componente de material (10) en subáreas discretas (18), caracterizada porque

- las subáreas discretas (18), en dirección radial (20), están dispuestas en hilera de manera que una línea (22) que sigue un radio intersecta al menos dos subáreas discretas (18).

15 2. Lámina magnética según la reivindicación 1, caracterizada porque en un área límite (24) entre el primer componente de material (8) y el segundo componente de material (10), en el área de transición (16), se encuentra presente una zona de difusión (26) que se extiende al menos 50 µm hacia el respectivamente otro componente de material (8, 10).

3. Lámina magnética según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque en el área de transición (16) una porción de superficie del primer componente de material (8) es de entre 5 % y 40 %.

20 4. Lámina magnética según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el área de transición (16) presenta una extensión radial (28) que se encuentra entre 1 mm y 30 mm.

5. Lámina magnética según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque las áreas discretas presentan una extensión máxima que se encuentra entre 0,5 mm y 10 mm.

6. Lámina magnética según la reivindicación 5, caracterizada porque el área de transición (16) presenta una extensión radial (28) que se encuentra entre 3 mm y 10 mm.

25 7. Lámina magnética según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque varias subáreas discretas (18) de al menos un componente de material (8, 10) se cruzan de manera que debido a ello se encierra al menos una subárea discreta (18') del respectivamente otro componente de material (8, 10).

8. Lámina magnética según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el primer componente de material (8) comprende una aleación de hierro que en al menos 25 % en volumen presenta una estructura austenítica.

30 9. Lámina magnética según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque el segundo componente de material (10) comprende una aleación de hierro que comprende al menos 95 % en peso, en particular al menos 97 % en peso de hierro.

10. Lámina magnética según la reivindicación 9, caracterizada porque el segundo componente de material (10) presenta una estructura ferrítica o martensítica.

35 11. Lámina magnética según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque el primer componente de material (8) es una aleación de cromo-níquel.

12. Lámina magnética según la reivindicación 11, caracterizada porque el primer componente de material (8) es una aleación de hierro-cromo, con una proporción de cromo que se encuentra entre 22 % en peso y 28 % en peso, en particular entre 24 % en peso y 26 % en peso.

40 13. Lámina magnética según la reivindicación 9 ó 12, caracterizada porque el primer componente de material (8) presenta una proporción de níquel que se encuentra entre 4 % en peso y 10 % en peso, en particular entre 6 % en peso y 8 % en peso.

14. Núcleo de láminas para un rotor (30) de una máquina eléctrica (6) que comprende una pluralidad de láminas magnéticas (2) según una de las reivindicaciones 1 a 13.

45 15. Máquina eléctrica que comprende un núcleo de láminas (4) según la reivindicación 14.

DIBUJOS

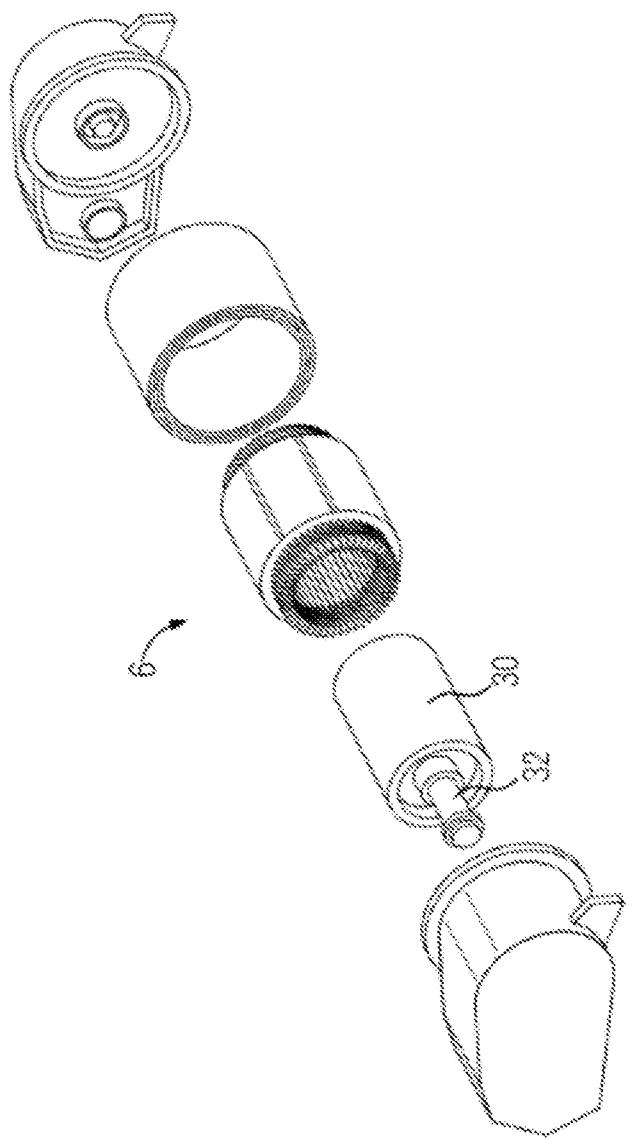


FIG 1

FIG 2

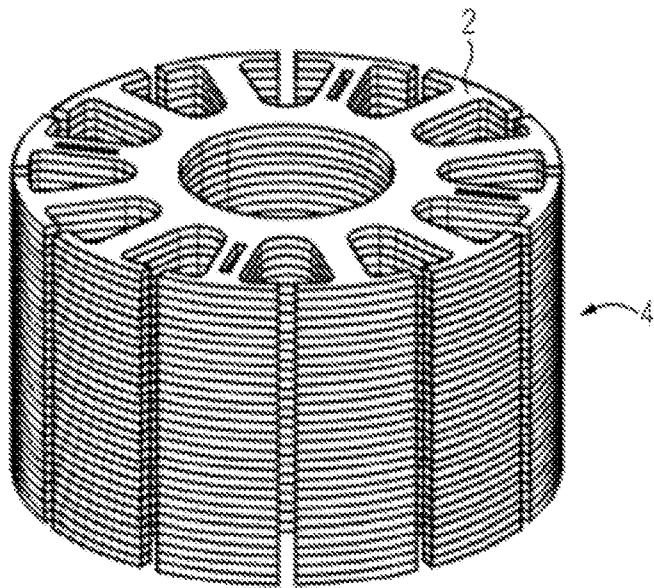


FIG 3

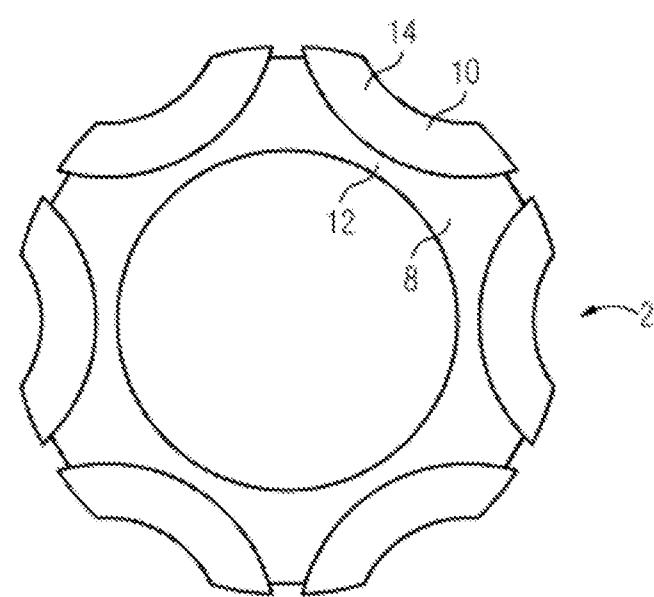


FIG 4

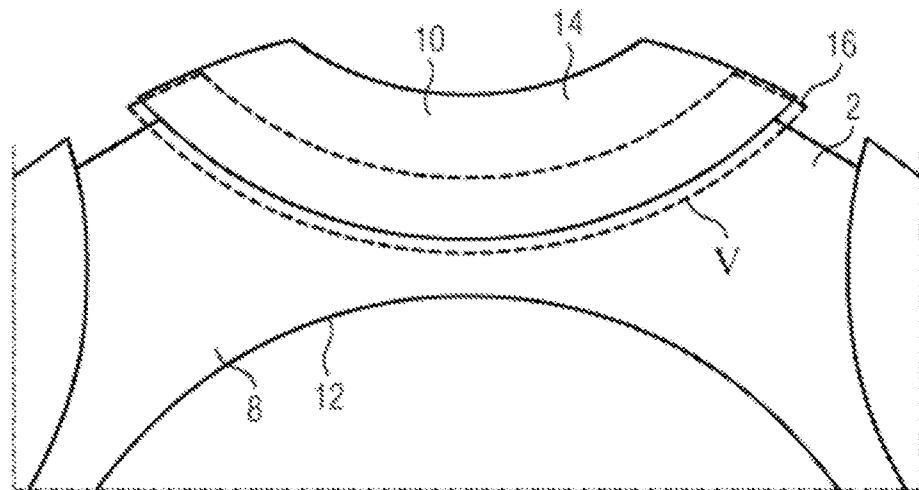
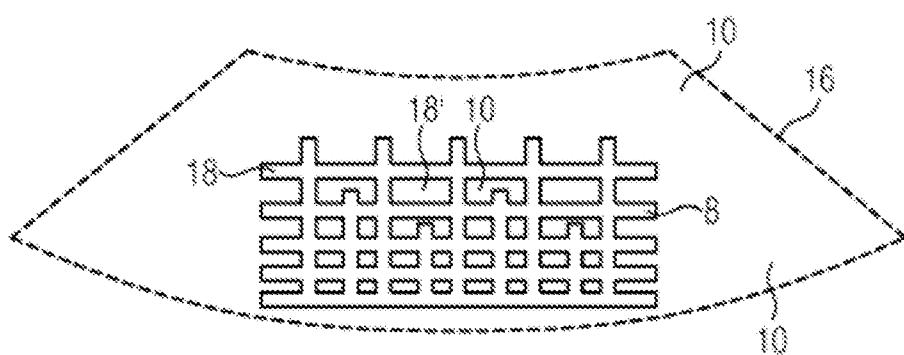


FIG 5



ES 2 995 024 T3

FIG 6

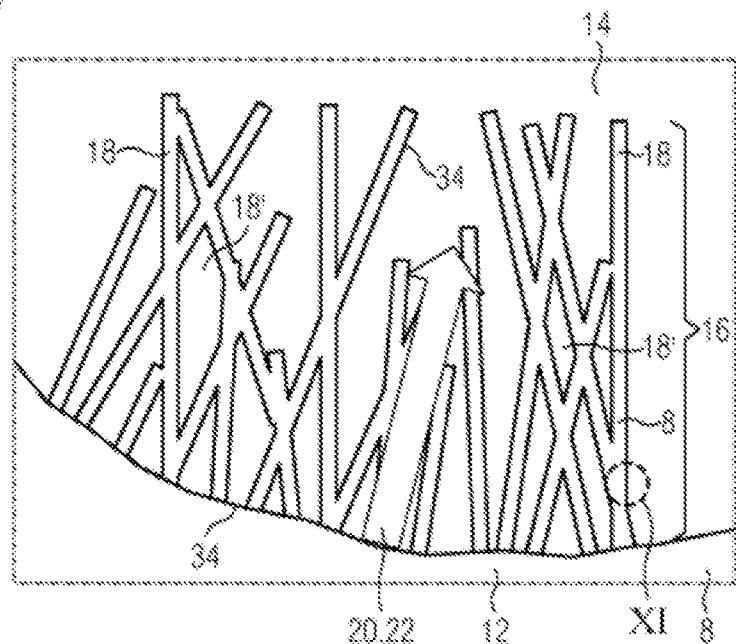
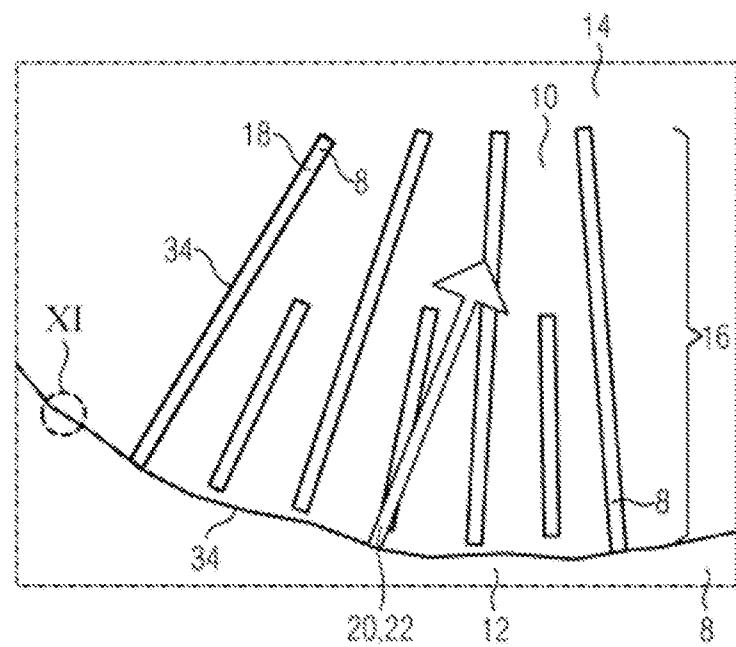


FIG 7



ES 2 995 024 T3

FIG 8

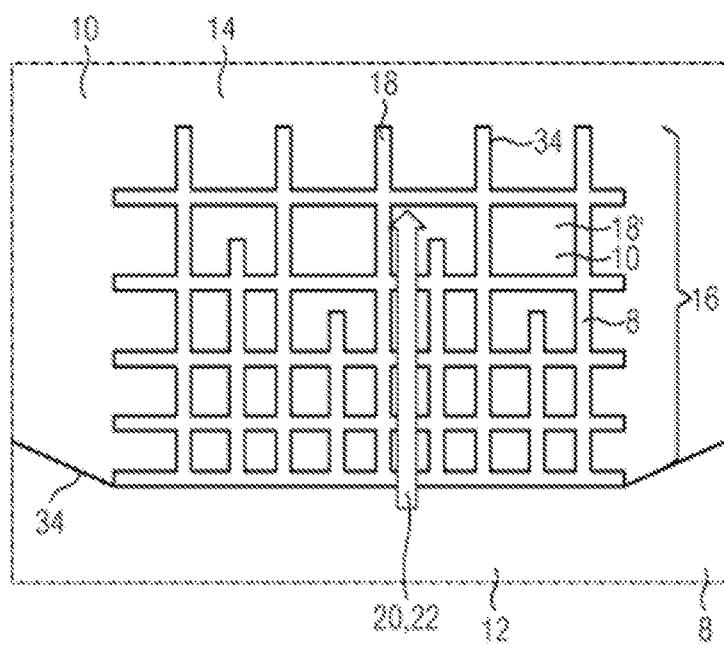


FIG 9

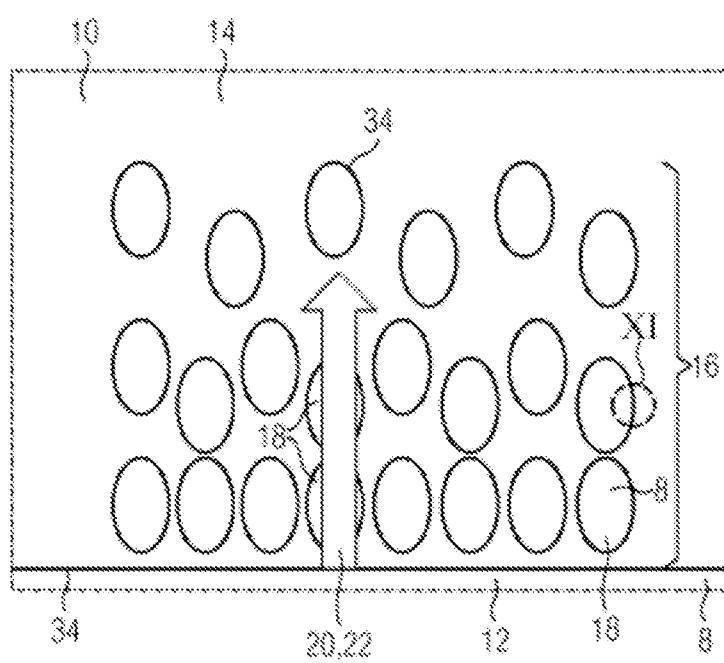


FIG 10

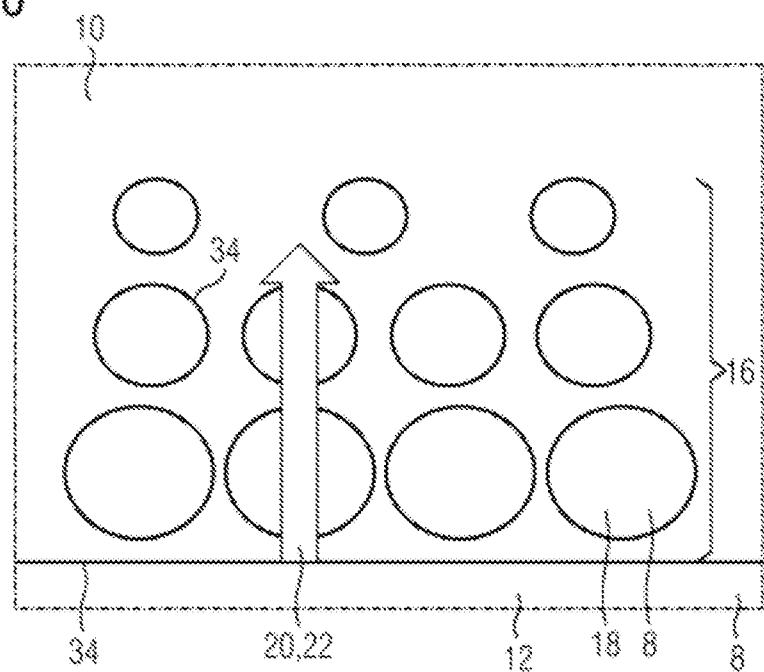


FIG 11

