

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 198**

51 Int. Cl.:

H01F 3/04 (2006.01)

H01F 27/25 (2006.01)

H01F 27/26 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2008 E 08784857 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **07.04.2010 EP 2171729**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un núcleo magnético**

30 Prioridad:

24.07.2007 DE 102007034532

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

23.01.2013

73 Titular/es:

**VACUUMSCHMELZE GMBH & CO. KG (100.0%)
GRÜNER WEG 37
63450 HANAU, DE**

72 Inventor/es:

**PETZOLD, JOERG y
BRUNNER, MARKUS**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 394 198 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

Procedimiento para la fabricación de un núcleo magnético.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un núcleo magnético según el preámbulo de la reivindicación 1. Un procedimiento de este tipo se conoce por ejemplo por el documento EP 0794 541 A.

10 Los núcleos magnéticos que están formados por una banda metálica arrollada en forma de espiral, los denominados núcleos toroidales, se emplean por ejemplo en transformadores de corriente, transformadores de potencia, choques de supresión de ruidos con compensación de corriente, limitadores de corriente de arranque, choques de almacenamiento, choques monoconductores, choques transductor y transformadores de corriente de suma o diferencia para interruptores de protección FI.

15 Se les impone requisitos elevados con respecto a las propiedades magnéticas: por ejemplo los transformadores de corriente de defecto para interruptores de corriente de defecto sensibles a la corriente alterna deben proporcionar una tensión secundaria, que sea suficiente al menos para disparar el sistema magnético del relé de disparo que es responsable de la desconexión. Dado que se pretende un diseño lo menos voluminoso posible del transformador de corriente, se necesita un material para el núcleo magnético que además de una inducción elevada con la frecuencia de trabajo típica de 50 Hz presente sobre todo una permeabilidad μ_r relativa lo más alta posible. Influyen de manera fundamental en la permeabilidad relativa la geometría del núcleo magnético así como las propiedades del material de trabajo en combinación con el acabado tecnológico del material, por ejemplo mediante un tratamiento térmico.

20 Hasta ahora, para conseguir unas permeabilidades relativas lo suficientemente elevadas era necesario alcanzar una constante λ_s de magnetostricción de saturación lo más pequeña posible de $|\lambda_s| < 2$ ppm o incluso $< 0,3$ ppm. Además unas bandas lo más perfectas posible en cuanto a su geometría con el menor número posible de defectos de forma constituían un requisito importante. Sin embargo, una constante λ_s de magnetostricción de saturación tan pequeña sólo puede conseguirse fácilmente con pocas aleaciones y además en el caso de una fabricación industrial es casi imposible conseguir una composición de aleación exacta sin impurezas.

30 Sin embargo, sería posible conseguir unas permeabilidades relativas elevadas también con numerosas composiciones de aleaciones adicionales si el núcleo magnético estuviera libre de tensiones mecánicas. Las tensiones mecánicas se introducen en el núcleo magnético por ejemplo al arrollar el núcleo a partir de una o varias bandas o en su posterior manipulación. La relación entre la ausencia de tensión del núcleo magnético y una permeabilidad relativa elevada se indica por ejemplo en el documento JP 63-115313. Mientras que en la mayoría de los casos las tensiones que se han producido durante el arrollado pueden reducirse mucho en un tratamiento térmico posterior, en la medida de lo posible debe evitarse la introducción de tensiones mecánicas por influencias externas como golpes o sacudidas.

40 A este respecto se conoce por ejemplo por el documento EP 0 509 936 B1 unir un núcleo magnético a partir de una aleación de níquel y hierro con una carcasa mediante un adhesivo de silicona suave y flexible a través de varios puntos de adhesión. Sin embargo, este modo de proceder no puede transmitirse a núcleos magnéticos a partir de una aleación magnetostrictiva, ya que antes de la reticulación completa del adhesivo de silicona éste se desliza entre las capas de banda del núcleo magnético debido a las fuerzas capilares y el propio peso del núcleo magnético. Defectos de forma en bandas amorfas y nanocristalinas favorecen todavía más la penetración del adhesivo. Durante el endurecimiento se producen entonces tensiones de tracción en las capas de banda reticuladas y por tanto se producen un empeoramiento de las propiedades magnéticas del núcleo. Dado que la intensidad de la penetración del adhesivo de silicona entre las capas de banda depende en gran medida de defectos de forma de la banda que se producen por casualidad, este efecto es además difícil de prever y lleva a una gran dispersión de los valores de permeabilidad.

50 El objetivo de la presente invención es por tanto indicar un procedimiento para la fabricación de un núcleo magnético, estando el núcleo magnético protegido frente a tensiones mecánicas introducidas desde el exterior y presentando por tanto unas propiedades magnéticas buenas duraderas.

55 Por ejemplo un núcleo magnético de este tipo puede estar fabricado a partir de una banda magnética suave arrollada en forma de espiral con un lado superior y un lado inferior, estando formados el lado superior y el lado inferior por superficies laterales de la banda magnética suave. El núcleo magnético puede fijarse en una carcasa de protección y para la fijación del núcleo magnético puede preverse un adhesivo sensible a la presión entre el lado inferior del núcleo magnético y una pared interior de carcasa.

60 En particular en caso de núcleos magnéticos a partir de aleaciones solidificadas rápidamente debería evitarse una conexión con arrastre de fuerza entre la carcasa de protección y el núcleo magnético, ya que estas capas de banda presentan una estabilidad propia reducida, de modo que las fuerzas de tracción provocadas por la reducción del volumen del adhesivo introducen obligatoriamente tensiones mecánicas en el núcleo magnético. Debería evitarse por tanto una impregnación del núcleo magnético con el adhesivo. Una conexión con arrastre de fuerza entre el

núcleo magnético y la carcasa de protección tendría como consecuencia la percepción de diferencias en la expansión térmica entre el material del núcleo magnético y el de la carcasa directamente por tensiones mecánicas. Debido a la relación fundamental

$$\mu_r \propto \frac{1}{\lambda_s \cdot \sigma}$$

5 entre la permeabilidad μ_r relativa, la constante λ_s de magnetostricción de saturación y la tensión mecánica σ , las tensiones de este tipo, con una constante de magnetostricción de saturación no lo suficientemente pequeña, llevan a permeabilidades relativas demasiado reducidas y además muy dispersas.

10 Sin embargo, mediante el uso de un adhesivo sensible a la presión que tras el secado presenta una superficie permanentemente pegajosa puede conseguirse una fijación del núcleo magnético en la carcasa de protección, que al mismo tiempo es lo suficientemente elástica para compensar tensiones. Además, con un adhesivo sensible a la presión puede reducirse al mínimo la penetración del adhesivo entre las capas de banda, realizándose la conexión del núcleo magnético a la carcasa casi exclusivamente a través de la adhesión del adhesivo a las superficies laterales de las capas de banda individuales. Adhesivos sensibles a la presión adecuados son por ejemplo masas autoadhesivas termoplásticas suaves elásticas.

15 El adhesivo sensible a la presión presenta por ejemplo un polímero de acrilato. Con respecto a otras masas autoadhesivas en principio adecuadas, tal como por ejemplo a base de caucho, poli(éster de vinilo), polibutadieno o poliuretano las que son a base de polímeros de acrilato tienen la ventaja de que permiten la formulación de masas adhesivas especialmente resistentes.

20 El adhesivo sensible a la presión presenta por ejemplo un alargamiento ϵ_R de rotura con $\epsilon_R > 250\%$, preferiblemente $> 450\%$, de manera aún más preferible $> 600\%$. Un adhesivo sensible a la presión de este tipo es lo suficientemente elástico para evitar una transmisión de fuerzas no deseada entre la carcasa y el núcleo magnético fijado en la misma. Además el adhesivo sensible a la presión presenta de manera ventajosa una temperatura T_G de transición vítrea con $T_G < 0^\circ\text{C}$; mejor $T_G < -20^\circ\text{C}$; mejor $T_G < -30^\circ\text{C}$ y una temperatura T_x de fusión con $T_x > 180^\circ\text{C}$.

25 La profundidad t de penetración del adhesivo sensible a la presión entre las capas de banda del núcleo magnético asciende por ejemplo a $t < 2$ mm, preferiblemente a $t < 0,5$ mm y de manera aún más preferible a $t < 0,01$ mm.

30 Típicamente el núcleo magnético listo, esto es, el núcleo magnético tras terminar el tratamiento térmico, presenta una banda magnética suave nanocristalina. Sin embargo, según la finalidad de uso del núcleo magnético también son concebibles bandas amorfas o cristalinas.

35 Para el núcleo magnético según la invención son concebibles diferentes composiciones de aleaciones. Dado que no se requiere la desaparición de la constante de magnetostricción de saturación pueden emplearse aleaciones corrientes a base de hierro, y también pueden tolerarse impurezas residuales que en general no pueden evitarse totalmente, sin que se produzcan influencias no deseadas de las propiedades magnéticas.

40 La banda magnética suave presenta por ejemplo además de las impurezas habituales en el mercado de las materias primas o de la masa fundida fundamentalmente la composición de aleación



45 siendo M al menos uno de los elementos v, Nb, Ta, Ti, Mo, W, Zr y siendo Hf y X al menos uno de los elementos P, Ge y C, estando indicados a, b, c, d, e y f en porcentaje atómico y siendo válido $0 \leq b \leq 45$; $0,5 \leq c \leq 2$; $6, 5 \leq d \leq 18$; $5 \leq e \leq 14$; $1 \leq f \leq 6$; $d + e > 16$; $g < 5$ y $a + b + c + d + e + f + g = 100$. A este respecto el cobalto puede sustituirse completamente o en parte por níquel.

50 El núcleo magnético presenta por ejemplo una constante λ_s de magnetostricción de saturación de $\lambda_s < 15$ ppm.

55 La relación B_R/B_S entre la inducción remanente y la inducción de saturación del núcleo magnético asciende de manera ventajosa a $B_R/B_S > 45\%$ y la permeabilidad μ_{max} máxima asciende a $\mu_{\text{max}} > 250.000$, por ejemplo tras un tratamiento térmico sin campo magnético para la nanocristalización. De manera alternativa el núcleo magnético presenta por ejemplo una relación B_R/B_S entre inducción remanente e inducción de saturación de $B_R/B_S > 50\%$ y una permeabilidad μ_{max} máxima de $\mu_{\text{max}} > 150.000$. Estas propiedades pueden conseguirse por ejemplo mediante un tratamiento de campo longitudinal a continuación de un tratamiento térmico para la nanocristalización. En una forma de realización alternativa adicional es válido $B_R/B_S > 2\%$ y $\mu_{\text{max}} > 5.000$. Estas propiedades pueden conseguirse por ejemplo mediante un tratamiento de campo transversal a continuación de un tratamiento térmico para la nanocristalización.

- Un procedimiento según la invención para la fabricación de un núcleo magnético presenta las siguientes etapas: en primer lugar se proporciona un núcleo magnético arrollado a partir de una banda magnética suave con un lado superior y un lado inferior, estando formados el lado superior y el lado inferior por superficies laterales de la banda magnética suave. Además se proporciona una carcasa de protección para alojar el núcleo magnético. Sobre una pared interior de carcasa se aplica un adhesivo sensible a la presión, formando el adhesivo sensible a la presión en su superficie una película. Tras la formación de la película se inserta el núcleo magnético en la carcasa de protección, poniendo en contacto el lado inferior del núcleo magnético con el adhesivo sensible a la presión y adhiriéndolo al mismo.
- En una forma de realización ventajosa el adhesivo sensible a la presión se aplica como dispersión acuosa sobre la pared interior de carcasa. En una forma de realización alternativa el adhesivo sensible a la presión se aplica como solución orgánica. El uso de una dispersión acuosa tiene la ventaja de que en la superficie se produce la formación de una película, mientras que el secado en capas más profundas de la masa adhesiva se realiza con un retardo en el tiempo mediante la difusión del agua contenida en la dispersión por la película ya formada.
- De manera ventajosa el adhesivo sensible a la presión todavía no ha fraguado al insertar el núcleo magnético en la carcasa de protección por debajo de la película en su superficie. De este modo, en particular cuando el adhesivo sensible a la presión al insertar el núcleo magnético en la carcasa de protección presenta una viscosidad v con $v < 20 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, se garantiza que la película por un lado sea lo suficientemente resistente en la superficie como para evitar una rotura de la película al penetrar el adhesivo entre las capas de banda, mientras que por otro lado la cantidad de dispersión restante aún de poca viscosidad permite una deformación de la gota de adhesivo bajo el peso propio del núcleo magnético y un hundimiento sin tensión del núcleo magnético en la masa adhesiva.
- Tras su aplicación el adhesivo sensible a la presión se somete de manera ventajosa a un secado por aire caliente o infrarrojos u otra radiación calorífica, produciéndose la formación de película en la superficie del adhesivo.
- En una forma de realización ventajosa el adhesivo sensible a la presión presenta al insertar el núcleo magnético en la carcasa de protección un contenido en sólidos superior al 30 por ciento en peso y una temperatura T_F mínima de formación de película con $T_F < 0^\circ\text{C}$.
- Típicamente, el núcleo magnético se somete antes de insertarse en la carcasa de protección a un tratamiento térmico. Por un lado, mediante un tratamiento térmico de este tipo pueden reducirse las tensiones mecánicas que resultan del arrollado del núcleo magnético. Por otro lado, en la banda originalmente amorfa puede realizarse una estructura nanocristalina o cristalina. El tratamiento térmico se realiza de manera ventajosa a una temperatura T con $505^\circ\text{C} \leq T \leq 600^\circ\text{C}$. Sin embargo, para realizar una estructura nanocristalina también son posibles temperaturas algo inferiores de por ejemplo 480°C . En una forma de realización el tratamiento térmico se realiza sin campo en ausencia de un campo magnético. Sin embargo, para realizar propiedades magnéticas deseadas, el núcleo magnético durante el tratamiento térmico también puede someterse a un campo magnético con una dirección (por ejemplo un campo transversal o longitudinal) e intensidad determinadas.
- El núcleo magnético según la invención es especialmente adecuado para su uso en un interruptor de corriente de defecto, ya que debido a su permeabilidad relativa elevada proporciona una tensión secundaria lo suficientemente elevada que es suficiente para disparar el sistema magnético del relé de disparo que es responsable de la desconexión. También son concebibles aplicaciones, por ejemplo como transformador de corriente, transformador o choques con diferentes curvas de histéresis.
- A continuación se explican en más detalle ejemplos de realización de la invención mediante las figuras adjuntas.
- Muestran
- la figura 1 de manera esquemática un ejemplo de realización del núcleo magnético según la invención;
- la figura 2 mediante un diagrama la influencia de una estabilización mecánica insuficiente en núcleos magnéticos con magnetostricción que no desaparece;
- la figura 3 mediante un diagrama la influencia de una fijación del núcleo magnético con un adhesivo de caucho de silicona;
- la figura 4 mediante un diagrama la influencia de una fijación del núcleo magnético según la invención con un adhesivo sensible a la presión de acrilato y
- la figura 5 mediante un diagrama la influencia de una estabilización mecánica del núcleo magnético según la invención.
- El núcleo 1 magnético según la figura 1 está realizado como núcleo toroidal y arrollado a partir de una banda

magnética suave.

Presenta un número de capas 2 de banda que están separadas entre sí por espacios 3 intermedios. Los lados 14 y 15 frontales de las capas 2 de banda forman un lado 4 superior y un lado 5 inferior del núcleo 1 magnético.

El núcleo 1 magnético está incrustado en una carcasa 6 de protección que en la forma de realización mostrada está compuesta por una cubeta 7 de protección interior, que se coloca sobre el núcleo 1 magnético, y una bandeja 9 superior que aloja la cubeta 7 de protección, y una bandeja 8 inferior. El núcleo 1 magnético está protegido mediante la carcasa de protección frente a influencias del exterior que podrían introducir tensiones mecánicas en las capas 2 de banda. La bandeja 9 superior también puede estar realizada como tapa plana.

El núcleo 1 magnético está fijado en la carcasa 6 de protección con ayuda de una capa de un adhesivo 11 sensible a la presión. El adhesivo 11 sensible a la presión está dispuesto sobre una pared 10 interior de carcasa y presenta una superficie 12 permanentemente pegajosa con la que están en contacto adhesivo los lados 15 frontales de las capas 2 de banda en el lado 5 inferior del núcleo magnético. Sin embargo, el adhesivo 11 sensible a la presión no penetra, o sólo de forma muy reducida, en la zona 13 inferior de los espacios 3 intermedios. Además es lo suficientemente elástico, de modo que se evita de manera segura la transmisión de tensiones de tracción ocasionadas por el adhesivo 11 sensible a la presión a las capas 2 de banda.

En la forma de realización mostrada sólo el lado 5 inferior del núcleo 1 magnético está fijado a una pared 10 interior de carcasa mediante una única capa de adhesivo. Sin embargo, también es posible fijar por ejemplo las superficies 16 laterales y/o el lado 4 superior del núcleo 1 magnético a la carcasa 6 de protección mediante una capa de adhesivo.

Como resulta, en la manera representada de la fijación es suficiente una cantidad de adhesivo de 2 gotas con un diámetro medio de aproximadamente de 1,5 a 3 mm con una masa de las gotas dependiente del contenido en sólidos del adhesivo de al menos de 0,05 a 0,3 g. En núcleos magnéticos típicos puede generarse de este modo un punto de adhesión que no cubra todo el lado 5 inferior del núcleo 1 magnético, tal como se representa en la figura 1. El punto de adhesión tiene entonces una superficie de al menos 15 mm² y pueden conseguirse fuerzas de adhesión superiores a 0,3 N/mm², lo que es suficiente para masas típicas del núcleo magnético de aproximadamente de 10 a 30 g.

Se sometieron núcleos magnéticos para su fijación a partir de una aleación nanocristalina con la composición $Fe_{Rest}Co_{0,11}Ni_{0,05}Cu_{0,97}Nb_{2,63}Si_{13,1}B_{7,8}C_{0,18}$ con dimensiones de 18,5 mm x 13,5 mm x 12 mm a un tratamiento térmico en un horno continuo durante una hora a 538°C bajo una atmósfera de hidrógeno y a continuación se incrustaron en una carcasa de protección, tal como se representa en la figura 1. Presentaron una magnetostricción λ_s de saturación de 4,3 ppm.

Las figuras 2 a 5 muestran la mejora de las propiedades magnéticas del núcleo magnético según la invención conseguida mediante la fijación.

La figura 2 muestra mediante un diagrama la influencia de una estabilización mecánica insuficiente en núcleos magnéticos con una magnetostricción que no desaparece según el estado de la técnica. Para ello se almacenaron en una carcasa de plástico núcleos magnéticos altamente permeables a partir de aleaciones nanocristalinas solidificadas rápidamente con una magnetostricción que no desaparece entre dos discos troquelados a partir de un material esponjoso muy blando de poros abiertos tal como espuma de poliuretano. Los núcleos magnéticos así protegidos se dejaron caer desde una altura de aproximadamente 10 cm sobre una base dura. Tras la caída se determinaron los parámetros magnéticos de los núcleos magnéticos tales como por ejemplo su permeabilidad relativa con una intensidad de campo previamente establecida, tal como se describe por ejemplo en R.Boll: "Weichmagnetische Werkstoffe", 4ª edición, pág. 140 y siguientes. A continuación a la medición se dio la vuelta a cada núcleo magnético y se dejó caer con su lado frontal opuesto desde una altura de aproximadamente 10 cm sobre la base dura. Se determinaron de nuevo sus parámetros magnéticos y se repitió varias veces esta prueba de caída.

En la figura 2 se indican como resultado de esta prueba de caída las permeabilidades relativas medidas a lo largo de las operaciones de caída. Tal como puede distinguirse en la figura 2 las permeabilidades relativas de los núcleos magnéticos no cambian de forma previsible con las operaciones de caída. Esto puede explicarse porque con la caída o el choque del núcleo magnético incrustado por la estabilización insuficiente mediante los discos troquelados de material esponjoso se produce un desplazamiento axial de las capas de banda o paquetes de capas de banda individuales. Esta deformación mecánica del núcleo magnético a lo largo de su eje longitudinal cambia el estado de tensión mecánico de las capas de banda individuales y lleva a los cambios observados de la permeabilidad relativa.

La figura 3 muestra mediante un diagrama la influencia de una fijación del núcleo magnético con un adhesivo de caucho de silicona según el estado de la técnica. Para ello se unieron núcleos magnéticos altamente permeables según el procedimiento descrito en el documento EP 0 509 936 B1 mediante un adhesivo de silicona suave elástico

a través de varios puntos de adhesión con la carcasa de plástico. Tal como puede distinguirse en la figura 3, mediante el adhesivo se produce un empeoramiento de las propiedades magnéticas de los núcleos magnéticos, en particular una reducción de la permeabilidad relativa.

5 Para ello en el diagrama según la figura 3 se indica la permeabilidad relativa determinada a 50 Hz de los núcleos magnéticos en el estado recién pegado (los primeros valores de medición con números de núcleo hasta 10) y en el estado endurecido listo del adhesivo (números de núcleo subsiguientes).

10 La causa de la reducción no deseada de la permeabilidad relativa se encuentra supuestamente en que las masas adhesivas utilizadas en el estado no reticulado presentan viscosidades típicas entre 2 Pa·s y 200 Pa·s y el tiempo hasta el inicio del endurecimiento del adhesivo por absorción de humedad asciende a entre 30 y 120 minutos. Durante este tiempo tras la inserción del núcleo magnético en las gotas de adhesivo se produce una penetración de masa adhesiva entre las capas de banda individuales del núcleo magnético, por un lado como consecuencia de las fuerzas capilares, por otro lado por un hundimiento del núcleo magnético bajo su propio peso. Durante el endurecimiento subsiguiente de la masa adhesiva se produce una reducción de volumen de la masa adhesiva y de este modo se producen tensiones de tracción en las capas de banda humedecidas con la masa adhesiva. Si el núcleo se hubiera insertado sólo después del endurecimiento de la masa adhesiva, ya no habría habido ninguna adhesión.

20 Los núcleos magnéticos según la figura 3 presentaron unos factores de llenado de banda elevados en comparación de un 83,4% y por tanto pequeños defectos de forma y una magnetostricción λ_s de saturación pequeña en comparación de 2,2 ppm. Aun así la reducción de la permeabilidad relativa ascendió aproximadamente al 50%. Una influencia de este tipo por el adhesivo es por un lado grande de manera no deseada y por otro lado no puede calcularse con respecto a su altura concreta, tal como también puede distinguirse en la figura 3.

25 La figura 4 muestra mediante un diagrama la influencia de una fijación del núcleo magnético según la invención con un adhesivo sensible a la presión, de acrilato. Para ello, como con la prueba descrita en la figura 3, se pegaron núcleos magnéticos altamente permeables según una forma de realización de la invención con un sensible a la presión, de acrilato, en una carcasa de plástico, utilizándose una dispersión de acrilato puro acuosa.

30 Se sometieron los núcleos que iban a fijarse a partir de una aleación nanocristalina con la composición $\text{Fe}_{\text{Rest}}\text{Co}_{0,11}\text{Ni}_{0,05}\text{Cu}_{0,97}\text{Nb}_{2,63}\text{Si}_{13,1}\text{B}_{7,8}\text{C}_{0,18}$ con las dimensiones 18,5 mm x 13,5 mm x 12 mm a un tratamiento térmico en un horno continuo a 538°C durante una hora bajo una atmósfera de hidrógeno y a continuación, tal como se representa en la figura 1, se incrustaron en una carcasa de plástico. Aunque la magnetostricción λ_s de saturación con 4,3 ppm no fue especialmente pequeña, el empeoramiento irreversible entre los núcleos no fijados (números de núcleo 1 a 64) y los núcleos fijados (números de núcleo 65 a 130) debido a tensiones mecánicas con aproximadamente un 12% fue considerablemente menor que en el caso de los núcleos magnéticos del estado de la técnica. Una prueba de sacudido realizada en los mismos núcleos con una frecuencia de 50 Hz, una amplitud de 1 mm y una duración de un minuto no llevó tampoco a ningún cambio destacable de los parámetros como la permeabilidad relativa de los núcleos magnéticos (números de núcleo a partir de 131).

También la prueba de caída descrita en conexión con la figura 2 sólo causó un cambio insignificante de la permeabilidad relativa de los núcleos magnéticos, tal como se representa en la figura 5.

45 Lista de números de referencia

1 núcleo magnético

2 capa de banda

50 3 espacio intermedio

4 lado superior

55 5 lado inferior

6 carcasa de protección

7 cubeta de protección

60 8 bandeja inferior

9 bandeja superior

65 10 pared interior de carcasa

- 11 adhesivo sensible a la presión
- 5 12 superficie del adhesivo sensible a la presión
- 13 zona inferior
- 14 lados frontales
- 10 15 lados frontales
- 16 superficie lateral

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un núcleo (1) magnético, que presenta las siguientes etapas:
- 5 - proporcionar un núcleo (1) magnético arrollado a partir de una banda magnética suave con un lado (4) superior y un lado (5) inferior, estando formados el lado (4) superior y el lado (5) inferior por superficies (16) laterales de la banda magnética suave;
- 10 - proporcionar una carcasa (6) de protección para alojar el núcleo (1) magnético;
- aplicar una sustancia adhesiva sobre una pared (10) interior de carcasa;
- insertar el núcleo (1) magnético en la carcasa (6) de protección, poniendo en contacto el lado (5) inferior del núcleo (1) magnético con la sustancia adhesiva y adhiriéndolo al mismo, caracterizado porque
- 15 - la sustancia adhesiva es un adhesivo (11) sensible a la presión y
- el adhesivo (11) sensible a la presión forma en su superficie (12) una película.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, utilizándose como adhesivo (11) sensible a la presión un polímero de acrilato.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, aplicándose el adhesivo (11) sensible a la presión como dispersión acuosa o como solución orgánica sobre la pared (10) interior de carcasa.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, presentando el adhesivo (11) sensible a la presión al insertar el núcleo (1) magnético en la carcasa (6) de protección una viscosidad ν con $\nu < 20$ Pa·s.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, presentando el adhesivo (11) sensible a la presión al insertar el núcleo (1) magnético en la carcasa (6) de protección un contenido en sólidos superior al 30 por ciento en peso.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el adhesivo (11) sensible a la presión presenta una temperatura T_F mínima de formación de película con $T_F < 0^\circ\text{C}$.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, presentando el adhesivo (11) sensible a la presión un alargamiento ϵ_R de rotura con $\epsilon_R > 600\%$.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, presentando el adhesivo (11) sensible a la presión una temperatura T_g de transición vítrea con $T_g < -30^\circ\text{C}$.
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, presentando el adhesivo (11) sensible a la presión una temperatura T_s de fusión con $T_s > 180^\circ\text{C}$.
- 45 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, penetrando el adhesivo (11) sensible a la presión entre capas (2) de banda del núcleo (1) magnético hasta una profundidad t de penetración de $t < 2$ mm, de $t < 0,5$ mm o de $t < 0,01$ mm.
- 50 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, sometándose el adhesivo (11) sensible a la presión tras su aplicación sobre la pared (10) interior de carcasa a un secado por aire caliente o un secado por infrarrojos.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el adhesivo (11) sensible a la presión todavía no ha fraguado al insertar el núcleo (1) magnético en la carcasa (6) de protección por debajo de la película en su superficie (12).
- 55 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, sometándose el núcleo (1) magnético antes de su inserción en la carcasa (6) de protección a un tratamiento térmico, realizándose el tratamiento térmico preferiblemente sin campo en ausencia de un campo magnético.
- 60 14. Procedimiento según la reivindicación 13, realizándose el tratamiento térmico a una temperatura T con $505^\circ\text{C} \leq T \leq 600^\circ\text{C}$.
15. Procedimiento según la reivindicación 14, realizándose el tratamiento térmico completa o temporalmente en un campo magnético.
- 65

FIG 1

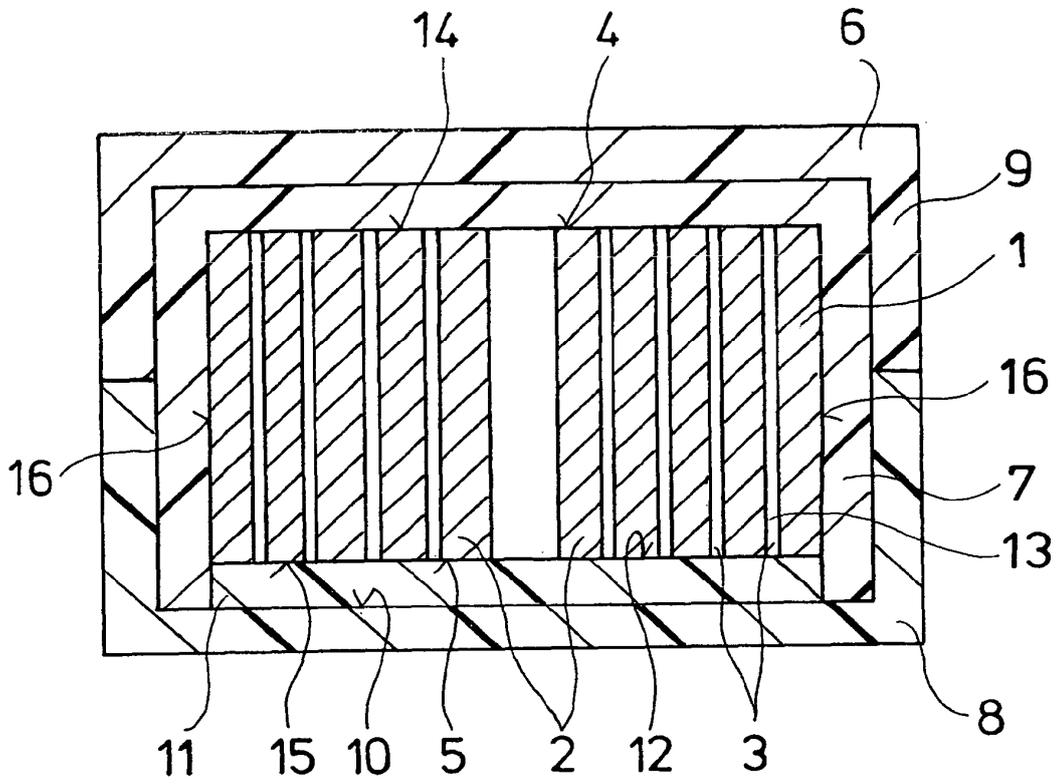


FIG 2



FIG 3

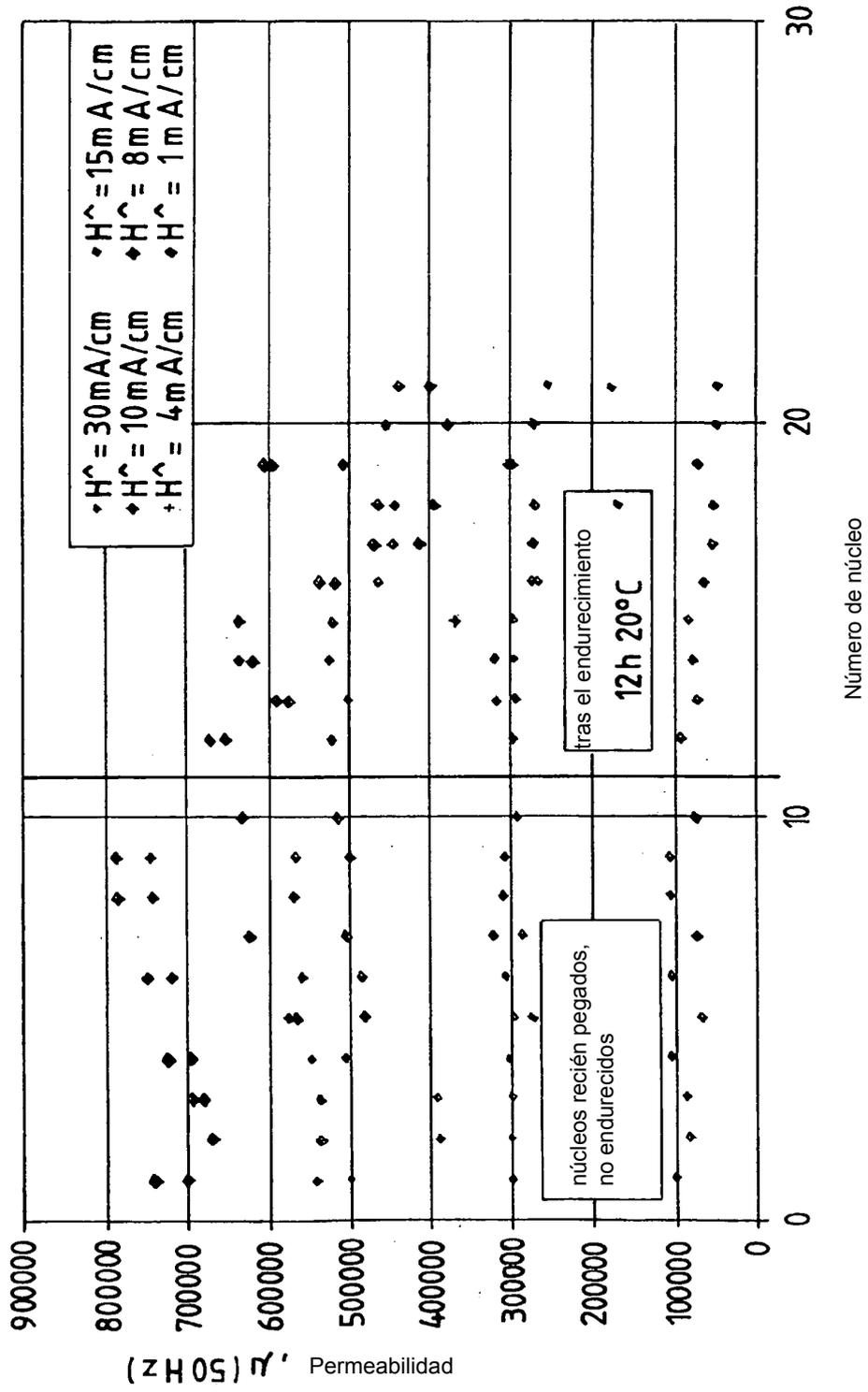


FIG 4

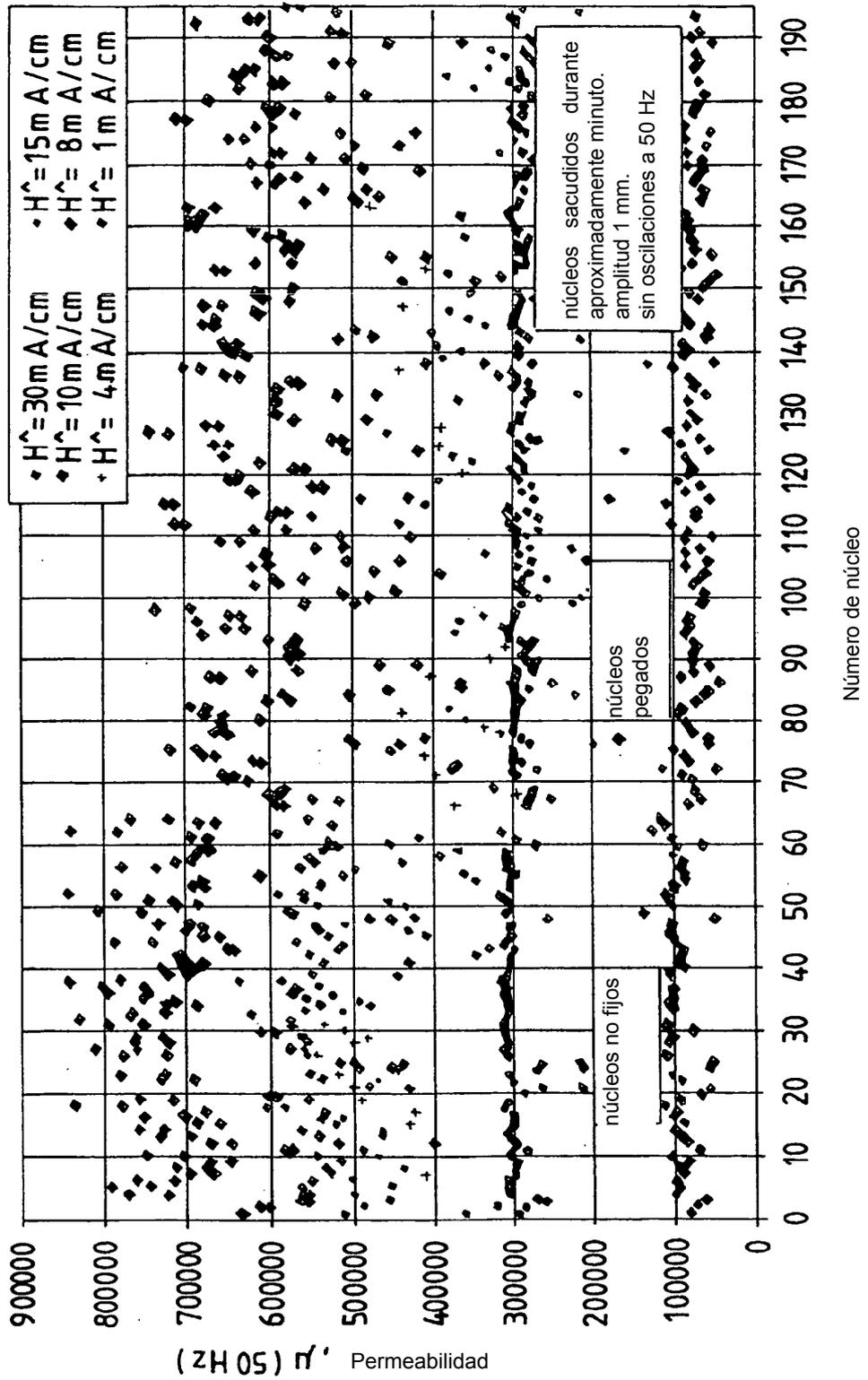


FIG 5

