



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 327 727**

51 Int. Cl.:

H01F 1/22 (2006.01)

H01F 1/24 (2006.01)

C22C 33/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03751715 .8**

96 Fecha de presentación : **22.10.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1556871**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.07.2005**

54 Título: **Tratamiento térmico de componentes magnéticos blandos.**

30 Prioridad: **25.10.2002 SE 2002103168**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.11.2009

73 Titular/es: **HÖGANÄS AB.**
Bruksgatan 35
263 83 Höganäs, SE

72 Inventor/es: **Zhou, Ye;**
Larsson, Per-Olof;
Andersson, Henrik y
Hultman, Lars

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 327 727 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

Tratamiento térmico de componentes magnéticos blandos.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a componentes magnéticos blandos de material compuesto. Particularmente la invención se refiere a un método para mejorar las propiedades de tales componentes controlando las condiciones durante el tratamiento térmico de los componentes magnéticos blandos de material compuesto.

10 Antecedentes de la invención

Los materiales magnéticos blandos se usan para aplicaciones tales como materiales de núcleo en inductores, estatores, rotores, máquinas eléctricas, actuadores y sensores. Tradicionalmente, los núcleos magnéticos blandos, tales como rotores y estatores en máquinas eléctricas, se fabrican de estratificados de acero apilado. Los materiales magnéticos blandos de material compuesto, SMC (del inglés "Soft Magnetic Composite"), se basan en partículas magnéticas blandas, normalmente basadas en hierro, con un recubrimiento eléctricamente aislante sobre cada partícula. Las piezas SMC se fabrican compactando partículas aisladas junto con lubricantes y/o aglutinantes usando el proceso tradicional de pulvimetalurgia. Usando dichos materiales producidos por pulvimetalurgia se permite un mayor grado de libertad en el diseño del componente SMC que usando los estratificados de acero, ya que el material SMC puede transmitir un flujo magnético tridimensional y ya que se pueden obtener formas tridimensionales mediante el proceso de compactación.

Sin embargo, la compactación de las partículas de polvo aisladas en un componente SMC induce esfuerzos, especialmente cuando el componente se comprime a densidades mayores. Estos esfuerzos tienen una influencia negativa sobre las propiedades magnéticas, tales como permeabilidad y pérdidas por histéresis. El tratamiento térmico tendrá un efecto de alivio de esfuerzo y, por lo tanto, restablecerá parcialmente la permeabilidad y las pérdidas por histéresis. Sin embargo, el tratamiento térmico no debe dar como resultado el deterioro del recubrimiento/capa aislante ya que entonces tiene lugar el contacto de metal con metal y aumentan las pérdidas por corrientes parásitas. Adicionalmente, para evitar la soldadura en frío de las partículas de hierro y mantener el recubrimiento continuo durante las operaciones de prensado, se recomienda añadir lubricantes al polvo aislado.

Un problema encontrado cuando se tratan térmicamente los componentes SMC producidos por pulvimetalurgia es que las propiedades magnéticas tienden a variar dependiendo de las condiciones del tratamiento térmico. Este es particularmente el caso en la producción industrial. Otro problema, que se ha observado también en la producción industrial, es que la superficie del componente se mancha.

Objetos de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un método que da como resultado componentes en los que las propiedades magnéticas se mejoran y son más consistentes.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método que da como resultado componentes sin superficies manchadas.

45 Sumario de la invención

En resumen, se ha encontrado que estos objetos así como otros objetos que resultarán evidentes a partir de lo que viene a continuación se pueden obtener controlando la atmósfera de horno en el que se trata térmicamente el componente SMC. Específicamente, se ha encontrado que se debería controlar el contenido de CO de la atmósfera de horno.

Descripción detallada de la invención

Los componentes SMC se preparan adecuadamente a partir de polvos ferromagnéticos, cuyas partículas están provistas de un recubrimiento eléctricamente aislado. Antes de la compactación, los polvos se mezclan con un lubricante orgánico. El componente compactado se trata térmicamente posteriormente en una atmósfera de horno que contiene oxígeno, tal como aire.

Los polvos ferromagnéticos contemplados especialmente de acuerdo con la presente invención se basan en polvos de base que consisten esencialmente en hierro puro y podrían ser, por ejemplo, un polvo de hierro, atomizado en agua, disponible en el mercado, o un polvo de hierro esponjoso, con partículas redondas, irregulares o planas. Los ejemplos típicos de polvos atomizados en agua irregulares que se pueden usar son polvos de las series ABC 100 y ASC 100, disponibles en Hoganas AB, Suecia. El tamaño de partícula del polvo de base depende del uso final pretendido del polvo y, generalmente, es menor de 500 μm . Para frecuencias mayores, se prefieren tamaños de partícula por debajo de 45 μm . Estos polvos de base están provistos de un recubrimiento o barrera de oxígeno, y una característica distintiva es que la cantidad de oxígeno de los polvos es solamente ligeramente elevada comparada con la del polvo de base. Más específicamente, la cantidad de oxígeno en el polvo es como máximo 0,2%, preferiblemente como máximo 0,15% en

peso mayor que en el polvo de base. El recubrimiento aislante se aplica sobre el polvo de base tratando el polvo de base con ácido fosfórico en un disolvente orgánico como se describe en la patente de EE.UU. 6.348.265. De esta manera, la invención se dirige particularmente a polvos magnéticos blandos en los que las partículas de polvo aisladas consisten en un polvo de base de hierro esencialmente puro que tiene una barrera aislante muy fina que contiene oxígeno y fósforo.

Ahora se ha encontrado que el contenido de CO de la atmósfera de horno, que debería contener preferiblemente al menos 10% en volumen de oxígeno, juega un papel importante en las propiedades del producto sinterizado SMC final. El contenido de CO de la atmósfera de horno varía dependiendo del tipo y la cantidad de lubricante usado así como del grado de descomposición del lubricante durante el tratamiento térmico en el horno. Se puede obtener una cantidad tan alta como 5% en volumen de CO en la atmósfera de horno. Controlando el contenido de CO a un valor por debajo de 0,25% en volumen no sólo se ha encontrado que se pueden obtener propiedades magnéticas más consistentes, sino que también se ha encontrado que se pueden mejorar propiedades magnéticas tales como pérdidas y estabilidad de frecuencia de la permeabilidad inicial. Estas ventajas son más pronunciadas cuanto menor sea el contenido de CO en la atmósfera de horno. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de CO esté por debajo de aproximadamente 0,1 o incluso por debajo de 0,05% en volumen. Sin estar limitado a ninguna teoría específica, se cree que niveles elevados de CO dañan los recubrimientos superficiales de las partículas de polvo aisladas y, como resultado, la estabilidad de frecuencia es menor para el material tratado térmicamente a concentraciones de CO elevadas. Además, se ha encontrado que una disminución en la concentración de CO da como resultado una disminución de las pérdidas totales. De este modo, controlando el contenido de CO de la atmósfera, es posible mejorar las propiedades magnéticas de las piezas SMC.

En la práctica, el método de la invención se puede realizar adecuadamente midiendo la concentración de CO en al menos un punto del horno de tratamiento térmico durante todo el ciclo de tratamiento térmico, y el valor medido de la concentración de CO se usa para controlar la atmósfera de horno. El contenido de CO se puede ajustar de este modo controlando el flujo de aire a través del horno. Además, la temperatura de horno se puede ajustar a un valor por encima de la temperatura máxima pretendida del componente. La temperatura del componente SMC se mide después y el ciclo de tratamiento térmico se finaliza cuando la temperatura del componente alcanza la temperatura pretendida del componente. El tratamiento térmico se puede finalizar, de este modo, cuando el componente ha alcanzado una temperatura de al menos 400°C. Preferiblemente, el tratamiento térmico se realiza hasta que el componente ha alcanzado una temperatura entre 450 y 650°C y, más preferiblemente, entre 450 y 600°C. Los ajustes de temperatura adecuados para el horno son entonces de aproximadamente 450 a 1000°C. El proceso de tratamiento térmico puede ir seguido de la medición de la temperatura del componente y se interrumpe cuando se ha alcanzado la temperatura final del componente. El periodo durante el cual el componente se somete al tratamiento térmico en el horno varía dependiendo del tamaño del componente y de la temperatura final deseada del componente y puede ser determinado fácilmente por experto en la técnica.

Una ventaja adicional de la invención es que los residuos de los lubricantes orgánicos presentes sobre la superficie del componente sometido a tratamiento térmico de alivio de esfuerzo se pueden eliminar utilizando la posibilidad de usar temperaturas de horno mayores en combinación con tiempos de permanencia menores, posibilitado por la medición de la temperatura del componente.

El enfriamiento posterior del componente tratado térmicamente se realiza preferiblemente en aire, pero también son posibles el enfriamiento en horno o el enfriamiento en otros medios.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra la permeabilidad inicial como una función de la frecuencia a diferentes contenidos de CO.

La figura 2 muestra las pérdidas de núcleo como una función de la frecuencia a una inducción de 1 Tesla a diferentes contenidos de CO.

La figura 3 muestra la temperatura del componente como una función del tiempo de permanencia a diferentes temperaturas de horno.

La figura 4 muestra la permeabilidad inicial como una función de la frecuencia tratada térmicamente a diferentes temperaturas y tiempos de permanencia.

Las figuras 5a-c muestra la apariencia superficial de los componentes tratados térmicamente.

La invención se ilustrará adicionalmente mediante los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1

Se produjeron anillos magnéticos con un diámetro interno de 45 mm, un diámetro externo de 55 mm y una altura de 5 mm por compactación de un polvo basado en hierro puro con un recubrimiento continuo, Somaloy 500®, junto con 0,5% del lubricante Kenolube®. La presión de compactación era de 800 MPa y se obtuvo una densidad antes del cocido de 7,35 g/cm³. Los anillos se trataron térmicamente en aire a 500°C en un horno de producción continua a diferentes concentraciones de CO obtenidas ajustando el flujo de aire a través del horno.

ES 2 327 727 T3

Se midió la permeabilidad inicial como una función de la frecuencia. La capacidad del componente SMC obtenido para mantener la permeabilidad inicial a una frecuencia mayor se denomina estabilidad de frecuencia.

La figura 1 muestra que la estabilidad de frecuencia es mayor para el material tratado térmicamente a concentraciones menores de CO. Para una concentración de 0,25% de CO y menores, se obtuvieron valores aceptables para la estabilidad de frecuencia.

Las pérdidas totales se midieron también, y la figura 2 muestra esa pérdida total para el material tratado térmicamente a tres concentraciones de CO diferentes. La figura 2 muestra una disminución en las pérdidas totales cuando la concentración de CO disminuye.

Ejemplo 2

Se produjeron componentes SMC cilíndricos con un diámetro de 80 mm, una altura de 30 mm y un peso de aproximadamente 1 kg con la misma mezcla de polvo basado en hierro que en el ejemplo 1, y se realizó el tratamiento térmico a dos temperaturas de horno diferentes, 500 y 600°C respectivamente. Para los componentes tratados térmicamente a 500°C, el tratamiento térmico se finalizó tras 30 minutos y 55 minutos, respectivamente. Para los componentes tratados térmicamente a 600°C el proceso se finalizó tras 28 minutos.

La figura 3 muestra el perfil de temperatura de los componentes, y se puede concluir que la temperatura del componente tratado térmicamente a una temperatura de horno de 600°C alcanzó 550°C tras 28 minutos.

La figura 4 muestra que se obtiene la misma permeabilidad para los componentes tratados térmicamente a 500°C durante 55 minutos que para los componentes tratados térmicamente a 600°C durante 28 minutos, mientras que los componentes tratados térmicamente a 500°C durante 30 minutos tienen una permeabilidad menor hasta la frecuencia de aproximadamente 80 kHz.

La estabilidad de frecuencia de los componentes tratados térmicamente a una temperatura de horno de 600°C durante 28 minutos y 500°C durante 50 minutos es aceptable y, ya que la permeabilidad es mayor por debajo de 80 kHz para estos componentes en comparación con los componentes tratados térmicamente a 500°C durante 30 minutos, se prefiere el método de utilización de una temperatura de horno mayor y un tiempo de permanencia menor.

Las superficies de los componentes se evaluaron visualmente con respecto al acabado superficial. La figura 5b muestra que el componente tratado térmicamente a 600°C y 28 minutos tiene un acabado superficial mejor en comparación con los componentes en la figura 5a tratados térmicamente a 500°C durante 30 minutos. El acabado superficial del componente en la figura 5c tratado térmicamente a 500°C durante 50 minutos era aceptable y mucho mejor que el acabado superficial del componente tratado térmicamente a 500°C durante 30 minutos, pero menos brillante comparado con el componente tratado térmicamente a 600°C durante 28 minutos. Se puede obtener de este modo una productividad elevada usando una mayor temperatura de tratamiento térmico y un menor tiempo de permanencia sin deteriorar la permeabilidad magnética. También se puede obtener un acabado superficial mejor.

REIVINDICACIONES

5 1. Método para mejorar las propiedades magnéticas de componentes magnéticos blandos (SMC) producidos por pulvimetalurgia por medio de:

- someter un cuerpo compactado que consiste en un material magnético blando de partículas de polvo aisladas y un lubricante orgánico, a un tratamiento térmico de alivio de esfuerzo en una atmósfera de horno;

10 y - controlar la atmósfera de horno durante el tratamiento térmico a un contenido de CO menor de 0,25% en volumen;

- finalizar el tratamiento térmico cuando el componente ha alcanzado una temperatura de al menos 400°C.

15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el contenido de CO en la atmósfera de horno es menor de 0,1% en volumen, preferiblemente menor de 0,05% en volumen.

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que las partículas de polvo aisladas consisten en un polvo de base de hierro esencialmente puro que tiene una barrera aislante que contiene oxígeno y fósforo.

20 4. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el tratamiento térmico se finaliza cuando el componente ha alcanzado una temperatura entre 450 y 650°C, preferiblemente entre 450 y 600°C.

25 5. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el tratamiento térmico se realiza en una atmósfera de horno que contiene al menos 10% en volumen de oxígeno; a una temperatura de horno que se ajusta entre 450 y 1000°C.

6. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la concentración de CO se mide en al menos un punto del horno de tratamiento térmico durante todo el ciclo de tratamiento térmico.

30 7. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el contenido de CO se reduce a un valor por debajo de 0,25, preferiblemente por debajo de 0,1% y más preferiblemente por debajo de 0,05%, en volumen controlando el flujo de aire a través del horno.

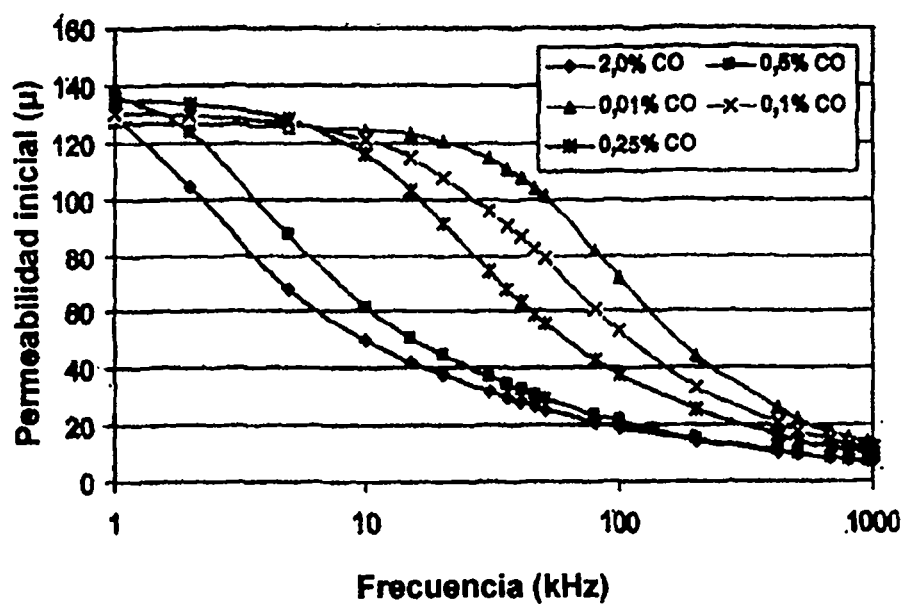


Fig 1

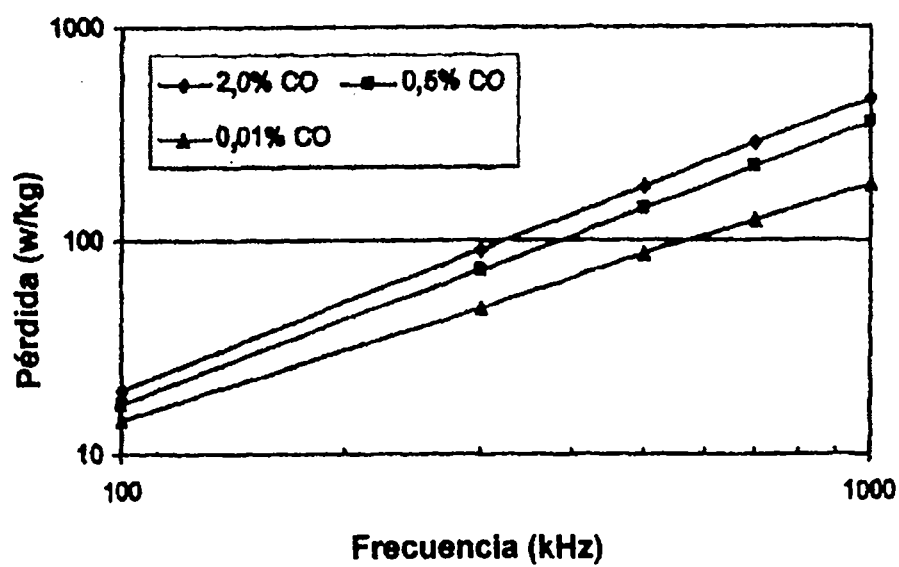


Fig 2

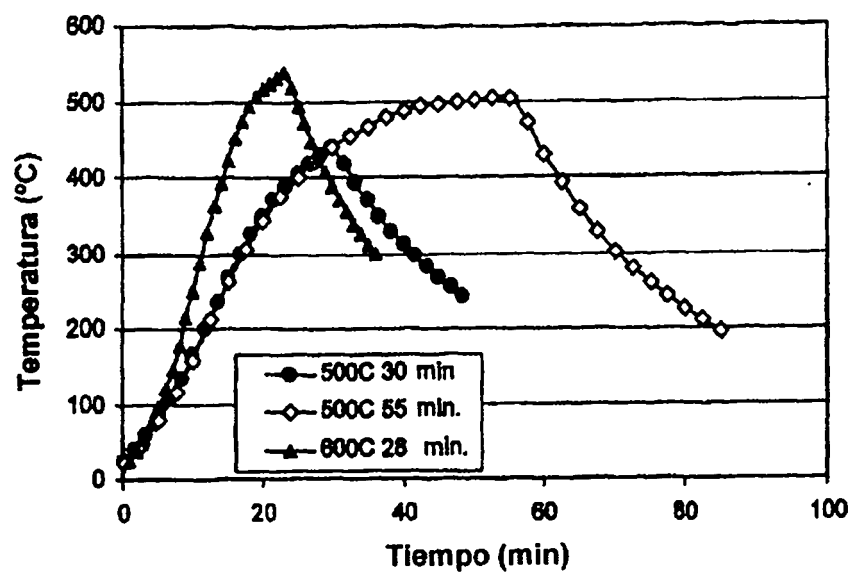


Fig 3

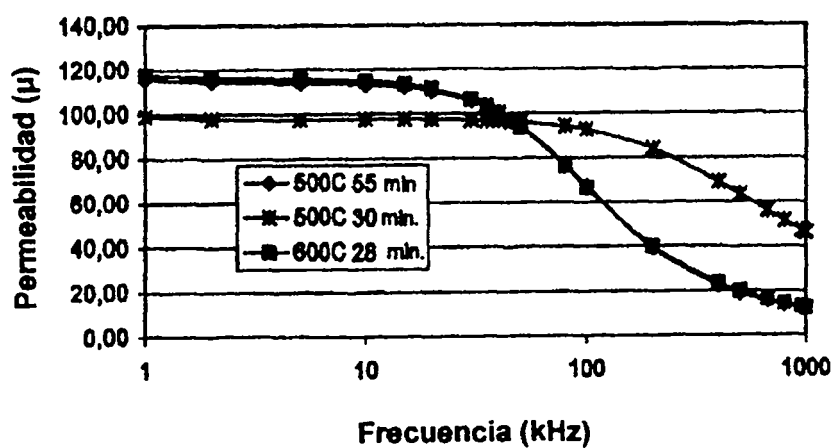


Fig 4

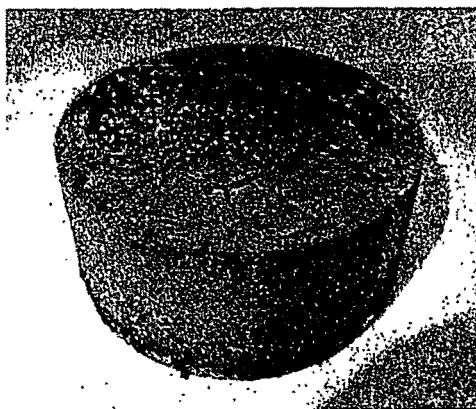


Fig 5a 500° C, 30 min

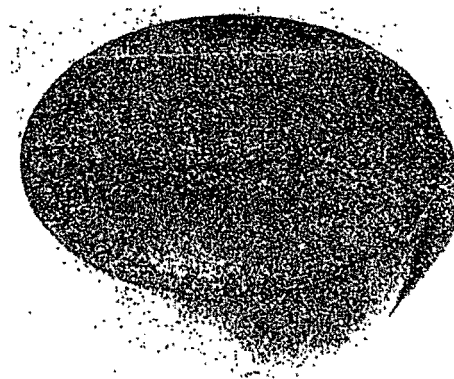


Fig 5b 500° C 55 min

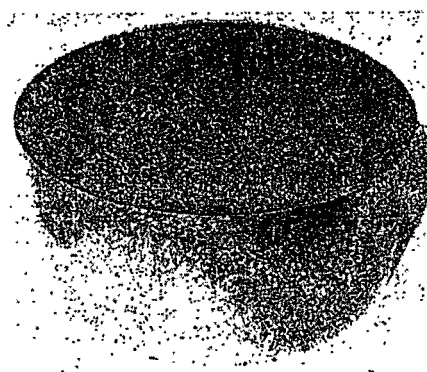


Fig 5c 600° C, 28 min