



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 164 528**

② Número de solicitud: 009900869

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: H01F 1/04

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **27.04.1999**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2002**

Fecha de concesión: **12.09.2003**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.10.2003**

⑯ Fecha de publicación del folleto de patente:  
**16.10.2003**

⑰ Titular/es: **UNIVERSITAT AUTÓNOMA  
DE BARCELONA  
08193 Bellaterra, Barcelona, ES**

⑱ Inventor/es: **Nogués Sanmiquel, Josep;  
Sort Viñas, Jordi;  
Amils Capdevila, Xavier;  
Muñoz Domínguez, Juan Santiago;  
Suriñach Cornet, Santiago y  
Baró Mariné, María Dolores**

⑲ Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

⑳ Título: **Procedimiento para aumentar la coercitividad de un material ferromagnético.**

㉑ Resumen:

Procedimiento para aumentar la coercitividad de un material ferromagnético.

Comprende: a) poner en contacto el material ferromagnético con un material antiferromagnético o con un material ferromagnético que tengan una temperatura crítica de Néel (del material antiferromagnético) o una temperatura crítica de Curie (del material ferromagnético) comprendida entre la temperatura ambiente y una temperatura inferior a la temperatura crítica de Curie del material ferromagnético cuya coercitividad se desea aumentar y b) acoplar magnéticamente los dos materiales mediante tratamientos térmicos en presencia de un campo magnético hasta obtener una imantación no nula del material ferromagnético cuya coercitividad se desea aumentar.

Se consigue aumentar la coercitividad de un material ferromagnético con una aportación menor de energía.

ES 2 164 528 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 - 28036 Madrid

## DESCRIPCION

Procedimiento para aumentar la coercitividad de un material ferromagnético.

La presente invención se refiere a un procedimiento para aumentar la coercitividad de materiales ferromagnéticos y ferrimagnéticos.

### Antecedentes de la invención

La coercitividad de un material corresponde al campo magnético que debe aplicarse para anular su imanación. Se trata de una propiedad muy importante de los materiales magnéticos, que la técnica ha intentado aumentar mediante diversos métodos.

Un método actualmente utilizado para aumentar la coercitividad de materiales magnéticos consiste en reducir el tamaño de los granos, ya sea por procesos químicos o por molienda mecánica.

Según este método, los granos deben tener un tamaño menor que una pared magnética, para conseguir partículas monodominio, pero deben ser suficientemente grandes para evitar fluctuaciones térmicas. El aumento de la coercitividad es máximo si al compactar los granos éstos se mantienen ligeramente separados mediante, por ejemplo, la segregación de fases en la interfase.

### Descripción de la invención

El procedimiento para aumentar la coercitividad de materiales ferro- y ferrimagnéticos, objeto de la invención, comprende:

- a) poner en contacto el material ferro- o ferrimagnético con un material antiferromagnético o con un material ferrimagnético que tenga una temperatura crítica de Néel (del material antiferromagnético) o una temperatura crítica de Curie (del material ferrimagnético) mayor que la temperatura ambiente e inferior a la temperatura crítica de Curie del material ferro- o ferrimagnético, cuya coercitividad se desea aumentar.
- b) acoplar magnéticamente los dos materiales mediante tratamientos térmicos en presencia de un campo magnético,  $\mu_0 H$  entre 0 y 12 Teslas, para obtener una imanación no nula del material ferro- o ferrimagnético, cuya coercitividad se desea aumentar.

Ventajosamente, la etapa a) de puesta en con-

tacto de los dos materiales se realiza por aleado mecánico.

El aleado mecánico o molienda mecánica consiste en soldar, fracturar y resoldar repetidamente partículas de polvo mediante un proceso de deformación mecánica altamente energético. En este proceso, mezclas de polvo elementales o prealeados son sometidos a una molienda tanto en vacío como en atmósfera controlada (inerte o reactiva), en un equipo capaz de suministrar fuerzas impactantes compresivas altamente energéticas, tal como un molino de rozamiento, de vibración o de agitación.

También ventajosamente, el acoplamiento magnético de las fases en la etapa b) se consigue calentando la mezcla de los dos materiales hasta una temperatura comprendida entre la temperatura de Néel del material antiferromagnético o la temperatura de Curie del material ferrimagnético y una temperatura inferior a la temperatura de Curie del material ferro- o ferrimagnético, durante un tiempo que puede oscilar entre 0,01 horas y 100 horas, enfriándose posteriormente la mezcla, en presencia de un campo magnético,  $\mu_0 H$  entre 0 y 12 Teslas, para crear una imanación no nula en el ferro- o ferrimagnético, hasta temperatura ambiente.

Preferentemente, la proporción entre el material ferro- o ferrimagnético y el material antiferromagnético o ferrimagnético está comprendida entre un 1 % y un 99 %.

Con la finalidad de controlar el procedimiento se pueden utilizar surfactantes, tales como ciclohexano, alcohol, acetona, etc.

A continuación se expone un ejemplo del procedimiento de la invención.

### Ejemplo

Se llevó a cabo la aleación mecánica de Co (material ferromagnético con temperatura crítica de Curie:  $T_c = 1400$  K) y NiO (material antiferromagnético con temperatura crítica de Néel:  $T_N = 590$  K), en atmósfera de argón, durante 20 horas. La aleación se calentó hasta 600 K en presencia de un campo magnético de  $\mu_0 H = 0,5$  T.

Después de esperar 30 minutos a esta temperatura, se enfrió la muestra en presencia del mismo campo hasta temperatura ambiente (300 K).

Se consiguió un aumento de la coercitividad del 150 % respecto al material original.

### REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para aumentar la coercitividad de materiales ferro y ferrimagnéticos, que comprende:

- a) poner en contacto el material ferro- o ferrimagnético con un material antiferromagnético o con un material ferrimagnético que tenga una temperatura crítica de Néel (del material antiferromagnético) o una temperatura crítica de Curie (del material ferrimagnético) mayor que la temperatura ambiente e inferior a la temperatura crítica de Curie del material ferro- o ferrimagnético, cuya coercitividad se desea aumentar.
- b) acoplar magnéticamente los dos materiales mediante tratamientos térmicos en presencia de un campo magnético,  $\mu_0 H$  entre 0 y 12 Teslas, para obtener una imanación no nula del material ferro- o ferrimagnético cuya coercitividad se desea aumentar.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que la etapa a) de puesta en contacto de los dos materiales se

realiza por aleado mecánico.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que el acoplamiento entre las fases en la etapa b) se consigue calentando la mezcla de los dos materiales hasta una temperatura comprendida entre la temperatura de Néel del material antiferromagnético o de Curie del material ferrimagnético y una temperatura inferior a la temperatura de Curie del material ferro- o ferrimagnético, durante un tiempo que puede oscilar entre 0,01 horas y 100 horas, enfriándose posteriormente la mezcla en presencia de un campo magnético,  $\mu_0 H$  entre 0 y 12 Teslas, para obtener una imanación no nula del material ferro- o ferrimagnético hasta temperatura ambiente.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que la proporción entre el material ferro- o ferrimagnético y el material antiferromagnético o ferrimagnético está comprendida entre un 1 % y un 99 %.

5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que se utilizan surfactantes, tales como ciclohexano, alcohol o acetona.

30

35

40

45

50

55

60

65



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 164 528

② N.º solicitud: 009900869

③ Fecha de presentación de la solicitud: 27.04.1999

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: H01F 1/04

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 338597 A (SUMITOMO SPECIAL METALS CO.) 25.10.1989, página 5, líneas 13-46.	
A	US 4854979 A (WECKER) 08.08.1989, columna 4, líneas 32-47.	
A	US 4960582 A (IWASAKI et al.) 02.10.1990, ejemplos.	

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

21.01.2002

Examinador

J. García-Cernuda Gallardo

Página

1/1



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① N.º de publicación: 2 164 528 B1

② Número de solicitud: 009900869

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: H01F 1/04

## CORRECCION DE ERRATAS DE FOLLETO DE PATENTE

Pág./INID	Omisión	Corrección
1, ⑤	Procedimiento para aumentar la coercitividad de un material ferromagnético.	Procedimiento para aumentar la coercitividad de materiales ferromagnéticos y ferrimagnéticos.