



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 138 906**

⑫ Número de solicitud: 009701488

⑤① Int. Cl.⁶: B22D 11/00

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **04.07.1997**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **16.01.2000**

⑫④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.01.2000

⑦① Solicitante/s:
APLICACIONES MAGNÉTICAS S.A.
José Abascal, 53
28003 Madrid, ES

⑦② Inventor/es: **Vázquez Villalabeitia, Manuel;**
Hernando Grande, Antonio;
Marín Palacios, Pilar;
Zhukov, Arcady;
Larin, Vladimir;
Torcunov, Alexander y
Antonenco, Alexander

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos revestidos de cubierta aislante con elevadas propiedades magnéticas.**

⑤⑦ Resumen:

Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos revestidos de cubierta aislante con elevadas propiedades magnéticas.

El microhilo se prepara calentando la aleación del metal deseada mediante un horno de inducción de alta frecuencia contenida en el interior de un tubo de vidrio. El calor del metal ablanda el tubo de vidrio y la extracción del microhilo se realiza mediante el arrollamiento del capilar de vidrio relleno de la aleación metálica en una bobina que gira convenientemente. El control del ritmo de enfriamiento permite la obtención de la microestructura metálica amorfa.

El comportamiento magnético (alta susceptibilidad inicial, bajo campo coercitivo y bajo campo de anisotropía) se controlará eligiendo la composición nominal de la aleación, el tiempo de exposición a la temperatura de sobrecalentamiento, la relación entre el diámetro del núcleo metálico y el diámetro total, y la temperatura y las condiciones de tratamiento térmico posterior a la fabricación.

ES 2 138 906 A1

DESCRIPCION

Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos revestidos de cubierta aislante con elevadas propiedades magnéticas.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención, según se expresa en el título de esta memoria descriptiva, consiste en la determinación de las composiciones, así como de las condiciones de fabricación y procesado que permiten obtener microhilos amorfos con elevada permeabilidad magnética inicial, reducido campo de anisotropia magnética y, como consecuencia frecuencia de resonancia ferromagnética natural relativamente baja.

Esta invención se encuadra dentro del campo técnico de los Materiales Magnéticos. Cubre también aspectos de Electromagnetismo, de Aplicación en campo de sensores magnéticos y de Metalurgia.

15 **Antecedentes**

Esta invención se refiere a la obtención de microhilos metálicos amorfos revestidos de cubierta aislante con elevada permeabilidad magnética inicial y bajo campo de anisotropia magnética.

20 El método para la fabricación de microhilos metálicos revestidos de cubierta aislante se revela en la referencia: S.A. Baranov, V.N. Berzhanski, S.K. Zotov, V.L. Kokoz, V.S. Larin and A.V. Torkunov, Fizika Metallov i Metallovedenie 67 (1987) 73, en donde se explica cómo la aleación del núcleo metálico previamente introducida dentro de un tubo de vidrio pyrex se funde mediante un horno alimentado por un generador de alta potencia, después de lo cual un capilar de vidrio relleno de la aleación metálica es
25 extraído y arrollado en unas bobinas giratorias.

Por otra parte, la determinación de las condiciones de fabricación para que la microestructura del núcleo metálico del microhilo obtenido sea amorfa se revelan en la U.S. Pat. No 5, 240, 066. Goryng et al. Aug. 31, 1993 en donde se especifican los rangos dentro de los que deben estar comprendidos
30 ciertos parámetros de fabricación como son la temperatura de sobrecalentamiento de la aleación fundida (250-300°C superior a la temperatura de fusión de la aleación), la longitud de la zona de enfriamiento (5-7 mm), la distancia de la zona de enfriamiento a la de calentamiento (40-50 mm), el ritmo de enfriamiento (105-106°C/s), etc..

A su vez, las propiedades magnéticas generales de estos microhilos amorfos han sido reveladas en M. Vázquez and A.P. Zhukov, J.Magn.Magn.Mat. 160 (1996) 223-228.

Sin embargo el problema del control de las propiedades magnéticas como permeabilidad magnética inicial y campo de anisotropia magnética del microhilo metálico que estando revestido de cubierta aislante
40 posee además estructura amorfa en función de los parámetros de fabricación y procesado todavía no ha sido considerado.

La presencia de permeabilidades magnéticas iniciales elevadas junto con muy bajos valores del campo de anisotropia magnética son las características fundamentales de los materiales magnéticos duros. Las
45 ventajas de estos microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas respecto a los hilos y las cintas convencionales y que merecen ser destacadas, entre otras muchas, son las siguientes: están aislados química y eléctricamente mediante el recubrimiento de vidrio tipo pyrex y sus pequeñas dimensiones permiten disminuir el tamaño de los dispositivos en donde son utilizados.

El objetivo de la presente invención es la determinación de las condiciones de preparación y procesado de microhilos metálicos amorfos recubiertos de vidrio aislante y que permiten la obtención de elevadas propiedades magnéticas como alta permeabilidad magnética inicial y reducido campo de anisotropia magnética. El control de los parámetros de la técnica de fabricación y los procesados térmicos
50 posteriores, así como la elección de las composiciones adecuadas para el núcleo metálico del microhilo permiten la obtención de un comportamiento magnético dulce muy acusado y en particular una muy elevada permeabilidad magnética inicial y un campo coercitivo y campo de anisotropia magnética muy reducidos. Se considerará un valor elevado de la susceptibilidad inicial aquel superior a 10.000, del campo coercitivo reducido aquel inferior a 10 A/m y del campo de anisotropia magnética reducido aquel inferior a 150 A/m.

60 **Explicación de la invención**

La presente invención, como ya se viene describiendo, se refiere a un método para la preparación de

microhilos amorfos recubiertos de vidrio pyrex con elevadas propiedades magnéticas.

El método genérico de fabricación ha sido ya descrito en alguna publicación científica como S.A. Baranov, V.N. Berzhanski, S.K. Zotov, V.L. Kokoz, V.S. Larin and A.V. Torkunov, Fizika Metallov i Metallovedeniye 67 (1987) 73 y en alguna patente como la U.S. Pat. No 5, 240, 066. Goryng et al. Aug. 31, 1993. La presente invención modifica el actual estado del arte en la medida en que significa controlar las propiedades magnéticas del microhilo amorfo recubierto de vidrio pyrex.

A continuación se describen los elementos de funcionamiento básicos en los que se fundamenta el método.

El dispositivo está formado por un generador de alta potencia para alimentar a una bobina que funde la aleación del núcleo metálico previamente introducida dentro de un tubo de vidrio pyrex. La extracción de los microhilos se realiza mediante el arrollamiento del capilar de vidrio pyrex relleno de aleación metálica en una bobina que se encuentran girando. La refrigeración de los microhilos se efectúa por medio de un chorro de agua.

Los detalles del proceso de la fabricación son los siguientes: la pastilla de aleación metálica de la composición nominal adecuada se coloca dentro del tubo del vidrio pyrex. El calentamiento de la aleación metálica se realiza por medio de la bobina de inducción que produce simultáneamente un ablandamiento del vidrio. Esto permite crear una capa externa continua del vidrio que cubre la aleación metálica fundida. La pastilla permanece fundida con una temperatura de sobrecalentamiento de 100-130°C por encima de la de fusión durante un tiempo (t). El valor de (t) está elegido por medio de las medidas experimentales en función de los parámetros geométricos precisos de los microhilos.

La exposición de la aleación a la mencionada temperatura da lugar a la evaporación parcial de algunos elementos de la aleación fundida. Como consecuencia de esto, cambiando el tiempo de exposición a la temperatura de sobrecalentamiento se posibilita la modificación de la composición final de la aleación metálica y por lo tanto su constante de magnetostricción que está directamente relacionada con el comportamiento magnético.

Cuando las temperaturas son demasiado elevadas (más de 100-130°C por encima de la temperatura de fusión) y debido a que la viscosidad del vidrio es más pequeña que la de la aleación, se produce la disolución del vidrio en el metal deteriorándose notablemente las propiedades del microhilo. Si las temperaturas son más bajas el tiempo de exposición, (t), requerido se hace demasiado largo de modo que se evapora demasiado material.

El comportamiento magnético de las muestras está directamente relacionado con la constante de magnetostricción de las mismas. El valor de la anisotropía magnetoelástica depende asimismo de las tensiones internas que aparecen como consecuencia de: i) tensiones originadas en el proceso de fabricación, ii) la diferencia entre los coeficientes de dilatación del vidrio y del metal y iii) la tensión de tracción relacionada con la velocidad de giro de la bobina donde se arrolla el microhilo. Por otra parte, la anisotropía magnetostática debida al factor desimanador da lugar a un eje fácil paralelo al eje de la muestra.

En su caso, los materiales magnéticos se utilizan para diversas aplicaciones en las altas frecuencias. Por tanto, un campo de anisotropía magnética reducido da lugar a una frecuencia de resonancia ferromagnética natural relativamente baja (entre 1 y 3 GHz) que permite utilizar dichos materiales en sensores de seguridad.

El comportamiento magnético con elevada susceptibilidad inicial y reducidos campos coercitivo y de anisotropía magnética se controlará eligiendo la composición nominal de la aleación, el tiempo de exposición a la temperatura de sobrecalentamiento (t), la relación entre el diámetro del núcleo metálico (D_n) y el del núcleo total (D_t), la temperatura de tratamiento térmico posterior.

La composición de la aleación del núcleo metálico es decisiva para la obtención de las propiedades magnéticas perseguidas. Consistirá en una aleación de metales de transición y elementos metaloides en una proporción en torno a la 70-80 % y 20-30 % respectivamente. Más aún como elementos metálicos se considera el Co cuya proporción relativa será del orden del 95 % dentro del conjunto de los metales. El coeficiente de magnetostricción correspondiente a esta aleación metálica debe ser inferior a 1 p.p.m en valor absoluto. Modificaciones de pequeños ajustes a este coeficiente de magnetostricción se consiguen mediante la adecuación de los procesos térmicos subsecuentes. Estos ajustes finos de ese coeficiente son del orden de décimas de p.p.m.

Elegida la composición nominal adecuada los tiempos de exposición (t) oscilan entre 1 y 5 min.

El diámetro del núcleo interno (D_n) puede oscilar entre 0.6 y 20 μm mientras que el diámetro total (D_t) varía entre 2 y 25 μm . El diámetro total del microhilo (D_t) condiciona el del núcleo (D_n) manteniéndose dentro de los siguiente límites: $0.20 < D_n/D_t < 0.95$.

La relación entre D_n y D_t determina en parte las tensiones internas siendo decisiva su influencia en las propiedades magnéticas finales de las muestras.

Manteniendo el tiempo de exposición fijo, la permeabilidad magnética inicial aumenta y campo de anisotropía magnética desminuye con el cociente D_n/D_t . Disminuyendo el tiempo de exposición es preciso pues aumentar el diámetro del núcleo interno para mantener o en algunos casos incrementar el valor de la permeabilidad inicial (μ_0) y disminuir el campo de anisotropía magnética (H_k) y de la frecuencia de resonancia ferromagnética natural.

Las tensiones presentes en el núcleo metálico magnético pueden ser modificadas mediante tratamientos térmicos adecuados de las muestras. Los recocidos se realizan por horno de inducción y en atmósfera inerte (Ar). Las temperaturas de tratamiento deben ser inferiores a las de cristalización de la aleación y suelen oscilar entre 100 y 400°C. Los tiempos de tratamiento pueden variar entre 5 y 60 min. Estos tratamientos modifican notablemente las propiedades magnéticas.

Un ejemplo típico que presenta permeabilidad magnética inicial (μ_0) de 5500 es la aleación de composición nominal $\text{Co}_{68}\text{Mn}_{7.4}\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ con diámetros del núcleo interno y total iguales a 20 y 25 mm respectivamente. El tiempo de exposición es de 1 minuto. Un tratamiento térmico de 30 min a la temperatura de 450°C produce un aumento de la susceptibilidad inicial hasta 137.000.

A continuación se muestran una serie de tablas con objeto de clarificar las reivindicaciones objeto de la presente patente.

La Tabla I muestra la influencia del tiempo de exposición (t) a la temperatura de sobrecalentamiento en la permeabilidad inicial de las muestras. En algunos casos, para tiempos inferiores a 15 min las muestras presentan comportamiento magnético biestable.

TABLA 1

Propiedades magnéticas de microhilos $\text{Co}_{67.6}\text{Mn}_{7.4}\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ fabricados variando diversos parámetros tecnológicos: tiempo de exposición (t) y parámetros geométricos (D_n y D_t)

No	t(min)	$D_n, (\mu\text{m})$	$D_t, (\mu\text{m})$	μ_0	B_r/B_s	H_c	
1	1	10.2	16.2	-	1	64	No, 1-7-cuadrado
2	5	4.8	14.4	-	1	96	ciclo de
3	5	10.0	15.8	-	1	64	histéresis con
4	5	15.2	24.2	-	1	48	biestabilidad
5	15	5.2	14.8	-	1	80	
6	15	10.6	18.8	-	1	48	
7	15	15	22.2	-	1	32	
8	30	5.4	12.8	100	0.9	48	ciclo de histéresis
9	30	11.6	16.4	200	0.85	32	no biestable
10	30	16.6	20	300	0.8	16	

La Tabla 2 representa las propiedades magnéticas de los microhilos $\text{Co}_{69}\text{Mn}_6\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ fabricados también con diversos parámetros tecnológicos: tiempo de exposición (t) y geometría de las muestras (D_n y D_t). Lo dicho anteriormente sobre el efecto de tiempo de exposición en la composición de los microhilos y la influencia de los parámetros geométricos en las propiedades magnéticas tiene la misma importancia en este caso.

TABLA 2

Propiedades magnéticas de microhilos $\text{Co}_{69}\text{Mn}_6\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ fabricados con diversos parámetros tecnológicos: tiempo de exposición (t) y parámetros geométricos de los microhilos (D_n y D_t)

No	t(min)	$D_n,(\mu\text{m})$	$D_t,(\mu\text{m})$	μ_0	B_r/B_s	H_c	
1	1	10	20	1000	0.2	112	
2	1	5	20	400	0.44	145	
3	1	15	22	5000	0.1	56	
4	2	5	18	1000	0.2	152	
5	2	10	20	3000	0.12	120	
6	2	15	22	5000	0.1	65	
7	4	5	16	2000	0.13	175	
8	4	10	18	3000	0.1	145	ciclo de histéresis
9	4	15	20	4000	0.08	120	no biestable
10	5	5	14	9000	0.1	255	
11	5	10	16	15000	0.08	200	
12	5	15	18	24000	0.06	160	

La temperatura de calentamiento fue mantenida entre 1300-1340°C. El ejemplo 2 representa que manteniendo fijos los tiempos de exposición y la temperatura, los cambios en los parámetros geométricos dan lugar a modificaciones significativas en las propiedades magnéticas.

Los ejemplos 1 y 2 representan que la variación del tiempo de exposición (t) es capaz de cambiar no sólo la permeabilidad y el campo coercitivo sino también el carácter del ciclo de histéresis.

El Ejemplo 3 representa la importancia de los parámetros geométricos en la obtención de buenas propiedades magnéticas en microhilos de composición fija.

TABLA 3

Propiedades magnéticas de microhilos de $Co_{69}Mn_6B_{15}Si_{10}$ fabricados con diversos parámetros geométricos

No	t(min)	$D_n,(\mu m)$	$D_t,(\mu m)$	μ_0	B_r/B_s	$H_c(A/m)$
1	1.5	5	12	4500	0.6	5
2	2.0	8	14	5000	0.5	5
3	12.0	10	18	5500	0.5	5
4	2.5	12	18	5000	0.4	4
5	2.5	14	20	5000	0.4	4
6	3.0	16	20	8000	0.4	3
7	0.5	18	22	15000	0.4	3
8	0.5	5	14	4000	0.7	6
9	1.0	8	18	5000	0.7	6
10	1.0	10	22	5000	0.5	7
11	1.5	12	24	4500	0.4	5
12	11.5	14	28	5000	0.4	5
13	1.5	16	30	5500	0.4	4
14	2.0	18	32	6000	0.4	4

El ejemplo 4 representa como se pueden optimizar las propiedades magnéticas y conseguir un valor máximo de la permeabilidad magnética para una composición fija variando los dos parámetros: tiempo de exposición (t) y geometría de las muestras (D_n , D_t). Los resultados experimentales se representan en la Tabla 4.

TABLA 4

Propiedades magnéticas de los microhilos $Co_{68}Mn_7B_{15}Si_{10}$ con diferentes parámetros tecnológicos: tiempo de exposición (t) y geometría (D_n y D_t)

No	t(min)	$D_n,(\mu m)$	$D_t,(\mu m)$	μ_0	B_r/B_s	$H_c(A/m)$
1	5	3	12.8	1450	0.6	64
2	4.5	4.4	14.6	1600	0.4	56
3	4.5	5.2	17	1650	0.25	48
4	3	6.6	19.8	2350	0.25	40
5	2.5	8.2	29.2	2550	0.2	24
6	2.5	10.8	20.8	2950	0.1	16
7	2	13.4	22.4	2400	0.09	24
8	2	14	24.2	3195	0.7	16
9	1.5	18.4	24.6	4350	0.08	15
10	1	20	25.2	5500	1	16

En la Tabla 4 se muestra que aumentando el diámetro del núcleo metálico hace falta disminuir el tiempo de exposición para mantener valores altos de la permeabilidad magnética. Además los valores del campo coercitivo y de B_r/B_s disminuyen.

En los ejemplos presentados, la frecuencia de resonancia ferromagnética natural se comprende en todos los casos entre 1.1 y 1.8 GHz.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos recubiertos de cubierta aislante con elevadas propiedades magnéticas por el que el control de las condiciones de fabricación y procesado permite obtener muestras con propiedades magnéticas específicas y elevadas.

2. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante según reivindicación anterior por el que elevada propiedad magnética significa elevada permeabilidad magnética, reducido campo de anisotropía magnética y como consecuencia frecuencia de resonancia ferromagnética natural relativamente baja.

3. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante, según reivindicaciones anteriores, y que consta de las siguientes etapas:

Provisión del tubo de vidrio conteniendo la aleación mecánica.

Fusión de dicha aleación metálica mediante una bobina de inducción alimentada por un generador de alta potencia. Posterior sobrecalentamiento del metal fundido. Fusión del tubo de pyrex a partir del calor generado por el metal fundido y sobrecalentado.

Extracción del microhilo mediante el arrollamiento del capilar de vidrio pyrex, relleno de la aleación metálica, en las bobinas.

Refrigeración de los microhilos mediante un chorro de agua.

Control del ritmo de enfriamiento del capilar relleno del metal con objeto de obtener una microestructura amorfa y conseguir un microhilo metálico revestido de cubierta de vidrio aislante.

4. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante dónde las muestras se obtienen según reivindicación 3 pero el comportamiento magnético se controla eligiendo la contante de magnetostricción determinada por la composición nominal, el tiempo de exposición (t) a la temperatura de sobrecalentamiento de la aleación fundida, la relación entre el diámetro del núcleo metálico (D_n) y el del núcleo total (D_t) y otros parámetros de procesado térmico posterior.

5. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante dónde la temperatura de sobrecalentamiento de la aleación fundida según reivindicaciones 3 y 4 es de 100-130°C por encima de la temperatura de fusión de la aleación metálica.

6. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante según reivindicaciones 3, 4 y 5 dónde los tiempos de exposición (t) de la aleación fundida que se refieren a la temperatura de sobrecalentamiento oscilan entre 1 y 5 min.

7. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante dónde según reivindicación 4 la constante de magnetostricción es pequeña (inferior a 1 p.p.m.)

8. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante dónde según reivindicación 4 la composición de la aleación consiste en metales de transición (entre 70 y 80 %) y en metaloide (entre 20 y 30 %)

9. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante dónde, según reivindicación 8, el metal de transición más abundante de la aleación es el Co y se presenta en una proporción relativa entre 93 y 96 % dentro del conjunto de los metales de transición presentes.

10. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante según reivindicación 4 en el que el diámetro del núcleo interno del microhilo (D_n) oscila entre 0.6 y 20 μm .

11. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante según reivindicación 4 en el que el diámetro total del microhilo (D_t) oscila entre 2 y 25 μm .

5 12. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante según reivindicaciones 4 y 9 en el que el valor de la permeabilidad magnética inicial aumenta con el cociente D_n/D_t si se mantiene constante el tiempo de sobrecalentamiento de la aleación fundida (t) reivindicado en 6.

10 13. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante, según reivindicación 4, en el que el valor de la permeabilidad magnética inicial aumenta con el cociente D_n/D_t si se mantiene constante el tiempo de sobrecalentamiento de la aleación fundida (t) reivindicado en 6.

15 14. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante, según reivindicaciones 4, 6 y 11, en el que la disminución del tiempo de sobrecalentamiento de la aleación fundida (t) exige aumentar el diámetro del núcleo interno para mantener o incrementar el valor elevado de la permeabilidad magnética inicial y reducir el valor del campo de anisotropía magnética.

20 15. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante, según reivindicación 4, en el que las temperaturas de procesamiento térmico para incrementar el valor de la permeabilidad magnética inicial y reducir el valor del campo de anisotropía magnética están por debajo de la temperatura de cristalización del material.

25 16. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante, según reivindicaciones 4 y 15, donde las temperaturas de procesamiento térmico necesarias para obtener la elevada permeabilidad magnética inicial y el campo de anisotropía magnética reducido oscilan entre 100 y 400°C.

30 17. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante, según reivindicaciones 4, 15 y 16, en el que los tiempos de procesamiento térmico necesarios para obtener unas elevadas propiedades magnéticas dulces oscilan entre 5 y 60 min.

35 18. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante, según reivindicaciones 15, 16 y 17, donde los tratamientos realizados para el procesamiento térmico de la aleación y permiten la obtención de permeabilidades magnéticas iniciales del orden de 10^3 y superiores a las obtenidas en el proceso de fabricación.

40 19. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante según reivindicación 18 donde la frecuencia de resonancia ferromagnética natural está comprendida 1 y 3 GHz.

45 20. Método de fabricación y procesado de microhilos metálicos amorfos con elevadas propiedades magnéticas recubiertos de cubierta aislante según reivindicaciones anteriores según el cual es posible la obtención de microhilos con permeabilidades magnéticas del orden de 10^3 o superiores, constantes de magnetostricción bajas (inferior a 1 p.p.m) y bajos campos de anisotropía con frecuencias de resonancia ferromagnética natural comprendida entre 1 y 3 GHz y en los que las dimensiones del diámetro del núcleo interno (D_n) y del diámetro total oscilan entre 0.6 y 20 μm y entre 2 y 25 μm respectivamente.

50

55

60



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

- ⑪ ES 2 138 906
⑫ N.º solicitud: 009701488
⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 04.07.1997
⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.⁶: B22D 11/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 4660025 A (HUMPHREY) 21.04.1987, columna 1, línea 36 - columna 2, línea 67.	1,2
A	US 4523621 A (RAY) 18.06.1985, columna 13, líneas 1-28; columna 4, líneas 41-42.	1-4,15-17
A	US 3856513 A (CHEN et al.) 24.12.1974, todo el documento.	1,8,9

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 30.11.1999	Examinador P. Pérez Moreno	Página 1/1
--	-------------------------------	---------------