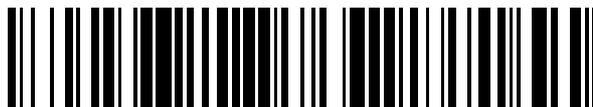


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 354 658**

21 Número de solicitud: 200901444

51 Int. Cl.:

G07D 7/04 (2006.01)

C25D 7/04 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **18.06.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2011**

Fecha de la concesión: **18.01.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **30.01.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
30.01.2012

73 Titular/es:
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
AVDA. SÉNECA 2
28040 MADRID, ES**

72 Inventor/es:
**CIUDAD RÍO-PÉREZ, DAVID;
SÁNCHEZ TRUJILLO, MARÍA DEL CARMEN y
PÉREZ GARCÍA, LUCAS**

74 Agente: **No consta**

54 Título: **SISTEMA DE FIRMA MAGNÉTICA PARA LA AUTENTICACIÓN DE DOCUMENTOS.**

57 Resumen:

Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos basado en el uso de los ciclos magnéticos de hilos magnéticos nanométricos o micrométricos ordenados perpendicularmente a la superficie del documento que se desea autenticar e incrustados en una membrana porosa no conductora. Para caracterizar los hilos se genera un campo magnético variable y se detecta la imanación de los hilos, por ejemplo mediante la fuerza electromotriz (f.e.m.) inducida en una espira situada plano-parallelamente al documento. Los hilos permiten definir un gran número de firmas porque pueden fabricarse por capas de diferentes materiales, magnéticos, no magnéticos y aleaciones, y los ciclos dependen de los materiales y de las dimensiones de cada capa. También pueden obtenerse ciclos diferentes modificando la dirección de imanación fácil del material magnético. Además, la ordenación perpendicular al documento aumenta la densidad superficial de hilos, facilita la imanación en esta dirección y la detección con el sistema mencionado.

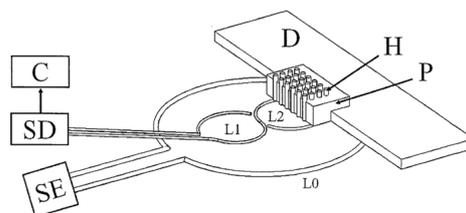


Fig. 1

ES 2 354 658 B1

DESCRIPCIÓN

Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos.

5 **Sector técnico**

La presente invención se encuadra en el sector técnico de los sistemas de seguridad y, más concretamente, se refiere a los sistemas de seguridad electromagnéticos aplicables a todo tipo de documentos en los que se requiere una verificación de la autenticidad de los mismos para evitar falsificaciones: tarjetas de crédito, monedas (papel moneda y 10 piezas metálicas), cheques, sellos y timbres, documentos oficiales o bancarios, etc.

Estado de la técnica

Existe un gran número de aplicaciones en las que se requiere una identificación de la autenticidad de documentos 15 de forma automatizada. Para satisfacer esta demanda existen diversos sistemas, estando considerados como los más seguros aquellos basados en detección infrarroja y los sistemas basados en la inclusión de materiales magnéticos en los propios documentos. En estos últimos, se conoce la respuesta del material magnético en función de un campo magnético aplicado, lo que permite grabar información para identificar y distinguir unos documentos de otros y es lo que se llama *firma magnética*. En función del tipo de material magnético empleado se pueden agrupar en dos grandes 20 grupos:

1. Material magnético blando en zonas predeterminadas. Se introducen diferentes materiales magnéticos blandos en determinadas áreas del documento y se realiza la identificación o reconocimiento comprobando que la imanación es la esperada. Es el principal uso de las llamadas tintas magnéticas que incluyen nanopartículas magnéticas, como se hace por ejemplo en la patente US 6257488 B1.
2. Material magnético duro distribuido en tiras. En este caso, se embeben transversalmente tiras del material magnético en el documento, como se hace, por ejemplo, en los billetes de curso legal. La posibilidad de codificar información adicional -por ejemplo, el propio valor de los billetes de curso legal- variando la 30 longitud y distribución de las zonas magnéticas permite una mejor identificación. Un ejemplo de esto es la patente US 413989 A1.

Dentro del grupo de los materiales magnéticos blandos, otra posibilidad consiste en el crecimiento de nanohilos o microhilos magnéticos. La longitud de estos hilos, tanto nanométricos como micrométricos, puede variar en un amplio 35 intervalo de valores que va desde 10 nm hasta 1 mm.

Los hilos pueden estar fabricados de un material magnético, o de una combinación de materiales magnéticos y no magnéticos dispuestos en forma de capas. La firma magnética de una distribución de hilos puede controlarse mediante la elección del diámetro de los poros en la membrana porosa no conductora, de los materiales empleados y del espesor 40 de las capas (M. Chen *et al.*, J. Appl. Phys. **93**, 8253 (2003)), puesto que esto define el ciclo magnético de los hilos. Con la elección de los materiales y de los espesores de las capas pueden obtenerse un gran número de firmas diferentes.

Los hilos magnéticos son particularmente interesantes porque pueden ser tanto ferromagnéticos como superparamagnéticos (X.T. Tang *et al.*, J. Appl. Phys. **99**, 123910 (2006)); es decir, es posible que posean una imanación permanente estable (caso ferromagnético) o, por el contrario, que la imanación sufra cambios de orientación espontáneos por fluctuaciones debidas a la temperatura (caso superparamagnético). Esto último ocurre cuando el volumen del material magnético es suficientemente pequeño, lo que se puede conseguir aislando pequeñas capas de material magnético entre capas de material no magnético, con lo que se evita el acoplamiento magnético de aquéllas.

Los hilos magnéticos permiten generar ciclos diferentes simplemente variando la dirección de anisotropía magnética de los hilos -dirección en la que el material magnético se imana fácilmente- aún cuando se empleen hilos formados por capas de las mismas dimensiones y realizadas con los mismos materiales. La dirección de la anisotropía magnética se puede alterar de diversas formas. En el caso particular de crecer el material magnético mediante electrodeposición, las condiciones del crecimiento, como el pH, los voltajes aplicados o incluso la presencia de un campo magnético aplicado (Shihui Ge *et al.*, J. Appl. Phys. **90**, 509 (2001)) permiten variar tanto la estructura cristalográfica de los materiales como la dirección de los ejes cristalográficos respecto del sustrato y, con ello, también la anisotropía magnética. 50

Independientemente del tipo de material magnético utilizado y de su disposición en el documento a identificar, un método habitual de detección e identificación de firmas magnéticas está basado en la detección de corrientes inducidas en un bobinado. Aunque su uso en sistemas antirrobo y vigilancia electrónica de mercancía está muy extendido, su utilización en sistemas de verificación de la autenticidad de documentos es más reducido. Los precedentes más próximos son las patentes US 5614824 A1 y US 6257488 B1. Para la identificación por el método de inducción, se genera mediante un bobinado un campo magnético alterno que imana el material magnético. La imanación del material magnético produce a su vez un campo magnético variable en el tiempo que induce una fuerza electromotriz (f.e.m) en un segundo bobinado, que actúa como detector. Un análisis de esta señal, por ejemplo por descomposición en armónicos como en US 5614824, US 6257488 B1 o WO 96/36873, permite caracterizar el material magnético y, por tanto, el reconocimiento de la firma magnética y la autenticación del documento. 65

Existen diversas geometrías posibles de los bobinados para la generación y detección del campo magnético. De entre las diferentes posibilidades, en la patente US 6257488 B1 se utiliza una en la que el flujo de campo magnético a través de la espira de detección es nulo en ausencia del material magnético a detectar. De esta forma la señal inducida se debe al material magnético que se quiere caracterizar y no al campo magnético aplicado para imanar el material, lo que mejora la relación señal-ruido. Estas geometrías, de las cuales también hay una gran variedad de realizaciones, se usan en diferentes tipos de dispositivos, como es el caso de algunos gradiómetros de campo magnético o algunos sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID).

Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de firma magnética para la autenticación de documentos que comprende nanohilos o microhilos magnéticos incluidos en los documentos mediante una membrana porosa no conductora en cuyos poros se sitúan, y de este modo se consigue que queden colocados tanto paralelos entre sí como perpendiculares a la superficie de dichos documentos. Esta distribución hace que la densidad superficial de nanohilos sea mayor que la conseguida con otras técnicas, como la de las tintas magnéticas, lo que facilita la detección de los nanohilos al tener mayor cantidad de material magnético para una determinada área.

Un aspecto de esta invención se refiere a un sistema de firma magnética que incluye hilos magnéticos que pueden estar formados por un único material magnético, por una sucesión de capas alternando diferentes materiales magnéticos, o bien por una sucesión de capas alternando materiales magnéticos con otros no magnéticos.

Mediante el uso de hilos magnéticos, en la presente invención se multiplica la variedad de firmas magnéticas disponibles al poder estar formados por capas de diferentes materiales magnéticos (lo que incluye materiales ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos, superparamagnéticos y paramagnéticos) y no magnéticos (diamagnéticos), así como de aleaciones de varios materiales magnéticos, incrementando así las posibilidades de etiquetado e identificación. Además, como los hilos son paralelos entre sí, la modificación de la dirección de anisotropía magnética de los hilos permite definir ciclos magnéticos diferentes. Dado que el ciclo magnético que se mide es la suma de los ciclos individuales de cada hilo, si éstos quedan distribuidos al azar no existe una dirección de anisotropía magnética del conjunto. Por el contrario, como en el sistema de la presente invención los hilos son paralelos entre sí, el conjunto de ellos posee una única dirección de anisotropía. Es decir, se pueden obtener diferentes firmas magnéticas variando la anisotropía magnética de los nanohilos o microhilos durante el proceso de producción.

El término "hilo magnético" hace referencia en la presente invención tanto a nanohilos como a microhilos; esto es, hilos cuyos diámetros se encuentran entre 1 y 500 nm-nanohilos- o entre 500 nm y 100 μm -microhilos-, donde 1 nm = 10^{-9} m y 1 μm = 10^{-6} m.

El paso fundamental en el proceso general de autenticado es el crecimiento de los hilos. Esto puede llevarse a cabo de diferentes formas (en J. C. Hulteen y C. R. Martin, J. Mater. Chem 7, 1075 (1997) puede verse una revisión de los métodos disponibles), de las que esta invención utiliza el método de electrodeposición. En este caso, es necesario fabricar o disponer de una membrana porosa no conductora y recubrir una de sus caras con un material conductor. A continuación, la membrana porosa no conductora se introduce en una solución con un electrolito que contenga disueltos en forma de iones el material o los materiales con los que se desea fabricar los hilos. La membrana porosa no conductora debe situarse de forma que la cara recubierta con el material conductor quede protegida del baño electrolítico, para que, de este modo, los iones metálicos solo puedan llegar al material conductor a través de los poros de la membrana porosa no conductora y los hilos crezcan al depositarse dentro de ellos. Para lograr la deposición de los iones en los poros se aplica un voltaje para causar su reducción sobre la superficie del material conductor. En presencia de varios iones en el electrolito, se utiliza el hecho de que cada ión tiene un potencial de reducción diferente para seleccionar cuál de ellos se deposita; de este modo se puede conseguir tanto el crecimiento de los hilos tanto por capas de diferentes materiales como de aleaciones. El espesor de las capas puede controlarse variando el tiempo de deposición del ión correspondiente.

Otro aspecto de la invención se refiere al grosor de las capas magnéticas de los hilos, lo que permite producir hilos no solo ferromagnéticos sino también superparamagnéticos. Un material magnético se denomina superparamagnético cuando en ausencia de campo magnético se encuentra desimanado, al aplicar un campo magnético su imanación llega a saturarse a partir de un determinado valor del campo y, además, no tiene histéresis. El comportamiento superparamagnético a temperatura ambiente lo presentan los materiales ferromagnéticos cuando el volumen de material es lo suficientemente pequeño como para que la energía térmica impida que la imanación del material permanezca orientada de forma estable en el tiempo en una dirección determinada. En el caso de los hilos formados por capas, el superparamagnetismo aparece si las capas de material magnético tienen un volumen por debajo de un determinado valor característico de cada material y, además, los espesores de las capas de material no magnético son lo suficientemente grandes como para aislar magnéticamente unas capas magnéticas de otras.

Además, la obtención de diferentes anisotropías en el crecimiento de hilos ferromagnéticos puede conseguirse al menos de dos formas: variando las condiciones de crecimiento (el potencial de electrodeposición y el pH del electrolito) o bien aplicando un campo magnético durante el crecimiento haciendo uso de carretes de Helmholtz.

Una vez que se han crecidos los hilos, el material conductor que recubre una de las caras de la membrana porosa no conductora se retira mediante un ataque químico selectivo. El conjunto compuesto por la membrana porosa no

conductora y los hilos se incrusta o sitúa a continuación sobre el documento a autenticar, por ejemplo pegándolo a su superficie como un sello.

En cuanto al sistema de detección del estado de imanación de los hilos, se ha conseguido mejorar sus características con respecto a los sistemas actualmente existentes, gracias a la utilización de dos espiras en oposición situadas plano-paralelamente al documento. La ordenación de los hilos perpendicular al documento facilita la imanación en esta dirección y con ello la detección con el sistema de espiras o bobinas. El campo magnético aplicado se genera mediante una espira o un bobinado y la detección se realiza mediante dos espiras o bobinados de menor tamaño conectados en oposición, siendo todas estas espiras o bobinados coplanares, lo que permite situar sobre ellas el documento de forma que los hilos magnéticos se encuentren a escasa distancia (del orden de 1 mm o menor) de la espira de detección. Se denomina *conexión en oposición* a aquella en la que, al aplicar un campo magnético que atraviesa ambas espiras o bobinados en el mismo sentido, el flujo neto de campo magnético en el conjunto es nulo a pesar de no serlo en cada una de las espiras o bobinados tomados de forma independiente. En la presente invención, se consigue esta condición de flujo magnético nulo situando las espiras o bobinas en oposición centradas en el interior de la espira o bobinado de excitación. La detección de las firmas magnéticas se realiza cuando los hilos se sitúan sobre una de las dos espiras o bobinados conectados en oposición, momento en el que el flujo magnético queda descompensado.

Otro aspecto de la invención comprende la disposición de las espiras o bobinados para generar y detectar los campos magnéticos. Como muestra la Figura 1, el campo magnético de excitación (SE en la Fig. 1) se genera mediante una espira o bobinado (L0). Para la detección utilizamos un sistema de espiras en oposición (L1 y L2), es decir, un bobinado en forma de ocho situado plano-paralelamente respecto a L0, lo que permite situar sobre dichas espiras el documento (D) de forma que los hilos se encuentren a escasa distancia (del orden de 1 mm o menor) de la espira de detección. Los hilos imanados se comportan como dipolos magnéticos, con lo que el campo magnético y la f.e.m. que pueden inducir en una espira se reducen con el cubo de la distancia r entre el nanohilo y la espira, $\propto 1/r^3$. Al centrar las espiras en oposición en el interior de la espira de excitación L0, el flujo neto de campo magnético que las atraviesa es nulo, dado que los flujos a través de las espiras L1 y L2 tienen la misma dirección y módulo, pero sentidos opuestos.

En resumen, la invención también comprende el método de detección y caracterización de la firma magnética que incluye:

- a) generar un campo magnético alterno mediante una corriente alterna que pasa a través de una espira o bobinado que en cada ciclo imane los nanohilos hasta su saturación;
- b) conectar dos espiras o bobinados en oposición, coplanares y centradas con la espira del paso a);
- c) situar la firma a identificar sobre una de las espiras del paso b), a una distancia del orden de 1 mm o menor de dicha espira;
- d) detectar las variaciones en la fuerza electromotriz inducida en las espiras del paso b) causadas por las variaciones de flujo magnético debidas al paso c);
- e) caracterizar las variaciones en la fuerza electromotriz inducida detectadas en el paso d).

La caracterización de la señal puede conseguirse mediante cualquier método que permita analizar la f.e.m. inducida en la espira de detección por el cambio en la magnetización de los hilos.

Breve descripción de las figuras

Para facilitar la comprensión de las principales características de la invención y formando parte integrante de esta memoria descriptiva, se acompaña una figura. Con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

Figura 1: Esquema del sistema de identificación. Se representa el documento (D) cuya autenticidad se quiere comprobar y las espiras de excitación (L0) y detección (L1 y L2). La membrana porosa no conductora de policarbonato (P) está incrustada en el documento (D) con los hilos magnéticos (H) ordenados de forma perpendicular a la superficie del mismo. El sistema para la generación del campo de excitación está formado por el generador de la señal excitadora (SE) y una espira (L0). El sistema de detección (SD) de los hilos está constituido por dos espiras conectadas en oposición (L1 y L2) y la electrónica necesaria (C) para analizar la fuerza electromotriz inducida en ellas. Todas las espiras están situadas plano-paralelamente al documento. En ausencia de los hilos el flujo magnético neto a través de ambos lazos (L1 y L2) es nulo. Cuando los hilos se encuentran sobre uno de los lazos (L2 en la figura), el flujo neto deja de ser nulo. El análisis de la fuerza electromotriz inducida permite caracterizar la firma magnética de los hilos (H).

Modo de realización de la invención

Habiendo descrito la presente invención, se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, que no son limitativos de su alcance; dicho alcance viene definido exclusivamente por la nota reivindicatoria adjunta.

Producción de los hilos

• Ejemplos 1-3

5 *Producción de hilos de cobalto o de cobre y cobalto en membranas de policarbonato*

Los hilos se crecieron por electrodeposición de cobre y cobalto a través de membranas porosas comerciales de policarbonato. La electrodeposición consiste en reducir iones de un metal, cargados positivamente y presentes en una solución electrolítica (electrolito), sobre una superficie cargada negativamente, que actúa como cátodo. El diámetro de los hilos está determinado por el tamaño del poro de la membrana, mientras que su longitud se puede controlar variando el tiempo de electrodeposición. Se pueden producir de forma industrial tanto nanohilos como microhilos de hasta varias decenas de micras (1 micra = 10^{-6} m) de longitud.

Se usaron membranas de policarbonato comercial de forma circular de 25 mm de diámetro, espesor de 5 μ m, densidad superficial de poros 4×10^6 poros/mm² y poros de diferentes diámetros en el rango comprendido entre 10 nm y 500 nm. Se evaporó por una de sus caras una fina película de material conductor y resistente al electrolito: 80 nm de oro usando una evaporadora convencional.

Para un buen control de los potenciales de electrodeposición se usó un sistema convencional de tres electrodos y un potencióstato como fuente. Se eligió un ánodo de platino por su baja reactividad y alta conductividad. Se emplearon las condiciones de crecimiento y el electrolito descritas en Pullini *et al.*, J. Mag. Magn. Mater. **316**, e242 (2007): 1,85 mol/l CoSO₄ 7H₂O + 0,021 mol/l CuSO₄ 5H₂O + 0,84 mol/l H₃BO₃ (pH = 4,5) y se añadió H₂SO₄ diluido en agua desionizada hasta alcanzar pH = 4,8.

Se realizó una voltametría para determinar los potenciales de crecimiento tanto del cobalto como del cobre.

Un potencial de 0,9 V da lugar al crecimiento de cobalto con una tasa de crecimiento de 10 nm/s. Fijando un potencial de 0,4 V crece cobre con una tasa de crecimiento de 1 nm/s. Variando el potencial entre uno y otro se crecieron hilos formados por capas de cobalto y cobre alternadas. En el Ejemplo 1 se mantuvo el potencial en 0,9 V durante 3 s y a continuación se varió a 0,4 V durante 10 s. Se repitió este ciclo 100 veces. Como resultado se obtuvieron hilos de 4 micras de longitud formados por capas de 30 nm de cobalto y 10 nm de cobre.

Para el Ejemplo 2, fijando esas mismas condiciones y variando los tiempos en los que se mantenía fijo el potencial, se obtuvieron hilos formados por capas de entre 1 nm y 2 μ m de cobalto separadas por capas de cobre de entre 1 nm y 20 nm.

Para el Ejemplo 3, asimismo, manteniendo fijo el potencial de 0,9 V durante 500 s se obtuvieron hilos de 5 μ m de longitud íntegramente formados por cobalto.

A continuación se eliminó la capa de oro de las membranas de policarbonato mediante un ataque químico selectivo, para evitar que las corrientes inducidas en el oro por el campo magnético variable del sistema de detección impidieran la imanación de los hilos. Se sumergieron las membranas en mercurio de forma que el oro se amalgamara con éste y desapareciera de las membranas.

Como resultado del proceso descrito se obtuvieron membranas de policarbonato con hilos formados por cobalto o por capas de cobalto y cobre, ordenados perpendicularmente a su superficie y embebidos en ellas. Estas membranas se utilizaron para autenticar los documentos de muestra; para ello se pegaron directamente en los documentos a modo de sello.

50 • Ejemplos 4-6

Producción de hilos de cobalto en membranas de alúmina

Se repitió el proceso según los ejemplos anteriores empleando membranas de alúmina comercial en vez de policarbonato. Se obtuvieron membranas de alúmina con hilos formados por cobalto (Ejemplo 4) o por capas de cobalto y cobre (Ejemplos 5 y 6), ordenados perpendicularmente a su superficie y embebidos en ella.

60 • Ejemplos 7-12

Producción de hilos de níquel y de hilos con capas de níquel y cobre en membranas de policarbonato y de alúmina

Se repitió el proceso de los Ejemplos 1-6 en lo que a la producción de los hilos y a los tipos de membrana utilizada se refiere, pero sustituyendo en el electrolito el CoSO₄ por NiSO₄. De esta forma se obtuvieron membranas de policarbonato con hilos de níquel (Ejemplo 7) o formados por capas de níquel y cobre (Ejemplos 8 y 9), así como membranas de alúmina con hilos de níquel (Ejemplo 10) o formados por capas de níquel y cobre (Ejemplos 11 y 12).

- Ejemplos 13-18

Producción de hilos de hierro y de hilos de hierro y cobre en membranas de policarbonato y de alúmina

5 Se repitió el proceso de los Ejemplos 1-6 en lo que a la producción de los hilos y a los tipos de membrana utilizada se refiere, pero sustituyendo en el electrolito el CoSO_4 por FeSO_4 , de forma que se obtuvieron tanto hilos de hierro (Ejemplo 13) como hilos formados por capas de hierro y cobre en membranas de policarbonato (Ejemplos 14 y 15), así como hilos de hierro (Ejemplos 16) e hilos formados por capas de hierro y cobre en membranas de alúmina (Ejemplos 17 y 18).

10

- Ejemplos 19-22

Producción de hilos de aleaciones ferromagnéticas en membranas de policarbonato y de alúmina

15

Se repitió el proceso de los Ejemplos 1-3 en lo que a la producción de los hilos se refiere, pero con el electrolito descrito en D. M. Davis y E. J. Podlaha, 205th Meeting Electrochemical Society, Abs. 26 (2004), obteniendo hilos formados por una aleación de CoNiFe (58% Co, 33% Ni, 7% Fe y 2% Cu) en membranas de policarbonato (Ejemplo 19) y de alúmina (Ejemplo 20), así como hilos formados por capas de esta aleación separadas por cobre en membranas de policarbonato (Ejemplo 21) y de alúmina (Ejemplo 22).

20

- Ejemplos 23-24

25 *Producción de hilos con capas de cobre y cobalto en membranas de policarbonato con control de la anisotropía magnética mediante la variación de las condiciones de crecimiento*

Se repitió el proceso de crecimiento de hilos según los Ejemplos 1 y 2, y se obtuvieron hilos con anisotropías magnéticas perpendicular y paralela modificando tanto el voltaje para electrodepositar el material ferromagnético como el pH del electrolito siguiendo los procedimientos descritos en M. Darques *et al.*, J. Phys. D **39**, 5025 (2006).

30

- Ejemplos 25-26

35 *Producción de hilos con capas de cobre y cobalto en membranas de policarbonato con control de la anisotropía magnética mediante la aplicación de campos magnéticos durante el crecimiento*

Se repitió el proceso de crecimiento de hilos según los Ejemplos 1 y 2, de modo que se obtuvieron hilos con anisotropía magnética tanto perpendicular como paralela debido a la aplicación, haciendo uso de carretes Helmholtz durante el crecimiento de los hilos, de campos magnéticos perpendiculares y paralelos siguiendo los procedimientos descritos en Shihui Ge *et al.*, J. Appl. Phys. **90**, 509 (2001)).

40

Sistema de excitación, detección y caracterización

45

- Ejemplo 27

Espiras de excitación y detección y amplificador lock-in para la caracterización

50 Para generar el campo magnético variable se utilizó un arrollamiento de hilo de cobre en forma de espira como el que puede verse en la Figura 1 (SE). El arrollamiento tenía 65 mm de radio y estaba formado por 25 espiras circulares fabricadas con hilo de cobre de 2 mm de diámetro. Este arrollamiento se alimentó con corriente alterna mediante el uso de un generador de frecuencias y un amplificador de potencia. Se utilizó una frecuencia entre 10 y 100 kHz. La señal se amplificó de forma que la amplitud de la intensidad de corriente que pasaba a través de las espiras fuese de 0,5 A.

55

El sistema de detección se fabricó mediante otro arrollamiento de cobre. Como se muestra en la Figura 1, se realizó un bobinado en forma de ocho (L1 y L2), lo que equivalía a tener dos bobinados conectados en oposición. De este modo, centrando el ocho dentro de la espira que generaba el campo magnético (L0), el flujo magnético a través de cada lazo (L1 y L2) era igual pero de signo opuesto y, por tanto, el flujo neto era nulo. El arrollamiento de detección se realizó con hilo de cobre de 0,3 mm de sección. Cada lazo estaba formado por 30 espiras de 10 mm de radio.

60

Para detectar la firma magnética se situó la membrana (P) sobre uno de los lazos, como se representa en la Figura 1. Debido a la imanación del material magnético, en esta situación se rompe la compensación del flujo en ambos lazos del bobinado de detección y la fuerza electromotriz inducida en el mismo permitió detectar, reconocer y caracterizar la firma magnética.

65

ES 2 354 658 B1

La caracterización se llevó a cabo mediante un amplificador *lock-in* que emplea como frecuencia de referencia la misma señal producida por el generador de frecuencias usado para generar el campo magnético. El amplificador *lock-in* descompone la señal en armónicos, quedando la firma magnética caracterizada por la amplitud de los mismos.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos que comprende nanohilos o microhilos magnéticos paralelos entre sí e incluidos en la membrana porosa no conductora en la que se han crecido la cual, a su vez, está incrustada o situada sobre el documento a autenticar, quedando los hilos en posición perpendicular a la superficie del documento.
- 10 2. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 1 **caracterizado** porque los nanohilos o microhilos magnéticos están formados por un único material magnético.
- 15 3. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 1 **caracterizado** porque los nanohilos o microhilos magnéticos están formados por una sucesión de capas alternando diferentes materiales.
4. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 3 **caracterizado** porque los nanohilos o microhilos magnéticos están formados por una sucesión de capas alternando materiales magnéticos con otros no magnéticos.
- 20 5. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 3 **caracterizado** porque los nanohilos o microhilos magnéticos están formados por una sucesión de capas de diferentes materiales magnéticos.
- 25 6. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos según cualquiera de las reivindicaciones 1-5 **caracterizado** porque los nanohilos o microhilos magnéticos son ferromagnéticos.
7. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 4 **caracterizado** porque los nanohilos o microhilos magnéticos son superparamagnéticos.
- 30 8. Sistema de firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 6 **caracterizado** porque los nano o microhilos ferromagnéticos están compuestos de aleaciones de materiales ferromagnéticos.
9. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos que comprende:
- 35 a) recubrir con un material conductor una de las superficies de una membrana porosa no conductora con poros paralelos entre sí y perpendiculares a la superficie de la misma;
- b) crecer nanohilos o microhilos por electrodeposición en el material descrito en a) de forma que los iones atraviesen los poros de la lámina hasta llegar al material conductor evaporado;
- 40 c) eliminar mediante ataque químico selectivo el material conductor depositado por evaporación en el paso a);
- d) incrustar o situar en el documento la membrana porosa con los hilos magnéticos en su interior obtenidos tras el paso c).
- 45 10. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 9, en el que los nano o microhilos del paso b) están formados por un único material magnético.
- 50 11. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 9, en el que los nano o microhilos del paso b) están formados por una sucesión de capas alternando diferentes materiales.
12. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 11, en el que los nano o microhilos están formados por una sucesión de capas alternando materiales magnéticos con otros no magnéticos.
- 55 13. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 11, en el que los nano o microhilos están formados por una sucesión de capas de diferentes materiales magnéticos.
- 60 14. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos según cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en el que los nano o microhilos son ferromagnéticos.
15. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 12, en el que los nano o microhilos son superparamagnéticos.
- 65 16. Método para elaborar una firma magnética para la autenticación de documentos según la reivindicación 14, en la que los nano o microhilos están formados por una aleación ferromagnética.

17. Método de detección y caracterización de la firma magnética descrita en las reivindicaciones 1-8 que comprende:

- 5 a) generar un campo magnético alterno mediante una corriente alterna que pasa a través de una espira o bobinado que en cada ciclo imane los nanohilos hasta su saturación;
- b) conectar dos espiras o bobinados en oposición, coplanares y centradas con la espira del paso a);
- 10 c) situar la firma a identificar sobre una de las espiras del paso b), a una distancia del orden de 1 mm o menor de dicha espira;
- d) detectar las variaciones en la fuerza electromotriz inducida en las espiras del paso b) causadas por las variaciones de flujo magnético debidas al paso c);
- 15 e) caracterizar las variaciones en la fuerza electromotriz inducida detectadas en el paso d).

18. Sistema para la detección del campo magnético generado por el método de la reivindicación 17 que comprende dos espiras o bobinados cada una de las cuales es de menor tamaño que la espira o bobinado que genera el campo magnético, estando las espiras conectadas en oposición y siendo coplanares entre sí y con la espira o bobinado que genera el campo magnético.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

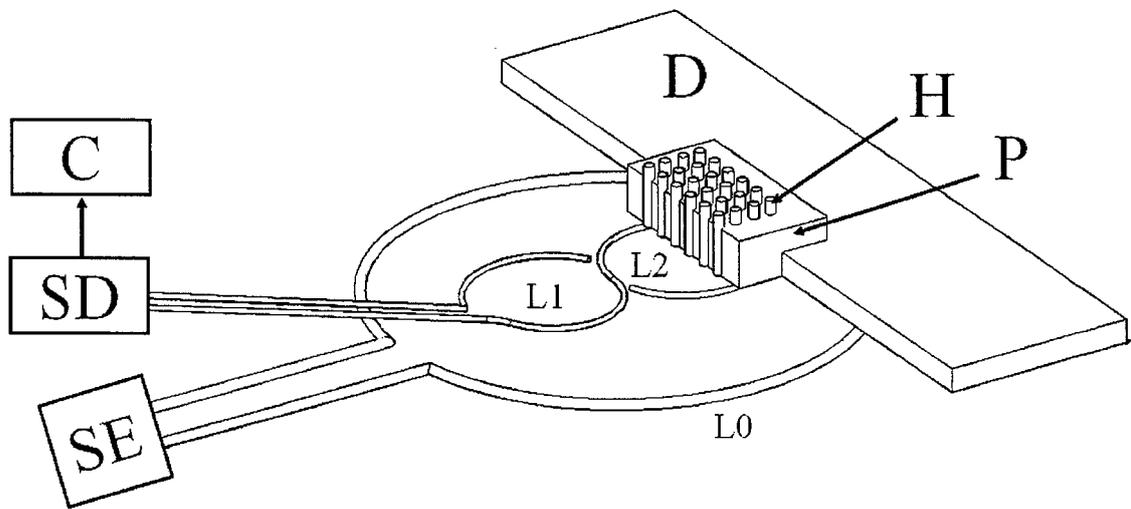


Fig. 1



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901444

②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.06.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G07D7/04** (01.01.2006)
C25D1/04 (01.01.2006)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 5175419 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 29.12.1992, columna 1, líneas 14-51; columna 3, línea 38 – columna 4, línea 37; columna 7, línea 67 – columna 8, línea 11; reivindicaciones 1-2; figuras 1-2,11.	1-18
Y	ZENG, H. et al. Magnetic properties of self-assembled Co nanowires of varying length and diameter. J. Appl. Phys. 87, 4718 (2000), DOI:10.1063/1.373137.	1-18
A	US 6257488 B1 (BEKAERT SA NV) 10.07.2001, columna 5, líneas 22-39; columna 11, línea 64 – columna 12, línea 12; reivindicaciones 18,22; figuras 6-7.	17-18
A	WO 2008129524 A1 (UNIV COLLEGE CORK NAT UNIV IE et al.) 30.10.2008, reivindicaciones 1-29; figuras 1-3.	1-16
A	JP 2005129009 A (FUJI ELECTRIC RETAIL SYSTEMS) 19.05.2005, resumen; Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE. [Recuperado el 23.02.2011]	1,9,17

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 nº:

Fecha de realización del informe
24.02.2011

Examinador
E. Pina Martínez

Página
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G07D, C25D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, XPESP, NPL

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 24.02.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-18	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-18	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 5175419 A (FUJI ELECTRIC CO LTD)	29.12.1992
D02	ZENG, H. et al. Magnetic properties of self-assembled Co nanowires of varying length and diameter. J. Appl. Phys. 87, 4718 (2000), DOI:10.1063/1.373137.	01.05.2000
D03	US 6257488 B1 (BEKAERT SA NV)	10.07.2001

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica anterior más próximo al objeto reivindicado. Este documento, en combinación con el documento D02, también del estado de la técnica cercano, afecta a la actividad inventiva de todas las reivindicaciones, tal y como se explicará a continuación.

Reivindicación 1

El documento D01, usando la terminología empleada en la reivindicación 1 de la solicitud, describe lo siguiente (las referencias entre paréntesis se refieren a D01):

Sistema de firma magnética (Fig.1) para la autenticación de objetos (2) que comprende una disposición de hilos magnéticos (1) paralelos entre sí situados sobre el objeto a autenticar.

La diferencia principal entre el sistema descrito en D01 y el sistema reivindicado en la solicitud reside en el material magnético empleado, que en la solicitud se trata de una membrana porosa no conductora sobre la que se crecen microhilos o nanohilos y que se disponen de manera perpendicular a la superficie del documento.

El efecto técnico que con esta diferencia se consigue en el sistema reivindicado es el aumento de la densidad superficial de nanohilos o microhilos, lo que conllevaría una mayor facilidad de detección para una determinada área.

Por otra parte, en el documento D02 se describe un material magnético consistente en una membrana porosa no conductora (de alúmina) en la que se crecen hilos magnéticos (Fe, Ni o Co) en dirección perpendicular al plano de la membrana.

Asimismo en este documento se hace referencia al efecto técnico de esta disposición perpendicular, que es el aumento de la densidad superficial de material magnético.

A la vista del estado de la técnica anterior disponible, se considera que un experto en la materia, enfrentado al problema de cómo aumentar la amplitud de la señal de detección en un sistema de firma magnética para la autenticación de documentos como el descrito en D01, modificaría sin esfuerzo inventivo éste sustituyendo el material magnético utilizado en D01 por el material descrito en D02.

Es decir, la combinación de los documentos D01 y D02 afecta al requisito de actividad inventiva en el sentido que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/86.

Reivindicaciones 2-8

Las reivindicaciones dependientes se refieren a diferentes selecciones del material magnético que conforma los nanohilos o microhilos. Estas selecciones tienen como efecto técnico la presencia de diferentes coercitividades que permitan una mayor disponibilidad en la codificación del sistema de firma magnética.

En la medida en que este efecto es conocido y está descrito igualmente en el documento D01 (col. 1, lín. 33-51) la mera selección del tipo de material o materiales en el dispositivo de la reivindicación 1 se considera una opción evidente para un experto en la materia.

Por tanto, estas reivindicaciones carecen del requisito de actividad inventiva (Art. 8.1 LP).

Reivindicación 9-16

El método para elaborar una firma magnética definido en la reivindicación 9 comprende por una parte las etapas relativas a la fabricación del material magnético (etapas a-c) y por otra, la etapa de colocación del material fabricado (etapa d).

En cuanto a las etapas a-c son etapas suficientemente conocidas y usuales en los sectores relacionados con la técnica de electrodeposición de materiales y que pueden encontrarse descritas explícita o implícitamente en el documento D02.

Por otra parte, la mera colocación del material fabricado en el documento de la etapa d), sin que en ésta se especifique una disposición particular que implique una forma de operar especial, se considera una etapa elemental, necesaria y común a cualquier sistema de firma magnética para autenticación de documentos, que puede verse reflejada por ejemplo en el documento D01 (ver figura1).

Por tanto, de lo anterior se deduce que de la combinación del conocimiento descrito en los documentos D01 y D02 se derivaría de manera obvia para el experto en la materia el método para elaborar una firma magnética mediante las etapas definidas en la reivindicación 9. Así, se considera que esta reivindicación carece del requisito de actividad inventiva (Art. 8.1 LP)

En cuanto a las reivindicaciones dependientes 10-16, se consideran meras opciones de selección de material en función de la coercitividad o coercitividades requeridas para la codificación del sistema de firma magnética. Como ya se argumentó para las reivindicaciones 2-8, esta selección no entraña el ejercicio de un esfuerzo inventivo para el experto en la materia, por lo que las reivindicaciones 10-16 no satisfacen el requisito de actividad inventiva (Art. 8.1 LP).

Reivindicaciones 17 y 18

El documento D01 describe un método de detección y caracterización de una firma magnética que incluye las siguientes etapas:

- a) generar un campo magnético alterno mediante una corriente alterna que pasa a través de una espira que en cada ciclo imana los microhilos hasta su saturación
- b) conectar una espira centrada con la espira del paso anterior;
- c) situar la firma a identificar sobre la espira del paso anterior
- d) detectar las variaciones en la fuerza electromotriz inducida en la espira del paso b) causadas por las variaciones de flujo magnético debidas a la presencia de la firma
- e) caracterizar las variaciones en la fuerza electromotriz inducida detectadas en el paso d).

La diferencia entre lo anteriormente descrito y el método reivindicado en la solicitud reside en la etapa b, es decir, en el subsistema de detección, que en la solicitud está constituido por dos bobinas conectadas en oposición y coplanares a la espira generadora de campo alterno.

El efecto técnico que produce esta diferencia es la total compensación de los campos magnéticos inducidos por el campo generado en el paso a), de tal manera que en ausencia de la firma magnética el voltaje generado en el subsistema de detección es cero y en presencia de la firma se induce un voltaje en una de las bobinas, que da lugar a una señal distinta de cero; mejorándose de esta manera la precisión en la medida.

No obstante, esta solución es una práctica habitual en el sector de la técnica relacionado (ver por ejemplo el documento D03) por lo que se considera que la modificación de la etapa c) para incluir un par de bobinas compensadas no implicaría el ejercicio de un esfuerzo inventivo por parte de un experto en la materia enfrentado al problema de cómo mejorar la precisión en la medida.

Los argumentos anteriores se hacen extensibles al sistema de detección reivindicado en la reivindicación 18.

Por tanto, las reivindicaciones 17 y 18 carecen del requisito de actividad inventiva (Art. 8.1 LP) frente al estado de la técnica anterior.

En conclusión, la solicitud no satisface los requisitos de patentabilidad que se establecen en el Art. 4.1 LP.