



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 352 923**

② Número de solicitud: 200930241

⑤ Int. Cl.:

**G01R 33/09** (2006.01)

**H01F 1/22** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **01.06.2009**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2011**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**24.02.2011**

⑦ Solicitante/s:  
**ARAGONESA DE COMPONENTES PASIVOS, S.A.**  
**Polígono Industrial, s/n**  
**50500 Tarazona, Zaragoza, ES**

⑦ Inventor/es: **Mercadal Yanguas, Fernando;**  
**Ibarra, Ricardo;**  
**Sevillano, José Ramón y**  
**Antorrena, Guillermo**

⑦ Agente: **Pons Ariño, Ángel**

⑤ Título: **Sensor magnetorresistivo.**

⑦ Resumen:

Sensor magnetorresistivo.

La invención describe un sensor (1) de posición magnetorresistivo, que comprende al menos una pista (2) magnetorresistiva que permite detectar cambios de posición de un elemento (3) generador de campo magnético, donde el material magnetorresistivo que forma la pista (2) magnetorresistiva comprende micropartículas (4) metálicas embebidas en una matriz (5) polimérica.

ES 2 352 923 A1

## DESCRIPCIÓN

Sensor magnetorresistivo.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención está dirigida a un sensor de posición fabricado empleando un novedoso material magnetorresistivo que tiene unas propiedades mecánicas, eléctricas y magnéticas ventajosas y no conseguidas hasta ahora.

### 10 Antecedentes de la invención

El efecto magnetorresistivo consiste en el cambio de la resistividad eléctrica de un material debido a la variación del campo magnético al que está sometido. En la actualidad son conocidos los sensores y transductores de posición basados en el efecto magnetorresistivo, que son, junto con los sensores de efecto Hall, las principales alternativas a los tradicionales sensores y transductores de posición basados en contactos mecánicos entre un elemento resistivo y un cursor, o en general entre una parte móvil y otra fija. La principal ventaja de los sensores magnetorresistivos es la ausencia de contactos mecánicos entre elemento activo y estímulo externo, de modo que se evita el desgaste mecánico del sensor, incrementando su vida útil y su fiabilidad. La vida útil y la fiabilidad son características clave en sectores como la automoción, ya que los vehículos requieren cada vez un número mayor de sensores de máxima duración y fiabilidad.

La construcción de sensores de este tipo requiere la deposición de un material magnetorresistivo sobre un substrato. Actualmente se conocen materiales magnetorresistivos granulares nanoestructurados, que están basados en nanopartículas magnéticas embebidas en una matriz metálica, aislante, semiconductor o polimérica. Sin embargo, hasta el momento no ha sido posible conseguir materiales magnetorresistivos basados en nanopartículas que tengan al mismo tiempo una resistencia adecuada para la fabricación de sensores de posición (del orden de KOhms) y una respuesta magneto resistiva suficiente a temperatura ambiente (ante campos magnéticos del orden de  $10^2$  Oe la variación de la resistencia es sólo de 0.002%/Oe).

### 30 Descripción de la invención

En el presente documento, el término “sensor de posición” se debe interpretar de un modo amplio, incluyendo en general cualquier sensor cuyo funcionamiento está basado en detectar el cambio en la resistencia de una pista de material magnetorresistivo ante la variación de posición de un elemento generador de campo magnético. Por ejemplo, se incluyen sensores angulares y lineales, analógicos y digitales, tanto de posición como de desplazamiento, de proximidad, de presencia, interruptores y codificadores. También pertenecen al ámbito de esta invención los sensores de medida de variables dinámicas, como son sensores de velocidad, frecuencia y tiempo.

La presente invención describe un novedoso sensor de posición fabricado un material magnetorresistivo que soluciona la problemática descrita. Hasta ahora todos los intentos de crear materiales magnetorresistivos adecuados para sensores de posición estaban dirigidos a partículas magnéticas de tamaño nanométrico, ya que es únicamente en esa escala de tamaños donde se encuentran partículas monodominio magnético. Sin embargo, en contra de dicha opinión establecida en este campo de la técnica, los inventores de la presente solicitud han descubierto que un material formado por micropartículas metálicas en lugar de nanopartículas presenta elevados valores de magnetorresistencia, adecuados para la fabricación de sensores de posición. El elevado valor de la magnetorresistencia de este material se debe a la aparición de una capa de óxido superficial sobre las micropartículas metálicas, que afecta tanto a su conductividad como a su magnetorresistencia. Dos posibles mecanismos son los responsables de los elevados valores de magnetorresistencia observados.

El primero de ellos está relacionado con el principio de magnetoresistencia balística en sistemas con múltiples nanocontactos, BMR (acrónimo del inglés Ballistic Magnetoresistance). El efecto BMR se observa en nanocontactos, obteniéndose valores de magnetorresistencia de hasta 40000%, que suponen los mayores valores de magnetorresistencia jamás conseguidos. Sin embargo, la implementación de este fenómeno a sistemas reales de interés comercial no se ha podido llevar a cabo debido a la dificultad técnica para su procesado y su baja estabilidad. Los sistemas referidos como BMR en multinanocontactos hasta la fecha tampoco se han podido aplicar a sistemas reales por carecer de una estabilidad y reproducibilidad mínimas necesarias para su explotación industrial.

En segundo lugar, el efecto magnetorresistivo observado puede estar relacionado con la magnetorresistencia en sistemas granulares. Si bien la presente invención emplea partículas de la escala de micras en vez de nanómetros, el recubrimiento de óxido de las micropartículas introduce la escala nanométrica en el material.

El empleo de un material magnetorresistivo basado en micropartículas metálicas en la fabricación de sensores de posición presenta, entre otras, las siguientes ventajas:

65 - Disminución del coste de las partículas: Es técnicamente más sencillo producir partículas de tamaño micrométrico que nanométrico, por lo cual existe una mayor oferta a precios más bajos.

- Simplificación del proceso de fabricación del sensor: El proceso de dispersión de las micropartículas metálicas en la matriz se hace más sencillo. Además, al presentar menos superficie relativa la reactividad de las micropartículas no es tan elevada como en el caso de micropartículas siendo por lo tanto menos exigentes en el control de atmósferas para su manipulación y procesado.

- Mayor flexibilidad en la formulación del material magnetorresistivo: Es posible aumentar la concentración de micropartículas en la matriz, lo cual permite alcanzar valores resistivos más adecuados con respuestas magnetorresistivas interesantes.

Así, un primer aspecto de la invención describe un sensor de posición que comprende una pista magnetorresistiva que permite detectar cambios de posición de un elemento generador de campo magnético, donde el material magnetorresistivo que forma la pista comprende micropartículas metálicas embebidas en una matriz polimérica. Preferentemente, el elemento generador de campo magnético es un imán permanente, aunque sería también posible emplear electroimanes, bobinas, etc.

En particular, se ha comprobado que un material magnetorresistivo compuesto por una matriz polimérica con micropartículas de hierro proporciona los mejores resultados, consiguiéndose resistencias de las pistas magnetorresistivas del orden de  $10^2$ - $10^4$  Ohms, rango de interés para la gran mayoría de aplicaciones de sensores magnetorresistivos.

En cuando a la concentración de micropartículas, ésta debe ser suficientemente elevada para asegurar percolación, es decir permitir la conducción eléctrica a través de caminos formados por las micropartículas dispersas en el material. La percolación depende fundamentalmente de las formas y tamaños de las micropartículas, marcando un límite inferior de concentración de micropartículas en la matriz. Por otro lado, la procesabilidad y estabilidad mecánica del material magnetorresistivo imponen un límite superior para la concentración de micropartículas. Así, en el caso de emplear micropartículas de hierro se ha descubierto que micropartículas de entre 1 micras y 25 micras de tamaño medio, más preferiblemente entre 8 micras y 12 micras, en una concentración en peso de entre el 80% y el 95%, más preferiblemente entre el 91% y el 94%, es buen compromiso entre propiedades magnetorresistivas, de transporte eléctrico, mecánicas y de procesabilidad. Las micropartículas de la presente invención pueden ser de diferentes formas, bien esféricas, con forma de placas, de copos, etc.

Un segundo aspecto de la invención describe un procedimiento de fabricación de un sensor de posición magnetorresistivo que comprende una pista magnetorresistiva que permite detectar cambios de posición de un elemento generador de campo magnético, comprendiendo el procedimiento las siguientes operaciones:

1) Agregar micropartículas metálicas a una matriz polimérica fundida o disuelta. Además de las micropartículas metálicas (material, tamaño, forma) y, en su caso, del disolvente, se pueden añadir a la matriz polimérica otros componentes conocidos en la técnica, como por ejemplo catalizadores, endurecedores, agentes humectantes, otras cargas, etc. Esto permite modular las propiedades físico-químicas del material magnetorresistivo en función del método de aplicación que se vaya emplear.

2) Dispersar las micropartículas metálicas en la matriz polimérica para formar una pasta magnetorresistiva. En general, puede ser necesario emplear agentes dispersantes y métodos mecánicos para obtener una buena dispersión de las partículas metálicas, como por ejemplo mezcladoras y molinos de vía húmeda.

3) Aplicar una capa de pasta magnetorresistiva sobre un sustrato del sensor para formar la pista magnetorresistiva. La técnica de deposición se elige según cada caso teniendo en cuenta el espesor de la pista, el material que forma el sustrato, etc., aunque los métodos de aplicación más comunes son la pulverización, inyectado, serigrafía o tintero.

4) Secar la pasta magnetorresistiva que forma dicha pista magnetorresistiva. Opcionalmente, el procedimiento de la invención puede comprender además una operación final de curado de la pista magnetorresistiva.

El empleo de este tipo de técnicas para la formación de la pista magnetorresistiva proporciona ventajas con relación a las técnicas empleadas habitualmente en la técnica. Por ejemplo, se pueden realizar pistas de material magnetorresistivo de áreas eventualmente tan grandes como se desee. Este hecho permite trabajar no sólo en una configuración habitual de tipo puntual, en la que las pistas magnetorresistivas detectan la presencia o proximidad del imán permanente en función del campo magnético que sienten, sino también en una configuración que se denominará extendida, en la que el campo magnético va cubriendo progresivamente una pista magnetorresistiva, obteniéndose una variación de la resistencia de la pista progresiva e intrínsecamente lineal. Esta configuración equivale a tener una infinidad de pistas magnetorresistivas en serie que se irían activando conforme se desplaza el medio generador de campo magnético sobre los mismos. Este tipo de diseño no es posible con otras tecnologías que únicamente permiten la alternativa denominada puntual.

### Breve descripción de los dibujos

Las Figs. 1a y 1b muestran un ejemplo de un sensor magnetorresistivo de acuerdo con la presente invención, respectivamente con y sin la carcasa de protección.

## ES 2 352 923 A1

La Fig. 2 muestra un corte de una de las pistas magnetorresistivas que forman en sensor de la Fig. 1.

La Fig. 3 muestra un esquema eléctrico del ejemplo de sensor de la Fig. 1.

5 Las Figs. 4a y 4b muestran dos posibles configuraciones del sensor magnetorresistivo de la presente invención: configuración puntual y configuración extendida.

La Fig. 5 muestra una gráfica de la respuesta magnetorresistiva de una pista resistiva de micropartículas de hierro de 10 micras y matriz polimérica aislante.

10

### Realización preferente de la invención

A continuación se describe un ejemplo de realización de un sensor (1) magnetorresistivo de acuerdo con la presente invención. Las Figs. 1a y 1b muestran una vista en perspectiva del sensor (1), donde se aprecian dos pistas (2) magnetorresistivas puntuales que detectan los cambios de posición de un elemento (3) generador de campo magnético, que en este ejemplo es un imán permanente. Una carcasa (6) protege la circuitería del sensor (1) contra agresiones externas. La Fig. 2 muestra un corte de una de las pistas (2) magnetorresistivas del sensor (1) del presente ejemplo, donde se aprecia la estructura interna de la pista (2) magnetorresistiva, formada por micropartículas (4) de hierro embebidas en la matriz (5) polimérica. En este ejemplo, las micropartículas (4) de hierro tienen un tamaño medio de 10 micras y tienen forma alargada.

20

El esquema eléctrico de este sensor (1) magnetorresistivo se representa en la Fig. 3, donde se aprecia cómo, en función de la posición del imán permanente, se producirá una de las dos situaciones siguientes:

25

$$R=R' \quad V_{\text{salida}}=V_{\text{cc}}/2$$

30

$$R>R' \quad V_{\text{salida}}<V_{\text{cc}}/2$$

35

Es decir, modificando la posición relativa del imán permanente con relación a las pistas (2) magnetorresistivas, variará la resistencia de las mismas y por lo tanto se producirá un desequilibrio en el puente que se traducirá en una variación en el voltaje de salida. En este ejemplo, se han empleado unas pistas (2) magnetorresistivas de tipo puntual (configuración puntual, Fig. 4a), aunque, como se ha descrito anteriormente en el presente documento, una de las mayores ventajas de la invención consiste que la posibilidad de depositar pistas (2) de áreas elevadas (configuración extendida, Fig. 4b) para detectar la posición del elemento (3) generador de campo magnético de forma continua.

40

Por último, la Fig. 5 muestra una gráfica donde se representa, en el eje de ordenadas izquierdo, la variación en ohmios de la resistencia de una pista (2) magnetorresistiva del presente ejemplo, en el eje de ordenadas derecho, el valor en porcentaje de dicha magnetorresistencia, y en el eje de abscisas, el campo magnético en KOe. Se aprecia cómo se han obtenido en muestras de resistencia a campo nulo  $10^3$ - $10^4$  Ohms, variaciones de MR, a temperatura ambiente, del orden del en el rango de  $10^3$  Oe.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Sensor (1) de posición magnetorresistivo, que comprende al menos una pista (2) magnetorresistiva que permite detectar cambios de posición de un elemento (3) generador de campo magnético, **caracterizado** porque el material magnetorresistivo que forma la pista (2) magnetorresistiva comprende micropartículas (4) metálicas embebidas en una matriz (5) polimérica.

10 2. Sensor (1) de posición de acuerdo con la reivindicación 1, donde las micropartículas (4) metálicas son de hierro.

3. Sensor (1) de posición de acuerdo con la reivindicación 2, donde el tamaño medio de las micropartículas (4) de hierro está entre 1 micras y 25 micras, siendo el porcentaje en peso de hierro del material magnetorresistivo de entre el 80% y el 95%.

15 4. Sensor (1) de posición de acuerdo con la reivindicación 3, donde el tamaño medio de las micropartículas (4) de hierro está entre 8 micras y 12 micras.

5. Sensor (1) de posición de acuerdo con la reivindicación 3, donde el porcentaje en peso de hierro está entre el 91% y el 94%.

20 6. Sensor (1) de posición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento (3) generador de campo magnético es un imán permanente.

25 7. Sensor (1) de posición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las micropartículas (4) son esféricas.

8. Procedimiento de fabricación de un sensor (1) de posición magnetorresistivo que comprende una pista (2) magnetorresistiva que permite detectar cambios de posición de un elemento (3) generador de campo magnético, **caracterizado** porque comprende las siguientes operaciones:

30 agregar micropartículas (4) metálicas a una matriz (5) polimérica fundida o disuelta;

dispersar las micropartículas (4) metálicas en la matriz (5) polimérica, formándose un material magnetorresistivo;

35 aplicar una capa de material magnetorresistivo sobre un sustrato del sensor (1) para formar la pista (2) magnetorresistiva; y

secar el material magnetorresistivo que forma dicha pista (2) magnetorresistiva.

40 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, que además comprende la operación de curar el material magnetorresistivo que forma la pista (2) magnetorresistiva.

45

50

55

60

65

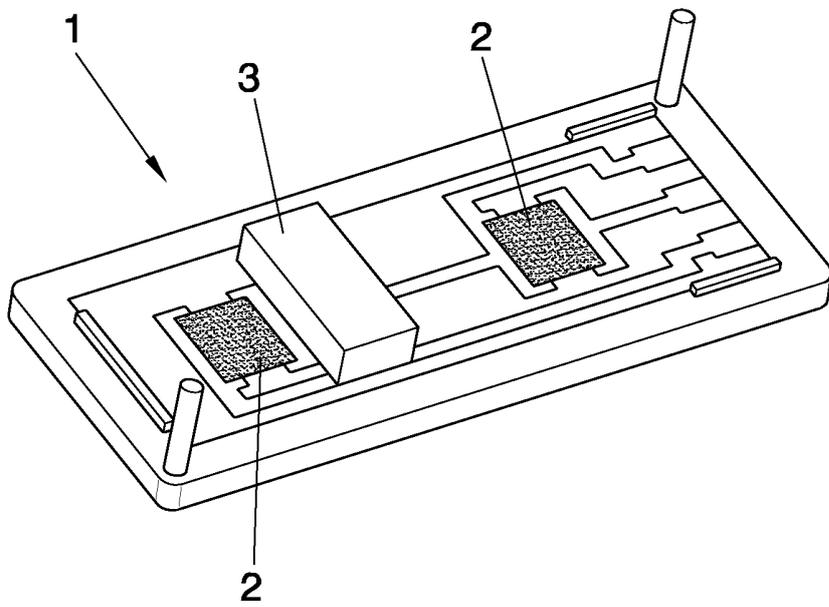


FIG. 1a

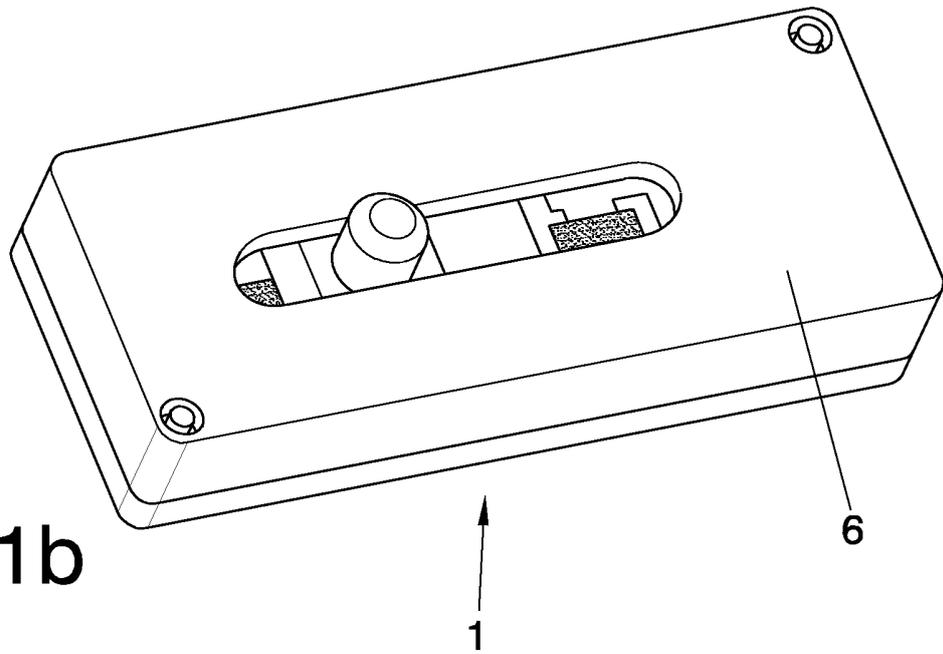


FIG. 1b

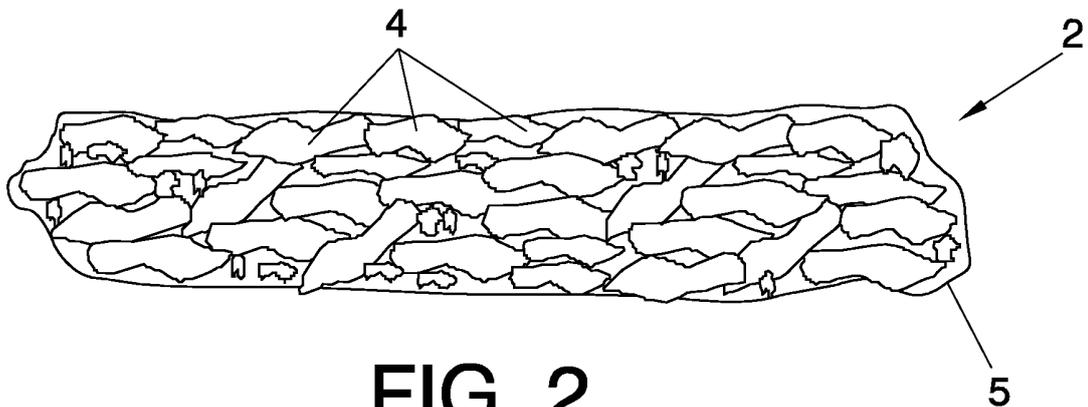


FIG. 2

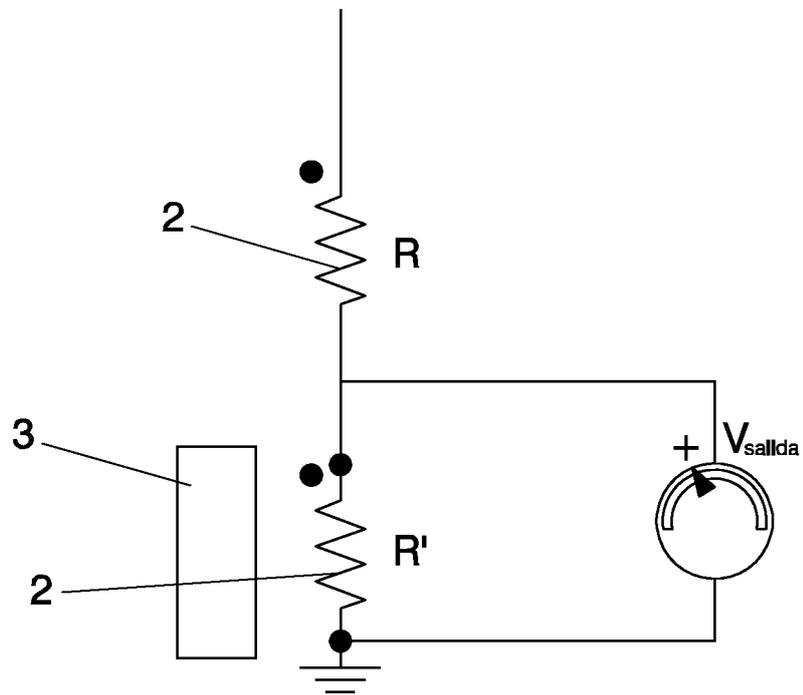


FIG. 3

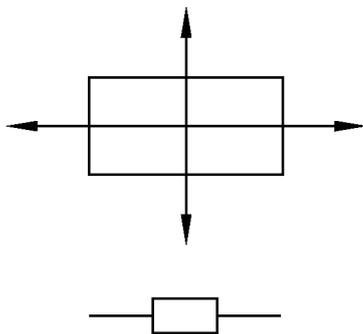


FIG. 4a

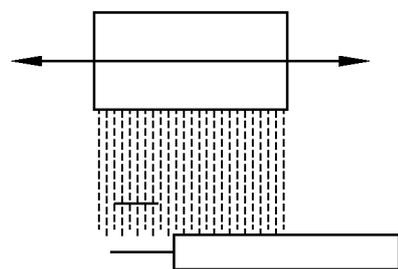


FIG. 4b

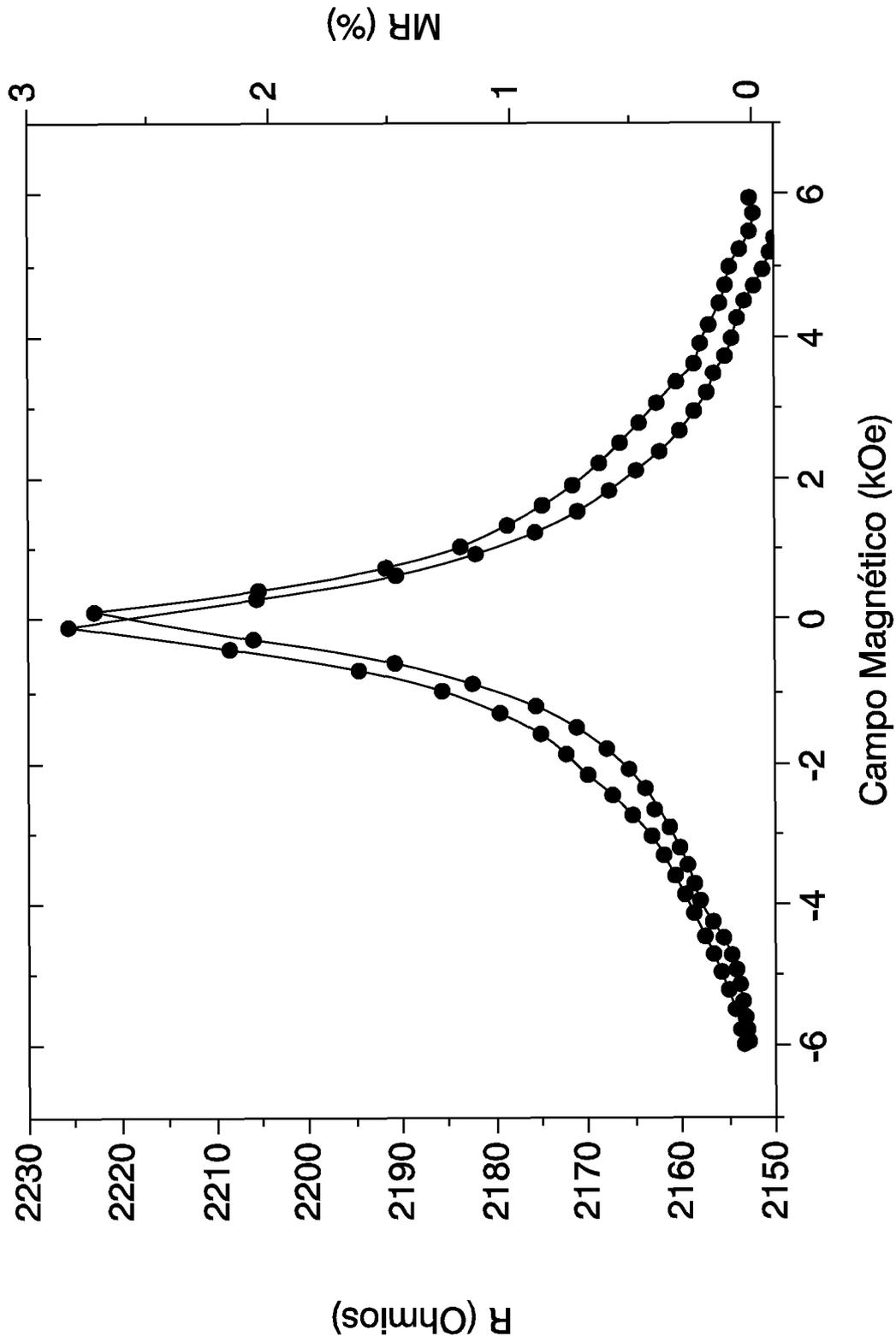


FIG. 5



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200930241

②② Fecha de presentación de la solicitud: 01.06.2009

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01R33/09** (01.01.2006)  
**H01F1/22** (01.01.2006)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 6430440 B1 (PACESETTER INC) 06.08.2002, columna 6, líneas 11-37; figuras 2A-2C.	1-9
Y	IOAN BICA, Giant Resistances Based on Magnetorheological Suspensions. J. Ind. Eng. Chem., Vol. 13, No. 2, (2007) 299-304.	1-9
A	IOAN BICA, Electroconductive Magnetorheological Suspensions: Production and Physical Processes, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volumen 15, Issue 2, Marzo 2009, Páginas 233-237, ISSN 1226-086X, DOI: 10.1016/j.jiec.2008.09.010.	1-5

#### 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  
10.02.2011

Examinador  
E. Pina Martínez

Página  
1/4

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

G01R, H01F

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, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 10.02.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-9	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-9	<b>NO</b>

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 6430440 B1 (PACESETTER INC)	06.08.2002
D02	IOAN BICA, Giant Resistances Based on Magnetorheological Suspensions. J. Ind. Eng. Chem., Vol. 13, No. 2, (2007) 299-304.	01.03.2007

**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 en la solicitud. Este documento, en combinación con el documento D02, también perteneciente al estado de la técnica anterior cercano, afecta a la actividad inventiva de todas las reivindicaciones, tal y como se detalla a continuación.

**Reivindicación 1**

El documento D01 describe, utilizando los términos empleados en la reivindicación 1, el siguiente dispositivo (las referencias numéricas corresponden a D01):

Sensor (150) de posición magnetorresistivo que comprende un elemento (152) magnetorresistivo que permite detectar cambios de posición de un elemento (160) generador de campo magnético, y que está formado por un material que presenta magnetorresistencia gigante (GMR).

Así, en el documento D01, a diferencia de la solicitud en estudio, no se especifica cómo es la estructura del material magnetorresistivo que se utiliza como elemento sensor.

Por otra parte, en el documento D02 se describe un material que presenta magnetorresistencia y que está formado por micropartículas metálicas embebidas en un matriz polimérica.

Se considera, que un experto en la materia, partiendo del dispositivo descrito en el documento D01 utilizaría sin realizar un esfuerzo inventivo cualquier material magnetorresistivo al alcance de su conocimiento, entre ellos el material del documento D02, para construir un sensor como el reivindicado en la solicitud. Es decir, esta selección de material se considera una opción evidente para el experto en la materia.

Por tanto, a la vista del estado de la técnica anterior, la reivindicación 1 carece del requisito de actividad inventiva en el sentido del Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/86.

**Reivindicaciones 2-7**

En cuanto a las reivindicaciones dependientes, no se considera que éstas comprendan características técnicas novedosas ni adicionales que impliquen un grado de actividad inventiva respecto a lo descrito en los documentos D01 y D02.

Por tanto, las reivindicaciones 2-7 carecen de actividad inventiva frente al estado de la técnica anterior (Art. 8.1 LP).

**Reivindicaciones 8-9**

En cuanto al procedimiento de fabricación del sensor, reivindicado en la solicitud, las etapas relativas a la fabricación del material magnetorresistivo se encuentran divulgadas en el documento D02. Por otra parte, las etapas de aplicación sobre un sustrato, secado y curado del material para formar la pista magnetorresistiva se consideran etapas suficientemente conocidas en el sector de la técnica relacionado, y evidentes para un experto en la materia. Así estas reivindicaciones carecerían del requisito de actividad inventiva frente al estado de la técnica anterior (Art. 8.1 LP).

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