



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 276 615**

② Número de solicitud: 200502629

⑤ Int. Cl.:
G01R 33/09 (2006.01)
C04B 35/36 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **28.10.2005**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2007**

Fecha de la concesión: **19.03.2008**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **16.04.2008**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

⑦ Titular/es: **Universidad Complutense de Madrid
Rectorado - Avenida de Séneca, 2
28040 Madrid, ES**

⑦ Inventor/es: **Alonso Rodríguez, José María;
González Calbet, José María;
Cortés Gil, Raquel;
Arroyo Puente, Alfredo;
Vallet Regí, María;
Hernando Grande, Antonio;
García García-Tuñon, Miguel Ángel;
Calvo Robledo, Javier y
González Fernández, Jesús María**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basado en óxidos mixtos de manganeso con estructura tipo perovskita.**

⑦ Resumen:

Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basado en óxidos mixtos de manganeso con estructura tipo perovskita.

Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basado en óxidos mixtos de La-Ca-Sr-Mn con estructura tipo perovskita capaz de detectar campos magnéticos continuos con intensidades comprendidas entre 0 y 9 T, medir su intensidad con una precisión de 1 Oe (1 T = 10.000 Oe) y su orientación, todo ello en un amplio intervalo de temperatura. Su elemento sensor consiste en una pastilla cilíndrica con un espesor de, al menos, un orden de magnitud menor que su diámetro, del óxido mixto con una cantidad controlada de vacantes catiónicas en la subred A de la misma. Dicho material presenta variaciones apreciables de resistencia eléctrica en función del campo magnético aplicado.

ES 2 276 615 B1

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basado en óxidos mixtos de manganeso con estructura tipo perovskita

5

Sector de la técnica

La presente invención se enmarca en el sector de los Sensores Magnéticos y de los Materiales Magnéticos y consiste en un dispositivo capaz de detectar y medir tanto la magnitud como la dirección de campos magnéticos continuos. Se basa en el uso de materiales que poseen magnetorresistencia colosal (MRC). La magnetorresistencia (MR) es la variación de la resistencia eléctrica de un material como consecuencia de la variación de su estado de imanación al estar sometido a la acción de un campo magnético. Dicha propiedad es, por tanto, muy útil a la hora de detectar y medir campos magnéticos y, como tal, se utiliza en numerosos campos de la tecnología tales como sensores de campos magnéticos, posicionadores, cabezales de lectura en equipos de grabación o memorias magnéticas, etc. Es necesario destacar que dentro de los sensores basados en la magnetorresistencia la presente invención tiene como principal ventaja el hecho de que es capaz de detectar y medir campos magnéticos continuos comprendidos entre 0 y 9 T con una precisión del orden de 1 Oe, así como de determinar su orientación. Además, a diferencia de la mayoría de los sensores magnetorresistivos que utilizan una película delgada como elemento básico, la presente invención utiliza material masivo preparado por método cerámico lo que simplifica su preparación y reduce notablemente los costes.

20

Estado de la técnica

Se conoce desde hace años que la resistencia eléctrica de los metales ferromagnéticos comunes (Fe, Co, Ni...) y de algunas de sus aleaciones, aumenta cuando está sometida a la acción de un campo magnético y, por tanto, presentan magnetorresistencia positiva ($MR=R(H^10)-R(H=0)/R(H=0)$). A mediados de la década de los 90 se descubrió que óxidos mixtos con estructura tipo perovskita (ABO_3) de fórmula general $Ln_{1-x}T_xMnO_3$ ($Ln = La, Pr, Nd, \dots$ y $T=Ca, Sr, Ba, Pb, \dots$) presentan una gran variación de su resistencia eléctrica bajo la acción de campos magnéticos. En estos materiales, a diferencia de lo que sucedía con los metales, la resistencia disminuye, la magnetorresistencia es, por tanto, negativa y, dado su extraordinario valor (que puede llegar a ser del 100%), se la denomina magnetorresistencia gigante o colosal. Dado que la variación de la resistencia eléctrica de estos materiales está asociada a la variación en su estado de imanación y que éste transita desde un estado paramagnético a otro ferromagnético, los valores máximos de MR en estos materiales se alcanzan a temperaturas próximas a su temperatura de Curie (T_c).

25

30

35

40

45

50

55

Es un hecho conocido que en el sistema $Ln_{1-x}T_xMnO_3$, el estado de imanación varía en función del estado de oxidación del Mn y el procedimiento, habitualmente más usado, para modificar el estado de oxidación del Mn, es variar el valor de x . Así, el sistema $La_{1-x}Ca_xMnO_3$ presenta un carácter antiferromagnético y aislante para $0 \leq x \leq 0,15$ y $0,45 \leq x \leq 1$, mientras que en el intervalo $0,15 < x < 0,45$ el sistema presenta un comportamiento ferromagnético y metálico. En dicho intervalo, el sistema tiene, además, altos valores de MR. La temperatura de Curie máxima se alcanza para $x=0,33$ y tiene un valor de $T_c=270$ K y, aproximadamente, un 80% de MR a dicha temperatura y 9 T de campo aplicado, valores todos ellos inapropiados para su utilización en la fabricación de sensores. Para su posible uso tecnológico, el primer requerimiento sería aumentar la temperatura de Curie al menos hasta temperatura ambiente. Es un hecho conocido que aumentando el radio iónico de los cationes situados en las posiciones A de la estructura perovskita ABO_3 la temperatura de Curie de los materiales aumenta (H. Y. Hwang *et al*, Phys. Rev. Left. 75, 914, (1995)), llegando hasta 360 K para el material $La_{2/3}Sr_{1/3}MnO_3$. Sin embargo, estos materiales necesitan todavía la aplicación de campos magnéticos de decenas de kOe para obtener porcentajes de MR importantes. Será necesario disminuir, al menos, en un orden de magnitud la intensidad de los campos magnéticos para que dichos materiales puedan presentar aplicaciones tecnológicas. Una forma de disminuir la intensidad de los campos magnéticos es utilizando materiales en forma de película delgada; de hecho, existen numerosas patentes sobre detectores de campo magnético basadas en materiales magnetorresistivos tipo perovskitas (US 6496004, ES 2 086 993, ES 086 994, US 5792569 y ES 2 062 008) que utilizan películas delgadas o multicapas (que inducen una fuerte anisotropía). La preparación de estas capas delgadas se realiza mediante técnicas como la pulverización catódica (sputtering), la ablación láser o el depósito epitaxial por haces moleculares. Todas estas técnicas requieren equipos de alto vacío que encarecen enormemente la fabricación del elemento magnetorresistivo. Por ello, la utilización de un elemento magnetorresistivo masivo fabricado por el método cerámico reduciría enormemente los costes de producción. No obstante, hasta la fecha no se disponía de materiales que en forma masiva presentaran una sensibilidad suficientemente elevada. Además, ninguna de estas patentes describe el funcionamiento del sensor a distintas temperaturas.

60

Para evitar este problema, en la patente EP 0763 748 se describe un sensor formado por un elemento magnetorresistivo tipo perovskita masivo junto al que se pone un material magnéticamente blando, que aumenta localmente el campo magnético y, por ello, mejora la sensibilidad del dispositivo. Sin embargo, cuando el material blando se satura, ya no cambia la sensibilidad, por lo que el dispositivo sólo sirve para campos bajos (típicamente por debajo de 100 Oe).

65

Otra patente que utiliza un elemento sensor de tipo perovskita masivo, se describe en la patente US 6304083. Este sistema se basa en medidas de la magnetorresistencia sin cambios en la inducción sobre una bobina por la que circula una corriente de radiofrecuencia. Por ello, el sistema requiere el uso de una fuente de radiofrecuencia y un oscilador LC.

ES 2 276 615 B1

En la presente invención se ha conseguido mejorar la sensibilidad del dispositivo notablemente, mediante:

- El diseño de un material que, por medio de la creación de vacantes catiónicas en la subred A de la estructura perovskita, presenta temperaturas de Curie más altas y porcentajes de MR mayores a campos magnéticos más bajos.

- El diseño de un circuito electrónico que permite amplificar la señal disminuyendo el ruido.

Esto ha permitido desarrollar un sensor formado por un elemento masivo, que funciona en un amplio margen de campos y temperaturas, con gran sensibilidad. En efecto, la presente invención pone de manifiesto que materiales de composición $(La_{1-x}Ca_x)_zMnO_3$, cuyos valores de z y x se ajustan para que el estado de oxidación medio del Mn sea constante e igual a 3,5, presentan mayor sensibilidad a la presencia de campos magnéticos, sin necesidad de recurrir a la fabricación de películas delgadas ni de incluir ningún otro elemento magnético. Además, preparando los materiales en forma de pastilla cilíndrica, es posible fabricar sensores capaces no sólo de medir la intensidad de los campos magnéticos sino también de detectar la orientación de los mismos.

Descripción de la invención

La presente invención recoge la fabricación de un sensor capaz de detectar campos magnéticos continuos con intensidades comprendidas entre 0 y 9 T, medir su intensidad con una precisión del orden de 1 Oe (1 T = 10.000 Oe) y su orientación, todo ello, en un amplio intervalo de temperatura. Dicho sensor está basado en el citado efecto de magnetorresistencia colosal que poseen estos óxidos mixtos de Mn con estructura tipo perovskita (ABO_3).

El sensor (figura 1 a) está constituido por un módulo de control que consta de:

- una pastilla de un óxido mixto de Mn con magnetorresistencia colosal

- toda la electrónica necesaria para medir con precisión el valor de la resistencia y eliminar el ruido electrónico.

- un termómetro para aplicar las correcciones correspondientes, ya que la resistencia depende también de la temperatura a la que se encuentra el sensor.

- un chip con los datos de relación entre resistencia y campo magnético, obtenidos por calibrado en el laboratorio, de manera que, a partir de los datos de resistencia que mide el circuito, puede calcular el valor del campo magnético y mostrarlo en una pantalla.

La integración de la pastilla en el sensor se realiza mediante dos contactos situados en una cara de la pastilla y en extremos opuestos de un diámetro de la cara, alejados lo más posible uno del otro. Estos contactos se fijan a la pastilla y al resto del dispositivo mediante contactos de oro (o cualquier otro metal) evaporados sobre la pastilla. La pastilla se integra como resistencia desconocida en un puente de Wheatstone. El puente se alimenta con una fuente estabilizada en intensidad y de voltaje variable con el fin de optimizar la respuesta del sensor. El resto de las resistencias del puente son de tipo no inductivo y de valores calibrados. La caída de potencial que se produce en el puente de Wheatstone se recoge en un amplificador operacional con el fin de aumentar la señal obtenida en voltaje. La señal amplificada se envía a un dispositivo externo de registro de datos (Figura 1b).

La pastilla del material magnetorresistente (el elemento sensor) debe poseer una altura que, al menos, sea un orden de magnitud menor que su radio, y simetría uniaxial para que el efecto del campo desimanador sea apreciable. Puesto que la imanación de saturación de estos materiales es elevada, el efecto del campo desimanador resulta intenso y apreciable. Por ello, al presentar la pastilla una fuerte anisotropía de forma, el campo magnético en el interior de la pastilla no depende solo del campo externo sino de la orientación del campo respecto de la pastilla. Ello hace que el campo magnético en el interior de la pastilla sea máximo cuando el campo magnético externo es paralelo al plano de la misma, y mínimo cuando es perpendicular. Como resultado de este fenómeno, la variación de la resistencia del material también depende de la orientación del campo respecto del eje de la pastilla. La figura 2 ilustra este comportamiento, mostrando la curva de magnetorresistencia para dos orientaciones distintas del campo.

Al mover el sensor en presencia de un campo magnético, se observan variaciones en la medida de la resistencia, que es mínima cuando el campo es paralelo al eje de la pastilla. De esta forma se puede determinar la orientación del campo. Una vez conocida la dirección del campo y orientado el sensor en dicha dirección, el valor de la resistencia solo dependerá de la intensidad de dicho campo. La relación entre resistencia e intensidad del campo se conoce mediante un calibrado previo del sensor en el laboratorio.

El óxido mixto de manganeso, con estructura tipo perovskita (ABO_3), que posee magnetorresistencia gigante y que constituye el elemento sensor del dispositivo tiene la siguiente fórmula general: $[Ln_{1-x}(T_{1-y}T'_y)_x]_zMnO_3$

- Ln = Lantano, un elemento lantánido, o una mezcla de dos o más lantánidos.

- T y T' = Metales alcalinotérreos o Pb

ES 2 276 615 B1

tanto T como T' pueden ser sustituidos ocasionalmente por pequeñas cantidades de metales alcalinos. Además, los intervalos de composición en los que se obtienen altos valores de magnetorresistencia colosal son:

- $0 \leq x \leq 1$
- $0 \leq y \leq 1$
- $0,85 \leq z \leq 1$

donde los valores de x, y, z, se ajustan de tal forma que el estado de oxidación medio del Mn sea siempre 3,5. Además, en función de cuáles sean los cationes Ln, T y T' y modificando adecuadamente los valores de las variables x, y, z es posible modificar la temperatura de Curie del material y variar la temperatura a la cual la magnetorresistencia es máxima, tal y como se recoge en la figura 3.

Los óxidos mixtos utilizados para la fabricación del elemento sensor del dispositivo se sintetizan por el método cerámico y una vez obtenidos puros se integran en el sensor en forma de pastilla cilíndrica.

A continuación se describe, de forma detallada, la síntesis de los materiales que constituyen el núcleo magnetorresistente del sensor, es decir, la pastilla.

Procedimiento de síntesis

A modo de ejemplo, se detalla el procedimiento de síntesis de los materiales del sistema $(La_{1-x}Ca_x)_zMnO_3$. Como reactivos de partida se han empleado La_2O_3 , $CaCO_3$ (o $SrCO_3$ según composición) y MnO_2 . Los reactivos se sometieron a un tratamiento térmico preliminar (La_2O_3 a $925^\circ C$, $CaCO_3$ y MnO_2 a $150^\circ C$ todos ellos durante 24 h) Se prepararon 5 g de cada material a partir de las cantidades estequiométricas necesarias. Los reactivos se mezclaron hasta obtener una mezcla homogénea en un mortero de ágata. Los tratamientos térmicos de síntesis se realizaron en crisoles de alúmina, según la siguiente secuencia de reacción: un primer tratamiento a $900^\circ C$ durante 24 h. A continuación, se realizan tratamientos a $1400^\circ C$ con moliendas intermedias hasta completar un total de 120 h de tratamiento térmico. Al final del proceso se enfrían las muestras bruscamente hasta temperatura ambiente. Para $z \leq 0,95$, es necesario un tratamiento térmico adicional a $1300^\circ C$ durante 12 h en corriente de oxígeno y un enfriamiento de $6^\circ C/min$ hasta temperatura ambiente. Una vez obtenidos los materiales, es necesario para su integración en el sensor, su preparación en forma de pastilla con un espesor entre 0.5 y 1 mm. Estas pastillas se obtienen por prensado en frío en un troquel de acero de 13 mm de diámetro, con una presión aplicada de 10 Ton/cm^2 . La pastilla obtenida se trata durante 24 h al aire a $1400^\circ C$ si $z > 0,95$ y $1300^\circ C$ en corriente de oxígeno si $z \leq 0,95$. Una vez obtenida la pastilla se integra en el sensor.

Procedimiento de integración en el circuito

Se fabrican dos contactos sobre la pastilla separados por una distancia aproximada de 10 mm y se utilizan para integrar la pastilla en un puente de Wheatstone con resistencias de 200 Ohms de alta estabilidad térmica. Puesto que la resistencia de la pastilla es del orden de 0,02 Ohms, el puente está prácticamente equilibrado y el circuito apenas consume energía. Aplicando un potencial de entrada de 3 V (7 en la figura 2) y considerando la curva de magnetorresistencia del material (figura 3), el voltaje de salida que se obtiene (8 en la figura 2) presenta una dependencia del campo H del orden de 100 nV/Oe. Además, debido a la presencia del puente de Wheatstone, el nivel de ruido de esta señal es muy bajo. Por ello puede amplificarse mediante un amplificador operacional, lo que dotaría al sistema de una resolución del orden de 1 Oe.

Descripción de las figuras

Figura 1a: Esquema del dispositivo de medida de campos magnéticos compuesto de 1 pastilla de óxido magnetorresistente; 2. Módulo electrónico de control; 3. Chip de relación resistencia-campo magnético; 4. Pantalla LCD; 5. Termómetro.

Figura 1b: Esquema electrónico del módulo de control (2) del dispositivo de medida de campos magnéticos compuesto por: 1. Pastilla de óxido magnetorresistente; 6. Resistencia calibradas no inductivas; 7. Fuente de alimentación estabilizada en intensidad; 8. Amplificador operacional.

Figura 2: Variación de la diferencia de potencial frente al campo magnético aplicado a temperatura ambiente, en dos orientaciones diferentes del eje uniaxial de la pastilla del material magnetorresistente.

Figura 3: Variación del valor de magnetorresistencia en función de la temperatura, a un campo aplicado de 9 T, para tres composiciones específicas.

Figura 4: Esquema del dispositivo con los distintos elementos que lo componen: 1. Pastilla de óxido magnetorresistente, 3. Procesador, 4. Pantalla LCD, 5. Termopar, 8. Amplificador, 9. Puente de Wheatstone.

Figura 5: Descripción de los circuitos electrónicos del sensor: 1. Material magnetorresistivo, 7. Fuente de alimentación, 8. Amplificador, 9. Puente de Wheatstone, 10. Selector de rango y 11. Ajuste de cero.

ES 2 276 615 B1

Figura 6: Curva de tensión de salida del amplificador con una resistencia de salida de 500 Ohms (equivalente a ganancia 100).

Figura 7: Tensión de salida del amplificador en función de la resistencia para un campo de 10000 Oe. El inset muestra la relación lineal entre la tensión de salida y el inverso de la resistencia.

Modo de realización de la invención

La presente invención se ilustra con el siguiente ejemplo que no es limitativo del alcance la invención.

El esquema general del dispositivo viene descrito en la figura 4. Los principales elementos son una fuente de alimentación (que también se podría alimentar con baterías portátiles) para el puente de Wheatstone, el propio puente, una etapa de amplificación, y la lectura de los datos por parte de un microprocesador con su correspondiente salida a una pantalla.

La pastilla de material magnetorresistivo tiene como composición $(La_{0.78}Sr_{0.22})_{0.90}MnO_3$. Se inserta en un circuito con un puente de Wheatstone. El sistema de alimentación (ver figura 5) consta de un rectificador formado por un puente de diodos junto con condensadores, que dan una salida de tensión continua estable a partir de tensión de 220 AC. Esta etapa se puede eliminar si se alimenta directamente el sistema con una fuente de corriente continua (ya sea fuente de alimentación externa o con baterías portátiles). Las resistencias que se insertan en el puente son resistencias térmicamente estables que apenas cambian con la temperatura para permitir el funcionamiento del dispositivo en un amplio intervalo de temperaturas y evitar desviaciones debido al calentamiento del dispositivo. Además, presenta una inducción mínima.

El circuito dispone de una resistencia variable que permite equilibrar el puente (poner la salida a cero) y que sirve para ajustar el "cero" del equipo (ver figura 5).

La señal de salida del puente (desequilibrio) entre sus ramas pasa por un filtro para eliminar parcialmente el ruido y entra en un amplificador operacional de instrumentación modelo INA 114 (sustituible por otro con características adecuadas al propósito). La ganancia de dicho amplificador puede variarse entre 1 y 10000 dependiendo de la resistencia. Colocando un conjunto de resistencias (R9 - R12) y un selector que conecta una de ellas al operacional, se dispone de un mando que permite elegir la ganancia y por tanto el rango de operación del sensor.

Como ejemplo de la sensibilidad del circuito, la figura 6 muestra la señal de salida del circuito en función del campo magnético utilizando una resistencia de salida del operacional de 500 Ohms (que corresponde a una ganancia de 100). En la figura 7 se muestra la tensión de salida para un campo de 10000 Oe en función de la resistencia que se elija, lo que equivale a variar la sensibilidad del equipo.

Esta señal de salida del circuito entra en un microprocesador que también recibe la señal de un termopar. El microprocesador determina la temperatura a partir de la señal del termopar y elige la curva de calibración señal del circuito-campo magnético que corresponda a la misma. Con dicha curva y, leyendo de manera constante la señal del amplificador, calcula el valor del campo magnético que aparece en la pantalla.

El microprocesador puede leer tensiones con una sensibilidad de mV. Con la resistencia de salida de 500 Ohms, la sensibilidad de la salida del amplificador (previa al microprocesador) es de 0,1 mV por Oe lo que significa que el equipo tiene una resolución de 10 Oe (ver figura 6). Cambiando la resistencia de salida por una de 5 Ohms, la ganancia del amplificador aumenta 100 veces (figura 7), por lo que la resolución pasaría a ser 0,1 Oe, que es realmente notable para un dispositivo que puede llegar a medir campos de varios tesla y en un amplio margen de temperaturas.

Esta sensibilidad se obtiene gracias a la combinación de un material con una magnetorresistencia muy elevada junto con una electrónica desarrollada para minimizar el ruido de manera que la relación señal/ruido del dispositivo es muy elevada.

ES 2 276 615 B1

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basado en óxidos mixtos masivos de manganeso con estructura perovskita **caracterizado** porque comprende:

10 - un elemento sensor en forma de pastilla cilíndrica, de composición $[La_{1-x}(T_{1-y}T'_y)_x]_z MnO_3$ (donde T y T' son metales alcalinotérres o Pb, y $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ y $0,85 \leq z \leq 1$ de forma que x, y, z se pueden modificar de forma que el estado de oxidación medio del Mn sea igual a 3,5) y que contiene y que se integra como resistencia desconocida en un puente de Wheatstone siendo el resto de las resistencias de tipo inductivo y de valores calibrados.

15 - Un módulo electrónico de control

- Un chip de relación resistencia - campo magnético

- Una pantalla

20 - Un sistema de medida de temperatura

2. Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basados en óxidos mixtos masivos de manganeso con estructura perovskita, según reivindicación 1, donde la pastilla cilíndrica tiene una altura, al menos, un orden de magnitud menor que el diámetro y simetría uniaxial (cilíndrica) de tal forma que la variación de la resistencia del material también depende de la orientación del campo respecto al eje de la pastilla.

25 3. Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basados en óxidos mixtos masivos de manganeso con estructura perovskita, según reivindicaciones anteriores, donde la intensidad de los campos magnéticos que mide puede variar entre 0 y 90.000 Oe con una precisión de hasta 0,1.

30 4. Dispositivo para la medida de campos magnéticos continuos basado en óxidos mixtos masivos de manganeso con estructura perovskita, según reivindicaciones anteriores, donde el margen de temperatura óptimo de medida se puede ajustar mediante la selección de la composición de la pieza masiva de óxido de manganeso.

35

40

45

50

55

60

65

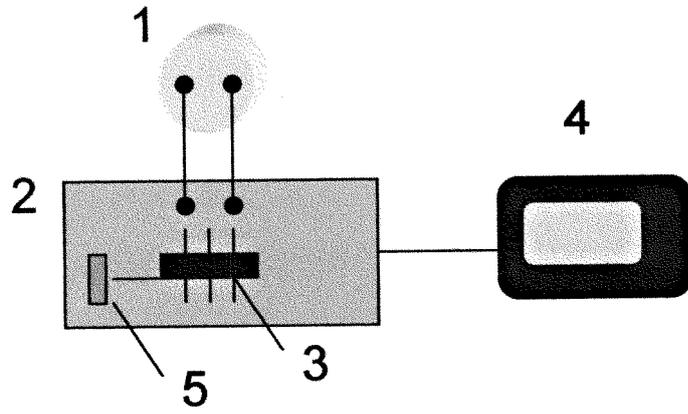


Figura 1a

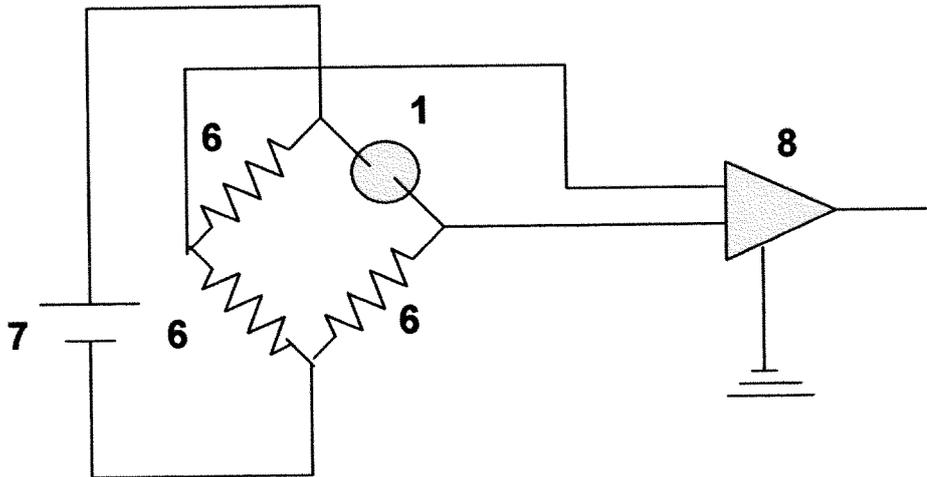


Figura 1b

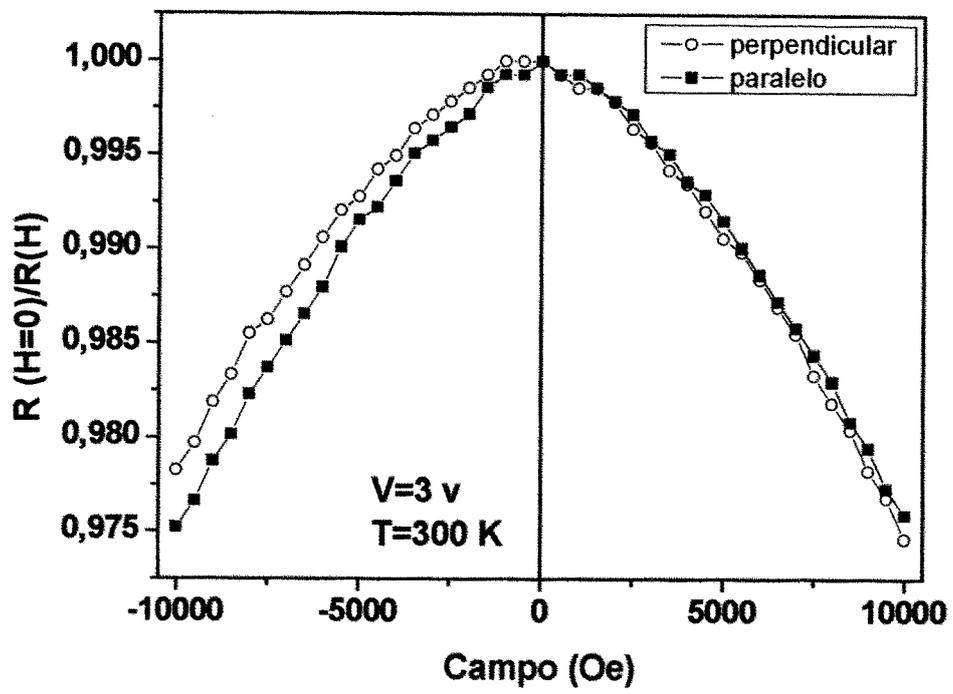


Figura 2

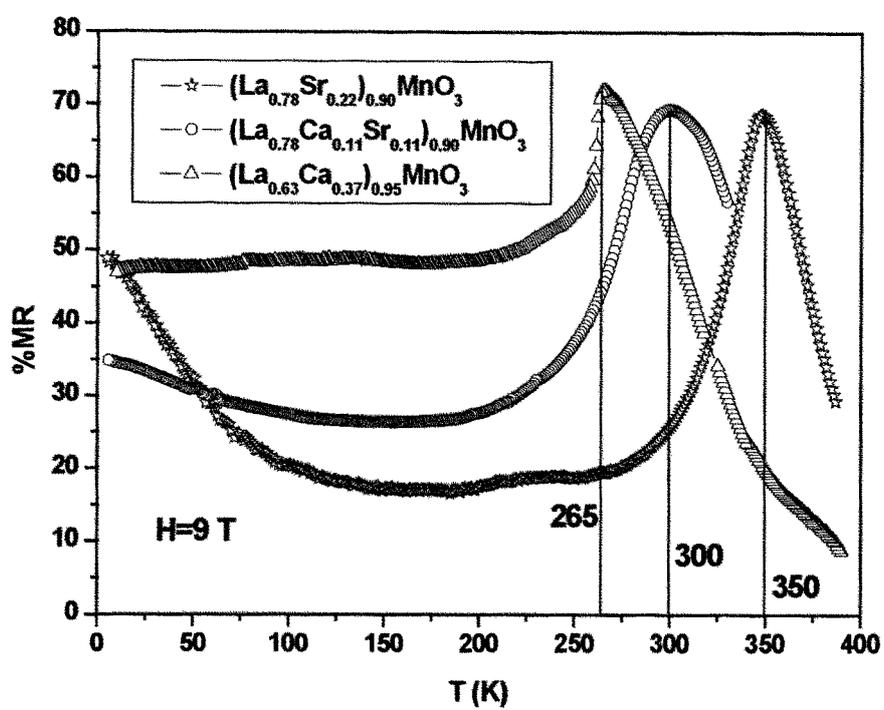


Figura 3

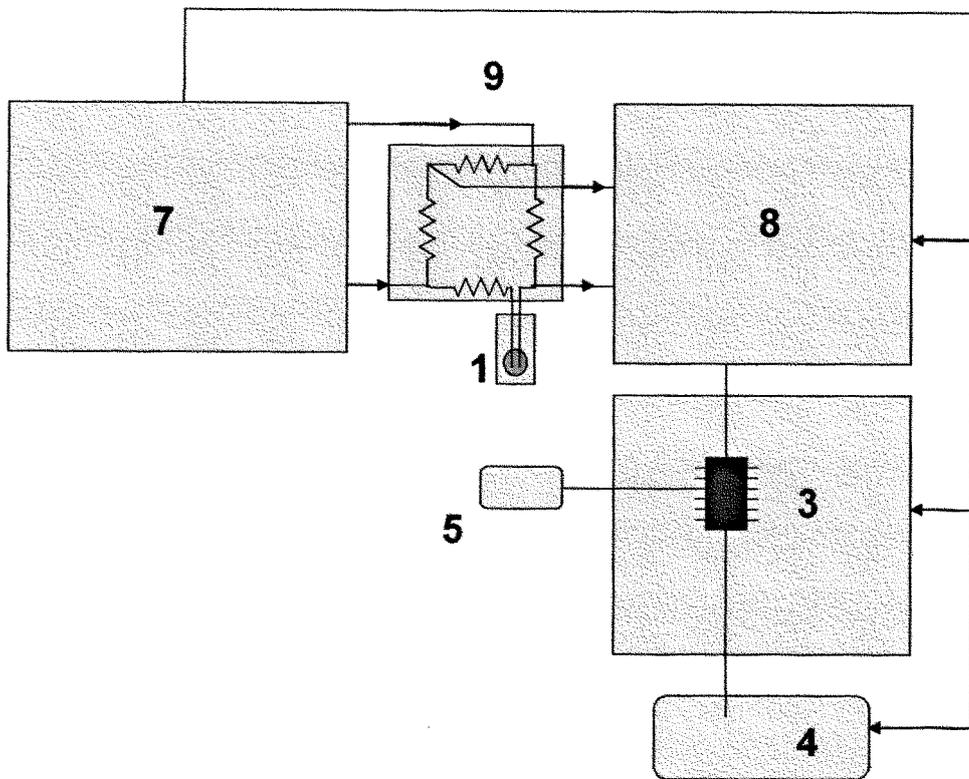


Figura 4

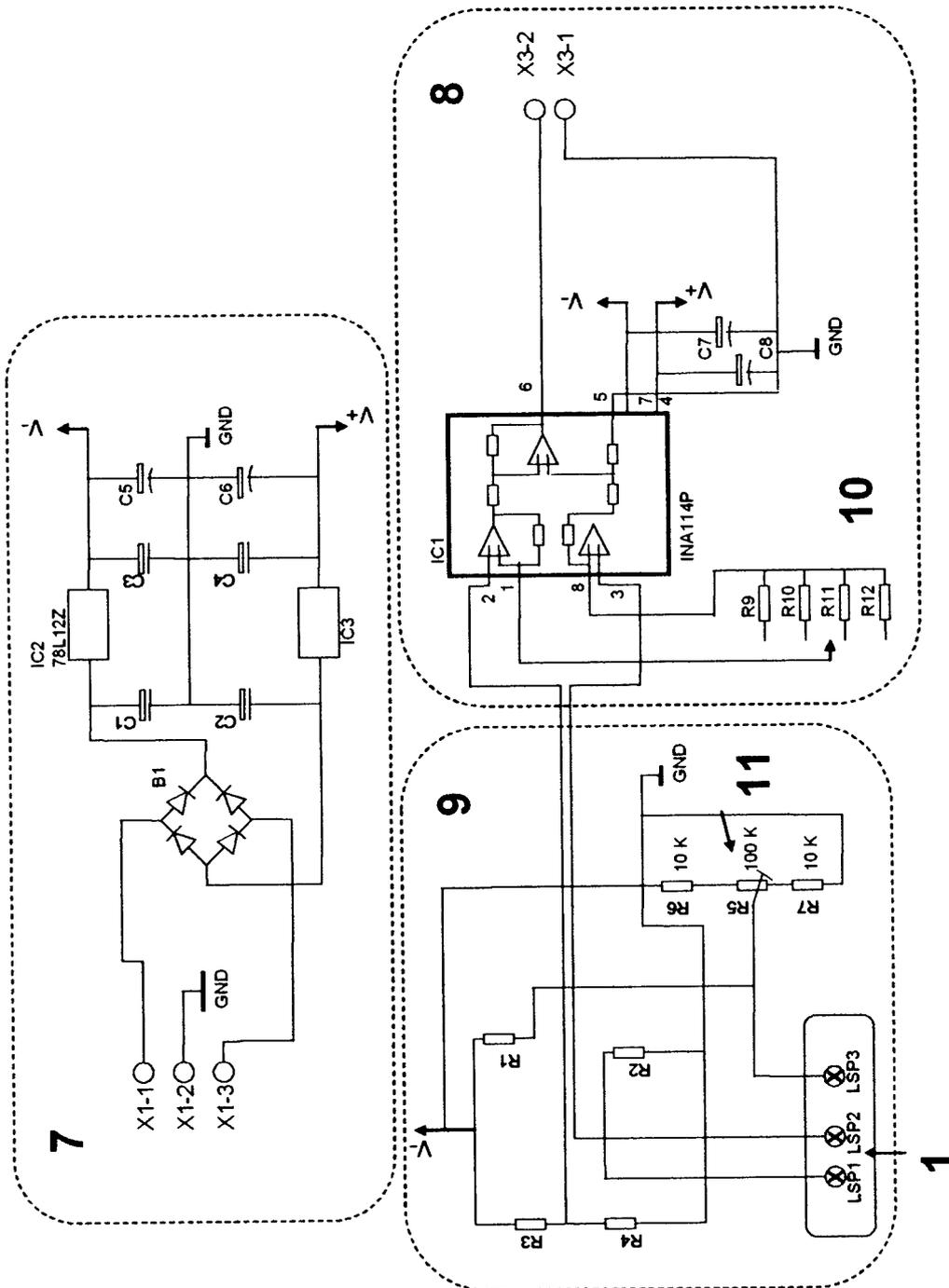


Figura 5

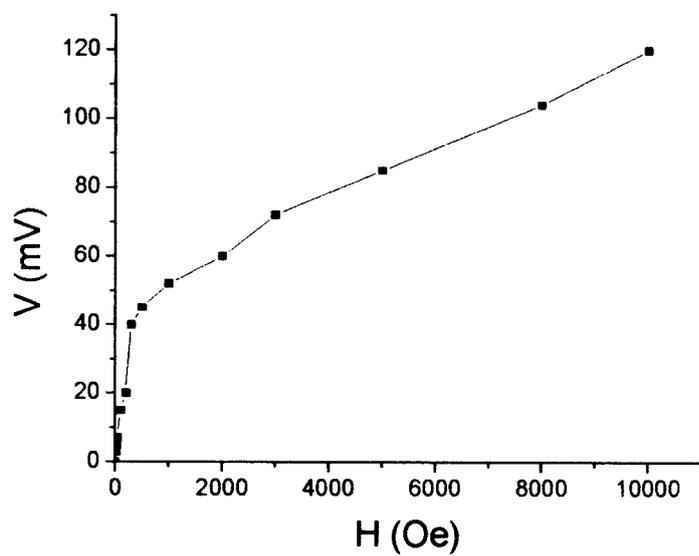


Figura 6

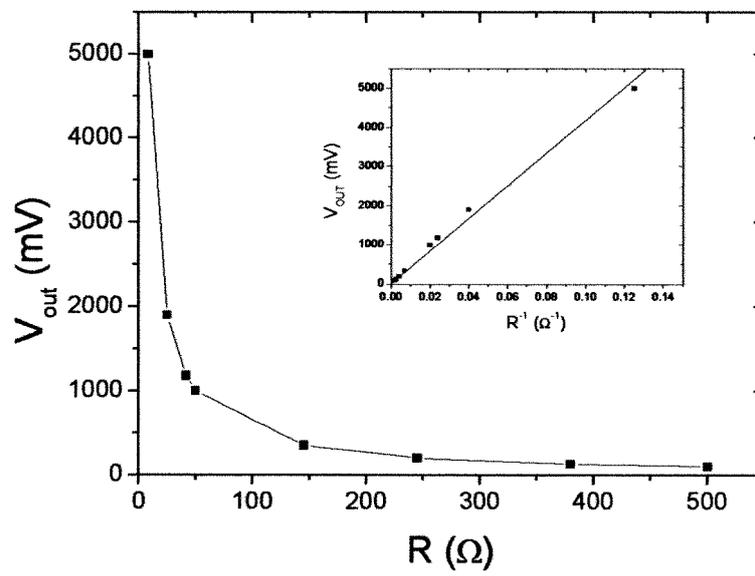


Figura 7



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 276 615

② Nº de solicitud: 200502629

③ Fecha de presentación de la solicitud: 28.10.2005

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G01R 33/09** (2006.01)
C04B 35/36 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 0665601 A1 (AT & T CORP) 02.08.1995, columna 1, línea 55 - columna 2, línea 44; columna 3, líneas 3-12; columna 4, líneas 17-42; columna 5, línea 56 - columna 6, línea 26; figuras 1-2,4.	1-4
X	EP 0704917 A1 (AT & T CORP) 03.04.1996, columna 1, línea 39 - columna 2, línea 28; columna 2, línea 49 - columna 3, línea 41; columna 4, línea 45 - columna 5, línea 24; figuras 1-4.	1-4
X	US 5563331 A (VON et al.) 08.10.1996, columna 2, líneas 19-67; columna 3, líneas 31-49; columna 4, líneas 19-40; columna 6, líneas 24-33.	1,4
A	ES 2128263 A1 (CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACION) 01.05.1999, resumen; figura 1.	1
A	WO 02067341 A1 (CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACION; FONTCUBERTA GRINO JOSEP) 29.08.2002, todo el documento.	1-4

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
17.05.2007

Examinador
E. Pina Martínez

Página
1/1