

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 153**

51 Int. Cl.:

G08B 13/24 (2006.01)

G01V 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2005** **E 05009576 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2013** **EP 1594100**

54 Título: **Amplificación de modulación de impedancia magnética utilizando resonancia magneto-mecánica**

30 Prioridad:

03.05.2004 US 837822

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.05.2013

73 Titular/es:

SENSORMATIC ELECTRONICS, LLC (100.0%)
One Town Center Road
Boca Raton, FL 33486, US

72 Inventor/es:

LIAN, MING-REN;
PATTERSON, HUBERT A. y
LIU, NEN-CHIN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 403 153 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Amplificación de modulación de impedancia magnética utilizando resonancia magneto-mecánica

La presente invención se refiere, en un primer aspecto, a una etiqueta de seguridad que comprende un marcador que comprende material magnetoestrictivo con propiedades magneto-mecánicas y de impedancia magnética, estando configurado dicho marcador para generar una señal de respuesta modulada en respuesta a una señal de excitación y a una señal de modulación, dicha señal de modulación o una segunda señal de excitación recibida por dicho marcador para someter a dicho marcador a resonancia a una frecuencia resonante de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

En un segundo y un tercer aspectos, la invención se refiere a un sistema que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 10 y a un procedimiento de acuerdo con las características del preámbulo de la reivindicación 20.

Antecedentes

Un sistema de Vigilancia Electrónica De Artículos (EAS) se diseña para evitar la extracción no autorizada de un artículo de un área controlada. Un sistema de EAS típico puede comprender un sistema de supervisión y una o más etiquetas de seguridad. El sistema de supervisión puede crear una zona de vigilancia en un punto de acceso para el área controlada. Una etiqueta de seguridad se puede fijar a un elemento, tal como un artículo de ropa. Si el artículo etiquetado entra en la zona de vigilancia, se puede activar una alarma que indica la retirada no autorizada del artículo etiquetado del área controlada.

El área que comprende la zona de vigilancia puede ser limitada debido a una serie de problemas. Por ejemplo, la etiqueta de seguridad puede producir una señal relativamente débil que se hace difícil de detectar, ya que la distancia entre la etiqueta de seguridad y el sistema de detección aumenta. El receptor puede tener también dificultad para discriminar entre la señal de la etiqueta de seguridad y otras señales en la zona de vigilancia. En consecuencia, puede existir la necesidad de mejorar tales técnicas en un dispositivo o red. El documento El documento US 6.307.474 B1 desvela una etiqueta de seguridad que comprende un marcador, que comprende un material magnetoestrictivo que tiene propiedades magneto-mecánicas y de impedancia magnética, dicho marcador configurado para generar una señal de respuesta modulada en respuesta a una primera señal de excitación y a una señal de modulación, dicho marcador para recibir una segunda señal de excitación para someter a dicho marcador a resonancia a una frecuencia de resonancia.

El documento EP 0 999 531 A1 desvela un sistema de vigilancia de artículos con una etiqueta, medios de transmisión para la interrogación electrónica y medios de recepción para recibir la respuesta, teniendo el sistema una disposición de bobina para generar un campo magnético de modulación de flujo frecuente en la zona de detección. Cada sensor se dispone para transmitir una señal de respuesta, cuya amplitud se modula por el campo magnético de modulación. Un objetivo de la invención es mejorar una etiqueta, un sistema y un procedimiento para proporcionar una mejor discriminación entre las señales de una etiqueta de seguridad y otras señales en una zona de vigilancia. Esto se consigue de acuerdo con una etiqueta, un sistema y un procedimiento que tienen las características de caracterización de las reivindicaciones 1, 10 o 20.

Breve descripción de los dibujos

La materia objeto que se considera como las realizaciones se indica particularmente y se reivindica claramente en la parte concluyente de la memoria descriptiva. Las realizaciones, sin embargo, tanto en cuanto a organización como a procedimiento de funcionamiento, junto con objetos, características y ventajas de las mismas, se pueden comprender mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando se lee con los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 ilustra un primer sistema de acuerdo con una realización;

La Figura 2 ilustra un marcador de acuerdo con una realización;

La Figura 3 comprende un gráfico que ilustra una frecuencia natural de un marcador en función de un campo magnético de corriente continua (CC) de acuerdo con una realización;

La Figura 4 comprende un gráfico que ilustra los cambios en la amplitud de modulación debido a la resonancia magneto-mecánica de un marcador de acuerdo con una realización;

La Figura 5 comprende un gráfico que ilustra la frecuencia de resonancia y la amplitud de decrecimiento en función de la intensidad del campo de polarización de acuerdo con una realización;

La Figura 6 comprende un gráfico que ilustra la amplitud de banda lateral en función de la frecuencia de modulación de campo magnético en 2 Oersteds (Oe), de acuerdo con una realización;

La Figura 7 comprende un gráfico que ilustra la amplitud de banda lateral en función de la frecuencia de modulación de campo magnético en 4 Oe de acuerdo con una realización;

La Figura 8 comprende un gráfico que ilustra la amplitud de banda lateral en función de la frecuencia de modulación de campo magnético en 5 Oe de acuerdo con una realización;

La Figura 9 comprende un gráfico que ilustra la amplitud de banda lateral en función de la frecuencia de modulación de campo magnético en 6 Oe de acuerdo con una realización;

- 5 La Figura 10 comprende un gráfico que ilustra la amplitud de banda lateral en función de la frecuencia de modulación de campo magnético a 7 Oe, de acuerdo con una realización; y

La Figura 11 ilustra un segundo sistema de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

- 10 Las realizaciones se pueden referir, de forma general, a un sistema de EAS. Más particularmente, las realizaciones se pueden referir a una etiqueta de seguridad para su uso con un sistema de EAS. La etiqueta de seguridad puede incluir un marcador impedancia magnética configurado para generar una señal de respuesta modulada que se mejora utilizando resonancia magneto-mecánica. Como resultado, la etiqueta de seguridad se puede detectar a mayores distancias con respecto a los marcadores convencionales. Además, la resonancia magneto-mecánica puede hacer también que la señal de respuesta modulada tenga una firma única, mejorando de este modo la
15 precisión de la detección y reduciendo las falsas alarmas.

- Pueden establecerse numerosos detalles específicos en el presente documento para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones de la invención. Sin embargo, entenderán los expertos en la materia que las realizaciones de la invención se pueden implementar sin estos detalles específicos. En otros casos, los procedimientos, procesos, componentes y circuitos bien conocidos no se han descrito en detalle para no oscurecer
20 las realizaciones de la invención. Se puede apreciar que los detalles estructurales y funcionales específicos desvelados en el presente documento pueden ser representativos y no limitan necesariamente el alcance de la invención.

- Cabe destacar que cualquier referencia en la memoria descriptiva a "una realización" o "la realización" significa que una característica, estructura o elemento particular descrito en conexión con la realización se incluye en al menos
25 una realización. Las apariciones de la frase "en una realización" en varios lugares en la memoria descriptiva no se refieren todas necesariamente a la misma realización.

- Haciendo ahora referencia en detalle a los dibujos en los que las partes similares se designan con los mismos números de referencia en todos ellos, en la Figura 1 se ilustra un sistema adecuado para implementar una
30 realización. La Figura 1 ilustra un sistema 100 de EAS. Aunque la Figura 1 describe un sistema de EAS particular, a modo de ejemplo, se puede apreciar que las realizaciones pueden funcionar con cualquier sistema de EAS modificado utilizando los principios descritos en el presente documento.

- En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender un equipo de supervisión configurado para supervisar una zona de vigilancia, tal como una zona de vigilancia 122. El equipo de supervisión se puede configurar para detectar la presencia de una etiqueta de seguridad dentro de la zona de vigilancia utilizando técnicas de detección
35 tanto de impedancia magnética como/o magneto-mecánicas. En una realización, el sistema 100 de EAS puede incluir un transmisor 102, un transmisor 110, una etiqueta de seguridad 106, un receptor 116, un controlador 118, un sistema de alarma 120 y un generador de campo magnético 124. Aunque la Figura 1 muestra un número limitado de elementos, puede apreciarse que cualquier número de elementos adicionales pueden ser utilizados en el sistema 100. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

- 40 En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender el transmisor 102. El transmisor 102 puede comprender cualquier sistema de transmisión configurado para transmitir señales de alta frecuencia, tales como señales de microondas. Las señales de microondas pueden incluir una señal de microondas de 2,45 gigahercios (GHz) o una señal de microondas de 915 megahercios (MHz), por ejemplo, aunque las realizaciones no están limitadas en este contexto. El transmisor 102 puede comprender una antena de transmisión acoplada
45 operativamente a una plataforma de salida, que a su vez se conecta a un controlador, tal como, el controlador 118. La plataforma de salida puede comprender varios circuitos de conducción y amplificación convencionales, incluyendo un circuito para generar una corriente eléctrica de alta frecuencia. Cuando la corriente eléctrica de alta frecuencia se suministra a la antena de transmisión, la antena de transmisión puede generar señales 104 de campo electromagnético de alta frecuencia alrededor de la antena de transmisión. El campo puede propagarse en vigilancia
50 122. Las señales 104 pueden comprender una primera señal de excitación para excitar una primera propiedad del marcador 108 de la etiqueta de seguridad 106. La primera propiedad puede comprender, por ejemplo, una propiedad impedancia magnética del marcador 108.

- En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender el transmisor 110. El transmisor 110 puede comprender cualquier sistema de transmisión configurado para transmitir señales de baja frecuencia. Las señales de
55 baja frecuencia para una aplicación dada pueden seleccionarse de acuerdo con el material y las dimensiones utilizadas para el marcador 108. Más particularmente, el transmisor 110 puede transmitir señales de baja frecuencia adecuadas para someter al marcador 108 a resonancia a una frecuencia de resonancia predeterminada, por

ejemplo. El transmisor 110 puede comprender una antena de transmisión acoplada operativamente a una plataforma de salida, que a su vez se conecta a un controlador, tal como, el controlador 118. La plataforma de salida puede comprender varios circuitos de conducción y de amplificación convencionales, incluyendo un circuito para generar una corriente eléctrica de baja frecuencia. Cuando la corriente eléctrica de baja frecuencia se suministra a la antena de transmisión, la antena de transmisión puede generar señales de campo electromagnético 112 de baja frecuencia alrededor de la antena de transmisión. El campo puede propagarse en vigilancia 122. Las señales 112 pueden comprender una segunda señal de excitación para excitar una segunda propiedad del marcador 108 de la etiqueta de seguridad 106. La segunda propiedad puede comprender, por ejemplo, una propiedad de resonancia magneto-mecánica del marcador 108. La segunda señal 112 de excitación puede tener cualquier frecuencia adecuada para someter al marcador 108 a una resonancia a la frecuencia de resonancia predeterminada.

En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender etiqueta de seguridad 106. La etiqueta de seguridad 106 se puede diseñar para fijarse a un elemento que tiene que supervisarse. Ejemplos de artículos etiquetados pueden incluir una prenda de ropa, una caja de Disco de Video Digital (DVD) o de un disco compacto (CC), un contenedor de alquiler de películas, material de embalaje, y así sucesivamente. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

En una realización, la etiqueta de seguridad 106 puede comprender un marcador 108 dispuesto dentro de un cuerpo o alojamiento de la etiqueta de seguridad. El cuerpo de la etiqueta de seguridad puede ser una estructura blanda o dura diseñada para encerrar el marcador 108. El marcador 108 puede comprender, por ejemplo, una combinación de un marcador de impedancia magnética y un marcador de resonancia magneto-mecánica. El marcador 108 puede estar compuesto de material magnetostrictivo configurados para resonar a una frecuencia predeterminada. Cuando el marcador 108 recibe la primera señal de excitación modulada por un campo magnético alternativa de baja frecuencia, el marcador puede generar la señal de respuesta modulada 114. Cuando el marcador 108 recibe la segunda señal de excitación que tiene aproximadamente la misma frecuencia que la frecuencia de resonancia del marcador 108, el marcador 108 puede comenzar a resonar. La señal de respuesta modulada 114 puede alcanzar un aumento en la ganancia cuando el material magnetostrictivo resuena a la frecuencia predeterminada. La etiqueta de seguridad 106 se puede describir con más detalle con referencia a las Figuras 2-10.

En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender un receptor 116. El receptor 116 puede comprender cualquier sistema de recepción configurado para recibir las señales 104 de campo electromagnético de alta frecuencia desde el transmisor 102, así como la señal de respuesta modulada 114 del marcador 108. Por ejemplo, el receptor 116 puede comprender circuitos de amplificación y de procesamiento de señales convencionales, tales como filtros de paso de banda, mezcladores y circuitos de amplificación. Además, el receptor 116 puede comprender una plataforma de salida conectada al controlador 118, que se configura para recibir y procesar la señal de respuesta modulada 114. Después, las señales procesadas se pueden enviar al controlador 118 para realizar las operaciones de detección.

En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender un generador 124. El generador 124 puede comprender una disposición de bobina para generar un campo magnético 126 de corriente alterna (CA) de baja frecuencia. La disposición de bobina se puede configurar para generar el campo magnético 126 con fuerza suficiente para cubrir la misma área que la zona de vigilancia 122. Las señales de modulación 126 pueden comprender señales de modulación para modular una señal de respuesta del marcador 108 para formar la señal de respuesta modulada 114. La señal de respuesta modulada 114 se puede recibir por medio del receptor 116, y puede utilizarla el controlador 118 para detectar la presencia de la etiqueta de seguridad 106 dentro de la zona de vigilancia 122. La frecuencia de las señales de modulación 116 puede variar dependiendo de una aplicación dada, tal como de 1 a 10 kilohertzios (kHz), por ejemplo. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

Además de las señales de modulación 126, el generador 124 se puede configurar también para realizar la función del transmisor 110. En una realización, por ejemplo, el generador 124 se puede configurar para generar señales de baja frecuencia (es decir, las señales 112) que comprenden la segunda señal de excitación para excitar la propiedad de resonancia magneto-mecánica del marcador 108 de la etiqueta de seguridad 106. Esta configuración puede obviar la necesidad del transmisor 110. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender el controlador 118. El controlador 118 puede comprender un sistema de procesamiento y control configurado para gestionar varias operaciones del sistema 100 de EAS. Por ejemplo, el controlador 118 puede enviar señales de sincronización al transmisor 102. Puesto que el marcador 108 se puede interrogar y detectar a una frecuencia similar utilizada por el transmisor 102, las señales 104 de transmisión pueden interferir con la detección del marcador 108. Por lo tanto, el sistema 100 de EAS se puede implementar como un "sistema pulsado", en el que el transmisor 102 y el receptor 116 se apagan y encienden alternativamente para reducir la interferencia en el receptor 116. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

En una realización, el controlador 118 puede recibir las señales procesadas desde el receptor 116. El controlador 118 puede utilizar las señales procesadas para determinar si la etiqueta de seguridad 106 se encuentra dentro de la zona de vigilancia 122. Por ejemplo, la señal de respuesta modulada 114 puede incluir varias bandas laterales detectables alrededor de la frecuencia central. Al menos una banda lateral se podrá utilizar para determinar si la

etiqueta de seguridad 106 se encuentra dentro de la zona de vigilancia 122. Si la etiqueta de seguridad 106 se detecta dentro de la zona de vigilancia 122, el controlador 118 puede generar una señal de detección y enviar la señal al sistema de alarma 120.

En una realización, el sistema 100 de EAS puede comprender el sistema de alarma 120. El sistema de alarma 120 puede comprender cualquier tipo de sistema de alarma para proporcionar una alarma en respuesta a una señal de alarma. La señal de alarma se puede recibir desde cualquier número de componentes del EAS, tal como el controlador 118. El sistema de alarma 120 puede comprender una interfaz de usuario para programar las condiciones o reglas para disparar una alarma. Ejemplos de la alarma pueden comprender una alarma audible, tal como una sirena, una alarma visual, tal como luces intermitentes, o una alarma silenciosa. Una alarma silenciosa puede comprender, por ejemplo, una alarma inaudible tal como un mensaje a un sistema de vigilancia de una empresa de seguridad. El mensaje se puede enviar a través de una red informática, una red telefónica, una red de radio-búsqueda, y así sucesivamente. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

En la operación general, el transmisor 102 puede comunicar las señales de excitación 104 y 112 en la zona de vigilancia 122. El generador 124 puede enviar las señales de modulación 126 a la zona de vigilancia 122. El marcador 108 puede recibir la señal de excitación 104, y transmitir una señal de respuesta a la misma frecuencia que la señal de excitación recibida. La señal de respuesta del marcador 108 se puede modular por la señal de modulación 126 para formar la señal de respuesta modulada 114. El marcador 108 puede recibir también la señal de excitación 112. La señal de excitación 112 puede tener la misma frecuencia que la frecuencia de resonancia del marcador 108, sometiendo de este modo al marcador 108 a resonancia. La resonancia puede hacer que el marcador 108 alcance un aumento de la ganancia en la señal de respuesta modulada 114. El receptor 116 puede recibir la señal de respuesta modulada 114, procesar la señal en corriente eléctrica, y enviar la señal procesada al controlador 118. El controlador 118 puede recibir y analizar la señal procedente del receptor 116 para determinar si la etiqueta de seguridad 106 se encuentra dentro de la zona de vigilancia 122.

En una realización, el transmisor 110, el receptor 116 y el controlador 118 pueden ser elementos de un sistema de EAS magneto-mecánico convencional, tal como un sistema Ultra-Max® fabricado por Sensormatic® Corporation, por ejemplo. En esta realización, la etiqueta de seguridad 106 puede operar también en un sistema de EAS magneto-mecánico convencional, lo que ilustra la naturaleza robusta de la etiqueta de seguridad 106. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

La Figura 2 ilustra un marcador de acuerdo con una realización. La Figura 2 puede ilustrar un marcador 200. El marcador 200 puede ser representativo de, por ejemplo, el marcador 108 de la etiqueta de seguridad 106. El marcador 200 se puede configurar para funcionar tanto con un sistema de impedancia magnética como con un sistema magneto-mecánico. En una realización, el marcador 200 puede comprender un resonador 202, un elemento de polarización 204 y un cuerpo 208 del marcador. El cuerpo 208 del marcador puede comprender además una cavidad 206. Aunque la Figura 2 muestra un número limitado de elementos, puede apreciarse que cualquier número de elementos adicionales se pueden utilizar en el marcador 200. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

El marcador 200 puede proporcionar varias ventajas sobre los marcadores convencionales. Por ejemplo, un problema asociado con los sistemas de impedancia magnética convencionales es el alcance de detección para tales sistemas. Normalmente, la propagación de la energía de microondas es eficaz. Las caídas de tensión con la inversa de la distancia, permiten la detección de largo alcance. La detección de presencia se basa en la detección de una banda lateral de la señal de respuesta modulada, cuya magnitud es proporcional a la intensidad del campo magnético de CA de baja frecuencia. Sin embargo, para que no se produzca la linealidad en el magnetismo, el campo magnético de baja frecuencia tiene que tener suficiente intensidad. Como resultado, el campo magnético de baja frecuencia se convierte en un factor limitante en el aumento de la distancia de detección global para el sistema impedancia magnética convencional. En otro ejemplo, la desactivación de los marcadores de impedancia magnética convencionales puede suponer un reto. Para la desactivación, se requiere que una cantidad sustancial de material magnético duro/semiduro se aplique adyacente al material de impedancia magnética. Para la desactivación, se satura tal material duro/semiduro para proporcionar suficiente campo magnético para superar las propiedades no lineales del material impedancia magnética, de modo que la energía de microondas no se mezcla con el campo magnético de baja frecuencia. Sin embargo, puede resultar difícil eliminar totalmente el efecto magnético no lineal, y un componente de banda lateral pequeño puede permanecer todavía después de la operación de desactivación.

El marcador 108 puede resolver estos y otros problemas utilizando el comportamiento de resonancia magneto-mecánica para mejorar la modulación de impedancia magnética para una mejor detección y desactivación. La ventaja de la resonancia magneto-mecánica ofrece una oportunidad única para un aumento de la señal a través de una resonancia mecánica (Q) de alta eficiencia de resonancia. Por consiguiente, el sistema de EAS tiene un potencial para distancias de detección más largas. Otra ventaja es que la resonancia magneto-mecánica ofrece también una firma única, lo que puede ayudar a reducir o eliminar la probabilidad de detección de falsas alarmas.

En una realización, el marcador 108 se puede configurar para aprovechar la resonancia natural de un material magnetoestrictivo para mejorar el efecto impedancia magnética y la modulación de la energía de microondas para la aplicación del EAS. Un sistema de microondas tiene una larga distancia de detección efectiva, dado que su

intensidad de campo cae en una relación $1/r$. Sin embargo, el campo magnético de baja frecuencia utilizado para modular las propiedades magnéticas cae a un ritmo mucho más rápido con una relación $1/r^3$. Por lo tanto, la intensidad de campo magnético de baja frecuencia se convierte en un factor limitante para ampliar la distancia de detección. El marcador 108 puede resolver esta limitación, aprovechándose del comportamiento resonante magneto-mecánico. Con la combinación de estas dos propiedades magnéticas, el material responde mucho mejor al campo magnético resonante de baja frecuencia que uno no resonante. Además, con una firma resonante bien definida, es menos probable una falsa alarma.

En una realización, el marcador 200 puede comprender un resonador 202, el elemento de polarización 204, y el cuerpo 208 del marcador. El resonador 202 se puede formar de un material ferromagnético magnetoestrictivo adaptado para resonar mecánicamente a una frecuencia de resonancia predeterminada cuando se polariza por un campo magnético. La frecuencia transmitida por el transmisor 102 se preselecciona a la aproximación de la frecuencia de resonancia del resonador 202. El elemento de polarización 204 se puede disponer adyacente al resonador 202. El elemento de polarización 204 puede comprender un elemento ferromagnético de coercitiva relativamente alta. Cuando se magnetiza, el elemento de polarización 204 puede polarizar magnéticamente el resonador 202 permitiendo de ese modo que el resonador 202 resuene a la frecuencia de resonancia predeterminada. El resonador 202 se puede colocar en la cavidad 206 en el cuerpo 208 del marcador para reducir o evitar la interferencia con la resonancia mecánica.

En una realización, el material para el resonador 202 se puede seleccionar para tener ciertas propiedades de impedancia magnética además de propiedades magneto-mecánicas. El resonador 202 puede operar como un transceptor. El resonador 202 puede recibir la primera señal de excitación del transmisor 102, y re-irradia la energía de alta frecuencia de vuelta al receptor 116. El resonador 202 se puede cortar a la longitud de onda de medio dipolo de la señal de radiofrecuencia (RF) para mejorar la eficiencia del transceptor. Sin embargo, para la detección presencial es importante diferenciar la señal de microondas de la dispersión de material y la alimentación directa de los transmisores 102/110 al receptor 116. Para lograr tal objetivo, se utiliza un campo magnético 126 CA de baja frecuencia magnético para modular las propiedades magnéticas del material del resonador 202. Como resultado, la eficiencia de la antena del material se modula y una banda lateral alrededor de la señal portadora de microondas se crea para fines de detección del EAS.

El resonador 202 se puede formar utilizando un material que tiene tanto propiedades de impedancia magnética como magneto-mecánicas. La impedancia CA de un conductor se controla por la profundidad de la capa exterior δ , la distancia en la que el campo electromagnético es capaz de penetrar en el conductor. La profundidad de la capa exterior δ se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \sigma}}$$

en la que f es la frecuencia del campo electromagnético, y μ y σ representan la permeabilidad y la conductividad, respectivamente, del material conductor. A alta frecuencia, la profundidad de la capa exterior puede ser menor que la sección transversal física del conductor. La corriente de conducción se limita a fluir solo en la superficie exterior del conductor, lo que da como resultado una mayor resistividad que la de una condición de frecuencia de CC o baja. Cuanto mayor sea la frecuencia, más corta será la profundidad de la capa exterior δ , y mayor será la impedancia de CA del conductor. La profundidad de la capa exterior depende también de la conductividad y de la permeabilidad del material conductor. La impedancia de un material metálico, magnético blando es mayor que la de uno no-magnético, proporcionando las mismas condiciones para todos los otros parámetros tales como f y σ . Además, es mucho más fácil controlar la resistividad de un conductor magnético blando utilizando un campo magnético. En un campo magnético cercano a cero, la permeabilidad del material de impedancia magnética es relativamente alta, y también lo es su impedancia de CA. A medida que aumenta el campo magnético, el material magnético se satura y su permeabilidad se reduce a un solo dígito. Como resultado, la profundidad de la capa exterior aumenta con una reducción en la impedancia de CA. Por ejemplo, un alambre magnético amorfo tiene una resistividad (ρ) de aproximadamente $125 \mu\Omega\text{-cm}$, con una permeabilidad muy alta de $\mu_r \sim 10.000$. A 1 gigahertzio (GHz), la profundidad de la capa exterior de tal material en esta frecuencia son $2 \mu\text{m}$ y $50 \mu\text{m}$ para estados de alta permeabilidad y próxima saturación, respectivamente. Como resultado, las áreas conductoras efectivas para un alambre de $100 \mu\text{m}$ son 630 y $7850 \mu\text{m}^2$ para los estados magnéticos blando y saturado, respectivamente. Por lo tanto, la relación de cambio de resistividad debido a una saturación magnética de este tipo es aproximadamente 12 veces. Este es significativamente mayor que otros efectos, tal como el efecto Hall magnético, efecto magnetorresistivo, y así sucesivamente.

El sistema 100 de EAS puede utilizar este efecto impedancia magnética del marcador 200 para detectar la presencia de la etiqueta de seguridad 106 dentro de la zona de vigilancia 122. El marcador 200 puede comprender un material magnético de alto efecto de impedancia magnética que se utiliza para dispersar la señal del transmisor de microondas 102 en el receptor 116. Además, el campo magnético 126 CA de baja frecuencia se aplica al material

magnético del marcador 108 para crear una variación en el tiempo de la permeabilidad del material. La resistividad y la reflectividad de microondas del material cambian, en consecuencia, dando lugar a una mezcla de las señales de microondas y de baja frecuencia. La operación de mezcla genera una señal de banda lateral con una frecuencia de $f_0 \pm f_m$. Esta firma se puede utilizar para detectar la presencia de la etiqueta de seguridad 106 en la zona de vigilancia 122.

La permeabilidad eficaz del material magnético utilizado para formar el marcador 200 se puede mejorar significativamente si el material es conducido a su frecuencia de resonancia natural. La frecuencia se determina por la dimensión del material magnético, así como su módulo de Young. Si no está restringido, la eficiencia resonante (Q) puede ser muy alta. Por ejemplo, la Q de una tira activa de un producto Ultra-Max puede ser tan alta como los intervalos de 300 a 400. Por lo tanto, la situación "cuello de botella" de la modulación de impedancia magnética se puede superar mediante el aprovechamiento de tal comportamiento resonante. La respuesta de un material resonante magneto-mecánico al campo magnético de baja frecuencia es mucho más sensible a la resonancia que la de uno no resonante. Esto puede dar como resultado una mayor distancia de detección para el sistema 100 de EAS.

La operación del sistema 100 y del marcador 200 se puede entender mejor mediante un ejemplo. Supongamos un resonador 202 que comprende una tira de 5,5 cm cortada de un material Allied 2605SC recocido de campo transversal, carrete-a-carrete. Este material tiene una composición de $\text{Fe}_{81}\text{B}_{13,5}\text{Si}_{3,5}\text{C}_2$. Con el procedimiento de recocido, existe una anisotropía transversal de aproximadamente 1,5 Oe. La longitud de tira de 5,5 cm se ajusta a la longitud eficaz del dipolo de 2,45 GHz de frecuencia de microondas. Una tira de este tipo exhibe un significativo comportamiento resonante magneto-mecánico. La tira resuena cuando la frecuencia electromagnética de conducción coincide con la frecuencia natural de la tira.

La Figura 3 comprende un gráfico que ilustra una frecuencia natural de un marcador en función de un campo magnético CC. La Figura 3 ilustra que la frecuencia natural del resonador 202 varía significativamente con un campo magnético de polarización CC. Como puede observarse en la Figura 3, el resonador 202 resuena a aproximadamente 40 kHz con polarización magnética cerca de cero. A medida que aumenta la polarización, la frecuencia de resonancia disminuye significativamente, y disminuye gradualmente. El resonador 202 alcanza su mínimo en 26 kHz con un campo magnético de polarización 1,5 Oe. Más allá de 1,5 Oe, la frecuencia resonante del resonador 202 vuelve rápidamente de nuevo a 40 kHz a medida que el material se satura.

La Figura 4 comprende un gráfico que ilustra los cambios en la amplitud de modulación debido a la resonancia de un marcador magneto-mecánico. Una vez que la frecuencia resonante del resonador 202 ha sido identificada, el efecto de la modulación de impedancia magnética de la energía de microondas debido a la resonancia magneto-mecánica se puede medir. Las mediciones que se muestran en la Figura 4 se derivan suponiendo que la configuración de microondas y el nivel de salida de potencia se mantienen constantes, así como los niveles de campo magnético CC y de baja frecuencia. Como se muestra en la Figura 4, la salida de modulación se puede medir a medida que la frecuencia de excitación varía a través de la frecuencia resonante natural del resonador 202. Como también se muestra en la Figura 4, existe un pico de salida que se produce a una frecuencia de aproximadamente 29,5 kHz, que es consistente con la frecuencia resonante del resonador 202. En este ejemplo, la ganancia debido a un comportamiento resonante es de aproximadamente 15 dbm.

Las Figuras 5-10 se pueden utilizar para ilustrar un segundo ejemplo de un material adecuado para su uso con el marcador 200. Supongamos en este ejemplo que el resonador 202 comprende un material que tiene una composición de $\text{Fe}_{40}\text{Co}_{40}\text{B}_{18}\text{Si}_2$. El material puede ser de aproximadamente 55 mm de largo y 6 mm de ancho. La muestra fue recocida a 410 °C durante 30 segundos en un campo magnético de saturación a través de una anchura de dicho material.

La Figura 5 puede ilustrar la frecuencia resonante mecánica en función de la amplitud de decrecimiento del resonador 202. La Figura 5 ilustra la amplitud de "decrecimiento" del resonador 202 utilizando el material compuesto en el segundo ejemplo. La amplitud de decrecimiento de este material puede ser similar a los marcadores magneto-mecánicos convencionales, tales como el resonador U*Max a la misma intensidad de polarización de operación de 6-6,5 Oe.

Las Figuras 6-10 ilustran la amplitud de banda lateral en función de la frecuencia de modulación en diferentes puntos de polarización de resonador 202 utilizando el material del segundo ejemplo. La frecuencia a la amplitud de pico está cerca de su frecuencia resonante mecánica, pero existe una cierta cantidad de desplazamiento. El desplazamiento puede ser atribuido a la orientación de la muestra. La muestra estaba en posición vertical durante la medición de microondas, y horizontal durante la medición de resonancia mecánica. La contribución del campo de la tierra a estas dos orientaciones es diferente. El efecto de carga puede cambiar también su frecuencia resonante en la orientación vertical. La amplitud de banda lateral frente a la curva de frecuencia cuando se mide, a medida que la frecuencia aumenta, no coincide necesariamente con la curva medida, a medida que la frecuencia está disminuyendo. Este fenómeno de retraso ocurre en torno a la frecuencia resonante y se anula a una alta polarización. Cuando hay retraso, estas curvas no son simétricas con la amplitud que aumenta rápidamente y que disminuye gradualmente al aumentar la frecuencia. La tendencia de la amplitud de banda lateral máxima a la fuerza de polarización es similar a la amplitud de decrecimiento mecánica. Aumenta y después disminuye a medida que aumenta la polarización. Sin embargo, el punto de polarización en amplitudes máximas para estos dos casos no coincide. Como resultado de

estas mediciones, se ha encontrado que la amplitud de banda lateral óptima para esta muestra es de aproximadamente -65 dBm, con un nivel de ruido de aproximadamente -110 dBm. Esto puede ser comparable al alambre amorfo basado en Co.

La Figura 11 ilustra un segundo sistema de acuerdo con una realización. La Figura 11 ilustra un sistema 1100. El sistema 1100 puede ser similar al sistema 100. Por ejemplo, los elementos 102, 104, 106, 108, 114, 116, 118, 120, 122, 124 y 126 del sistema 100 son similares en estructura y en función a elementos 1102, 1104, 1106, 1108, 1112, 1114, 1116, 1118, 1120, 1124 y 1126 correspondientes del sistema de 1100, respectivamente. Sin embargo, en el sistema 1100, el generador 1124 y la señal de modulación 1126 se han modificado con respecto al generador 124 y a la señal de modulación 126 del sistema 100. Además, la configuración del sistema 1100 evita la necesidad de un segundo transmisor, tal como el transmisor 110 del sistema 100, así como la segunda señal 112 de excitación.

En una realización, el sistema 1100 comprende un generador 1124. El generador 1124 se puede configurar para generar una señal de modulación 1126 para hacer que la señal de respuesta se module del marcador 1108 para formar la señal de respuesta modulada 1114. Esta operación puede ser similar al generador 124 que genera la señal de modulación 126 para modular la señal de respuesta del marcador 108 del sistema 100. Sin embargo, en el sistema 100 la señal de modulación 126 comprende una frecuencia relativamente baja suficiente para modular la señal de respuesta del marcador 108. En el sistema 1100, el generador 1124 se ha modificado para generar la señal de modulación 1126 a una frecuencia mayor que el generador 124. Más particularmente, el generador 1124 se ha modificado para generar la señal de modulación 1126 a una frecuencia lo suficientemente alta para hacer que el marcador 1108 resuene a su frecuencia resonante. De esta manera, la señal de modulación 1126 no solo modula la señal de respuesta del marcador 1108 para formar la señal de respuesta modulada 1114, sino que también puede operar para hacer que el marcador 1108 resuene a la frecuencia resonante predeterminada. En una realización, por ejemplo, la señal de modulación 1126 puede tener una frecuencia de operación de aproximadamente 58 kHz. Dado que la señal de modulación 1126 se sintoniza para hacer que el marcador 1108 resuene, el sistema 1100 evita la necesidad de un transmisor similar al transmisor 110 para generar la segunda señal 112 de excitación. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

Las porciones de las realizaciones se pueden implementar utilizando una arquitectura que puede variar de acuerdo con cualquier número de factores, tales como la tasa computacional, niveles de potencia, tolerancias térmicas, presupuesto de procesamiento de ciclo, tasas de datos de entrada, tasas de datos de salida, recursos de memoria, velocidades de bus de datos y otras limitaciones de rendimiento deseadas. Por ejemplo, una realización se puede implementar utilizando un software ejecutado por un procesador. El procesador puede ser un procesador de propósito general o dedicado, tal como por ejemplo, un procesador fabricado por Intel® Corporation. El software puede comprender segmentos de código de programa de ordenador, lógica de programación, instrucciones o datos. El software se puede almacenar en un medio accesible por un sistema de procesamiento de máquina, ordenador u otro. Ejemplos de medios aceptables puede incluir medios legibles por ordenador, tales como, memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), programable ROM (PROM), borrrable PROM (EPROM), disco magnético, disco óptico, y así sucesivamente. En una realización, el medio puede almacenar instrucciones de programación en un formato comprimido y/o encriptado, así como instrucciones que pueden tener que ser compiladas o instaladas por un instalador antes de ser ejecutadas por el procesador. En otro ejemplo, una realización se puede implementar como un hardware dedicado, como un Circuito Integrado de Aplicación Específica (ASIC), dispositivo lógico programable (PLD) o procesador de señal digital (DSP) y las estructuras de hardware que se acompañan. En otro ejemplo, una realización se puede implementar por cualquier combinación de componentes informáticos programados de uso general y componentes de hardware personalizados. Las realizaciones no están limitadas en este contexto.

Aunque ciertas características de las realizaciones de la invención han sido ilustradas como se describe en el presente documento, a los expertos en la materia se les ocurrirán muchas modificaciones, sustituciones, cambios y equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Una etiqueta de seguridad (106, 1106), que comprende:

un marcador (108, 200, 1108) que comprende un material magnetostrictivo que tiene propiedades magneto-mecánicas y de impedancia magnética, estando configurado dicho marcador (108, 200, 1108) para generar una

caracterizada porque

dicha resonancia provoca un aumento en la ganancia de dicha señal de respuesta modulada (114, 1114) cuando dicho material magnetostrictivo resuena a dicha frecuencia resonante.

2. La etiqueta de seguridad (106, 1108) de la reivindicación 1, en la que dicha primera señal de excitación comprende una señal de microondas.

3. La etiqueta de seguridad (106, 1106) de la reivindicación 1, en la que dicha primera señal de excitación comprende una de una señal de microondas de 2,45 gigahercios y una señal de microondas de 915 megahercios.

4. La etiqueta de seguridad (106, 1106) de la reivindicación 1, en la que dicho material magnetostrictivo se forma por recocido.

5. La etiqueta de seguridad (108, 1106) de la reivindicación 1, en la que dicha frecuencia resonante comprende aproximadamente 58 kilohercios.

6. La etiqueta de seguridad (108, 1108) de la reivindicación 1, en la que dicho material magnetostrictivo tiene una composición de al menos uno de $\text{Fe}_{81}\text{B}_{13,5}\text{Si}_{3,5}\text{C}_2$ y $\text{Fe}_{40}\text{Co}_{40}\text{B}_{18}\text{Si}_2$.

7. La etiqueta de seguridad (106, 1106) de la reivindicación 1, en la que dicho material magnetostrictivo se somete a recocido a 410 grados centígrados durante 30 segundos en un campo magnético de saturación través de una anchura de dicho material.

8. La etiqueta de seguridad (106, 1106) de la reivindicación 1, en la que dicha primera señal de excitación es una primera señal electromagnética dentro de un primer intervalo de frecuencias Δf_1 , y dicha señal de modulación (126) es una segunda señal magnética dentro de un segundo intervalo de frecuencias Δf_2 , en donde $\Delta f_1 \gg \Delta f_2$, y dicha señal de respuesta modulada (114) es una tercera señal electromagnética compuesta por dicha primera señal, una amplitud de la cual es modulada por dicha segunda señal.

9. La etiqueta de seguridad (106, 1106) de la reivindicación 1, en la que dicha primera señal de excitación es una primera señal electromagnética dentro de un primer intervalo de frecuencias Δf_1 , y dicha señal de modulación (126) es una segunda señal magnética dentro de un segundo intervalo de frecuencias Δf_2 , en donde $\Delta f_1 \gg \Delta f_2$, y dicha señal de respuesta modulada (114) es una tercera señal electromagnética compuesta por dicha primera señal, una frecuencia de la cual es modulada por dicha segunda señal.

10. Un sistema (100, 1100), que comprende:

un primer transmisor (102, 1102) para transmitir una señal de excitación dentro de una zona de vigilancia (122); una etiqueta de seguridad (106, 1106) para recibir dicha señal de excitación, comprendiendo dicha etiqueta de seguridad un marcador de impedancia magnética (108, 1108) situado dentro de dicho cuerpo de la etiqueta de seguridad, comprendiendo dicho marcador de impedancia magnética un material magnetostrictivo configurado para resonar a una frecuencia resonante, dicho marcador (108, 200, 1108) para recibir una primera señal de excitación y la señal de modulación (126, 1126) para generar una señal de respuesta modulada (114, 1114), y una segunda señal de excitación para hacer que dicho marcador (108, 200, 1108) resuene a dicha frecuencia resonante, un receptor para recibir dicha señal de respuesta modulada, y un controlador (118, 1118) para detectar dicha etiqueta de seguridad dentro de dicha zona de vigilancia (122) y emitir una señal de detección,

caracterizado porque

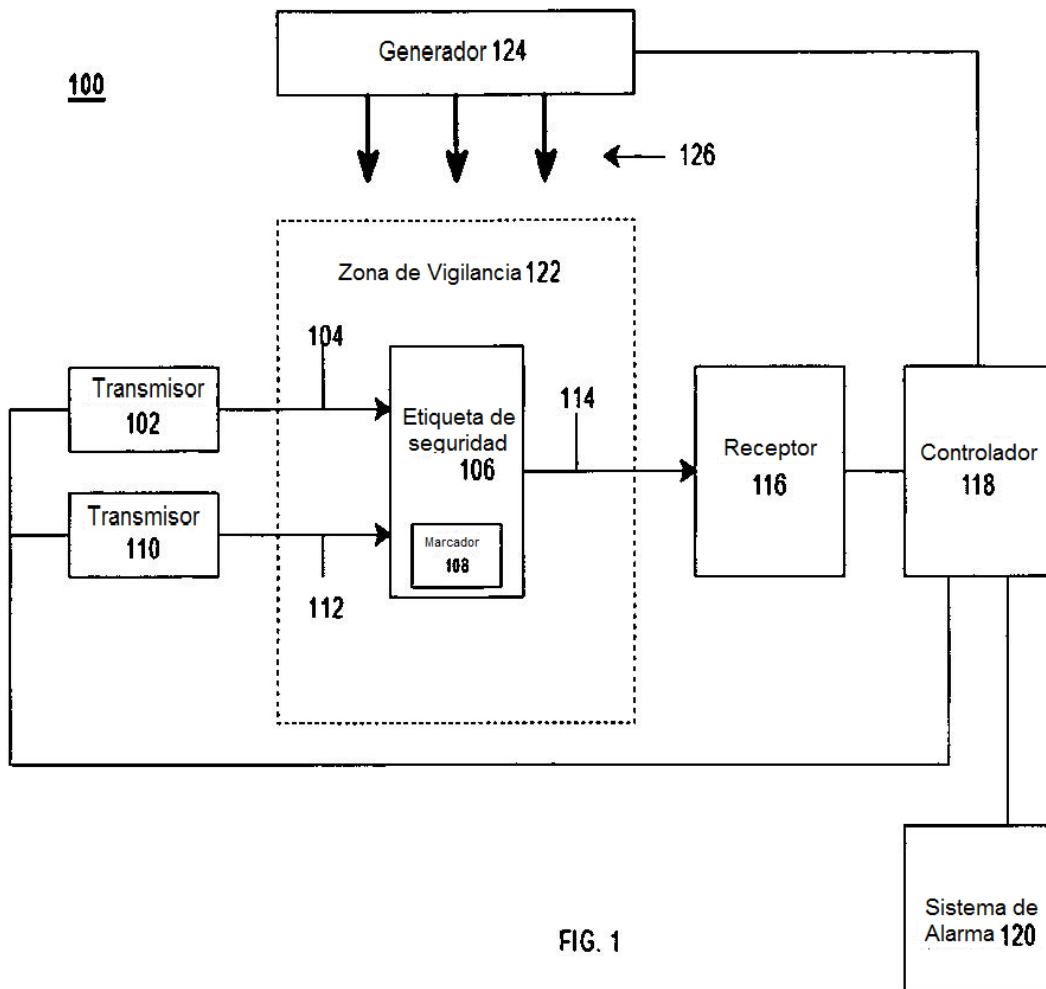
dicha resonancia hace que dicha señal de respuesta modulada (114, 1114) tenga un aumento en la ganancia, cuando dicho material magnetostrictivo resuena a dicha frecuencia resonante.

11. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, que comprende además un sistema de alarma (120, 1120) para acoplarse a dicho controlador (118, 1118), siendo dicho sistema de alarma (120, 1120) para recibir dicha señal de detección y generar una alarma en respuesta a dicha señal de detección.

12. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicha primera señal de excitación comprende una señal de microondas.

13. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicha primera señal de excitación comprende una de una señal de microondas de 2,45 gigahercios y una señal microondas de 915 megahercios.

14. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicho magnetoestrictivo se forma por recocido.
15. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicha frecuencia resonante comprende aproximadamente 58 kilohercios.
- 5 16. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicho material magnetoestrictivo tiene una composición de al menos uno de $\text{Fe}_{81}\text{B}_{13,5}\text{Si}_{3,5}\text{C}_2$ y $\text{Fe}_{40}\text{Co}_{40}\text{B}_{18}\text{Si}_2$.
17. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicho material magnetoestrictivo es sometido a recocido a 410 grados centígrados durante 30 segundos en un campo magnético de saturación través de una anchura de dicho material.
- 10 18. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicha primera señal de excitación es una primera señal electromagnética dentro de un primer intervalo de frecuencias Δf_1 , y dicha señal de modulación es una segunda señal magnética dentro de un segundo intervalo de frecuencias Δf_2 , en el que $\Delta f_1 \gg \Delta f_2$, y dicha señal de respuesta modulada es una tercera señal electromagnética compuesta por dicha primera señal, una amplitud de la cual es modulada por dicha segunda señal.
- 15 19. El sistema (100, 1100) de la reivindicación 10, en el que dicha primera señal de excitación es una primera señal electromagnética dentro de un primer intervalo de frecuencias Δf_1 , y dicha señal de modulación es una segunda señal magnética dentro de un segundo intervalo de frecuencias Δf_2 , en el que $\Delta f_1 \gg \Delta f_2$, y dicha señal de respuesta modulada es una tercera señal electromagnética compuesta por dicha primera señal, una frecuencia de la cual es modulada por dicha segunda señal.
20. Un procedimiento, que comprende:
 - 20 recibir una primera señal de excitación en un marcador (108, 1108);
 - generar una señal de respuesta en respuesta a dicha primera señal de excitación;
 - recibir una señal de modulación (126, 1126) en dicho marcador (108, 1108);
 - modular dicha señal de respuesta en respuesta a dicha señal de modulación para formar una señal de respuesta modulada (114, 1114); y
 - 25 recibir una segunda señal de excitación en dicho marcador (108, 1108),
caracterizado porque
dicha segunda señal de excitación hace que dicho marcador (108, 1108) resuene a una frecuencia resonante, con dicha resonancia causando un aumento en la ganancia de dicha señal de respuesta modulada (114, 1114).
- 30 21. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que dicha primera señal de excitación tiene una frecuencia más alta que dicha segunda señal de excitación.
22. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que dicha primera señal de excitación es una señal de microondas.



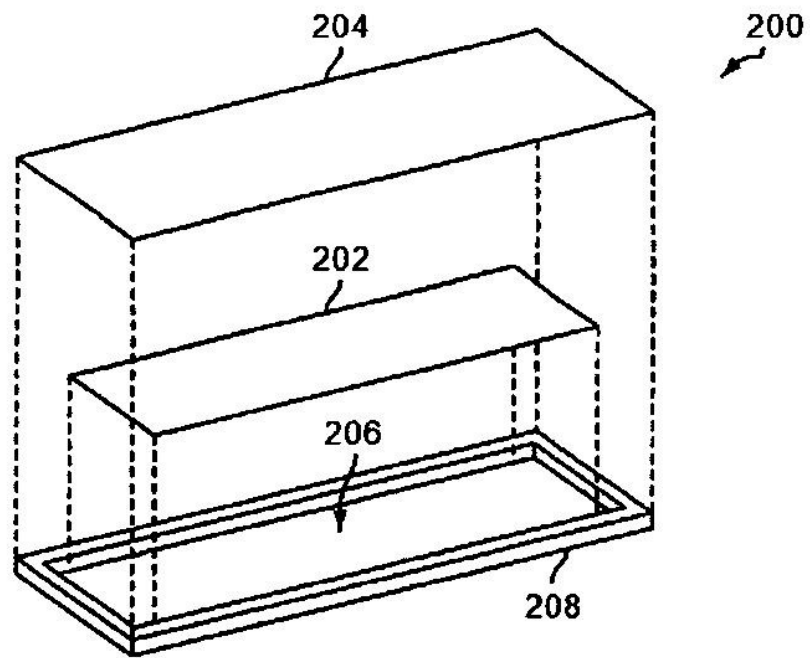


FIG. 2

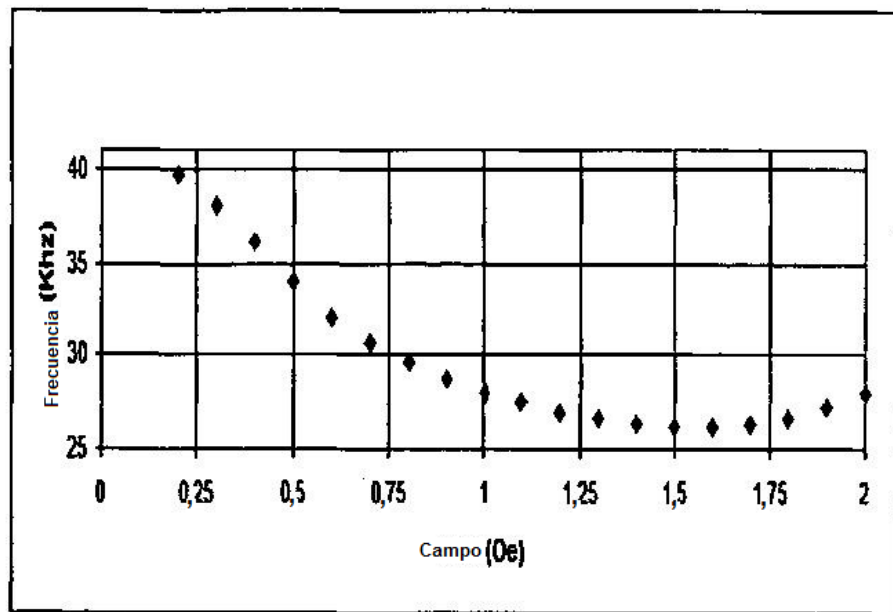


FIG. 3

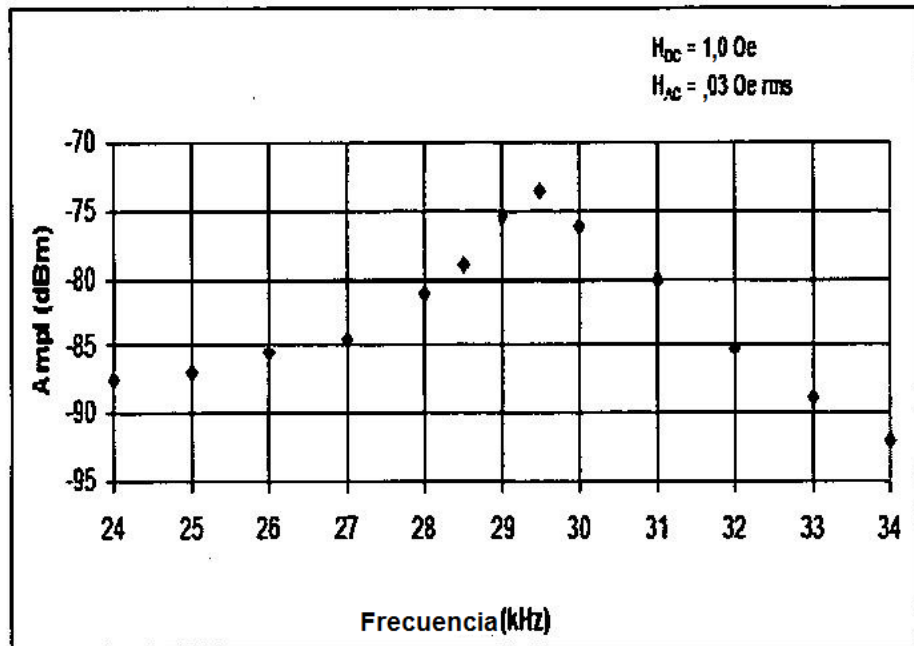


FIG. 4

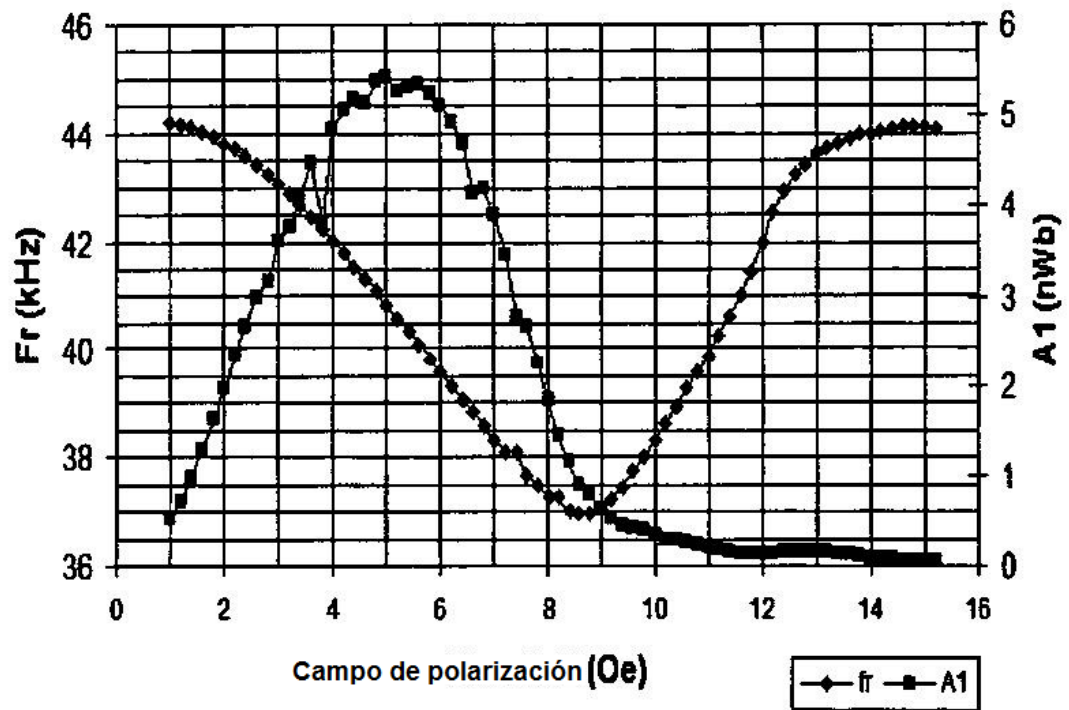


FIG. 5

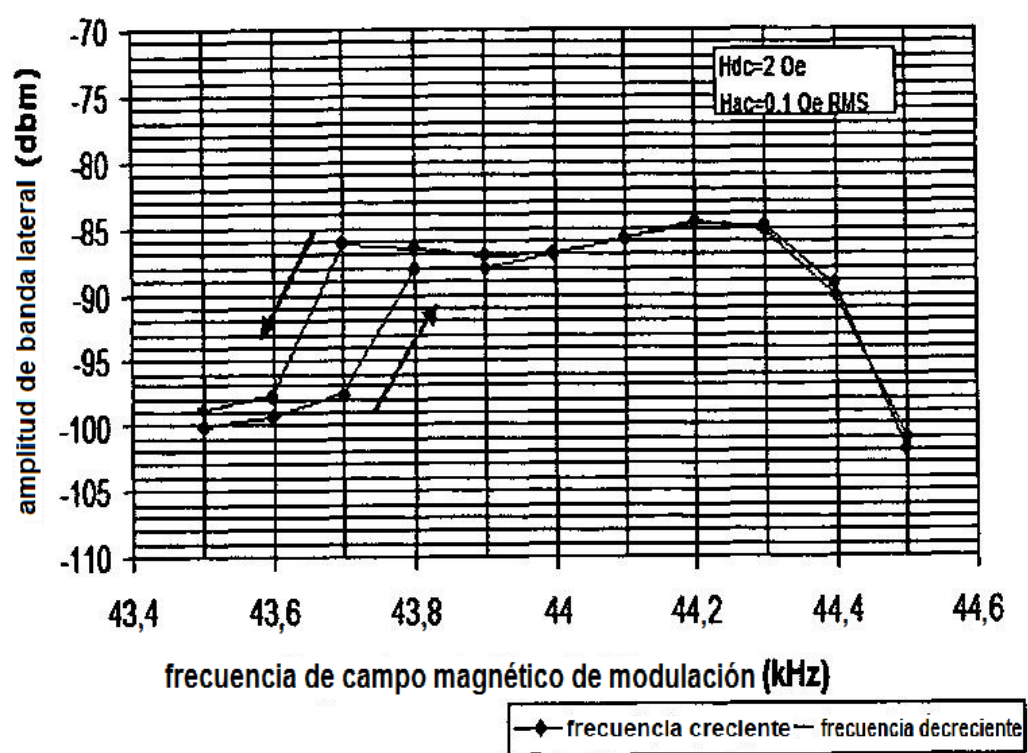


FIG. 6

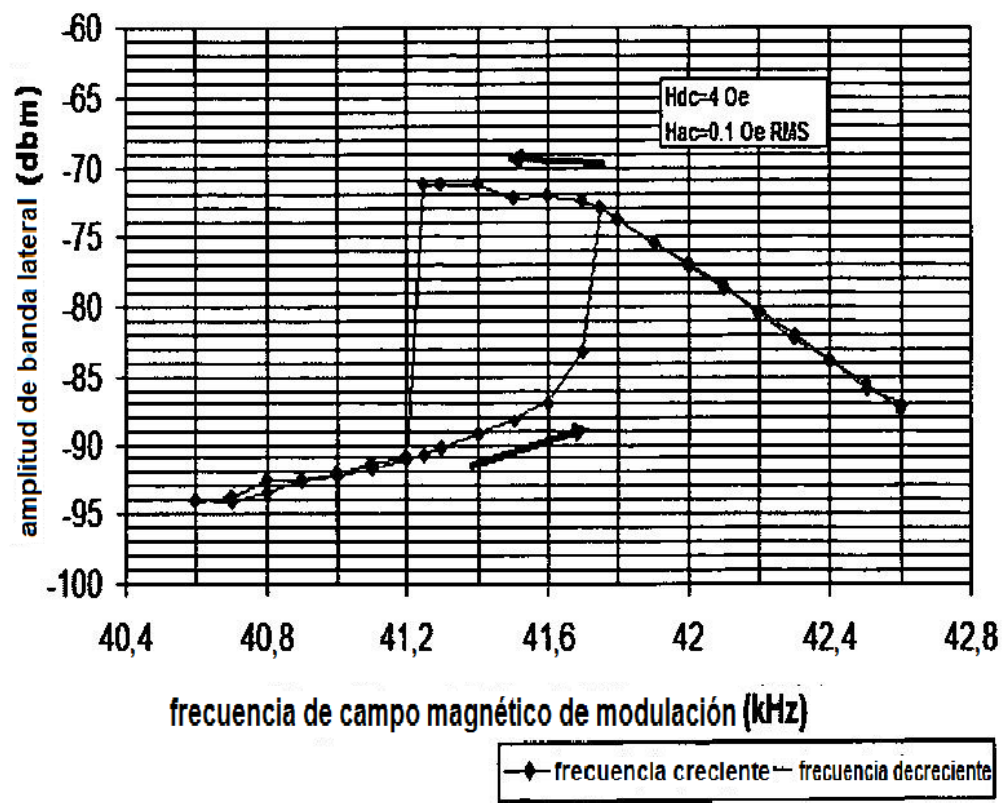


FIG. 7

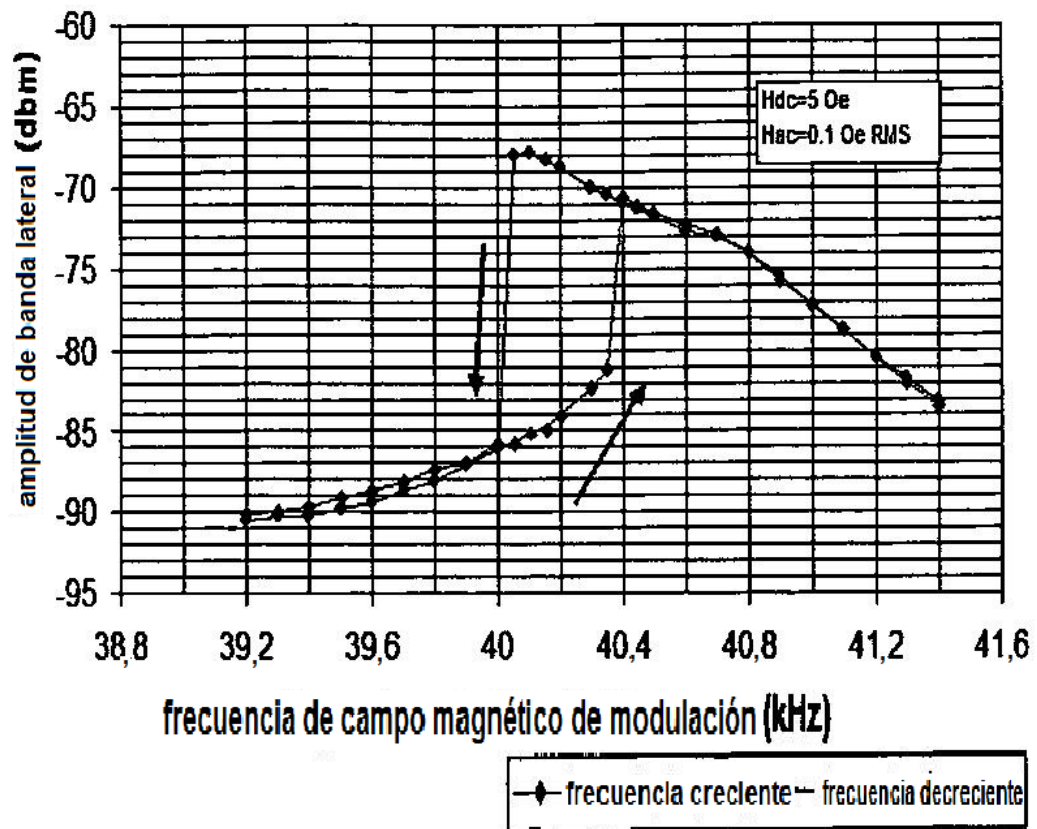


FIG. 8

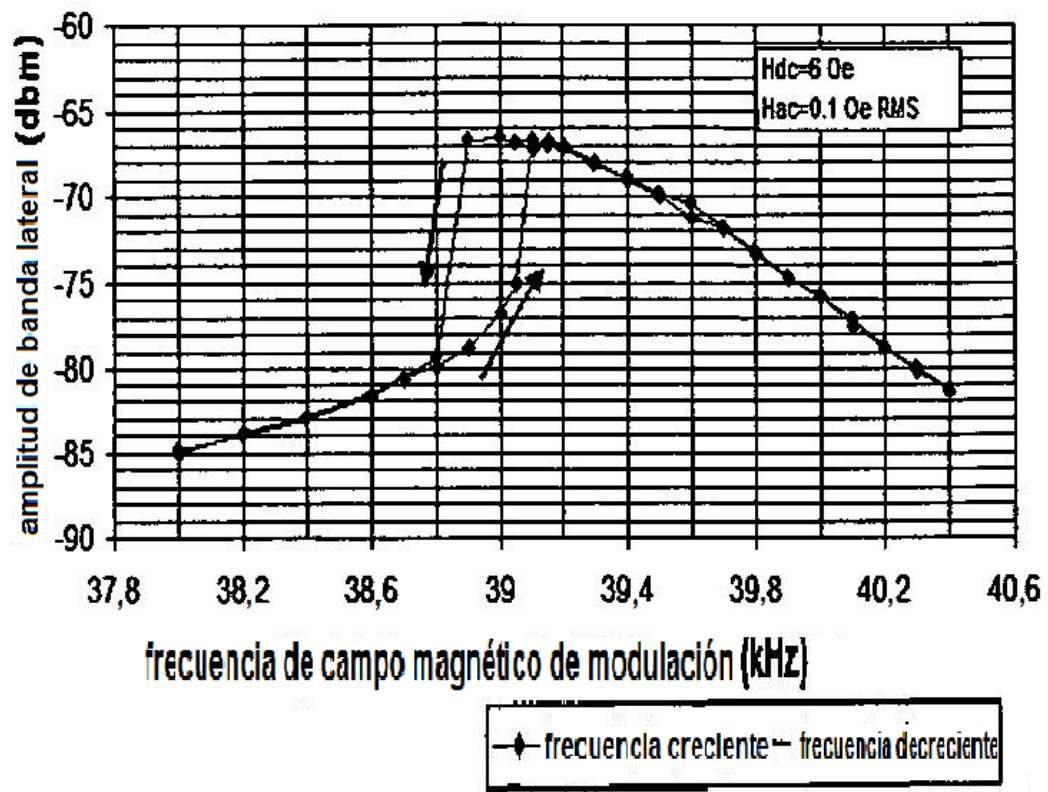


FIG. 9

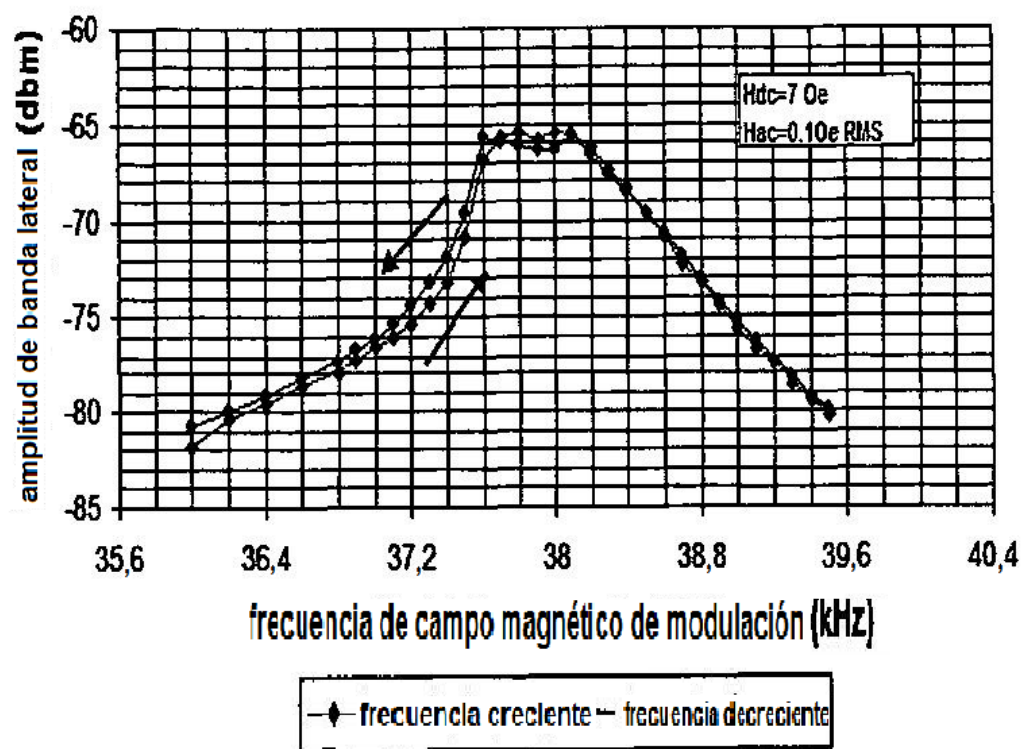


FIG. 10

