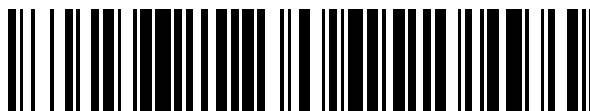


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 560**

51 Int. Cl.:
G06K 7/08 (2006.01)
G06K 19/06 (2006.01)
G08B 13/14 (2006.01)
H01F 1/153 (2006.01)
H01F 41/02 (2006.01)
G08B 13/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06740152 .1**
96 Fecha de presentación: **31.03.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1872299**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2008**

54 Título: **Marcador codificado para sistema electrónico de identificación de artículos**

30 Prioridad:
01.04.2005 US 95559

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2012

73 Titular/es:
METGLAS, INC.
440 ALLIED DRIVE
CONWAY, SC 29528, US

72 Inventor/es:
HASEGAWA, Ryusuke

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 378 560 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

Marcador codificado para sistema electrónico de identificación de artículos

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una cinta de aleación amorfa ferromagnética y a un marcador para uso en un sistema electrónico de identificación de artículos, incluyendo el marcador una pluralidad de tiras rectangulares a base de un material magnetoestrictivo amorfo que vibra mecánicamente en un campo magnético alternante a múltiples frecuencias resonantes, con lo que el efecto magnetomecánico del marcador se utiliza efectivamente con fines de codificación y descodificación. La presente invención también se refiere a un sistema electrónico de
10 identificación que utiliza tal marcador.

2. Antecedentes de la invención

15 La magnetoestricción de un material magnético es un fenómeno en el que tiene lugar un cambio dimensional al aplicar un campo magnético externo al material magnético. Cuando el cambio dimensional es tal que el material se alarga al ser magnetizado, el material se denomina "magnetoestrictivo positivo". Cuando un material es "magnetoestrictivo negativo", el material se contrae al magnetizarlo. De este modo, en cualquier caso, un material magnético vibra cuando está en un campo magnético alternante. Cuando se aplica un campo magnético estático junto con el campo alternante, la frecuencia de la vibración mecánica del material magnético varía con el campo estático aplicado a través del acoplamiento magnetoelástico. Esto se conoce habitualmente como el efecto ΔE , que se describe, por ejemplo en "Physics of Magnetism" de S. Chikazumi (John Wiley & Sons, Nueva York, 1964, página
20 435). Aquí, $E(H)$ representa el módulo de Young, que es una función de un campo aplicado H , y la frecuencia vibracional o de resonancia del material f_r está relacionada con $E(H)$ mediante

$$f_r = (1/2l)[E(H)/\rho]^{1/2} \quad (1)$$

25 en la que l es la longitud del material y ρ es la densidad másica del material. El efecto magnetoelástico o magnetomecánico descrito anteriormente se utiliza en sistemas electrónicos de vigilancia de artículos que se presentaron por primera vez en las patentes U.S. n^{os} 4.510.489 y 4.510.490 (en lo sucesivo, las patentes '489 y '490). Tales sistemas de vigilancia son sistemas ventajosos, por cuanto ofrecen una combinación de elevada sensibilidad de detección, elevada fiabilidad de funcionamiento y bajos costes de funcionamiento.

30 El marcador en tales sistemas es una tira, o una pluralidad de tiras, de longitud conocida de un material ferromagnético, empaquetado con un ferromán magnéticamente más duro (material con una mayor coercitividad) que proporciona un campo estático denominado campo de polarización, para establecer un acoplamiento magnetomecánico pico. El material ferromagnético del marcador es preferiblemente una cinta de aleación amorfa, puesto que la eficiencia del acoplamiento magnetomecánico en las aleaciones es muy elevada. La frecuencia de resonancia mecánica, f_r , está determinada esencialmente por la longitud de la cinta de aleación y por la intensidad del campo de polarización, como indica la Ecuación (1) anterior. Cuando una señal interrogante sintonizada con la
35 frecuencia de resonancia se encuentra en un sistema de identificación electrónico, el material del marcador responde con un campo de señal grande, que es detectado por un receptor en el sistema.

40 En la patente U.S. n^o 4.510.490 se consideraron varios materiales ferromagnéticos amorfos para sistemas de identificación codificados basados en la resonancia magnetomecánica descrita anteriormente, e incluyeron aleaciones amorfas de Fe-Ni-Mo-B, Fe-Co-B-Si, Fe-B-Si-C y Fe-B-Si. De las aleaciones, una aleación de METGLAS®2826MB a base de Fe-Ni-Mo-B amorfa comercialmente disponible se usó extensamente hasta el desencadenamiento accidental, por un marcador de resonancia magnetomecánica, de otros sistemas basados en la generación/detección de armónicos magnéticos. Esto se produce debido a que un marcador de resonancia magnetomecánica usado en ese momento mostraba algunas veces características de BH no lineales, dando como resultado la generación de mayores armónicos de la frecuencia del campo excitatriz. Para evitar este problema,
45 denominado algunas veces un "problema de contaminación" del sistema, se ha inventado una serie de nuevos materiales de marcador, cuyos ejemplos se describen en las patentes U.S. n^o 495.231, 5.539.380, 5.628.840, 5.650.023, 6.093.261 y 6.187.112. Aunque los nuevos materiales de marcador se comportan, de media, mejor que los materiales utilizados en los sistemas de vigilancia de las patentes '489 y '490 originales, se ha encontrado un comportamiento magnetomecánico en cierto modo mejor en los materiales de marcador descritos, por ejemplo, en la patente U.S. n^o 6.299.702 (en lo sucesivo patente '702). Estos nuevos materiales de marcador requieren procesos de tratamiento térmico complejos para lograr las propiedades magnetomecánicas deseadas como se describen, por ejemplo, en la patente '702. Claramente, es necesario un nuevo material de marcador magnetomecánico que no requiera tales procedimientos complicados de post-fabricación de la cinta, y es un objetivo de la presente invención proporcionar tal material de marcador con un comportamiento magnetomecánico elevado sin provocar el "problema
50 de contaminación" mencionado anteriormente. Utilizando completamente el nuevo material de marcador magnetomecánico de la presente invención, la presente invención incluye un marcador con capacidad codificante y descodificante, y un sistema de identificación electrónico que utiliza el marcador. En la patente U.S. n^o 4.510.490 se enseñó un sistema de vigilancia codificado que tiene un marcador magnetomecánico, pero el número de tiras del
55

marcador constituyentes estaba limitado debido a un espacio limitado disponible en un marcador, limitando así el universo de capacidad codificante y descodificante que usa tal marcador.

La patente US 6.359.563 (documento WO 2000/048152) describe un enfoque diferente para lograr resonancia magnetomecánica, prefiriendo generalmente una composición de aleación que tiene un contenido elevado de Co, haciendo de este modo caro a tal tipo de marcador.

Claramente, es necesario un marcador en el que el número de tiras del marcador aumente considerablemente sin sacrificar el comportamiento como marcador codificado en un sistema electrónico de identificación de artículos que tiene capacidad codificante y descodificante, en lo sucesivo denominado "sistema electrónico codificado de identificación de artículos".

SUMARIO DE LA INVENCION

Según la invención, se incluye un material magnético blando en un marcador de un sistema de identificación electrónico basado en resonancia magnetomecánica.

Un material de marcador con propiedades de resonancia magnetomecánica globales mejoradas se fabrica a partir de una cinta de aleación amorfa de manera que un múltiplo de tiras de marcador están alojadas en un marcador codificado: un material magnético blando en forma de cinta que tiene capacidad de resonancia magnetomecánica se moldea sobre un sustrato giratorio, como se enseña en la patente U.S. n° 4.142.571. Cuando la anchura de la cinta tal como se moldea es más ancha que la anchura predeterminada para un material de marcador, la mencionada cinta se corta hasta dicha anchura predeterminada. La cinta así procesada se corta en tiras metálicas amorfas dúctiles, rectangulares, que tienen diferentes longitudes, para fabricar un marcador de resonancia magnetomecánica usando una pluralidad de dichas tiras con al menos una tira de imán semiduro que proporciona un campo magnético estático de polarización.

Un sistema electrónico codificado de identificación de artículos utiliza un marcador codificado de la presente invención. El sistema tiene una zona de interrogación del artículo en la que un marcador magnetomecánico de la presente invención se somete a un campo magnético interrogante con frecuencias variables, detectándose la respuesta de la señal a la excitación del campo magnético interrogante mediante un receptor que tiene un par de bobinas de antena situadas en la zona de interrogación del artículo.

Según una realización de la invención, se proporciona un marcador codificado de un sistema electrónico de identificación de artículos resonante magnetomecánico, adaptado para resonar mecánicamente a frecuencias preseleccionadas, que comprende: una pluralidad de tiras magnetoestrictivas dúctiles cortadas a longitudes predeterminadas a partir de cintas de aleación ferromagnética amorfa que tienen curvaturas a lo largo de una dirección longitudinal de la cinta y presentan resonancia magnetomecánica bajo excitaciones de campos magnéticos alternantes con un campo de polarización estático, teniendo las tiras una dirección de anisotropía magnética perpendicular a un eje de la cinta, en el que al menos dos de las cintas están adaptadas para estar magnéticamente polarizadas para resonar a una de las frecuencias preseleccionadas única y diferente.

Cuando se selecciona, un radio de curvatura de las curvaturas de la tira del marcador es menor que 100 cm.

Según una realización de la invención, la codificación se lleva a cabo cortando una cinta de aleación magnetoestrictiva amorfa, que tiene su dirección de anisotropía magnética perpendicular al eje de la cinta, en una tira rectangular con una longitud predeterminada que tiene una relación de aspecto de longitud a anchura mayor que 3.

Cuando se seleccionan, las tiras tienen una anchura de tira que oscila desde alrededor de 3 mm hasta alrededor de 15 mm.

Según una realización de la invención, las tiras tienen una pendiente de la frecuencia resonancia frente al campo de polarización que oscila desde alrededor de 4 Hz/(A/m) hasta alrededor de 14 Hz/(A/m).

Cuando se seleccionan, las tiras tienen una longitud mayor que alrededor de 18 mm cuando una anchura de la tira es 6 mm.

Según una realización de la invención, las tiras tienen una frecuencia de resonancia magnetomecánica menor que alrededor de 120.000 Hz.

Según una realización de la invención, las cintas de aleación ferromagnética amorfa tienen una magnetoestricción de saturación entre alrededor de 8 ppm y alrededor de 18 ppm, y una inducción de saturación entre alrededor de 0,7 tesla y alrededor de 1,1 tesla.

Según una realización de la invención, una aleación ferromagnética amorfa de las cintas de aleación ferromagnética amorfa tiene una composición a base de $Fe_a-Ni_b-Mo_c-B_d$ con $30 \leq a \leq 43$, $35 \leq b \leq 48$, $0 \leq c \leq 5$, $14 \leq d \leq 20$ y $a+b+c+d=100$, estando hasta 3% de los átomos de Mo opcionalmente sustituidos por Co, Cr, Mn y/o Nb, y estando hasta 1% de los átomos de B opcionalmente sustituidos por Si y/o C.

Según una realización de la invención, una aleación ferromagnética amorfa de las cintas de aleación ferromagnética amorfa tiene una composición de una de: $Fe_{40,6}Ni_{40,1}Mo_{3,7}B_{15,1}Si_{0,5}$, $Fe_{41,5}Ni_{38,9}Mo_{4,1}B_{15,5}$, $Fe_{41,7}Ni_{39,4}Mo_{3,1}B_{15,8}$, $Fe_{40,2}Ni_{39,0}Mo_{3,6}B_{16,6}Si_{0,6}$, $Fe_{39,8}Ni_{39,2}Mo_{3,1}B_{17,6}C_{0,3}$, $Fe_{36,9}Ni_{41,3}Mo_{4,1}B_{17,8}$, $Fe_{35,6}Ni_{42,6}Mo_{4,0}B_{17,9}$, $Fe_{40}Ni_{38}Mo_4B_{18}$, o $Fe_{38,0}Ni_{38,8}Mo_{3,9}B_{19,3}$.

- 5 Cuando se selecciona, el marcador codificado comprende al menos dos tiras de marcador con diferentes longitudes.
 Cuando se selecciona, el marcador codificado comprende cinco tiras de marcador con diferentes longitudes.
 Cuando se selecciona, el marcador codificado tiene una frecuencia de resonancia magnetomecánica entre alrededor de 30.000 y alrededor de 130.000 Hz.
- 10 Cuando se selecciona, el marcador codificado tiene un universo de identificación electrónica que contiene hasta alrededor de 1800 y alrededor de 115 millones de artículos identificables separadamente para un marcador codificado con dos y cinco tiras de marcador, respectivamente.
 Cuando se selecciona, el marcador codificado tiene un universo de identificación electrónica que contiene más de 115 millones de artículos identificables separadamente.
- 15 Según una realización de la invención, las tiras tienen una frecuencia de resonancia magnetomecánica menor que alrededor de 120.000 Hz.
- 20 Según una realización de la invención, un sistema electrónico de identificación de artículos tiene una capacidad de descodificar información codificada de un marcador codificado. El sistema comprende uno de: un par de bobinas que emiten un campo de excitación AC dirigido al marcador codificado para formar una zona de interrogación; un par de bobinas de detección de la señal, que reciben la información codificada procedente del marcador codificado; un dispositivo electrónico de procesamiento de la señal con un ordenador electrónico con un software para descodificar información codificada en el marcador codificado; o un dispositivo electrónico que identifica el marcador codificado, en el que el marcador codificado está adaptado para resonar mecánicamente a frecuencias preseleccionadas, en el que el marcador codificado comprende una pluralidad de tiras magnetostrictivas dúctiles cortadas a longitudes predeterminadas a partir de cintas de aleación ferromagnética amorfa que tienen curvaturas a lo largo de una dirección longitudinal de la cinta y muestran resonancia magnetomecánica bajo excitaciones de campo magnético alternante con un campo de polarización estático, teniendo las tiras una dirección de anisotropía magnética perpendicular a un eje de la cinta, en el que al menos dos de las tiras están adaptadas para estar magnéticamente polarizadas para resonar a una de las frecuencias preseleccionadas única y diferente.
- 25 Cuando se selecciona, un radio de curvatura de las curvaturas de las tiras de marcador está entre alrededor de 20 cm y alrededor de 100 cm.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se entenderá más completamente, y serán manifiestas ventajas adicionales, cuando se haga referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas y los dibujos que se acompañan, en los que:

- 35 La Fig. 1A ilustra una vista lateral de una tira cortada de una cinta de aleación amorfa según una realización de la presente invención y que tiene un imán de polarización, y la Fig. 1B ilustra una vista de una tira convencional con un imán de polarización;
- La Fig. 2 ilustra características de resonancia magnetomecánica de un marcador de una sola tira según una realización de la presente invención, y características de resonancia magnetomecánica de un marcador de una sola tira convencional, que muestra la frecuencia de resonancia en función del campo de polarización;
- 40 La Fig. 3 ilustra señales de resonancia de un marcador de una sola tira según una realización de la presente invención, y señales de resonancia de un marcador de tira convencional, que muestra amplitudes de la señal de resonancia en función de un campo de polarización;
- 45 La Fig. 4 ilustra un bucle de BH tomado a 60 Hz en una tira de marcador de una realización en la presente invención que tiene una longitud de aproximadamente 38 mm, una anchura de aproximadamente 6 mm y un grosor de alrededor de alrededor de 28 μm ;
- La Fig. 5A ilustra una comparación de un perfil físico de una realización de un marcador resonante magnetomecánico según realizaciones de la presente invención, y la Fig. 5B ilustra una comparación de un marcador convencional, que utilizan dos tiras de marcador con diferentes longitudes en ambos casos;
- 50 La Fig. 6A ilustra características de resonancia magnetomecánica de un marcador que tiene dos tiras con diferentes longitudes de una realización de la presente invención, y la Fig. 6B ilustra características de resonancia magnetomecánica de un marcador convencional que tiene dos tiras con diferentes longitudes;
- La Fig. 7 ilustra un perfil de señal de resonancia próximo a la región de frecuencia de resonancia inferior de

la Fig. 6A;

La Fig. 8 ilustra un perfil de la señal de resonancia próximo a la región de frecuencia de resonancia superior de la Fig. 6A;

5 Las Figs. 9-1 y 9-2 ilustran un marcador de una realización de la presente invención, en el que están alojadas tres tiras con diferentes longitudes;

La Fig. 10 ilustra las características de resonancia magnetomecánica de un marcador que tiene tres tiras con diferentes longitudes de una realización de la presente invención;

La Fig. 11 ilustra las características de resonancia magnetomecánica de un marcador que tiene cinco tiras con diferentes longitudes de una realización de la presente invención; y

10 La Fig. 12 ilustra un sistema electrónico codificado de identificación de artículos según una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

15 Un material de marcador con propiedades de resonancia magnetomecánica globales mejoradas se fabrica a partir de una cinta de aleación ferromagnética amorfa de manera que una multiplicidad de tiras de marcador están alojadas en un marcador codificado, en el que al menos dos de las tiras están adaptadas para ser polarizadas magnéticamente para resonar mecánicamente a una única, diferente, de una pluralidad de frecuencias preseleccionadas. Un material magnético en forma de cinta que tiene capacidad de resonancia magnetomecánica se moldea sobre un sustrato giratorio, como se enseña en la patente U.S. nº 4.142.571. Cuando la anchura de la cinta tal como se moldea es más ancha que la anchura predeterminada para un material de marcador, la cinta se corta hasta la anchura predeterminada. La cinta así procesada se corta en tiras metálicas amorfas dúctiles, rectangulares, que tienen diferentes longitudes, para fabricar un marcador de resonancia magnetomecánica usando una pluralidad de las tiras con al menos una tira de imán semiduro que proporciona un campo magnético estático polarizado.

25 En una realización de la presente invención, la aleación ferromagnética amorfa utilizada para formar una cinta para la tira del marcador tiene una composición basada en $Fe_a-Ni_b-Mo_c-B_d$ con $30 \leq a \leq 43$, $35 \leq b \leq 48$, $0 \leq c \leq 5$, $14 \leq d \leq 20$ y $a+b+c+d=100$, estando hasta 3% de los átomos de Mo opcionalmente sustituidos por Co, Cr, Mn y/o Nb, y estando hasta 1% de los átomos de B opcionalmente sustituidos por Si y/o C.

30 En una realización de la presente invención, la aleación ferromagnética amorfa utilizada para formar una cinta para la tira de marcador tiene una composición de uno de: $Fe_{40,6}Ni_{40,1}Mo_{3,7}B_{15,1}Si_{0,5}$, $Fe_{41,5}Ni_{38,9}Mo_{4,1}B_{15,5}$, $Fe_{41,7}Ni_{39,4}Mo_{3,1}B_{15,8}$, $Fe_{40,2}Ni_{39,0}Mo_{3,6}B_{16,6}Si_{0,6}$, $Fe_{39,8}Ni_{39,2}Mo_{3,1}B_{17,6}Co_{0,3}$, $Fe_{36,9}Ni_{41,3}Mo_{4,1}B_{17,8}$, $Fe_{35,6}Ni_{42,6}Mo_{4,0}B_{17,9}$, $Fe_{40}Ni_{38}Mo_4B_{18}$, o $Fe_{38,0}Ni_{38,8}Mo_{3,9}B_{19,3}$.

35 De este modo, una cinta de aleación amorfa con una composición química similar a una composición química de una cinta METGLAS®2826M8 magnetoestrictiva amorfa comercialmente disponible se moldeó según la invención descrita en la patente U.S. nº 4.142.571. La aleación amorfa moldeada tuvo una inducción de saturación de alrededor de 0,88 Tesla, y una magnetoestricción de saturación de alrededor de 12 ppm. La cinta tuvo anchuras de alrededor de 100 mm y alrededor de 25 mm, y su grosor fue alrededor de 28 μm . La cinta se cortó entonces en cintas más estrechas con diferentes anchuras. La cinta cortada se cortó entonces en tiras dúctiles, rectangulares, que tienen una longitud que oscila desde alrededor de 15 mm hasta alrededor de 65 mm. Cada tira tuvo una ligera curvatura que refleja una curvatura de superficie de rueda de moldeo de la cinta. Durante el corte, se modificó la curvatura original. La curvatura de una tira cortada y ranurada se determinó como se describe en el Ejemplo 1. La Fig. 1A ilustra el aspecto físico de una tira 10 de marcador de una realización de la presente invención, y la Fig. 1B ilustra el aspecto físico de una tira 20 convencional producida según un método complejo de tratamiento térmico descrito en la patente U.S. nº 6.299.702. Como se indica, las líneas 11 de flujo magnético están más cerradas en una configuración de tira de polarización del marcador de resonancia de una realización de la presente invención que las líneas 21 de flujo magnético de una tira convencional, como se ilustra en la Fig. 1B. Esto permite un mejor acoplamiento entre una tira 10 de marcador de una realización de la presente invención y una tira 12 de imán de polarización que el que se logra mediante una tira 20 convencional y un imán 22 de polarización, lo que da como resultado menos fuga de flujo magnético en los dos extremos de una tira de marcador de resonancia de una realización de la presente invención. Cada tira de marcador de resonancia de una realización de la presente invención y de la tira convencional se examinó a la luz del comportamiento de resonancia magnetomecánica, usando un método de caracterización del Ejemplo 2. La Fig. 2 compara la frecuencia de resonancia como una función del campo de polarización para un marcador 830 de una sola tira de una realización de la presente invención y la frecuencia de resonancia de una tira 831 convencional. La Fig. 2 indica que el cambio de la frecuencia de resonancia como función del campo de polarización es aproximadamente el mismo para ambos casos. Las características de resonancia representadas en la Fig. 2 son importantes a la hora de diseñar un marcador de resonancia con capacidad de desactivación, debido a que la desactivación se logra mediante un cambio en la frecuencia de resonancia cambiando la intensidad del campo de polarización. Durante la desactivación, la pendiente de la frecuencia de resonancia f_r con respecto al campo de polarización H_b , es decir, df_r/dH_b , determina la eficacia de la desactivación, y por lo tanto es un factor importante para una tira de marcador de resonancia efectiva. Para un

marcador en un sistema electrónico de identificación codificado, generalmente se prefiere una pendiente más grande de la frecuencia de resonancia frente al campo de polarización cuando se desea una mayor sensibilidad en un sistema de identificación.

5 En la Fig. 3 se ilustra una comparación de la respuesta de resonancia entre los dos casos, en la que V_0 es la amplitud de la señal de respuesta cuando se apaga el campo excitatriz, y V_1 es la amplitud de la señal a 1 ms después de la terminación del campo excitatriz. Claramente, se prefiere una mayor relación V_1/V_0 para un mejor comportamiento de un marcador de resonancia. Por lo tanto, ambas amplitudes de señal se usan en la industria como parte de la cantidad de mérito para un marcador de resonancia magnetomecánica. La Fig. 3 indica que las amplitudes de señal, V_0 441 y V_1 442, se hacen máximas a campos de polarización de $H_{b0}=500$ A/m y $H_{b1}=400$ A/m, respectivamente, para una tira de marcador de resonancia de una realización de la presente invención, y V_0 443 y V_1 444 se hacen máximas a campos de polarización de $H_{b0}=460$ A/m y $H_{b1}=400$ A/m, respectivamente, para una tira de marcador de resonancia convencional. Además, la Fig. 3 indica que la relación de V_1/V_0 en estos puntos máximos es mayor para una tira de marcador de resonancia de una realización de la presente invención que para una tira de marcador convencional, ilustrando que la retención de la señal de una tira de marcador de una realización de la presente invención es mejor que en una tira de marcador convencional, permitiendo así la efectividad del sistema de identificación electrónico codificado presente.

20 La Tabla I resume una comparación de parámetros críticos para el comportamiento de una tira de marcador como un resonador magnetomecánico entre tiras de marcador convencionales representativas y ejemplos de las tiras de marcador de una realización de la presente invención. Se observa que el comportamiento de las tiras de marcador de una realización de la presente invención está próximo a, o es superior a, el comportamiento de tiras de marcador convencionales. Todas las tiras de marcador de una realización de la presente invención en la Tabla I son aceptables para uso como marcadores de la realización de la presente invención.

25 En la Tabla I, los voltajes máximos de la señal para V_0 y V_1 , medidos a intensidades del campo de polarización, H_{b0} y H_{b1} , respectivamente, y la pendiente de la frecuencia de resonancia, df_r/dH_b , medida a H_{b1} para tiras de marcador de una realización de la presente invención con una curvatura de tira como se define en la Fig. 1A, se compararon con características correspondientes para diez tiras de marcador convencionales, seleccionadas al azar. La longitud l de las tiras fueron todas alrededor de 38 mm, y sus anchuras fueron alrededor de 6 mm. A partir de h y l , se calculó un radio de curvatura para cada tira de marcador. La frecuencia de resonancia de cada tira fue alrededor de 58 kHz.

Tabla I

Características de Resonancia Magnetomecánica							
Marcador	$V_{0\max}$ (mV)	H_{b0} (A/m)	$V_{1\max}$ (mV)	H_{b1} (A/m)	df_r/dH_b [Hz/(A/m)]	h (mm)	Radio de Curvatura (cm)
Convencional	140~180	440~500	60~102	360~420	5,60~11,5	-	-
Presente Invención nº 1	167	490	97	400	12,0	0,18	100
nº 2	156	470	86	410	9,50	0,18	100
nº 3	159	490	84	410	12,5	0,20	90
nº 4	167	490	94	400	11,8	0,20	90
nº 5	183	458	110	390	11,8	0,23	78
nº 6	165	488	94	370	12,5	0,23	78
nº 7	178	471	106	391	12,3	0,28	65
nº 8	160	460	92	379	10,8	0,28	65
nº 9	157	461	87	351	9,10	0,36	50
nº 10	147	420	76	391	10,3	0,64	28

30 La Tabla I contiene datos para una anchura de tira de marcador de alrededor de 6 mm que se usa actualmente de forma generalizada. Es un aspecto de la presente invención proporcionar tiras de marcador con anchuras diferentes de alrededor de 6 mm. Las tiras de marcador con diferentes anchuras se cortaron de la misma cinta usada en la Tabla I, y se determinaron sus características de resonancia magnetomecánica. Los resultados se resumen en la Tabla II. Los voltajes de la señal de resonancia, $V_{0\max}$ y $V_{1\max}$, disminuyeron al disminuir la anchura, como se

esperaba. La disminución en los valores característicos del campo, H_{b0} y H_{b1} , al disminuir la anchura es debido a los efectos de la desmagnetización. De este modo, se debe seleccionar en consecuencia un imán de campo de polarización. Un marcador con una anchura más pequeña es adecuado para un área de identificación de artículos más pequeña, mientras que un marcador con una mayor anchura es adecuado para un área de identificación de artículos más grande, debido a que las señales de resonancia son mayores de tiras de marcador más grandes, como indica la Tabla II. Puesto que la frecuencia de resonancia depende principalmente de la longitud de la tira, como indica la Ecuación (1), el cambio de la anchura de la tira no afecta a la frecuencia de resonancia del sistema de identificación de artículos usado.

La Tabla II muestra las características de resonancia magnetomecánica de tiras de marcador de una realización de la presente invención con una altura de tira h como se define en la Fig. 1A y con diferentes anchuras de tira. Las definiciones para $V_{0\max}$, H_{b0} , $V_{1\max}$ y df/dH_b fueron las mismas como en la Tabla I. La longitud l de las tiras fueron todas alrededor de 38 mm. A partir de h y l , se calculó un radio de curvatura para cada tira de marcador. La frecuencia de resonancia de cara tira fue alrededor de 58 kHz.

Tabla II

Características de Resonancia Magnetomecánica							
Anchura del marcador (mm)	$V_{0\max}$ (mV)	H_{b0} (A/m)	$V_{1\max}$ (mV)	H_{b1} (A/m)	df/dH_b [Hz/(A/m)]	h (mm)	Radio de Curvatura (cm)
4	107	310	56	330	4,69	0,61	30
5	153	300	76	300	6,05	0,41	44
9	194	500	101	440	4,84	0,81	22
14	321	590	174	511	4,86	0,84	21

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar una variedad de marcadores disponibles operados en diferentes condiciones. Para este fin, se variaron las características de resonancia magnetomecánica cambiando la composición química de la cinta de aleación magnética amorfa a partir de la que se produjeron las tiras de marcador. Las composiciones químicas de las aleaciones examinadas se dan en la Tabla III, en la que se dan los valores de la inducción de saturación y las magnetoestricciones de saturación para las aleaciones. En la Tabla IV, más abajo, se dan los resultados de las propiedades de resonancia magnetomecánica de estas aleaciones.

La Tabla III muestra ejemplos de aleaciones amorfas magnetoestrictivas con sus composiciones, inducciones de saturación, B_s , y magnetoestricciones de saturación, λ_s , para marcadores de resonancia magnetomecánica de una realización de la presente invención. Los valores de B_s se determinaron a partir de medidas del bucle de BH de DC descritas en el Ejemplo 3, y los valores de λ_s se calcularon usando una fórmula empírica $\lambda_s = k B_s^2$, con $k = 15,5$ ppm/tesla², siguiendo a S. Ito et al., Applied Physics Letters, vol. 37, p. 665 (1980).

Tabla III

Aleación Amorfa Magnetoestrictiva			
Aleación N°	Composición Química del Marcador (números en % de átomos)	Inducción de saturación B_s (tesla)	Magnetoestricción de saturación λ_s (ppm)
A	Fe _{40,6} Ni _{40,1} Mo _{3,7} B _{15,1} Si _{0,5}	0,88	12
B	Fe _{41,5} Ni _{38,9} Mo _{4,1} B _{15,5}	0,98	15
C	Fe _{41,7} Ni _{39,4} Mo _{3,1} B _{15,8}	1,03	16
D	Fe _{40,2} Ni _{39,0} Mo _{3,6} B _{16,6} Si _{0,6}	0,93	13,5
E	Fe _{39,8} Ni _{39,2} Mo _{3,1} B _{17,6} C _{0,3}	0,94	14
F	Fe _{36,9} Ni _{41,3} Mo _{4,1} B _{17,8}	0,83	10,5
G	Fe _{35,6} Ni _{42,6} Mo _{4,0} B _{17,9}	0,81	10
H	Fe _{39,6} Ni _{38,3} Mo _{4,1} B _{18,0}	0,88	12

Aleación Amorfa Magnetoestrictiva			
Aleación N°	Composición Química del Marcador (números en % de átomos)	Inducción de saturación B _s (tesla)	Magnetoestricción de saturación λ _s (ppm)
I	Fe _{38,0} Ni _{38,8} Mo _{3,9} B _{19,3}	0,84	11

5 La Tabla IV muestra las características de resonancia magnetomecánica de tiras de marcador que tienen diferentes composiciones químicas dadas en la Tabla III de una realización de la presente invención, con una altura de tira *h* como se define en la Fig. 1A. Las definiciones para V_{0 max}, H_{b0}, V_{1 max} y df_r/dH_b fueron las mismas como en la Tabla I. Las longitudes *l* de las tiras fueron todas alrededor de 38 mm. A partir de *h* y *l*, se calculó un radio de curvatura para cada tira de marcador. La frecuencia de resonancia de cada tira fue alrededor de 58 kHz.

Tabla IV

Características de Resonancia Magnetomecánica de las Aleaciones en la Tabla III						
Aleación N°	V _{0 max} (mV)	H _{b0} (A/m)	V _{1 max} (mV)	H _{b1} (A/m)	df _r /dH _b [Hz/(A/m)]	Radio de Curvatura (cm)
A	184	370	94	330	8,10	71
B	174	490	89	348	10,4	36
C	188	471	70	368	13,0	33
D	158	580	83	580	4,85	33
E	160	320	72	300	8,80	25
F	160	341	84	329	7,06	34
G	154	420	94	389	8,51	36
H	171	472	85	351	9,73	27
I	146	352	60	250	13,4	30

10 Todas las aleaciones amorfas con diferentes composiciones químicas dadas en la Tabla III tienen excelentes características de resonancia magnetomecánica, como se dan en la Tabla IV, y por lo tanto son útiles en un sistema de identificación electrónico codificado de una realización de la presente invención.

15 Además, cintas cortadas hasta una anchura de alrededor de 6 mm según el Ejemplo 1 se cortaron en tiras con diferentes longitudes, y se examinaron sus propiedades de resonancia magnetomecánica. Además de las propiedades cubiertas en las Tablas I, II y IV anteriores, se llevó a cabo un ensayo complementario para determinar la eficacia de una tira de resonancia magnetomecánica usando la siguiente fórmula:

$$V(t) = V_0 \exp(-t/T), \quad (2)$$

20 en la que *t* es el tiempo medido después de la terminación de una excitación del campo AC, y *T* es la constante de tiempo característica para el decaimiento de la señal de resonancia. Los valores de V_{1 max} en las Tablas I, II y IV se determinaron a partir del dato para *t* = 1 ms. Los resultados se dan en la Tabla V, en la cual se resumen otros parámetros que caracterizan las propiedades de resonancia de diferentes longitudes de tiras. Se observa que *f_r* sigue de forma bastante bien la relación de la Ecuación (1) dada anteriormente. También se observa el incremento de *T* al aumentar la longitud de la tira. Es preferible un mayor valor de la constante del tiempo *T* si se prefiere una detección de la señal retrasada. Sin embargo, en un sistema electrónico codificado de identificación de artículos cuando se barre el campo AC de interrogación, el valor de V₀ en la Tabla I importa más que el valor de V₁.

25 Como se muestra en la Tabla V, las características de resonancia magnetomecánica se determinaron para tiras de marcador de una realización de la presente invención con diferentes longitudes *l*. La anchura y grosor de cada tira fueron alrededor de 6 mm y alrededor de 28 μm, respectivamente. La frecuencia de resonancia, *f_r*, y la constante de tiempo, *T*, se definen en las Ecuaciones (1) y (2), respectivamente. Las definiciones para V_{0 max}, H_{b0}, V_{1 max}, H_{b1} y df_r/dH_b fueron las mismas como en la Tabla 1. La altura *h* del marcador se define en la Fig. 1, y se calculó un radio de curvatura de cada tira usando *h* y *l*.

Tabla V

Longitud de la tira / (mm)	f_r (Hz)	$V_{0\max}$ (mV)	H_{b0} (A/m)	Constante de tiempo T (ms)	$V_{1\max}$ (mV)	H_{b1} (A/m)	df/dH_b [Hz/(A/m)]	Radio de Curvatura (cm)
18,01	120,772	73	610	0,85	23	520	6,65	26
20,16	108,536	68	550	0,92	25	370	8,07	22
24,99	87,406	94	460	1,16	42	338	6,55	22
30,02	72,284	135	461	1,35	69	342	9,44	36
35,03	61,818	143	387	1,74	79	322	8,73	29
37,95	56,782	160	389	1,86	91	337	7,89	31
41,90	51,336	184	389	2,03	109	350	6,67	43
46,95	45,992	178	330	2,49	116	320	5,21	45
52,12	41,438	197	331	2,69	132	312	5,28	35
56,99	37,900	187	292	3,30	135	291	5,93	37
62,07	34,864	197	293	3,56	148	279	4,94	34

Además de las propiedades magnéticas básicas, tales como la inducción magnética de saturación y la magnetoestricción de saturación, dadas en la Tabla III, que son necesarias para generar resonancia magnetomecánica en una tira de marcador de una realización de la presente invención, la dirección de la anisotropía magnética, que es la dirección de la magnetización fácil en una tira de marcador, debe ser esencialmente perpendicular a la dirección longitudinal de la tira. Este es de hecho el caso como se indica en la Fig. 4, que representa un bucle de BH tomado a 60 Hz usando un método de medida del Ejemplo 3 en una tira de aproximadamente 38 mm de longitud de la Tabla V anterior. El bucle de BH de la Fig. 4 indica que la inducción magnética remanente en $H=0$, es decir, $B(H=0)$, está próxima acero, y la permeabilidad, definida por B/H cerca de $H=0$, es lineal. La forma del bucle de BH mostrado en la Fig. 4 es típica del comportamiento de BH de una tira magnética en la que la dirección media de la anisotropía magnética es perpendicular a la dirección longitudinal de la tira. Una consecuencia del comportamiento de magnetización de una tira de marcador de una realización de la presente invención mostrada en la Fig. 4 es la ausencia de generación de armónicos superiores en la tira cuando la tira se coloca en un campo magnético AC. De este modo, se minimiza el "problema de contaminación" del sistema, como se menciona en la sección "Antecedentes de la invención". Para comprobar adicionalmente este punto, se comparó una señal de armónico superior de la tira de marcador de la Fig. 4 con la de una tira de marcador de un sistema de vigilancia de artículos electrónico basado en la generación/detección de armónicos magnéticos. En la Tabla VI, más abajo, se dan los resultados de esta comparación.

Como se muestra en la Tabla VI, se realizó una comparación de señales de armónicos superiores magnéticos entre una tira de marcador de una realización de la presente invención y una tira de marcador basado en la aleación de METGLAS®2714A a base de Co, que se usa ampliamente en un sistema electrónico de vigilancia de artículos basado en un sistema de generación/detección de armónicos magnéticos. El tamaño de la tira fue el mismo para ambos casos, y fue aproximadamente 38 mm de longitud y aproximadamente 6 mm de anchura. La frecuencia de excitación fundamental fue 2,4 kHz, y las señales del 25° armónico se compararon usando un método de detección de señal de armónicos del Ejemplo 4.

Tabla VI

Tipo de marcador	Señal del 25° armónico (mV)
Presente Invención	4
Marcador de armónicos	40

Como indica la Tabla VI, una señal de armónico insignificamente pequeña de un marcador de una realización de la presente invención no dispara un sistema electrónico de vigilancia de artículos basado en la generación/detección de armónicos magnéticos.

Dos tiras de marcador de una realización de la presente invención con diferentes longitudes se seleccionaron al azar de un número de tiras como se caracterizan en las Tablas I, II, IV y V, y se montaron una encima de la otra, y se obtuvo un marcador como se indica mediante la tira 110 y tira 111 en la Fig. 5A. Las dos tiras de marcador con diferentes longitudes se alojaron en un área hueca entre el alojamiento exterior no magnético 100 y 101. Se unió un imán 120 de polarización a la superficie exterior de un alojamiento 101. Para comparación, se muestra una configuración de marcador para dos tiras de marcador convencionales mediante la tira 210 y la tira 211 en la Fig. 5B, en la que un área plana disponible para las dos tiras es la misma que aquella para las dos tiras de la Fig. 5A. Los números 200, 201 y 220 en la Fig. 5B corresponden a los artículos 100, 101 y 120 en la Fig. 5A, respectivamente.

El comportamiento de resonancia magnetomecánica de un marcador de dos tiras de una realización de la presente invención, que corresponde a la Fig. 5A, se muestra en la Fig. 6A para un marcador que contiene una tira de aproximadamente 20 mm y una tira de aproximadamente 57 mm de la Tabla V, y el comportamiento de resonancia magnetomecánica de un marcador de dos tiras convencional preparado según la patente '490, que corresponde a la Fig. 5B, se muestra en la Fig. 6B usando dos tiras con longitudes de aproximadamente 20 mm y aproximadamente 57 mm. Está claro de las Figs. 6A-6B que las amplitudes de señales globales de las dos tiras de marcador de una realización de la presente invención son considerablemente mayores que las amplitudes de las señales globales procedentes de las dos tiras de marcador convencionales. Para el caso de un marcador de una realización de la presente invención ilustrado en la Fig. 5A, la amplitud de la señal V_0 (ilustrada en la Fig. 6A) de la tira de mayor tamaño de una realización de la presente invención es alrededor de 280% mayor que su valor V_0 correspondiente (ilustrado en la Fig. 6B) para la tira de marcador convencional de tamaño más largo de la Fig. 5B. Para la tira de tamaño más corto, la tira de una realización de la presente invención genera una amplitud de señal mayor V_1 (ilustrada en la Fig. 6A) en 370% que la amplitud de la señal V_1 (ilustrada en la Fig. 6B) de su tira de marcador convencional correspondiente. Un perfil de amplitud de resonancia agrandado cerca de la frecuencia de resonancia inferior, $f_r = 38.610$ Hz mostrada en la Fig. 6A, se representa en la Fig. 7, que muestra la anchura de la resonancia magnetomecánica, definida como la anchura en frecuencia en el punto en que la amplitud se hace $\frac{1}{2}$ de la de la amplitud pico, es alrededor de 420 Hz. Para la región de frecuencia de resonancia superior próxima a $f_r = 109.070$ Hz, la amplitud de la señal tiene una anchura de alrededor de 660 Hz como se muestra en la Fig. 8. Esta anchura de la frecuencia, en lo sucesivo denominada anchura de línea de resonancia, se usa para determinar la separación de frecuencia de resonancia mínima entre las dos frecuencias de resonancia adyacentes para dos tiras de marcador con longitudes ligeramente diferentes.

La Fig. 9-1 ilustra un marcador de una realización de la presente invención que contiene tres tiras de marcador, 311, 312 y 313, con longitudes diferentes, que se seleccionaron al azar de las Tablas I, II y IV anteriores. El espacio 302 de la cavidad entre los dos alojamientos 300 y 301 exteriores es para acomodar las tiras de marcadores, 311, 312 y 313, de la realización de la presente invención, y el número 330 indica un imán de polarización que está unido a la superficie exterior del alojamiento 301. Las características de resonancia magnetomecánica del marcador con tres tiras que tienen longitudes de alrededor de 25 mm, alrededor de 38 mm y alrededor de 52 mm, y una anchura de alrededor de 6 mm, se muestran en la Fig. 10. Se observa en las Fig. 6A y Fig. 7 que la resonancia mecánica observada es pronunciada, con una anchura de línea de resonancia de alrededor de 400 Hz cerca de la región de frecuencia de resonancia inferior de alrededor de 40.000 Hz, y con una anchura de línea de resonancia de alrededor de 700 Hz cerca de la región de frecuencia de resonancia superior de alrededor de 110.000 Hz, como se indica en las Fig. 6A y Fig. 8, indicando que la interferencia magnetomecánica entre tiras de marcador con diferentes longitudes en un marcador de una realización de la presente invención es insignificante, lo que a su vez permite el apilamiento de más de tres tiras de marcador. La falta de interferencia magnetomecánica de tira a tira es evidente en la Fig. 9-2, puesto que las tres tiras de marcador con diferentes longitudes se tocan entre sí a lo largo de una línea cerca del centro en la dirección de la anchura de las tiras. De forma similar, se seleccionaron cinco tiras con diferentes longitudes de alrededor de 30 mm, alrededor de 38 mm, alrededor de 42 mm, alrededor de 47 mm y alrededor de 52 mm, y con una anchura de alrededor de 6 mm, de las tiras de las Tablas I, II, IV y V, y se fabricó un marcador. En la Fig. 11 se muestran las características de resonancia de este marcador de 5 tiras. En la Tabla VII se da un resumen de las características de resonancia para marcadores de una realización de la presente invención que utilizan tiras de marcador de diferentes longitudes.

Como se muestra en la Tabla VII, las señales de resonancia $V_{0 \max}$ y $V_{1 \max}$ están situadas a frecuencias de resonancias respectivas f_r de marcadores codificados de la presente invención.

Tabla VII

Muestra de marcador	$V_{0 \max}$ (mV)	$V_{1 \max}$ (mV)	Longitud de las tiras (mm)
n° 1 (polarización =461 A/m)			
$f_{r1}=51.300$	92	43	42
$f_{r2}=61.250$	104	48	35

Muestra de marcador	$V_{0 \max}$ (mV)	$V_{1 \max}$ (mV)	Longitud de las tiras (mm)
n° 2 (polarización =301 A/m)			
$fr_1=38.070$	133	90	57
$fr_1=109.070$	55	10	20
n° 3 (polarización =360 A/m)			
$fr_1=37.880$	100	57	57
$fr_2=57.260$	69	24	38
$fr_3=108.440$	45	3	20
n° 4 (polarización =420 A/m)			
$fr_1=46.100$	65	28	47
$fr_2=57.100$	53	24	38
$fr_3=72.720$	61	14	30
n° 5 (polarización =399 A/m)			
$fr_1=41.590$	92	47	52
$fr_2=57.070$	75	3	38
$fr_3=87.060$	59	12	25
n° 6 (polarización =490 A/m)			
$fr_1=37.640$	61	20	57
$fr_2=45.740$	55	12	47
$fr_3=56.680$	68	21	38
$fr_4=86.280$	48	4	25
n° 7 (polarización =550 A/m)			
$fr_1=41.440$	51	12	52
$fr_2=45.930$	42	5	47
$fr_3=51.510$	45	6	42
$fr_4=56.770$	42	5	38
$fr_5=72.080$	50	4	30

En la Tabla VII, la anchura y el grosor de la tira de marcador son alrededor de 6 mm y alrededor de 28 μm , respectivamente.

5 Las señales de resonancia $V_{0 \max}$ y $V_{1 \max}$ dadas en la Tabla VII son suficientemente significativas para ser detectadas en un sistema electrónico de identificación de artículos según realizaciones de la presente invención. Los datos en la Tabla V conducen a una relación entre la frecuencia de resonancia, f_r , y la longitud de la tira, que está dada por

$$f_r = 2,1906 \times 10^6 / l \text{ (Hz)},$$

en la que l es la longitud de la tira en mm. Usando esta relación, que es consistente con la Ecuación (1), la variabilidad de la frecuencia resonancia provocada por la tolerancia en el corte de la cinta a una longitud predeterminada se determina según lo siguiente. La relación anterior entre f_r y l conduce a $\Delta f_r / \Delta l = -2,906 \times 10^6 / 2l^2$, en la que Δf_r es un cambio en la frecuencia de resonancia debido a una variación en la longitud de la tira, Δl . La tolerancia del corte de la tira del marcador lograda con un cortador de cinta comercialmente disponible se determina comparando la longitud nominal o buscada de la tira y la longitud real dada en la Tabla V. Por ejemplo, la tira que tiene una longitud de 18,01 mm en la Tabla V tuvo una longitud buscada de la cinta de 18 mm, dando como resultado una tolerancia de corte de 0,01 mm. Usando la tolerancia de la máquina de corte así obtenida, se calculó la variabilidad de la frecuencia Δf_r debido a la variabilidad de la longitud de la tira, que osciló de alrededor de 3 Hz para tiras más cortas a alrededor de 400 Hz para tiras más largas. Puesto que la anchura de la línea de resonancia para una tira más larga es alrededor de 400 Hz, como se indica en la Fig. 7, y es alrededor de 700 Hz para una tira más corta, como se indica en la Fig. 8, se determina que la separación de frecuencia mínima que es discernible en un sistema electrónico de identificación de artículos según realizaciones de la presente invención es alrededor de 800 Hz. De este modo, para asegurarse que no haya identificación falsa, se seleccionó una separación de frecuencia de resonancia de 2 kHz, que es más del doble de la separación de frecuencia de resonancia discernible mínima, para determinar el número de artículos identificables en un universo seleccionado. La frecuencia de resonancia cubierta con las tiras de marcador enumeradas en la Tabla V osciló desde alrededor de 34.000 Hz hasta alrededor de 120.000 Hz, cubriendo un tramo de frecuencia de resonancia de aproximadamente 86.000 Hz. Usando una separación de frecuencia de resonancia de 2 kHz para evitar una identificación falsa, como se determina anteriormente, el número de artículos electrónicamente identificables es 43 cuando un marcador tiene sólo una tira, que aumenta hasta alrededor de 1800, 74000, 2,96 millones y 115,5 millones en un universo dado cuando se utiliza un marcador con dos, tres, cuatro y cinco tiras de marcador, respectivamente, con diferentes longitudes de una realización de la presente invención, en un sistema electrónico codificado de identificación de artículos según la presente invención. El número de los artículos identificables o codificados aumenta además añadiendo más tiras de marcador y/o cambiando el nivel de campo de polarización en un marcador.

Un marcador 501 codificado, como se describe anteriormente, se utiliza efectivamente en un sistema electrónico de identificación de artículos según realizaciones de la presente invención, como se ilustra en la Fig. 12. Un artículo a identificar 502, que posee un marcador 501 codificado de una realización de la presente invención, se coloca en una zona de interrogación 510 en la Fig. 12, que está flanqueada por un par de bobinas de interrogación 511. Las bobinas 511 emiten un campo magnético AC alimentado por un dispositivo 512 electrónico que consiste en un generador 513 de señal y un amplificador AC 514 con frecuencias variables, que está controlado por una caja 515 de circuito electrónico para su operación de encendido-apagado, dirigido al artículo 502 a identificar. Cuando el artículo 502 se coloca en la zona 510, la caja 515 de circuito electrónico conecta el barrido de frecuencia de campo AC de interrogación desde la frecuencia más baja hasta la frecuencia más alta, cuyo intervalo depende del intervalo de frecuencia predeterminada del marcador. En tal barrido de frecuencia, se detecta una señal de resonancia de un marcador codificado de una realización de la presente invención 501 en un par de bobinas 516 receptoras de la señal, dando como resultado un perfil de señal de resonancia como se ejemplifica en la Fig. 11. El perfil de señal así obtenido por medio de un detector 517 de señal se almacena en un ordenador 518, que está programado para identificar las secuencias de frecuencias de resonancia codificadas en un marcador 501 codificado de una realización de la presente invención. Cuando esta identificación está terminada, el ordenador 518 envía los resultados del informe de señales de la identificación a un identificador 519 y a la caja 515 del circuito electrónico para recomenzar al sistema. Si se desea así, un marcador codificado según realizaciones de la presente invención se puede desactivar desmagnetizando el imán de polarización en el marcador después de que el artículo 502 sale de la zona 510 de interrogación.

El sistema de identificación de artículos electrónico codificado proporcionado anteriormente se usa para identificar un artículo barriendo un campo de excitación AC con frecuencia variable. En ciertos casos, se desea la identificación retrasada, que se puede lograr siguiendo V_1 como se representa en las Fig. 3, Fig. 5(a), Fig. 10 y Fig. 11. Electrónicamente, esto se logra programando el ordenador 517 en la Fig. 12 para procesar V_1 como una función de la frecuencia de barrido.

Ejemplo 1

Una cinta cortada se cortó en tiras dúctiles y rectangulares con una cortadora de cinta metálica convencional. La curvatura de cada tira se determinó ópticamente midiendo la altura, h , de la superficie curvada a lo largo de la longitud de la tira, l , como se define en la Fig. 1A.

Ejemplo 2

El comportamiento magnetomecánico se determinó en un montaje en el que un par de bobinas que suministran un campo de polarización estático y el voltaje que aparece en una bobina de detección de señal compensado por una bobina compensadora se midió mediante un voltímetro y un osciloscopio. Por lo tanto, el voltaje medido depende de la bobina detectora, e indica una amplitud de señal relativa. El campo excitatriz AC se suministró mediante un generador de función comercialmente disponible y un amplificador AC. El voltaje de la señal del voltímetro se tabuló

y se usó un software de ordenador comercialmente disponible para analizar y procesar los datos recogidos.

Ejemplo 3

5 Se utilizó un equipo de medida de bucle de BH de DC comercialmente disponible para medir la inducción magnética B como una función del campo aplicado H. Para una medida del bucle de BH de AC, se usó un montaje de bobina excitatriz-bobina detectora similar a la del Ejemplo 4, y se alimentó una señal de salida desde la bobina detectora en un integrador electrónico. La señal integrada se calibró entonces para dar el valor de la inducción magnética B de una muestra. La B resultante se representó gráficamente frente al campo aplicado H, dando como resultado un bucle de BH de AC. En ambos casos AC y DC, la dirección del campo aplicado y la medida fue a lo largo de la dirección longitudinal de las tiras de marcador.

10 Ejemplo 4

15 Una tira de marcador preparada según el Ejemplo 1 se colocó en un campo AC excitatriz a una frecuencia fundamental predeterminada, y se detectó su respuesta a armónicos superiores mediante una bobina que contiene la tira. La bobina excitatriz y la bobina detectora de la señal se enrollaron en una bobina con un diámetro de alrededor de 50 mm. El número de enrollamientos en la bobina excitatriz y la bobina detectora de la señal fue alrededor de 180 y alrededor de 250, respectivamente. La frecuencia fundamental se escogió a 2,4 kHz, y su voltaje en la bobina excitatriz fue alrededor de 80 mV. Se midieron los voltajes del 25º armónico a partir de la bobina detectora de la señal.

De este modo, en una realización de la presente invención, un radio de curvatura de las curvaturas de las tiras de marcador puede ser menor que alrededor de 100 cm, o entre alrededor de 20 cm y alrededor de 100 cm.

20 Cuando se selecciona, la codificación se lleva a cabo cortando una cinta de aleación magnetoestrictiva amorfa que tiene su dirección de anisotropía magnética perpendicular al eje de la cinta en una tira rectangular con una longitud predeterminada que tiene una relación de longitud a anchura mayor que 3.

También, cuando se seleccionan, las tiras tienen una anchura de tira que oscila desde alrededor de 3 mm hasta alrededor de 15 mm.

25 En una realización de la presente invención, las tiras tienen una pendiente de frecuencia de resonancia frente a campo de polarización que oscila desde alrededor de 4 Hz/(A/m) hasta alrededor de 14 Hz/(A/m).

Cuando se seleccionan, las tiras tienen una longitud mayor que alrededor de 18 mm cuando la anchura de la tira es 6 mm.

30 También, cuando se seleccionan, las tiras tienen una frecuencia de resonancia magnetomecánica menor que alrededor de 120.000 Hz.

En una realización de la presente invención, las cintas de aleación ferromagnética amorfa tienen una magnetoestricción de saturación entre alrededor de 8 ppm y alrededor de 18 ppm, y una inducción de saturación entre alrededor de 0,7 tesla y alrededor de 1,1 tesla.

35 En una realización de la presente invención, el marcador codificado comprende al menos dos tiras de marcador con diferentes longitudes. Cuando se selecciona, el marcador codificado comprende cinco tiras de marcador con diferentes longitudes.

En una realización de la presente invención, el marcador codificado tiene una frecuencia de resonancia magnetomecánica entre alrededor de 30.000 y alrededor de 130.000 Hz.

40 En una realización de la presente invención, el marcador codificado tiene un universo de identificación electrónica que contiene hasta alrededor de 1800 y alrededor de 115 millones de artículos identificables separadamente para un marcador codificado con dos y cinco tiras de marcador, respectivamente.

En una realización de la presente invención, el marcador codificado tiene un universo de identificación electrónica que contiene más de 115 millones de artículos identificables separadamente.

45 De este modo, en una realización de la presente invención, un marcador codificado de un sistema electrónico resonante magnetomecánico de identificación de artículos, adaptado para resonar mecánicamente a frecuencias preseleccionadas, comprende una pluralidad de tiras magnetoestrictivas dúctiles cortadas a longitudes predeterminadas a partir de cintas de aleaciones ferromagnéticas amorfas que tienen curvaturas a lo largo de una dirección longitudinal de la cinta, y muestran resonancia magnetomecánica bajo excitaciones de campo magnético alternante con un campo de polarización estático, teniendo las tiras una dirección de anisotropía magnética perpendicular a un eje de la cinta, en el que al menos dos de las tiras están adaptadas para ser polarizadas magnéticamente para resonar a una de las frecuencias preseleccionadas única y diferente.

50 Además, en realizaciones seleccionadas de la presente invención, un sistema electrónico de identificación de

5 artículos tiene una capacidad para decodificar información codificada de un marcador codificado. El marcador
codificado está adaptado para resonar mecánicamente a frecuencias preseleccionadas, y el marcador codificado
comprende una pluralidad de tiras magnetostrictivas dúctiles cortadas a longitudes predeterminadas a partir de
cintas de aleación ferromagnética amorfa que tienen curvaturas a lo largo de una dirección longitudinal de la cinta y
muestran resonancia electromagnética bajo excitaciones de campo magnético alternante con un campo de
10 polarización estático, teniendo las tiras una dirección de anisotropía magnética perpendicular a un eje de la cinta, y
en el que al menos dos de las tiras están adaptadas para estar polarizadas magnéticamente para resonar a una de
las frecuencias preseleccionadas única y diferente. El sistema electrónico de identificación de artículos comprende
uno de: un par de bobinas que emiten un campo de excitación AC dirigido al marcador codificado de una zona de
interrogación; un par de bobinas de detección de señal, que reciben la información codificada del marcador
codificado; un dispositivo de procesamiento de la señal electrónica con un ordenador electrónico con un software
para decodificar la información codificada en el marcador codificado; y un dispositivo electrónico para identificar el
15 marcado codificado. De este modo, así como la provisión de la identificación de un marcador codificado, el sistema
electrónico de identificación de artículos puede identificar un artículo que tiene el marcador codificado unido al
mismo.

REIVINDICACIONES

1. Un marcador codificado de un sistema de identificación de artículos electrónico resonante magnetomecánico, adaptado para resonar mecánicamente a frecuencias preseleccionadas, que tiene una pluralidad de tiras magnetostrictivas dúctiles rectangulares, en el que al menos dos de las tiras están adaptadas para ser polarizadas magnéticamente para resonar a una de las frecuencias preseleccionadas única y diferente, el marcador codificado se caracteriza porque las tiras se cortan a diferentes longitudes predeterminadas a partir de cintas de aleación ferromagnética amorfa, las tiras tienen curvaturas a lo largo de una dirección longitudinal de la cinta y muestran resonancia magnetomecánica bajo excitaciones de campo magnético alternante con un campo de polarización estático, teniendo las tiras una dirección de anisotropía magnética perpendicular a un eje de la cinta.
2. El marcador codificado de la reivindicación 1, en el que un radio de curvatura de las curvaturas de las tiras de marcador es menor que alrededor de 100 cm.
3. El marcador codificado de la reivindicación 1, en el que la codificación se lleva a cabo cortando una cinta de aleación magnetostrictiva amorfa que tiene su dirección de anisotropía magnética perpendicular al eje de la cinta de la tira rectangular con una longitud predeterminada que tiene una relación de longitud a anchura mayor que 3.
4. El marcador codificado de la reivindicación 3, en el que las tiras tienen una anchura de tira que oscila desde alrededor de 3 mm hasta alrededor de 15 mm.
5. El marcador codificado de la reivindicación 4, en el que las tiras tienen una pendiente de frecuencia de resonancia frente a campo de polarización que oscila desde alrededor 4 Hz/(A/m) hasta alrededor 14 Hz/(A/m).
6. El marcador codificado de la reivindicación 4, en el que las tiras tienen una longitud mayor que alrededor de 18 mm cuando la anchura de la tira es 6 mm.
7. El marcador codificado de la reivindicación 6, en el que las tiras tienen una frecuencia de resonancia magnetomecánica menor que alrededor de 120.000 Hz.
8. El marcador codificado de la reivindicación 1, en el que las cintas de aleación ferromagnética amorfa tienen una magnetostricción de saturación entre alrededor de 8 ppm y alrededor de 18 ppm, y una inducción de saturación entre alrededor de 0,7 tesla y alrededor de 1,1 tesla.
9. El marcador codificado de la reivindicación 8, en el que una aleación ferromagnética amorfa de las cintas de aleación ferromagnética amorfa tienen una composición a base de $Fe_a-Ni_b-Mo_c-B_d$ con $30 \leq a \leq 43$, $35 \leq b \leq 48$, $0 \leq c \leq 5$, $14 \leq d \leq 20$ y $a+b+c+d=100$, estando hasta 3% de los átomos de Mo sustituidos por Co, Cr, Mn y/o Nb, y estando hasta 1% de los átomos de B opcionalmente sustituidos por Si y/o C.
10. El marcador codificado de la reivindicación 8, en el que una aleación ferromagnética amorfa de las cintas de aleación ferromagnética amorfa tiene una composición de una de: $Fe_{40,6}Ni_{40,1}Mo_{3,7}B_{15,1}Si_{0,5}$, $Fe_{41,5}Ni_{38,9}Mo_{4,1}B_{15,5}$, $Fe_{41,7}Ni_{39,4}Mo_{3,1}B_{15,8}$, $Fe_{40,2}Ni_{39,0}Mo_{3,6}B_{16,6}Si_{0,6}$, $Fe_{39,8}Ni_{39,2}Mo_{3,1}B_{17,6}C_{0,3}$, $Fe_{36,9}Ni_{41,3}Mo_{4,1}B_{17,8}$, $Fe_{35,6}Ni_{42,6}Mo_{4,0}B_{17,9}$, $Fe_{40}Ni_{38}Mo_4B_{18}$, o $Fe_{38,0}Ni_{38,8}Mo_{3,9}B_{19,3}$.
11. Un marcador codificado de la reivindicación 1, en el que el marcador codificado comprende al menos dos tiras de marcador con diferentes longitudes.
12. Un marcador codificado de la reivindicación 11, en el que el marcador codificado comprende cinco tiras de marcador con diferentes longitudes.
13. Un marcador codificado de la reivindicación 12, en el que el marcador codificado tiene una frecuencia de resonancia magnetomecánica entre alrededor de 30.000 y alrededor de 130.000 Hz.
14. Un marcador codificado de la reivindicación 13, en el que el marcador codificado tiene un universo de identificación electrónica que contiene hasta alrededor de 1800 artículos identificables separadamente para un marcador codificado con dos tiras de marcador, y alrededor de 115 millones de artículos identificables separadamente para un marcador codificado con cinco tiras de marcador.
15. Un marcador codificado de la reivindicación 13, en el que el marcador codificado tiene un universo de identificación electrónica que contiene más de 115 millones de artículos identificables separadamente.
16. Un sistema electrónico de identificación de artículos que tiene una capacidad para descodificar información codificada de un marcador codificado, estando adaptado el marcador codificado para resonar mecánicamente a frecuencias preseleccionadas, y teniendo una pluralidad de tiras magnetostrictivas dúctiles rectangulares, en el que al menos dos de las tiras están adaptadas para estar polarizadas magnéticamente para resonar a una de las frecuencias preseleccionadas única y diferente, caracterizado el sistema por:
 - un par de bobinas que emiten un campo de excitación AC con frecuencia variable dirigida al marcador codificado para formar una zona de interrogación;

un par de bobinas de detección de señal que reciben información codificada del marcador codificado;

un dispositivo de procesamiento de la señal electrónica con un ordenador electrónico con un software para decodificar información codificada en el marcador codificado; o

un dispositivo electrónico que identifica el marcador codificado,

- 5 en el que las tiras se cortan a diferentes longitudes predeterminadas a partir de cintas de aleación ferromagnética amorfa que tienen curvaturas a lo largo de una dirección longitudinal de la cinta y muestran resonancia magnetomecánica bajo excitaciones de campo magnético alternante con un campo de polarización estático, teniendo las tiras una dirección de anisotropía magnética perpendicular a un eje de la cinta.
- 10 17. El marcador codificado de la reivindicación 1, en el que un radio de curvatura de las curvaturas de las tiras de marcador está entre alrededor de 20 cm y alrededor de 100 cm.

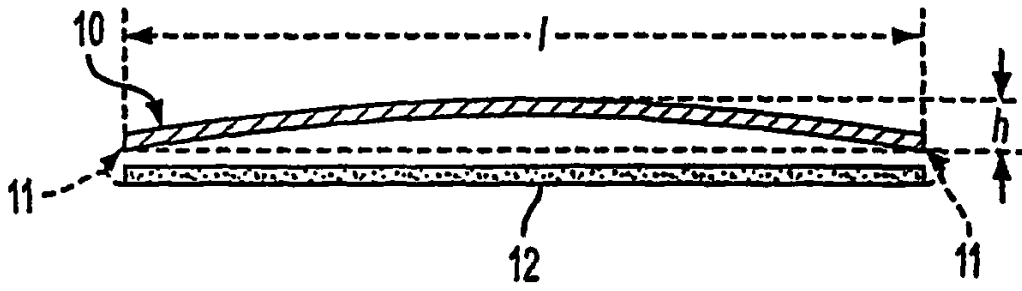


FIG. 1A

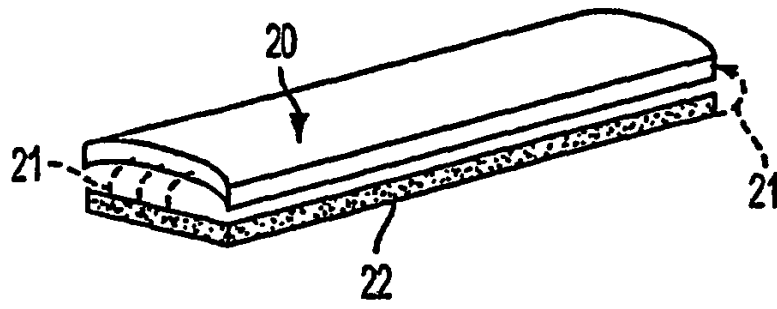


FIG. 1B

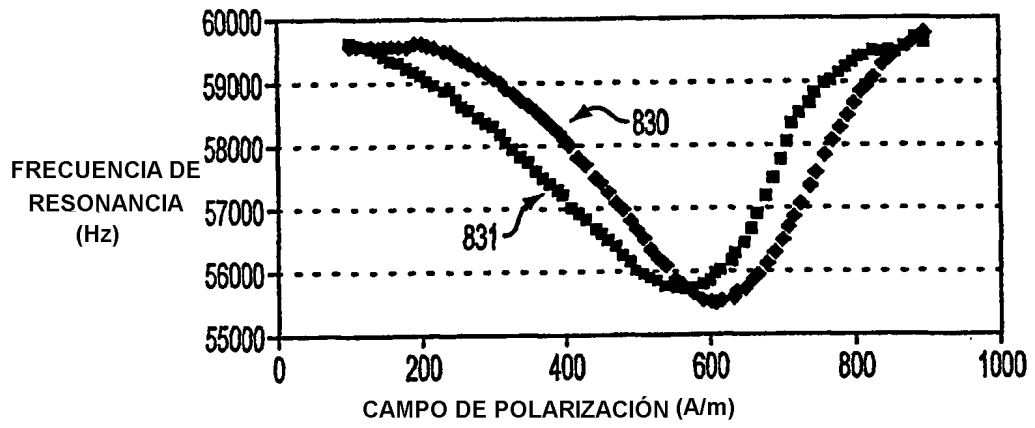


FIG. 2.

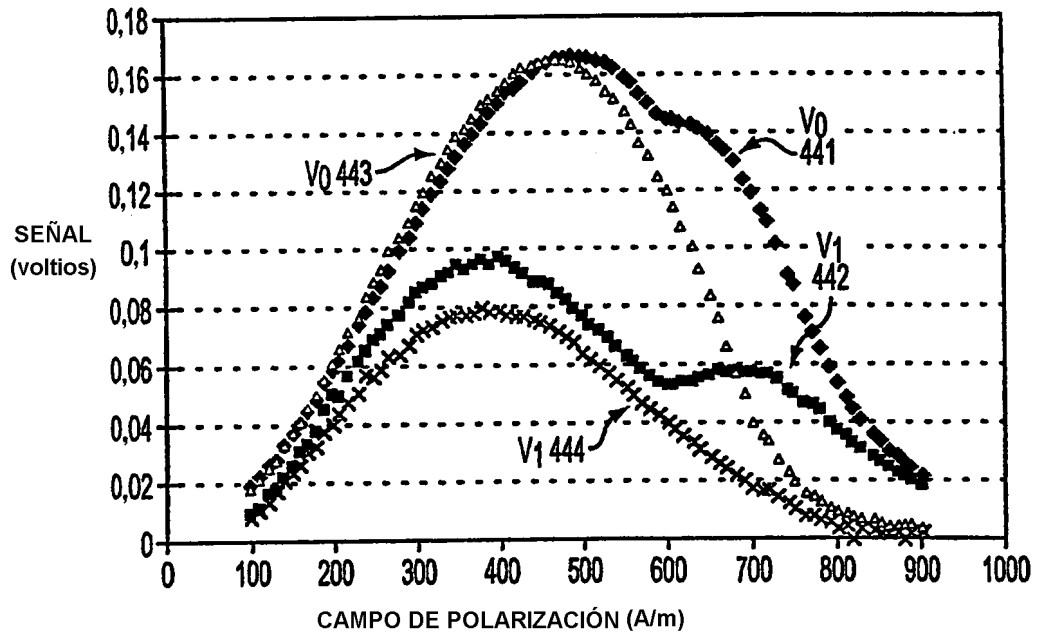


FIG. 3

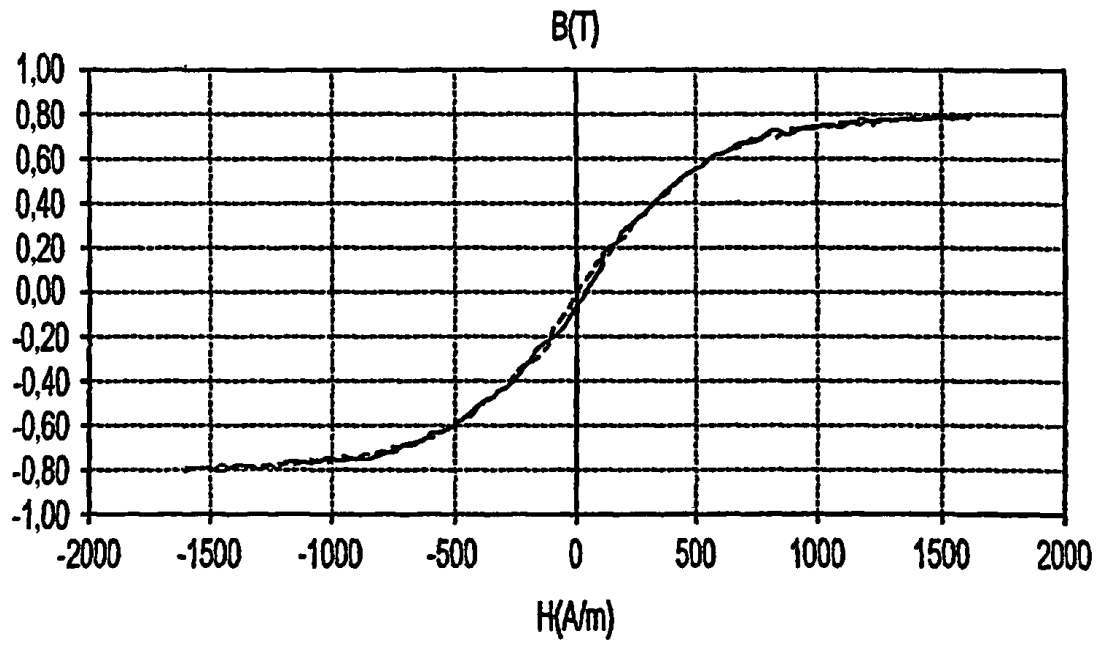


FIG. 4

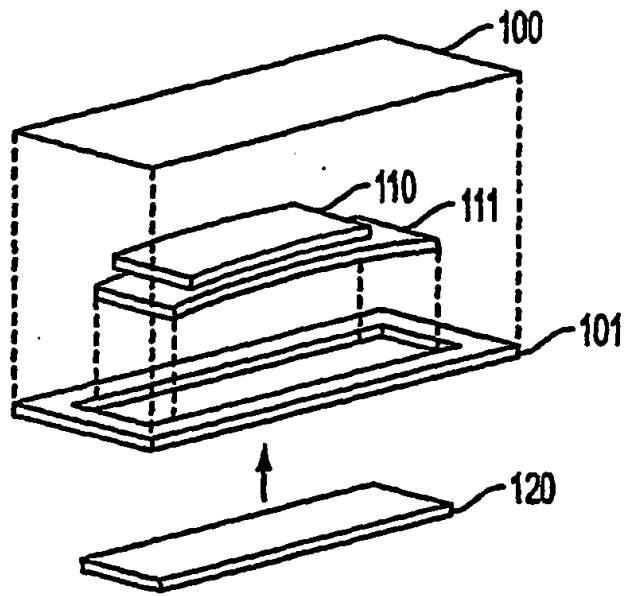


FIG. 5A

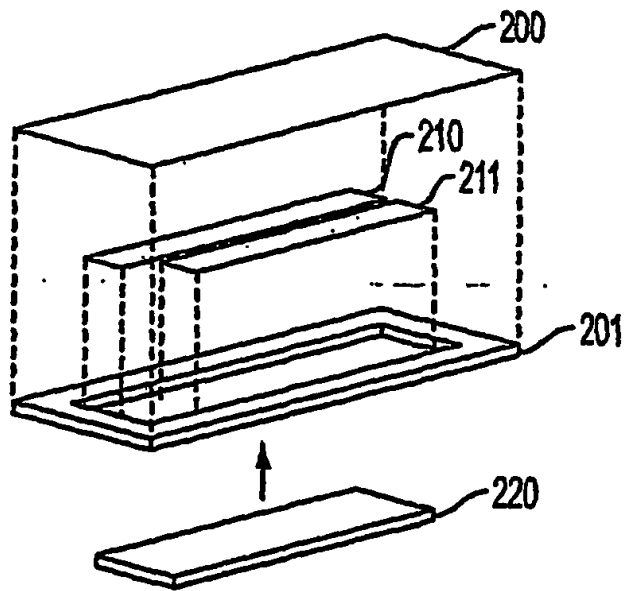


FIG. 5B

TÉCNICA CONVENCIONAL

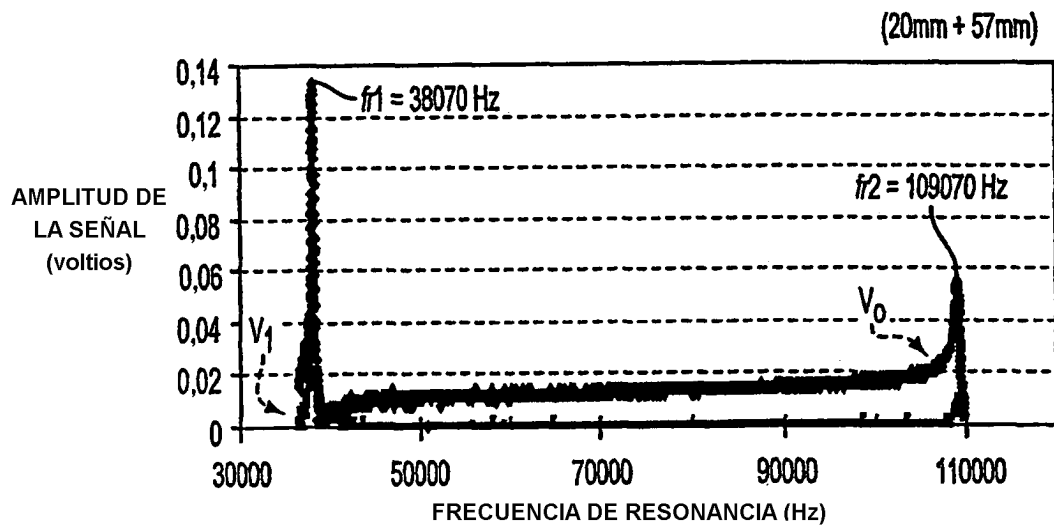


FIG. 6A

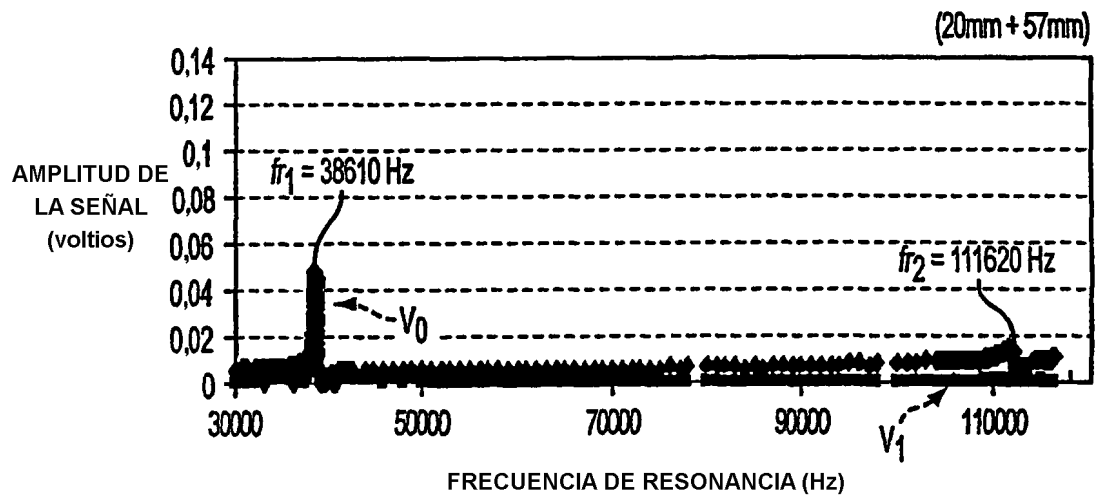


FIG. 6B

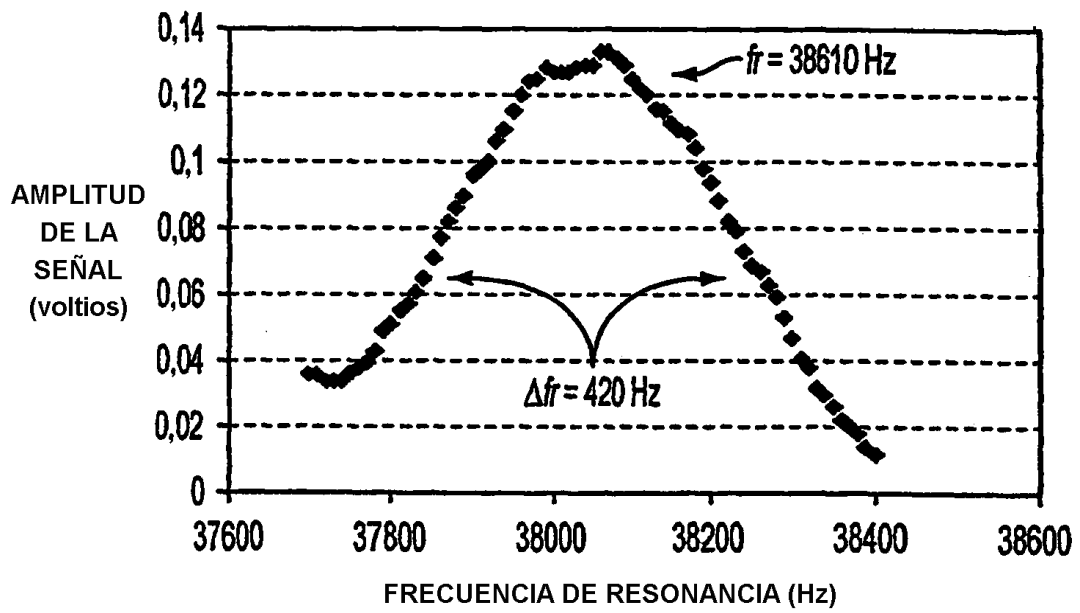


FIG. 7

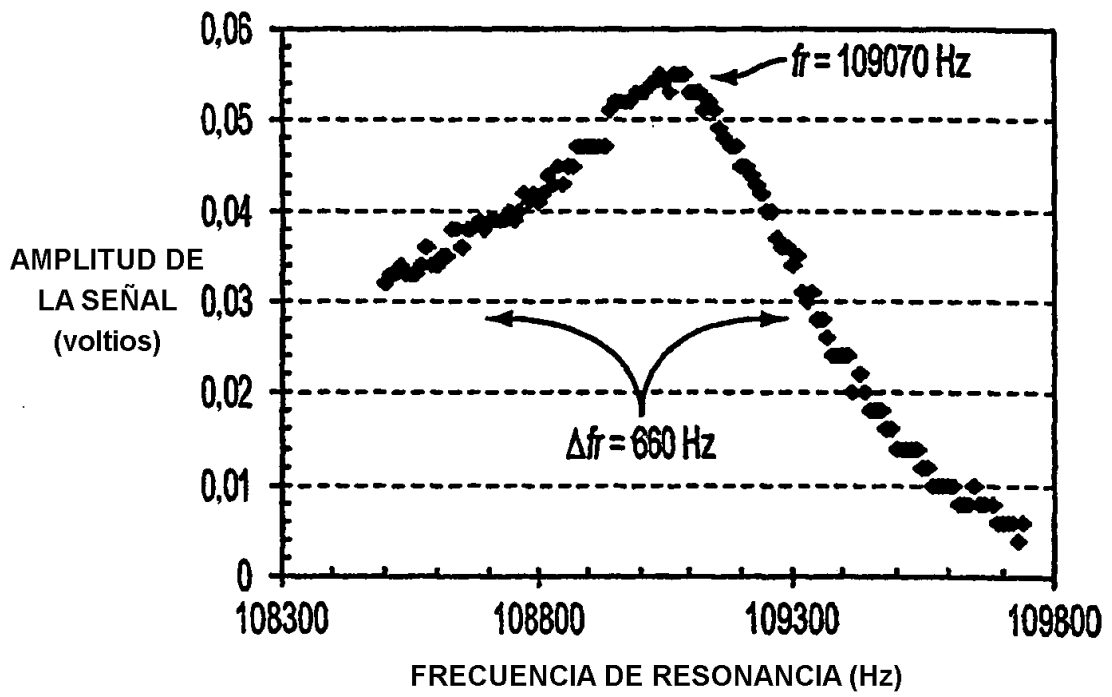


FIG. 8

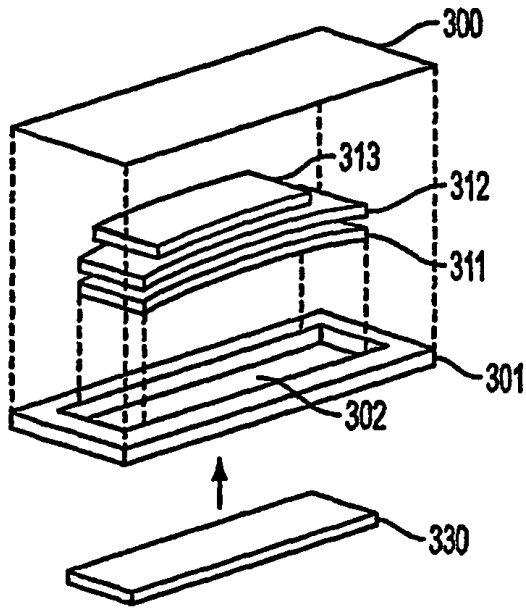


FIG. 9-1

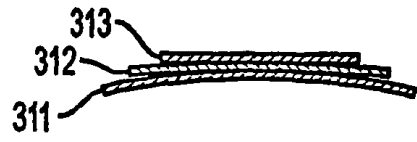


FIG. 9-2

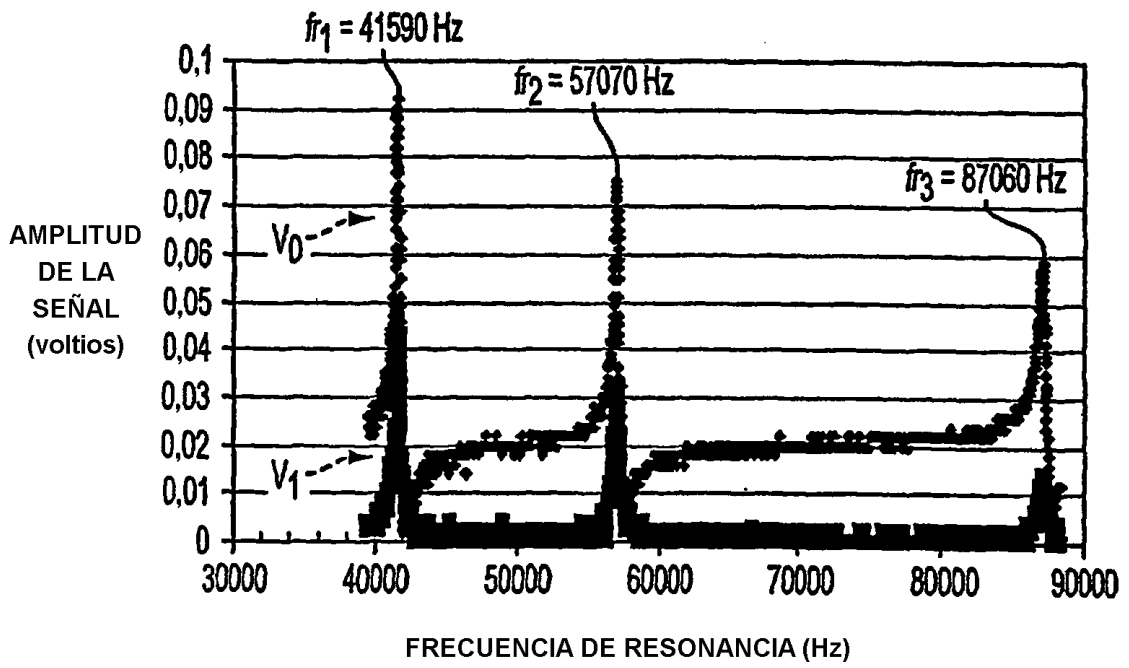


FIG. 10

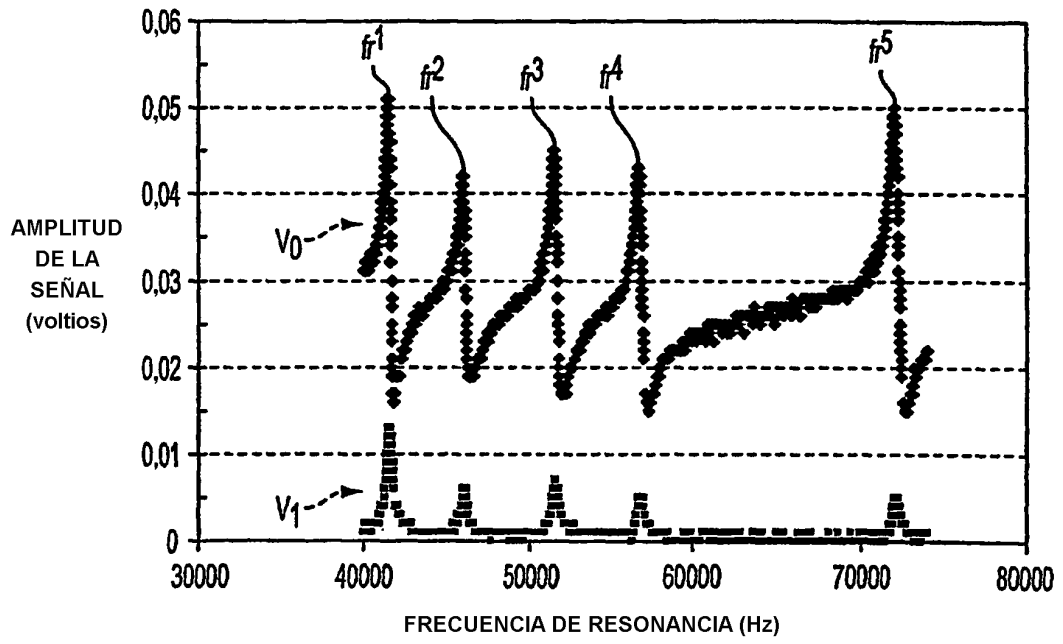


FIG. 11

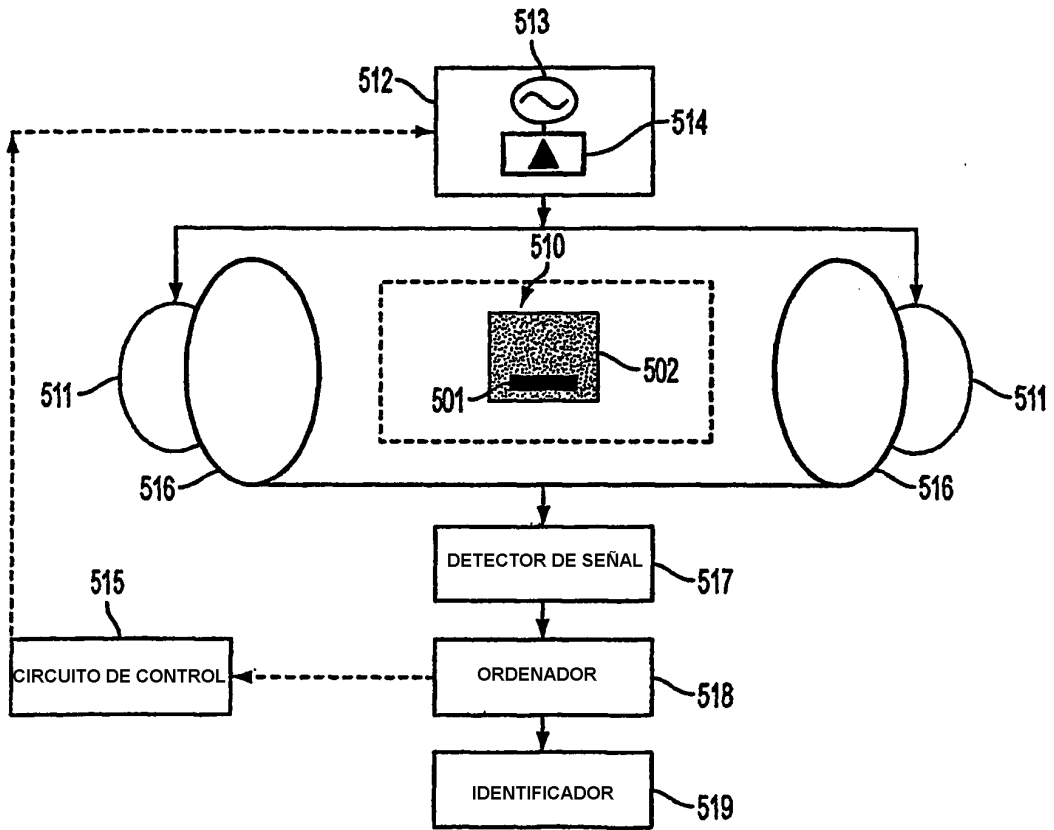


FIG. 12