

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 995**

51 Int. Cl.:

G01K 7/36 (2006.01)

G01K 7/00 (2006.01)

H05B 6/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2007 PCT/US2007/060032**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2007 WO07133813**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2007 E 07709919 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2021751**

54 Título: **Sensores de temperatura de elementos magnéticos**

30 Prioridad:

09.05.2006 US 798591 P

05.07.2006 US 818385 P

09.08.2006 US 836448 P

02.01.2007 US 619066

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

19.06.2018

73 Titular/es:

**TSI TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
8441 E. 32nd Street North Suite 110
Wichita, KS 67226, US**

72 Inventor/es:

**CLOTHIER, BRIAN, L. y
ABBETT, EDWIN, T.**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 672 995 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

Sensores de temperatura de elementos magnéticos.

5 Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

La presente invención se refiere en términos amplios a unos sensores de temperatura de elementos magnéticos, a unos detectores destinados a usarse con dichos sensores, a unos sistemas de calentamiento de bucle cerrado que hacen uso de los sensores y los detectores para determinar inalámbricamente la temperatura de un objeto y para controlar la temperatura del mismo, y a unos métodos correspondientes. Más particularmente, la invención se refiere a unos sensores de temperatura constituidos por al menos un elemento sensor magnéticamente susceptible, preferentemente formado con metal amorfo o nanocristalino, y que tiene una respuesta de remagnetización bajo la influencia de un campo magnético alterno aplicado que es diferente por debajo y por encima de por lo menos una temperatura de consigna, tal como la temperatura de Curie del elemento sensor. Estos sensores de temperatura se pueden usar con unos detectores correlacionados, para la detección de temperatura, y como parte de unos sistemas de calentamiento de bucle cerrado.

20 Descripción de la técnica anterior

En el mercado, existe una variedad de aplicaciones para sensores de temperatura que pueden ser leídos inalámbricamente. Estas aplicaciones varían desde la detección y la notificación de la temperatura interna de ganado hasta formar parte de un sistema de realimentación de temperatura de bucle cerrado que permite que un calefactor de inducción magnética controle de forma precisa la temperatura de cajas dispensadoras de alimento aisladas. Muchas de estas aplicaciones se divulgan en las patentes US n.º 5.954.984, 6.232.585, 6.320.169 y 6.953.919.

Muchas de esas aplicaciones usan actualmente los servicios de los sistemas de detección de temperatura de Identificación por Radiofrecuencia (RFID). Estos sistemas de detección de temperatura de RFID incluyen un lector de RFID y su "etiqueta" de RFID asociada, con lo que la etiqueta tiene algún tipo de sensor de temperatura que forma parte de su circuitería.

Estos sistemas de RFID previos tienden a ser relativamente caros debido al coste de las etiquetas, y no pueden funcionar de manera continua por encima de 125° C. Por otra parte, carecen de la capacidad de transmitir información en las proximidades de metal u otros materiales conductores, particularmente cuando la etiqueta de RFID está incorporada dentro del material conductor.

Los marcadores (o "etiquetas") de elementos magnéticos se usan comúnmente como parte de unos sistemas de protección electrónica de artículos (EAS) u otros sistemas de autenticación. Estos marcadores o etiquetas son pasivos, típicamente de tamaño reducido, menos costosos económicamente que las etiquetas de RFID, pueden funcionar a altas temperaturas, y en algunos formatos, pueden transmitir su información inalámbricamente a un detector incluso cuando están incorporados dentro de un conductor.

Por ejemplo, en la patente US n.º 4.484.184 se divulgan unos marcadores o etiquetas de EAS realizados con cintas de aleaciones amorfas magnéticas blandas. Estas cintas tienen una composición que consiste esencialmente en la fórmula $M_a N_b O_c X_d Y_e Z_f$, en la que M es por lo menos uno de entre hierro y cobalto, N es níquel, O es por lo menos uno de entre cromo y molibdeno, X es por lo menos uno de entre boro y fósforo, Y es silicio, Z es carbono, "a" a "f" se expresan en porcentaje atómico, a está comprendido entre aproximadamente 35 y 85, b está comprendido entre aproximadamente 0 y 45, c está comprendido entre aproximadamente 0 y 7, d está comprendido entre aproximadamente 5 y 22, e está comprendido entre aproximadamente 0 y 15 y f está comprendido entre aproximadamente 0 y 2, y la suma de d+e+f está comprendida entre aproximadamente 15 y 25. Las cintas marcadoras son capaces de producir perturbaciones de campo a frecuencias que son armónicos de la frecuencia de un campo magnético alterno incidente producido por un transmisor de campo. Unos medios de detección están dispuestos para detectar perturbaciones del campo magnético en tonos seleccionados de los armónicos producidos en las proximidades de la zona de interrogación, por la presencia del marcador en ella. La generación de armónicos por parte del marcador viene provocada por una respuesta de magnetización no lineal del marcador a un campo magnético incidente.

El documento US 6 208 253 B1 divulga un módulo sensor para monitorizar inalámbricamente la temperatura. El módulo sensor comprende una combinación de un elemento de señal con un elemento de polarización y/o un elemento de modulación. El elemento de señal se puede estimular por medio de un campo magnético alterno que puede ser detectado por una antena receptora. Para añadir a la respuesta generada por el elemento de señal una dependencia de la temperatura, deben proporcionarse el elemento de polarización y/o el elemento de modulación.

La patente US 6 776 523 B2 describe un método de generación de una medición de temperatura para un lote o flujo continuo de material, en el que una partícula que proporciona una señal que cambia a una temperatura predeterminada se introduce en el lote o flujo continuo.

5 El documento US 6 270 591 B2 divulga unos hilos metálicos cubiertos con vidrio amorfo y nanocristalino, que tienen propiedades magnéticas para diferentes categorías de aplicación.

R. Varga et al. en *Phys. Rev. Letters* 94, 017201 (2005), describen mecanismos de propagación y amortiguación de paredes de un solo dominio durante la conmutación magnética de microhilos amorfos biestables.

10 El documento US 5 538 803 A divulga una etiqueta de identificación que incluye una pluralidad de elementos magnéticos, a los cuales se puede interrogar y pueden ser leídos remotamente.

15 En la técnica, existe una necesidad de proporcionar sistemas de detección inalámbrica de temperatura que usen elementos sensores de temperatura menos costosos económicamente, y de tamaño reducido, y que puedan funcionar de manera continua a temperaturas por encima de 125° C, y que tengan la capacidad de transmitir información incluso en las proximidades de metal u otros materiales conductores. Además, sería ventajoso que dichos elementos sensores de temperatura mejorados pudieran ser portadores de datos predeterminados referentes al propio sensor o al objeto del cual se va a detectar la temperatura, por ejemplo, la identidad del objeto, características del objeto, o instrucciones de calentamiento. Finalmente, resultaría ventajoso que los elementos sensores se pudieran usar como parte de un sistema de calentamiento de realimentación de bucle cerrado capaz de controlar la salida de un dispositivo de calentamiento y de controlar, por tanto, la temperatura de un objeto.

25 **Sumario de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema para calentar un objeto según se define en la reivindicación 1. A partir de las reivindicaciones dependientes, se deducen versiones ventajosas de la invención.

30 La presente invención proporciona una clase totalmente nueva de sensores de temperatura, métodos de detección de temperatura y unos sistemas de calentamiento de bucle cerrado. La invención se divulga tras el descubrimiento de que puede lograrse una detección fiable de temperatura a través del uso de elementos magnéticos sensores de temperatura, que tienen, cada uno de ellos, una respuesta de remagnetización característica bajo la influencia de un campo magnético alterno aplicado, en donde las respuestas son sensibles a la temperatura y pueden ser fácilmente monitorizados.

35 De manera más detallada, un sensor de temperatura preferido está configurado para colocarse en contacto térmico con un objeto con el fin de detectar la temperatura del mismo, y comprende por lo menos un elemento sensor magnéticamente susceptible que tiene una respuesta de remagnetización bajo la influencia de un campo magnético alterno aplicado, quedando definida la respuesta de remagnetización por al menos un impulso detectable, corto, de perturbación de campo magnético, de duración corta definida, y la cual es diferente por debajo y por encima de por lo menos una temperatura de consigna. Preferentemente, la temperatura de consigna es la temperatura de Curie del elemento sensor, o una temperatura próxima (habitualmente a menos de aproximadamente 25° C) de esta temperatura de Curie. En la mayoría de aplicaciones, la temperatura de consigna está por debajo de aproximadamente 400° C.

40 Cuando un elemento sensor de temperatura del tipo mencionado, está dispuesto en contacto térmico con un objeto del cual se va a detectar la temperatura, y se aplica un campo magnético alterno al elemento sensor, de magnitud suficiente para conseguir la respuesta de remagnetización deseada, el elemento sensor funciona a modo de "conmutador de temperatura". Es decir, cuando el objeto está por debajo de la temperatura de consigna del elemento sensor, se observa una respuesta de remagnetización del elemento sensor; cuando la temperatura del objeto alcanza o supera la temperatura de consigna, o bien no se observa ninguna respuesta de remagnetización, o bien la respuesta está alterada.

55 Normalmente, los sensores de temperatura de acuerdo con la invención hacen uso de una pluralidad de elementos sensores que tienen, cada uno de ellos, una temperatura de consigna diferente a los otros elementos sensores. Preferentemente, estos diversos elementos sensores están diseñados para tener diferentes temperaturas de consigna sucesivas que varían desde la más baja a la más alta y de una manera por lo menos algo uniforme, de modo que la temperatura del objeto se puede monitorizar sobre un intervalo de temperaturas que se corresponde con el diseño de los sensores de temperatura. En una situación de este tipo, la magnitud de las diferencias entre consignas adyacentes define la resolución del sensor de temperatura.

60 Con el fin de utilizar de la manera más eficaz posible el sensor de temperatura de la invención, se hace uso de un detector correlacionado con los elementos sensores. En general, un detector del tipo mencionado tiene un dispositivo para generar un campo magnético alterno de magnitud suficiente con el fin de interrogar a los elementos sensores (es decir, de conseguir respuestas de remagnetización de los elementos sensores sobre la

base de la temperatura del objeto), y un dispositivo para detectar dichas respuestas. En la práctica, el detector tiene una bobina generadora de campo magnético y una bobina receptora de campo acopladas, las dos, a una unidad de procesado de la señal. En la práctica, el detector genera el campo magnético alterno requerido, y la bobina receptora de campo detecta las respuestas de remagnetización de los elementos sensores, emitiendo señales de salida hacia la unidad de procesado de la señal. La unidad de procesado de la señal, preferentemente en forma de un microprocesador digital, utiliza un algoritmo de descodificación que permite determinar la temperatura del objeto. En formas preferidas, el algoritmo de descodificación comprende una o más tablas de consulta que correlacionan las respuestas de remagnetización de los elementos sensores con la temperatura del objeto.

Ventajosamente, los elementos sensores magnéticamente susceptibles están formados como cuerpos metálicos en un estado amorfo o nanocrystalino. Preferentemente, dichos cuerpos metálicos tienen preferentemente la forma de tiras o hilos metálicos alargados, muy delgados, que tienen una dimensión máxima en sección transversal (por ejemplo, diámetro) de hasta aproximadamente 100 nm, y pueden producirse según una variedad de maneras. Una forma particularmente adecuada de los cuerpos metálicos es la forma de microhilo, que comprende un núcleo metálico interior y un recubrimiento de vidrio exterior opcional. Dichos microhilos se pueden producir a través del método ampliamente conocido de Taylor o en forma de cuerpos amorfos moldeados en agua. No obstante, en el contexto de la invención no es necesario hacer uso de microhilos, siempre que los sensores incluyan los elementos sensores magnéticamente susceptibles requeridos.

En otro aspecto de la invención, están previstos nuevos microhilos compuestos o combinados basados en microhilos. En construcciones de este tipo, un microhilo interior constituido por un cuerpo metálico alargado es blindado por medio de una camisa ferromagnética adyacente de temperatura de Curie conocida, lo cual evita o por lo menos altera la respuesta de remagnetización del cuerpo metálico del microhilo asociado a temperaturas por debajo de la temperatura de Curie de la camisa (o a una temperatura conocida próxima a la temperatura de Curie de la camisa). La camisa se puede situar en una relación circundante con respecto al microhilo interior, o dispuesta por lo menos parcialmente en torno al microhilo interior en relación de separación con el mismo. Un microhilo compuesto particularmente preferido incluye un cuerpo de microhilo magnéticamente susceptible, interno, con una cubierta de vidrio circundante. La camisa es tubular y rodea la cubierta de vidrio, y tiene en torno a la camisa una cubierta de vidrio externa. Un diseño compuesto de este tipo puede producirse fácilmente usando un método de Taylor modificado. Específicamente, un par de tubos de vidrio interior y exterior están ensamblados telescópicamente entre sí con el metal magnéticamente susceptible dentro del tubo interior y el material de camisa ferromagnético entre los tubos interior y exterior. Estos componentes se funden y se tira rápidamente de los mismos para crear la estructura compuesta deseada.

En otro aspecto de la invención, está previsto un método de detección de la temperatura de un objeto. Este método comprende, en términos amplios, las etapas de poner un sensor de temperatura en contacto térmico con dicho objeto, comprendiendo el sensor por lo menos un elemento sensor magnéticamente susceptible que tiene una respuesta de remagnetización bajo la influencia de un campo magnético alterno aplicado, y en donde la respuesta de remagnetización es diferente por debajo y por encima de por lo menos una temperatura de consigna. A continuación, se genera un campo magnético alterno en la región del sensor, y de magnitud suficiente para provocar la respuesta de remagnetización del elemento sensor. Tras ello, se detecta la respuesta de remagnetización del elemento sensor, y la misma se usa para determinar por lo menos en parte si la temperatura del cuerpo (y, por tanto, del objeto) está por encima o por debajo de la temperatura de consigna (por ejemplo, en la determinación de la temperatura puede usarse otra información junto con la respuesta de remagnetización detectada).

Tal como se ha indicado previamente, el sensor presenta normalmente una pluralidad de elementos sensores magnéticamente susceptibles, que presentan, cada uno de ellos, una respuesta de remagnetización diferente bajo la influencia de un campo magnético alterno aplicado, y siendo cada respuesta de remagnetización diferente por debajo y por encima de una temperatura de consigna, y en donde las temperaturas de consigna de los elementos sensores son diferentes entre sí. En tal caso, las respuestas de remagnetización de por lo menos algunos de los diversos elementos sensores se detectan y se usan para medir la temperatura de los elementos sensores y del objeto.

Cuando se usa un elemento sensor de microhilo compuesto o combinado encamisado, la camisa ferromagnética asociada evita las respuestas de remagnetización del cuerpo del microhilo asociado polarizando o saturando magnéticamente el cuerpo hasta que los elementos sensores y el objeto alcanzan una temperatura por encima de la temperatura de Curie, o en cierta temperatura fija cerca de la temperatura de Curie, de la camisa ferromagnética. El alcance de la polarización o saturación magnética del elemento sensor por parte de la camisa se puede diseñar para producir una serie de respuestas de remagnetización diferentes o alteradas sobre un intervalo de temperaturas en proximidad de la temperatura de Curie de la camisa. Suponiendo que el detector correlacionado tiene una resolución y una discriminación suficientes, estas respuestas diferentes o alteradas pueden ser detectadas y se pueden usar para la detección de temperatura. De este modo, en tal caso, un elemento sensor de microhilo individual puede presentar una pluralidad de diferentes temperaturas de consigna.

La invención proporciona también una estructura y un método exclusivos para medir selectivamente la temperatura de un objeto constituido por al menos un par de componentes diseñados para situarse en proximidad mutua, siendo calentable por lo menos uno de entre los componentes. Por ejemplo, de acuerdo con la invención puede monitorizarse y controlarse la temperatura de un calefactor y de un artículo consumible calentable, correlacionado (por ejemplo, un calefactor de inducción y un recipiente lleno de crema de afeitar calentable). En un diseño de este tipo, una boquilla calentable por inducción, diseñada para conectarse al recipiente y para calentar el fluido que sale de este último, estaría equipada con un sensor de temperatura de acuerdo con la invención, mientras que el recipiente estaría equipado con un elemento de datos sensible al campo magnético (por ejemplo, un microhilo convencional) correlacionado con el sensor de temperatura aplicado a la boquilla. El sensor de temperatura y el elemento de datos están correlacionados de tal manera que la respuesta de remagnetización del sensor de temperatura únicamente se puede descodificar si tanto el sensor de temperatura como el elemento de datos se someten simultáneamente a un campo magnético alterno interrogador. Esto se logra, habitualmente, alterando el algoritmo de descodificación del dispositivo de detección, de manera que no detecte ni notifique temperaturas del objeto a no ser que haya presencia tanto del sensor de temperatura como del elemento de datos. Cuando el recipiente se sitúa en el calefactor de inducción con el fin de ser calentado, el sensor de temperatura y el elemento de datos están próximos entre sí, y las respuestas de remagnetización del sensor pueden ser detectadas y usadas para la detección de temperatura.

Este aspecto de la invención resulta particularmente ventajoso, ya que el fabricante del calefactor se puede cerciorar de que, con el calefactor, solamente pueden usarse artículos consumibles que él también fabrica; es decir, si, con el calefactor, se usa el artículo consumible de otro fabricante, no puede producirse ninguna monitorización de temperatura debido a que el artículo consumible del otro fabricante no incluye el elemento de datos correlacionado sensible al campo magnético y que es necesario. Además, el calefactor se puede diseñar de manera que no funcione en absoluto a no ser que se use el artículo consumible adecuado.

La invención proporciona también unos sistemas para el calentamiento de objetos haciendo uso de un sensor de temperatura de acuerdo con la invención. Dichos sistemas incluyen además aparatos para calentar el objeto, tales como una unidad de calentamiento por inducción o de otro tipo, junto con un detector de respuesta de remagnetización del tipo descrito. También está previsto un controlador acoplado al detector y al aparato de calentamiento, con el fin de recibir señales de salida del detector y de controlar el funcionamiento del aparato de calentamiento como respuesta a dichas señales de salida. En estos tipos de sistema, la temperatura del objeto se monitoriza de forma sucesiva o continua, y el controlador varía el funcionamiento del aparato de calentamiento para calentar el objeto o mantenerlo en un intervalo de temperatura deseado.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista fragmentada en sección parcial que ilustra un elemento de microhilo magnético de la técnica anterior apto para su uso en la presente invención;

la Fig. 2 es una ilustración gráfica de las características magnéticas de un microhilo apto para su uso en la presente invención, a temperaturas por debajo de la temperatura de Curie de la aleación del microhilo;

la Fig. 3A es una gráfica del tiempo con respecto a la remagnetización de una tira amorfa usada típicamente en marcadores o etiquetas de EAS antirrobo convencionales;

la Fig. 3B es una gráfica del tiempo con respecto a la remagnetización de un microhilo amorfo que presenta una discontinuidad de Barkhausen grande, usado en los marcadores o etiquetas disponibles comercialmente en Sensormatic Co.;

la Fig. 3C es una gráfica del tiempo con respecto a la remagnetización de un microhilo magnético amorfo recubierto con vidrio, producido con el método de Taylor;

la Fig. 4 es una vista en sección transversal, esencialmente esquemática, de un sensor de temperatura magnético fijado a un objeto del cual se van a realizar detecciones y de acuerdo con una primera forma de realización de la invención;

la Fig. 4A es una vista en sección transversal, esencialmente esquemática, similar a la de la Fig. 4, pero que ilustra los componentes de un sensor de temperatura de microhilos magnéticos dividido entre dos objetos diseñados para situarse en proximidad mutua;

la Fig. 5 es una vista en sección transversal esquemática de un elemento sensor de temperatura de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención, que representa un elemento magnético de microhilo amorfo recubierto con vidrio, rodeado por una camisa cilíndrica de un material de metal ferromagnético o ferrita y que tiene una temperatura de Curie deseada;

la Fig. 6 es una vista en sección transversal, esencialmente esquemática, de un sensor de temperatura magnético de acuerdo con la invención, que hace uso de unos elementos de datos de microhilo del tipo ilustrado en la Fig. 1, y de unos elementos sensores de temperatura según se ilustra en la Fig. 5;

5 la Fig. 7 es una vista en sección transversal, esquemática, de otro elemento sensor de temperatura de acuerdo con una tercera forma de realización de la invención, en donde se muestran unos elementos magnéticos de microhilos recubiertos con vidrio según se ilustra en la Fig. 1 y situados adyacentes a un blindaje de material de metal ferromagnético o ferrita que tiene una temperatura de Curie deseada;

10 la Fig. 8 es una vista en sección transversal, esencialmente esquemática, de un sensor de temperatura de elementos magnéticos de acuerdo con la tercera forma de realización de la invención, que incluye unos elementos de datos según se ilustra en la Fig. 1 y unos elementos sensores de temperatura según se ilustra en la Fig. 7;

15 la Fig. 9 es una gráfica que ilustra la temperatura de Curie con respecto al porcentaje de cobre para aleaciones de níquel-cobre aptas para su uso como camisas para los elementos sensores de temperatura de la segunda forma de realización de la invención, o como blindajes para los elementos sensores de temperatura de la tercera forma de realización de la invención;

20 la Fig. 10 es un diagrama de bloques esquemático de un lector de temperatura de acuerdo con la invención, que puede funcionar para interaccionar con los sensores de temperatura de elementos magnéticos de la presente; y

la Fig. 11 es un diagrama esquemático que ilustra una unidad de calentamiento por inducción, con control de temperatura de realimentación cerrada, basada en sensores de elementos magnéticos, de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Elementos magnéticos y sistemas de detección de la técnica anterior

30 Con el fin entender mejor la presente invención, resulta útil entender la naturaleza y el funcionamiento de los sistemas de EAS y autenticación actuales que utilizan elementos magnéticos (a los que se hace referencia normalmente, como "marcadores magnéticos") y sus sistemas de detección correspondientes.

35 Uno de los tipos de elemento magnético usado frecuentemente es un microhilo amorfo recubierto con vidrio. Dichos microhilos, su producción, sus propiedades magnéticas y sus comportamientos por debajo de sus temperaturas de Curie, han sido divulgados en la bibliografía técnica y de patentes. Véanse, por ejemplo, las patentes US n.º 6.441.737 y 6.747.559; *Preparation and Characterization of Glass Covered Magnetic Wires*, de Horia Chirac, Materials Science and Engineering A304-306, 166-71 (2001); *The Preparation, Properties and Applications of Some Glass Coated Metal Filaments Prepared by the Taylor-Wire Process*, de Donald et al., Journal of Materials Science, 31, 1139-48 (1996); *Magnetic Properties of Amorphous Fe—P Alloys Containing Ga, Ge, and As*, de Wiesner y Schneider, Phys. Stat. Sol. (a) 26, 71 (1974); y *High Frequency Properties of Glass-Coated Microwires*, de Antonenko et al., Journal of Applied Physics, vol. 83, 6587-89. Se han producido de forma económica tramos continuos de microhilos con lo que, en la técnica se denomina, en general, el proceso Taylor, por el cual o bien un lingote prealeado, o bien los componentes elementales requeridos se funden en un tubo de vidrio dispuesto de manera general verticalmente y que está sellado por la parte inferior. Una vez que la aleación se ha convertido a un estado fundido, usando, por ejemplo, calentamiento por radiofrecuencia ("rf"), la parte inferior reblandecida del tubo de vidrio es cogida y se tira de ella formando un microhilo continuo. La rápida reducción de la sección transversal de la aleación, junto con el uso de medios de enfriamiento secundarios, provoca que la aleación se vuelve amorfa o nanocristalina durante el estirado.

En la Fig. 1, se representa un microhilo típico 20, con un diámetro total que puede tener un valor cualquiera desde diez o menos micras a decenas de micras. El hilo metálico 20 tiene un núcleo aleado 22, y un recubrimiento de vidrio 24, en donde el núcleo aleado 22 y el recubrimiento de vidrio 24 pueden estar acoplados físicamente entre sí de manera continua o solo en diversos puntos separados espacialmente. La relación de vidrio-a-metal, aunque es variable, se puede controlar de manera ajustada. Por ejemplo, el grosor típico del recubrimiento de vidrio 24 puede estar aproximadamente comprendido entre 1 y 5 micras para un microhilo con un diámetro del núcleo de entre 45 y 60 micras, y, típicamente, entre 1 y 3 micras para un microhilo con un diámetro del núcleo de 30 micras. Los elementos de microhilo para EAS y etiquetas de autenticación de la técnica anterior se cortan habitualmente a longitudes que van de 15 mm a 75 mm.

Las propiedades magnéticas del microhilo y los bucles de histéresis resultantes se pueden controlar variando la composición de la aleación y la relación del diámetro del vidrio-a-metal. La Fig. 2 ilustra una respuesta magnética idealizada en bucle de histéresis de un microhilo típico 20 con una gran discontinuidad de Barkhausen, apto para su uso en la presente invención según se describe posteriormente. Cuando un microhilo 20 de este tipo se expone a un campo magnético alterno externo cuya intensidad de campo, en la dirección opuesta a la

polarización magnética instantánea del elemento, es mayor que la fuerza coercitiva H_c , que, en este caso, se muestra idealmente de manera que es inferior a 10 A/m, el proceso de remagnetización da como resultado la generación de un impulso rico en armónicos que es fácilmente detectado. Los cambios de flujo magnético durante el impulso dan origen a un pico en la derivada del flujo con respecto al tiempo. Por consiguiente, en una bobina receptora situada en las proximidades del elemento se observará un pico de voltaje, y el lector puede correlacionar el pico de voltaje con la presencia de un elemento de microhilo en el campo.

Los microhilos amorfos recubiertos con vidrio 20 de la técnica anterior, producidos con el método Taylor, se pueden fabricar de manera que presenten coercitividades muy bajas (sustancialmente inferiores a 10 A/m), permeabilidades relativas altas (sustancialmente superiores a 20.000), magnetostricciones de valor sustancialmente cero o ligeramente positivas, y discontinuidades de Barkhausen grandes (lo cual significa que los microhilos existen esencialmente solo en estados magnéticos bimodales).

Las propiedades de remagnetización de los microhilos 20 son también importantes, y diferencian dichos microhilos con respecto a otros tipos de elementos magnéticos de la técnica anterior. Haciendo referencia a la Fig. 3C (véase, la patente US n.º 6.556.139), se observará que la anchura del pico de remagnetización (medida a nivel de amplitud mitad) estaba en el intervalo comprendido entre 25 y 80 microsegundos para un microhilo amorfo recubierto con vidrio. Por contraposición (véase la Fig. 3B), los marcadores o etiquetas disponibles comercialmente en Sensormatic Co. comprenden un hilo metálico amorfo moldeado en agua, con una discontinuidad de Barkhausen grande, cuya anchura del pico se situaba en el intervalo comprendido entre aproximadamente 200 y 500 microsegundos o superior. Finalmente (véase la Fig. 3A), la anchura del pico estaba aproximadamente comprendida entre 1 y 2 milisegundos para tiras amorfas utilizadas típicamente en marcadores o etiquetas antirrobo, por ejemplo, un marcador o etiqueta Meto GmbH de 32 milímetros. Así, los microhilos del tipo ilustrado en la Fig. 1 presentan unos picos de remagnetización extremadamente breves que permiten la discriminación de la respuesta de un microhilo con respecto al ruido de fondo, tal como el correspondiente provocado por la interacción del campo con otros objetos externos.

Zhukov *et al.*, J. Mater R. 15, n.º 10 Oct. (2000) describen la producción de unos marcadores de múltiples bits cuando se utilizan múltiples segmentos de hilo metálico recubiertos con vidrio amorfo, que presentan, cada uno de ellos, una dimensión (longitud, diámetro bruto, etcétera) o propiedad magnética (por ejemplo, campo coercitivo) diferente. Por ejemplo, si una pluralidad de elementos de microhilo magnéticos presenta coercitividades diferentes, respectivamente, cada uno de sus picos de remagnetización exclusivos puede ser detectado en cada periodo del campo magnético, y su patrón se puede reconocer, por ejemplo, a través de métodos descritos en la patente US n.º 4.203.544. La patente US n.º 5.729.201 describe un método para diferenciar dicha pluralidad de hilos metálicos, incluso si estos presentan las mismas propiedades magnéticas y dimensiones. Un elemento de campo de polarización de imán permanente en las proximidades del hilo metálico sirve para diferenciar la amplitud del campo magnético externo generado por un lector, del cual se requiere que supere la fuerza coercitiva para la remagnetización de cada elemento magnético, por medio de su diferente proximidad a cada segmento de hilo metálico individual. Esto conduce a una diferencia de fase en los picos de remagnetización detectados, permitiendo, así, la diferenciación de los elementos individuales.

La patente US n.º 4.134.538 describe unas etiquetas (marcadores) de múltiples elementos construidos con elementos magnéticos, caracterizados, cada uno de ellos, por una fuerza coercitiva diferente y que permiten, de este modo, la asignación, a cualquier objeto fijado, de un código de referencia con tantos caracteres como elementos magnéticos utilizados. Se asigna así, respectivamente, cada carácter del código de referencia a un elemento magnético en el orden de los valores de sus fuerzas coercitivas respectivas, de manera que las señales correspondientes a cada elemento magnético aparecen, entonces, en el aparato de detección en el mismo orden de desfase que el orden de las fuerzas coercitivas, y cada una de ellas con amplitudes correspondientes a los valores asignados en el momento de la codificación, reproduciendo de este modo el código completo en cuanto a disposición y en cuanto a amplitud.

La patente US n.º 6.622.913 enseña que la información de datos se puede codificar en formato binario usando elementos de microhilo de diámetros o permeabilidades diferentes, de manera que producen respuestas considerablemente diferentes a un campo magnético alterno producido por un transmisor. Por consiguiente, un tipo de microhilo puede presentar un "0" binario y el otro un "1" binario. Por ejemplo, se puede hacer que una matriz de cuatro microhilos, cada uno de ellos con coercitividades sucesivamente mayores de tal manera que se pueden diferenciar fácilmente por sus diferencias de fase detectadas durante un periodo de un campo magnético alterno incidente, produzca amplitudes altas y bajas, alternas, de perturbaciones de campo (y, por lo tanto, amplitudes de voltajes altas y bajas, alternas, en el detector) de modo que representen un patrón binario de 1010.

La solicitud de patente US n.º 2005/0109435 describe varios métodos magnéticos y ópticos para codificar información de múltiples bits en un único microhilo. La sensibilidad a las tensiones de un microhilo recubierto con vidrio amorfo ferromagnético se puede usar ventajosamente como fundamento físico para influir en la estructura del dominio magnético. La codificación con microhilos recubiertos con vidrio amorfo ferromagnético puede ser el resultado de una alteración localizada de esta estructura del dominio. La alteración se logra fácilmente mediante

la imposición de tensiones localizadas o mediante la cristalización selectiva de la aleación amorfa. Dichos cambios se ven afectados por varios medios, incluyendo un calentamiento localizado por medio de un láser pulsado, un rebaje químico del recubrimiento de vidrio, recubrimientos sobre el vidrio, y similares. Las modificaciones localizadas del recubrimiento de vidrio de microhilos recubiertos con vidrio amorfo ferromagnético, se pueden usar para producir de manera eficaz cambios controlados en la estructura del dominio magnético de los núcleos de aleación amorfa, posibilitando así su codificación. El método preferido consiste en usar impulsos de láser para calentar localmente el vidrio o aleación (seleccionando la longitud de onda puede lograrse un calentamiento independiente) lo cual provoca cambios en la estructura de uno de los dos o en ambos, y se alteran, por tanto, los campos de tensiones existentes o las características magnéticas básicas.

Típicamente, los dispositivos detectores de sistemas de EAS o autenticación de la técnica anterior usados en combinación con todos los tipos de elementos magnéticos empleados como marcadores magnéticos, usan una unidad de transmisión de campo y una unidad de detección de campo magnético. El transmisor de campo tiene generalmente un generador de frecuencia y una bobina generadora de campo (que constituyen conjuntamente una fuente de campo magnético alterno) para crear el campo magnético alterno en la zona de interrogación del marcador. Normalmente, la unidad de detección tiene una bobina receptora de campo y una unidad de procesado de la señal que activa típicamente un dispositivo de alarma.

En sistemas de EAS de la técnica anterior, cuando un marcador magnético está situado en las proximidades de las bobinas, el campo de AC interrogador provoca la conmutación de la magnetización del elemento magnético. Por consiguiente, la bobina receptora de campo recibe impulsos muy cortos de perturbaciones del campo magnético. Estos impulsos son detectados por el circuito de procesado de la señal, el cual produce una salida para activar una alarma.

Primera forma de realización: microhilos modificados químicamente para la detección de temperaturas de Curie

La primera forma de realización de la invención comprende un sensor de temperatura de microhilos magnéticos que presenta por lo menos uno y habitualmente una pluralidad de microhilos magnéticamente susceptibles, de manera que las aleaciones individuales de por lo menos ciertos de los microhilos presentan químicas modificadas y, consecuentemente, temperaturas de Curie diferentes, habitualmente por debajo de aproximadamente 400° C. Adicionalmente, esta forma de realización incluye un lector o detector de microhilos capaz de descodificar información de temperatura obtenida a partir de los microhilos del sensor.

Los microhilos individuales modificados químicamente se fabrican de manera preferida de modo que los microhilos modificados conservan discontinuidades de Barkhausen elevadas, coercitividades extremadamente bajas, y permeabilidades extremadamente altas por debajo de sus temperaturas de Curie respectivas (con un comportamiento de histéresis resultante del tipo que se representa en la Fig. 2). Estos microhilos modificados pierden de manera esencialmente completa su ferromagnetismo por encima de sus temperaturas de Curie. No es necesario que otros de los microhilos dentro de la matriz del sensor presenten químicas modificadas, sino que los mismos pueden funcionar como elementos de datos de acuerdo con cualquiera de los métodos de la técnica anterior de codificación de un solo bit o de múltiples bits y que se han descrito previamente.

La modificación química más preferida de aleaciones a base de Fe y/o a base de Co que se utilizan en microhilos amorfos de la técnica anterior, es el ajuste del porcentaje atómico de cromo presente en ellas. El cromo de las aleaciones de (Fe_{80-x}Cr_x)(PC)₂₀ a base de hierro amorfo tiene un efecto considerable sobre sus propiedades magnéticas. Un aumento del porcentaje de Cromo hace que disminuyan las temperaturas de Curie, los campos hiperfinos medios y las magnetizaciones de saturación de ellas, y, por otro lado, hace que se incrementen notablemente sus permeabilidades iniciales. Por ejemplo, un aumento del porcentaje de Cromo del 0% al 6,5% redujo la temperatura de Curie comprendida entre 330° C y 155° C en ciertas muestras sometidas a ensayo. Véanse por ejemplo, *Magnetic Measurements of Iron-Rich Amorphous Alloys Containing Chromium: Moosbauer Study and B-H Loops*, de Henry et al., *Journal of Materials Science* 19: 1000-06 (1984); y *Magnetic Properties of Metals-d-Elements, Alloys, and Compounds*, de Wijn, Springer-Verlag, Berlín (1991).

Para alterar las características magnéticas de elementos de microhilo amorfos también pueden utilizarse otros cambios mecánicos sobre las aleaciones a base de Fe y a base de Co. Por ejemplo, el Co puede sustituir al Fe en ciertas aleaciones de FCZBN, y la temperatura de Curie resultante presenta un comportamiento de tipo sinusoidal con un contenido de Co creciente, y muestra dos máximos en el 3 y el 12,5% atómico de Co y un mínimo en el 7,5% atómico de Co (*Co Dependence of Curie Temperature in Amorphous Fe Co Zr B Nb Alloys With High Glass Forming Ability*, de Yao et al., *Journal of Physical Science: Condensed Matter*, Vol. 16 6325-34 (2004). *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. 22, 1349-51 (1986) presenta un proceso por el cual pueden obtenerse electrolíticamente aleaciones amorfas de Co-P con un alto contenido de P. La temperatura de Curie de estas aleaciones presenta un comportamiento lineal en la temperatura de Curie con respecto a la composición hasta entre el 28 y el 29% de P. Para concentraciones superiores, se observa una temperatura de Curie constante.

Tal como se ha explicado anteriormente, la primera forma de realización hace uso, preferentemente, de una pluralidad de elementos sensores de temperatura de microhilos magnéticos, cuyas químicas se han cambiado de manera que los microhilos se convierten en paramagnéticos a temperaturas individuales (de forma habitual aproximadamente 400° C o inferiores) dentro de un intervalo de temperaturas de diseño específico del sensor de temperatura global. Por ejemplo, la Fig. 4 representa un sensor de temperatura 26 que tiene un total de cuatro microhilos sensores de temperatura 28-34 que forman una matriz 36. Cada uno de los microhilos 28 a 34 tiene su química modificada con el uso de cualquiera de las técnicas anteriores, tales como un porcentaje atómico creciente de cromo, con el resultado de que las temperaturas de Curie de los microhilos son diferentes, y todas ellas se superan durante el intervalo de temperaturas de funcionamiento normal del sensor 26. Los dos microhilos restantes 38 y 40 son elementos de datos. También puede utilizarse un elemento de campo de polarización magnético permanente 41 opcional.

En la forma de realización de la Fig. 4, los microhilos 28-34 están dispuestos en una relación paralela en donde la separación 42 es igual a la suma de los radios de cada microhilo adyacente (la separación 42 puede ser mayor que la suma de los radios), y se mantienen juntos por medio de un adhesivo térmicamente conductor (no mostrado) que también pega los microhilos a un objeto 44 del cual se va a monitorizar la temperatura.

En esta forma de realización ejemplificativa, la coercitividad magnética de cada microhilo 28 a 34 y 38 a 40 se altera mediante cambios químicos adecuados en sus aleaciones, y, específicamente, por el contenido de cromo de cada aleación, con el fin de garantizar que cada uno de los seis microhilos es detectable de manera exclusiva dentro de cada periodo en su orden de posición dentro de la matriz total. Evidentemente, con este fin también pueden usarse otros planteamientos de la técnica anterior para cambiar la química de la aleación así como para ajustar la coercitividad. Adicionalmente, cada uno de los seis microhilos 28 a 34 y 38 a 40 tiene la misma longitud (por ejemplo, 20 mm) excepto en cuanto al microhilo 38, que es significativamente más largo (por ejemplo, 40 mm). Esta longitud extra del microhilo 38 garantiza que el pico de remagnetización detectado a partir de este microhilo de elemento de datos sea mayor, en cuanto a amplitud, que la totalidad del resto de picos de remagnetización.

La Fig. 10 ilustra un dispositivo detector ejemplificativo 46 usado para detectar temperaturas detectadas por el sensor 26, correspondientes a la temperatura del objeto 44. El detector 46 incluye, en términos generales, una unidad de transmisión de campo magnético alterno en forma de un generador de frecuencia 48 acoplado a una bobina generadora de campo 50, de tal manera que la unidad de transmisión puede funcionar para crear un campo magnético alterno con vistas a interrogar al sensor 26. El dispositivo total 46 incluye, además, una bobina receptora de campo 52 acoplada de manera operativa a una unidad de procesamiento de señal digital 54 y un módulo de visualización de temperatura 56. Tal como se ilustra, la unidad de procesamiento 54 está equipada con puertos de comunicación 58 y 60, y puede estar acoplada operativamente a un generador de frecuencia 48 por medio de la conexión 62. Adicionalmente, el generador de frecuencia 48 puede estar equipado con una entrada opcional 61 que permite el control remoto del generador.

La unidad de procesamiento de señal 54 funciona usando un algoritmo de descodificación que tiene la capacidad de descodificar la información de perturbación de campo magnético recibida tras la interrogación del sensor 26. Preferentemente, el algoritmo de descodificación tiene la forma de una o más tablas de consulta para diferentes sensores de acuerdo con la invención, almacenadas en memoria asociada a la unidad 54. En el caso de un detector 46 específico del sensor 26, la tabla de consulta de temperatura tendría tanto la posición de fase esperada (relación de fase con respecto al bit de parada y/o de uno con respecto a otro) para cada uno de los cuatro elementos de microhilo sensores de temperatura 28 a 34, como las temperaturas a notificar para cada uno de los códigos de bits detectados aceptables a partir de la matriz 36 de microhilos 20 (algunos códigos de bits pueden ser inaceptables ya que no tienen sentido lógico de acuerdo con el orden de temperaturas de Curie de los microhilos en fase y, por lo tanto, son el producto de una lectura errónea por parte del detector 46).

Tal como se ha descrito, el sensor 26 y el dispositivo detector 46 están en correlación de manera que el dispositivo 46, mediante una interrogación adecuada del sensor 26, puede averiguar la temperatura del objeto 44. Dicha correlación implica comparar la lógica de bits del sensor 26 con el(los) algoritmo(s) de descodificación, en este caso, la(s) tabla(s) de consulta de temperatura almacenada(s) en la memoria de unidad de procesamiento de señal 54. Aquellos versados en la materia apreciarán que se puede proporcionar una amplia variedad de lógicas de bits y de tablas de algoritmos correspondientes. No obstante, la siguiente descripción proporciona un sistema ejemplificativo en el contexto del sensor 26 y el dispositivo detector 46 de la Fig. 10.

Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 4, se supone que el bit menos significativo de los cuatro microhilos de elemento sensor de temperatura 34 a 38 es el microhilo 28, al cual se puede denominar "primer" microhilo. De este modo, cuando el objeto 44 se encuentra por debajo de la temperatura de Curie del primer microhilo 28, el microhilo 28 seguirá produciendo su característico impulso de remagnetización corto bajo la influencia del campo magnético alterno generado por el dispositivo 46. Cuando el objeto 44 tiene una temperatura por encima de la temperatura de Curie del primer microhilo 28, el microhilo 28 ya no producirá su impulso de remagnetización corto bajo la influencia del campo magnético alterno aplicado, y, por lo tanto, faltará su bit (un valor de "0") en la matriz de bits de los elementos sensores de temperatura detectada.

Los restantes microhilos sensores de temperatura 30 a 34 tienen, cada uno de ellos, unas respectivas aleaciones químicamente modificadas, de manera que las temperaturas de Curie de los microhilos son, de forma sucesiva y escalonada, ligeramente mayores que la correspondiente del primer microhilo 28. De este modo, el "segundo" microhilo 30 tiene una temperatura de Curie ligeramente mayor que el primer microhilo 28, y el "tercer" y "cuarto" microhilos 32 y 34 tienen, cada uno de ellos, temperaturas de Curie sucesivas ligeramente mayores que los microhilos de orden inferior. De esta manera, los impulsos (bits) de remagnetización de los microhilos 30 a 34 desaparecerán (es decir, se convertirán en un valor "0") bajo la influencia del campo magnético aplicado desde el detector 46 en temperaturas respectivas cada una de ellas mayor que la correspondiente del primer microhilo 28 y de todos los microhilos de orden inferior anteriores.

Por ejemplo, si el objeto 44 tiene una temperatura por debajo de las temperaturas de Curie tanto del primer como del segundo microhilos 28 y 30, el dispositivo 46 leerá todos los bits de la matriz 36 (es decir, se convertirán en un valor "1"). Si el objeto 44 tiene una temperatura por encima de la temperatura de Curie del primer microhilo 28, pero por debajo de la temperatura de Curie del segundo microhilo 30, el primer bit habrá desaparecido para el dispositivo 46 en forma de un valor "0", y los restantes bits correspondientes a los microhilos 30 a 34 serán leídos como un valor "1" por el dispositivo 46.

Tal como se ha indicado anteriormente, el dispositivo 46 contiene un(os) algoritmo(s) en forma de tabla(s) de consulta que reconocen que la desaparición del primer bit de temperatura y la aparición del segundo y de todos los bits de temperatura superiores significan que la temperatura del objeto 44 se encuentra en algún sitio entre la primera y la segunda temperaturas de Curie del primer y del segundo microhilos (bits de temperatura) 28 y 30 (tal como se usa en la presente, detección o determinación de temperatura del sensor o del objeto puede referirse a una única temperatura o a una temperatura aproximada dentro de un intervalo de temperaturas). Por tanto, leyendo los datos de bits de detección de temperatura generados por la matriz 36, y correlacionando el valor binario de estos datos con la tabla de consulta de interés, puede determinarse la temperatura del objeto 44 dentro del intervalo de temperaturas definido por el acotamiento entre las temperaturas de Curie del primer y del segundo microhilos. Evidentemente, esta lógica se aplica a la totalidad de los cuatro microhilos 28 a 34 del ejemplo simple de la Fig. 4.

Si los N microhilos sensores de temperatura en un sensor de temperatura dado de elementos magnéticos tienen temperaturas de Curie identificadas de orden secuencial creciente conocido, y estas temperaturas de Curie se seleccionan de manera que sean consistentes, por lo menos en parte, en cuanto a sus incrementos de una a otra, el sensor puede detectar temperaturas desde la primera a la N^{ésima} temperaturas de Curie. La resolución de dicho sensor es el incremento entre temperaturas de Curie secuenciales. Se apreciará que, incluso si las temperaturas de Curie secuenciales no son exactamente consistentes, puede construirse la tabla de consulta pertinente, y el sensor puede funcionar correctamente.

Las temperaturas de Curie de las aleaciones de los microhilos de esta forma de realización se pueden cuantificar antes o después de que las aleaciones se hayan procesado formando microhilos. De esta manera, el sensor de microhilos completo se puede calibrar para la detección de temperatura. Para un intervalo dado de temperatura que se va a medir, cuanto mayor sea el número de microhilos cuyas temperaturas de Curie se cuantifiquen y estén separadas casi equitativamente dentro del intervalo de temperaturas, mayor será la resolución del sensor de temperatura de microhilos. Preferentemente, los sensores de temperatura de acuerdo con esta forma de realización tienen por lo menos 20 microhilos sensores de temperatura, que tienen, cada uno de ellos, unas temperaturas de Curie secuencialmente mayores, y con un número de microhilos que va de un primero a un N^{ésimo} y con un incremento entre microhilos sucesivos no superior a 5° C.

En los casos en los que un cierto microhilo sensor de temperatura no desaparece en la secuencia correcta con los otros microhilos (debido a una lectura errónea por parte del lector, a una falta de contacto térmico con los otros, u otro motivo), la falta de un valor aceptable de la tabla de consulta provoca, preferentemente, que el algoritmo del lector del dispositivo 46 intente volver a leer el sensor 26. Si lecturas repetidas y continuas muestran los mismos datos de temperatura anómalos, el algoritmo del lector puede descartar los datos de temperatura, usar la última temperatura medida (o la última temperatura medida más un incremento de temperatura que se basa en un cálculo que involucra la última velocidad medida de cambio de temperatura y el intervalo de tiempo de lectura), y, a continuación, puede realizar un nuevo intento en el siguiente intervalo de lectura planificado. Preferentemente, se toman medidas para garantizar que todos los microhilos hacen un buen contacto térmico entre ellos y con el objeto 44 cuya temperatura se va a medir. Una de dichas medidas es fijar todos los microhilos a un sustrato fino térmicamente conductor. Otra de las medidas es utilizar materiales de enebimiento o encapsulado térmicamente conductores según se describe posteriormente en la presente.

Es conocido que, en un periodo, se pueden detectar hasta 40 microhilos, y, por consiguiente, un sensor de temperatura, de elementos magnéticos, de esta forma de realización, puede contener muchos más de cuatro microhilos sensores de temperatura 20 y muchos más de un elemento de datos (sin contar el bit de parada). Los elementos de datos, especialmente si cada uno de ellos está codificado con datos de múltiples bits, se puede usar para almacenar información de correlación (tal como constantes de relación lineal o no lineal) que puede

5 permitir que el algoritmo del detector descodifique el “valor numérico específico” (bits de temperatura) en su valor de temperatura asociado. Esto resulta particularmente valioso cuando no se usa un método por tablas de consulta. Por lo tanto, el sensor de temperatura de elementos magnéticos 26 puede almacenar, en sus elementos de datos, datos tales como un código de ID permanente o un código de “clase de objeto”. Esta capacidad de almacenar un código de “clase de objeto” permite que un único algoritmo lector lea varios tipos diferentes de sensores de temperatura de microhilos, cada uno de ellos con su propia tabla de consulta exclusiva, y descodificando todavía la temperatura correcta.

10 Se apreciará que, en el sensor 26 y el dispositivo 46, se pueden utilizar varias estrategias diferentes de codificación/descodificación sin desviarse con respecto al alcance de la presente invención, siempre que cada microhilo sensor de temperatura esté diseñado para perder sus propiedades de impulso de remagnetización bajo la influencia del campo magnético alterno generado por el dispositivo 46 por encima de su temperatura de Curie. Una de las opciones consistiría en el uso del elemento de campo de polarización 41, el cual sirve para diferenciar la amplitud del campo magnético externo generado por el dispositivo 46 que se requiere que supere la fuerza coercitiva para la remagnetización de cada microhilo, debido a su diferente proximidad a cada microhilo individual 15 28 a 34 y 38 a 40. Esto conlleva una diferencia de fase en los picos de remagnetización detectados por el detector 46, facilitando así la diferenciación de los seis microhilos individuales. Otras variantes incluirían, sin carácter limitativo, unos medios para determinar un bit de parada o “delineación” entre elementos sensores de temperatura y elementos de datos, codificación y descodificación de datos que no sean de temperatura, y diferentes longitudes para parte o la totalidad de los microhilos con el fin de alterar sus respuestas magnéticas. Adicionalmente, cambios de las propiedades magnéticas a temperaturas próximas a las temperaturas de Curie de los microhilos sensores de temperatura individuales pueden alterar, pero no eliminar completamente, los impulsos de remagnetización detectables de los mismos. Dichos impulsos de remagnetización alterados, que tienen comportamientos predecibles sobre intervalos de temperatura específicos por debajo de las temperaturas de Curie, también se pueden usar para descodificar información de temperatura. Esto puede permitir que cada microhilo sensor de temperatura capte de manera precisa más de una temperatura, por ejemplo, desde un intervalo pequeño por debajo de la temperatura de Curie hasta la temperatura de Curie.

30 *Microhilos con camisas ferromagnéticas para detección de temperatura*

Otro de los ejemplos comprende un sensor de temperatura de elementos magnéticos 64 que presenta una pluralidad de microhilos sensores de temperatura compuestos 66 que incluyen, cada uno de ellos, un microhilo magnéticamente susceptible del tipo de la técnica anterior descrito previamente y que no presenta ninguna reducción intencionada de su temperatura de Curie, de tal manera que conservará su alta discontinuidad de Barkhausen y otras propiedades magnéticas según se representa en la Fig. 2 durante todo el intervalo operativo del sensor 64. Esta estructura de los microhilos incluye, además, una estructura, tubular, circundante 68. La segunda forma de realización de conjunto incluye además un detector de temperaturas de microhilos similar al detector 46, que tiene algoritmo(s) almacenado(s) capaz(es) de descodificar la información de temperatura obtenida a partir de la interrogación del sensor 64.

40 En particular, cada uno de los microhilos compuestos 66 presenta una aleación interna 70 rodeada por un recubrimiento de vidrio intermedio 72, de tal manera que estas partes interiores de los microhilos compuestos 66 son conceptualmente idénticas con respecto a los microhilos 20 de la técnica anterior previamente descritos. Adicionalmente, la estructura 68 de los microhilos 66 incluye una camisa tubular 74 de material de metal ferromagnético o Ferrita (tal como NiZn o MgZn) que rodea al recubrimiento 72, y un recubrimiento de vidrio externo 76 opcional que rodea a la camisa tubular 74. La camisa 74 tiene una temperatura de Curie seleccionada cuidadosamente para que la aleación interior de microhilo, individual, 70 produzca sus perturbaciones distintivas (y, por lo tanto, impulsos de voltaje de remagnetización en el detector) únicamente cuando el microhilo se sitúe en el campo magnético alterno generado por el detector, y, a continuación, únicamente por encima de la temperatura de Curie (o por encima de cierta temperatura cerca de la temperatura de Curie) de la camisa ferromagnética 74. Por tanto, cuando el microhilo compuesto 66 experimenta una temperatura por debajo de la temperatura de Curie de la camisa ferromagnética 74 (o por debajo de cierta temperatura próxima a esta temperatura de Curie), la camisa 74 es ferromagnética, alternado así el impulso distintivo del microhilo 66. Esto puede evitar una remagnetización del microhilo compuesto 66 debido a la saturación magnética provocada por la camisa 74, o puede permitir la remagnetización resultante en forma de una señal polarizada o “alterada” proveniente del microhilo compuesto 66. Por ejemplo, el impulso de remagnetización puede estar desplazado en fase con respecto a su ubicación por encima de la temperatura de Curie de la camisa, o el efecto polarizador de la camisa puede permitir respuestas de remagnetización alteradas por debajo y por encima de una pluralidad de diferentes temperaturas de consigna.

60 Cuando el microhilo compuesto 66 experimenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie de la camisa 74, la camisa se convierte en paramagnética y, por lo tanto, no tiene efecto alguno sobre el impulso distintivo de la aleación 70. Por lo tanto, por encima de las temperaturas de Curie individuales de las camisas 74 (o por encima de ciertas temperaturas próximas a estas temperaturas de Curie), los microhilos compuestos 66 actúan de manera normal (es decir, provocan que el detector 46 detecte un impulso de voltaje según se espera en fase, amplitud o similar, según está registrado en una tabla de consulta o por medio de algún otro algoritmo

de descodificación). No obstante, cuando los microhilos compuestos 66 experimentan temperaturas por debajo de las temperaturas de Curie individuales de sus camisas 74, las mismas o bien no son detectables por parte del detector, o bien son detectables pero tienen sus propiedades magnéticas alteradas, especialmente en relación con impulsos distintivos detectados por encima de temperaturas de las temperaturas de Curie de sus camisas 74. Dichas propiedades magnéticas alteradas no encajarían con los parámetros de la tabla de consulta u otro algoritmo de descodificación, tales como la relación de fase con respecto a una corriente alterna del generador de frecuencia 48, o la duración de los impulsos.

Si el material que constituye la camisa tubular 74 es un metal ferromagnético, la camisa 74 solamente puede tener un grosor de micras o el grosor que se requiera para la saturación de la aleación interior de microhilo 70, y apto para su fabricación. En la patente US n.º 7.011.911, titulada "Amorphous Microwire and Method for Manufacture Thereof", se describe un método de formación de la camisa ferromagnética 74. Otros métodos incluyen proyección por llama o bombardeo iónico. Cuando se usan estos métodos para crear la camisa 74, no es necesario que haya un recubrimiento externo 76. También puede utilizarse un método de Taylor modificado, en donde un tubo de vidrio interior y un tubo de vidrio exterior se alinean coaxial y telescópicamente, de tal manera que el tubo de vidrio interior reside dentro de las paredes del tubo de vidrio exterior. La aleación 70 está dentro del tubo de vidrio central en forma de lingote (forma de barra) o de metal constituyente, mientras que el material que constituye la camisa tubular 74 está situado entre los tubos de vidrio encajados entre sí. Este material de camisa puede estar en forma de lingote (posiblemente varias barras) o de metal constituyente. Las aleaciones se calientan hasta fundirse por inducción magnética u otros medios adecuados, y el metal y vidrio fundidos resultantes se estiran rápidamente para formar un microhilo compuesto 66.

En el sector, se conocen unas técnicas para ajustar las temperaturas de Curie de aleaciones ferromagnéticas mediante la adición de elementos traza de metales específicos. Así, para constituir las camisas tubulares 74 puede usarse un número cualquiera de aleaciones. La Fig. 9 ilustra que pequeñas adiciones de ciertos metales (en este caso Cobre) a elementos de metal ferromagnético (en este caso, Níquel) para formar una aleación verdadera, pueden alterar la temperatura de Curie de las aleaciones ferromagnéticas resultantes de una manera predecible. Además, adiciones de pequeñas cantidades de Cromo a Hierro producen aleaciones cuyas temperaturas de Curie son predecibles. Para obtener una descripción sobre la modificación de la temperatura de Curie del Níquel con Cobre y Aluminio, véase la patente US n.º 5.954.989.

Las temperaturas de Curie (o las temperaturas de regulación próximas a las temperaturas de Curie) de las aleaciones o materiales de Ferrita usados en la fabricación de las camisas tubulares 74 se pueden haber cuantificado antes o después de que las aleaciones o materiales de Ferrita se hayan procesado para obtener camisas tubulares 74. De este modo, el detector de temperatura 46 de elementos magnéticos se puede calibrar fácilmente para la detección de temperatura. Como anteriormente, para un intervalo dado de temperaturas que se deben medir, cuanto mayor sea el número de microhilos compuestos de detección de temperatura 66 cuyas temperaturas de Curie de las camisas se cuantifiquen y estén separadas casi equitativamente dentro del intervalo de temperaturas, mayor será la resolución del sensor de temperatura. Se prefiere disponer de por lo menos 20 microhilos compuestos de detección de temperatura 66, presentando cada uno de ellos una temperatura de Curie de la camisa secuencialmente mayor, como mucho 5° C por encima de la siguiente camisa de orden más bajo. Evidentemente, si la camisa 74 altera el impulso de remagnetización del microhilo 66 sobre un intervalo de temperaturas próximas a la temperatura de Curie de la camisa 74 (digamos, por ejemplo, desplazando de manera detectable la fase del impulso de remagnetización), puede resultar posible, para el detector, detectar y descodificar múltiples temperaturas para cada microhilo 66 dentro de un cierto intervalo, siendo necesarios, así, menos microhilos 66 para permitir que un sensor mida de forma precisa temperaturas sobre un intervalo amplio.

Si el material que constituye las camisas tubulares 74 es una ferrita o alguna mezcla de materiales con ferrita, entonces la camisa o bien se puede pegar a la capa de vidrio 72, o bien a un cordón cilíndrico aparte, o bien a otro objeto cilíndrico de Ferrita sinterizado con un agujero central, de tal modo que la aleación 70 y el vidrio circundante 72 se puedan colocar allí. Alternativamente, la camisa tubular 74 podría estar formada como parte de la capa de vidrio 72 usando un material de vidrio-ferrita para la capa 72 en lugar de vidrio puro. La patente US n.º 6.909.395, titulada "Radar Absorbing Coatings", describe un material compuesto de Ferrita/vidrio que se puede usar o bien para pegarse directamente a un hilo metálico o un objeto metálico de otra forma, o bien se puede pegar a una capa de vidrio puro que ya esté pegada al metal.

Haciendo referencia a continuación a la Fig. 6, el sensor 64 incluye una pluralidad de microhilos 20 que presentan una matriz 78 de elementos de datos, y una pluralidad de microhilos compuestos sensores de temperatura 66 que forman una matriz 80 de los mismos. Los microhilos 20 y los microhilos compuestos 66 están fijados a un sensor o sustrato de etiqueta 82, que es lo más delgado y lo más térmicamente conductor posible de manera que el sensor 64 se puede situar en contacto térmico íntimo con un objeto (no mostrado) con el fin de medir la temperatura.

Los microhilos 20 que constituyen la matriz 78 presentan químicas que ofrecen temperaturas de Curie individuales por encima del intervalo planificado de temperatura de funcionamiento habitualmente inferiores a

aproximadamente 400° C para el sensor 64. Los microhilos compuestos 66 dentro de la matriz 80 están preferentemente separados entre sí por una distancia 84, de tal manera que la camisa tubular ferromagnética o de Ferrita 74 de cada microhilo compuesto individual 66 no afecta a su microhilo compuesto vecino una vez que la camisa tubular 74 del microhilo individual experimente una temperatura por encima de su temperatura de Curie.

En esta forma de realización simple, se supone que cada elemento de datos de la matriz 78 es codificado por láser a un estado lógico de "1" o "0". Además, se supone que cada uno de los elementos de datos tiene la misma longitud (digamos, 20 mm) excepto para los elementos terminales 83 y 86, que son significativamente más largos (digamos, 40 mm). Esta longitud extra garantiza que la amplitud de los picos de remagnetización detectados de los elementos de datos 83 y 86 es mayor que la de los otros. Finalmente, se supone que el elemento de datos 83 se codifica por láser a un valor lógico "1" mientras que el elemento de datos 86 se codifica por láser a un valor lógico "0". Tal como se ha descrito en la primera forma de realización, cada uno de los elementos de ambas matrices 78 y 80 se realiza de manera que el orden de la fase detectada coincida con el orden de alineación representado desde arriba (microhilo 83) hasta abajo (microhilo compuesto 88), presentando este último la temperatura de Curie más alta de la camisa, de entre los microhilos compuestos de la matriz 80. En un caso de este tipo, el detector 46 asigna el primer impulso detectado (en relación de fase) con la amplitud más alta con un nivel lógico "1" como bit inicial (en este caso, representado como microhilo 83) y el último microhilo de datos detectado 86 con la amplitud más alta y con un nivel lógico "0" como bit de parada. Todos los microhilos de datos entre los bits inicial y de parada 83 y 86 son detectados por el lector de temperatura de microhilos en forma de bits de datos. Los microhilos de datos intermedios se pueden usar, según se describe en la primera forma de realización, para una variedad de funciones, tales como un número de identificación de etiqueta y un código de "clase de objeto".

Con el fin de descodificar la información de temperatura del sensor 64, se supone que hay "N" microhilos compuestos de la matriz 80 que tienen unas camisas ferromagnéticas 74, de tal manera que todas las camisas respectivas 74 tienen temperaturas de Curie que se superan (o tienen temperaturas de regulación "próximas" a las temperaturas de Curie) durante el intervalo de funcionamiento normal del sensor 64. El bit menos significativo de estos N microhilos compuestos 66, detectado en relación de fase justo después del bit de parada 86, y con una relación de fase especificada con respecto al bit de parada 86, se considera como el "primer" microhilo compuesto 89. De este modo, el primer microhilo compuesto 89 comenzará a producir su perturbación de impulso corto normal solamente a temperaturas por encima de la temperatura de Curie de su camisa 74, y, por tanto, solamente entonces el detector 46 detectará su impulso de voltaje (bit). El primer microhilo compuesto 89 no producirá su perturbación de impulso corto normal por debajo de la temperatura de Curie de su camisa 74, y, por tanto, o bien su bit no estará presente en los bits detectados por el detector 46, o bien su impulso será alterado de manera que sea detectable claramente por el detector 46 como microhilo "alterado".

Un "segundo" microhilo compuesto 90 en relación de fase con respecto al bit de parada 86 (el bit siguiente por lo menos significativo) tiene una camisa ferromagnética 74 de temperatura de Curie ligeramente mayor que la correspondiente del primer microhilo compuesto 89. El bit del microhilo compuesto 90 no será leído por el detector 46, o su señal de voltaje será detectada como "alterada" a temperaturas por debajo de esta temperatura de Curie mayor de la camisa (o temperatura mayor próxima a la temperatura de Curie de la camisa), pero seguirá apareciendo según se espera en cuanto a fase y duración a una temperatura mayor que la correspondiente del primer microhilo compuesto 89.

Por tanto, si el sensor 64 es sometido a una temperatura por debajo de la correspondiente de las temperaturas de Curie (o temperatura designadas por debajo de las temperaturas de Curie) tanto del primer como del segundo microhilos compuestos 89 y 90, el detector 46 no detectará ningún microhilo compuesto (suponiendo que todos los microhilos compuestos subsiguientes de orden superior en la matriz 80 tienen camisas 74 con una temperatura de Curie mayor). Si el sensor 64 es sometido a una temperatura por encima de la temperatura de Curie de la camisa (o temperatura relacionada) del primer microhilo compuesto 89, pero por debajo de la temperatura de Curie (o temperatura relacionada) de la camisa del segundo microhilo compuesto 90, el primer bit será leído por el detector 46 pero el segundo bit o bien seguirá sin ser leído por el detector 46 o bien presentará una señal "alterada" leída por el detector. Finalmente, si el sensor 64 se somete a una temperatura mayor que la temperatura de Curie (o temperatura relacionada) de la camisa tanto del primer como del segundo microhilos compuestos 89 y 90, el detector 46 leerá tanto el primer como el segundo microhilos compuestos.

El detector 46 contiene un algoritmo de descodificación que reconoce la aparición del primer bit de temperatura del primer microhilo compuesto 89, pero la falta (o alteración) del segundo bit de temperatura del segundo microhilo compuesto 90, y, por lo tanto, señala por medio del módulo de visualización 56, que la temperatura del sensor se encuentra en algún sitio entre la temperatura de Curie de la primera camisa y la temperatura de Curie de la segunda camisa. De este modo, si el sensor 64 se pone en contacto térmico íntimo con un objeto cuya temperatura es de interés, entonces, leyendo la salida de bits de la matriz de microhilos compuestos del sensor 64, el detector 46 determina la temperatura del objeto dentro del intervalo de temperaturas definido por el acotamiento entre las temperaturas de Curie de la primera y la segunda camisas (o entre sus temperaturas respectivas próximas a sus temperaturas de Curie).

Si el número de microhilos compuestos 66 en el sensor 64 que tienen temperaturas de Curie de la camisa de las cuales se sabe que están en un orden secuencial creciente, se incrementa a "N" microhilos compuestos, y estas temperaturas de Curie de las camisas se seleccionan de manera que son consistentes, por lo menos parcialmente, en cuanto a sus incrementos de una con respecto a otra, el sensor 64 tiene un intervalo detectable de temperaturas que va desde la primera a la N^{ésima} temperaturas de Curie de las camisas, y tiene una resolución de temperatura definida por el incremento entre temperaturas de Curie secuenciales de las camisas.

De manera más general, el algoritmo de descodificación del detector 46 se construye para entender que la aparición de los bits de temperatura primero a N-1^{ésimo} generados por los microhilos compuestos correspondientes 66 en su estado de impulso normal, junto con la falta del bit de temperatura N^{ésimo} correspondiente al microhilo compuesto N^{ésimo} 66 en su estado de impulso normal, establece que la temperatura del sensor se encuentra en algún lugar entre la temperatura de Curie de la camisa N-1^{ésima} y la temperatura de Curie de la camisa N^{ésima} (o entre sus temperaturas respectivas próximas a las temperaturas de Curie de las camisas). Preferentemente, el algoritmo del detector notifica que la temperatura de este sensor se encuentra a medio camino entre las temperaturas de Curie N-1^{ésima} y N^{ésima}.

Preferentemente, los patrones de bits aceptables de los microhilos compuestos y sus temperaturas correspondientes del sensor se almacenan en una tabla de consulta dentro de la memoria del detector 46. De este modo, cuando el detector 46 detecta un patrón de bits aceptable de un sensor correlacionado 64, este patrón se compara con respecto a la tabla de consulta para hallar la temperatura del sensor que está en correlación.

En los casos en los que uno o más microhilos compuestos 66 de la matriz 80 no aparecen en su estado normal en la secuencia correcta con los otros (debido a una lectura errónea por parte del detector 46, a una falta de contacto térmico con los otros microhilos compuestos, o por algún otro motivo), el algoritmo del detector, preferentemente, intenta volver a leer el sensor 64. Si lecturas repetidas continuas presentan el mismo patrón de bits anómalo, el algoritmo del detector puede descartar los datos de temperatura, usar la última temperatura medida (o la última temperatura medida más un incremento de temperatura que se basa en un cálculo que involucra la última velocidad medida de cambio de temperatura y el intervalo de tiempo de lectura), y, a continuación, realiza un intento nuevamente en el siguiente intervalo de lectura planificado.

Microhilos con elementos de saturación ferromagnética independientes aunque adyacentes para la detección de temperatura

Otra de las posibilidades es conceptualmente muy similar a los microhilos con camisas ferromagnéticas descritos anteriormente, y difiere en el uso de elementos de polarización o saturación de camisas ferromagnéticas como entidades independientes que no es necesario que toquen la superficie de los microhilos adyacentes sensores de temperatura, en comparación con las camisas 74 de la segunda forma de realización que se unen, o se fijan de otra manera, a la estructura de microhilos central. Haciendo referencia a la Fig. 7, se ilustra un microhilo combinado 92 y el mismo incluye un microhilo 20 del tipo descrito previamente que no presenta ninguna reducción intencionada de su temperatura de Curie, de tal manera que conservará su elevada discontinuidad de Barkhausen y otras propiedades magnéticas según se representa en la Fig. 2 durante todo el intervalo operativo del sensor. Además, el microhilo combinado 92 incluye una camisa ferromagnética adyacente 94. La camisa 94 está situada suficientemente cerca del microhilo asociado 20 para evitar la saturación magnética o remagnetización de polarización del microhilo 20 y la consiguiente generación de su perturbación distintiva hasta que el microhilo combinado 92 experimente una temperatura por encima de la temperatura de Curie (o por encima de cierta temperatura próxima a la temperatura de Curie) de la camisa 94. Nuevamente, como en el caso de la segunda forma de realización, la camisa 94 se puede diseñar de manera que el microhilo asociado 20 presente una serie de diferentes respuestas de remagnetización por debajo y por encima de diferentes temperaturas de consigna por debajo de la temperatura de Curie de la camisa, y, si se desea, dichas múltiples respuestas diferentes se pueden usar para la detección y la determinación de la temperatura.

De manera más detallada, la camisa 94 tiene forma, preferentemente, de una lámina rectangular, fina, de metal ferromagnético cuyo tamaño no es significativamente más amplio que el correspondiente del microhilo asociado 20, y cuya superficie plana se puede doblar obteniendo un perfil semicircular (o, en el caso de la Ferrita, se puede sinterizar obteniendo un perfil semicircular o de alguna otra forma adecuada). La temperatura de Curie del blindaje 94 se selecciona cuidadosamente de manera que el microhilo asociado 20 produzca su perturbación de la señal (y, por tanto, un impulso de remagnetización de voltaje) cuando el microhilo combinado 92 se sitúa en un campo magnético alterno del detector 46, y solamente cuando el microhilo combinado 92 experimente una temperatura por encima de la temperatura de Curie (o por encima de cierta temperatura fija próxima a la temperatura de Curie) de la camisa 94. Se requiere que las camisas 94 solamente tengan un grosor de micras o un grosor necesario para la saturación del microhilo asociado 20, y para facilitar su fabricación. En la fabricación de la camisa 94, se pueden usar los mismos tipos de aleaciones o Ferritas descritas en relación con la segunda forma de realización. Además, son también adecuadas las tintas magnéticas (que usan o bien polvo

ferromagnético o bien polvo de ferrita), y las mismas tienen la ventaja de poderse imprimir sobre un sustrato de soporte para los microhilos combinados 92.

5 Haciendo referencia a la Fig. 8, se ilustra un sensor de temperatura 96 que es idéntico, en todos los aspectos, al sensor 64, excepto por el uso de microhilos combinados 92 en lugar de los microhilos compuestos 66. Por consiguiente, en la Fig. 8 se usan números de referencia equivalentes a los de la Fig. 6 para indicar componentes idénticos, y se ha usado una designación "a" para diferenciar los microhilos combinados 92 con respecto a los microhilos compuestos 66.

10 El funcionamiento del sensor 96 es idéntico al del sensor 64 y hace uso de un detector similar 46 que tiene unos algoritmos de descodificación adecuados (preferentemente tablas de consulta) correlacionados con el sensor 96. Por consiguiente, no es necesaria una descripción detallada de este funcionamiento.

15 Las formas de realización descritas anteriormente y, de hecho, otras formas de realización dentro del alcance de la presente invención, se pueden variar de acuerdo con una serie de aspectos diferentes. Por ejemplo, la Fig. 4A representa una disposición alternativa ventajosa para algunas aplicaciones de producto. Específicamente, en la Fig. 4A, se proporciona un sensor 26a en el que el elemento de datos de microhilo 40 está fijado a un primer objeto 44a, mientras que el microhilo de datos restante 38 y los microhilos sensores de temperatura 28 a 34, y el elemento de polarización 41 opcional, están fijados a un segundo objeto 44b. La lógica de bits del sensor 26a es idéntica a la del sensor 26, lo cual significa que, aun cuando los componentes del sensor 26a están separados en los objetos 44a y 44b, el sensor 26a en conjunto únicamente funcionará cuando todos los componentes del sensor estén dentro del campo magnético alterno generado por el detector 46. Si no se cumple esta condición, entonces no puede producirse ninguna lectura satisfactoria usando el detector 46. Esta construcción se puede usar, por ejemplo, para controlar el calentamiento de un objeto bipartito por medio de un calefactor, únicamente si el detector del calefactor detecta las dos partes del sensor (y, por lo tanto, los dos objetos 44a y 44b), y para evitar, de manera correspondiente, cualquier calentamiento a no ser que las dos partes del sensor estén presentes y dentro del campo magnético del detector 46. En un caso de este tipo, el control del calefactor estaría acoplado típicamente a la unidad de procesamiento de señal 54 del detector 46.

25 Evidentemente, este mismo concepto de diseño se puede usar cuando haya presencia de más de dos objetos. Adicionalmente, pueden usarse métodos de codificación de datos más sofisticados, tales como los descritos anteriormente para correlacionar uno o más componentes del sensor en conjunto 26a con componentes correspondientes de los mismos. Dichos métodos pueden incluir codificar por láser el primer elemento de datos 40, con un código correspondiente de múltiples bits para el bit de datos de parada 38.

30 Aunque la alternativa de la Fig. 4A se ha descrito haciendo referencia al sensor 26 de la primera forma de realización, se apreciará que, si se desea, puede utilizarse la misma modificación con los sensores 64 y 96 de la segunda y la tercera formas de realización.

40 Los microhilos que forman parte de los sensores 64 y 96, justamente como en el caso de los microhilos 20 del sensor 26, se pueden unir a un objeto 44 o a un sustrato térmicamente conductor, tal como el sustrato 82, usando un adhesivo adecuado. En otra alternativa, los microhilos 20, los microhilos compuestos 66 y/o los microhilos combinados 92 se pueden embeber en un material térmicamente conductor, no ferromagnético, y muy delgado, tal como un material polimérico con carga de grafito que sea moldeable por compresión o inyección, tal como uno que pertenezca a la familia de materiales comercializados por SGL Carbon con la designación RIDURID®. Otros materiales resistentes a alta temperatura utilizables incluyen materiales de encapsulado cerámicos comercializados por Aremco con la designación Ceramamcast 510, u otros polímeros resistentes a alta temperatura, flexibles. Con el uso de materiales de este tipo, el grosor y la masa térmica de conjunto del material de embebimiento se debería mantener a un valor mínimo, con el fin de minimizar el retardo térmico entre el objeto cuya temperatura se va a monitorizar y los materiales aleados del núcleo de los microhilos.

45 Adicionalmente, los microhilos de las formas de realización descritas se pueden retorcer obteniendo una hebra o se pueden tejer en la estructura de un objeto cuya temperatura se va a monitorizar, si se considera adecuado. Por ejemplo, los microhilos se pueden tejer en una tela de género de carbono, siempre que pueda mantener un buen contacto térmico y se usen medios adecuados del sector para distinguir cada elemento sensible a la temperatura con respecto a los otros y con respecto a cada uno de los elementos de datos identificado de manera clara (para incluir un bit de parada).

60 *Sistema de realimentación de bucle cerrado para dispositivos calefactores*

Los sensores de temperatura de elementos magnéticos y los detectores asociados de esta invención se pueden usar fácilmente, en lugar, respectivamente, de la etiqueta de RFID y el lector de RFID asociado, en los sistemas de calentamiento por inducción con regulación de temperatura de bucle cerrado descritos en las patentes US n.º 6.320.169 y n.º 6.953.919. Por lo tanto, pueden materializarse innumerables aplicaciones de calentamiento con un sistema de calentamiento por inducción con tecnología de elementos magnéticos con regulación de temperatura el cual es similar a los sistemas de RFID anteriores, pero sustituyendo los componentes de RFID

con los componentes de los sensores y detectores de la presente. Por ejemplo, de acuerdo con la presente invención puede modificarse una cocina inteligente tal como la descrita en la patente US n.º 6.953.919, un sistema dispensador térmico según se describe en la patente US n.º 6.822.204, un sistema dispensador de elementos según se describe en las patentes US n.º 6.504.135, n.º 6.444.961, n.º 6.274.856, y n.º 6.232.585, y diversos dispositivos calefactores tales como tazas, cuencos, fuentes metálicas refractarias, platos, botas de esquiar y otros artículos descritos en la patente US n.º 5.594.984. Además, los mismos componentes (sensor y detector) se pueden integrar en otros tipos de sistemas de calentamiento de bucle cerrado que no se basen en un funcionamiento inductivo, tales como sistemas de calentamiento resistivos, de halógenos y por infrarrojos, con temperatura controlada en bucle cerrado.

Haciendo referencia a la Figura 11, un sistema de calentamiento por inducción, de bucle cerrado, 98 incluye un detector de microhilos 46 (véase la Fig. 10) incorporado en un dispositivo de calentamiento por inducción 100 en lugar de un lector de RFID. El dispositivo 100 incluye un microprocesador de control 102 acoplado operativamente al detector 46, a un inversor de estado sólido 104, y a un rectificador 106, así, como una bobina de calentamiento por inducción 108 acoplada al inversor 104. Una fuente de alimentación de AC 109 y un sensor de corriente 109a están acoplados operativamente al rectificador 106. Las bobinas generadora y receptora de campo 50 y 52 están integradas en un componente sensor 110 situado debajo de un elemento de soporte 112.

El sistema 98 está diseñado para controlar la temperatura de un disco calefactor de grafito 114, según se describe en la patente US n.º 6.657.170, que tiene uno o más sensores de microhilos incorporados 116 de la presente invención. El disco 114 tiene capas de grafito 118 por encima y por debajo del sensor 116 tal como se muestra. Evidentemente, en lugar del disco 114 puede controlarse cualquier otro objeto calentable por inducción, tal como un utensilio de cocina multicapa (por ejemplo, una cacerola o sartén) que tenga uno o más sensores incorporados 116 en el mismo. La realimentación de información de temperatura del(de los) sensor(es) 116 es detectada por el detector 46, y esta información se puede usar para controlar el calentamiento por inducción del disco 114 por medio del microprocesador de control 102.

Si se desea, los sensores y detectores de microhilos de la invención se pueden usar para controlar otros tipos de dispositivos de calentamiento, tales como calefactores halógenos o resistivos, o cocinas de gas o eléctricas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (98) para calentar un objeto (114), que comprende:

5 un aparato de calentamiento (100) que puede funcionar para calentar un objeto (114);

10 un sensor de temperatura diseñado para ponerse en contacto térmico con dicho objeto (114) y que puede funcionar para detectar la temperatura de dicho objeto (114), comprendiendo dicho sensor una pluralidad de elementos sensores magnéticamente susceptibles (116), presentando cada uno de dichos elementos sensores (116) una composición diferente y pudiendo funcionar para generar una respectiva respuesta diferente de la(s) respuesta(s) del(de los) otro(s) elemento(s) sensor(es), estando dichas respuestas correlacionadas con la temperatura de dicho objeto (114) y siendo diferentes por debajo y por encima de las correspondientes temperaturas de consigna diferentes;

15 un detector (46) que incluye un dispositivo (52) que puede funcionar para detectar dichas respuestas sensibles a la temperatura generadas por dicha pluralidad de sensores de temperatura (116) y para generar una señal de salida correlacionada con dichas respuestas detectadas;

20 caracterizado por que

dichas respectivas respuestas sensibles a la temperatura generadas por dicha pluralidad de elementos sensores (116) son unas respuestas de remagnetización generadas bajo la influencia de un campo magnético alterno aplicado;

25 dicho detector (46) incluye asimismo un dispositivo (108) que puede funcionar para generar dicho campo magnético alterno; y

30 un controlador (102) está acoplado a dicho detector (46) y a dicho aparato de calentamiento (100) y puede funcionar para recibir dicha señal de salida y para controlar el funcionamiento de dicho aparato de calentamiento (100) como respuesta a la señal de salida.

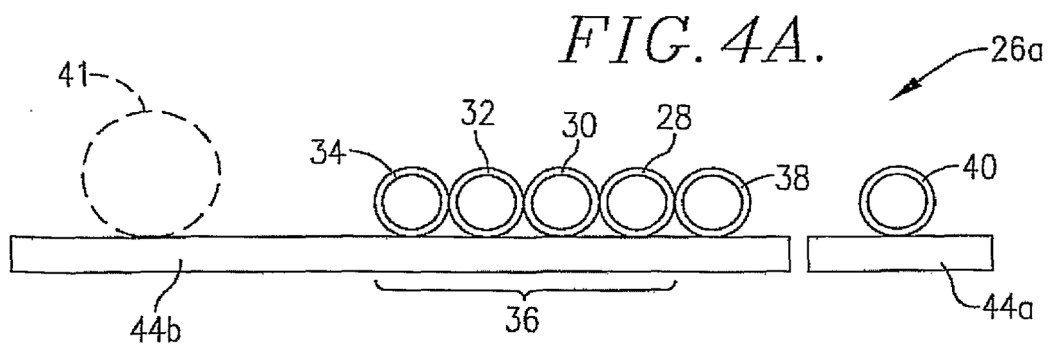
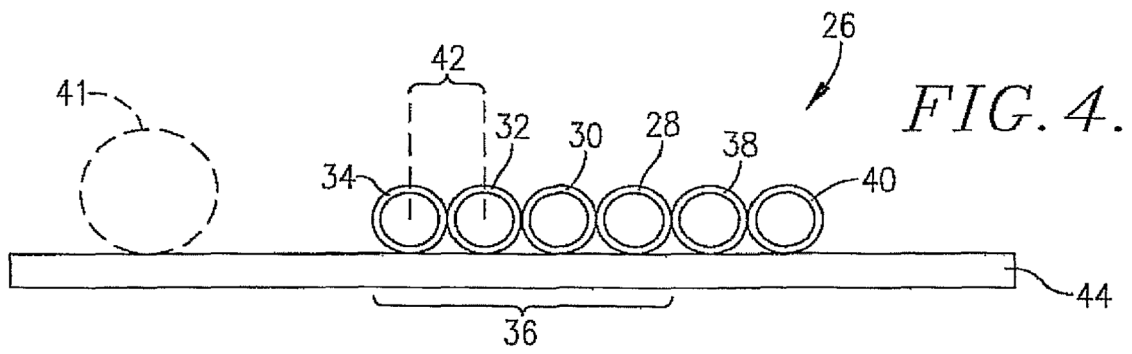
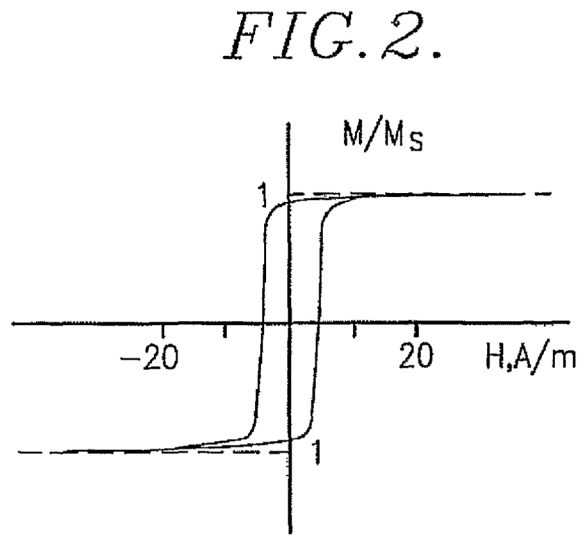
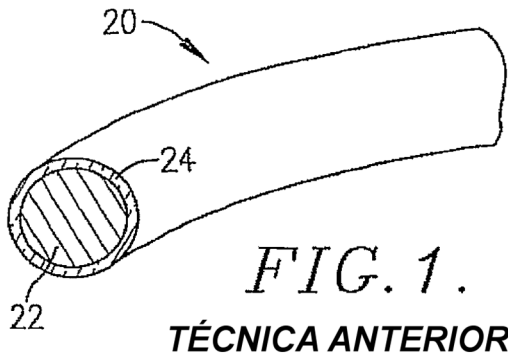
2. Sistema según la reivindicación 1, comprendiendo dicho aparato de calentamiento (100) una unidad de calentamiento por inducción (104, 106, 108).

35 3. Sistema según la reivindicación 1, teniendo cada uno de dichos elementos sensores (116) una respectiva respuesta de remagnetización definida por al menos un impulso detectable de perturbación de campo magnético de duración definida.

40 4. Sistema según la reivindicación 1, comprendiendo cada uno de dichos elementos sensores (116) un cuerpo metálico amorfo o nanocristalino.

5. Sistema según la reivindicación 4, presentando cada uno de dichos elementos sensores (116) forma de un hilo metálico alargado o tira delgada que tiene una dimensión máxima en sección transversal de hasta 100 µm.

45 6. Sistema según la reivindicación 4, estando cada uno de dichos elementos sensores (116) formado a partir de una aleación seleccionada de entre el grupo constituido por aleaciones a base de Fe, aleaciones a base de Co y mezclas de las mismas, teniendo dicha aleación cromo en la misma.



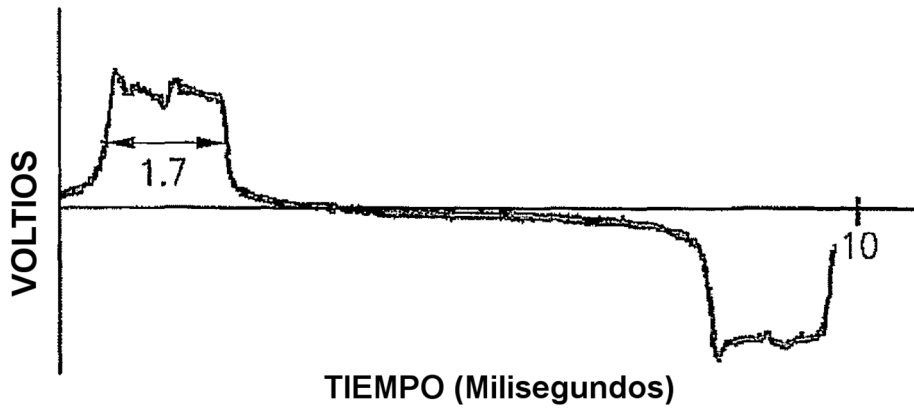


FIG. 3A. TÉCNICA ANTERIOR

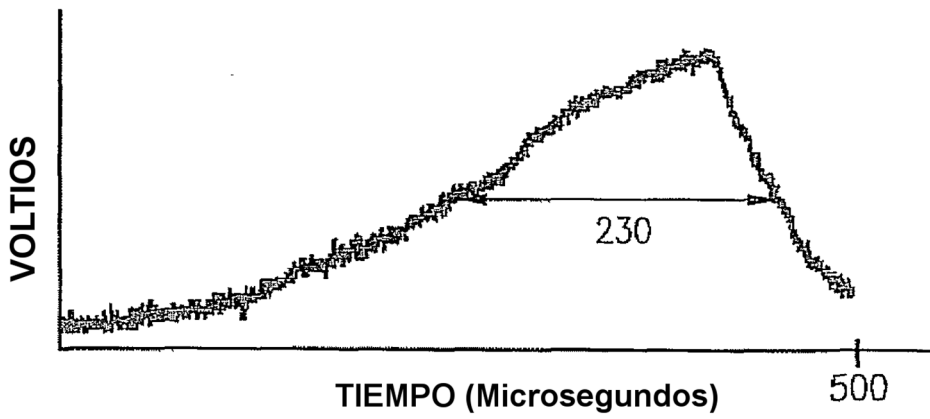


FIG. 3B. TÉCNICA ANTERIOR

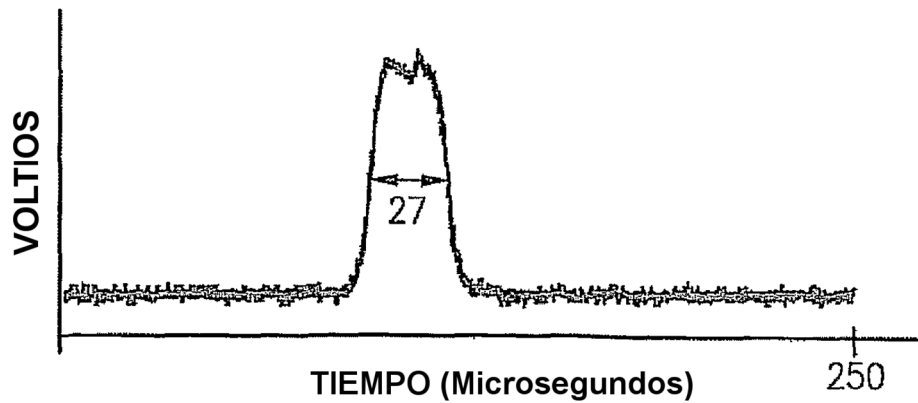
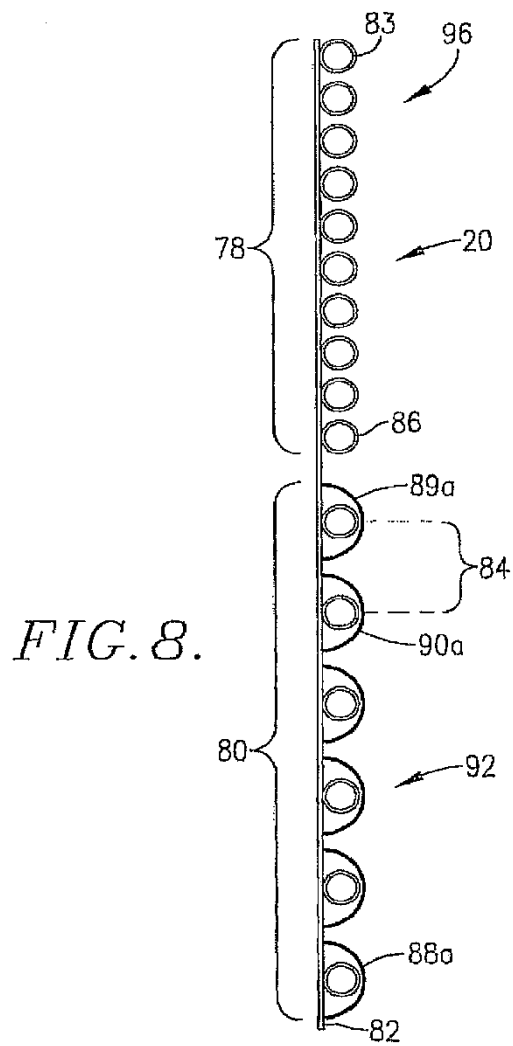
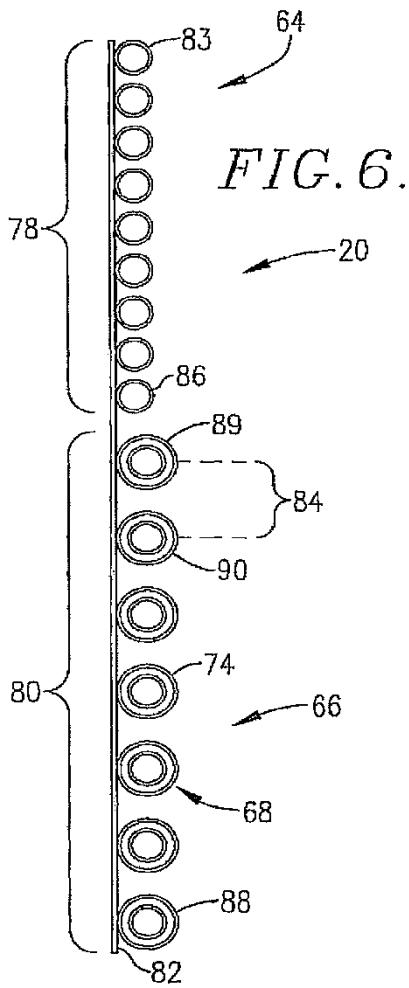
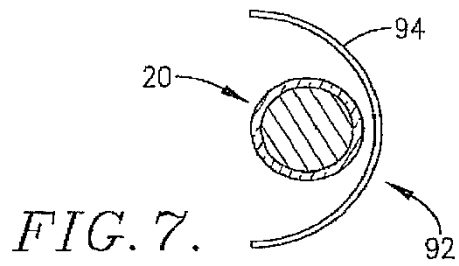
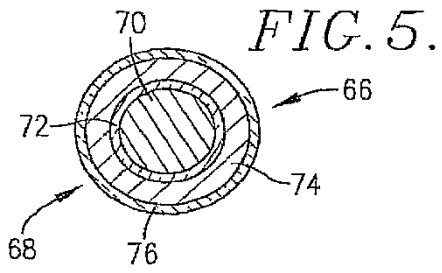


FIG. 3C. TÉCNICA ANTERIOR



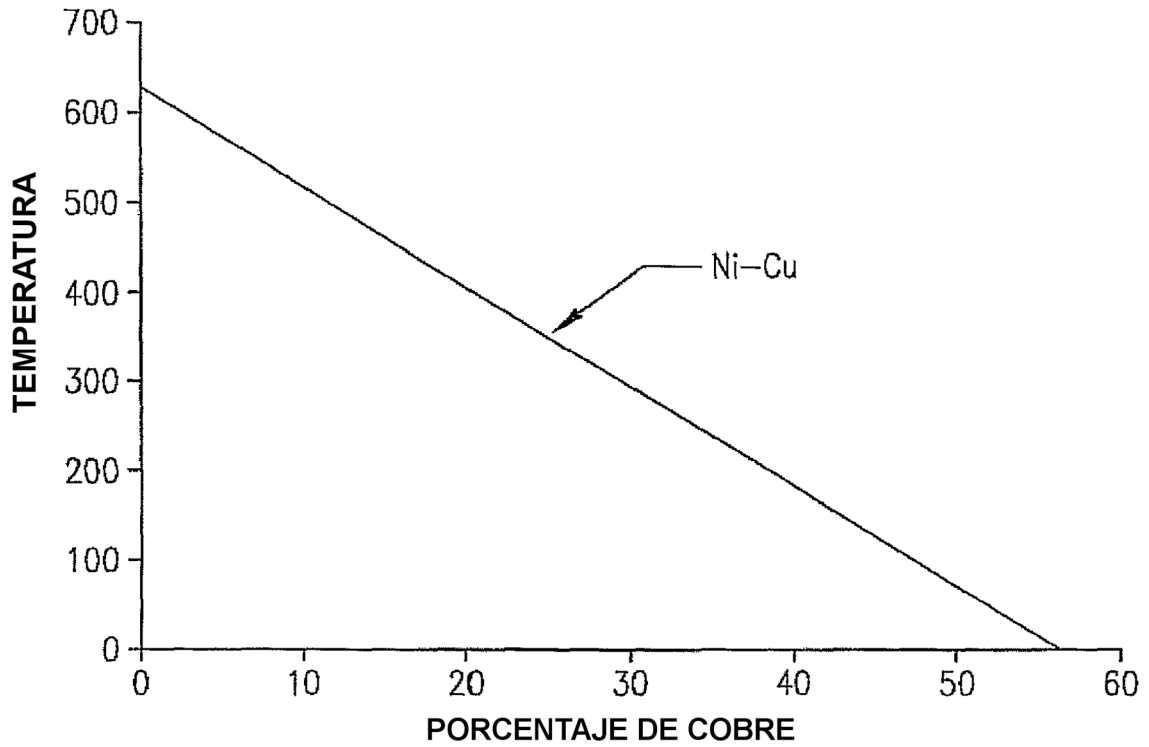


FIG. 9.
TÉCNICA ANTERIOR

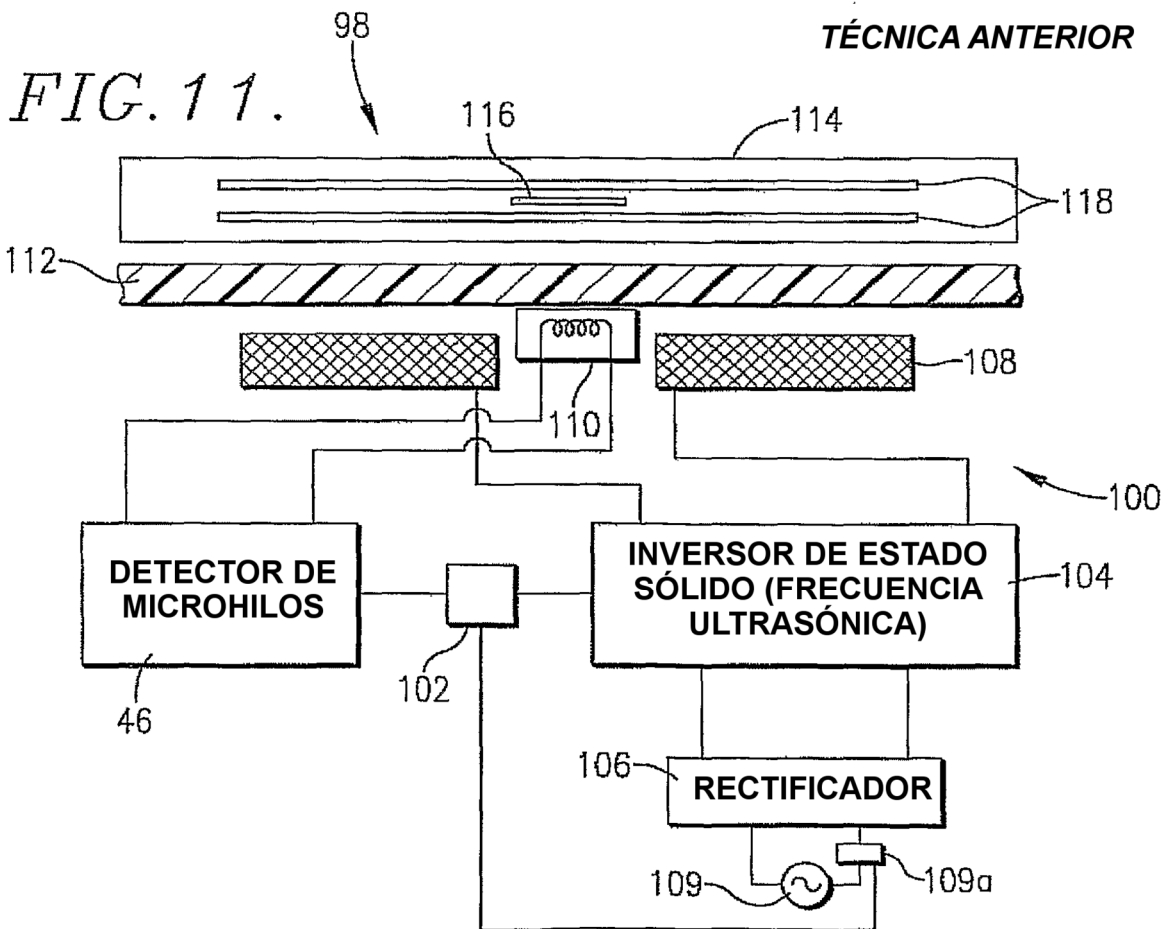


FIG. 10.

