

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 725**

51 Int. Cl.:

**G01K 7/02** (2006.01)

**G01K 1/02** (2006.01)

**G01K 7/38** (2006.01)

**B29C 35/08** (2006.01)

**B29C 35/04** (2006.01)

**B29C 35/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2008 PCT/US2008/051827**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.07.2008 WO08091964**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2008 E 08728160 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 2114556**

54 Título: **Autoclave controlada por Microhilo y Metodo**

30 Prioridad:

**23.01.2007 US 881866 P**

**22.03.2007 US 919345 P**

**07.05.2007 US 745348**

**22.01.2008 US 18100**

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

**04.10.2017**

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.**

74 Agente/Representante:

**URIZAR LEYBA, José Antonio**

ES 2 635 725 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

Autoclave Controlada por Microhilo y Método

## 5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere en general a sensores de temperatura de elementos magnéticos, a los detectores utilizados con dichos sensores, a los sistemas de tratamiento de objetos de bucle cerrado que utilizan sensores y detectores para determinar de manera inalámbrica un parámetro de temperatura que se refiere a un objeto que está siendo tratado, y los métodos correspondientes. Más concretamente, la invención se refiere a sistemas de moldeo / calentamiento / curado de bucle cerrado de del tipo que se utiliza en la fabricación de piezas de materiales compuestos, tales como componentes de aviones y automoción y que incluyen dispositivos sensores / detectores de parámetros de temperatura inalámbricos. Tales sistemas incluyen autoclaves a presión, sistemas tipo horno no presurizado y sistemas para el moldeo de resina.

## 15 Descripción del estado de la técnica anterior

[0002] El moldeo en autoclave es una modificación de las técnicas conocidas de moldeo de bolsas de presión y bolsas de vacío. Mediante el avanzado proceso de autoclave de materiales compuestos se fabrican moldes más densos y libres de oquedades debido a un calentamiento más uniforme y controlado y a unas condiciones de presión más uniformes y controladas en la fase del curado. Se utiliza extensamente en la industria aeroespacial en la fabricación de piezas de alta tasa de resistencia por unidad de peso, a partir de fibras pre impregnadas de alta tensión, dichas piezas son utilizadas en aeronaves, naves espaciales y misiles. Las autoclaves son esencialmente recipientes calentados a presión, generalmente equipados con sistemas de vacío y que han sido diseñados para recibir materiales compuestos en capas superpuestas laminadas o moldes en su interior. Tales capas superpuestas se calientan y después se curan dentro de la autoclave para producir las piezas acabadas. El rango de presiones de curado generalmente es de 50 a 150 psi y el ciclo de curado comporta normalmente muchas horas. El método autoclave permite trabajar con resinas de matriz de temperatura superior, tales como las resinas epoxi, que tienen como propiedad mayor resistencia en comparación a resinas convencionales.

[0003] El moldeo por transferencia de resina (RTM) es un proceso de moldeo cerrado, de baja presión y baja emisión, para volúmenes de producción moderados, lo cual llena el vacío existente entre los lentos procesos de moldeo por contacto y los más rápidos procesos de moldeo por compresión que requieren utillaje de coste superior. En el moldeo RTM, se superponen fibras de esteras continuas y tejidos secos de refuerzo en la mitad inferior del molde. Para moldes de formas complejas se utilizan a menudo refuerzos de vidrio preformado. El molde se cierra y amarra. En dicho molde se bombea una mezcla de resina y catalizador que desplaza el aire mediante vientos de ubicación estratégica. Para controlar las proporciones de resina/ catalizador se utilizan equipos que miden la mezcla. Se utiliza un mezclador inmóvil / estático que mezcla la resina y el catalizador y que luego se inyecta en el puerto de molde. Las resinas de matriz comunes incluyen poliéster, éster de vinilo, epoxi, y compuestos fenólicos. Los moldeos RTM tienen un espesor uniforme y exhiben dos lados acabados. Para optimizar el acabado de la superficie de las piezas, se puede aplicar un recubrimiento en gel sobre la superficie del molde antes de realizar el moldeo. Son piezas de alta calidad producidas por moldeo RTM entre otras, las piezas de carrocería de automóviles, bañeras y contenedores.

[0004] También se utilizan otros tipos de hornos para ejecutar procesos de moldeo de "bolsa de presión o "bolsa de vacío". Estos hornos emplean aire caliente para curar piezas de compuestos los cuales se colocan por lo general dentro de bolsas de plástico o bajo delgadas láminas de plástico selladas hacia una superficie de mecanizado adyacente. Esto permite producir un vacío dentro de la cavidad que define la bolsa de plástico o la lámina de plástico y la superficie de mecanizado.

[0005] Además, los procesos de reparación se ejecutan con frecuencia sobre las partes no curadas del material compuesto (materiales adyacentes de compuestos previamente curados) que se introducen dentro de una cámara formada de láminas de plástico delgadas. Normalmente se realiza otra vez el vacío en la cámara formada por la pieza y su encapsulador "vaina" o "bolsa" de plástico para así eliminar el aire que pueda dejar oquedades en la reparación curada final. Hay muchas formas de aplicar calor al material compuesto sin curar, como pueden ser las mantas de calentamiento resistivas, el aire caliente, la luz de alta intensidad, los microondas, y el calentamiento por inducción de las fibras de carbono o de las partículas en la resina.

[0006] Un problema que persiste en todas las técnicas anteriores es que se necesitar controlar con precisión la temperatura de las piezas durante los ciclos de calentamiento, moldeo y / o curado. En la mayoría de los procesos de producción de curado sólo se monitoriza la temperatura del aire y / o de la herramienta durante el proceso de curado, en donde el proceso de curado sigue una "fórmula" de tiempo y de temperatura del aire / herramienta que se ha sido determinada por los test de las piezas durante el curado a las que se les ha incrustado sensores a fin de correlacionar la temperatura de la pieza con la temperatura del aire / de la herramienta y el tiempo de tratamiento. En el caso no habitual en que se utilicen los sensores de temperatura para monitorizar la temperatura de la pieza durante el mismo día de los procesos de producción de curado (a menudo para el curado de piezas muy gruesas), normalmente se trata de superficies termopares aplicadas en lugares estratégicos de la superficie o son termopares tradicionales que están incrustados en tramos no esenciales. En cualquier caso, los termopares deben estar físicamente encastrados a un sistema de monitorización si lo que se pretende es simplemente controlar la temperatura de la autoclave, horno, o del sistema de control RTM para los procesos de control de curado. La aplicación de termopares a las piezas y su conexión a los sistemas de control y/ o monitorización es un proceso complejo que requiere mucho tiempo y puede comprometer la integridad de la presión en la bolsa de vacío y / o en la autoclave. Con independencia de que se utilicen en un autoclave, horno, o en un proceso de reparación, en procesos de moldeo de "bolsa de vacío" o "bolsa a presión", a menudo los termopares incorporan cableado que se extiende a través del aparato de bolsa de vacío para la monetización electrónica externa. Los cables que penetran en la bolsa de vacío o en el laminado suelen causar pérdidas de vacío que interfieren no solo en el mantenimiento de los niveles de vacío deseados, sino que también puede dejar traspasar humedad a la bolsa de vacío o el laminado provocando curados inadecuados.

[0007] El documento DE 29 35 282 A1 revela un sensor de temperatura que se basa en un cambio de la frecuencia de resonancia de un oscilador de cristal y un circuito LC que incluye el oscilador de cristal, y en determinar la corriente de frecuencia de resonancia de la corriente del circuito LC excitándolo con varias señales que tienen distintas frecuencias.

[0008] El documento US 6208253 B1 describe un elemento sensor que incluye un elemento de señal y un componente sensible a la temperatura que se coloca proximal al elemento de señal. El componente sensible a la temperatura puede ser un elemento de modulación de una permeabilidad magnética que varía con la temperatura y / o un elemento de polarización en forma de imán que tiene una temperatura de Curie en el rango operativo. Los componentes sensibles a la temperatura Interactúan magnéticamente con el elemento de señal de manera que la respuesta general es indicativa de una temperatura del objeto.

[0009] Por consiguiente en el estado de la técnica, se necesita mejorar los aparatos de tratamiento de objetos y de los métodos que incluyen parámetros de detección temperatura inalámbricos que permitan monitorizar en tiempo real, sin contacto, objetos tales como piezas y partes precursoras dentro de cámaras, con el objetivo de determinar parámetros de temperatura durante el curso de tratamiento de un objeto (por ejemplo, calentamiento, moldeo y / o curado) y con ello permitir el control del aparato de tratamiento usando un sistema de realimentación de bucle cerrado sin necesidad de cables de sensores de ningún tipo. Además sería ventajoso que estos sensores pudieran colocarse profundos dentro de las partes gruesas y el detector inalámbrico (lector) pueda estar a distancia de la pieza con el fin de no entorpecer el proceso de curado. Por último, sería ventajoso que los sensores pudieran permanecer en las piezas de por vida, después del curado, sin causar degradación estructural de la pieza.

## RESUMEN DE LA INVENCION

[0010] La presente invención se refiere a un aparato para el tratamiento de un objeto tal como se define en la reivindicación 1 y a un método de tratamiento de un objeto dentro de una cámara como se define en la reivindicación 8. Las versiones ventajosas de la invención derivan desde las reivindicaciones dependientes.

[0011] La presente invención supera los problemas descritos anteriormente y proporciona un aparato mejorado para el tratamiento de objetos, incluyendo la detección inalámbrica de un parámetro de temperatura relativo a un objeto durante el tratamiento del mismo. En términos generales, el aparato de la invención incluye una cámara configurada para contener un objeto que se va a tratar, en donde el objeto lleva asociado un elemento sensor de microhilo magnéticamente susceptible que funciona para detectar un parámetro relativo a la temperatura del objeto durante el tratamiento del mismo. El aparato posee además un detector que incluye un conjunto de antena proximal a la cámara y que funciona para generar un campo magnético alterno en la zona del sensor del objeto, y para detectar una respuesta magnética del sensor como una medida de parámetro relativo a la temperatura. Este sensor (o múltiples sensores) está incrustado en el interior de la pieza de material compuesto, preferentemente dentro de la capa de resina de una capa interior de una estructura de material compuesto CFRP, ya que estos sensores pueden ser leídos de forma inalámbrica por el lector a través de capas de carbón. Los sensores pueden colocarse manualmente dentro del

material compuesto durante el proceso de curación o reparación, o pueden colocarse antes dentro del material compuesto en el proceso de fabricación (tal como durante la fabricación del material pre impregnado).

[0012] En las formas de realización preferente, el aparato de la invención se selecciona de entre el grupo que consiste en una cámara autoclave, un molde de transferencia de resina, un horno no presurizado, y un ensamblaje de bolsa de presión o bolsa de vacío. En el caso de una autoclave, la cámara tiene la forma de una cámara de paredes gruesas que se puede presurizar, mientras que en el caso de ensamblajes de bolsa que pueden o no colocarse dentro de un horno o autoclave (para fines de reparación, los ensamblajes de bolsa se calientan a menudo vía sopladores de aire caliente, elementos resistivos eléctricos en mantas calefactoras colocados contra el ensamblaje de bolsa, luces de alta intensidad y muchas otras fuentes de calor), la cámara se forma utilizando una bolsa flexible, lamina o cubierta y a menudo una base adyacente. El conjunto de antena puede situarse parcialmente o totalmente dentro de la cámara o puede colocarse en el exterior de la misma. Sin embargo en todos los casos el conjunto de antena (cualquier antena o múltiples antenas) está orientado en una posición de relación con el sensor del objeto que permita interrogarlos tras haber generado un campo magnético alterno, y para detectar la respuesta magnética característica del sensor.

[0013] Los parámetros relativos a la temperatura sentida que son detectados y / o calculados por la electrónica de decodificación asociada al conjunto de antena (electrónica de decodificación, fuentes de alimentación, electrónica de transmisión y recepción, y el conjunto de antena que colectivamente forma el "lector") los utiliza el aparato controlador para establecer y mantener las condiciones apropiadas de tratamiento del objeto durante su ciclo de tratamiento. El lector emplea normalmente un microprocesador para decodificar la información de señal de remagnetización recogida por la antena de recepción. Los algoritmos de decodificación pueden ser fórmulas de mejor ajuste, que correlacionan la información de remagnetización del sensor con la temperatura real experimentada por el sensor o puede ser información de una tabla de consulta que ha sido pre calculada a partir de dichas fórmulas de mejor ajuste o que se ha determinado empíricamente. El algoritmo de decodificación puede simplemente utilizar el hecho de que la temperatura de Curie de cada elemento sensor magnético provoca la desaparición de la respuesta de remagnetización cuando el sensor supera la temperatura de Curie, o puede también utilizar el hecho de que los parámetros de esta respuesta de remagnetización (tales como la magnitud de tensión detectada, la forma del impulso de tensión, la duración del impulso de tensión, etc. ) cambia de maneras muy predecibles y son fácil de discernir, con el sensor de en una pequeña zona de temperatura por debajo de la temperatura de Curie del sensor. En cualquier caso, el lector exporta un parámetro de temperatura al aparato microprocesador del controlador a efectos de control (es posible que el lector y el aparato controlador compartan el mismo procesador, en el que residen tanto los algoritmos de decodificación como los algoritmos de control del aparato). El parámetro de temperatura se selecciona preferentemente del grupo que consiste en una temperatura del objeto, una temperatura deseada del objeto, un rango de temperatura del objeto, un rango de temperatura deseada del objeto, una temperatura mínima del objeto, una temperatura máxima del objeto, una propiedad de calentamiento del objeto, y la temperatura de un material que soporta el objeto.

[0014] En formas particularmente preferentes, el sensor comprende un elemento sensor de microhilo magnéticamente susceptible que tiene una respuesta de remagnetización bajo influencia de un campo magnético alterno aplicado, y en donde la respuesta de remagnetización queda definida por al menos un corto pulso detectable de perturbación del campo magnético de duración definida que es diferente por debajo o por encima de al menos una temperatura de punto de consigna por debajo de alrededor 400°C. Además, este pulso magnético detectable de perturbación de campo, produce un cambio de propiedades fácilmente detectables tales como una magnitud de tensión detectada, la forma y duración a lo largo de un pequeño rango de temperaturas anterior a la temperatura de Curie, de tal manera que después de la normalización frente a un pulso de referencia desde otro microhilo cuyas propiedades no cambian en un intervalo deseado dentro de un rango de temperaturas deseadas captadas por el sensor, se puede deducir un valor medible partir de estas propiedades detectables que se correlaciona con la temperatura exacta experimentada por el sensor. Por ejemplo, al integrar la tensión detectada con el tiempo del pulso detectado, normalizar el valor resultante y comparar este valor normalizado con un valor impreso en una tabla de consulta que correlaciona el valor resultante con la temperatura del sensor (o realizando los cálculos reales de correlación en tiempo real), se pueden detectar temperaturas precisas mediante elementos de microhilo susceptibles en un rango de temperaturas pequeño (normalmente 40 °C a 50 °C) por debajo de la temperatura de Curie (por encima de la cual no se detecta el pulso de magnetización).

[0015] Además, los sensores preferentes incluyen una pluralidad de elementos sensores de microhilo, donde al menos varios de los elementos sensores tienen una temperatura de Curie diferente al resto de los elementos sensores. Al colocar las distintas temperaturas de Curie de manera que cada distinta temperaturas de Curie sea adyacente a los pequeños ratios de temperaturas sobre los cuales el elemento sensor acompañante más cercano (en Temperatura de Curie) puede detectar de manera eficaz la temperatura, se puede crear un sensor capaz de medir de manera continua la temperatura en un rango de temperaturas desde aproximadamente 40 °C por debajo de la temperatura de Curie del

elemento sensor de microhilo de temperatura de Curie más baja hasta a la temperatura de Curie del elemento sensor de temperatura de Curie más alto. Por supuesto, la electrónica decodificadora de los lectores pueden emplear un algoritmo que solamente detecte cuando cada uno de los pulsos de remagnetización de los sensores desaparecen a su respectiva temperatura de Curie (en adelante, llamado "algoritmo de decodificación simple") o puede emplear un algoritmo más complicado que determine las temperaturas del sensor entre los sucesivos elementos de las temperaturas de Curie (en adelante, llamado "algoritmo de decodificación compleja"). Los elementos de microhilo normalmente están hechos de material metálico nanocristalino o amorfo como alambres alargados o tiras delgadas cuyas dimensión máxima de sección transversal es aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ . Los metales preferentes son aleaciones que se seleccionan del grupo de aleaciones a base de Fe, aleaciones a base de Co, y mezclas de las mismas, con cromo u otros elementos que permiten ajustar la temperatura de Curie de tales aleaciones. Los cuerpos metálicos están recubiertos normalmente de vidrio que rodea los alambres o las bandas de metal. Los sensores de la invención se colocan normalmente en contacto térmico con el objeto a tratar, aplicando el sensor a una superficie del objeto, o incrustando los sensores en el mismo objeto.

[0016] De acuerdo a la invención se pueden tratar objetos distintos, y particularmente piezas de automoción de alto valor o partes de aeronaves, partes precursoras formadas de materiales compuestos y /o de materiales de resina compuesta y / o sintético. Tales piezas o piezas precursoras son tratadas comúnmente en procesos de moldeo, de calentamiento y / o de curado en dispositivos de cámara cerrados.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0017]

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

La Figura 2 es una ilustración gráfica de las características magnéticas de un microhilo adecuado para uso en esta invención a temperaturas inferiores a la temperatura de Curie de la aleación del microhilo;

La Figura 3A es un gráfico de tiempo versus la remagnetización de una tira amorfa que se utiliza normalmente en los marcadores convencionales anti-hurto EAS en tiendas o etiquetas;

La Figura 3B es un gráfico de tiempo versus la remagnetización de un microhilo amorfo que tiene una amplia discontinuidad de Barkhausen, y que se utiliza en los marcadores o etiquetas y está disponible comercialmente en Sensormatic Co.;

La Figura 3C es un gráfico de tiempo versus la remagnetización de un microhilo magnético amorfo recubierto de vidrio producido por el método de Taylor;

La Figura 4 es esencialmente una vista esquemática en sección transversal de un sensor magnético de temperatura unido a un objeto a detectar y de acuerdo a la primera realización de la invención;

La Figura 4A es esencialmente una vista esquemática en sección transversal similar a la de la Figura 4 pero que ilustra los componentes de un sensor de temperatura de microhilo magnético, separado entre dos objetos diseñados para colocarse próximos entre sí;

La Figura 5 es una vista esquemática en sección transversal de un el elemento de detección de temperatura de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención, que representa a un elemento magnético de microhilo amorfo recubierto de vidrio, rodeado por una vaina cilíndrica de un metal ferromagnético o material de ferrita que posee una temperatura de Curie deseada;

La Figura 6 es esencialmente una vista esquemática en sección transversal de un sensor de temperatura magnético en acuerdo con la invención, haciendo uso de elementos de datos de microhilo del tipo mostrado en la Figura 1, y de los elementos de detección de temperatura mostrados en la Figura 5;

La Figura 7 es una vista esquemática en sección transversal de otro elemento sensor de temperatura de acuerdo a una tercera realización de la invención, donde los elementos magnéticos de microhilo recubiertos de vidrio se muestran en la Figura 1 y se coloca adyacente una vaina de metal ferromagnético o material de ferrita que posee una temperatura de Curie deseada;

La Figura 8 es esencialmente una vista esquemática en sección transversal de un sensor de temperatura de elemento magnético de acuerdo con la tercera realización de la invención que incluye elementos de datos tal como se muestra en la Figura 1 y elementos de detección de temperatura tal como se muestra en la Figura 7;

La Figura 9 es un gráfico que ilustra la temperatura de Curie versus el porcentaje de cobre para aleaciones de níquel-cobre que son adecuadas para uso como envolturas de los elementos de detección de temperatura de la segunda realización de la invención, o como vainas para los elementos de detección de la temperatura de la tercera realización de la invención;

5 La Figura 10 es un diagrama de bloques esquemático de un lector de temperatura de acuerdo con la invención que funciona interactuando con los elementos magnéticos detectores de temperatura del presente documento;

La Figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra un sensor basado en un elemento magnético, donde la unidad control de temperatura de calentamiento por inducción es un sistema de realimentación de temperatura bucle cerrado de acuerdo con la invención;

10 La Figura 12 es un diagrama esquemático que ilustra una autoclave equipada con un aparato de realimentación de temperatura de bucle cerrado de acuerdo con la invención; y

La figura 13 es un diagrama esquemático que ilustra una cámara de tratamiento de una bolsa de vacío que tiene partes (el lector, la antena y los sensores) de aparato de realimentación de temperatura de bucle cerrado de acuerdo con la invención.

15

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

Técnica anterior de los elementos magnéticos y de los sistemas de detección.

[0018] Para poder comprender la presente invención de la mejor forma, es útil entender la naturaleza y el funcionamiento de los EAS actuales y de los sistemas de autenticación que emplean elementos magnéticos (a menudo llamados " marcadores magnéticos ") y sus sistemas de detección correspondientes.

[0019] Un tipo de elemento magnético a menudo utilizado es un microhilo amorfo recubierto de vidrio. Tal microhilo, su fabricación, las propiedades magnéticas y los comportamientos por debajo de su temperatura de Curie, se han dado a conocer en la literatura técnica y de patentes. Véase, por ejemplo, las Patentes de Estados Unidos Nos. 6.441.737 y 6.747.559; Horia Chirac, Preparación y Caracterización de alambres magnéticos recubiertos de vidrio, Ciencia de los Materiales e Ingeniería A304-306, 166-71 (2001); Donald et al., La preparación, propiedades y aplicaciones de algunos filamentos de metal recubiertos de vidrio preparado mediante el Proceso de Taylor-Wire, Diario de Ciencia de Materiales, 31, 1139-1148 (1996); Wiesner y Schneider, propiedades magnéticas de Aleaciones de Fe -P amorfas que contienen Ga, Ge y As, Phys. Stat. Sol. (a) 26 71 (1974); y Antonenko et al, Las propiedades de alta frecuencia de microhilos recubiertos de vidrio, Journal of Applied Physics, vol. 83, 6587-89. La disposición de microhilos de longitudes continuas se ha fabricada con poco coste, lo que generalmente se ha denominado en la técnica, el proceso de Taylor por el que ya sean, componentes elementales necesarios o lingotes antes de su aleación, son fundidos en un tubo de vidrio dispuesto generalmente en vertical que esta sellado por la parte inferior. Una vez que la aleación alcanza el estado fundido, usando por ejemplo radio frecuencia ("RF") para calentar la parte inferior ablandada del tubo de vidrio, esta se agarra y utiliza para preparar un microhilo continuo. Se reduce rápidamente la sección transversal de la aleación, y usando medios de enfriamiento secundarios, la aleación se vuelve amorfa o nanocristalina según esta se va obteniendo.

[0020] En la Figura se ilustra un microhilo típico 20, que tiene un diámetro total cualquiera desde diez o menos. Micras. El cable 20 tiene un núcleo de aleación 22, y el revestimiento de vidrio 24, en el que el núcleo de aleación 22 y el revestimiento de vidrio 24 pueden acoplarse físicamente entre sí de forma continua o solamente en varios puntos espacialmente separados. La proporción de vidrio y metal, aunque variable, puede ser estrictamente controlada. Por ejemplo, el espesor típico del revestimiento del vidrio 24 puede ser desde aproximadamente 1-5 micras para un microhilo de 45-60 micras de diámetro de núcleo, y normalmente 1-3 micras para un microhilo de 30 micras de diámetro de núcleo. Los elementos del microhilo para EAS de la técnica anterior y las etiquetas de autenticación se suelen cortar a longitudes que van desde 15 mm a 75 mm.

[0021] Las propiedades magnéticas del microhilo y los bucles de histéresis resultantes se pueden controlar variando la aleación de la composición y la relación de diámetros de vidrio y metal. La Figura 2 ilustra una respuesta del bucle de histéresis magnético idealizado de un microhilo típico 20 con una amplia discontinuidad Barkhausen, adecuada para uso en la presente invención como se describe a continuación. Cuando un microhilo tal que 20 está expuesto a un campo magnético externo cuyo campo fuerza, en la dirección opuesta a la instantánea g polarización magnética del elemento es mayor que la fuerza coercitiva Hc aquí Idealmente se muestra sea inferior a 10 A / m, los resultados del proceso de remagnetización en la generación de un pulso armónicamente rico es fácil de detectar. El intercambio de

50

flujo magnético durante el pulso dar lugar a una subida en pico del flujo derivado en el tiempo. En consecuencia, un pico de tensión se observará en una bobina receptora colocada en la proximidad del elemento y el lector puede correlacionar ese pico de tensión a la presencia de un elemento microhilo en el campo.

5 [0022] Los microhilos amorfos recubiertos de vidrio 20 de la técnica anterior producidos por el método de Taylor se pueden fabricar de modo que exhiban coercitividades muy bajas (sustancialmente de menos de 10A / m), altas permeabilidades relativas (sustancialmente superior de 20000) sustancialmente cero o ligeramente positivas magnetostriciones, y grandes discontinuidades de Barkhausen (que significa que el agrupamiento existe esencialmente sólo en los estados magnéticos bimodales).

10 [0023] Es importante saber las propiedades de remagnetización de los microhilos 20 y distinguir tales microhilos de otros tipos de elementos magnéticos de la técnica anterior. Haciendo referencia a la Figura 3C (véase la Patente de Estados Unidos N° 6.556.139) se verá que la anchura del pico de remagnetización (medido a un nivel de amplitud media) era de rango de 25-80 microsegundos para un microhilo amorfo recubierto de vidrio. En contraste (ver Figura 3B), los marcadores o las etiquetas disponibles comercialmente de Sensormatic Co. comprenden un moldeo de alambre amorfo con amplia discontinuidad de Barkhausen. La anchura del pico estaba en el rango aproximado de 200-15 500 microsegundos o más. Por último (véase Figura 3A), el ancho del pico era alrededor de 1-2 milisegundos para las tiras amorfas que normalmente se utilizan en los marcadores o las etiquetas anti-hurto de tiendas, por ejemplo, un marcador o etiqueta Meto GmbH de 32 mm. Por lo tanto, los microhilos del tipo ilustrado en la Figura 1 exhiben picos de remagnetización extremadamente cortos que permiten discriminar una respuesta de microhilo a partir del ruido de fondo tal como el causado por la interacción de campo con otros objetos externos.

20 [0024] Zhukov et al., J. Mater. Res. No. 15 10 Oct. (2000) describen la generación de marcadores de múltiples bits cuando se utilizan múltiples segmentos amorfos de alambre recubiertos de vidrio, donde cada uno tiene una dimensión diferente (longitud, diámetro bruto, etc.) o propiedad magnética (por ejemplo, campo coercitivo). Por ejemplo, si una pluralidad de elementos de microhilo magnético exhiben diferentes coercitividades, respectivamente, cada uno de sus únicos picos de remagnetización puede ser detectado en cada período de campo magnético, y su patrón puede ser reconocido, por ejemplo, con los métodos descritos en la patente de EE.UU. No. 4.203.544. La Patente de Estados 25 Unidos No. 5.729.201 describe un método para diferenciar dicha pluralidad de alambres, incluso aunque tengan las mismas propiedades magnéticas y dimensión. Un elemento permanente de campo de polarización de imán en la proximidad del alambre sirve para diferenciar la amplitud del campo magnético externo generado por un lector que se requiere exceda la fuerza coercitiva para la remagnetización de cada elemento magnético por medio de sus diferentes proximidades para cada segmento de alambre individual. Esto conduce a una diferencia de fase en los picos de remagnetización detectados, lo que permite la diferenciación de los elementos individuales.

30 [0025] La patente de Estados Unidos N° 4.134.538 describe etiquetas (marcadores) de múltiples elementos construidos de elementos magnéticos, cada uno caracterizado por tener una fuerza coercitiva diferente lo que permite asignar a cualquier objeto adjunto un código de referencia provisto de tantos caracteres como elementos magnéticos se utilicen. De este modo, cada carácter de código de referencia se asigna respectivamente, a un elemento magnético en el orden de los valores de sus respectivas fuerzas coercitivas, entonces las señales correspondientes a cada elemento magnético aparecen en el aparato de detección, en el mismo orden de desfase que el orden de las fuerzas coercitivas, y cada una con amplitudes correspondientes a los valores asignados en el momento de la codificación, reproduciendo así el código completo en disposición y en amplitud.

40 [0026] La patente US n° 6.622.913 enseña que la información de datos puede ser codificada en forma binaria utilizando elementos de microhilo de distintos diámetros o permeabilidades, para que produzcan respuestas notablemente diferentes a un campo magnético alterno producido por un transmisor. En consecuencia, un tipo de microhilo puede presentar "0" binario y el otro "1" binario. Por ejemplo, se puede realizar una disposición de cuatro microhilos, cada uno con coercitividades sucesivamente más grandes de forma que cada uno se pueda distinguir fácilmente debido a sus 45 diferencias de fases detectadas durante un período de un incidente de campo magnético alterno, ello para producir amplitudes de perturbaciones de campo alternas altas y bajas (y así alternando amplitudes de alta y baja tensión en el detector) para que representen un patrón binario de 1010.

50 [0027] La solicitud de la patente de Estados Unidos N° 2005/0109435 describe varios métodos magnéticos y ópticos de codificación de la información de múltiples bits en un solo microhilo. La sensibilidad de estrés del microhilo ferromagnético amorfo recubierto de vidrio puede ser utilizada ventajosamente como base física al afectar a la estructura del dominio magnético. La codificación del microhilo ferromagnético amorfo recubierto de vidrio puede ser el resultado de una alteración localizada de esta estructura de dominio. La alteración se puede lograr fácilmente mediante la imposición de tensiones localizadas o mediante la cristalización selectiva de la aleación amorfa. Estos cambios se ven afectados de varias maneras entre las que se incluyen el calentamiento localizado vía pulsos de láser,

adelgazamiento químico del recubrimiento de vidrio, revestimientos en el vidrio, y similares. Las modificaciones localizadas en el recubrimiento de vidrio de los microhilos ferromagnéticos amorfos recubiertos de vidrio pueden ser utilizadas para producir de manera eficaz cambios controlados en la estructura del dominio magnético de los núcleos de aleación amorfa, permitiendo de ese modo la codificación. El método preferente es usar pulsos de láser para calentar localmente el vidrio o la aleación (se puede conseguir un calentamiento independiente eligiendo la longitud de onda) lo que provoca cambios en la estructura de uno o ambos y altera de este modo la tensión existente de los campos o las características magnéticas básicas.

[0028] La técnica anterior de los EAS o dispositivos detectores de sistemas de autenticación usados conjuntamente con todo tipo de elementos magnéticos como marcadores magnéticos, normalmente utilizan una unidad transmisora y una unidad de detección de campo magnético. El transmisor de campo suele tener un generador de frecuencia y una bobina generadora de campo (por lo que juntos constituyen una fuente de campo magnético alterno) para crear el campo magnético alterno en la zona de interrogación del marcador. La unidad de detección tiene normalmente una bobina receptora de campo y una unidad de procesamiento de señal que generalmente activa un dispositivo de alarma.

[0029] En los sistemas EAS de la técnica anterior, cuando un marcador magnético se encuentra próximo a las bobinas, el campo de corriente alterna interrogante provoca la conmutación de los elementos magnéticos de la magnetización. En consecuencia la bobina receptora de campo recibe pulsos muy cortos de perturbaciones de campo magnético. Estos pulsos los detecta el circuito de procesamiento de señal que produce un dato de salida que activa la alarma.

#### 20 Primera realización: Microhilos de química modificada para detectar la temperatura de Curie

[0030] La primera realización de microhilo de la invención comprende un sensor de temperatura de microhilo magnético que tiene al menos un microhilo aunque normalmente tiene una pluralidad de microhilos magnéticamente susceptibles. En varios de los microhilos las aleaciones individuales tienen su química modificada y consecuentemente distintas temperaturas Curie, por lo general inferiores a 400 °C aproximadamente. Además, esta forma de realización incluye un microhilo lector / detector capaz de decodificar información de temperatura derivada de los sensores de los microhilos. Nótese que el detector / lector puede emplear un "Algoritmo de Decodificación Simple" que devuelve la temperatura discreta del sensor que corresponde a la temperatura de Curie de cada uno de los microhilos susceptibles magnéticamente. Alternativamente, el lector / detector puede emplear un "Algoritmo de Decodificación Complejo" que devuelve continuas temperaturas de sensor que corresponden no sólo a las temperaturas de Curie de cada uno de los microhilos con susceptibilidad magnética, sino también información de temperatura derivada de cambios perceptibles en parámetros de pulso entre las temperaturas de Curie de los microhilos detectores de temperatura consecutivos.

[0031] Se prefiere la fabricación de microhilos individuales químicamente modificados para que los microhilos modificados conserven amplias discontinuidades de Barkhausen, extremadamente bajas coercitividads, y extremadamente altas permeabilidades por debajo de sus respectivas temperaturas de Curie (y resultante comportamiento de histéresis del tipo representado en la figura. 2). Estos microhilos modificados esencialmente pierden por completo su ferromagnetismo por encima de su temperatura de Curie. Otros microhilos dentro de la matriz del sensor no necesitan tener químicas modificadas, pero pueden funcionar como elementos de datos de acuerdo a cualquiera de los métodos de la técnica de codificación anterior de un solo bit o de múltiples bits ya descritos anteriormente.

[0032] La modificación química más preferente de las aleaciones de base Fe y / o base Co utilizada en la técnica anterior de microhilo amorfo es el ajuste del porcentaje atómico de cromo en las mismas. El cromo en aleaciones amorfas de base hierro (FE80-xCr<sub>x</sub>) (PC) 20 afecta de manera considerable a sus propiedades magnéticas. El aumento del porcentaje de cromo disminuye la temperatura de Curie, la media de campos hiperfinos, y la saturación de las magnetizaciones, y por otro lado aumenta notablemente sus permeabilidades iniciales. Por ejemplo, un aumento en el porcentaje de cromo de 0% a 6,5% redujo la temperatura de Curie desde 330°C a 155 °C en varias muestras probadas. Véase, Henry et al., Mediciones magnéticas de aleaciones amorfas ricas en hierro que contienen cromo: Estudio de Mössbauer y BH Loops, Diario de ciencia de materiales 19: 1000-1006 (1984); y Wijn, Propiedades magnéticas de los elementos de los metales, aleaciones y compuestos, Springer-Verlag, Berlín (1991).

[0033] Otros cambios químicos de las aleaciones a base de Co y a base de Fe pueden ser utilizados para alterar las características magnéticas de los elementos de microhilo amorfo. Por ejemplo, el Co puede ser sustituido por Fe en algunas aleaciones FCZBN, donde las temperatura de Curie resultantes exhiben un comportamiento sinusoide con aumento del contenido de Co y revela dos máximos a 3 y 12,5 % atómico de Co y un mínimo a 7,5 % atómico de Co (Yao et al., Co dependencia de temperatura de Curie en Aleaciones Fe Co Nb Zr B amorfas con alta capacidad de

formación de cristal, Revista de Ciencia Física: Condensed Matter, Vol. 16 6325-34 (2004). IEEE Transacciones en Magnetismos, Vol. 22, 1349-1351 (1986) presenta un proceso por el cual se pueden obtener aleaciones Co-P amorfas con alto contenido de P por electrólisis. La temperatura de Curie de estas aleaciones muestra un comportamiento lineal en temperatura de Curie versus composición de P de hasta un 28-29%. Para concentraciones más altas se observa una temperatura de Curie constante.

[0034] Como se explicó anteriormente, la primera forma de realización usa preferentemente una pluralidad de elementos detectores de temperatura de microhilos magnéticos cuya química ha sido variada de tal manera que el microhilo se vuelve paramagnético a temperaturas individuales (por lo general alrededor 400 °C o por debajo) dentro del rango de temperatura de diseño específico del sensor de temperatura global. Por ejemplo, la Figura 4 representa un sensor de temperatura 26 que tiene un total de cuatro microhilos de detección de temperatura 28-34 y que forman una matriz 36. Cada uno de los microhilos 28-34 tiene su química modificada para lo que se ha usado cualquiera de las técnicas anteriores como es aumentar el porcentaje atómico de cromo, que ocasiona que las temperaturas de Curie de los microhilos sean diferentes y todas sean sobrepasadas durante el funcionamiento normal del rango de temperatura del sensor 26. Los dos restantes microhilos 38 y 40 son elementos de datos. También se puede emplear un elemento de campo de polarización magnética permanente de manera opcional 41.

[0035] En la realización de la Figura 4, los microhilos 28-34 están dispuestos en relación paralela donde el espacio 42 es igual a la suma de los radios de cada microhilo adyacente (el espacio 42 puede ser más grande que la suma de los radios), y se mantienen unidos por una conducción térmica adhesiva (no mostrado) que también adhiere los microhilos a un objeto 44 cuya temperatura va a ser monitorizada.

[0036] En esta realización ejemplar, se ha alterado la coercitividad magnética de cada microhilo 28-34 y 38-40 mediante cambios químicos adecuados en las aleaciones de los mismos, específicamente en el contenido de cromo de cada aleación con el fin de asegurar que cada uno de los seis microhilos sea detectado de manera individual dentro de cada período en el orden de su localización dentro de la matriz general. Por supuesto con este mismo propósito, se pueden utilizar otras técnicas de la técnica anterior que varían la química de la aleación, así como ajustar la coercitividad. Además, la longitud de cada uno de los seis microhilos 28-34 y 38-40 es la misma (por ejemplo, 20 mm) exceptuando el microhilo 38 que es mucho más largo (por ejemplo, 40 mm). Esta longitud extra en el microhilo 38 asegura el pico de remagnetización detectado desde este elemento de datos de microhilo tiene mayor en amplitud que todos los demás picos.

[0037] La Figura 10 ilustra un dispositivo detector ejemplar 46 utilizado para detectar la temperatura detectada por el sensor 26, correspondiente a la temperatura del objeto 44. En términos generales el detector 46 incluye una unidad de transmisión de campo magnético alterno en forma de un generador de frecuencia 48 acoplado a una bobina generadora de campo 50, tal que la unidad de transmisión funciona para crear un campo magnético alterno para interrogar al sensor 26. El dispositivo global 46 incluye además una bobina de recepción de campo 52 acoplada operativamente con una unidad de procesamiento de señal digital 54 y una pantalla de temperatura 56. Como se ilustra, la unidad de procesamiento 54 está equipada con puertos de comunicación 58 y 60, y pueden funcionar acoplados con el generador de frecuencia 48 a través de la conexión 62. Además de manera opcional, el generador de frecuencia 48 puede estar equipado con una entrada 61 que permita el control remoto del generador.

[0038] La unidad de procesamiento de señal 54 funciona usando un algoritmo de decodificación capaz de decodificar la información recibida de perturbación magnética de campo tras la interrogación del sensor 26. Preferentemente, el algoritmo de decodificación se presenta en la forma de una o más tablas de consulta para diferentes sensores de acuerdo a la invención, y que se almacena dentro de la memoria asociada a la unidad 54. En el caso de un detector 46 específico para sensor 26, cuya unidad de procesamiento de señal 54 emplea un "algoritmo de decodificación simple", la tabla de consulta de temperatura tendría tanto la posición de fase esperada (relación de fase desde bit de parada y / o desde cada uno) para cada uno de los cuatro elementos esperada posición de fase (relación de fase desde bit de parada y / o desde cada uno) para cada uno de los cuatro elementos detectores microhilo detectores de temperatura 28-34, así como también las temperaturas a informar de cada uno de los códigos bits detectados aceptables de la matriz 36 del microhilo 20 (algunos pueden ser códigos bits inaceptables porque no tienen sentido lógico de acuerdo al orden de la fase de microhilo de temperaturas de Curie y por lo tanto producto de una mala lectura del detector 46). En el caso de un detector 46 cuya unidad de procesamiento de señal 54 emplea un "algoritmo de decodificación complejo", la tabla de consulta incluye toda la información utilizada para un "algoritmo de decodificación simple", así como los valores de parámetros de pulso normalizados individuales y las temperaturas correlacionadas para cada temperatura (con un intervalo elegido entre dichas temperaturas) dentro un pequeño rango de temperaturas por debajo de la temperatura de Curie. Así, por ejemplo, si un código de bits aceptable de la matriz 36 de microhilos 20 determinado por la unidad de procesamiento de señal 54 emplea un "algoritmo de decodificación complejo", la unidad

de procesamiento de señal 54 accedería a la parte de la tabla de consulta que correlaciona los valores del parámetro de pulso con el sensor de temperatura en el rango de temperaturas entre la temperatura de Curie del microhilo de más alta temperatura de Curie cuyo pulso de remagnetización ha desaparecido y la temperatura de Curie del microhilo de más baja temperatura de Curie cuya respuesta de remagnetización es aún detectable. El " algoritmo de decodificación complejo "permite a la unidad de procesamiento de señal comparar el valor presente detectado y calculado del parámetro de pulsos con dicho intervalos de valores adecuados dentro de la tabla de consulta que llega al sensor de temperatura: un sensor de temperatura que ahora es apreciable a alta resolución dentro del pequeño rango de temperaturas por debajo de la temperatura de Curie del microhilo de más baja temperatura de Curie cuya respuesta de remagnetización es todavía detectable.

[0039] Como se ha descrito, el dispositivo sensor 26 y el detector 46 están correlacionados de manera que el dispositivo 46 puede, mediante el adecuado interrogatorio del sensor 26, averiguar la temperatura del objeto 44. Tal correlación implica normalmente acertar la lógica de bits del sensor 26 con el/los algoritmo(s) de decodificación, en este caso, la tabla(s) de consulta de temperaturas almacenadas en la memoria de la unidad de procesamiento de señal 54. Los expertos en la técnica apreciarán que se puede aportar una amplia variedad de tablas lógicas de bits y algoritmos correspondientes tanto para los "Algoritmo de Decodificación Simple" como los " algoritmo de decodificación complejo" descritos en este documento. Sin embargo, la discusión siguiente proporciona un sistema ejemplar del empleo de un "Algoritmo de Decodificación Simple" en el contexto del dispositivo detector 46 y sensor 26 de la Figura 10.

[0040] Con referencia de nuevo a la Figura 4 se asume que el bit menos significativo del elemento detector de temperatura de los cuatro elementos microhilos detectores de temperatura 34- 38 es el microhilo 28, que puede denominarse "primer" microhilo. Así, cuando el objeto 44 está por debajo la temperatura de Curie del primer microhilo 28, el microhilo 28 todavía producirá sus característicos pulsos de remagnetización cortos bajo la influencia del campo magnético alterno generado por el dispositivo 46. Cuando el objeto 44 alcanza una temperatura por encima de la temperatura de Curie del primer microhilo 28, el microhilo 28 no seguirá produciendo los cortos pulsos de remagnetización bajo la influencia del campo magnético alterno aplicado, y por lo tanto sus bits se perderán (un valor "0") de la matriz de bits de elementos sensores de temperatura detectados.

[0041] Cada uno de los restantes microhilos de detección de temperatura 30-34 tienen químicas modificadas en las aleaciones respectivas, de modo que las temperaturas de Curie de los microhilos son ligeramente más altas de forma sucesiva y escalonada, que la del primer microhilo 28. De este modo, el "segundo" microhilo 30 tiene una temperatura de Curie ligeramente más alta que el primer microhilo 28, y el "tercer" y "cuarto" microhilos 32 y 34 cada uno tienen de forma sucesiva, una temperatura de Curie ligeramente más alta que la de los microhilos de orden inferior. De esta manera los pulsos de remagnetización (bits) de los microhilos 30-34 desaparecerán (es decir, se convierten en valor "0") bajo el efecto del campo magnético aplicado procedente del detector 46 a las temperaturas respectivas, cada una superior a la del primer microhilo 28 y a las de todos los microhilos precedentes de orden inferior.

[0042] Por ejemplo, si el objeto 44 tiene una temperatura por debajo de la temperatura de Curie, en ambos, el primer y el segundo microhilos 28 y 30, el dispositivo 46 leerá todos los bits de la matriz 36 (es decir, se convertirán en 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 del dispositivo 46 como un valor "0", y los bits restantes correspondientes a los microhilos 30-34 los leerá el dispositivo 46 como valor "1".

[0043] Como se señaló anteriormente, el dispositivo 46 contiene el algoritmo (s) en forma de tabla (s) de consulta que reconoce que la desaparición del primer bit de temperatura y la aparición del segundo y todos los bit de temperatura superiores significa que la temperatura del objeto 44 existe en algún lugar entre la primera y segunda temperatura de Curie del primer y segundo microhilos (bits de temperatura) 28 y 30 (como se usa en este documento, la detección o determinación del sensor o temperatura del objeto puede referirse a una única temperatura o a una temperatura aproximada dentro de un intervalos de la temperaturas). De este modo, de la lectura de los datos de bits de temperatura detectados generados por la matriz 36, y de correlacionar el valor binario de estos datos con la tabla de consulta de interés, se puede determinar la temperatura del objeto 44 dentro del rango de temperatura que define el intervalo entre la primera y la segunda temperatura de Curie de microhilo. Por supuesto, esta lógica se aplica a todos los cuatro microhilos 28-34, del único ejemplo de la figura. 4.

[0044] Si el número N de microhilos sensores de temperatura de un elemento magnético sensor de temperatura dado, tiene identificadas temperaturas de Curie en un orden de incremento secuencial conocido y estas temperaturas se seleccionan para ser consistentes al menos en cierta medida en los incrementos de una a otra, el sensor puede detectar temperaturas desde la primera a la  $N_{th}$  temperatura de Curie. La resolución de un sensor de este tipo, que tienen un lector acompañante que emplea un "algoritmo de decodificación simple", es el incremento entre temperaturas

de Curie secuenciales. Se apreciará que incluso si las temperaturas de Curie secuenciales no son exactamente consistentes, podrá construirse la tabla de consulta relevante y el sensor puede funcionar correctamente. Debe entenderse que, en los casos en que el lector emplee un "algoritmo de decodificación complejo", la resolución que se obtenga será mucho mejor y estará determinada por muchos factores tales como la exactitud de la fórmula de mejor ajuste.

[0045] Las temperaturas de Curie de las aleaciones de microhilo de esta realización se pueden cuantificar antes o después de que dichas aleaciones hayan sido procesadas en microhilos. Por otra parte, los cambios detectables en pulsos de remagnetización que ocurren por debajo de la temperatura de Curie pueden ser cuantificados y normalizados mediante factores tales como la distancia de lectura y la intensidad de campo del transmisor en un ambiente cuidadosamente controlado. De esta manera el sensor microhilo completo puede calibrarse para que detecte la temperatura.

[0046] En algunos casos sucede que una cierta temperatura que es detectada del microhilo no desaparece adecuadamente de la secuencia con los demás microhilos (debido a una mala lectura del lector / detector, falta de contacto térmico con los otros, o por otra razón). La falta de un valor aceptable en la tabla de consulta produce preferentemente que el algoritmo del lector / detector del dispositivo 46 intente una re-lectura del sensor 26. Si vuelve a leer y continúan los mismos datos de temperatura anómalos, el algoritmo del lector / detector puede descartar los datos de temperatura, utilizar la última temperatura medida (o la última temperatura medida más una temperatura delta que está basada en un cálculo que implica el último ratio medido de cambio de temperatura y la lectura de intervalo de tiempo), y a continuación intentar de nuevo leer en el siguiente intervalo programado. Preferentemente, se toman medidas para asegurar que todos los microhilos hacen buen contacto térmico entre sí y el objeto 44 cuya temperatura se va a medir. Tal paso es unir todos los microhilos a un sustrato delgado y térmicamente conductor. Otro paso es emplear un revestimiento térmicamente conductor o material de encapsulado como se describe más adelante.

[0047] Se sabe que se pueden detectar hasta 40 microhilos dentro de un período, y por lo tanto un elemento magnético sensor de temperatura de esta forma de realización puede tener bastantes más que cuatro microhilos sensores de temperatura 20 y muchos más que un elemento de datos (sin contar los bit de parada). Los elementos de datos se pueden utilizar, especialmente si cada uno se codifica con datos de múltiples bits, para almacenar información de correlación (como constantes de relación lineal o no lineal) que pueda permitir al algoritmo detector decodificar el "valor numérico específico" (bits de temperatura) a su valor asociado de temperatura. Esto es especialmente ventajoso cuando no se utiliza un método de tabla de consulta. Por lo tanto, el elemento magnético sensor de temperatura 26 puede almacenar en sus datos de elementos de datos, tal que un código ID de identificación permanente o un código "clase de objeto". Esta capacidad de almacenar un código "clase de objeto" permite que un solo algoritmo lector / detector lea varios tipos distintos de microhilo sensores de temperatura, cada uno con su propia tabla de consulta, y aun así decodificar la temperatura adecuada.

[0048] Se apreciará que se puede emplear varias estrategias distintas de codificación / decodificación en el sensor 26 y el dispositivo 46 sin apartarse del alcance de la presente invención, siempre que cada microhilo sensor de temperatura este diseñado para perder sus propiedades de pulsos de remagnetización bajo la influencia del efecto de campo magnético alterno generado por el dispositivo 46 por encima de sus temperaturas Curie. Una opción sería usar el elemento de campo de polarización 41, que sirve para diferenciar la amplitud del campo magnético externo generado por el dispositivo 46 que se necesita para superar la fuerza coercitiva para la remagnetización de cada microhilo, debido a su distinta proximidad a cada microhilo individual 28-34 y 38-40. Esto conduce a una diferencia de fase en los picos de remagnetización detectados por el detector 46, lo que facilita la diferenciar los seis microhilos individuales. Otras variaciones incluirían sin limitación medios para determinar una parada o "delineación" de bit entre los elementos detectores de temperatura y los elementos de datos, codificar y decodificar datos que no son de temperatura y diferenciar longitudes para algunos o todos los microhilos con el fin de alterar las respuestas magnéticas de los mismos. Además, los cambios en las propiedades magnéticas de las temperaturas cercanas a la temperatura de Curie de los microhilos de detección de temperatura individuales pueden alterar, pero no eliminar del todo, los pulsos detectables de remagnetización. Tales pulsos de remagnetización alterados, que tienen comportamientos predecibles en intervalos de temperatura específica por debajo de la temperatura de Curie, también se pueden utilizar para decodificar información de temperatura. Esto puede permitir percibir con precisión a cada microhilo sensor de temperatura más de una temperatura, por ejemplo, desde un pequeño intervalo por debajo de la temperatura de Curie hasta la temperatura de Curie cuando se emplea un "Algoritmo de Decodificación Complejo" dentro del lector electrónico de decodificación.

Segunda realización: Microhilos con Vainas Ferromagnéticas de detección de temperatura

[0049] Esta segunda realización comprende un elemento magnético sensor de temperatura 64 que tiene una pluralidad de microhilos de detección de temperatura de material compuesto 66 que incluye cada uno un microhilo magnéticamente susceptible del tipo de técnica descrito anteriormente que no tiene intención de reducir su temperatura de Curie, de modo que conservará su amplia discontinuidad de Barkhausen y otras propiedades magnéticas como se representa en la Figura 2 en todo el alcance de funcionamiento del sensor 64. Esta estructura de microhilo incluye además una estructura tubular envolvente 68. Toda la segunda realización incluye además un microhilo detector de temperatura similar al detector 46 que tiene un algoritmo(s) almacenado capaz de decodificar la información de temperatura derivada de la interrogación del sensor 64.

[0050] En particular, cada uno de los microhilos de material compuesto 66 tiene una aleación más interna 70 que está rodeada por un revestimiento de vidrio 72 intermedio, de tal manera que estas partes internas de los microhilos de material compuesto 66 son conceptualmente idénticas a las de los microhilos 20 de la técnica anterior descritos anteriormente. Además, la estructura 68 de los microhilos 66 incluye una vaina tubular 74 de metal ferromagnético o material de ferrita (tal que NiZn o MnZn) que rodea al revestimiento 72, y un recubrimiento de vidrio opcional más exterior 76 que rodea a la vaina tubular 74. La vaina 74 tiene una temperatura de Curie elegida cuidadosamente de manera que la aleación individual interior del microhilo 70 producirá sus perturbaciones de señales (y por tanto impulsos de tensión de remagnetización en el detector) solo cuando el microhilo se coloque en el campo magnético alterno generado por el detector, y después sólo por encima de la temperatura de Curie (o por encima de alguna temperatura cercana a la temperatura de Curie) de la vaina ferromagnética 74. Por lo tanto, cuando el microhilo de material compuesto 66 experimenta una temperatura por debajo de la temperatura de Curie de la vaina ferromagnética 74 (o por debajo de alguna temperatura cercana a esta temperatura de Curie), la vaina 74 que es ferromagnética altera el pulso de señal 66. Esto puede prevenir la remagnetización del microhilo de material compuesto 66 debido a la saturación magnética causada por la vaina 74, o puede permitir que la remagnetización resultante del microhilo de material compuesto 66 tenga una señal polarizada o "alterada". Por ejemplo, el pulso de remagnetización se compensará offset en fase de su localización por encima de la temperatura de Curie de la vaina, o el efecto de la polarización de la vaina puede permitir respuestas de remagnetización alteradas por debajo y por encima o por debajo de los diferentes puntos de consigna de temperatura.

[0051] Cuando el microhilo de material compuesto 66 experimenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie de la vaina 74, la vaina se vuelve paramagnética y por lo tanto no tiene ningún efecto tras el pulso de señal de la aleación 70. Por lo tanto, por encima de las temperaturas de Curie individuales de las vainas 74 (o por encima de algunas temperaturas cercanas a la temperatura de Curie), los microhilos de material compuesto 66 actúan normalmente (es decir, hacen que el detector 46 detecte un impulso de tensión como se esperaría en una fase, amplitud o similar a la registrada en una tabla de consulta o vía algún otro algoritmo de decodificación). Sin embargo, cuando los microhilos de material compuesto 66 experimentan temperaturas por debajo de las temperatura de Curie individuales de sus vainas 74, sucede que o bien no son detectables por el receptor, o son detectables pero sus propiedades magnéticas están alteradas, especialmente en relación con los pulsos de señal detectados por encima de temperaturas de las temperatura de Curie de sus vainas 74. Tales propiedades magnéticas alteradas o bien no se ajustan a los parámetros de la tabla de consulta si el lector emplea un "algoritmo de decodificación simple" o si el lector emplea un "Algoritmo de Decodificación Complejo" pueden ser utilizadas para establecer una correlación a una temperatura por debajo de la temperatura de Curie.

[0052] Si el material que constituye la vaina tubular 74 es un metal ferromagnético, la vaina 74 podrá tener únicamente unas micras de espesor o será tan grueso como sea necesario para la saturación de la aleación interior del microhilo 70 y por razones de manufacturabilidad. Uno de los métodos empleados para formar la vaina ferromagnética 74 se describe en la patente US nº 7.011.911, de título "Microhilo amorfo y un método para su fabricación". Otros métodos incluyen la pulverización por llama o la pulverización catódica. Cuando se utilizan estos métodos para la creación de la vaina 74, no es necesario que tenga un recubrimiento más externo 76. Se puede emplear también un método Taylor modificado, en el cual se coloca un tubo interior de vidrio y un tubo exterior de vidrio coaxialmente y telescópicamente alineados tal que el tubo interior de vidrio reside dentro de las paredes del tubo exterior de vidrio. La aleación 70 se localiza en el interior del centro del tubo de vidrio en forma de lingote (en forma de barra) o constituyente de metal, mientras que el material que forma la vaina tubular 74 está situado entre los tubos de vidrio inter fijados. La forma del material de la vaina puede ser de lingote (posiblemente muchas barras) o en forma de metal constituyente. Las aleaciones se calientan para ser fundidas por inducción magnética u otros medios adecuados y el metal y el vidrio fundido resultante se usa rápidamente para formar un microhilo de material compuesto 66.

[0053] Existen técnicas conocidas en el estado de la técnica para ajustar la temperatura de Curie de aleaciones ferromagnéticas mediante la adición de elementos de trazas de metales específicos. Por tanto, se puede utilizar cualquier número de aleaciones para construir las vainas tubulares 74. La Figura 9 ilustra que pequeñas adiciones de algunos metales (en este caso de cobre) a elementos metálicos ferromagnéticos (en este caso níquel) con el fin de formar una verdadera aleación, puede alterar la temperatura de Curie de las aleaciones ferromagnéticas resultantes de una manera predecible. También, la adición de pequeñas cantidades de cromo produce aleaciones de hierro de predecibles temperaturas Curie. Véase la patente US No. 5.954.984, para tratar el tema de la modificación de la temperatura de Curie del níquel con cobre y aluminio.

[0054] Las temperaturas de Curie (o la regulación de la temperatura cercana a su temperatura de Curie) de las aleaciones o los materiales de ferrita utilizados en la fabricación de las vainas tubulares 74 pueden cuantificarse antes o después de que las aleaciones de materiales hayan sido transformadas en vainas tubulares 74 de ferrita. Por lo tanto, el elemento magnético detector de temperatura 46 puede estar preparado y calibrado para detectar la temperatura. Como antes, dado un rango de temperatura a medir, los microhilos de materiales compuestos sensores de mayor temperatura 66 cuyas temperaturas de Curie de vaina se cuantifican y que están espaciados de manera casi igualitaria dentro del rango de temperatura, harán que el sensor de temperatura actúe con mayor resolución. Se prefiere contar al menos con 20 microhilos sensores de temperatura de materiales compuestos 66, donde cada uno tiene una temperatura de Curie de vaina secuencialmente superior, como máximo 5 °C por encima de la siguiente vaina de orden más bajo. Por supuesto, si la vaina 74 altera el pulso de remagnetización del microhilo 66 sobre en el rango de temperatura cercano a la temperatura de Curie de la vaina 74 (digamos, por ejemplo, desplazando de forma detectable la fase del pulso de remagnetización), puede suceder que detector que emplea un " algoritmo de decodificación complejo" detecte y decodifique múltiples temperaturas para cada microhilo 66 dentro de un rango, por lo que se necesitan menos microhilos 66 para permitir al sensor medir con precisión temperaturas sobre un rango mayor.

[0055] Si el material que conforma las vainas tubulares 74 es Ferrita o alguna mezcla de materiales con ferrita, entonces la vaina puede ser adherida a la capa de vidrio 72, a una cama cilíndrica separada, o a otro objeto cilíndrico de ferrita sinterizada con un agujero central de manera que la aleación 70 y el vidrio que lo rodea 72 pueda ser colocado en el mismo. Alternativamente, la vaina tubular 74 se podría formar como una parte de la capa de vidrio 72 usando un material de ferrita y cristal para la capa 72 en lugar de vidrio puro. La patente de Estados Unidos No. 6.909.395 con título " Radar de absorción de recubrimientos" describe un material compuesto de vidrio y ferrita que se puede utilizar para adherir directamente a un alambre de metal u de otra forma de objeto de metal, o puede adherirse a una capa de cristal puro que ya ha sido previamente adherido al metal.

[0056] Con referencia ahora a la Figura 6, el sensor 64 incluye una pluralidad de microhilos 20 que presenta una matriz 78 de elementos de datos, y una pluralidad de microhilos de materiales compuestos con sensor de temperatura 66 formando una matriz 80 en sí misma. El microhilo 20 y los microhilos de materiales compuestos 66 están unidos a un sensor o un sustrato de etiqueta 82, que es tan fino como térmicamente conductor sea posible, de modo que el sensor 64 puede colocarse en íntimo contacto térmico con un objeto (no mostrado) con el propósito práctico de medir la temperatura.

[0057] Los microhilos 20 que conforman la matriz 78 tienen químicas que dan temperaturas de Curie individuales por encima del rango de temperatura de funcionamiento previsto, por lo general menores de aproximadamente 400 °C para el sensor 64. Los microhilos de materiales compuestos 66 dentro de la matriz 80 están preferentemente separados por una distancia 84 tal que la vaina tubular ferromagnética o ferrita 74 de cada microhilo de material compuesto individual 66 no afecta a su vecino microhilo de material compuesto, una vez que la vaina tubular 74 de los microhilos individuales experimenta una temperatura por encima de su temperatura de Curie.

[0058] En esta simple realización en la que el lector emplea solo un "algoritmo de decodificación simple", se asume que cada elemento de datos de la matriz 78 esta codificado por láser a un estado lógico de "1" o "0" Por otra parte, se supone que cada uno de los elementos de datos tiene la misma longitud (por ejemplo, 20 mm), excepto para los elementos finales 83 y 86, que son significativamente maso largos (digamos de 40 mm). Esta longitud extra adicional asegura que los picos de remagnetización detectados desde los elementos de datos 83 y 86 son más grandes en amplitud que los otros. Por último, se asume que el elemento de datos 83 está codificado por láser con una lógica de valor "1" mientras que el elemento de datos 86 está codificado por láser con una lógica de valor "0". Como se describe en la primera realización, cada uno de los elementos de ambas matrices 78 y 80 están hechos de forma que el orden de la fase detectada iguala la alineación representada desde la parte superior (microhilo 83) a la parte inferior (microhilo de material compuesto 88), el ultimo tiene la vaina del microhilo de materiales compuestos de una temperatura de Curie superior a los de la matriz 80. En este caso, el detector 46 asigna el primer pulso detectado (en relación a la fase) con la más alta amplitud el nivel lógico "1" como el bit de inicio (representado aquí como microhilo

83) y el último microhilo de datos detectados 86 con la más alta amplitud, y con un nivel lógico "0" como el bit de parada. Todos los microhilos de datos entre el bit de inicio 83 y el bit de parada 86 los detecta el microhilo detector / lector de temperatura como bits de datos. La intervención de microhilos de datos se puede utilizar, como se describe en la primera forma de realización, para varias funciones tales como son el número de etiqueta de identificación y el código "clase de objeto".

[0059] Con el fin de decodificar la información de temperatura del sensor 64 usando un ejemplo de un "Algoritmo de Decodificación Simple" se asume que hay "N" microhilos de materiales compuestos en la matriz 80 que tiene vainas ferromagnéticas 74 tal que todas las vainas respectivas 74 tienen temperaturas de Curie que están sobrepasadas (o tiene regulación de temperatura "cercana" a la temperatura de Curie) durante el rango de funcionamiento normal del sensor 64. El bit menos significativo N de estos microhilos de materiales compuestos 66, detectado en la relación de fase justo después del bit de parada 86, y en una relación de fase especificada desde el bit de parada 86, es considerado el "primer" microhilo de material compuesto 89. De este modo, el primer microhilo de material compuesto 89 comenzará a producir sus pulsos cortos normales de perturbación sólo a temperaturas por encima de la temperatura de Curie de su vaina 74, y por lo tanto el detector 46 sólo detectará su impulso de tensión (bit). El primer microhilo de material compuesto 89 no producirá los pulsos cortos normales de perturbación por debajo de la temperatura de Curie de su vaina 74, y por lo tanto sus bits faltaran de los bits detectados por el detector 46, o su pulso estará tan alterado que será claramente detectado por el detector 46 como un microhilo "alterado".

[0060] Un "segundo" microhilo de material compuesto 90 en relación la fase desde el bit de parada 86 (el siguiente al bit menos significativo) tiene una vaina ferromagnética 74 de temperatura de Curie ligeramente superior a la del primer microhilo de material compuesto 89. El bit de microhilo de material compuesto 90 no será leído por el detector 46 o su señal de tensión será detectada como "alterada" a temperaturas por debajo de esta temperatura de Curie superior de la vaina (o la temperatura más alta cercana a la temperatura de Curie de la vaina), pero aparecerá como se esperaba en fase y duración a una temperatura superior a la del primer microhilo de material compuesto 89.

[0061] Por lo tanto, si el sensor 64 es sometido a una temperatura que está por debajo de la temperatura de Curie (o temperaturas designadas por debajo de la temperatura de Curie), de tanto el primer como el segundo microhilos de material compuestos 89 y 90, el detector 46 no detectará ningún microhilo de materiales compuestos (suponiendo que todos microhilos compuestos de orden subsecuentemente superior en la matriz 80 tienen vainas 74 con temperatura de Curie superior). Si el sensor 64 es sometido a una temperatura por encima de la temperatura de Curie de la vaina (o la temperatura relacionada) del primer microhilo de material compuesto 89 pero por debajo de la temperatura de Curie de la vaina (o la temperatura relacionada) del segundo microhilo de material compuesto 90, el primer bit será leído por el detector 46 pero el segundo bit no será leído aun por el detector 46 o tendrá una señal "alterada" como leída por el detector. Por último, si el sensor 64 se somete a una temperatura superior a la temperatura de Curie de la vaina (o la temperatura relacionada) de los dos microhilos, ed. el primer y el segundo microhilos de materiales compuestos 89 y 90, entonces ambos microhilos de material compuesto el primer y segundo serán leídos por el detector 46.

[0062] El detector 46 contiene un "Algoritmo de Decodificación Simple" que reconoce la aparición del primer bit de temperatura del primer microhilo de material compuesto 89, pero por la falta (o alteración) del segundo bit de temperatura del segundo microhilo de material compuesto 90, entonces señala a través de la pantalla 56, que la temperatura del sensor existe en alguna parte entre la primera temperatura de Curie de la vaina y la segunda temperatura de Curie de la vaina. Por lo tanto, si el sensor 64 se coloca en contacto íntimo térmico con un objeto cuya temperatura es de interés, a continuación mediante la lectura la salida de bit de la matriz de microhilo de material compuesto del sensor 64, el detector 46 determina la temperatura del objeto dentro del rango de temperatura definido por el intervalo entre la primera y la segunda temperatura de Curie de la vaina (o entre sus respectivas temperaturas cercanas a su temperatura de Curie).

[0063] Si el número de microhilos de material compuesto 66 en el sensor 64 tiene temperaturas de Curie de vaina que se sabe aumentan a incrementos de orden secuencial, aumenta a "N" microhilos de materiales compuestos, y estas temperatura de Curie de la vaina se seleccionan para ser como mínimo algo consistentes en sus incremento de unas a la otras, el sensor 64 tiene el rango de temperatura detectable desde la primera a la  $N_{th}$  temperatura de Curie de vaina, y tiene una resolución de temperatura definida por el incremento entre las temperaturas de Curie .secuenciales de la vaina.

[0064] Más generalmente, el algoritmo de decodificación del detector 46 se construye para entender que la aparición de los bits de la primera temperatura hasta los  $N-1_{th}$  bits de temperatura generados por los correspondientes microhilos de materiales compuestos 66 en su estado de pulsos normales, junto con la falta del bit  $N_{th}$  de temperatura correspondientes a  $N_{th}$  microhilos de material compuesto 66 en estado de pulso normal, establece que la sonda de temperatura existe en algún lugar entre la temperatura de Curie  $N-1_{th}$  de la vaina y la temperatura de Curie  $N_{th}$  de

la vaina (o entre sus respectivas temperaturas cercanas a la temperatura de Curie de la vaina). El algoritmo detector reporta preferentemente esta temperatura detectada por ser la temperatura a medio camino entre las temperatura de Curie  $N-1_{th}$  y  $N_{th}$ .

5 [0065] Preferentemente, el patrón de bits aceptable del microhilo de material compuesto y su correspondiente sensor de temperatura están almacenados en una tabla de consulta dentro de la memoria del detector 46. Por tanto, cuando el detector 46 detecta un patrón de bits aceptable desde un sensor de correlación 64, este patrón se compara con la tabla de consulta para encontrar el sensor de temperatura correlativo. Una vez más, el lector puede emplear tanto un "Algoritmo de Decodificación Simple" como un "Algoritmo de Decodificación Complejo", donde el uso de información de pulso alterado por un "Algoritmo de Decodificación Complejo" ha sido descrito anteriormente, en esta descripción.

10 [0066] En los casos en que uno o más microhilos de material compuestos 66 de la matriz 80 no aparecen en su estado natural en la secuencia correcta con los demás (debido a una mala lectura del detector 46, la falta de contacto térmico con el otro microhilo de material compuesto, o por alguna otra razón), el algoritmo del detector intenta preferentemente una re-lectura del sensor 64. Si las continuas re lecturas y muestran el mismo patrón de bit anómalo, el algoritmo del detector puede descartar los datos de temperatura, utilizar la última temperatura medida (o la última temperatura medida más una temperatura delta que está basada en un cálculo que implica el ultimo ratio medido de cambio de temperatura y la lectura del intervalo de tiempo), y a continuación, intentará volver a leer de nuevo en el siguiente intervalo programado.

20 Tercera realización: Microhilos con elementos separados pero adyacentes de saturación ferromagnéticos detectores de temperatura.

[0067] La tercera realización es muy similar conceptualmente a la segunda realización y difiere en el uso de elementos de polarización o de saturación ferromagnética de la vaina como entidades separadas que no es necesario que toquen la superficie de los microhilos con sensor de temperatura adyacentes, en comparación con las vainas 74 de la segunda realización que de forma contraria, están unidas o fijadas a la estructura central del microhilo. Haciendo referencia a la Figura 7, se ilustra una combinación de microhilo 92 y se incluye un microhilo 20 del tipo descrito previamente que no tiene intención de reducir su temperatura de Curie, de manera que retendrá su amplia discontinuidad de Barkhausen y otras propiedades magnéticas como se representa en la Figura 2 en todo el alcance de funcionamiento completo del sensor. Asimismo, la combinación de microhilo 92 incluye una vaina ferromagnética adyacente 94. La vaina 94 se encuentra lo suficientemente cerca del microhilo asociado 20 con el fin de prevenir mediante saturación magnética o la polarización de remagnetización del microhilo 20 y la consiguiente generación de señales de perturbación hasta que el microhilo 92 experimenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie (la temperatura o por encima de algún cerca de la temperatura de Curie) de la vaina 94. Una vez más, como en el caso de la segunda realización, la vaina 94 puede ser diseñada de modo el microhilo asociado 20 exhiba una serie de respuestas distintas de remagnetización por debajo y por encima de diferentes temperaturas de puntos de consigna por debajo de la temperatura de Curie de la vaina, y si se desea dichas múltiples respuestas diferentes se pueden usar para detectar y determinar la temperatura.

[0068] En más detalle, la vaina 94 tiene preferentemente la forma de una fina lámina rectangular delgada de metal ferromagnético cuyo tamaño no es significativamente más ancho que el del microhilo asociado 20, y cuya área plana puede ser doblada en forma de media circunferencia (o, en el caso de ferrita, puede ser sinterizada en forma de media circunferencia o alguna otro forma adecuada). La temperatura de Curie de la vaina 94 se elige cuidadosamente para que el microhilo asociado 20 produzca una señal de perturbación (y por lo tanto un impulso de tensión de remagnetización) cuando la combinación de microhilo 92 se sitúa en un campo magnético alterno del detector 46 y sólo cuando la combinación de microhilo 92 experimenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie (o es detectable en un rango de temperatura sólo por encima de algunas temperaturas fijas cerca de la temperatura de Curie) de la vaina 94. Las vainas 94 sólo necesitan tener unas micras de espesor o ser tan gruesas como sea necesario para la saturación del microhilo asociado 20 y para facilitar su fabricación. Los mismos tipos de aleación de ferrita descritos en relación con la segunda realización se pueden utilizar en la fabricación de la vaina 94. Además, son también adecuadas las tintas magnéticas (usando polvo ferromagnético o cualquier polvo de ferrita) y tienen la ventaja de que se pueden imprimir en un sustrato de apoyo para la combinación de microhilos 92.

50 [0069] Haciendo referencia a la Figura 8, se ilustra un sensor de temperatura 96 que es en todos los aspectos idéntico al sensor 64, excepto que usa la combinación de microhilos 92 en lugar de los microhilos de material compuesto 66. En consecuencia, se usan números similares de referencia en la Figura 6 y en la Figura 8 para denotar componentes idénticos, y es una designación que se ha utilizado para distinguir la combinación de microhilos 92 de los microhilos de

material compuesto 66. El funcionamiento del sensor 96 es idéntico al del sensor 64, y utiliza un detector similar 46 que tiene algoritmos de decodificación adecuados (preferentemente tablas de consulta) correlacionados con el sensor 96. Por ello, no es necesaria una descripción detallada de este funcionamiento.

5 [0070] Las tres formas de realización descritas anteriormente, y de hecho otras realizaciones dentro del alcance de esta invención pueden variar en algunos aspectos diferentes. Por ejemplo, la Figura 4A representa una disposición alternativa ventajosa para algunas aplicaciones de productos. Específicamente, en la Figura 26 se incluye un sensor 4A en donde el elemento de datos del microhilo 40 está unido a un primer objeto 44a, mientras que los restantes microhilos de datos 38, los microhilos de detección de temperatura 28-34, y el elemento opcional de polarización 41, están unidos a un segundo objeto 44b. La lógica de bits del sensor 26a es idéntica a la del sensor 26, lo que significa que a pesar de que los componentes del sensor 26a están separados encima de los objetos 44a y 44b, el sensor global 26a sólo funcionará cuando todos los componentes sensores estén dentro del campo magnético alterno generado por el detector 46. De no darse este requisito, entonces no podrá ocurrir una lectura exitosa usando el detector 46. Esta construcción se puede utilizar, por ejemplo, de control de calentamiento de un objeto en dos partes, mediante un calentador sólo si el detector de calentamiento detecta ambas partes del sensor (y así ambos objetos 44a y 44b), y para prevenir de manera correspondiente cualquier calentamiento salvo que ambas partes del sensor estén presentes y dentro del campo magnético del detector 46. En tal caso, el control del calentador estará normalmente acoplado a la unidad de procesamiento de señal 54 del detector 46.

10 [0071] Por supuesto, este mismo concepto de diseño puede ser utilizado cuando están presentes más de dos objetos. Adicionalmente, se podrán usar métodos de codificación de datos más sofisticados tales como los descritos anteriormente para correlacionar una o más piezas del sensor general 26a con las piezas que concuerdan con los mismos. Tales métodos pueden incluir la codificación por láser del primer elemento de datos 40, con un concordante código de múltiples bits para bit de datos de parada 38.

15 [0072] Aunque la Figura 4 alternativa ya ha sido descrita con referencia al sensor 26 de la primera realización, se apreciará, que la misma modificación podrá utilizarse si se desea, con los sensores 64 y 96 de las realizaciones segunda y tercera.

20 [0073] Los microhilos que forman una parte de los sensores 64 y 96, justo como en el caso de los microhilos 20 del sensor 26, puede estar unidos a un objeto 44 o a un sustrato térmicamente conductor tal que un sustrato 82 usando un adhesivo adecuado. En otra alternativa, los microhilos 20, los microhilos de materiales compuestos 66 y / o la combinación de microhilos 92 pueden revestirse de un material muy fino, no ferromagnético, que sea conductor térmico tal que un material polímero relleno de grafito que se puede moldear por compresión o por inyección, tales como los de la familia de materiales vendidos por SGL Carbón con la marca RIDURED®. Otros materiales de alta temperatura que se pueden utilizar incluyen materiales de vasijas de cerámica vendidos por Aremco con la marca Ceramamcast 510, u otros polímeros flexibles de alta temperatura. Usando dichos materiales, el espesor y en general la masa térmica del material de revestimiento debería mantenerse en un mínimo, con el fin de minimizar el retraso térmico entre el objeto cuya temperatura va a ser controlada y la aleación del cuerpo central de los materiales de los microhilos.

30 [0074] Además, si resultara conveniente, los microhilos de las realizaciones descritas pueden ser retorcidos en una hebra de tejido dentro de la estructura de un objeto cuya temperatura se va a monitorizar. Por ejemplo, los microhilos se pueden entrelazar en una tela de tejido de carbono, siempre y cuando puedan mantener un buen contacto y se utilicen medios adecuados para que se distingan entre sí, cada elemento de temperatura cambiante y con cada elemento de datos que están claramente identificados (para incluir un bit de parada).

#### Autoclave de sistema de Realimentación de bucle cerrado, Horno, y Sistemas de moldeo por transferencia de resina-para la producción de piezas de material compuesto

45 [0075] En lugar de los termopares inalámbricos de la técnica anterior, el elemento magnético inalámbrico sensor de temperatura y los detectores asociados de esta invención pueden ser utilizados fácilmente en aparatos de tratamiento de realimentación de bucle cerrado como autoclaves, hornos, sistemas de moldeo de transferencia de resina, y los sistemas de bolsa de vacío / calentamiento usados en procesos de reparación.

50 [0076] Haciendo referencia a la Figura 11, un sistema genérico de calefacción de bucle cerrado 98 incluye un microhilo detector 46 (véase Figura 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 con el detector 46, el inversor de estado sólido 104, y el rectificador 106, como así como una bobina de trabajo de inducción 108 acoplada al inversor 104. Una fuente de energía de corriente alterna AC 109 y el sensor de corriente 109a están operativamente

acoplados con el rectificador 106. Las bobinas generadoras de campo y de recepción 50 y 52 están integrados en un componente sensor 110 situado por debajo de un miembro de soporte 112.

[0077] El sistema 98 está diseñado para controlar la temperatura de un disco de calentamiento de grafito 114 tal como se describe en la Patente de Estados Unidos N° 6.657.170 que tiene incrustados uno o más o microhilos sensores 116 de la presente invención. Tal como se muestra, el disco 114 tiene capas de grafito 118 por encima y por debajo del sensor 116. Por supuesto, cualquier otro objeto de calentado por inducción puede ser controlado en lugar del disco 114, tal como un utensilio de cocina de capas múltiples (por ejemplo sartén u una olla) que tiene uno o más sensores 116 incrustados en el mismo. La información de realimentación de temperatura desde el sensor (s) 116 la detecta el detector 46 y esta información se puede utilizar para controlar el calentamiento por inducción del disco 114 vía un microprocesador de control 102. Además, cualquier tipo de dispositivo de calentamiento o sistema de calefacción, tal como un horno, autoclave o prensa de moldeo por transferencia de resina puede ponerse en lugar del calentador de inducción de este ejemplo, siempre que la información de temperatura desde el detector 46, la utilice dicho dispositivo de calentamiento para controlar su producción de energía.

[0078] Por ejemplo, en la Figura 12 se ilustra un autoclave 120 en su condición de puerta abierta. El autoclave 120 incluye una cámara autoclave de paredes gruesas 122 soportada por una base 124. La cámara 122: tiene una espalda de pared circular 126 y una puerta de cierre hacia adelante con una configuración similar (no mostrado). Internamente, la cámara del autoclave 122 está equipada con un estante de montaje 128 para apoyar las partes de una plataforma 130. Se proporcionan con la cámara 122 entradas de vapor convencionales y elementos de calefacción (no mostrado) para establecer y mantener la temperatura adecuada y los requisitos de presión en la misma. Además, la autoclave 120 incluye un par de antenas lectoras de microhilos 132, 134 que están situadas dentro de la cámara 122. Las antenas respectivas 132, 134 están montados en varas de soporte 136, 138, la última es axialmente ajustable por medio de sellado deslizante en monturas 140, 142. Las antenas 132, 134 están operativamente conectadas con un detector externo 144. El detector 144 está a su vez acoplado operativamente con un microprocesador controlador de autoclave 146 diseñado para el control del proceso de temperatura dentro de la cámara 122.

[0079] Una pieza de material compuesto 148 se encuentra dentro de la cámara 122, y 130 y descansa encima de la plataforma 130. La pieza 148: tiene una serie de sensores microhilo alargados 150 incrustados del tipo de los descritos anteriormente. Aunque no se muestra, se apreciará que la pieza 148 puede también situarse dentro de una bolsa posicionada en la base dentro de la cámara de la autoclave, de modo pueda establecerse la condición de vacío dentro de la bolsa para eliminar oquedades en la pieza acabada.

[0080] Durante el tratamiento de la pieza 148, las antenas 132, 134 están desplazadas a posiciones relativas a la pieza 148 para permitir una interrogación adecuada y la lectura de los sensores 150 como se ha descrito anteriormente. Por supuesto se podrían utilizar antenas adicionales que puedan separarse en antenas transmisoras para la generación de un campo de interrogación alterno y las correspondientes antenas detectoras que funcionaran para detectar respuestas de remagnetización de los sensores 150. La información detectada de parámetros de temperatura de los sensores 150 la utiliza el controlador de autoclave 146 para mantener los requisitos de temperatura y presión adecuados dentro de la cámara 122 durante el curso de tratamiento de la pieza 148.

[0081] La Figura 13 ilustra un tipo de aparato de bolsa de vacío 152. Tal aparato se utiliza normalmente dentro de una autoclave, horno u otro cierre, pero con una forma ligeramente modificada utilizada en procesos de reparación. El aparato 152 incluye una cámara 153 formada por la base de trabajo 154 (que, en un proceso de reparación se sustituye por una sección de la misma pieza) con una lámina flexible o cubierta 156 fijada a la base 154 vía sellados periféricos 158. La base 154 y la cubierta 156 definen cooperativamente una zona interna de tratamiento del objeto 160. Un cabezal de vacío 162 se encuentra situado dentro de la zona 160 y se extiende al exterior a través del conducto 164 a una fuente de vacío (no mostrada). Una antena lector de microhilo 166 se sitúa externamente a la cubierta 156 y se acopla operativamente a través del cable 168 a un detector (no mostrado).

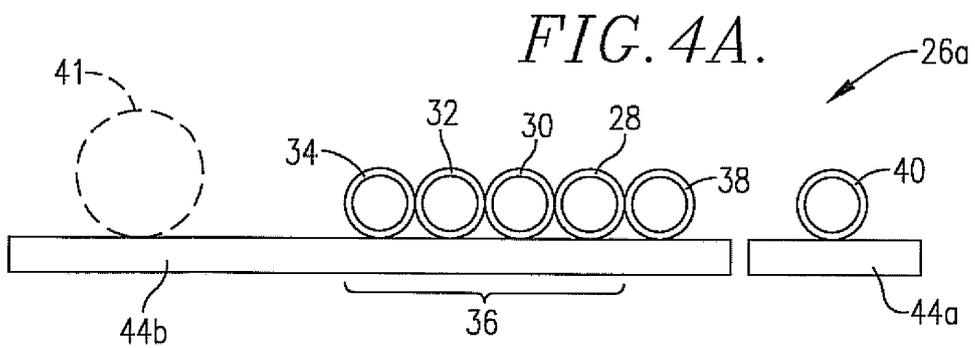
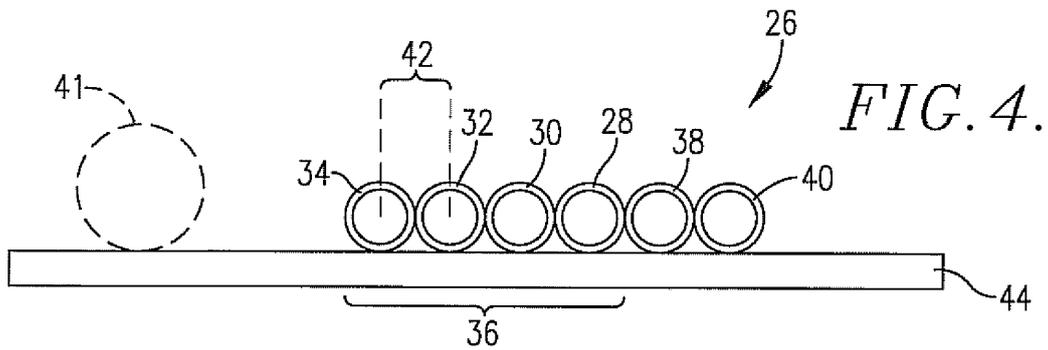
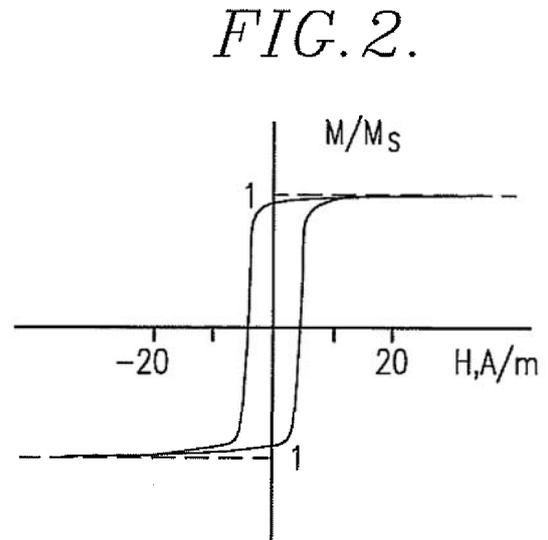
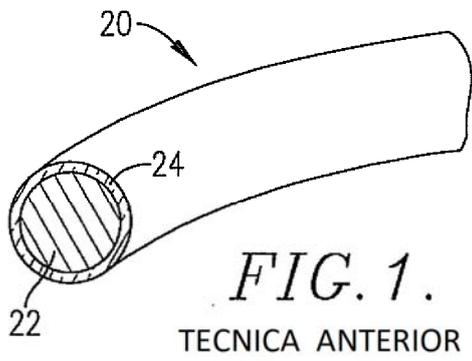
[0082] En la realización ilustrada, una pieza 170 se soporta en una base 154, con una capa de liberación intermedia opcional 172 entre el lado inferior 170 y la base 154. El lado 170 tiene una pluralidad de microhilos sensores alargados 174 incrustados en el mismo. Se coloca un respiradero 176 encima de la pieza 170, con una capa 178 entre ellas.

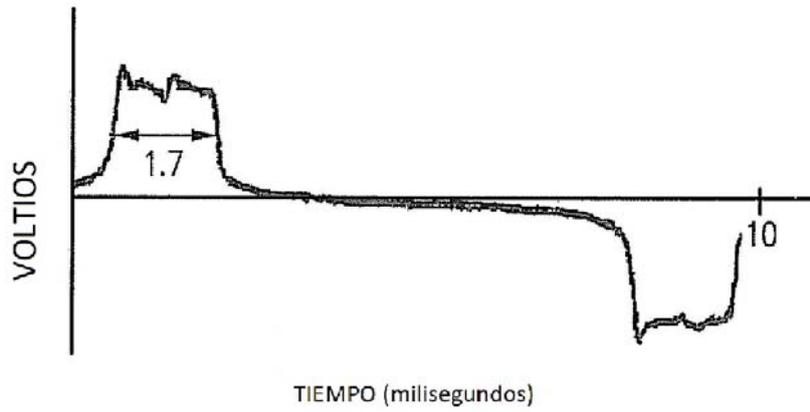
[0083] En funcionamiento, las condiciones de temperatura y vacío dentro del área 160 se establecen y mantienen con varios medios tales como por medio del calentamiento de la base 154 y la aplicación de vacío por el cabezal 162. Durante un ciclo de tratamiento, la antena 166 interroga a los sensores 174 para generar un campo magnético alterno adecuado se y los sensores 174 detectan respuestas de remagnetización. Tal información detectada la utiliza entonces el controlador de microprocesador general del aparato 152 con el propósito de controlar el proceso o para simplemente monitorizar la temperatura de calentamiento de la pieza para un control manual de la técnica anterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (120) para el tratamiento de un objeto (148),  
 5 que comprende una cámara (122) configurada para contener dicho  
 objeto (148) que se va a tratar, un elemento sensor (150) para asociarlo a dicho objeto (148) capaz de medir  
 un parámetro relativo a la temperatura del objeto (148) durante el tratamiento de este último, y un detector  
 (144), caracterizado porque  
 10 dicho elemento sensor (150) es un sensor de microhilo magnéticamente susceptible  
 (150) que funciona generando una respuesta de remagnetización que depende de la temperatura  
 bajo la influencia de un campo magnético alternativo aplicado, dicha respuesta de remagnetización se  
 encuentra: (1) correlacionada con dicho parámetro de temperatura durante dicho tratamiento de dicho objeto,  
 (2) definida por al menos un pulso detectable de perturbación de campo magnético, y (3) que difiere por debajo  
 y por encima al menos en una temperatura del punto de consigna, y dicho detector (144) incluye un conjunto  
 15 de antena (132, 134) proximal a dicha cámara (120) que se acciona generando dicho campo magnético alterno  
 en la zona de dicho sensor, y detectando dicha respuesta de remagnetización de dicho sensor como una  
 medida de dicho parámetro.
2. El aparato (120) de la reivindicación 1, comprende una pluralidad de dichos elementos sensores (150), donde  
 20 al menos varios de los elementos sensores (150) tienen una temperatura de punto de consigna diferente del  
 resto de los elementos sensores (150).
3. El aparato (120) de la reivindicación 2, donde la temperatura del punto de consigna es una temperatura de  
 25 Curie de los elementos sensores (150).
4. El aparato (120) de la reivindicación 1, donde el elemento sensor comprende una vaina ferromagnética que  
 rodea al sensor de microhilo, donde el elemento sensor (150) tiene distintas respuestas de remagnetización  
 por encima y por debajo de la temperatura del punto de consigna en el mismo.
5. El aparato (120) de la reivindicación 1, donde dicho objeto (148) es una pieza, una pieza a reparar o una pieza  
 30 precursora.
6. El aparato (120) de la reivindicación 1, donde dicha cámara (122) se selecciona de entre el grupo que consiste  
 en una cámara autoclave (122), un molde de transferencia de resina, y un conjunto de presión o conjunto de  
 35 bolsa de vacío (152).
7. El aparato (120) de la reivindicación 1, donde dicha cámara (122) incluye además una base de trabajo (154)  
 para soportar dicho objeto (148) a tratar, y una cubierta flexible (156), dicha base (154) y cubierta (156)  
 40 definen en forma cooperativa una zona de tratamiento interna (160).
8. Un método de tratamiento de un objeto (148) dentro de una cámara (122), caracterizado porque comprende  
 las etapas siguientes:  
 Contar con un elemento inalámbrico magnéticamente susceptible (150) asociado a dicho objeto (148) que  
 funciona para detectar un parámetro relativo a la temperatura del objeto (148) durante el tratamiento del  
 45 mismo, generando un campo magnético alterno en la zona de dicho elemento sensor (150), dicho elemento  
 sensor (150) se acciona para generar una respuesta de remagnetización sensible a la temperatura bajo la  
 influencia de un campo magnético alterno aplicado, dicha respuesta de remagnetización se encuentra: (1)  
 correlacionada con dicho parámetro de temperatura durante dicho tratamiento de dicho objeto, (2) definida por  
 al menos un pulso detectable de perturbación de campo magnético, (3) que es diferente por debajo y por  
 50 encima al menos en una temperatura de punto de consigna, y que detecta dicha respuesta de  
 remagnetización de dicho elemento sensor (150) como una medida medición de dicho parámetro.
9. El método de la reivindicación 8, donde existe una pluralidad de dichos sensores (150), donde al menos varios  
 de los elementos sensores (150) tienen una temperatura de punto de consigna diferente al resto de elementos  
 55 sensores (150).

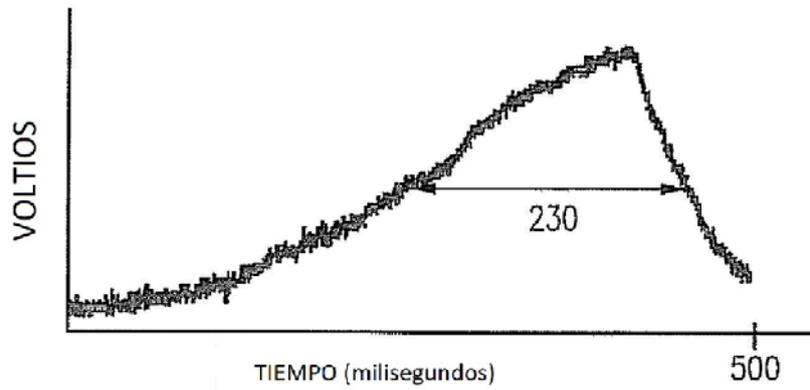
10. El método de la reivindicación 9, donde las temperaturas de punto de consigna son las respectivas temperaturas de Curie de los elementos sensores (150).
- 5 11. El método de la reivindicación 8, donde el elemento sensor comprende una vaina ferromagnética que rodea al sensor microhilo, donde el elemento sensor (150) tiene distintas respuestas de remagnetización por encima y por debajo de la temperatura de punto de consigna del mismo.
12. El método de la reivindicación 8, siendo dicho objeto (148) una parte, una pieza a reparar, o una parte precursora.
- 10 13. El método de la reivindicación 8, donde dicha cámara (122) se selecciona de entre el grupo que consiste en una cámara autoclave (122), un molde de transferencia de resina, y un conjunto de presión o conjunto de bolsa al vacío (152).
- 15 14. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que dicha cámara (122) incluye además una base de trabajo (154) para soportar dicho objeto (148) a tratar, y una cubierta flexible (156), dicha base (154) y cubierta (156) definen en forma cooperativa una zona de tratamiento interna (160).
- 20 15. El método de la reivindicación 8, existiendo una pluralidad de dichos elementos sensores (150) donde cada uno tiene una respuesta de remagnetización respectiva que depende de la temperatura bajo la influencia de dicho campo magnético aplicado, donde al menos varios elementos sensores (150) tienen una temperatura de punto de consigna diferente al resto de elementos sensores (150), detectando una primera respuesta de remagnetización de un primer elemento sensor (150) desde dicha pluralidad de sensores, como un primer impulso de tensión, detectando una segunda respuesta de magnetización de un segundo sensor (150) de dicha pluralidad de sensores como un segundo impulso de tensión, e integrando el primer impulso de tensión para generar un primer valor detectado.
- 25





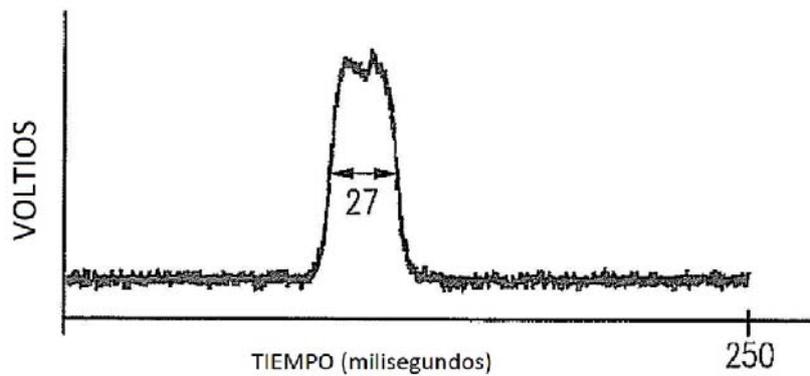
*FIG. 3A.*

TECNICA ANTERIOR



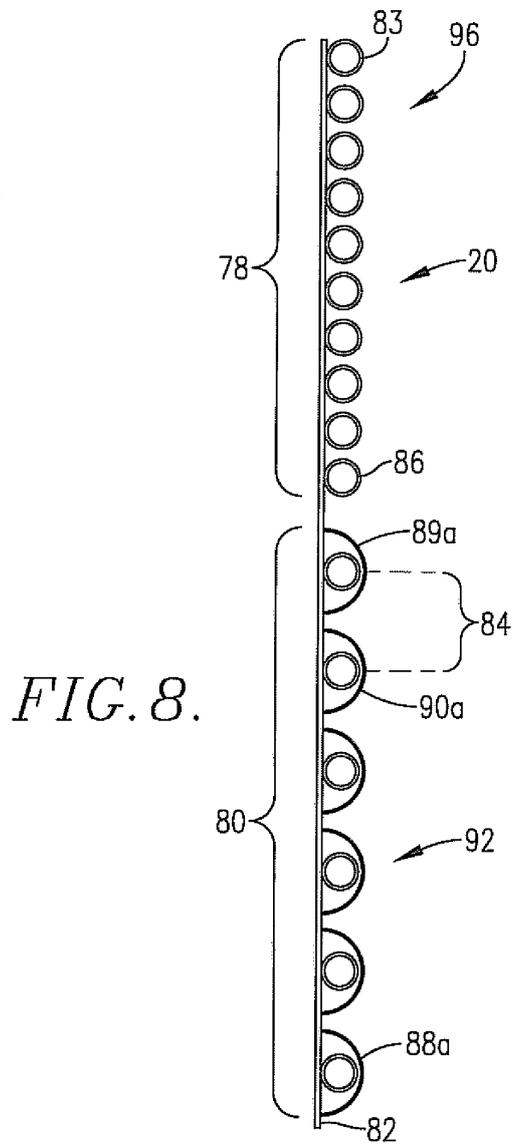
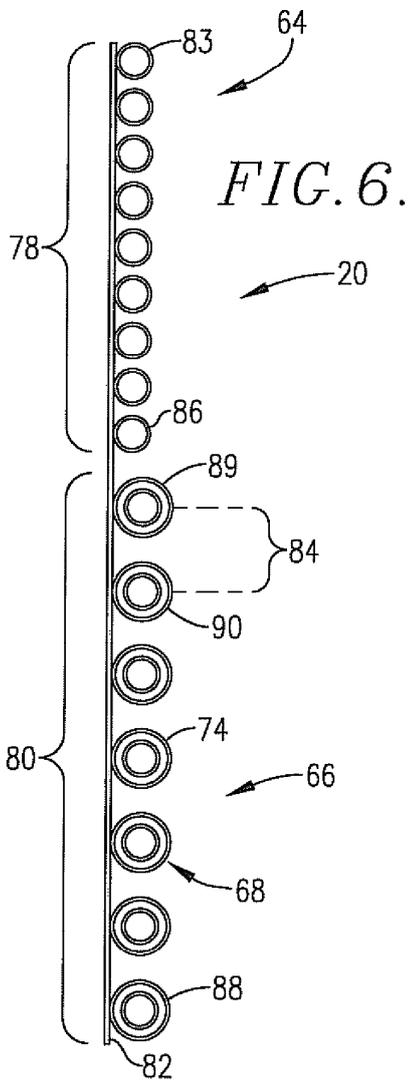
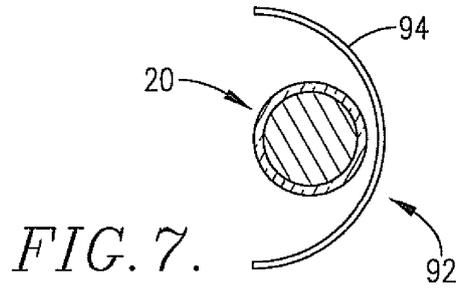
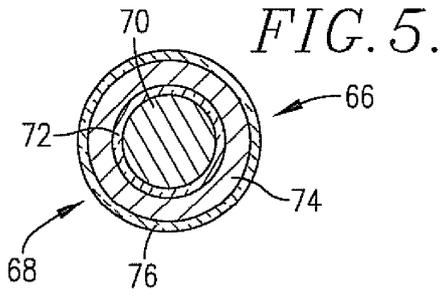
*FIG. 3B.*

TECNICA ANTERIOR



*FIG. 3C.*

TECNICA ANTERIOR



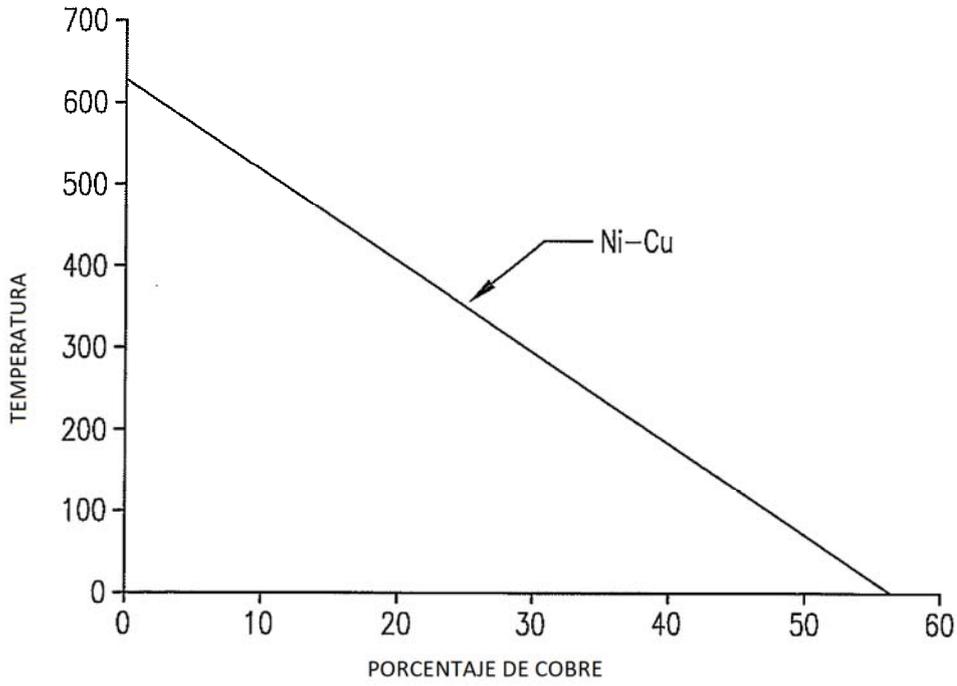


FIG. 9.

TECNICA ANTERIOR

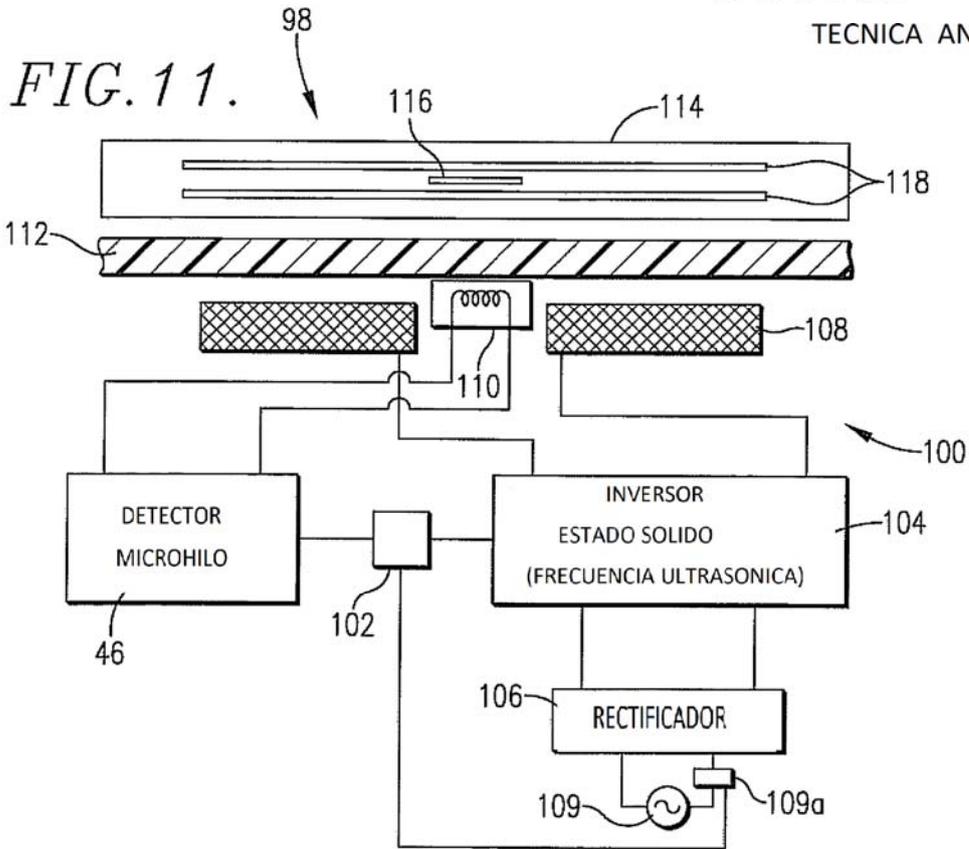
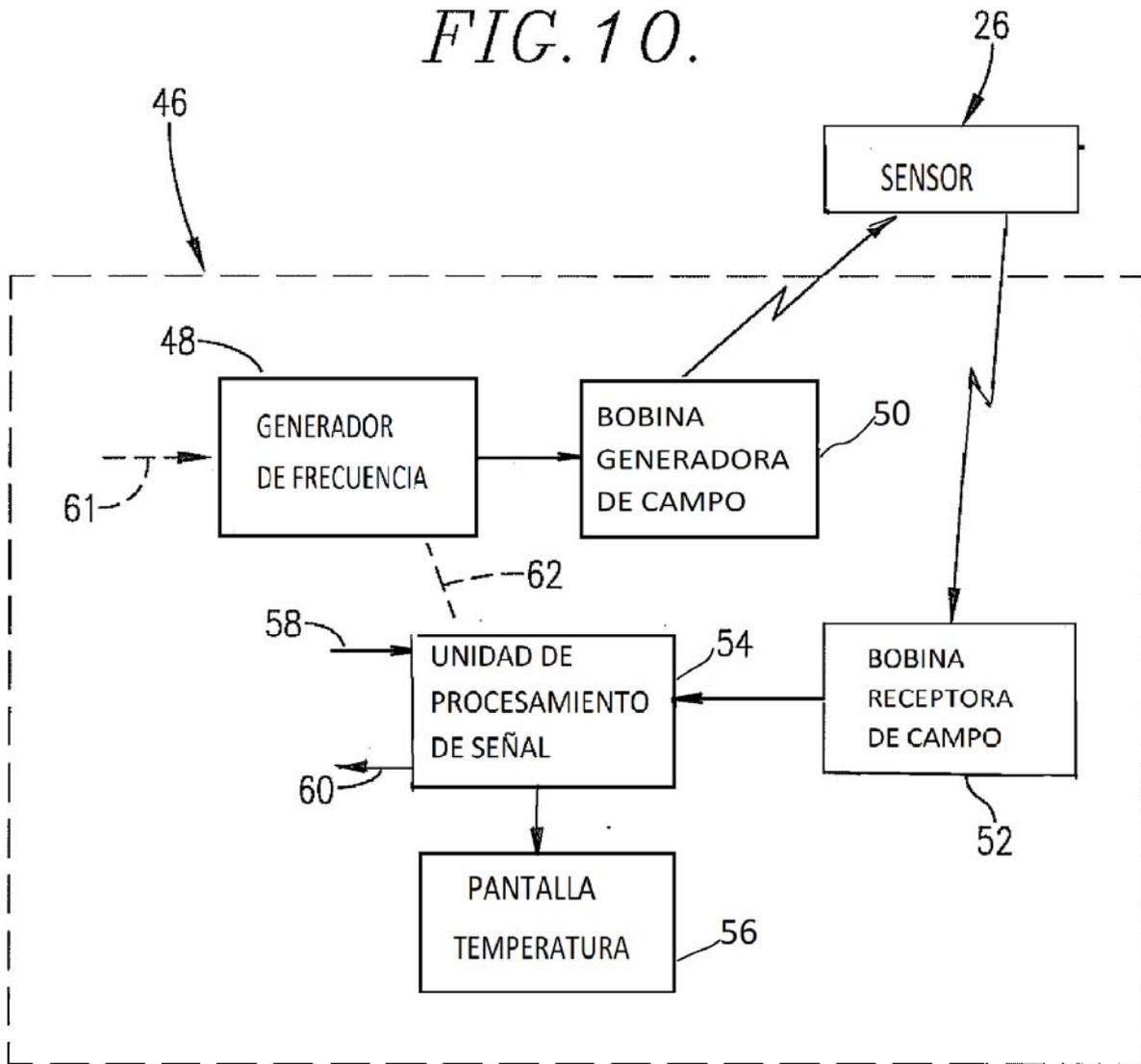


FIG. 10.



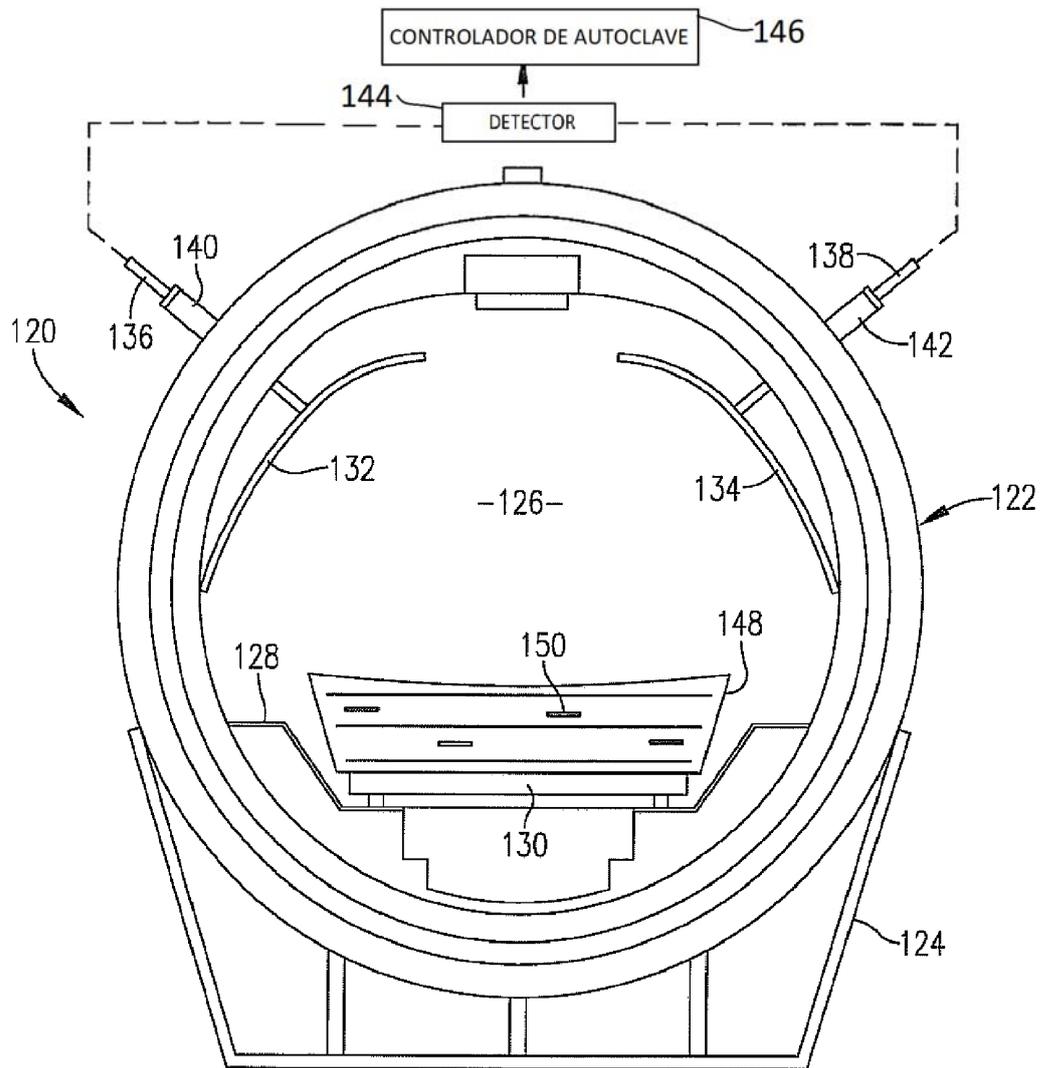


FIG. 12.

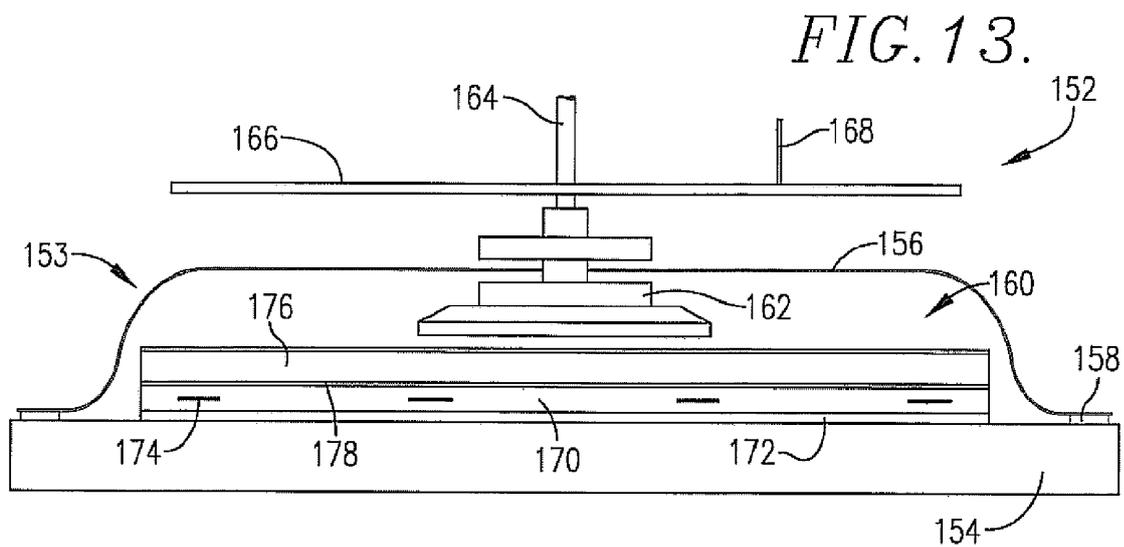


FIG. 13.