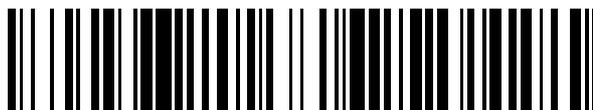


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 744**

51 Int. Cl.:

G01K 7/02 (2006.01)

G01K 1/02 (2006.01)

G01K 7/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2007 PCT/US2007/068483**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2007 WO07134061**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2007 E 07783456 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 2021752**

54 Título: **Sensores de temperatura de elemento magnético**

30 Prioridad:

09.05.2006 US 798591 P

05.07.2006 US 818385 P

09.08.2006 US 836448 P

02.01.2007 US 619066

22.03.2007 US 919345 P

07.05.2007 US 745348

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

31.05.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CLOTHIER, BRIAN L.

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 670 744 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sensores de temperatura de elemento magnético.

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

La presente invención se refiere, en un sentido amplio, a sensores de temperatura de elemento magnético, detectores para su utilización con dichos sensores, sistemas de calentamiento de bucle cerrado que utilizan los sensores y detectores para determinar de manera inalámbrica la temperatura de un objeto y para controlar la temperatura del objeto, y a procedimientos correspondientes. Más particularmente, la invención se refiere a sensores de temperatura compuestos por una pluralidad de elementos de sensor magnéticamente susceptibles, formados de metal amorfo o nanocristalino, presentando cada uno una respuesta de reimpantación bajo la influencia de un campo magnético alternante aplicado que es diferente por debajo de y por encima de por lo menos una temperatura de consigna, tal como la temperatura de Curie del elemento de sensor. Estos sensores de temperatura pueden utilizarse con detectores correlacionados para la detección de temperatura, y como parte de sistemas de calentamiento de bucle cerrado. Los sensores de temperatura pueden incorporarse en pegatinas con una parte trasera adhesiva que pueden adherirse rápida y fácilmente a cualquier número o tipo de objetos, por ejemplo vajilla, de modo que la vajilla y los alimentos colocados sobre la misma puedan calentarse mediante un sistema de calentamiento de realimentación de bucle cerrado.

Descripción de la técnica anterior

Existe en el mercado una variedad de aplicaciones para sensores de temperatura que pueden leerse de manera inalámbrica. Estas aplicaciones están relacionadas con detectar y notificar la temperatura interna del ganado y formar parte de un sistema de realimentación de temperatura de bucle cerrado que permite a un calentador de inducción magnético controlar de manera precisa la temperatura de cajas de reparto de alimentos con aislamiento. Muchas de estas aplicaciones se divulgan en las patentes US n^{os} 5.954.984, 6.232.585, 6.320.169, 6.953.919 y 6.208.253.

Muchas de esas aplicaciones se ofrecen actualmente mediante sistemas de detección de temperatura por identificación por radiofrecuencia (RFID). Estos sistemas de detección de temperatura por RFID incluyen un lector/detector RFID y su "etiqueta" RFID asociada, en los cuales la etiqueta presenta algún tipo de sensor de temperatura como parte de su conjunto de circuitos.

Estos sistemas de RFID anteriores tienden a ser relativamente costosos debido al coste de las etiquetas, y son incapaces de funcionar a más de 125°C. Además, carecen de la habilidad de transmitir información cerca de metal u otros materiales conductores, particularmente cuando la etiqueta RFID está incrustada dentro del material conductor.

Se utilizan habitualmente marcadores de elemento magnéticos (o "etiquetas") como parte de sistemas de vigilancia de artículos electrónicos (EAS) u otros sistemas de autenticación. Estos marcadores o etiquetas son pasivos, normalmente pequeños, menos costosos que las etiquetas RFID, pueden funcionar a altas temperaturas y, en algunas conformaciones, pueden transmitir su información de manera inalámbrica a un detector incluso cuando están incrustados dentro de un conductor.

Por ejemplo, se divulgan marcadores o etiquetas de EAS hechos de cintas de aleación amorfa magnética blandas en la patente US n.º 4.484.184. Estas cintas presentan una composición que consiste esencialmente en la fórmula $M_a N_b O_c X_d Y_e Z_f$, donde M es por lo menos uno de hierro y cobalto, N es níquel, O es por lo menos uno de entre cromo y molibdeno, X es por lo menos uno de boro y fósforo, Y es silicio, Z es carbono, "a" a "f" son en porcentaje de átomos, a oscila entre aproximadamente 35 y 85, b oscila entre aproximadamente 0 y 45, c oscila entre aproximadamente 0 y 7, d oscila entre aproximadamente 5 y 22, e oscila entre aproximadamente 0 y 15 y f oscila entre aproximadamente 0 y 2, y la suma de d+e+f oscila entre aproximadamente 15 y 25. Las cintas de marcador son capaces de producir perturbaciones de campo a frecuencias que son armónicos de la frecuencia de un campo magnético alternante incidente producido por un transmisor de campo. Un medio de detección está dispuesto para detectar perturbaciones de campo magnético a tonos seleccionados de los armónicos producidos cerca de la zona de interrogación por la presencia del marcador en el interior de la misma. La generación de armónicos por el marcador está provocada por una respuesta de imantación no lineal del marcador a un campo magnético incidente.

Existe la necesidad en la técnica de sistemas de detección de temperatura inalámbricos que usen elementos de detección de temperatura pequeños y menos costosos, que puedan funcionar continuamente a temperaturas más de 125°C, y que presenten la habilidad de transmitir información incluso cerca de metal u otros materiales conductores. Además, sería ventajoso si dichos elementos de detección de temperatura mejorados pudieran portar datos predeterminados relacionados con el propio sensor o con el objeto cuya temperatura va a medirse,

por ejemplo, la identidad del objeto, las características del objeto o las instrucciones de calentamiento. Finalmente, se realizarían las ventajas si los elementos de detección pudieran utilizarse como parte de un sistema de calentamiento de realimentación de bucle cerrado capaz de controlar la salida de un dispositivo de calentamiento y por tanto controlar la temperatura de un objeto.

5

En relación con otro aspecto de la presente invención, restaurantes y otros establecimientos que sirven alimentos habitualmente utilizan diversos dispositivos para mantener calientes la vajilla (platos de comida, fuentes, cuencos, ollas, calentaplatos, etc.) y los alimentos sobre o en los mismos después de colocarse los alimentos sobre la vajilla. Por ejemplo, los platos de alimentos preparados en restaurantes deben mantenerse calientes mientras otros platos de alimentos destinados al mismo consumidor aún se están preparando. De manera similar, se utilizan frecuentemente bandejas de calentamiento para mantener calientes cuencos y fuentes de servir y los alimentos sobre los mismos.

10

Los dispositivos más habituales para mantener calientes la vajilla y los alimentos son lámparas térmicas que utilizan radiación de diversas fuentes de luz; fuentes de baño de agua, o mesas de vapor de agua, que utilizan la conducción del vapor de agua en condensación generado por medio de la energía de o bien una llama alimentada por petróleo por debajo de, o bien un elemento eléctrico sumergido en, un baño de agua por debajo de la vajilla; y hornos microondas. Desgraciadamente, estos dispositivos de calentamiento son ineficaces y carecen de medios convenientes para controlar de manera precisa la temperatura de la vajilla o los alimentos y por tanto frecuentemente calientan la vajilla y alimentos de manera excesiva o insuficiente.

15

20

Por ejemplo, con sistemas de lámpara térmica, las lámparas están continuamente encendidas, incluso cuando no hay vajilla debajo de las lámparas, por tanto desperdiciando energía y calentando innecesariamente zonas circundantes. Además, estos sistemas no presentan realimentación de temperatura de los alimentos a la lámpara térmica y por tanto siguen calentando los alimentos después de que se hayan calentado por encima de su temperatura apropiada, dando como resultado sobrecalentamiento y resecamiento de los alimentos. Para reducir la probabilidad de sobrecalentamiento, a veces se utilizan lámparas térmicas con clasificaciones de potencia reducidas, pero las lámparas térmicas de menores dimensiones a menudo no generan suficiente energía para calentar completamente la vajilla hasta una temperatura lo suficientemente alta para mantener suficientemente calientes los alimentos sobre la misma. Finalmente, el borde de la vajilla colocada bajo lámparas térmicas a menudo se calienta más de lo deseado porque las lámparas térmicas dirigen luz sobre el borde así como sobre los alimentos sobre la vajilla. Esto requiere la utilización de guantes o manoplas al manejar la vajilla y desperdicia energía utilizada para calentar innecesariamente el borde.

25

30

De manera similar, los sistemas de mesa de vapor de agua son ineficaces en cuanto a la energía porque no presentan realimentación de temperatura de bucle cerrado. Por tanto, para garantizar temperaturas de alimentos seguras, estos sistemas se hacen funcionar normalmente a sus temperaturas más altas, desperdiciando energía y provocando que los alimentos calentados por los sistemas se sobrecalienten y resequen.

35

Los hornos microondas normalmente tampoco utilizan información de realimentación de temperatura para permitir control de temperatura de bucle cerrado de la vajilla colocada en los mismos. Algunos microondas presentan sondas de temperatura que pueden insertarse en los alimentos para proporcionar información de temperatura para crear un sistema de control de temperatura de bucle cerrado. Sin embargo, dichas sondas con hilo no son convenientes, especialmente para operaciones de alto volumen tales como restaurantes.

40

45

El documento JP 2005 061923 A divulga un elemento de temperatura que presenta un elemento de sensor en forma de una etiqueta de cuerpo magnético que comprende un cuerpo magnético duro, un cuerpo magnético blando, una capa adhesiva y otra capa adhesiva. Se proporciona una capa adhesiva para conectar el cuerpo magnético blando al cuerpo magnético duro y la otra capa adhesiva conecta la capa magnética dura a una CPU. La temperatura de Curie del cuerpo magnético duro es de aproximadamente 277°C; la temperatura de Curie del cuerpo magnético blando es de aproximadamente 415°C.

50

El documento US 6 208 253 B1 divulga un módulo de detección de temperatura que comprende combinaciones de un elemento de señal con un elemento de polarización y/o un elemento de modulación. El elemento de señal puede estimularse por un campo magnético alternante y puede producir una respuesta en forma de un campo magnético alternante que puede detectarse por una antena receptora. Deben proporcionarse el elemento de polarización y/o el elemento de modulación para añadir una dependencia de temperatura a la respuesta generada por el elemento de señal.

55

El documento estadounidense 6 776 523 B2 divulga partículas magnéticas pequeñas que comprenden un núcleo ferromagnético que presenta una alta temperatura de Curie rodeado por una capa de protección ferromagnética no imantada que presenta una temperatura de Curie más baja, de tal manera que para temperaturas por encima de la temperatura de Curie del material protector puede detectarse el campo magnético del material de núcleo. Por tanto, existe una necesidad en la técnica de dispositivos, sistemas, y procedimientos mejorados para mantener la temperatura de los artículos de alimentos después de colocarlos sobre o en vajilla.

60

65

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de detección de la temperatura de un objeto tal como se define en la reivindicación 1 y a un sensor de temperatura tal como se define en la reivindicación 6. Versiones ventajosas de la invención se derivan de las reivindicaciones dependientes.

La presente invención proporciona un tipo completamente nuevo de sensores de temperatura, procedimientos de detección de temperatura y sistemas de calentamiento de bucle cerrado. La invención se basa preferentemente en el descubrimiento de que puede obtenerse una detección de temperatura fiable a través de la utilización de elementos de detección de temperatura magnéticos, presentando cada uno una respuesta de reimpantación característica bajo la influencia de un campo magnético alternante aplicado, en los que las respuestas son sensibles a la temperatura y pueden monitorizarse fácilmente.

En mayor detalle, un sensor de temperatura preferido está configurado para ponerlo en contacto térmico con un objeto para detectar un parámetro relacionado con la temperatura del objeto, por ejemplo la temperatura del objeto, una temperatura del objeto deseada, un intervalo de temperatura del objeto, un intervalo de temperatura del objeto deseado, una temperatura mínima del objeto, una temperatura máxima del objeto, una propiedad de calentamiento del objeto, y el material soportado en el objeto. El sensor comprende una pluralidad de elementos de sensor magnéticamente susceptibles que presentan una respuesta de reimpantación bajo la influencia de un campo magnético alternante aplicado, estando definida la respuesta de reimpantación por al menos un impulso detectable corto de perturbación de campo magnético de duración corta definida y que es diferente por debajo de y por encima de por lo menos una temperatura de consigna. Preferentemente, la temperatura de consigna es la temperatura de Curie del elemento de sensor, o una temperatura cercana (habitualmente dentro de aproximadamente 25°C) a esta temperatura de Curie. En la mayoría de aplicaciones, la temperatura de consigna está por debajo de aproximadamente 400°C.

Cuando dicho elemento de temperatura de sensor se pone en contacto térmico con un objeto cuya temperatura va a detectarse, y se aplica un campo magnético alternante al elemento de sensor de magnitud suficiente para provocar la respuesta de reimpantación deseada, el elemento de sensor funciona en manera de un "conmutador de temperatura". Es decir, cuando el objeto está por debajo de la temperatura de consigna del elemento de sensor, se observa una respuesta de reimpantación del elemento de sensor; cuando la temperatura del objeto alcanza o supera la temperatura de consigna, o bien no se observa una respuesta de reimpantación, o la respuesta está alterada. A menudo, la respuesta de reimpantación está alterada de una manera predecible en un intervalo de temperaturas pequeño por debajo de la temperatura de consigna, por encima de la cual la respuesta desaparece. En dichas ocasiones, la información referente a un aspecto de la respuesta alterada (tal como la magnitud de la respuesta en relación con un valor de referencia) puede utilizarse para hacer que un elemento de sensor actúe como un sensor de temperatura infinita a lo largo de un intervalo de temperatura pequeño anterior a la temperatura de consigna, y actúe como un conmutador de temperatura a la temperatura de consigna por encima de la cual no se observa respuesta de reimpantación. Los sensores de temperatura según la invención utilizan una pluralidad de elementos de sensor, presentando cada uno una temperatura de consigna diferente de los otros elementos de sensor. Preferentemente, estos elementos de sensor plurales están diseñados para presentar temperaturas de consigna diferentes sucesivas que varían desde la más baja hasta la más alta y por lo menos de una manera algo uniforme, de modo que puede monitorizarse la temperatura del objeto a lo largo de un intervalo de temperaturas correspondientes al diseño de los sensores de temperatura. En tal situación, la magnitud de las diferencias entre valores de consigna adyacentes puede definir la resolución del sensor de temperatura.

Para utilizar el sensor de temperatura de la invención de la manera más eficaz, se utiliza un detector correlacionado con los elementos de sensor. Dicho detector presenta generalmente un dispositivo para generar un campo magnético alternante de magnitud suficiente para interrogar a los elementos de sensor (es decir, para provocar respuestas de reimpantación de los elementos de sensor basándose en la temperatura del objeto), y un dispositivo para detectar dichas respuestas. En la práctica, el detector presenta una bobina de generación de campo magnético y una bobina de recepción de campo, ambas acopladas con una unidad de procesamiento de señal. Durante la utilización, el detector genera el campo magnético alternante requerido, y la bobina de recepción de campo detecta las respuestas de reimpantación de los elementos de sensor, emitiendo señales de salida a la unidad de procesamiento de señal. La unidad de procesamiento de señal, preferentemente en forma de un microprocesador digital, emplea un algoritmo de decodificación que permite la determinación de la temperatura del objeto. En conformaciones preferidas, el algoritmo de decodificación comprende una o más tablas de consulta que correlacionan las respuestas de reimpantación de los elementos de sensor con la temperatura del objeto.

Los elementos de sensor magnéticamente susceptibles se forman como cuerpos metálicos en un estado amorfo o nanocristalino. Dichos cuerpos metálicos están preferentemente en forma de hilos o cintas alargados muy delgados que presentan una dimensión en sección transversal máxima (por ejemplo, diámetro) de hasta aproximadamente 100 µm, y pueden producirse de diversas maneras. Una forma particularmente adecuada de los cuerpos metálicos es la forma de microhilo, que comprende un núcleo metálico interno y un revestimiento de

vidrio externo opcional. Dichos microhilos pueden producirse por el conocido procedimiento Taylor o como cuerpos amorfos fundidos en agua. Sin embargo, no es necesario utilizar microhilos en el contexto de la invención, siempre y cuando los sensores incluyan los elementos de sensor magnéticamente susceptibles requeridos.

5

En otro aspecto de la invención, se proporcionan nuevos microhilos de combinación o compuestos basados en microhilo. En dichas construcciones, un microhilo interno compuesto de un cuerpo metálico alargado está protegido por medio de una cubierta ferromagnética adyacente de temperatura de Curie conocida, que impide o por lo menos altera la respuesta de reimpantación del cuerpo metálico de microhilo asociado a temperaturas por debajo de la temperatura de Curie de la cubierta (o a una temperatura conocida cercana a la temperatura de Curie de la cubierta). La cubierta puede estar situada en relación circundante con el microhilo interno, o por lo menos dispuesta parcialmente alrededor del microhilo interno en relación espaciada respecto del mismo. Un microhilo compuesto particularmente preferido incluye un cuerpo de microhilo magnéticamente susceptible más interno con una envoltura de vidrio circundante. La cubierta es tubular y rodea la envoltura de vidrio, y presenta una envoltura de vidrio más externa alrededor de la cubierta. Dicho diseño compuesto puede producirse fácilmente utilizando un procedimiento Taylor modificado. Específicamente, un par de tubos de vidrio interno y externo se disponen de manera telescópica uno con respecto a otro con el metal magnéticamente susceptible en el interior del tubo interno y el material de cubierta ferromagnética entre los tubos interno y externo. Estos componentes se funden y se estiran rápidamente para crear la estructura compuesta deseada.

10

15

20

En otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de detección de la temperatura de un objeto. Este procedimiento comprende, en un sentido amplio, las etapas de poner un sensor de temperatura en contacto térmico con dicho objeto, comprendiendo el sensor por lo menos un elemento de sensor magnéticamente susceptible que presenta una respuesta de reimpantación bajo la influencia de un campo magnético alternante aplicado, y en el que la respuesta de reimpantación es diferente por debajo de y por encima de por lo menos una temperatura de consigna. A continuación, se genera un campo magnético alternante en la región del sensor y de magnitud suficiente para provocar la respuesta de reimpantación del elemento de sensor. En base a ello, se detecta la respuesta de reimpantación del elemento de sensor y se utiliza para por lo menos en parte determinar si la temperatura del cuerpo (y por tanto del objeto) está por encima de o por debajo de la temperatura de consigna (por ejemplo, puede utilizarse otra información junto con la respuesta de reimpantación detectada en la determinación de temperatura).

25

30

Como se indicó previamente, el sensor presenta una pluralidad de elementos de sensor magnéticamente susceptibles, presentando cada uno una respuesta de reimpantación diferente bajo la influencia de un campo magnético alternante aplicado y siendo cada respuesta de reimpantación diferente por debajo de y por encima de una temperatura de consigna, y en los que las temperaturas de consigna de los elementos de sensor son diferentes entre sí. En tal caso, se detectan las respuestas de reimpantación de por lo menos algunos de los elementos de sensor plurales y se utilizan para medir la temperatura de los elementos de sensor y del objeto.

35

40

Cuando se utiliza un elemento de detección de microhilo compuesto o de combinación envuelto, la cubierta ferromagnética asociada impide las respuestas de reimpantación del cuerpo de microhilo asociado saturando o polarizando magnéticamente el cuerpo hasta que los elementos de sensor y el objeto alcancen una temperatura por encima de la temperatura de Curie, o a alguna temperatura fija cercana a la temperatura de Curie, de la cubierta ferromagnética. El grado de la saturación o polarización magnética del elemento de sensor por la cubierta puede diseñarse para rendir una serie de respuestas de reimpantación diferentes o alteradas a lo largo de un intervalo de temperaturas que se aproximan a la temperatura de Curie de la cubierta. Este comportamiento es idéntico al caso descrito anteriormente para los elementos de sensor no compuesto y de combinación. Suponiendo que el detector correlacionado presente una resolución y discriminación suficientes, pueden detectarse estas respuestas diferentes o alteradas y utilizarse para la detección de temperatura. Por tanto, en tal caso, un elemento de detección de microhilo único puede exhibir una pluralidad de temperaturas de consigna diferentes.

45

50

La invención también proporciona una estructura y un procedimiento únicos para medir de manera selectiva la temperatura de un objeto compuestos de por lo menos un par de componentes diseñados para colocarse cerca el uno del otro, siendo por lo menos uno de los componentes que pueden calentarse. Por ejemplo, puede monitorizarse y controlarse la temperatura de un calentador y un artículo de consumición que puede calentarse correlacionado (por ejemplo, un calentador por inducción y un recipiente lleno de crema de afeitar que puede calentarse) según la invención. En dicho diseño, una tobera que puede calentarse por inducción diseñada para conectarse al recipiente y calentar el fluido que sale del recipiente se dotaría de un sensor de temperatura según la invención, mientras que el recipiente se dotaría de un elemento de datos que responde a campo magnético (por ejemplo, un microhilo convencional) correlacionado con el sensor de temperatura aplicado mediante tobera. El sensor de temperatura y el elemento de datos están correlacionados de tal manera que la respuesta de reimpantación del sensor de temperatura solo puede decodificarse si tanto el sensor de temperatura como el elemento de datos están simultáneamente sometidos a un campo magnético alternante interrogante. Esto se logra habitualmente alterando el algoritmo de decodificación del dispositivo de detección de modo que no detectará ni notificará la temperatura del objeto a menos que tanto el sensor de temperatura como el elemento

60

65

de datos estén presentes. Cuando el recipiente está situado sobre el calentador por inducción para fines de calentamiento, el sensor de temperatura y el elemento de datos están cerca y pueden detectarse las respuestas de reimpantación del sensor y utilizarse para la detección de temperatura.

5 Este aspecto de la invención es particularmente ventajoso porque el fabricante del calentador puede tener la seguridad de que puedan utilizarse solamente los artículos de consumición que también fabrica con el calentador; es decir, si se utiliza el artículo de consumición de otro fabricante con el calentador, no puede producirse monitorización de temperatura porque el artículo de consumición de ese otro fabricante no incluye el elemento de datos que responde a campo magnético correlacionado necesario. Además, el calentador puede diseñarse de modo que no funcionará en absoluto a menos que se utilice el artículo de consumición apropiado.

10 La invención también proporciona unos sistemas para calentar objetos que utilizan un sensor de temperatura según la invención. Dichos sistemas incluyen además un aparato para calentar el objeto, tal como una unidad de calentamiento por inducción o de otro tipo, junto con un detector de respuesta de reimpantación del tipo descrito. También se proporciona un controlador acoplado con el detector y el aparato de calentamiento para recibir señales de salida del detector y para controlar el funcionamiento del aparato de calentamiento en respuesta a dichas señales de salida. En estos tipos de sistemas, la temperatura del objeto se monitoriza de manera sucesiva o continua, y el controlador varía el funcionamiento del aparato de calentamiento para calentar el objeto o para mantenerlo en un intervalo de temperatura deseado.

15 En otro aspecto de la invención, un sensor de temperatura tal como se describió anteriormente se incorpora en una "pegatina" adhesiva que puede adherirse rápida y fácilmente a una pieza de vajilla tal como una plato, fuente, olla, vaso, etc. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "adhesivo" se refiere a cualquier composición o estructura que sea capaz de proporcionar el grado de adherencia requerido para unir el sensor de temperatura a la vajilla deseada, incluyendo sin limitación, adhesivos o "pegamentos" tradicionales, así como estructura de conexión mecánica tal como material de gancho y bucle múltiples de Velcro® u otros elementos de sujeción. Una vez que un sensor de temperatura de este tipo se adhiere a una pieza de vajilla, la vajilla puede colocarse en o cerca de un calentador por inducción, conjunto de lámpara térmica, unidad de calentamiento por vapor de agua, horno microondas, u otro tipo de unidad de calentamiento equipada con un detector de respuesta de reimpantación tal como se describió anteriormente u otro tipo de detector. El detector interroga al sensor de temperatura para detectar la presencia de la vajilla, el tipo de vajilla, y la temperatura o el intervalo de temperatura deseados de la vajilla. Un controlador acoplado con el detector y la unidad de calentamiento recibe señales del detector que son indicativas de la temperatura, o el intervalo de temperatura, de la vajilla y que se utilizan para controlar el funcionamiento cíclico u otro parámetro de funcionamiento de la unidad de calentamiento. Por tanto, la temperatura de la vajilla puede monitorizarse continua o periódicamente, y la unidad de calentamiento puede controlarse para calentar la vajilla a un intervalo de temperatura deseado y para mantenerla dentro del intervalo de temperatura.

20 La pegatina de sensor de temperatura descrita anteriormente puede formarse adhiriendo un sensor de microhilo o una pluralidad de dichos sensores de microhilo a un sustrato con un adhesivo y luego colocar una capa desprendible en la cara expuesta del adhesivo. El adhesivo sujeta el sensor o sensores de microhilo al sustrato y, cuando la capa desprendible se retira, se adhiere la pegatina de sensor de temperatura completa a una pieza de vajilla de modo que la vajilla (y alimentos colocados sobre la misma) puede monitorizarse y calentarse tal como se describió anteriormente.

25 Ventajosamente, los sensores de temperatura de la invención pueden unirse rápida y fácilmente mediante el adhesivo a cualquier vajilla existente sin hacer ningún cambio estructural o estético a la vajilla. Por tanto, la presente invención permite que los sensores de temperatura se unan rápida y fácilmente a la vajilla para permitir la monitorización de un parámetro de temperatura relacionado con la vajilla, por ejemplo la temperatura de la vajilla, una temperatura de la vajilla deseada, un intervalo de temperatura de la vajilla, un intervalo de temperatura deseado de la vajilla, una temperatura mínima de la vajilla, una temperatura máxima de la vajilla, una propiedad de calentamiento de la vajilla, y la temperatura de un alimento soportado en la vajilla. Adicionalmente, el sensor puede utilizarse para controlar de manera inalámbrica tal parámetro de temperatura en cualquier ubicación durante el servicio (tal como en un mostrador de espera, mesa de servicio, mostrador de bufé, horno microondas, u otras ubicaciones en zona de comedor).

30 Los sensores de temperatura pueden utilizarse también con diversos tipos de fuentes de energía (halógeno, calentamiento por inducción, vapor de agua, microondas, etc.) para calentar la vajilla usando un procedimiento de control de realimentación de temperatura de bucle cerrado. Los sensores de temperatura permiten una regulación de temperatura de vajilla de manera inalámbrica e indefinida de modo que la vajilla se calienta automáticamente a y se mantiene en una temperatura preestablecida mientras que la vajilla esté situada en o cerca de una unidad de calentamiento.

35 La presente invención alcanza todo lo que se menciona anteriormente al tiempo que no es costosa de implementar y con pocos o ningún cambio en procedimientos de funcionamiento de restaurante normales.

Breve descripción de los dibujos

- 5 la figura 1 es una vista fragmentaria en sección parcial que ilustra un elemento de microhilo magnético de la técnica anterior adecuado para su utilización en la presente invención;
- la figura 2 es una ilustración gráfica de las características magnéticas de un microhilo adecuado para su utilización en la presente invención, a temperaturas por debajo de la temperatura de Curie de la aleación de microhilo;
- 10 la figura 3A es un gráfico de tiempo frente a reimpantación de un banda amorfa utilizada normalmente de manera convencional en marcadores o etiquetas de EAS contra el hurto en comercios;
- 15 la figura 3B es un gráfico de tiempo frente a reimpantación de un microhilo amorfo que presenta una discontinuidad de Barkhausen grande, utilizado en los marcadores o etiqueta disponibles comercialmente de Sensormatic Co.;
- la figura 3C es un gráfico de tiempo frente a reimpantación de un microhilo magnético amorfo revestido de vidrio producido por el procedimiento Taylor;
- 20 la figura 4 es una vista en sección transversal esencialmente esquemática de un sensor de temperatura magnético unido a un objeto que va a detectarse y según una primera forma de realización de la invención;
- 25 la figura 4A es una vista en sección transversal esencialmente esquemática similar a la de la figura 4, pero que ilustra los componentes de un sensor de temperatura de microhilo magnético divididos entre dos objetos designados para su colocación cerca el uno del otro;
- la figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de una elemento de detección de temperatura según una segunda forma de realización de la invención, que representa un elemento de microhilo magnético amorfo revestido de vidrio rodeado por un cubierta cilíndrica de un metal ferromagnético o material de ferrita y que presenta una temperatura de Curie deseada;
- 30 la figura 6 es una vista en sección transversal esencialmente esquemática de un sensor de temperatura magnético según la invención, que utiliza unos elementos de datos de microhilo del tipo ilustrado en la figura 1, y unos elementos de detección de temperatura tal como se ilustra en la figura 5;
- 35 la figura 7 es una vista en sección transversal esquemática de otro elemento de detección de temperatura según una tercera forma de realización de la invención, en la que unos elementos de microhilo magnéticos recubiertos de vidrio tal como se ilustra en la figura 1 y situados adyacentes a un protector de metal ferromagnético o material de ferrita que presenta una temperatura de Curie deseada;
- 40 la figura 8 es una vista en sección transversal esencialmente esquemática de un sensor de temperatura de elemento magnético según la tercera forma de realización de la invención que incluye unos elementos de datos tal como se ilustra en la figura 1 y unos elementos de detección de temperatura tal como se ilustra en la figura 7;
- 45 la figura 9 es un gráfico que ilustra la temperatura de Curie frente al porcentaje de cobre para aleaciones níquel-cobre adecuados para su utilización como cubiertas de los elementos de detección de temperatura de la segunda forma de realización de la invención, o como protectores de los elementos de detección de temperatura de la tercera forma de realización de la invención;
- 50 la figura 10 es un diagrama de bloques esquemático de un detector/lector de temperatura según la invención que puede hacerse funcionar para interactuar con los sensores de temperatura de elemento magnético de la presente memoria; y
- 55 la figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra una unidad de calentamiento por inducción de control de temperatura de realimentación cerrada basada en un sensor de elemento magnético según la invención.
- 60 la figura 12 es una vista en perspectiva de la parte inferior de una pieza de vajilla mostrada con un sensor de temperatura construido según una forma de realización de la invención adjuntada a la misma.
- la figura 13 es una vista en perspectiva del sensor de temperatura de la figura 12 antes de haberse aplicado a la vajilla y antes de haber retirado su capa desprendible adhesiva.
- 65 la figura 14 es una vista en perspectiva del sensor de temperatura de la figura 13 después de haber retirado su capa desprendible adhesiva.

la figura 15 es una vista en sección transversal vertical del sensor de temperatura de la figura 13.

la figura 16 es un diagrama esquemático en sección parcial que ilustra una pieza de vajilla con un sensor de temperatura adherido a la misma que es calentado por un calentador halógeno de superficie plana.

la figura 17 es un diagrama esquemático en sección parcial que ilustra una pieza de vajilla con un sensor de temperatura adherido a la misma que es calentado por una unidad de calentamiento de lámpara térmica.

la figura 18 es un diagrama esquemático en sección parcial que ilustra una pieza de vajilla que presenta una rejilla que puede calentarse por inducción y mostrada con un sensor de temperatura adherido a la misma que es calentado por un calentador por inducción.

la figura 19 es una vista lateral de la vajilla mostrada en la figura 18 que ilustra la rejilla que puede calentarse por inducción en la vajilla.

la figura 20 es un diagrama esquemático en sección parcial que ilustra una pieza de vajilla con un sensor de temperatura adherido a la misma que es calentado por una unidad de calentamiento de mesa de vapor de agua.

la figura 21 es una vista lateral de la vajilla mostrada en la figura 20.

la figura 22 es un diagrama esquemático en sección parcial que ilustra una pieza de vajilla con un sensor de temperatura adherido a la misma que se calienta por una unidad de calentamiento por microondas.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Sistemas de detección y elementos magnéticos de la técnica anterior

Con el fin de entender mejor la presente invención, es útil entender la naturaleza y el funcionamiento de los sistemas de EAS y autenticación actuales que emplean elementos magnéticos (a menudo denominados "marcadores magnéticos") y sus sistemas de detección correspondientes.

Un tipo de elemento magnético utilizado a menudo es un microhilo amorfo revestido de vidrio. Dichos microhilos, su producción, propiedades magnéticas, y comportamientos por debajo de sus temperaturas de Curie, se han divulgado en la técnica y la bibliografía de patente. Véanse, por ejemplo, las patentes US n.ºs 6.441.737 y 6.747.559; Horia Chirac, *Preparation and Characterization of Glass Covered Magnetic Wires*, Materials Science and Engineering A304-306,166-71 (2001); Donald *et al.*, *The Preparation, Properties and Applications of Some Glass Coated Metal Filaments Prepared by the Taylor-Wire Process*, Journal of Materials Science, 31, 1139-48 (1996); Wiesner y Schneider, *Magnetic Properties of Amorphous Fe-P Alloys Containing Ga, Ge, and As*, Phys. Stat. Sol. (a) 26, 71 (1974); y Antonenko *et al.*, *High Frequency Properties of Glass-Coated Microwires*, Journal of Applied Physics, vol. 83, 6587-89. Se han producido longitudes continuas de microhilos de manera no costosa por lo que se denomina generalmente en la técnica el procedimiento Taylor mediante el cual o bien un lingote previamente aleado o los constituyentes elementales requeridos se funden en un tubo de vidrio dispuesto de forma generalmente vertical sellado en la parte inferior. Una vez que la aleación se ha convertido a un estado fundido, usando calentamiento por radiofrecuencia ("rf") por ejemplo, la parte inferior ablandada del tubo de vidrio se agarra y se estira para dar un microhilo continuo. Una reducción rápida de sección transversal de aleación, junto con un uso de medios de enfriamiento secundarios, provocan que la aleación se vuelva amorfa o nanocristalina durante el estirado.

En la figura 1 se representa un microhilo típico 20, de desde diez o menos micras de diámetro total hasta decenas de micras de diámetro total. El hilo 20 tiene un núcleo 22 de aleación, y un revestimiento de vidrio 24, en el que el núcleo 22 de aleación y el revestimiento de vidrio 24 pueden acoplarse físicamente entre sí de manera continua o solamente en varios puntos separados espacialmente. La relación de gas y metal, aunque variable, puede controlarse estrictamente. Por ejemplo, el grosor típico de revestimiento de vidrio 24 puede ser de desde aproximadamente 1-5 micras para un microhilo de diámetro de núcleo de 45-60 micras, y normalmente 1-3 micras para un microhilo de diámetro de núcleo de 30 micras. Habitualmente, se cortan elementos de microhilo de etiquetas de EAS y autenticación de la técnica anterior a longitudes que oscilan entre 15 mm y 75 mm.

Las propiedades magnéticas de microhilo y los ciclos de histéresis resultantes pueden controlarse variando la composición de aleación y la relación entre diámetro de vidrio y metal. La figura 2 ilustra una respuesta de ciclo de histéresis magnético idealizada de un microhilo típico 20 con una discontinuidad de Barkhausen grande, adecuado para su utilización en la presente invención tal como se describió anteriormente. Cuando tal microhilo 20 se expone a un campo magnético externo cuya intensidad de campo, en el sentido opuesto a la polarización magnética instantánea del elemento, es mayor que la fuerza coercitiva H_c , mostrada en este caso idealmente como menor de 10 A/m, el proceso de reimpantación da como resultado la generación de un impulso

armónicamente rico que se detecta fácilmente. Los cambios de flujo magnético durante el impulso dan lugar a un pico en el derivado de flujo a lo largo del tiempo. Por consiguiente, se observará un pico de voltaje en una bobina de recepción colocada cerca del elemento y el lector/detector puede correlacionar ese pico de voltaje con la presencia de un elemento de microhilo en el campo.

5

Pueden fabricarse microhilos amorfos revestidos de vidrio de la técnica anterior 20 producidos por el procedimiento Taylor para que presenten coercitividades muy bajas (sustancialmente de menos de 10 A/m), permeabilidades relativas altas (sustancialmente mayores de 20000), sustancialmente cero magnetostricciones o ligeramente positivas, y grandes discontinuidades de Barkhausen (lo que significa que los microhilos existen esencialmente sólo en estados magnéticos bimodales).

10

Las propiedades de reimantación de los microhilos 20 son también importantes, y distinguen dichos microhilos de otros tipos de elementos magnéticos de la técnica anterior. Haciendo referencia a la figura 3C (véase la patente US n.º 6.556.139) se verá que la anchura de pico de reimantación (medida a nivel de media amplitud) estaba en el intervalo de 25-80 micro segundos para un microhilo amorfo revestido de vidrio. En cambio (véase la figura 3B), los marcadores o etiquetas comercialmente disponibles de Sensormatic Co. comprenden un hilo amorfo fundido en agua con discontinuidad de Barkhausen grande, la anchura de pico estaba en el intervalo de aproximadamente 200-500 microsegundos o más. Finalmente (véase la figura 3A), la anchura de pico era de aproximadamente 1-2 milisegundos para bandas amorfas utilizadas normalmente en marcadores o etiquetas contra el hurto en comercios, por ejemplo, un marcador o etiqueta de Meto GmbH de 32 mm. Por tanto, microhilos del tipo ilustrado en la figura 1 exhiben picos de reimantación extremadamente cortos que permiten la discriminación de una respuesta de microhilo a partir de un ruido de fondo tal como el provocado por interacción de campo con otros objetos externos.

15

20

25

Zhukov *et al.*, J. Mater. Res. 15 No. 10 de Oct. (2000) describen la producción de marcadores de bits múltiples cuando se utilizan múltiples segmentos de hilo amorfos revestidos de vidrio que tienen cada uno unas dimensiones (longitud, diámetro bruto, etc.) o propiedad magnética (por ejemplo, campo coercitivo) diferentes. Por ejemplo, si una pluralidad de elementos de microhilo magnéticos presentan coercitividades diferentes, respectivamente, cada uno de sus únicos picos de reimantación pueden detectarse en cada periodo de campo magnético, y su patrón puede reconocerse, por ejemplo, mediante procedimientos descritos en la patente US n.º 4.203.544. La patente US n.º 5.729.201 describe un procedimiento para diferenciar una pluralidad de hilos de este tipo, aunque presentan las mismas propiedades magnéticas y dimensiones. Un elemento de campo de polarización de un imán permanente cerca del hilo sirve para diferenciar la amplitud del campo magnético externo generado por un lector/detector que debe superar la fuerza coercitiva para la reimantación de cada elemento magnético por medio de su diferente proximidad a cada segmento de hilo individual. Esto lleva a una diferencia de fase en los picos de reimantación detectados, permitiendo, por tanto, la diferenciación de los elementos individuales.

30

35

40

La patente US n.º 4.134.538 describe unas etiquetas (marcadores) de elementos múltiples compuestas por elementos magnéticos, caracterizadas cada una por una fuerza coercitiva diferente y permitiendo de ese modo la asignación a cualquier objeto adjuntado de un código de referencia con tantos caracteres como elementos magnéticos utilizados. Por tanto, se asigna, respectivamente, cada carácter del código de referencia a un elemento magnético en el orden de los valores de sus fuerzas coercitivas respectivas, las señales correspondientes a cada elemento magnético aparecen luego 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 tiempo de codificación, reproduciendo por tanto el código completo en disposición y en amplitud.

45

50

La patente US n.º 6.622.913 enseña que puede codificarse información de datos de forma binaria utilizando elementos de microhilo de diámetros o permeabilidades diferentes, de modo que producen respuestas considerablemente diferentes a un campo magnético alternante producido por un transmisor. Por consiguiente, un tipo de microhilo puede presentar un binario de "0" y el otro un binario de "1". Por ejemplo, puede hacerse un grupo de cuatro microhilos cada uno con coercitividades sucesivamente mayores de tal manera que cada uno se distingue fácilmente por su diferencias de fase detectadas a lo largo de un periodo de un campo magnético alternante incidente, producir amplitudes altas y bajas alternantes de perturbaciones de campo (y por tanto amplitudes de voltaje altas y bajas alternantes en el detector) de modo que representan un patrón binario de 1010.

55

60

La solicitud de patente US No. 2005/0109435 describe varios procedimientos magnéticos y ópticos de codificación de información de bits múltiples en un solo microhilo. La sensibilidad de tensión de microhilo amorfo ferromagnético revestido de vidrio puede utilizarse ventajosamente como la base física para influir en una estructura de dominio magnético. La codificación del microhilo amorfo ferromagnético revestido de vidrio puede resultar de una alteración localizada de esta estructura de dominio. La alteración se logra fácilmente mediante la imposición de tensiones localizadas o mediante la cristalización selectiva de la aleación amorfa. Dichos cambios se ven influidos por varios medios, incluyendo calentamiento localizado por medio de láser pulsado, adelgazamiento por ataque químico del revestimiento de vidrio, revestimientos en el vidrio, y similares. Modificaciones localizadas del revestimiento de vidrio de microhilos amorfos ferromagnéticos revestidos de vidrio

65

pueden utilizarse para producir de manera eficaz cambios controlados en la estructura de dominio magnético de los núcleos de aleación amorfos, haciendo posible de ese modo la codificación. El procedimiento preferido es utilizar impulsos de láser para calentar localmente el vidrio o la aleación (puede llevarse a cabo un calentamiento independiente por elección de longitud de onda) provocando cambios en la estructura de uno o ambos, y alterando de ese modo los campos de tensión existentes o las características magnéticas básicas.

Los dispositivos de detector de sistema de EAS o autenticación de la técnica anterior utilizados conjuntamente con todos los tipos de elementos magnéticos utilizados como marcadores magnéticos normalmente utilizan una unidad de transmisor de campo y una unidad de detector magnético de campo. El transmisor de campo presenta generalmente un generador de frecuencia y una bobina de generación de campo (que constituyen juntos una fuente de campo magnético alternante) para crear el campo magnético alternante en la zona de interrogación del marcador. La unidad de detector presenta normalmente una bobina de recepción de campo y una unidad de procesamiento de señal que normalmente activa un dispositivo de alarma.

En sistemas de EAS de la técnica anterior, cuando un marcador magnético está situado cerca de las bobinas, el campo de CA de interrogación provoca la conmutación de la imantación del elemento magnético. Por consiguiente, se reciben impulsos muy cortos de perturbaciones de campo magnético por parte de la bobina de recepción de campo. Estos impulsos se detectan por el circuito de procesamiento de señal que produce una salida para activar una alarma.

Primera forma de realización: Microhilos de química modificada para detección de temperatura de Curie

La primera forma de realización de la invención comprende un sensor de temperatura de microhilo magnético que presenta por lo menos uno y habitualmente una pluralidad de microhilos magnéticamente susceptibles, presentando las aleaciones individuales de por lo menos determinados de los microhilos químicas modificadas y consiguientes temperaturas de Curie diferentes, habitualmente por debajo de aproximadamente 400°C. Adicionalmente, esta forma de realización incluye un lector/detector de microhilo que puede decodificar información de temperatura derivada de los microhilos de sensor.

Se fabrican microhilos individuales modificados químicamente preferentemente de modo que los microhilos modificados retener discontinuidades de Barkhausen grandes, coercitividades extremadamente bajas, y permeabilidades extremadamente altas por debajo de sus respectivas temperaturas de Curie (con comportamiento de histéresis resultante del tipo representado en la figura 2). Estos microhilos modificados esencialmente pierden por completo su ferromagnetismo por encima de sus temperaturas de Curie. No es necesario que otros microhilos dentro del conjunto del sensor presenten químicas modificadas, pero pueden funcionar como elementos de datos según cualquiera de los procedimientos de la técnica anterior de codificación de bit único o bits múltiples comentados anteriormente.

La modificación química más preferida de aleaciones a base de Fe y/o a base de Co utilizadas en microhilos amorfos de la técnica anterior es el ajuste del porcentaje atómico de cromo en los mismos. Cromo en aleaciones a base de hierro amorfas (Fe_{80-x}Cr_x)(PC)₂₀ presenta un efecto considerable en sus propiedades magnéticas. Un aumento en el porcentaje de cromo baja las temperaturas de Curie, los campos hiperfinos promedio, y las magnetizaciones de saturación de los mismos, y por otro lado aumenta marcadamente sus permeabilidades iniciales. Por ejemplo, un aumento en el porcentaje de cromo desde el 0% hasta el 6,5% redujo la temperatura de Curie desde los 330°C hasta los 155°C en determinadas muestras sometidas a prueba. Véanse, Henry *et al.*, *Magnetic Measurements of Iron-Rich Amorphous Alloys Containing Chromium: Mossbauer Study and B-H Loops*, Journal of Materials Science 19: 1000-06 (1984); y Wijn, *Magnetic Properties of Metals--d-Elements, Alloys, and Compounds*, Springer-Verlag, Berlín (1991).

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

Tal como se explicó anteriormente, la primera forma de realización utiliza preferentemente una pluralidad de elementos de microhilo magnéticos de detección de temperatura cuyas químicas se han cambiado de modo que los microhilos se vuelven paramagnéticos a temperaturas individuales (habitualmente a aproximadamente 400°C o menos) dentro de un intervalo de temperatura de diseño específico de la totalidad del sensor de temperatura. Por ejemplo, la figura 4 representa un sensor 26 de temperatura que presenta un total de cuatro microhilos de detección de temperatura 28-34 que forman un conjunto 36. La química de cada uno de los microhilos 28-34 se

modifica utilizando cualquiera de las técnicas anteriores tales como un porcentaje de cromo atómico en aumento, con el resultado de que las temperaturas de Curie de los microhilos son diferentes y todas se exceden durante el intervalo de temperatura de funcionamiento normal del sensor 26. Los dos microhilos restantes 38 y 40 son elementos de datos. También puede emplearse un elemento de campo de polarización de un imán permanente opcional 41.

En la forma de realización de la figura 4, los microhilos 28-34 están dispuestos en relación paralela donde el espaciado 42 es igual a la suma de los radios de cada microhilo adyacente (el espaciado 42 puede ser mayor que la suma de los radios), y se mantienen unidos por un adhesivo de conducción térmica (no mostrado) que adhiere también los microhilos a un objeto 44 cuya temperatura va a monitorizarse.

En esta forma de realización a modo de ejemplo, la coercitividad magnética de cada microhilo 28-34 y 38-40 se altera mediante cambios químicos apropiados en las aleaciones del mismo, y específicamente el contenido de cromo de cada aleación, para garantizar que cada uno de los seis microhilos puede detectarse únicamente dentro de cada periodo en el orden de su ubicación dentro del conjunto global. Naturalmente, pueden utilizarse también otras técnicas de la técnica anterior para cambiar la química de aleación así como para ajustar la coercitividad a tal fin. Adicionalmente, cada uno de los seis microhilos 28-34 y 38-40 son de la misma longitud (por ejemplo, 20 mm) excepto el microhilo 38, que es significativamente más largo (por ejemplo, 40 mm). Esta longitud extra del microhilo 38 garantiza que el pico de reimantación detectado a partir de este microhilo de elemento de datos es mayor en amplitud que todos los otros picos de reimantación.

La figura 10 ilustra un dispositivo de detector 46 a modo de ejemplo utilizado para detectar temperaturas detectadas por el sensor 26, correspondientes a la temperatura del objeto 44. El detector 46 incluye, en un sentido amplio, una unidad de transmisor de campo magnético alternante en forma de un generador 48 de frecuencia acoplado con una bobina de generación de campo 50, de tal manera que la unidad de transmisor puede hacerse funcionar para crear un campo magnético alternante para interrogar al sensor 26. El dispositivo global 46 incluye además una bobina de recepción de campo 52 acoplada funcionalmente con una unidad de procesamiento de señal digital 54 y un visualizador 56 de de temperatura. Tal como se ilustra, la unidad de procesamiento 54 está equipada con puertos de comunicación 58 y 60, y puede acoplarse funcionalmente con un generador 48 de frecuencia por medio de una conexión 62. Adicionalmente, el generador 48 de frecuencia puede estar equipado con una entrada 61 opcional que permite un control remoto del generador.

La unidad de procesamiento de señal 54 funciona utilizando un algoritmo de decodificación que presenta la capacidad de decodificar la información de perturbación de campo magnético recibida tras la interrogación del sensor 26. Preferentemente, el algoritmo de decodificación es en forma de una o más tablas de consulta para diferentes sensores según la invención, almacenadas dentro de una memoria asociada con la unidad 54. En el caso de un detector 46 específico para el sensor 26, la tabla de consulta de temperatura presentará tanto la posición de fase esperada (relación de fase desde el bit de parada y/o entre sí) para cada uno de los cuatro elementos de microhilo de detección de temperatura 28-34, así como las temperaturas a notificar para cada uno de los códigos de bit detectados aceptables del conjunto 36 de microhilos 20 (algunos códigos de bit no pueden aceptarse porque no tienen sentido lógico según el orden de microhilo en fase de temperaturas de Curie y por tanto son el producto de una mala lectura por parte del detector 46).

Tal como se describe, el sensor 26 y el dispositivo de detector 46 están correlacionados de modo que el dispositivo 46 puede, mediante la interrogación apropiada del sensor 26, determinar la temperatura del objeto 44. Tal correlación implica hacer coincidir la lógica de bit del sensor 26 con el/los algoritmo(s) de decodificación, en este caso, la(s) tabla(s) de consulta de temperatura almacenada(s) en la memoria de la unidad de procesamiento de señal 54. Los expertos en la materia apreciarán que puede proporcionarse una amplia variedad de lógicas de bit y tablas de algoritmos correspondientes. Sin embargo, la siguiente discusión proporciona un sistema a modo de ejemplo en el contexto del sensor 26 y el dispositivo de detector 46 de la figura 10.

De nuevo haciendo referencia a la figura 4, se asume que el bit menos significativo de los cuatro microhilos de elemento de detección de temperatura 34-38 es el microhilo 28, que puede denominarse el "primer" microhilo. Por tanto, cuando el objeto 44 está por debajo de la temperatura de Curie del primer microhilo 28, el microhilo 28 producirá todavía su impulso de reimantación corto característico bajo la influencia del campo magnético alternante generado por el dispositivo 46. Cuando el objeto 44 presenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie del primer microhilo 28, el microhilo 28 dejará de producir su impulso de reimantación corto bajo la influencia del campo magnético alternante aplicado, y por tanto su bit faltará (un valor "0") del conjunto de elemento de detección de temperatura detectado de bits.

Los microhilos de detección de temperatura restantes 30-34 presentan cada uno aleaciones modificadas químicamente respectivas en los mismos, de modo que las temperaturas de Curie de los microhilos son sucesivamente y de manera progresiva ligeramente más altas que la del primer microhilo 28. Por tanto, el "segundo" microhilo 30 presenta una temperatura de Curie ligeramente más alta que el primer microhilo 28, y los microhilos "tercero" y "cuarto" 32 y 34 presentan cada uno sucesivas temperaturas de Curie ligeramente más altas que los microhilos de orden más bajo. De esta manera, los impulsos de reimantación (bits) de los microhilos

30-34 desaparecerán (es decir, se volverán un valor de "0") bajo la influencia del campo magnético aplicado desde el detector 46 a temperaturas respectivas cada una más alta que las del primer microhilo 28 y de todos los microhilos de orden más bajo anteriores.

5 Por ejemplo, si el objeto 44 presenta una temperatura por debajo de las temperaturas de Curie de los microhilos tanto primero como segundo 28 y 30, todos los bits del conjunto 36 se leerán (es decir, se volverán un valor de "1") por el dispositivo 46. Si el objeto 44 presenta 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 al dispositivo 46 como un valor de "0", y los bits restantes correspondientes a los microhilos 30-34 se leerán como un valor de "1" por el dispositivo 46.

15 Tal como se observó anteriormente, el dispositivo 46 contiene algoritmo(s) en forma de tabla(s) de consulta que reconocen que la desaparición del primer bit de temperatura y la aparición del segundo y todos los bits de temperatura más altos significa que la temperatura del objeto 44 existe en algún punto entre las temperaturas de Curie primera y segunda de los microhilos primero y segundo (bits de temperatura) 28 y 30 (tal como se utiliza en la presente memoria, detección o determinación de sensor o temperatura del objeto puede referirse a una sola temperatura o una temperatura aproximada dentro de un intervalo de temperaturas). Por tanto, al leer los datos de bit de detección de temperatura generados por el conjunto 36, y al correlacionar el valor binario de estos datos a la tabla de consulta de interés, la temperatura del objeto 44 puede determinarse dentro del intervalo de temperatura definido por el intervalo entre las temperaturas de Curie de microhilo primera y segunda. Naturalmente, esta lógica se aplica a los cuatro de los microhilos 28-34 del ejemplo simple de la figura 4.

25 Si el número N de microhilos de detección de temperatura en un sensor de temperatura de elemento magnético dado presenta temperaturas de Curie identificadas de un orden secuencial en aumento conocido, y estas temperaturas de Curie se seleccionan para que sean por lo menos algo sistemáticas en sus aumentos una con respecto a otra, el sensor puede detectar temperaturas desde las temperaturas de Curie primera a N-ésima. La resolución de un sensor de este tipo es el aumento entre temperaturas de Curie secuenciales. Se apreciará que aunque las temperaturas de Curie secuenciales no son exactamente consistentes, puede elaborarse la tabla de consulta relevante y el sensor puede funcionar apropiadamente.

30 Las temperaturas de Curie de la aleación de microhilos de esta forma de realización puede cuantificarse antes o después de que las aleaciones se hayan procesado para dar microhilos. De esta manera, puede calibrarse el sensor de microhilo completo para la detección de temperatura. Para un intervalo de temperatura dado que va a medirse, cuando mayor sea el número de microhilos cuyas temperaturas de Curie se cuantifiquen y estén espaciadas casi por igual dentro del intervalo de temperatura, más alta será la resolución del sensor de microhilo de temperatura. Preferentemente, los sensores de temperatura según esta forma de realización presentan por lo menos 20 microhilos de detección de temperatura, teniendo cada uno temperaturas de Curie más altas secuencialmente, con microhilos primero a N-ésimo y con no más de un aumento de 5°C entre microhilos sucesivos.

40 En casos en los que un determinado microhilo de detección de temperatura no desaparece en secuencia apropiada con los otros microhilos (debido a una mala lectura por parte del lector/detector, una falta de contacto térmico con los otros, u otro motivo), la falta de una valor de una tabla de consulta aceptable provoca preferentemente que el algoritmo de lector/detector de dispositivo 46 intente una relectura del sensor 26. Si relecturas continuas muestran los mismos datos de temperatura anómalos, el algoritmo de lector/detector puede descartar los datos de temperatura, utilizar la última temperatura medida (o la última temperatura medida más una temperatura delta que se basa en un cálculo que implica la última tasa medida de cambio de temperatura e el intervalo de tiempo de lectura), y luego intentarlo de nuevo en el siguiente intervalo de lectura programado. Preferentemente, se toman las medidas para garantizar que todos los microhilos entran en buen contacto térmico entre sí y el objeto 44 cuya temperatura va a medirse. Una medida de este tipo es unir todos los microhilos a un sustrato térmicamente conductor delgado. Otra medida es emplear materiales de enclavamiento o encapsulado térmicamente conductores tal como se describe a continuación en la presente memoria.

55 Se conoce que pueden detectarse hasta 40 microhilos dentro de un periodo, y por consiguiente un sensor de temperatura de elemento magnético de esta forma de realización puede contener muchos más de cuatro microhilos de detección de temperatura 20 y muchos más de un (sin contar el bit de parada) elemento de datos. Pueden realizarse elementos de datos, especialmente si cada uno está codificado con datos de bits múltiples, para almacenar información de correlación (tal como constantes de relación lineales o no lineales) que pueden permitir que el algoritmo de detector decodifique el "valor numérico especial" (bits de temperatura) a su valor de temperatura asociado. Esto es particularmente valioso cuando no se utiliza un procedimiento de tabla de consulta. Por tanto, el sensor de temperatura de elemento magnético 26 puede almacenar, en sus elementos de datos, datos tales como un código de ID permanente o un código de "clase de objeto". Esta habilidad de almacenar un código de "clase de objeto" permite que un solo algoritmo de lector/detector lea varios tipos diferentes de sensores de temperatura de microhilo, cada uno con su propia única tabla de consulta, y decodificar aun así la temperatura correcta.

Se apreciará que puede emplearse un número de diferentes estrategias de codificación/decodificación en el sensor 26 y el dispositivo 46 sin apartarse del alcance de la presente invención, siempre y cuando cada microhilo de detección de temperatura esté diseñado para perder sus propiedades de impulso de reimantación bajo la influencia del campo magnético alternante generado por el dispositivo 46 por encima de su temperatura de Curie.

Una opción será la utilización de elemento de campo de polarización 41, que sirve para diferenciar la amplitud del campo magnético externo generada por el dispositivo 46 que debe superar la fuerza coercitiva para la reimantación de cada microhilo, debido a su diferente proximidad a cada microhilo individual 28-34 y 38-40. Esto lleva a una diferencia de fase en los picos de reimantación detectados por el detector 46, facilitando por tanto la diferenciación de los seis microhilos individuales. Otras variaciones incluirán sin limitación medios para determinar una bit de parada o "delineación" entre elementos de detección de temperatura y elementos de datos, que codifican y decodifican datos no de temperatura, y longitudes diferentes para algunos o todos los microhilos para alterar las respuestas magnéticas de los mismos. Adicionalmente, cambios en propiedades magnéticas a temperaturas cercanas a las temperaturas de Curie de los microhilos de detección de temperatura individuales pueden alterar pero no eliminar por completo los impulsos de reimantación que pueden detectarse de los mismos. Dichos impulsos de reimantación alterados, que tienen comportamientos predecibles a lo largo de intervalos de temperatura específicos por debajo de las temperaturas de Curie pueden utilizarse también para decodificar información de temperatura. Esto puede permitir que cada microhilo de detección de temperatura detecte de manera precisa más de una temperatura, por ejemplo, desde un intervalo pequeño por debajo de la temperatura de Curie hasta la temperatura de Curie.

Segunda forma de realización: Microhilos con cubiertas ferromagnética para la detección de temperatura

Esta segunda realización comprende un sensor de temperatura de elemento magnético 64 que presenta una pluralidad de microhilos de detección de temperatura compuestos 66 que incluye cada uno un microhilo magnéticamente susceptible del tipo de la técnica anterior descrito anteriormente que presenta una reducción no intencional de su temperatura de Curie, de tal manera que retendrá su discontinuidad de Barkhausen grande y otras propiedades magnéticas tal como se representa en la figura 2 durante todo el intervalo de funcionamiento del sensor 64. Esta estructura de microhilo incluye además una estructura 68 tubular circundante. La segunda forma de realización global incluye además un detector de temperatura de microhilo similar al detector 46 que tiene almacenado en el mismo el/los algoritmo(s) que puede(n) decodificar la información de temperatura derivada de la interrogación del sensor 64.

En particular, cada uno de los microhilos compuestos 66 presenta una aleación 70 más interna rodeada por un revestimiento de vidrio intermedio 72, de tal manera que estas partes internas de los microhilos compuestos 66 son conceptualmente idénticas a los microhilos 20 de la técnica anterior descritos previamente. Adicionalmente, la estructura 68 de los microhilos 66 incluye una cubierta tubular 74 de metal ferromagnético o material de ferrita (tal como NiZn o MnZn) que rodea el revestimiento 72, y un revestimiento de vidrio más externo opcional 76 que rodea la cubierta tubular 74. La cubierta 74 presenta una temperatura de Curie elegida cuidadosamente de modo que la aleación interna de microhilo individual 70 producirá sus perturbaciones características (y por tanto impulsos de voltaje de reimantación en el detector) solamente cuando el microhilo se coloca en el campo magnético alternante generado por el detector, y entonces solamente por encima de la temperatura de Curie (o por encima de alguna temperatura cercana a la temperatura de Curie) de la cubierta ferromagnética 74. Por tanto, cuando el microhilo compuesto 66 experimenta una temperatura por debajo de la temperatura de Curie de la cubierta ferromagnética 74 (o por debajo de alguna temperatura cercana a su temperatura de Curie), la cubierta 74 es ferromagnética, alterando por tanto el impulso característico del microhilo 66. Esto puede impedir la reimantación del microhilo compuesto 66 debido a una saturación magnética provocada por la cubierta 74, o puede permitir la reimantación resultante sea una señal polarizada o "alterada" con respecto al microhilo compuesto 66. Por ejemplo, el impulso de reimantación puede estar desfasado en fase de su ubicación por encima de la temperatura de Curie de cubierta, o el efecto de polarización de la cubierta puede permitir las respuestas de reimantación alteradas por debajo y por encima de una pluralidad de temperaturas de consigna diferentes.

Cuando el microhilo compuesto 66 experimenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie de la cubierta 74, la cubierta se vuelve paramagnética y por tanto no presenta ningún efecto sobre el impulso característico de la aleación 70. Por tanto, por encima de las temperaturas individuales de Curie de la cubiertas 74 (o por encima de algunas temperaturas cercanas a estas temperaturas de Curie), los microhilos compuestos 66 actúan normalmente (es decir, provocan que el detector 46 detecte un impulso de voltaje tal como se espera en fase, amplitud o similar, tal como se registra en una tabla de consulta o por medio de algún otro algoritmo de decodificación). Sin embargo, cuando los microhilos compuestos 66 experimentan temperaturas por debajo de las temperaturas de Curie individuales de sus cubiertas 74, no pueden detectarse por el detector, o pueden detectarse pero presentan sus propiedades magnéticas alteradas, especialmente en relación con impulsos característicos detectados por encima de temperaturas de las temperaturas de Curie de su cubiertas 74. Dichas propiedades magnéticas alteradas no encajarán con los parámetros de la tabla de consulta u otro algoritmo de decodificación, tal como relación de fase con una corriente alterna del generador 48 de frecuencia, o duración de impulso.

Si el material que compone la cubierta tubular 74 es un metal ferromagnético, la cubierta 74 puede ser solamente unas micras de gruesa o tan gruesa como se requiera para la saturación para la aleación 70 interna de microhilo, y para la capacidad de fabricación. Un procedimiento para formar la cubierta ferromagnética 74 se describe en la patente US n.º 7.011.911 titulada "Amorphous Microwire and Methods for Manufacture Thereof". Otros procedimientos incluyen proyección por llama o pulverización. Cuando se utilizan estos procedimientos para crear la cubierta 74, no es necesario que haya un revestimiento más externo 76. Puede emplearse también un procedimiento Taylor modificado, en el que un tubo de vidrio interior y un tubo de vidrio exterior estén alineados de manera coaxial y telescópica de tal manera que el tubo de vidrio interior resida dentro de las paredes del tubo de vidrio exterior. La aleación 70 está en el interior del tubo de vidrio central en forma de lingote (forma de varilla) o de metal constituyente, mientras que el material que compone la cubierta tubular 74 está situado entre los tubos de vidrio encajados entre sí. Este material de cubierta puede estar en forma de lingote (posiblemente varias varillas) o de metal constituyente. Las aleaciones se calientan para fundirse por inducción magnética u otros medios adecuados y el metal y el vidrio fundidos resultantes se estiran rápidamente para formar un microhilo compuesto 66.

En la técnica se conocen técnicas para ajustar las temperaturas de Curie de aleaciones ferromagnéticas mediante la adición de elementos traza de metales específicos. Por tanto, puede utilizarse cualquier número de aleaciones para componer las cubiertas tubulares 74. La figura 9 ilustra que pequeñas adiciones de determinados metales (en este caso, cobre) a elementos de metal ferromagnético (en este caso, níquel) para formar unas aleaciones reales pueden alterar la temperatura de Curie de las aleaciones ferromagnéticas resultantes de manera predecible. Asimismo, adiciones de pequeñas cantidades de cromo a hierro producen aleaciones cuyas temperaturas de Curie son predecibles. Véase la patente US n.º 5.954.984 para una discusión sobre la modificación de la temperatura de Curie del níquel con cobre y aluminio.

Las temperaturas de Curie (o temperaturas de regulación cercanas a sus temperaturas de Curie) de las aleaciones o materiales de ferrita utilizados en la fabricación de las cubiertas tubulares 74 pueden cuantificarse antes o después de que las aleaciones o materiales de ferrita se hayan procesado para dar cubiertas tubulares 74. Por tanto, el detector de temperatura de elemento magnético 46 puede calibrarse fácilmente para la detección de temperatura. Al igual que antes, para un intervalo de temperatura dado que va a medirse, cuantos más microhilos de detección de temperatura compuestos 66 cuyas temperaturas de Curie de cubierta se cuantifiquen y estén espaciadas casi por igual dentro del intervalo de temperatura, más alta será la resolución del sensor de temperatura. Se prefiere presentar por lo menos 20 microhilos de detección de temperatura compuestos 66, que tienen cada uno una temperatura de Curie de cubierta secuencialmente más alta, como máximo 5°C por encima de la siguiente cubierta de orden más bajo. Naturalmente, si la cubierta 74 altera el impulso de reimpantación del microhilo 66 a lo largo de un intervalo de temperaturas cercano a la temperatura de Curie de la cubierta 74 (es decir, por ejemplo, desplazando de manera que puede detectarse la fase del impulso de reimpantación), es posible que el detector puede detectar y decodificar múltiples temperaturas para cada microhilo 66 dentro de un intervalo determinado, requiriendo por tanto menos microhilos 66 para permitir que un sensor mida de manera precisa temperaturas en un intervalo amplio.

Si el material que compone las cubiertas tubulares 74 es una ferrita o alguna mezcla de materiales con ferrita, entonces la cubierta puede adherirse o bien a la capa de vidrio 72, a un cordón cilíndrico independiente, u otro objeto cilíndrico de ferrita sinterizado con un agujero central de tal manera que la aleación 70 y el vidrio 72 circundante pueden colocarse en la misma. Alternativamente, la cubierta tubular 74 puede estar formada como parte de la capa de vidrio 72 utilizando un material de ferrita-vidrio para la capa 72 en lugar de vidrio puro. La patente US n.º 6.909.395 titulada "Radar Absorbing Coatings" describe un material compuesto de ferrita/vidrio que puede utilizarse para adherirse o bien directamente a un hilo de metal o bien a otra forma de objeto de metal, o puede adherirse a una capa de vidrio puro ya está adherida al metal.

Haciendo referencia ahora a la figura 6, el sensor 64 incluye una pluralidad de microhilos 20 que presentan un conjunto 78 de elementos de datos, y una pluralidad de microhilos de detección de temperatura compuestos 66 que forman un conjunto 80 de los mismos. Los microhilos 20 y los microhilos compuestos 66 están unidos a un sensor o sustrato de etiqueta 82, que es tan delgado y tan térmicamente conductor como sea posible de modo que el sensor 64 puede ser puesto en contacto térmico cercano con un objeto (no mostrado) para propósitos de medición de temperatura.

Los microhilos 20 que componen el conjunto 78 presentan químicas que dan temperaturas de Curie individuales por encima del intervalo de temperatura de funcionamiento planeado habitualmente menor de aproximadamente 400°C para el sensor 64. Los microhilos compuestos 66 dentro del conjunto 80 están preferentemente separados por una distancia 84, de tal manera que la cubierta tubular ferromagnética o de ferrita 74 de cada microhilo compuesto individual 66 no afecta a su microhilo compuesto contiguo una vez que la cubierta tubular 74 del microhilo individual experimenta una temperatura por encima de su temperatura de Curie.

En esta forma de realización simple, se asume que cada elemento de datos del conjunto 78 está codificado por láser a un estado lógico de "1" ó "0." Además, se asume que cada uno de los elementos de datos es de la misma longitud (es decir, 20 mm) excepto los elementos terminales 83 y 86, que son significativamente más largos (es

decir, 40 mm). Esta longitud extra garantiza que los picos de reimpantación detectados a partir de los elementos de datos 83 y 86 son mayores en amplitud que los otros. Finalmente, se asume que el elemento de datos 83 está codificado por láser a un valor lógico de "1" mientras que el elemento de datos 86 está codificado por láser a un valor lógico de "0". Tal como se describió en la primera forma de realización, cada uno de los elementos de
 5 ambos conjuntos 78 y 80 están hechos de modo que el orden de fase detectado coincide con el orden de alineación representado desde arriba (microhilo 83) hasta abajo (microhilo compuesto 88), presentando el último la temperatura de Curie de cubierta más alta entre los microhilos compuestos del conjunto 80. En tal caso, el detector 46 asigna el primer impulso detectado (en relación de fase) con la amplitud más alta con un nivel lógico de "1" como el bit de inicio (representado en este caso como microhilo 83) y el último microhilo de datos
 10 detectado 86 con la amplitud más alta y con un nivel lógico de "0" como el bit de parada. Todos los microhilos de datos entre los bits de inicio y de parada 83 y 86 se detectan por el detector/lector de temperatura del microhilo como bits de datos. Los microhilos de datos de intervención pueden utilizarse, tal como se describió en la primera forma de realización, para una variedad de funciones tales como número de identificación de etiqueta y código de "clase de objeto".

Con el fin de decodificar la información de temperatura del sensor 64, se asume que hay "N" microhilos compuestos del conjunto 80 que presentan cubierta ferromagnéticas 74 de tal manera que todas las cubiertas respectivas 74 presentan temperaturas de Curie que se exceden (o presentan temperaturas de regulación "cercanas" a las temperaturas de Curie) durante el intervalo de funcionamiento normal del sensor 64. El bit
 20 menos significativo de estos N microhilos compuestos 66, detectados en relación de fase justo después del bit de parada 86, y en una relación de fase especificada del bit de parada 86, se considera el "primer" microhilo compuesto 89. Por tanto, el primer microhilo compuesto 89 comenzará a producir su perturbación de impulso corto normal solamente a temperaturas por encima de la temperatura de Curie de su cubierta 74, y por tanto el detector 46 detectará solamente entonces su impulso de voltaje (bit). El primer microhilo compuesto 89 no producirá su perturbación de impulso corto normal por debajo de la temperatura de Curie de su cubierta 74, y por tanto su bit o bien faltará de los bits detectados por el detector 46, o bien su impulso se alterará tanto como para poder detectarse claramente por el detector 46 como un microhilo "alterado".

Un "segundo" microhilo compuesto 90 en relación de fase del bit de parada 86 (el siguiente bit menos significativo) presenta una cubierta ferromagnética 74 de temperatura de Curie ligeramente más alta que la del primer microhilo compuesto 89. El bit de microhilo compuesto 90 no se leerá por el detector 46 o su señal de voltaje se detectará como "alterada" a temperaturas por debajo de esta temperatura de Curie de cubierta más alta (o temperatura más alta cercana a la temperatura de Curie de la cubierta), pero aparecerá como esperada en fase y duración a una temperatura más alta que la del primer microhilo compuesto 89.

Por tanto, si el sensor 64 está sometido a una temperatura por debajo de la de las temperaturas de Curie (o temperaturas designadas por debajo de las temperaturas de Curie) de los microhilos compuestos tanto primero como segundo 89 y 90, no se detectarán microhilos compuestos por parte del detector 46 (asumiendo que todos microhilos compuestos de orden más alto posteriores en el conjunto 80 presentan cubiertas 74 con una temperatura de Curie más alta). Si el sensor 64 está sometido a una temperatura por encima de la temperatura de Curie de la cubierta (o temperatura relacionada) del primer microhilo compuesto 89 pero por debajo de la temperatura de Curie de la cubierta (o temperatura relacionada) del segundo microhilo compuesto 90, el primer bit se leerá por el detector 46 pero el segundo bit o bien todavía no se leerá por el detector 46 o bien presentará una señal "alterada" como leída por el detector. Finalmente, si el sensor 64 está sometido a una temperatura más alta que la temperatura de Curie de la cubierta (o temperatura relacionada) de los microhilos compuestos tanto primero como segundo 89 y 90, los microhilos compuestos tanto primero como segundo se leerán por el detector 46.

El detector 46 contiene un algoritmo de decodificación que reconoce la aparición del primer bit de temperatura del primer microhilo compuesto 89, pero la carencia (o la alteración) del segundo bit de temperatura del segundo microhilo compuesto 90, y por tanto señala por medio del visualizador 56, que la temperatura de sensor está en algún punto entre la primera temperatura de Curie de la cubierta y la segunda temperatura de Curie de la cubierta. Por tanto, si el sensor 64 se pone en contacto térmico cercano con un objeto cuya temperatura es de interés, entonces, al leer la salida de bit del conjunto de microhilo compuesto del sensor 64, el detector 46
 55 determina la temperatura del objeto dentro del intervalo de temperatura definido por el intervalo entre las temperaturas de Curie de las cubiertas primera y segunda (o entre su temperatura respectiva cercana a sus temperaturas de Curie).

Si se aumenta el número de microhilos compuestos 66 en el sensor 64 presentan temperaturas de Curie de la cubierta conocidas por estar en orden secuencial en aumento a "N" microhilos compuestos, y estas temperaturas de Curie de cubierta se seleccionan para que sean por lo menos algo sistemáticas en sus aumentos una con respecto a otra, el sensor 64 presenta intervalo de temperatura que puede detectarse desde las temperaturas de Curie de la cubierta primera a N-ésima, y presenta una resolución de temperatura definida por el aumento entre temperaturas de Curie de la cubierta secuenciales.

Más generalmente, el detector 46 que decodifica un algoritmo se construye para entender que la aparición de los

bits de temperatura primero al N-1-ésimo generados por los correspondientes microhilos compuestos 66 en su estado de impulso normal, junto con la falta del bit de temperatura N-ésimo correspondiente al microhilo compuesto 66 N-ésimo en su estado de impulso normal, establece que la temperatura de sensor está en algún punto entre la temperatura de Curie de la cubierta N-1-ésima y la temperatura de Curie de la cubierta N-ésima (o entre sus temperaturas respectivas cercanas a las temperaturas de Curie de la cubierta). El algoritmo de detector preferentemente notifica que esta temperatura de sensor es la temperatura intermedia entre las temperaturas de Curie N-1-ésima y N-ésima.

Preferentemente, los patrones de bit de microhilo compuesto aceptables y sus temperaturas de sensor correspondientes se almacenan en una tabla de consulta dentro de la memoria de detector 46. Por tanto, cuando un patrón de bit aceptable se detecta por el detector 46 desde un sensor correlacionado 64, este patrón se compara con la tabla de consulta para encontrar la temperatura de sensor correlacionada.

En casos en los que uno o más microhilos compuestos 66 del conjunto 80 no aparecen en su estado normal en secuencia apropiada con los otros (debido a una mala lectura por parte del detector 46, una falta de contacto térmico con los otros microhilos compuestos, o algún otro motivo), el algoritmo de detector intenta preferentemente una relectura del sensor 64. Si relecturas continuas muestran el mismo patrón de bit anómalo, el algoritmo de detector puede descartar los datos de temperatura, utilizar la última temperatura medida (o la última temperatura medida más una temperatura delta que se basa en un cálculo que implica la última tasa medida de cambio de temperatura y el intervalo de tiempo de lectura), y luego intentarlo de nuevo en el siguiente intervalo de lectura programado.

Tercera forma de realización: Microhilos con elementos de saturación ferromagnética independientes pero adyacentes para la detección de temperatura

La tercera forma de realización es conceptualmente muy similar a la segunda forma de realización y se diferencia en la utilización de saturación de cubierta ferromagnética o la elementos de polarización como entidades independientes que no tienen porque tocar la superficie de los microhilos de detección de temperatura adyacentes, en comparación con las cubiertas 74 de la segunda forma de realización que están unidas o de lo contrario pegadas a la estructura de microhilo central. Haciendo referencia a la figura 7, se ilustra un microhilo de combinación 92 e incluye un microhilo 20 del tipo descrito anteriormente que no presenta reducción intencional de su temperatura de Curie, de tal manera que retendrá su discontinuidad de Barkhausen grande y otras propiedades magnéticas tal como se representa en la figura 2 durante todo el intervalo de funcionamiento del sensor. Asimismo, el microhilo de combinación 92 incluye una cubierta ferromagnética adyacente 94. La cubierta 94 está ubicada lo suficientemente cerca del microhilo asociado 20 para impedir por saturación o polarización magnética la reimpantación del microhilo 20 y una generación posterior de su perturbación característica hasta que el microhilo de combinación 92 experimenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie (o por encima de alguna temperatura cercana a la temperatura de Curie) de la cubierta 94. De nuevo, como en el caso de la segunda forma de realización, la cubierta 94 puede diseñarse de modo que el microhilo asociado 20 exhibirá una serie de diferentes respuestas de reimpantación por debajo de y por encima de temperaturas de consigna diferentes por debajo de la temperatura de Curie de la cubierta, y, si se desea, dichas diferentes respuestas múltiples pueden utilizarse para la detección y determinación de temperatura.

En mayor detalle, la cubierta 94 es preferentemente en forma de lámina rectangular delgada de metal ferromagnético cuyo tamaño no es significativamente más amplio que el del microhilo asociado 20, y cuya superficie plana puede doblarse en forma de media caña (o, en el caso de la ferrita, puede sinterizarse en forma de media caña o alguna otra forma adecuada). La temperatura de Curie del protector 94 se elige cuidadosamente de modo que el microhilo asociado 20 producirá su perturbación de señal (y por tanto un impulso de reimpantación de voltaje) cuando el microhilo de combinación 92 se coloca en un campo magnético alternante del detector 46 y solamente cuando el microhilo de combinación 92 experimenta una temperatura por encima de la temperatura de Curie (o por encima de alguna temperatura fijada cercana a la temperatura de Curie) de la cubierta 94. Solamente es necesario que las cubiertas 94 sean de unas micras de grueso o tan gruesas como sea necesario para la saturación del microhilo asociado 20, y para facilidad de fabricación. Pueden utilizarse los mismos tipos de aleaciones o ferritas descritos en relación con la segunda forma de realización en la fabricación de la cubierta 94. Además, también son adecuadas tintas magnéticas (que utilizan o bien polvo ferromagnético o bien polvo de ferrita) y presentan la ventaja de que son imprimibles en un sustrato de soporte para los microhilos de combinación 92.

Haciendo referencia a la figura 8, se ilustra un sensor de temperatura 96, que es en todos los aspectos idéntico al sensor 64, salvo por la utilización de microhilos de combinación 92 en lugar de los microhilos compuestos 66. Por consiguiente, se utilizan números de referencia iguales a los de la figura 6 en la figura 8 para indicar componentes idénticos, y una designación "a" se ha utilizado para distinguir los microhilos de combinación 92 de los microhilos compuestos 66.

El funcionamiento del sensor 96 es idéntico al del sensor 64, y utiliza un detector similar 46 que presenta algoritmos de decodificación apropiados (preferentemente tablas de consulta) correlacionados con el sensor 96.

Por consiguiente, no es necesaria una descripción detallada de este funcionamiento.

Las tres formas de realización descritas anteriormente, y en efecto otras formas de realización dentro del alcance de la presente invención, pueden variarse en un número de aspectos diferentes. Por ejemplo, la figura 4A representa una disposición alternativa ventajosa para algunas aplicaciones de producto. Específicamente, en la figura 4A se proporciona un sensor 26a en el que el elemento de datos de microhilo 40 está unido a un primer objeto 44a, mientras que el microhilo de datos restante 38 y los microhilos de detección de temperatura 28-34, y el elemento de polarización opcional 41, están unidos a un segundo objeto 44b. La lógica de bit del sensor 26a es idéntica a la del sensor 26, lo que significa que, aunque los componentes del sensor 26a están separados en los objetos 44a y 44b, el sensor global 26a funcionará solamente cuando todos los componentes de sensor estén dentro del campo magnético alternante generado por el detector 46. Si no se da esta condición, entonces no puede producirse una lectura exitosa utilizando el detector 46. Esta construcción puede utilizarse, por ejemplo, para controlar el calentamiento de un objeto de dos partes mediante un calentador solamente si el detector del calentador detecta ambas partes del sensor (y por tanto ambos objetos 44a y 44b), y para impedir de manera correspondiente cualquier calentamiento a menos que ambas partes del sensor estén presentes y dentro del campo magnético del detector 46. En tal caso, el control de calentador se acoplará normalmente con la unidad de procesamiento de señal 54 del detector 46.

Naturalmente, este mismo concepto de diseño puede utilizarse cuando están presentes más de dos objetos. Adicionalmente, pueden utilizarse procedimientos de codificación de datos más sofisticados tales como aquellos descritos anteriormente para correlacionar una o más piezas del sensor global 26a con piezas coincidentes del mismo. Dichos procedimientos pueden incluir codificar por láser el primer elemento de datos 40 con un código de múltiples bits coincidente para bit de datos de parada 38.

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

Los microhilos que forman parte de los sensores 64 y 96, al igual que en el caso de los microhilos 20 del sensor 26, pueden unirse a un objeto 44 o un sustrato térmicamente conductor tal como el sustrato 82 utilizando un adhesivo apropiado. En otra alternativa, los microhilos 20, microhilos compuestos 66 y/o microhilos de combinación 92 pueden envolverse en un material térmicamente conductor no ferromagnético muy delgado tal como un material de polímero relleno de grafito que puede moldearse por compresión o inyección, tal como uno dentro de la familia de materiales vendidos por SGL Carbon con la designación RIDURID®. Otros materiales de alta temperatura útiles incluyen materiales de encapsulado cerámicos vendidos por Aremco con la designación Ceramcast 510, u otros polímeros de alta temperatura flexibles. Con la utilización de dichos materiales, el grosor y la masa térmica global del material de envuelto debe mantenerse al mínimo para minimizar la inercia térmica entre el objeto cuya temperatura va a monitorizarse y los materiales de aleación de núcleo de los microhilos.

Adicionalmente, los microhilos de las formas de realización descritas pueden trenzarse para formar un hilo o tejerse para formar la estructura de un objeto cuya temperatura va a monitorizarse si es lo apropiado. Por ejemplo, los microhilos pueden tejerse para formar una tela de tejido de carbono, siempre y cuando pueda mantenerse un buen contacto térmico y se utilicen medios de la técnica adecuados para distinguir cada elemento de cambio de temperatura uno de otro y de cada uno de los elementos de datos identificados de manera distinta (para incluir un bit de parada).

Sistema de realimentación de bucle cerrado para dispositivos de calentamiento

Los sensores de temperatura de elemento magnético y los detectores asociados de esta invención pueden usarse fácilmente en lugar de la etiqueta RFID y el lector/detector RFID asociado, respectivamente, en los sistemas de calentamiento por inducción de regulación de temperatura de bucle cerrado descritos en las patentes US n.ºs 6.320.169 y 6.953.919. Por tanto, puede lograrse una variedad de aplicaciones de calentamiento con un sistema de calentamiento por inducción de tecnología de elemento magnético de regulación de temperatura que es similar a los sistemas RFID anteriores pero con los componentes RFID sustituidos por los componentes de sensor y detector presentes. Por ejemplo, una placa inteligente tal como se describe en la patente US n.º 6.953.919, un sistema de dispensación térmica tal como se describe en la patente US n.º 6.822.204, un sistema de entrega de alimentos tal como se describe en las patentes US n.ºs 6.504.135, 6.444.961, 6.274.856, y 6.232.585, y diversos dispositivos de calentamiento tales como tazas, cuencos, bandejas refractarias, platos, calzado de esquí y otros artículos descritos en la patente US n.º 5.954.984 pueden modificarse según la presente invención. Además, los mismos componentes (sensor y detector) pueden integrarse en otros tipos de sistemas de calentamiento de bucle cerrado que no se basan en inducción, tal como sistemas de calentamiento por infrarrojos, halógenos y resistivos de temperatura controlada de bucle cerrado.

Haciendo referencia a la figura 11, un sistema de calentamiento por inducción de bucle cerrado 98 incluye un detector de microhilo 46 (véase la figura 10) incorporado en un dispositivo de calentamiento por inducción 100 en

lugar de un lector/detector RFID. El dispositivo 100 incluye un microprocesador de control 102 acoplado funcionalmente con el detector 46, un inversor 104 de estado sólido, y un rectificador 106, así como una bobina de trabajo por inducción 108 acoplada al inversor 104. Una fuente de energía de CA 109 y un sensor de corriente 109a están acoplados funcionalmente con el rectificador 106. El generador de campo y las bobinas de recepción 50 y 52 están integrados en un componente de sensor 110 situado debajo de un elemento de soporte 112.

El sistema 98 está diseñado para controlar la temperatura de un disco 114 de calentamiento de grafito tal como se describe en la patente US n.º 6.657.170 que presenta uno o más sensores de microhilo encastrados 116 de la presente invención. El disco 114 presenta capas de grafito 118 por encima de y debajo del sensor 116 tal como se muestra. Naturalmente, puede controlarse cualquier otro objeto que puede calentarse por inducción en lugar del disco 114, tal como un utensilio de cocina de múltiples capas (cacerola u olla, por ejemplo) que presenta uno o más sensores encastrados 116 en el mismo. La realimentación de información de temperatura desde el/los sensor(es) 116 se detecta mediante el detector 46 y esta información puede utilizarse para controlar el calentamiento por inducción del disco 114 por medio de un microprocesador de control 102. Si se desea, los detectores y sensores de microhilo de la invención pueden utilizarse para controlar otros tipos de dispositivos de calentamiento tales como calentadores halógenos o resistivos, hornos microondas, o placas eléctricas o de gas tal como se describió anteriormente con respecto a otras formas de realización de la invención.

Pegatina de sensor de temperatura

En otro aspecto de la invención ilustrado en las figuras 12-22, un sensor de temperatura similar a los descritos anteriormente se incorpora en una "pegatina" 120 con parte trasera adhesiva que puede adherirse rápida y fácilmente a una pieza de vajilla existente 121 tal como un plato, fuente, olla, cacerola, cuenco, bandeja, vaso, etc. Una vez que se adhiere una pegatina de sensor de temperatura de este tipo a una pieza de vajilla, la vajilla puede colocarse en o cerca de un calentador por inducción, un conjunto de lámpara térmica, una unidad de calentamiento por vapor de agua, un horno microondas, u una unidad de calentamiento de otro tipo equipada con un detector de respuesta de reimpantación o un detector de otro tipo. El detector interroga al sensor de temperatura para detectar la presencia de la vajilla, el tipo de objeto de servicio, y los datos de temperatura para la vajilla. Un controlador acoplado con el detector y la unidad de calentamiento recibe señales del detector que son indicativas de la temperatura, o el intervalo de temperatura, de la vajilla y que se utilizan para controlar el funcionamiento cíclico u otro parámetro de funcionamiento de la unidad de calentamiento. Por tanto, la temperatura de la vajilla puede monitorizarse continua o periódicamente, y la unidad de calentamiento puede controlarse para calentar la vajilla a un intervalo de temperatura deseado y para mantenerla dentro del intervalo de temperatura.

Haciendo referencia a las figuras 12 a 15, puede formarse una forma de realización de una pegatina 120 de sensor de temperatura adhiriendo un sensor de microhilo 122 o una pluralidad de dichos sensores de microhilo a un sustrato 124 con un adhesivo 126 y luego cubrir la cara expuesta del adhesivo con una capa desprendible 128. Cuando se retira la capa desprendible, la pegatina de sensor de temperatura puede adherirse a una pieza de vajilla 121 de modo que la vajilla (y los alimentos colocados en la misma) puede monitorizarse y calentarse tal como se describió anteriormente.

En mayor detalle, el sensor de microhilo 122 es preferentemente un sensor de microhilo magnético amorfo revestido de vidrio tal como se describió anteriormente. El sensor de temperatura 120 puede incluir solamente un sensor de microhilo 122 tal como se muestra o puede incluir varios. Cada sensor de microhilo 122 comprende preferentemente una pluralidad de microhilos paralelos 130 tal como se muestra de la mejor manera en la figura 14. El número de microhilos en cada sensor de microhilo 122 depende del intervalo de funcionamiento deseado del sensor de temperatura 120 así como del número de bits de almacenamiento de datos requerido. Los microhilos individuales 130 son preferentemente de diámetro pequeño, aproximadamente de 25 - 35 micras, y entre 10 y 40 mm de longitud. Esto permite que el sensor de temperatura global 120 sea relativamente delgado y de diámetro pequeño tal como se comenta a continuación.

Los microhilos 130 que componen el sensor de microhilo 122 pueden almacenar información o datos relacionados a la vajilla a la que está unido el sensor de temperatura 120. Por ejemplo, los microhilos pueden almacenar datos que indican el tipo y el tamaño de la vajilla, las propiedades de calentamiento para la vajilla (por ejemplo, su masa y conductividad térmica), el tipo de alimentos colocados normalmente sobre la vajilla, y una temperatura deseada o un intervalo de temperatura para la vajilla. Cada sensor de temperatura 120 puede almacenar datos únicos para la vajilla particular a la que está unido de modo que cada pieza de vajilla (y alimentos sobre la misma) pueden calentarse apropiadamente.

El sustrato 124 mantiene unida la totalidad del sensor de temperatura 120 y proporciona a los microhilos individuales 130 una estructura semirrígida con la que alinearse cuando se ensamble el sensor de temperatura 120. El sustrato 124 también permite que el sensor de temperatura 120 se maneje, se oriente y se coloque fácilmente en la vajilla 121. El sustrato 124 es preferentemente circular con un diámetro de aproximadamente 20 mm y un grosor de 0,005 pulgadas, pero puede estar formado en otras formas y tamaños sin apartarse del alcance de la presente invención. El sustrato 124 puede estar formado de cualquier material adecuado pero está

formado preferentemente de un material de película de polímero tal como PET, polietileno, polipropileno, etc., o de celulosa, papel, u otro material de tipo de pulpa.

5 El sustrato 124 puede permanecer de manera permanente en la vajilla 121 o puede elegirse de un material que se disuelva en agua. Si el sustrato 124 está diseñado para permanecer en la vajilla 121, está compuesto preferentemente de una película translúcida con una temperatura de utilización continua mayor que la de la vajilla a la que está unido. Para un sustrato soluble, el sustrato puede estar formado de un material similar al de etiquetas DissolvX™ de Paxar. Dichas etiquetas se desintegran simplemente en un lavavajillas a cualquier temperatura en unos segundos. Varias otras empresas tales como Spectrim Label and Equipment, Inc. también venden etiquetas solubles que son adecuadas para el sustrato.

15 El adhesivo 126 sirve a diferentes propósitos. En primer lugar, sujeta los microhilos 130 que forman el sensor de microhilo 122 al sustrato 124 en una orientación apropiada. En segundo lugar, permite que la pegatina de sensor de temperatura completa 120 se pegue de manera permanente a una pieza de vajilla 121 cuando se retira la capa desprendible 128. El tipo de adhesivo utilizado preferentemente presenta las siguientes propiedades: 1) debe unir firmemente los microhilos 130 a la vajilla, 2) debe perdurar mucho tiempo en el entorno de utilización de la vajilla (es decir ser resistente a los disolventes de limpieza utilizados, poder funcionar a la temperatura de utilización de la vajilla, etc.), y 3) debe curarse fácilmente en un tiempo mínimo.

20 En una forma de realización del sensor de temperatura 120, el adhesivo 126 se cura en unos segundos mediante una fuente de luz ultravioleta, y el sustrato 124 se disuelve la primera vez que se lava la vajilla 121 en agua. Puede utilizarse casi cualquier adhesivo, un ejemplo del cual se selecciona de la familia DYMAX OP Series de adhesivos de conjunto óptico curable por luz ultravioleta (UV) de una empresa llamada DYMAX. Estos adhesivos son adhesivos de conjunto ópticos curables por UV de alto rendimiento, baja tensión, alta resistencia y ópticamente claros que se curan en unos segundos tras la exposición a luz UV. Resinas de curación por UV de DYMAX OP Series son resinas de contracción baja, desgasificación baja y de componente único que presentan una capacidad de llenado de hueco a ¼ de pulgada o más, así como una vida útil de almacenamiento a temperatura ambiente larga. Son ideales para aplicaciones tales como la unión de componentes cerámicos, de vidrio, cuarzo, metal y plástico a vidrio. La capa desprendible 128 puede estar formada de cualquier material adecuado tal como una película seleccionada de o bien la familia Dupont® Tedlar® de películas de fluoruro de polivinilo o el fluoropolímero de 3M, 2,9 Mil Medical Release Liner 9956.

35 Haciendo referencia a la figura 15, no es necesario que el grosor del adhesivo 126 entre el sustrato 124 y la capa desprendible 128 de mucho más que el diámetro de los microhilos individuales 130. Por ejemplo, el grosor de la capa de adhesivo 126 puede ser e aproximadamente 30 - 50 micras cuando se utiliza con microhilos 130 que son de aproximadamente 30 micras de diámetro. El grosor de la película desprendible es de aproximadamente 0,003 pulgadas. El grosor global del sensor de temperatura 120 (con la capa desprendible unida) es preferentemente de aproximadamente 0,01 pulgadas, pero puede ser de entre 0,005 y 0,03 pulgadas.

40 El sensor de temperatura 120 puede ensamblarse a máquina utilizando medios ampliamente conocidos en la técnica para recoger y colocar hilos en sustratos de capa adhesivos. Muchos sensores de temperatura están hechos ventajosamente en una lámina de sustrato grande con un cinta desprendible grande y luego los sensores de temperatura individuales se troquelan de la lámina grande.

45 Una vez ensamblados, los sensores de temperatura 120 pueden pegarse rápida y fácilmente a cualquier tipo de vajilla. La figura 12 muestra un plato 121 de comida con un sensor de temperatura 120 pegado a la parte inferior del palto dentro del pie 123 del plato o borde inferior. El plato de comida se muestra sólo como ejemplo, ya que el sensor de temperatura 120 puede pegarse a cualquier tipo de vajilla.

50 Antes de unir el sensor de temperatura 120, la zona de unión de la vajilla 121 debe limpiarse en primer lugar para retirar aceites u otros contaminantes que pueden impedir la unión del adhesivo. Si la vajilla es un plato de comida o un objeto similar, puede lavarse simplemente en un lavavajillas. Haciendo referencia a las figuras 13 y 14, la capa desprendible 128 se retira entonces para exponer una cara de la capa de adhesivo 126. Entonces, la totalidad del sensor de temperatura 120 se coloca sobre la vajilla con la cara adhesiva expuesta contra la vajilla.

55 Entonces, una lámpara de punto de curado por luz UV tal como la lámpara de punto de curado por luz UV BlueWave® 200 de DYMAX® Corporation puede utilizarse para curar el adhesivo. La guía de luz de la lámpara de curado se concentra sobre el sustrato y tras aproximadamente 5 segundos de exposición, la capa de adhesivo 126 se cura y los microhilos 130 que componen el sensor de microondas 122 se unen de manera permanente al lado inferior del plato 121.

60 Estas etapas pueden repetirse para otros platos o vajilla, luego toda la vajilla puede colocarse en un lavavajillas. Si el sustrato 126 está formado de material soluble, se disolverá en el lavavajillas, dejando atrás sólo los finos microhilos 130 y la fina capa adhesiva 126 tal como se muestra en la figura 12. Los platos u otra vajilla ya están listos para su utilización dentro de un sistema de calentamiento de vajilla descrito anteriormente.

Puede modificarse el procedimiento específico para pegar los sensores de temperatura 120 a la vajilla. Por ejemplo, puede utilizarse un disolvente de limpieza diferente para preparar la zona de aplicación en la vajilla. Cuando se utilizan otros adhesivos distintos a los adhesivos curables por UV, puede utilizarse un curado por calor o un curado por temperatura de aire, en vez del curado por luz UV, o el adhesivo puede no requerir ningún curado. Finalmente, el sustrato 126 puede ser permanente en vez de soluble, por tanto no se requiere etapa de disolución en el procedimiento.

Diversas formas de realización del sistema de calentamiento de vajilla

Una vez que los sensores de temperatura 120 se ensamblan y se adhieren a la vajilla, una o más piezas de la vajilla con alimentos sobre las mismas pueden mantenerse calientes mediante un sistema de calentamiento de vajilla descrito anteriormente. Cada forma de realización del sistema de calentamiento de vajilla comprende una unidad de calentamiento de algún tipo cuya salida de energía esté controlada, por lo menos en parte, por información leída a partir del sensor de temperatura 120 en una pieza de vajilla. El sistema de calentamiento de vajilla emplea un procedimiento de control de bucle cerrado de realimentación de temperatura descrito en mayor detalle a continuación. Aunque puede mostrarse una pieza específica de vajilla como la vajilla preferida para cada forma de realización a continuación, las formas de realización pueden utilizar diversos tamaños, formas, o tipos de vajilla, siempre y cuando la vajilla esté equipada con un sensor de temperatura 120.

Calentador halógeno de superficie plana equipada con un Lector/detector de microhilo para realimentación de temperatura de bucle cerrado

La figura 16 ilustra un sistema de calentamiento de vajilla 132 que comprende un calentador halógeno de superficie plana 134 tal como el comercializado por Deni o tal como la placa calentadora halógena eléctrica de Aroma PHP-323, en comunicación electrónica con un lector/detector de microhilo 136 cuya antena 138 está en comunicación con un sensor de temperatura 120 en una pieza de vajilla 121. El calentador halógeno 134 incluye un conjunto de circuitos de suministro y control de energía 140, un microprocesador de control de calentador halógeno 142, una lámpara halógena de tipo de anillo interna 144, una lámpara halógena de tipo de anillo externa 146, una guía 148 de luz reflectora, y una parte 150 superior de superficie plana en la que reposa la vajilla 121. El conjunto de circuitos de suministro y control de energía 140 consigue su energía de un suministro 152 de energía de corriente alterna convencional y utiliza después la electricidad para proporcionar energía a las lámparas halógenas interna y externa 144, 146, en las que la cantidad de energía se determina mediante el microprocesador de control 142 y se ve afectada por el control de conmutación/reóstato dentro del conjunto de circuitos de control 140.

Las lámparas halógenas 144, 146 pueden atenuarse o apagarse completamente con un tiempo de reacción muy rápido después de que las órdenes del microprocesador 142 se hayan ejecutado por el control de conmutación/reóstato dentro del conjunto de circuitos de control 140. Dado que la masa térmica de la parte 150 superior es pequeña, y la mayoría de platos y muchos otros tipos de vajilla presentan un borde 123 elevado o un pie que impide que la mayor parte de la vajilla toque la parte 150 superior, la transferencia de energía térmica entre el calentador halógeno 134 y la vajilla 121 es esencialmente toda por medio de radiación. Por tanto, dado que el microprocesador 142 ajusta de manera casi instantánea la salida de energía de las lámparas halógenas, la regulación de temperatura de la vajilla 121 en la parte 150 superior es posible con buena precisión.

Una vez que la unidad halógena de calentador 134 está enchufada y encendida, el lector/detector de microhilo 136 envía un impulso de corriente de baja frecuencia a su antena asociada 138, que entonces produce un impulso de campo magnético de interrogación de baja frecuencia una vez por segundo o en algún otro intervalo. Si no hay vajilla 121 en la parte 150 superior, el microprocesador 142 no permite que el conjunto de circuitos de suministro y control de energía 140 emita energía a las lámparas halógenas 144, 146. Una vez que una pieza de vajilla 121 con un sensor de temperatura 120 está colocada sobre la parte 150 superior, el lector/detector de microhilo 136 detecta la presencia de la vajilla y lee los datos almacenados en el sensor de temperatura 120. Tal como se comentó anteriormente, estos datos pueden indicar el tamaño de la vajilla, las propiedades de calentamiento de la vajilla tal como su masa y su conductividad térmica, el tipo de alimentos que se colocan normalmente sobre la vajilla, una temperatura deseada o un intervalo de temperatura para la vajilla, y cualquier otra información útil. El microprocesador puede entonces utilizar estos datos para controlar la unidad de calentamiento 134. Por ejemplo, el microprocesador 142 puede utilizar la información de tamaño para determinar si es necesario encender la lámpara halógena de tipo de anillo externa 146 (para piezas de vajilla más grandes que necesitan una zona de superficie calentada grande) o si sólo es necesario encender la lámpara halógena de tipo de anillo interna 144. El reflector de luz 148 garantiza que si solamente la lámpara halógena de tipo de anillo interna 144 está encendida, la luz sólo se dirige directamente por encima de la lámpara de anillo interna. Esto conserva el borde exterior de la vajilla relativamente frío (excepto por una conducción mínima desde el centro del plato) de modo que un camarero, una camarera u otra persona puede recoger la vajilla sin quemarse las manos.

Una vez que el microprocesador 142 determina el tamaño de vajilla y el intervalo de temperatura deseado, el lector/detector de microhilo 136 y la antena 138 siguen interrogando al sensor de temperatura 120 una vez por segundo o en cualquier otro intervalo para determinar la temperatura de la vajilla. Esta información de

temperatura se utiliza para determinar cuánta energía aplicar a la(s) lámpara(s) halógena(s) 144 y/o 146. Al cambiar la intensidad de las lámparas 144, 146 o simplemente al hacer funcionar las lámparas en ciclos de encendido y apagado en algún ciclo de servicio variable, basándose en la realimentación de temperatura, se permite que el calentador halógeno 134 regule la temperatura de la vajilla 121 en la temperatura precodificada del sensor de temperatura 120. Cuando la vajilla se retira de la parte 150 superior, el lector/detector de microhilo 136 determina que el sensor de temperatura ya no está presente y por tanto se comunica con el microprocesador 142 del calentador halógeno que corta la corriente a las lámparas halógenas 144, 146.

Sistema de lámpara térmica que emplea un lector/detector de microhilo para la realimentación de temperatura de bucle cerrado

Un procedimiento de calentamiento por radiación habitual utilizado por restaurantes para mantener calientes las raciones de alimentos de porciones individuales es utilizar una o más "lámparas térmicas" que con mayor frecuencia están situadas por encima de una mesa o mostrador sobre el cual se ponen platos de alimentos llenos al tiempo que se espera a que un camarero o una camarera entregue los platos a los clientes. "Lámparas térmicas" tal como se utiliza en la presente memoria pueden incluir emisores de infrarrojos, lámparas halógenas, luces halógenas, bombillas infrarrojas, tubos infrarrojos, o lámparas infrarrojas. Las lámparas térmicas utilizan cantidades relativamente bajas de energía, calientan rápidamente, y son de bajo coste. Los emisores de infrarrojos se diferencian de las lámparas de iluminación normales por su baja temperatura de filamento, dando como resultado mucha menos luz y más radiación infrarroja.

Las lámparas térmicas son a menudo simplemente bombillas halógenas dentro de una caja concentradora metálica, mediante la cual la radiación infrarroja se concentra como un foco hacia abajo sobre platos de alimentos. Las lámparas, bombillas, tubos y otros tipos de emisor producen más del 80% de su calor en forma radiante en el extremo de onda corto del espectro electromagnético. Por consiguiente esta energía se transmite por el aire con poca pérdida, absorbiéndose solamente por los alimentos y el plato sobre los que brilla.

La figura 17 ilustra un sistema de calentamiento de vajilla a modo de ejemplo 154 que utiliza una lámpara térmica 156 tal como la lámpara térmica DL-750-CL vendido por Hatco Corporation. La corriente eléctrica a la lámpara térmica se controla mediante un conjunto de circuitos de suministro y control de energía halógena 158 que a su vez toma sus instrucciones de un microprocesador de control 160. El microprocesador de control 160 se comunica con un lector/detector 162 que está conectado a una antena de transmisión y recepción 164. Un mostrador 166 no ferromagnético delgado o de vidrio soporta la vajilla 121 equipada con un sensor de temperatura 120. La forma de realización de la lámpara térmica del sistema de calentamiento de vajilla funciona sustancialmente igual que la forma de realización del calentador halógeno de superficie plana descrita anteriormente excepto por las diferencias en las tecnologías de calentamiento. Concretamente, la lámpara térmica 156 se hace funcionar en ciclos de encendido y apagado por el microprocesador 160 y conjunto de circuitos de suministro y control de energía 158 por lo menos parcialmente debido a la información leída del sensor de temperatura 120 por el lector/detector 162.

Fuente de alimentos equipada con inducción magnética que emplea un lector/detector de microhilo y que utiliza olla de alimentos que pueden calentarse por inducción para la realimentación de temperatura de bucle cerrado

La figura 18 ilustra una forma de realización de un sistema de calentamiento de vajilla que utiliza un sistema de calentamiento por inducción 168 que incluye bobinas o elementos de inducción 170, un conjunto de circuitos de suministro y control de energía de inducción 172 conectado a una fuente de energía convencional 174, un microprocesador u otra unidad de control 176, y un lector/detector de microhilo 178 y una antena asociada 180. En esta forma de realización, la vajilla es una cazuela 182 que puede colocarse en una fuente de alimentos 184.

Para minimizar costes, se requiere solamente un lector/detector de microhilo 178 y antena asociada 180 por fuente de alimentos 184. Cada olla de alimentos 182 presenta dos sensores de temperatura 120 unidos a los extremos de dimensión pequeña de la olla de alimentos. Por supuesto, los sensores de temperatura 120 pueden unirse a otras partes de la olla 182 siempre y cuando el lector/detector 178 y la antena 180 puedan interrogarlos.

La olla de alimentos 182 puede construirse utilizando un material de cuerpo de olla de polímero tal como polietersulfona o poliimida. Tal como se ilustra en la figura 19, un rejilla 186 resistiva de pista de cobre está unida a la superficie exterior de la olla para formar un circuito continuo cuya trayectoria se define en todos los lados de la olla. En los dos extremos de dimensión pequeña de la olla de alimentos reside la parte de susceptor de la rejilla de circuito resistiva de cobre. Esta parte de susceptor está diseñada para presentar suficiente inductancia para acoplarse magnéticamente de manera adecuada con la bobina de trabajo 170 de la unidad de calentamiento por inducción 168. En cada uno de los lados de la parte de susceptor, cerca del borde inferior de la olla, está unido un sensor de temperatura 120 en varios de las pistas de rejilla resistiva de cobre de modo que se asegura el contacto térmico del sensor de temperatura 120 con por lo menos una pista de cobre. Dado que las pistas de cobre son idénticas en una zona de sección transversal deben calentar en un intervalo idéntico. Por tanto, si la rejilla resistiva se aplica en la superficie de olla con una densidad uniforme, el calentamiento de la olla debe ser uniforme.

El funcionamiento del sistema de fuente de alimentos equipado con inducción magnética es casi idéntico a la realización de la lámpara térmica excepto por las diferencias en tecnologías de calentamiento. Concretamente, la vajilla 182, hecha con la rejilla de calentamiento de circuito completo unida 186 mostrada en la figura 19, se calienta de manera inductiva por la totalidad de su superficie a una temperatura uniforme mediante el calentador por inducción 168, que se controla mediante la información leída del sensor de temperatura 120 unido a la rejilla de calentamiento de la olla por el lector/detector de microhilo 178 en comunicación con el conjunto de circuitos de control 172. El calentamiento se logra induciendo corriente para que fluya a lo largo de la rejilla resistiva 186 acoplado magnéticamente la bobina de trabajo por inducción 170 al extremo de susceptor de la olla de alimentos equipada con sensor de microhilo. Esta corriente inducida fomenta el calentamiento por efecto Joule a lo largo del área de superficie de la olla, que se conduce a su vez a través de la olla a los alimentos en la misma.

Fuente de alimentos al baño de agua equipada con un lector/detector de microhilo para la realimentación de temperatura de bucle cerrado

Un dispositivo normal utilizado por los restaurantes para mantener los alimentos calientes en porciones múltiples es una "mesa de vapor de agua". Una mesa de vapor de agua es una mesa en la que uno o más recipientes de alimentos (habitualmente ollas rectangulares) se conservan calientes mediante agua caliente o vapor de agua que circula por debajo de las ollas dentro de una "fuente de alimentos". La mesa de vapor de agua puede alojar solamente un recipiente de alimentos o puede alojar muchas ollas de alimentos para servicio de estilo bufé. A menudo, la fuente de alimentos presenta un elemento de calentamiento resistivo Calrod dentro del baño de agua que calienta el agua a una alta temperatura, a menudo lo suficientemente alta para convertir el agua en vapor de agua, para mantener caliente la olla de alimentos dentro de la fuente de alimentos, y por tanto los alimentos en la misma. Para sistemas de fuente de alimentos único tales como sistemas calentaplatos de bufé, se utiliza a menudo un bote con material de petróleo para calentar el agua dentro de la fuente de alimentos. Las propias ollas de alimentos están hechas normalmente de o bien acero inoxidable o bien materiales de polímero de alta temperatura tales como polietersulfona o poliimida.

Las figuras 20 y 21 ilustran una forma de realización de mesa de vapor de agua 188 del sistema de calentamiento de vajilla. En esta forma de realización, la vajilla es una olla 190 colocada en un fuente de alimentos de baño de agua normal 192 de tal manera que la olla se calienta en la totalidad de su superficie mediante vapor de agua generado por un elemento Calrod sumergido 194. La energía del elemento Calrod 194 se controla mediante un conjunto de circuitos de suministro y control de energía 196 que a su vez se controla mediante un microprocesador u otra unidad de control 198 por lo menos parcialmente en respuesta a datos leídos de un sensor de temperatura 120 en la olla por un lector/detector 200 y su antena asociada 202.

Para minimizar costes, solamente se requiere un lector/detector de microhilo 200 y una antena asociada 202 por fuente de alimentos 192. Cada olla de alimentos 190 presenta dos sensores de temperatura 120 unidos a los extremos de dimensión pequeña de la olla de alimentos (las ollas son normalmente de forma rectangular), pero los sensores de temperatura pueden colocarse en otra parte siempre y cuando el lector/detector 200 y la antena 202 puedan interrogarlos.

El funcionamiento de la forma de realización de la mesa de vapor de agua 188 es prácticamente idéntica a la forma de realización de lámpara térmica, excepto por las diferencias en tecnologías de calentamiento.

Horno microondas equipado con un lector/detector de microhilo

La figura 22 ilustra una forma de realización de un horno 204 microondas del sistema de calentamiento de vajilla. En esta forma de realización, la vajilla puede ser una fuente 206 de servicio, cuenco, plato, dispositivo para dorar que emplea materiales susceptibles a microondas, o cualquier otro envase de alimentos para microondas. La vajilla de sensor aplicado 206 se coloca en el horno 204 microondas cuya salida de energía de magnetrón 208 se controla mediante un conjunto de circuitos de suministro y control de energía 210 que se controla a su vez mediante un microprocesador u otro dispositivo de control 212 según la información leída del sensor de temperatura 120 por un lector/detector de microhilo 214 y su antena asociada 216. Es importante observar que el alojamiento de microondas interno debe realizarse con chapa metálica no magnética delgada de modo que la antena de microhilo 216 puede colocarse sobre el exterior del alojamiento interno del microondas. La baja frecuencia de transmisión y recepción (de cerca de 100 a 300 Hz) permite que el sensor de temperatura 120 se lea con éxito por la antena de microhilo 216. Es importante también observar que la antena 216 debe tener un diámetro de superficie tan grande como el suelo inferior del microondas para alcanzar el intervalo de lectura máximo así como para garantizar que el usuario puede colocar la vajilla 206 en cualquier ubicación dentro del microondas 204 y aún así conseguir una comunicación entre el sensor de temperatura 120 y la antena 216.

El funcionamiento de esta forma de realización del microondas es prácticamente idéntica al de la forma de realización de la lámpara térmica, excepto por las diferencias en tecnologías de calentamiento. Dado que la mayoría de microondas controlan su energía de salida mediante un ciclo de servicio variable de la energía del magnetrón, es posible sincronizar los periodos de comunicación del lector/detector 214, de la antena 216, y del

sensor de temperatura 120 a los tiempos de interrupción del ciclo de servicio del magnetrón. Esto permite que el lector/detector 214 se comunique con éxito con el sensor de temperatura 120 a pesar de la radiación de microondas dentro del calentador de microhilo.

- 5 Aunque la invención se ha descrito con referencia a la forma de realización preferida ilustrada en las figuras de dibujos adjuntas, se observa que pueden emplearse equivalentes y hacerse sustituciones en la presente memoria sin apartarse del alcance de la invención tal como se describe en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de la temperatura de un objeto (44), comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

5 poner un sensor (26) de temperatura en contacto térmico con el objeto (44),

10 generar un campo magnético alternante en la región del sensor (26) de temperatura, y detectar una respuesta del sensor (26), caracterizado por que el sensor (26) de temperatura comprende una pluralidad de elementos de sensor sensibles a la temperatura y magnéticamente susceptibles (28, 30), cada uno en forma de un hilo metálico o banda delgada amorfo/a alargado/a, presentando cada uno de dichos elementos de sensor (28, 30) una composición diferente y una temperatura de consigna diferente de manera correspondiente con el fin de inducir una respuesta de reimantación sensible a la temperatura diferente de cada uno de dichos elementos de sensor (28, 30), respectivamente; y

15 detectar las respuestas de reimantación de los elementos de sensor (28, 30), y utilizar las respuestas detectadas para determinar la temperatura del objeto, comprendiendo dicha etapa de detección la etapa de determinar cuáles de los elementos de sensor (28, 30) no producen una respuesta bajo la influencia del campo magnético alternante, y concluir que la temperatura del objeto (44) está en algún punto entre la temperatura de consigna del elemento de sensor con la temperatura de consigna más alta que no produce una respuesta, y la temperatura de consigna del elemento de sensor con la temperatura más baja que produce una respuesta.

25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, comprendiendo la etapa de detección las etapas de utilizar una bobina de recepción de campo (52) para detectar las respuestas de reimantación y para generar unas señales de salida correspondientes a las respuestas de reimantación detectadas.

30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, que además incluye la etapa de utilizar una unidad de procesamiento de señal (54) acoplada funcionalmente con la bobina de recepción de campo (52) para recibir las señales de salida y para determinar a partir de las mismas por lo menos la temperatura aproximada del objeto.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, siendo dicho objeto una vajilla (121).

35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, estando el sensor de temperatura (120) configurado para medir la temperatura de los alimentos colocados sobre dicha vajilla (121).

40 6. Sensor (26) de temperatura configurado para ser puesto en contacto térmico con un objeto (44) con el fin de detectar la temperatura del objeto (44), caracterizado por que dicho sensor (26) comprende una pluralidad de elementos de sensor sensibles a la temperatura y magnéticamente susceptibles (28, 30), cada uno en forma de un hilo metálico o banda delgada alargado/a, presentando cada uno de dichos elementos de sensor (28, 30) una composición diferente y una temperatura de consigna diferente de manera correspondiente y pudiendo hacerse funcionar para generar de manera individual una respuesta de reimantación diferente sensible a la temperatura bajo la influencia de un campo magnético alternante aplicado, de tal manera que el sensor (26) esté adaptado para detectar la temperatura del objeto (44) determinando cuáles de los elementos de sensor (28, 30) no producen una respuesta bajo la influencia del campo magnético alternante, y concluyendo que la temperatura del objeto (44) está en algún punto entre la temperatura de consigna del elemento de sensor con la temperatura de consigna más alta que no produce una respuesta, y la temperatura de consigna del elemento de sensor con la temperatura más baja que produce una respuesta.

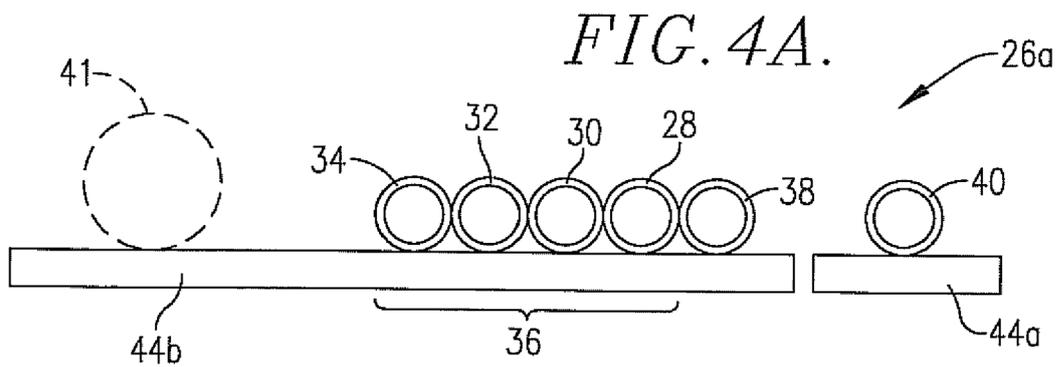
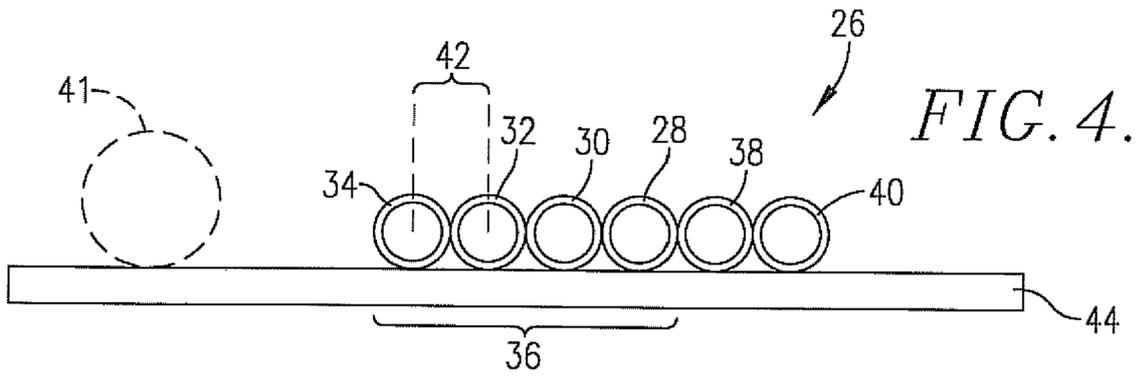
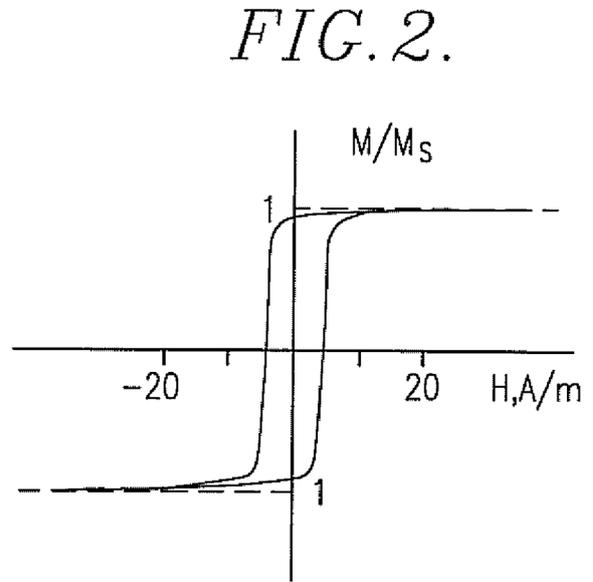
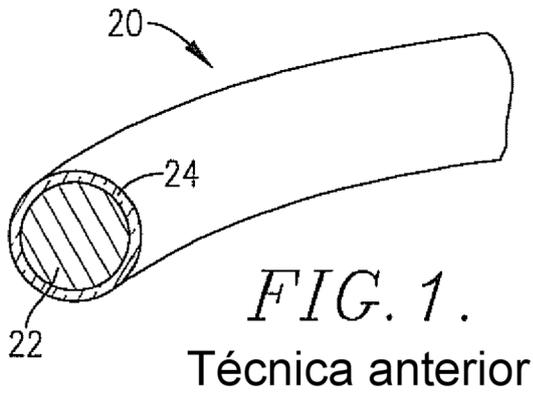
50 7. Sensor según la reivindicación 6, siendo cada una de dichas temperaturas de consigna del elemento de sensor la respectiva temperatura de Curie de cada elemento de sensor (28, 30).

55 8. Sensor según la reivindicación 6, siendo cada uno de dichos elementos de sensor (28, 30) amorfo o nanocristalino, y presentando una coercitividad de menos de 10 A/m, una permeabilidad magnética relativa por encima de 20.000, una magnetostricción de sustancialmente 0 o de un valor ligeramente positivo, y una discontinuidad de Barkhausen grande.

60 9. Sensor según la reivindicación 6, presentando cada uno de dichos elementos de sensor (28, 30) una dimensión en sección transversal máxima de hasta 100 micrómetros.

10. Sensor según la reivindicación 6, presentando cada uno de dichos elementos de sensor (28, 30) un revestimiento de vidrio circundante.

65 11. Sensor según la reivindicación 6, estando dichos elementos de sensor (28, 30) situados en yuxtaposición uno al lado del otro.



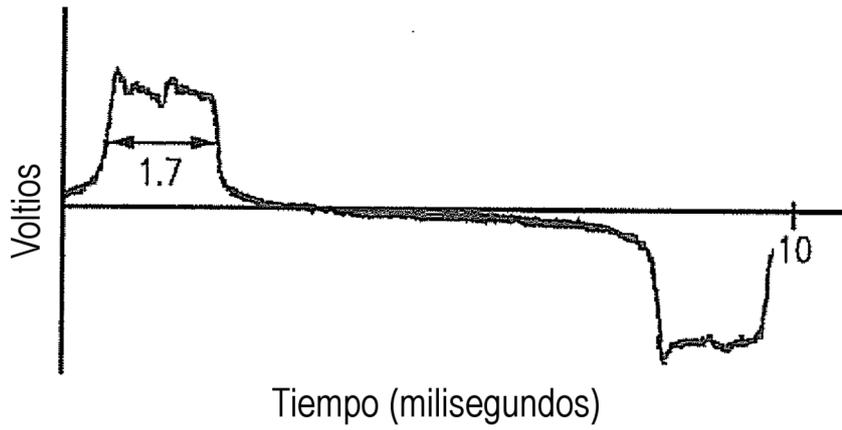


FIG. 3A. Técnica anterior

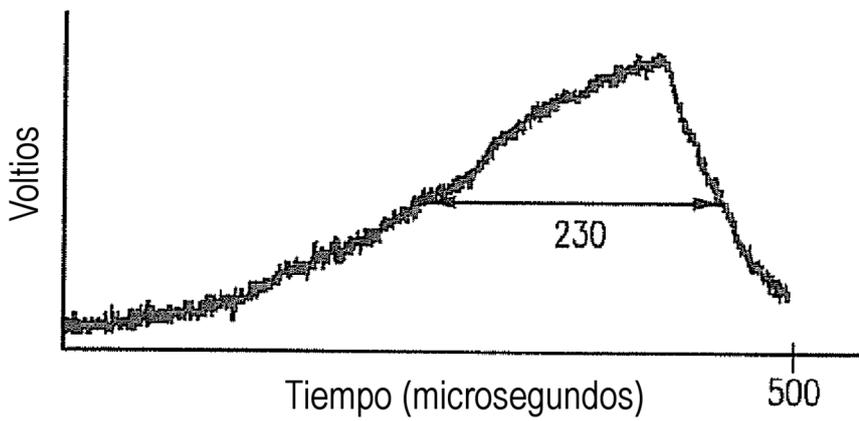


FIG. 3B. Técnica anterior

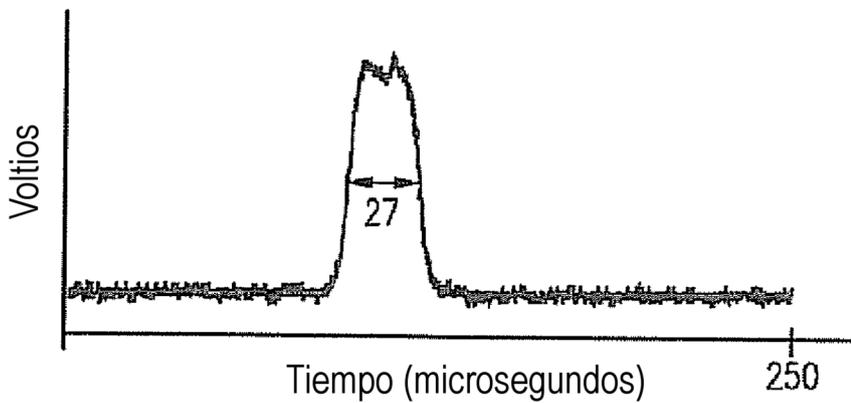
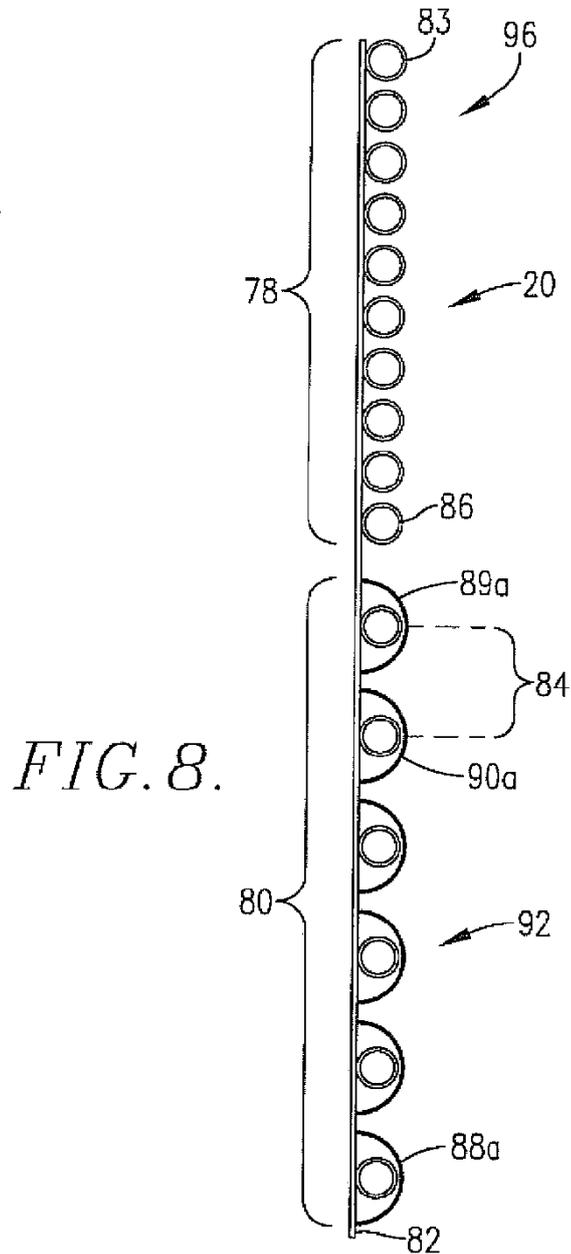
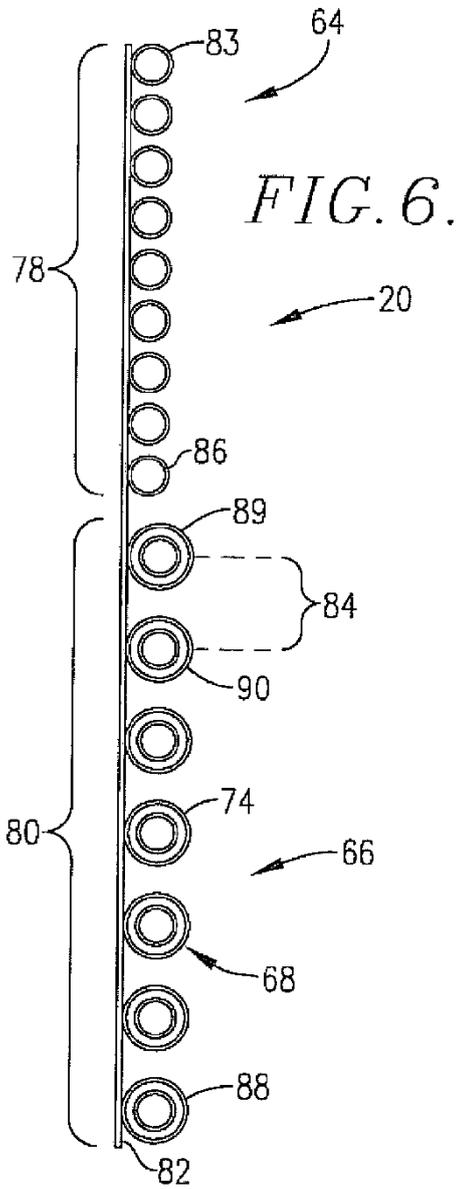
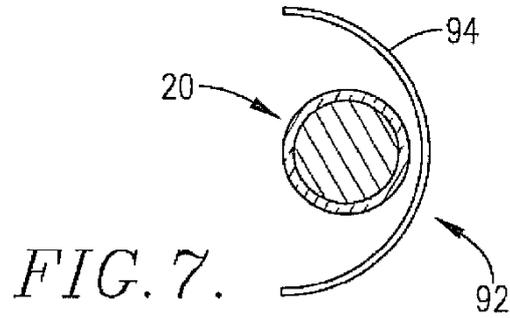
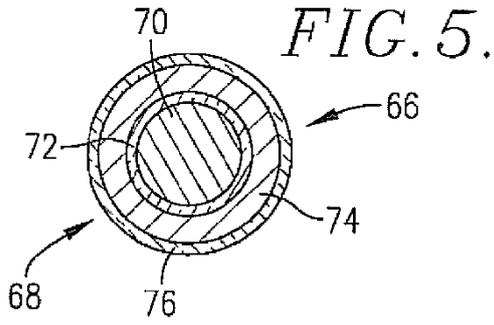


FIG. 3C. Técnica anterior



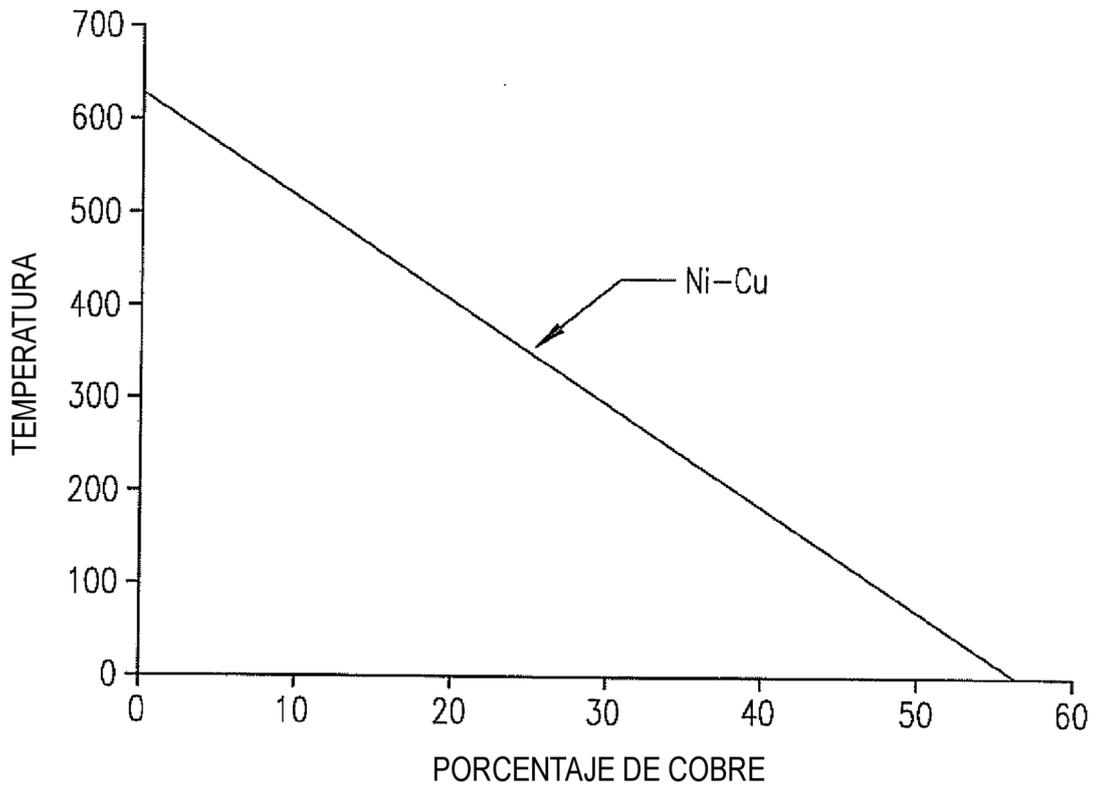


FIG. 9.
Técnica anterior

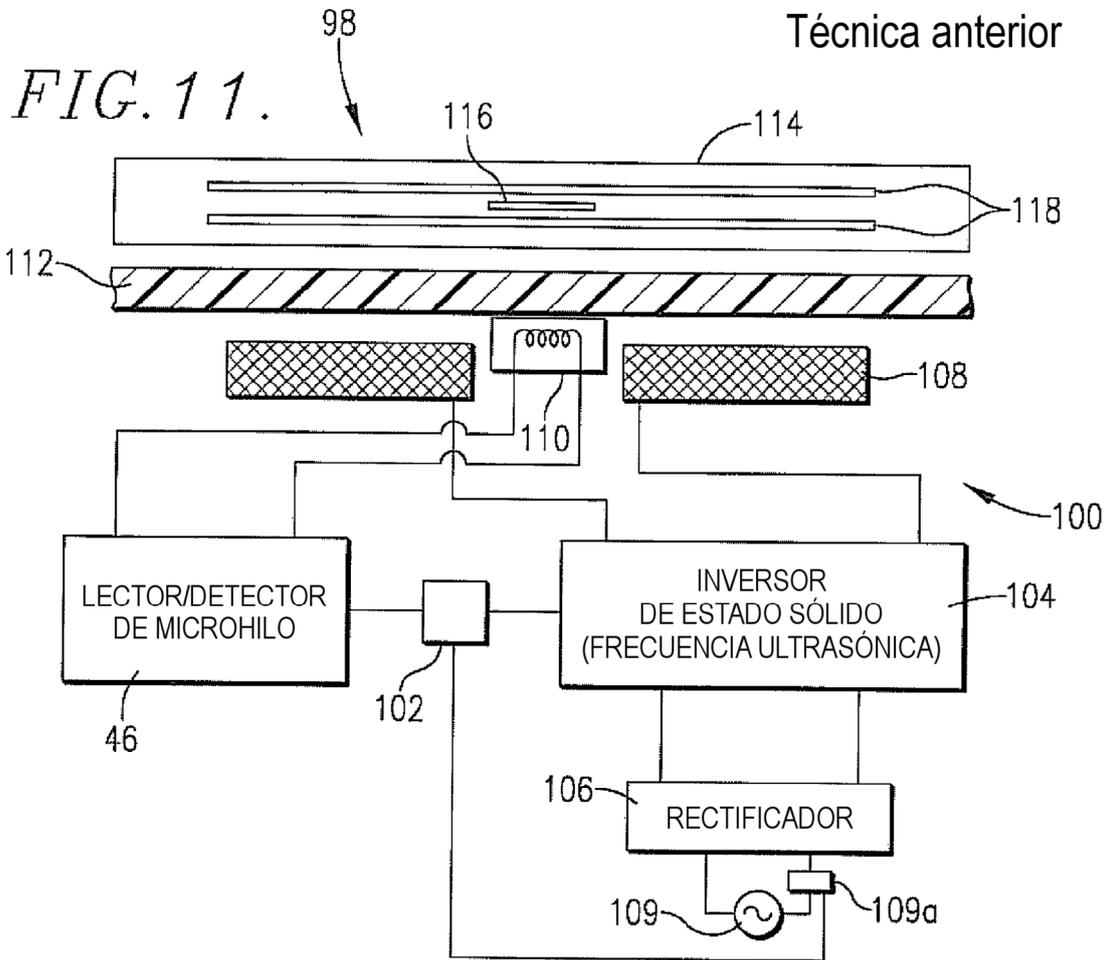
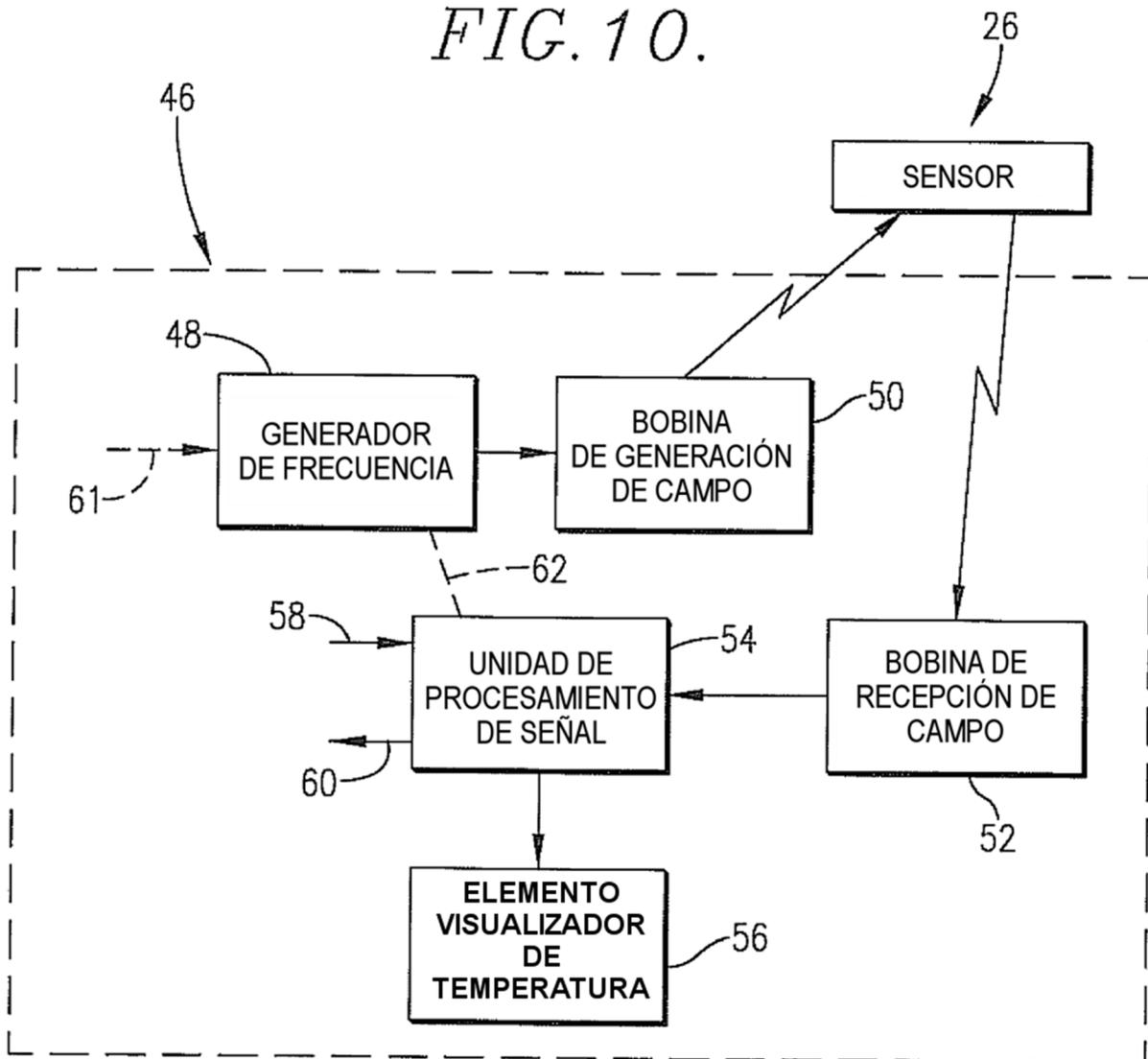


FIG. 10.



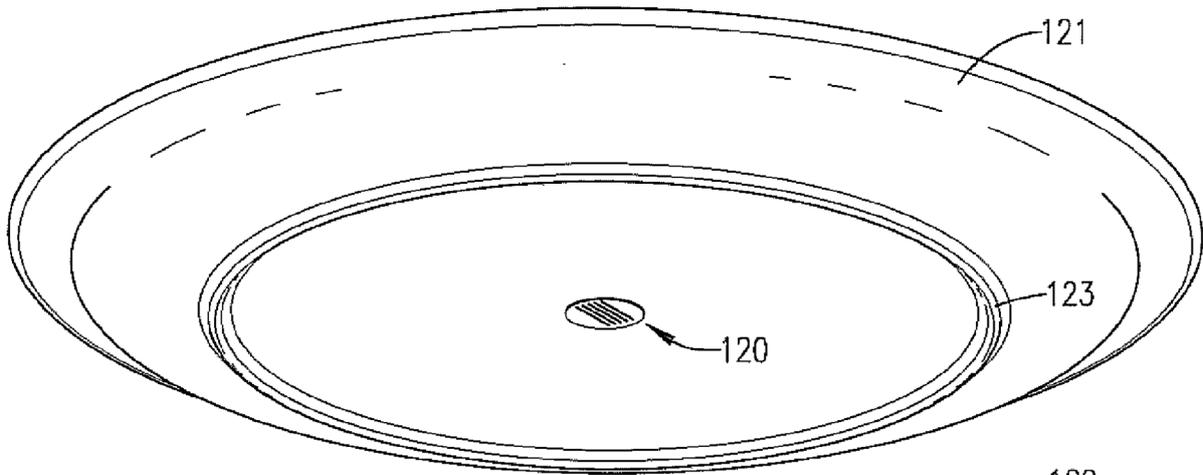


FIG. 12.

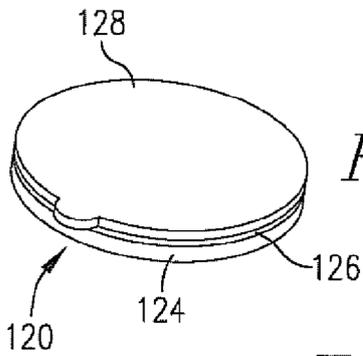


FIG. 13.

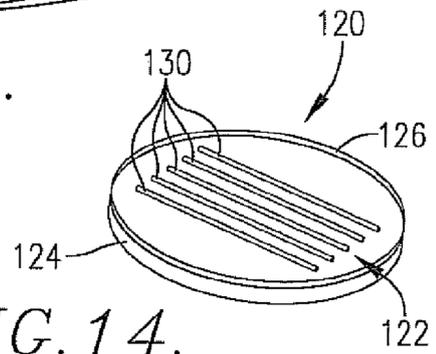


FIG. 14.

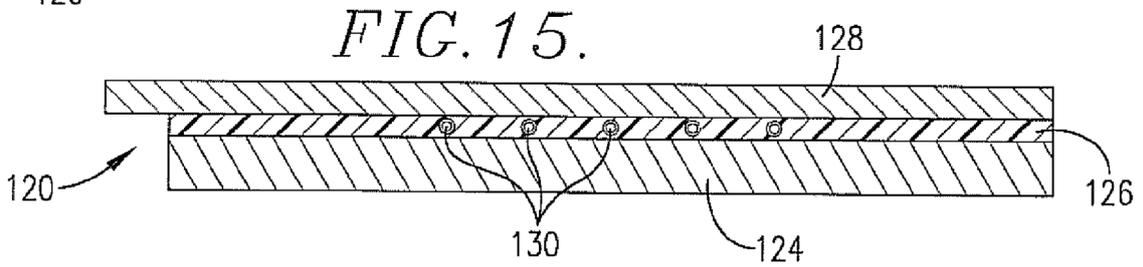


FIG. 15.

FIG. 16.

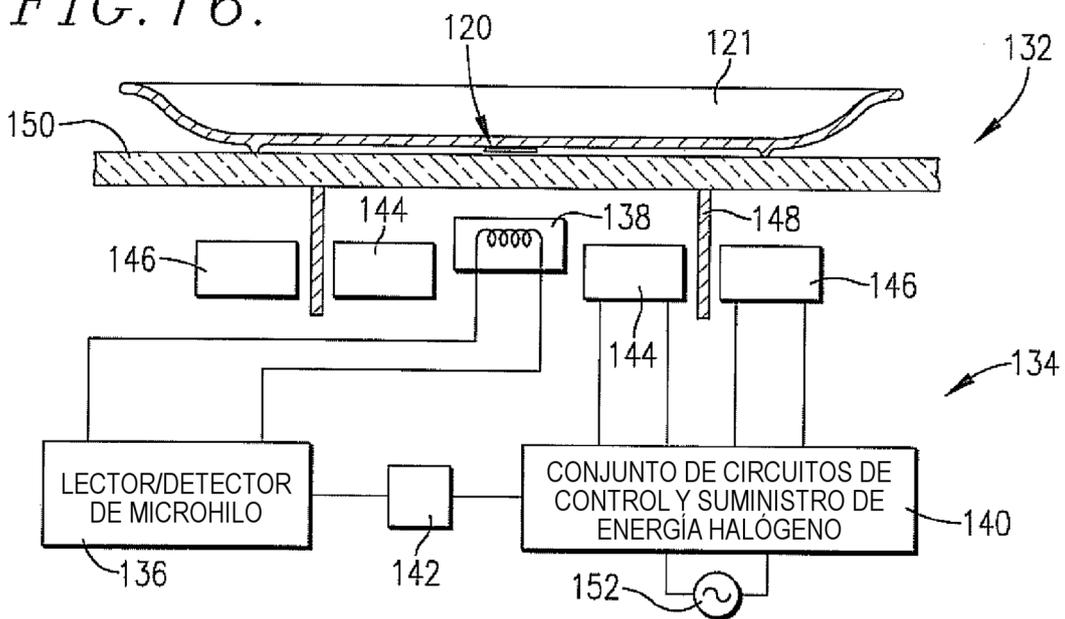


FIG. 17.

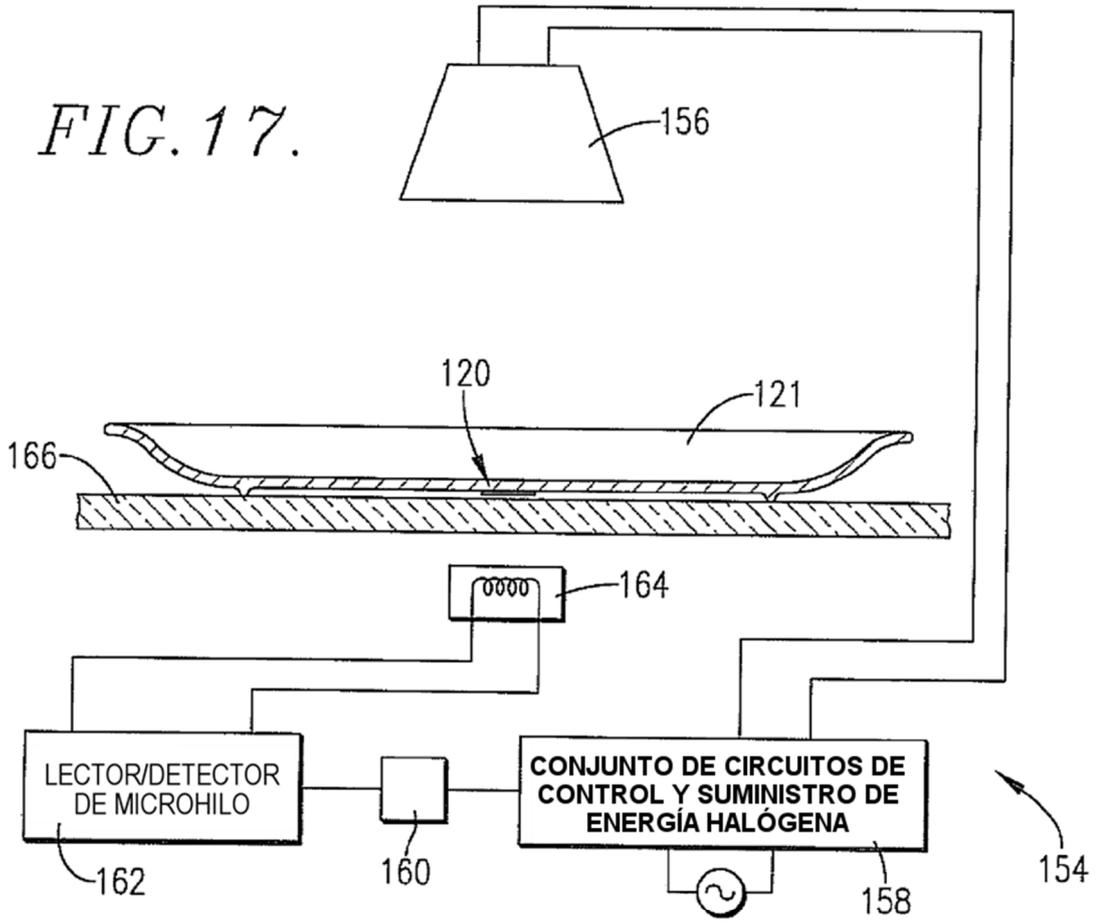
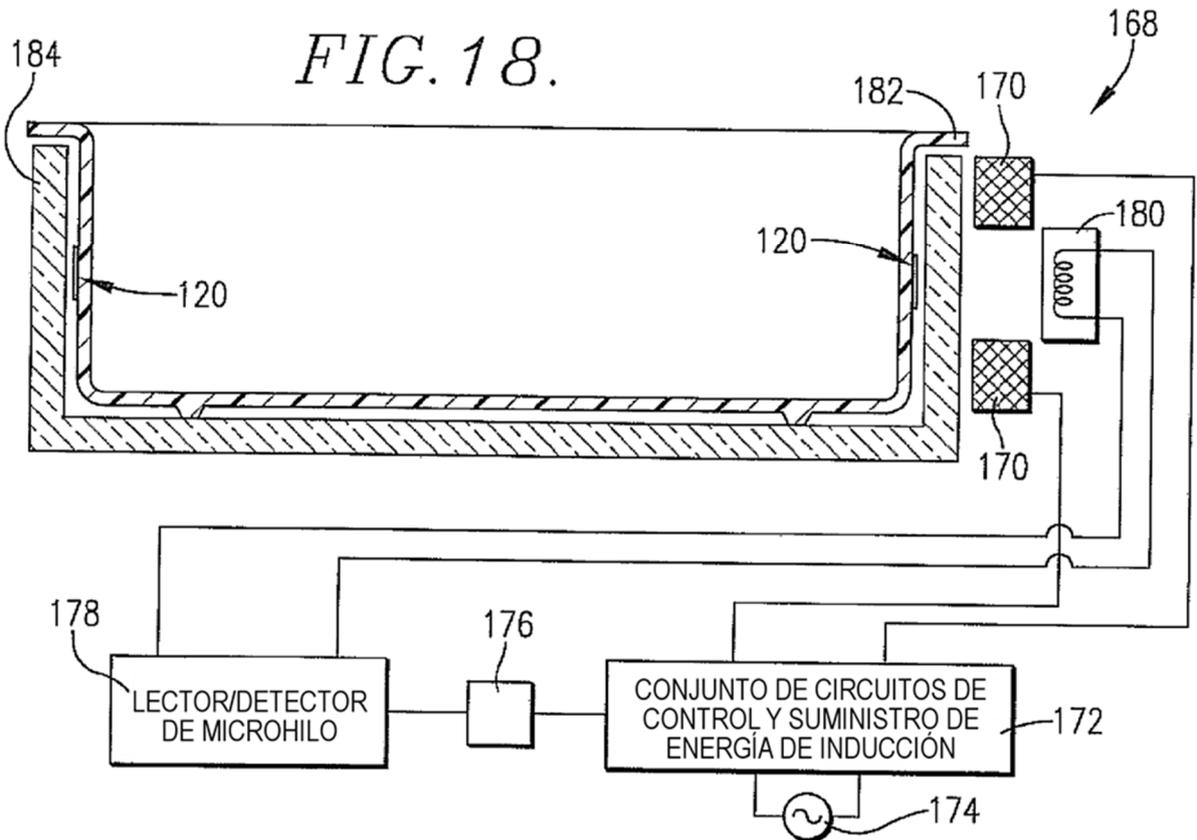


FIG. 18.



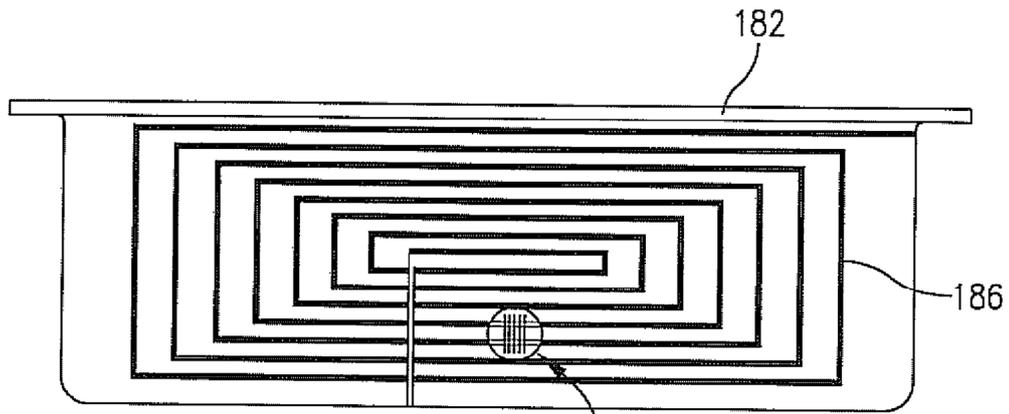


FIG. 19.

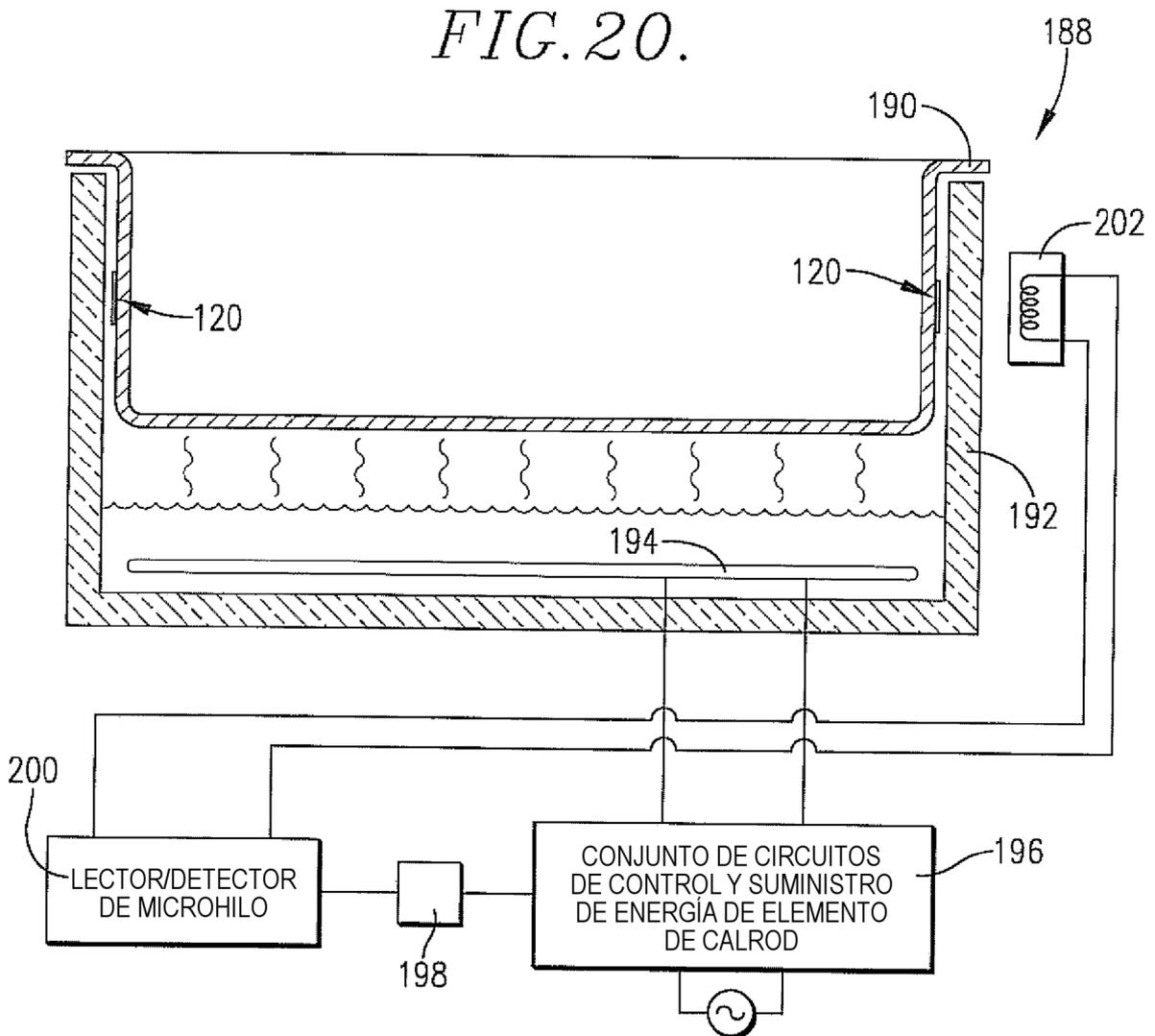


FIG. 21.

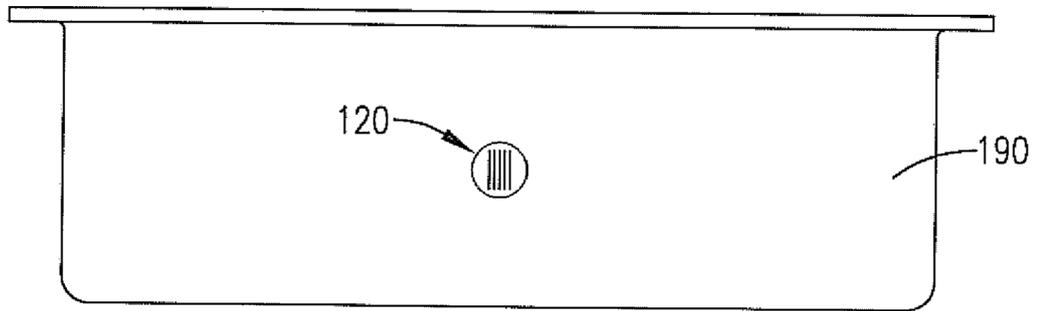


FIG. 22.

