

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 986**

51 Int. Cl.:

H05B 3/20 (2006.01)

H05B 3/10 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2008 E 08706507 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 2111728**

54 Título: **Aparato de calentamiento y método para la fabricación del mismo**

30 Prioridad:

13.02.2007 US 900994 P

28.11.2007 US 990619 P

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

21.01.2014

73 Titular/es:

**ADVANCED MATERIALS ENTERPRISES CO., LTD
(100.0%)
UNIT 208, 2/F NO. 6 SCIENCE PARK WEST
AVENUE SHATIN
HONG KONG, CN**

72 Inventor/es:

**YEUNG, WING YIU y
TORPY, KEITH**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 438 986 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

Aparato de calentamiento y método para la fabricación del mismo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato de calentamiento y a un método para formar un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento.

10 Antecedentes

Durante algún tiempo se ha propuesto un revestimiento conductor de baja temperatura pero no se ha aplicado nunca a gran escala comercial debido a su inestabilidad, probabilidad de fisuración a temperatura elevada, y coste de fabricación elevado con los procesos de deposición de vapor de alto vacío necesarios para lograr una estructura y composición uniformes. El desarrollo de un espesor y composición uniformes así como de una estructura estable a través de toda la capa conductora es crítico para mantener una resistencia y distribución de temperatura uniformes del elemento de calentamiento del aparato de calentamiento. La variación de resistencia a través de la capa conductora puede crear una variación/gradiente de temperatura y, de este modo, estrés térmico en la capa conductora, lo que puede desestabilizar la estructura y provocar la fisuración de la capa, en particular en aplicaciones de calentamiento a alta temperatura.

La solicitud PCT N^o. WO 00/18189 de Torpy y col., ha propuesto un sistema de revestimiento por medio de impurificación de óxidos de estaño con cerio y lantano, para aumentar la estabilidad de la película conductora sobre un sustrato de vidrio con fines de calentamiento. No obstante, es preciso distribuir uniformemente cerio y lantano dentro del revestimiento para proporcionar un efecto estabilizador, lo que generalmente resulta difícil de conseguir. Se ha propuesto un atemperado de una hora a temperatura elevada en la publicación PCT N^o. WO 00/18189, para contribuir a crear un revestimiento estabilizado y uniforme. No obstante, no resulta rentable en la fabricación y puede provocar una difusión perjudicial de elementos contaminantes desde el sustrato al interior del revestimiento. El aumento de los porcentajes molares de cerio y lantano puede contribuir a la distribución de estos elementos de las tierras raras, pero conduce a una mayor resistencia eléctrica de la película. Esto tiene como resultado una reducción de la conductividad y de los rendimientos de energía, e impone restricciones en el uso práctico y comercial de la película.

Se proporciona la descripción anterior de los antecedentes para contribuir a la comprensión del aparato de calentamiento y del método de formación de un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento descrito en la presente solicitud.

La solicitud de patente WO 01/02621 A1 describe un calentador de óxido de estaño de película fina que incluye una región de calor interna anular, una región de calor externa anular, una primera barra colectora de plata y una segunda barra colectora de plata. El radio entre las regiones de calor interna y externa está seleccionado de forma que la resistencia por cuadrado unitario y la energía por unidad de área para la región de calor interna se aproxime a la resistencia por cuadrado unitario y a la energía por unidad de área para la región de calor externa.

La solicitud de patente us 2007/0020465 describe una transparencia apta para calentamiento que incluye una primera capa que tiene una superficie N^o. 1 y una superficie N^o. 2 y una segunda capa que tiene una superficie N^o. 3 y una superficie N^o. 4. La superficie N^o. 2 mira a la superficie N^o. 3. Se forma un revestimiento eléctricamente conductor sobre al menos una parte de la superficie N^o. 2 o N^o. 3, incluyendo el revestimiento conductor tres o más capas metálicas de plata. Se forma un revestimiento anti-reflectante sobre la superficie N^o. 4.

50 Sumario

La presente solicitud va destinada a un aparato de calentamiento. El aparato de calentamiento incluye un elemento de calentamiento adaptado para disposición sobre un sustrato. El elemento de calentamiento incluye electrodos y un revestimiento conductor de multi-capa de espesor nanométrico dispuesto entre el sustrato y los electrodos. El revestimiento conductor de multi-capa incluye una pluralidad de capas de un mismo material de revestimiento; y cada capa del revestimiento conductor de multi-capa tiene un espesor de 50 nm a 70 nm.

En una realización, el elemento de calentamiento del aparato de calentamiento incluye un revestimiento aislante de multi-capa de espesor nanométrico dispuesto entre el revestimiento conductor de multi-capa y el sustrato.

En otra realización, el aparato de calentamiento incluye un monitor de temperatura y un sistema de control integrado con el elemento de calentamiento del aparato de calentamiento. El monitor de temperatura y el sistema de control incluyen un convertidor de analógico a digital para medir la temperatura y un dispositivo de accionamiento de modulación de pulso-anchura para regular el suministro de energía.

En otra realización, el aparato de calentamiento incluye una cámara de separación que define un primer conducto de

viento y un segundo conducto de viento, y un ventilador adaptado para soplar aire caliente fuera del aparato de calentamiento a través de uno del primer y segundo conductos de viento, hasta el sustrato y el revestimiento conductor de multi-capa.

5 Se puede producir el revestimiento conductor de multi-capa del elemento de calentamiento del aparato de calentamiento por medio de pirólisis de pulverización.

La pirólisis de pulverización se puede llevar a cabo a una temperatura de aproximadamente 650 °C a aproximadamente 750 °C.

10 La pirólisis de pulverización se puede llevar a cabo a una presión de pulverización de aproximadamente 0,4 MPa a aproximadamente 0,7 MPa.

15 La pirólisis de pulverización se puede llevar a cabo a una velocidad del cabezal de pulverización menor de 1000 mm por segundo.

La pirólisis de pulverización se puede llevar a cabo alternando los pases de pulverización en una dirección de aproximadamente 90 grados uno con respecto al otro.

20 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se describen realizaciones específicas del aparato de calentamiento y del método de formación de un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento descrito en la presente invención, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

25 La Figura 1 es una vista en planta desde arriba de un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento de acuerdo con una realización de la presente solicitud;

30 La Figura 2 es una vista lateral del elemento de calentamiento de la Figura 1;

La Figura 3 es una microfotografía electrónica de barrido de alta resolución que muestra la nanoestructura de un revestimiento conductor del elemento de calentamiento de la Figura 1;

35 La Figura 4 es un diagrama de circuito que muestra una unidad de control conectada a un suministro de energía con un elemento de calentamiento;

40 La Figura 5 es un diagrama de circuito de un monitor de temperatura y un sistema de control con un convertidor de analógico a digital (ADC) y un dispositivo de accionamiento de modulación de pulso-anchura (PWM);

La Figura 6 es una vista en perspectiva de un aparato de calentamiento/placa caliente que usa el elemento de calentamiento de acuerdo con una realización de la presente solicitud;

45 La Figura 7 es una vista en perspectiva esquemática de una cámara de división del aparato de calentamiento de acuerdo con una realización de la presente solicitud;

La Figura 8 es una vista lateral esquemática de la cámara de división de la Figura 7; y

50 La Figura 9 es un diagrama esquemático de una baldosa cerámica revestida con la película de calentamiento de espesor nanométrico de multi-capa.

Descripción detallada

55 Debe entenderse que el aparato de calentamiento y el método de formación de un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento no se limitan a las realizaciones precisas descritas a continuación y que se pueden llevar a cabo varios cambios y modificaciones por parte del experto en la técnica sin alejarse del espíritu o alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, se pueden combinar los elementos y/o características de las diferentes realizaciones ilustrativas unos con otros y/o se pueden sustituir unos por otro dentro del alcance de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas.

60 Según se usa en la presente memoria, la expresión "revestimiento de multi-capa" o "revestimiento en forma de multi-capas" se refiere a un revestimiento que tiene más de una capa de un material de revestimiento.

65 Según se usa en la presente memoria, la expresión "espesor nanométrico" se refiere a un espesor de cada una de las capas de revestimiento que únicamente se puede medir en nanómetros en el nivel nanométrico.

Las Figuras 1 y 2 son vistas desde arriba y lateral respectivamente de un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento de acuerdo con una realización de la presente solicitud. El aparato de calentamiento tiene un elemento de calentamiento 10 para la generación de calor. El elemento de calentamiento 10 incluye un sustrato 12, un revestimiento aislante de multi-capas 14 dispuesto sobre el sustrato 12, un revestimiento 16 conductor de multi-capas dispuesto sobre el revestimiento aislante de multi-capas 14 y electrodos 18 dispuestos sobre el revestimiento 16 conductor de multi-capas.

En la realización ilustrada, el sustrato 12 está formado por vidrio cerámico o cualquier otro material apropiado. Se entiende por parte del experto en la técnica que el vidrio cerámico puede soportar una temperatura elevada y choque térmico, y con frecuencia está seleccionado sobre otros sustratos de vidrio porque proporciona funciones uniformes y fiables de calentamiento a temperatura elevada.

En la realización ilustrada, el revestimiento aislante de multi-capas 14 se dispone sobre una superficie de un sustrato 12 de vidrio cerámico. El revestimiento aislante de multi-capas 14 puede estar formado por un sol-gel procedente de dióxido de silicio (SiO_2), u otro material apropiado. Cada capa del revestimiento aislante de multi-capas 14 tiene un espesor nanométrico de aproximadamente 30 nm a aproximadamente 50 nm. El revestimiento aislante de multi-capas 14 se puede aplicar sobre la superficie del sustrato 12 de vidrio cerámico con un tensioactivo para garantizar un 100 % de humectación del revestimiento de SiO_2 sobre el sustrato 12 de vidrio cerámico con el fin de evitar sitios defectuosos, para aislar eléctricamente el revestimiento conductor 16 del sustrato 12 de vidrio cerámico (que puede volverse conductor a temperatura elevada), y para evitar la difusión de iones de litio y otros elementos contaminantes que migran desde el sustrato 12 de vidrio cerámico al interior del revestimiento conductor 16 durante el proceso de calentamiento.

Se puede usar un tensioactivo de perfluoroalquilo de una concentración entre aproximadamente un 0,01 y aproximadamente un 0,001 % peso/peso, con dioctil sulfosuccinato de sodio de una concentración entre aproximadamente un 0,1 y aproximadamente un 0,01 % peso/peso aplicado sobre el sustrato 12 de vidrio cerámico usando pulverización, o una técnica de revestimiento por inmersión, u otras técnicas apropiadas.

Se pueden depositar las capas de SiO_2 sobre el sustrato 12 de vidrio cerámico usando revestimiento por inmersión, u otras técnicas apropiadas, y usando Tetra Etoxi Orto Silicato (TEOS) como precursor de base. Es necesario hidrolizar cada capa de sílice de sol-gel, secar y quemar a aproximadamente 500 °C, usando un ciclo de temperatura con rampa por etapas, para esencialmente retirar el agua física, el agua unida químicamente y el carbono y los residuos orgánicos de la matriz, dando como resultado capas de SiO_2 ultra puras con defectos mínimos.

En la realización ilustrada, se dispone el revestimiento 16 conductor de multi-capas sobre el revestimiento aislante 14. El revestimiento 16 conductor de multi-capas puede ser un revestimiento de óxido que usa un metal de fuente seleccionado entre el grupo que consiste en estaño, indio, cadmio, tungsteno, titanio y vanadio con precursores organometálicos tales como Tri-cloruro de monobutil estaño impurificado con cantidades iguales de elementos donadores y aceptores tales como antimonio y cinc a aproximadamente un 3% molar con o sin otros elementos de las tierras raras. La Figura 3 es una microfotografía electrónica de barrido de alta resolución que muestra la nanoestructura del revestimiento conductor 16 del elemento de calentamiento 10. Debe entenderse que el revestimiento 16 conductor de multi-capas puede estar formado por otros materiales apropiados.

Se puede depositar el revestimiento 16 conductor de multi-capas sobre el revestimiento aislante 14 usando pirólisis de pulverización con temperatura controlada entre aproximadamente 650 °C y aproximadamente 750 °C, a una presión de pulverización de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 0,7 MPa, en la formación de un revestimiento de espesor nanométrico de multi-capas, con un espesor de cada capa de aproximadamente 50 a aproximadamente 70 nm, para garantizar una distribución uniforme de los materiales de las tierras raras dentro del revestimiento, lo que conduce a una mayor estabilidad a temperaturas elevadas. Preferentemente, el movimiento de pulverización controlado se produce en pases alternantes de pulverización en la dirección de aproximadamente 90° uno con respecto a otro. Se restringe la velocidad del cabezal de pulverización a menos de 1000 mm por segundo.

Se usa el material de revestimiento conductor en el revestimiento 16 conductor de multi-capas para convertir la energía eléctrica en energía térmica. El principio aplicado de generación de calor es bastante diferente del de un calentamiento convencional por serpentín en el cual los rendimientos de calentamiento proceden de una elevada resistencia eléctrica de los serpentines metálicos a una baja eficacia de calentamiento y elevada pérdida de energía. Por el contrario, ajustando la composición y el espesor de los revestimientos, se puede controlar la resistencia eléctrica del revestimiento y se puede aumentar la conductividad para generar una elevada eficacia de calentamiento con mínima pérdida de energía.

En la realización ilustrada, se disponen los electrodos 18 sobre el revestimiento conductor 16. Se forman dos electrodos 18 separados a lo largo de los dos lados opuestos del revestimiento conductor 16, respectivamente. Los electrodos 18 pueden estar formados por una frita cerámica de vidrio basada en tinta, con un metal de fuente seleccionado entre el grupo que consiste en platino, oro, plata, paladio y cobre (90- 95 %), y una frita de vidrio (5- 10 %) formada por PbO , SiO_2 , CeO_2 y Li_2O añadidos con un vehículo orgánico de etil celulosa/etanol. La tinta se puede serigrafiar sobre el área de revestimiento conductor con un ajuste óptimo entre los electrodos 18, el revestimiento 14,

16 y el sustrato 12 de vidrio cerámico para proporcionar una conductividad uniforme a lo largo del área del revestimiento. La tinta se puede serigrafar y se puede calcinar a aproximadamente 700 °C durante aproximadamente 5 minutos para formar los electrodos 18 sobre el elemento de calentamiento 10. Esto puede evitar el deslaminado potencial de los electrodos 18 a partir del revestimiento 14, 16 y el sustrato 12, lo que puede causar el fallo del elemento de calentamiento 10. No se requiere un atemperado prolongado a temperatura elevada para depositar los revestimientos y los electrodos.

Para usos prácticos comerciales e industriales, a la hora de llevar a cabo las funciones de calentamiento hasta aproximadamente una temperatura de aproximadamente 300 °C a aproximadamente 350 °C, puede ocurrir que no sea necesario disponer el revestimiento aislante 14 sobre la superficie del sustrato 12 de vidrio cerámico. En lugar de ello, se puede integrar el sistema de control y el monitor de temperatura con el revestimiento conductor 16 del elemento de calentamiento para un control óptimo de la temperatura y ahorro de energía. En esta realización, se proporcionan el soporte lógico de accionamiento y el controlador, que usan un convertidor de analógico a digital (ADC) para la medición de temperatura y para el dispositivo de accionamiento de modulación de pulso-anchura (PWM) para el control preciso de energía, y se integran con el elemento de calentamiento. Las Figuras 4 y 5 muestran los circuitos del monitor de temperatura y sistema de control.

Con este monitor de temperatura y sistema de control, se puede aplicar un servo sistema de calentamiento para ajustar y optimizar las características de calentamiento rápido y eficaz del elemento de calentamiento del aparato de calentamiento con el fin de lograr un tiempo de calentamiento rápido (en 1 minuto), una temperatura deseada precisa (+/- 5 °C) y ahorros de energía máximos (de eficacia hasta un 90 %). Cuando el elemento de calentamiento del aparato de calentamiento alcanza la presente temperatura objetivo, el ADC y el PWM responden automáticamente para interrumpir el suministro de energía con fines de ahorro de energía y restringen la renovación de temperatura del elemento de calentamiento. Cuando la temperatura del elemento de calentamiento cae por debajo de la temperatura presente, entonces ADC y PWM responden y encienden el suministro de energía para la generación de calor. El servo sistema, por tanto, proporciona un control y seguimiento continuos con una respuesta rápida para suavizar el suministro de energía al elemento de calentamiento y optimizar su rendimiento de calentamiento y eficacia de ahorro energético.

Con la composición de revestimiento, se puede fabricar el elemento de calentamiento 10 del aparato de calentamiento mediante un método de deposición no costoso en un entorno abierto al aire por medio de pirólisis de pulverización. Además, la aplicación de pases de multi-pulverización controlados a la hora de formar el revestimiento conductor de multi-capa puede minimizar la aplicación de cerio y lantano hasta una cantidad por debajo de 2,5 % molar necesario, como se especifica en la publicación PCT N°. WO 00/18189, y mantener la estabilidad del revestimiento conductor a la hora de llevar a cabo las funciones de calentamiento a temperatura elevada. Se pueden establecer las condiciones de movimiento de cabezera de pulverización y se restringe la velocidad a un valor por debajo de 1000 mm por segundo. Con el sistema de revestimiento sobre el vidrio cerámico y las condiciones de proceso de pulverización como se especifica, el elemento de calentamiento de la presente solicitud es capaz de lograr un rendimiento fiable y estable para las funciones prácticas de calentamiento a temperatura elevada hasta aproximadamente 600 °C. El elemento de calentamiento de la presente solicitud también puede soportar aproximadamente 2500 ciclos de ensayo de vida de un tiempo de calentamiento de aproximadamente 40 minutos cada ciclo.

Se determina que los parámetros de pulverización pueden afectar a las características del elemento de calentamiento, y se pueden establecer las condiciones óptimas. Algunos ejemplos de variación de las resistencias eficaces y de los índices energéticos (a 220 V) del elemento de calentamiento 10, con un área revestida de 150 mm x 150 mm, se proporcionan en las Tabla 1, 2 y 3.

La Tabla 1 muestra la variación de las resistencias eficaces y de los índices energéticos del elemento de calentamiento producido por 2, 6, 10 y 12 pases de pulverización, a una velocidad de movimiento del cabezal de pulverización de aproximadamente 750 mms⁻¹ y a una presión de pulverización de aproximadamente 0,5 MPa.

Tabla 1

Pases de pulverización	2	6	10	12
Resistencia eléctrica (ohm)	300	72	38	29
Índice energético a 220 V (W)	161	672	1273	1668

La Tabla 2 muestra la variación de las resistencias eficaces y los índices energéticos del elemento de calentamiento producido a velocidades diferentes de movimiento del cabezal de pulverización y a una presión de pulverización de aproximadamente 0,625 MPa. A una velocidad del cabezal de pulverización de 1000 mm por segundo, la formación de revestimiento se vuelve no uniforme, y su rendimiento de calentamiento es inestable.

Tabla 2

Velocidad de Cabezal de Pulverización (mm/s)	250	750	1000
Resistencia eléctrica (ohm)	147	66	no uniforme
Índice energético a 220 V (W)	329	733	-

La Tabla 3 muestra la variación de las resistencias eficaces y de los rendimientos energéticos del elemento de calentamiento producidos a diferentes intervalos de temperatura. Las resistencias eléctricas bajas y por consiguiente los rendimientos energéticos elevados se pueden obtener a una temperatura más elevada de aproximadamente 700 °C a aproximadamente 750 °C.

Tabla 3

Temperatura de revestimiento (°C)	650-700	700-750
Resistencia eléctrica (ohm)	85	75
Índice energético a 220 V (W)	569	645

El sistema de revestimiento de espesor nanométrico en forma de multi-capas descrito en la presente solicitud tiene las características de que el material de revestimiento se puede depositar por medio de un proceso de pulverización de bajo coste en un entorno abierto al aire. Este sistema de revestimiento de espesor nanométrico en forma de multi-capas da lugar a un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento para mantener una estructura estable y elevada conductividad, y además da como resultado una resistencia eléctrica uniforme y un rendimiento de calentamiento a temperatura elevada incluso durante un período de tiempo prolongado.

Para conseguir el resultado anteriormente mencionado, se requieren una atomización óptima de la disolución de material de pulverización y deposición sobre la superficie del sustrato por medio de la selección específica de la composición y las propiedades del material de revestimiento de la base y de los elementos dopados, cubriendo las condiciones de proceso de pirólisis por pulverización la superficie del sustrato, incluyendo temperatura, movimiento del cabezal de pulverización, diseño de la boquilla y presión de pulverización. Los revestimientos de multi-capa de espesor nanométrico con elevada conductividad pueden mejorar la estabilidad del revestimiento y minimizar el riesgo de formación de fisuras.

Con la composición de revestimiento y el procesado descritos en la presente solicitud, se puede conseguir un calentamiento de rendimiento energético a temperatura tanto baja como elevada para aparatos eléctricos incluyendo, pero sin limitarse a, placas vitrocerámicas, placas calentadoras (incluyendo placas calentadoras de laboratorio), bastidores calefactados de baño y para toallas, dispositivos de calentamiento eléctrico, descongeladores y calentadores.

Con las características del elemento de calentamiento de espesor nanométrico, se desarrolla un aparato de calentamiento compacto tal como una placa calentadora 70 sin serpentín de calentamiento convencional, como se muestra en la Figura 6, que tiene un espesor de 30 mm o menos. Se proporciona un elemento de calentamiento en el lado inferior de la zona de calentamiento 72. La zona de calentamiento 72 puede estar formada por vidrio cerámico. Se puede integrar un monitor de temperatura y un sistema de control con el elemento de calentamiento. Usando el elemento de calentamiento con una resistencia eficaz de aproximadamente 50 ohm, se requiere una cantidad de energía de aproximadamente 0,1 KWH para calentar un litro de agua desde 25 °C hasta aproximadamente 95 °C, aumentando la eficacia aproximadamente un 85 %.

Con el fin de evitar el sobrecalentamiento del alojamiento 74 y de la zona 76 que no es de calentamiento de la placa calentadora 70, se puede proporcionar una cámara 82 de conducto de viento de separación en la placa calentadora 70, como se muestra en las Figuras 7 y 8. La cámara 82 de conducto de viento de separación define un conducto 84 de viento caliente superior y un conducto 86 de viento frío inferior. El conducto 84 de viento caliente superior está ubicado en posición adyacente al lado inferior de la zona de calentamiento 72 en la que se proporciona el elemento de calentamiento de la presente aplicación. Se emplea un ventilador 88 para soplar el aire caliente fuera del aparato de calentamiento 70 a través del conducto 84 de viento caliente superior como viene mostrado por medio de las flechas.

Con la cámara 82 de conducto de viento de separación, se separan el aire caliente y el aire frío en la placa calentadora 70. El flujo de aire generado por el ventilador 88 puede soplar hacia afuera el aire caliente a través del conducto 84 de aire caliente superior, retirar eficazmente el calor excesivo y reducir la temperatura del interior de la placa caliente 70 y sobre el alojamiento 74. Se puede conseguir una disminución de temperatura de 15 °C hasta una temperatura por debajo de 40 °C en el alojamiento 74 y en la zona 76 que no es de calentamiento de la placa

calentadora 70, que utilizan el elemento de calentamiento de espesor nanométrico de la presente aplicación, con la cámara 82 del conducto de viento de separación, que de lo contrario no se permite para el uso práctico de la placa calentadora.

5 Se puede aplicar el revestimiento de multi-capa de espesor nanométrico descrito en la presente solicitud sobre otros materiales de sustrato incluyendo, pero sin limitarse a, baldosas cerámicas y lunas de vidrio para vías de acceso y des-congelación de tejados, paredes, suelos y calentamiento de viviendas, calentamiento de prendas de ropa y calzado en condiciones meteorológicas frías. Se puede unir un revestimiento 102 conducto de espesor nanométrico en forma de multi-capas sobre una baldosa cerámica 100, como se muestra en la Figura 9, por medio del proceso de pulverización controlado descrito anteriormente. También se puede formar un par de electrodos 104 por medio del proceso descrito en la presente solicitud. Sobre un elemento de calentamiento con un área revestida de 150 mm x 150 mm, se pueden conseguir resistencias eficaces de aproximadamente 2000 ohm y proporcionar rendimientos energéticos de aproximadamente 25 W.

15 Se puede aplicar el revestimiento de multi-capa de espesor nanométrico descrito en la presente solicitud en la industria de automoción incluyendo, pero sin limitarse a, calentamiento de motores para arranque fácil, paneles, calentamiento de espejos y parabrisas y des-congelación en condiciones meteorológicas frías.

20 También se puede aplicar el revestimiento de multi-capa de espesor nanométrico descrito en la presente solicitud en la industria de aviación incluyendo, pero sin limitarse a, alas de aviones y calentamiento y descongelación de cabinas y en condiciones meteorológicas frías.

25 El sistema de revestimiento de la presente solicitud es capaz de integrarse con un suministro de corriente alterna o corriente continua y con sistemas de energía solar para las funciones de generación de calor. Con frecuencia, los elementos de calentamiento convencionales son de elevada resistencia eléctrica, la corriente eléctrica se encuentra por debajo de la energía de corriente continua y es incapaz de generar energía suficiente de manera uniforme en una zona para calentamiento y calefacción. Se pueden conseguir la mejora de la conductividad y la reducción de la resistencia eléctrica de las películas de calentamiento, a través de un proceso controlado de pulverización, hasta 10 ohm o por debajo. Se puede generar energía suficiente sobre un área para llevar a cabo las funciones prácticas de calentamiento usando un suministro de energía de corriente continua y/o produciendo la integración con un suministro energético a base de energía solar. Por medio del uso de un suministro energético de 24 V de corriente continua, el elemento de calentamiento descrito en la presente solicitud es capaz de alcanzar una temperatura de 150 °C en menos de 2 minutos con energía suficiente para llevar a cabo las funciones de calentamiento y calefacción. Con un suministro energético de 12 V de corriente continua, se puede alcanzar una temperatura de 150 °C en menos de 8 minutos.

35 Con un aparato de calentamiento que usa un suministro de energía en corriente alterna, se pueden llevar a cabo funciones de calentamiento rápido y eficaz hasta aproximadamente 600 °C con baja pérdida de energía. Se puede usar en un aparato de calentamiento que incluye, pero sin limitarse a, placas vitrocerámicas, placas calentadoras, calentadores y dispositivos de calefacción y descongelación. Contribuye al ahorro del consumo eléctrico en casi un 30 % debido a su elevada eficacia energética, y proporciona beneficios importantes para el medio ambiente ya que minimiza la contaminación y el calentamiento global, y también contribuye a que los consumidores reduzcan en gran medida sus facturas eléctricas.

45 En aplicaciones de placas vitrocerámicas y placas calentadoras, se puede producir un calentamiento rápido y eficaz comparable y mejorando la tecnología actual de calentamiento por inducción. En comparación con el calentamiento por inducción, el elemento de calentamiento de la presente solicitud no impone radiación magnética e interferencia (inducción magnética usada en el calentamiento por inducción), y tiene un coste de material reducido (el serpentín de cobre costoso usado en el calentamiento por inducción). Además, los materiales de revestimiento y el método descrito en la presente solicitud tienen un coste reducido, y no presentan restricción en los utensilios de calentamiento (únicamente los utensilios de acero inoxidable de alta calidad se comportan bien con el calentamiento por inducción). El aparato de calentamiento de la presente solicitud es de poco peso y tiene un diseño versátil.

50 Aunque se ha mostrado y descrito el aparato de calentamiento y el método de conformación de un elemento de calentamiento de un aparato de calentamiento descrito en la presente solicitud con referencias particulares a un número de sus realizaciones preferidas, debería apreciarse que se pueden llevar a cabo otros cambios y modificaciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

60

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de calentamiento que incluye un sustrato (12, 100) y un elemento de calentamiento (10) adaptado para disponerlo sobre el sustrato (12), comprendiendo el elemento de calentamiento (10):
- 5 electrodos (18, 104); y
un revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) de espesor nanométrico dispuesto entre el sustrato (12, 100) y los electrodos (18, 104),
comprendiendo el revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) una pluralidad de capas de un mismo material de revestimiento; **caracterizado por que** cada capa del revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) tiene un espesor de 50 nm a 70 nm.
2. El aparato de calentamiento de la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el elemento de calentamiento (10) comprende un revestimiento aislante de multi-capa de espesor nanométrico dispuesto entre el revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) y el sustrato (12, 100).
3. El aparato de calentamiento de la reivindicación 2, **caracterizado por que** el revestimiento aislante de multi-capa comprende sol-gel derivado de dióxido de silicio.
- 20 4. El aparato de calentamiento de la reivindicación 2, que además comprende un tensioactivo sobre el sustrato (12, 100), comprendiendo el tensioactivo un tensioactivo de perfluoroalquilo de una concentración de entre un 0,01 y un 0,001 % peso/peso con dioctil sulfosuccinato de sodio de una concentración entre un 0,1 a un 0,01 % en peso/peso.
- 25 5. El aparato de calentamiento de la reivindicación 2, **caracterizado por que** el revestimiento aislante de multi-capa se dispone sobre el sustrato (12, 100) por medio de revestimiento por inmersión, usando tetra etoxi orto silicato como precursor de base, y cada capa del revestimiento aislante de multi-capa se hidroliza, se seca y se quema a 500 °C.
- 30 6. El aparato de calentamiento de la reivindicación 1, que además comprende un monitor de temperatura y un sistema de control integrado con el elemento de calentamiento (10) del aparato de calentamiento, comprendiendo el monitor de temperatura y el sistema de control un convertidor de analógico a digital para medir la temperatura y un dispositivo de accionamiento de modulación de pulso-anchura para regular el suministro energético.
- 35 7. El aparato de calentamiento de la reivindicación 1, que además comprende una cámara de separación que define un primer conducto de viento y un segundo conducto de viento, y un ventilador adaptado para soplar aire caliente fuera del aparato de calentamiento a través de uno de los conductos de viento primero y segundo adyacentes al sustrato (12, 100) y al revestimiento conductor de multi-capa (16, 102).
- 40 8. El aparato de calentamiento de la reivindicación 1, **caracterizado por que** el revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) comprende un revestimiento de óxido que incluye un metal de fuente seleccionado entre el grupo que consiste en estaño, indio, cadmio, tungsteno, titanio y vanadio.
- 45 9. El aparato de calentamiento de la reivindicación 1, **caracterizado por que** el revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) comprende un revestimiento de óxido que incluye un metal de fuente seleccionado entre el grupo que consiste en estaño, indio, cadmio, tungsteno, titanio y vanadio con precursores organometálicos dopados con cantidades iguales de elementos donadores y aceptores.
- 50 10. El aparato de calentamiento de la reivindicación 1, **caracterizado por que** los electrodos (18, 104) comprenden una fritta cerámica de vidrio basada en tinta que incluye un metal de fuente seleccionado entre el grupo que consiste en platino, oro, plata, paladio y cobre.
- 55 11. Un método para preparar un elemento de calentamiento (10) de un aparato de calentamiento, comprendiendo el método las etapas de:
proporcionar un sustrato (12, 100);
disponer un revestimiento aislante de multi-capa de espesor nanométrico sobre el sustrato (12, 100);
producir un revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) de espesor nanométrico sobre el revestimiento aislante por medio de pirólisis de pulverización, en donde el revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) comprende una pluralidad de capas de un mismo material de revestimiento; y cada capa del revestimiento conductor de multi-capa (16, 102) tiene un espesor de 50 nm a 70 nm; y disponer electrodos (18, 104) sobre el revestimiento conductor.
- 60 12. El aparato de calentamiento de la reivindicación 11, **que se caracteriza por que** la pirólisis de pulverización se lleva a cabo a una temperatura de 650 °C a 750 °C.
- 65 13. El aparato de calentamiento de la reivindicación 11, **que se caracteriza por que** la pirólisis de pulverización se

lleva a cabo a una presión de pulverización de 0,4 MPa a 0,7 MPa.

14. El aparato de calentamiento de la reivindicación 11, **que se caracteriza por que** la pirólisis de pulverización se lleva a cabo a una velocidad de cabezal de pulverización menor de 1000 mm por segundo.

5 15. El aparato de calentamiento de la reivindicación 11, **que se caracteriza por que** la pirólisis de pulverización se lleva a cabo por medio de pases de pulverización alternantes en una dirección de 90 grados uno con respecto a otro.

10 16. El aparato de calentamiento de la reivindicación 11, **que se caracteriza por que** los electrodos (18, 104) se disponen sobre el revestimiento conductor por medio de serigrafía.

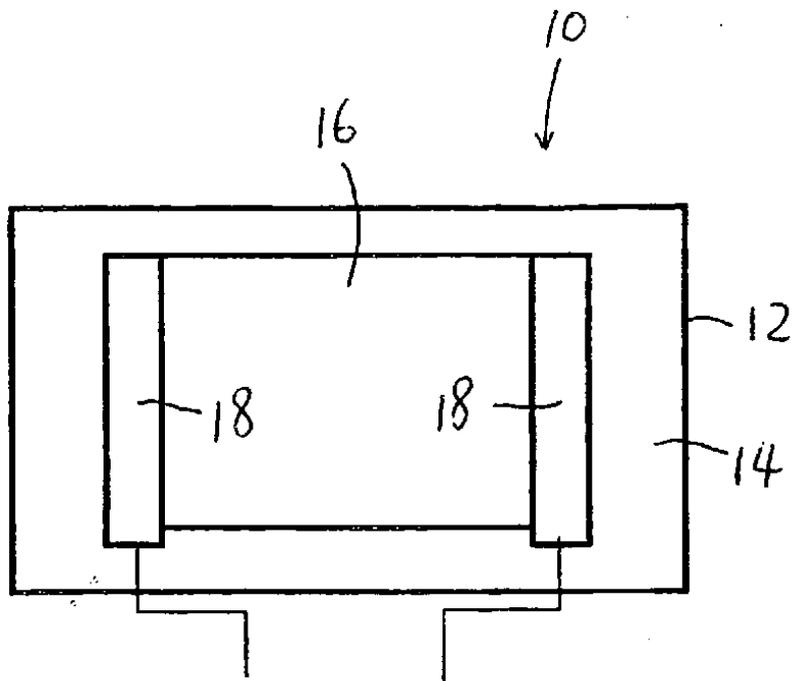


Figura 1

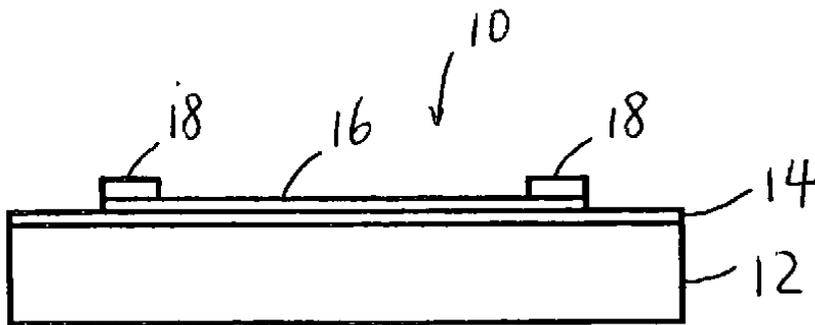


Figura 2

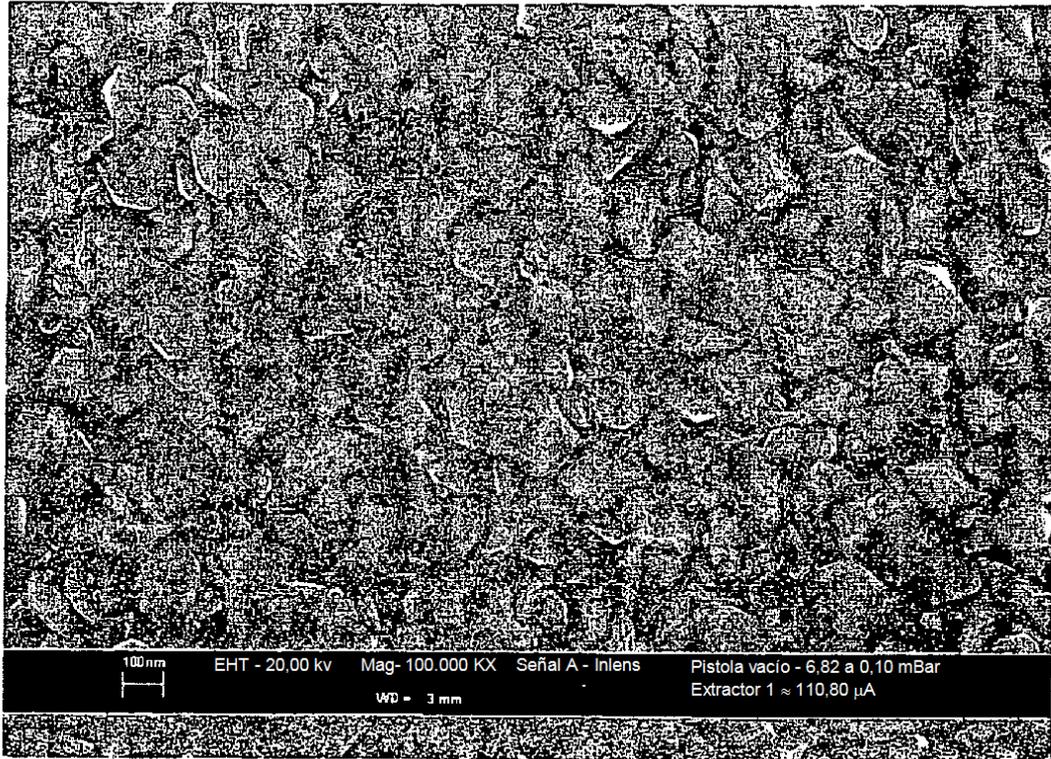


Figura 3

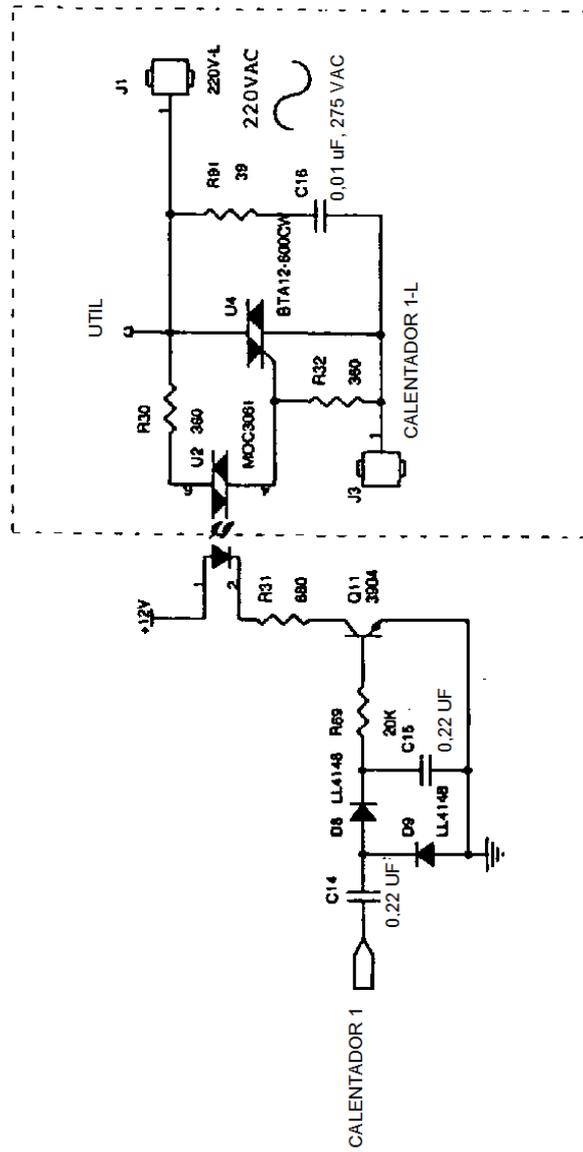


Figura 4

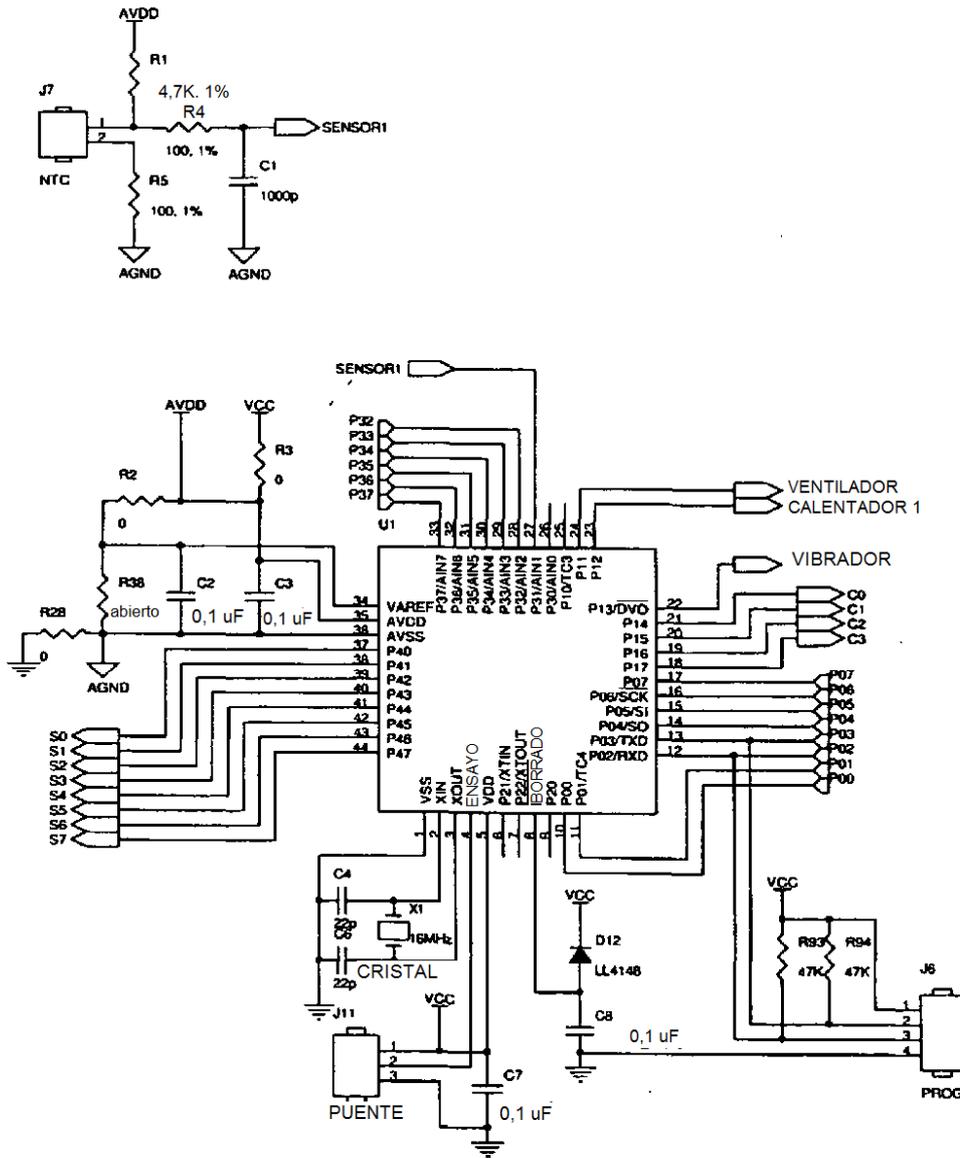


Figura 5

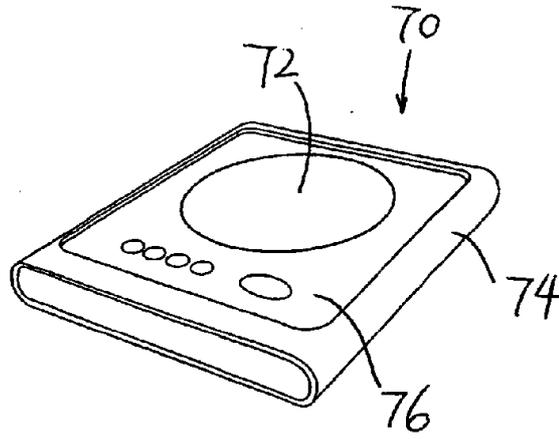


Figura 6

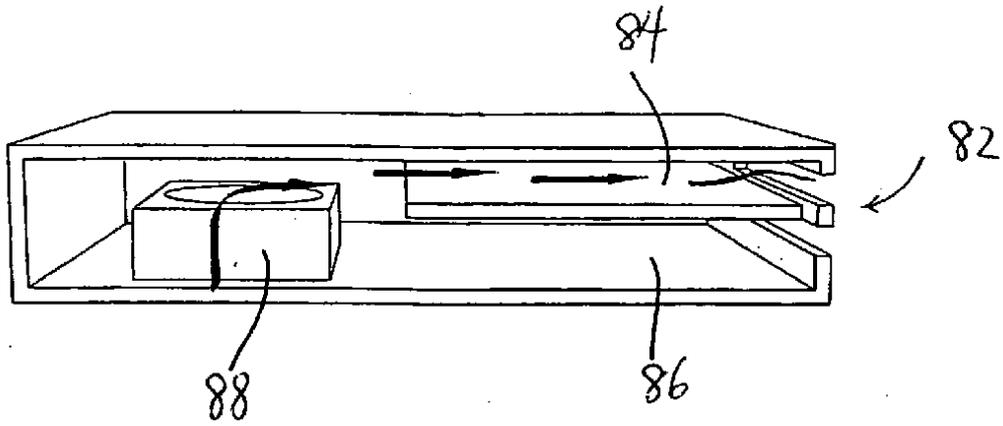


Figura 7

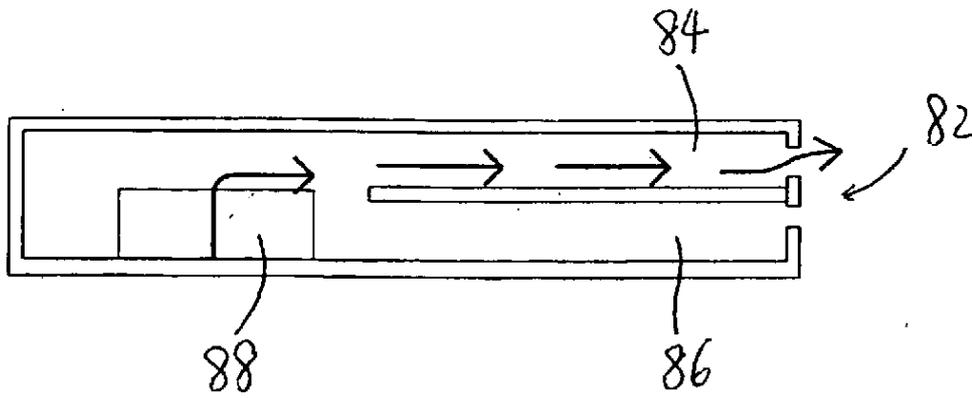


Figura 8

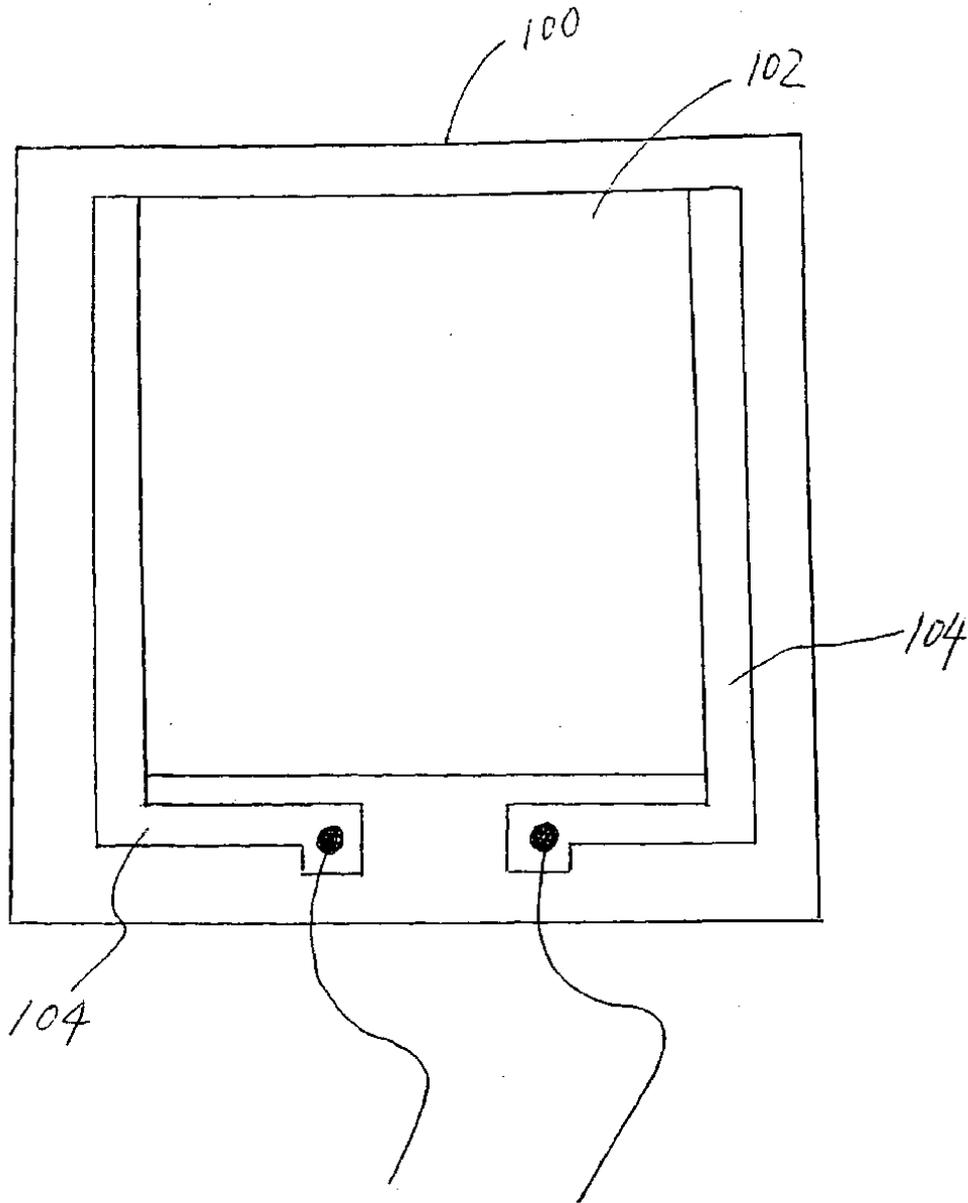


Figura 9