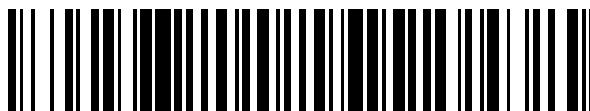


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 220**

51 Int. Cl.:

G01K 1/08 (2006.01)

G01K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2007** **E 07704338 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.09.2014** **EP 1982153**

54 Título: **Termómetro de resistencia eléctrica**

30 Prioridad:

03.02.2006 DE 202006001883 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.12.2014

73 Titular/es:

**EPHY-MESS GESELLSCHAFT FUR ELEKTRO-
PHYSIKALISCHE MESSGERATE MBH (100.0%)
BERTA-CRAMER-RING 1
65205 WIESBADEN-DELKENHEIM, DE**

72 Inventor/es:

**SCHARFENBERG, VOLKER;
HERDT, GERHARD y
BECKER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 525 220 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

Termómetro de resistencia eléctrica

La presente invención se refiere a un termómetro de resistencia eléctrica con al menos un elemento de resistencia dependiente de la temperatura, el cual presenta al menos dos contactos de conexión, con un soporte sobre el cual se puede fijar el elemento de resistencia de tal forma que pueda llevarse a un buen contacto térmico con un objeto cuya temperatura ha de medirse, y con líneas de alimentación eléctrica que están previstas para las conexiones de los contactos eléctricos de conexión del elemento de resistencia con un instrumento de medida.

Del documento US 2002/0071475 A1 es conocido un sensor de temperatura con las presentes características, en las que el material de soporte es un sustrato flexible para circuitos eléctricos de conmutación. En ese sensor de temperatura, en una sección final del material de soporte, está previsto un termistor, pudiendo estar previstos también, en lugar de un sensor de temperatura, varios sensores de temperatura en el extremo aislado del soporte, pero cuya disposición exacta no se describe.

El documento US 5.178,468 describe un sensor de medición de temperatura, el cual está configurado especialmente para la utilización en el campo de la medicina, por ejemplo como termómetro para la fiebre. También en este caso está situado un único termistor, colocado en un extremo de un material fino de soporte con forma de hoja, separado de los contactos de conexión, el cual ofrece una correspondiente flexibilidad.

El documento DE 198 20 005 A1 describe un sensor plano de temperatura con una gran cantidad de resistencias de medición de temperatura situadas en línea y conectadas en paralelo, las cuales están distribuidas sobre una superficie.

La patente US 4.317,367 describe por otra parte un sensor de temperatura fino y con forma de hoja, y con ello flexible, el cual está previsto también para usos médicos, es decir, por ejemplo, para mediciones de fiebre. También en éste caso, un único sensor de temperatura se encuentra al final de un soporte más o menos flexible, con forma de hoja.

Del modelo alemán registrado DE 299 07 768 U1 se conoce un sensor de temperatura superficial, en el cual un conductor eléctrico está colocado, como sensor de temperatura, sobre una base flexible, estando dispuestas varias resistencias discretas de medición como sensores de temperatura, las cuales están sujetas sobre una base flexible, y están unidas eléctricamente entre sí en forma de hileras y/o conexiones en paralelo, a través de circuitos impresos. En una forma de ejecución, se han colocado se forma simétrica 4 elementos Pt-SMD, los cuales presentan una resistencia conjunta de 100 OHM a través de una combinación de conexiones línea-paralelo. Con referencia a los sensores de temperatura rectangulares flexibles, se cita también la embutición de los mismos en sensores de ranura.

Los termómetros de resistencia son conocidos en el estado de la técnica en variadas configuraciones. Por ejemplo, del estado de la técnica son conocidos los llamados termómetros de ranuras, los cuales están previstos para el registro de temperaturas en, o bien dentro de las máquinas e instalaciones, y para su protección térmica. Los termómetros de ese tipo están montados típicamente en ranuras de motores eléctricos, y tienen en general la forma de un paralelepípedo fino y alargado, de hasta 1 m de longitud, una anchura de aproximadamente 5 a 15 milímetros, y un espesor o altura típicamente entre 1 y 5 mm, siendo posibles por lo demás las desviaciones de esos valores.

Estos conocidos termómetros de resistencia contienen como elemento de resistencia dependiente de la temperatura un fino alambre de platino enrollado sobre un soporte con forma de barra, siendo elegidos normalmente la longitud y el diámetro de un alambre de ese tipo de tal forma que la resistencia, o bien a 0° C, o a 300° K, tiene un valor de resistencia determinado y fijado previamente, como por ejemplo 100 Ω. Los termómetros de resistencia de ese tipo, aunque son muy fiables, precisos y también resistentes a la temperatura, son sin embargo relativamente costosos en su fabricación. El platino es un material relativamente caro, de forma que, para reducir los costes de material hay que utilizar alambres de platino muy finos como elementos de resistencia. Estos son muy difíciles en su manejo, y también el ajuste a los valores de resistencia, determinados y fijados previamente a temperaturas dadas, es costoso y difícil. El fino alambre ha de ser sujetado de forma costosa sobre un correspondiente soporte, y las líneas de alimentación eléctrica necesitan normalmente una descarga de la tracción. La flexibilidad de los termómetros de ese tipo es limitada, ya que en caso de doblarse el soporte se ejerce una cierta tensión de tracción sobre el alambre de platino, delicado y fino.

Además son conocidos también otros termómetros de resistencia, los cuales usan como elemento de resistencia, por ejemplo, una resistencia de capa fina, la cual puede ser asimismo una resistencia de platino, pero podría estar formada también por otros materiales con resistencia dependiente de la temperatura, incluido material semiconductor, aleaciones especiales de contactos semiconductores o contactos metálicos, etc. No obstante, estos elementos de resistencia tiene la desventaja de que son relativamente compactos, con ello pueden realizar solamente una medición puntual delimitada, y captan la temperatura del ambiente más despacio que un alambre fino de platino.

Frente al estado de la técnica discutido anteriormente, la presente invención se plantea el objetivo de conseguir un termómetro de resistencia que sea sencillo y económico de fabricar, que posibilite una buena ligazón térmica, pueda dimensionarse para la medición en campos más ampliados, y que pueda utilizarse, al menos para casos sencillos de uso, de forma igual o parecida a los termómetros más complicados, los cuales están dotados con alambre de platino como elemento de resistencia, siendo el termómetro adecuado para la utilización en elementos de máquinas, y siendo resistente al calor hasta al menos 180 °C.

Éste objetivo se alcanza a través de un termómetro de resistencia con las características de la reivindicación 1.

Como „embutido“ ha de entenderse también en ello, en el sentido de la presente invención según la reivindicación 1, los circuitos impresos aplicados superficialmente, por ejemplo como una capa, sobre un material sintético, siendo preferido el que los circuitos impresos estén rodeados por el material sintético por al menos tres lados, especialmente por todos los cuatro lados.

Por tanto, según la presente invención, el soporte sobre el que se sujeta un elemento de resistencia, de tal forma que pueda ser llevado a un buen contacto térmico con el entorno de la medición, está dotado con circuitos integrados impresos, siendo el portador además de un material sintético fácilmente flexible a menos en una dirección. Se entiende según esto que el soporte es fácilmente flexible en una dirección también conjuntamente con los circuitos integrados embutidos en el mismo, y con ello es adaptable de forma muy sencilla y fácil a la geometría de los objetos de medida existentes.

La configuración integrada del soporte y de las líneas de alimentación simplifica el proceso de fijación y de establecimiento del contacto del elemento de resistencia, ya que en lugar de los tres elementos anteriores, a saber, elemento de resistencia, soporte y líneas de alimentación, que tenían que ser guiadas conjuntamente y fijadas entre sí, están previstos solamente dos elementos a fijar entre sí, ya que el soporte y los circuitos impresos están configurados de forma integrada.

En la forma de ejecución preferida de la invención, el material sintético en el que se han embutido, o bien se han aplicado los circuitos impresos de forma integral, es un material termoplástico sintético con capacidad de ser extruido y resistente a la temperatura, por ejemplo una polimida, especialmente una poliamidaimida, o bien una poliétercetona, como por ejemplo PEEK. También el PTFE es adecuado como material sintético del soporte. El material sintético habría de ser resistente al calor hasta al menos 180°C, preferentemente hasta al menos 200°C, o por encima.

Los contactos de conexión del elemento de resistencia eléctrica se unen, o bien se conectan simplemente con los circuitos impresos, al menos dos, por ejemplo mediante estañado, soldadura o procesos similares de establecer contacto, y con ello están fijados entonces automáticamente sobre el soporte, también al menos de forma provisional sobre el mismo.

Por su parte, los circuitos impresos integrados presentan una buena conductibilidad térmica, y pueden ser llevados fácilmente, a través del soporte flexible, a un buen contacto térmico con el objeto cuya temperatura ha de determinarse, y contribuyen con ello a transmitir efectivamente la temperatura desde una zona que sobrepasa las dimensiones del elemento de resistencia sobre el elemento de resistencia.

Las características de las formas preferidas de ejecución de la invención explicadas a continuación, parcialmente relacionadas entre sí, han de ser vistas respectivamente como publicadas individualmente, y combinables con todas las otras características en cualquier combinación, siempre que una característica no presuponga forzosamente otra, o bien represente una concreción de otra característica.

El soporte es un material sintético con forma de tira, con una sección transversal cuya anchura es de al menos el doble, preferentemente al menos el cuádruple, y más preferentemente al menos el séxtuple, o bien, de forma especialmente preferida, incluso más de ocho veces la altura del material con forma de tira. En ello, en la sección transversal, que no tiene forma de círculo, del material con forma de tira, la dimensión mayor de la sección transversal se denomina aquí como „anchura“, y la dimensión más corta como „altura“. De forma adecuada, una tira de ese tipo tiene una anchura de al menos 3 mm, preferentemente de al menos 5 mm. Los elementos con forma de tira, comprobados prácticamente en ensayos previos, tenían por ejemplo una anchura de alrededor de 6 a 9 mm. La anchura máxima es, en la forma de ejecución preferida, de 25 mm, siendo todavía más preferidas las anchuras máximas de 20 mm, o bien de 15 mm, y especialmente preferida la anchura total situada por debajo de 12 mm. Concretamente, pueden conseguirse anchuras mínimas de 6 mm o menos donde sea necesario. La altura, o bien el espesor del soporte, incluidos los circuitos impresos embutidos, no debería estar preferentemente por debajo de 0,2 mm, y es preferentemente de al menos 0,4 mm, a fin de poder garantizar un espesor suficiente, tanto de los circuitos impresos como también de las capas aislantes del soporte. La altura máxima, o bien el espesor, no debería sobrepasar en lo posible los 3 mm, mejor los 2mm.

Las dimensiones de la sección transversal del soporte en su conjunto determinan la máxima sección transversal de los circuitos impresos. Por una parte han de preverse al menos dos circuitos eléctricos impresos, a fin de poder conectar los contactos de conexión, al menos dos, de un elemento de resistencia, a fin de medir entre ambos la resistencia del elemento de resistencia. Además, los circuitos impresos han de estar aislados entre sí, y los mismos

están también aislados preferentemente del entorno a través del material del soporte, y rodeados preferentemente por todas partes por el material del soporte, siendo retirado el material de soporte de un lado de esos circuitos impresos solamente en las zonas en las que han de ser conectados los contactos de conexión del elemento de resistencia con los circuitos impresos.

- 5 Además, los circuitos eléctricos impresos, que por lo general son también buenos conductores térmicos, sirven para una ligadura térmica del elemento de resistencia eléctrica con el entorno a medir, a través de una zona más grande adyacente con el elemento de resistencia, mientras que el material sintético del soporte es por lo general un mal conductor térmico, por lo que debería recubrir a los circuitos eléctricos impresos solamente con una capa fina, en cuanto que la misma es necesaria para el deseado aislamiento, y también para la integridad mecánica del soporte.
- 10 Además, los circuitos eléctricos impresos deberían tener en su conjunto una resistencia relativamente reducida, ya que, en el caso de una medición bifilar, se mide también la resistencia de las líneas de alimentación, adicionalmente a la resistencia del elemento de resistencia, y dado que la resistencia de las líneas de alimentación es dependiente de la temperatura, lo cual hace que la medición es correspondientemente menos exacta, o bien necesita de correcciones adicionales, las cuales han de ser tanto más desatendidas cuanto menos sea la resistencia absoluta de las líneas de alimentación en relación con la resistencia del elemento de resistencia. El esfuerzo va de aquí hacia la configuración de la sección de las líneas de alimentación lo suficientemente grande, y la sección transversal del material de soporte que contiene a las líneas de alimentación lo menor posible, es decir, siempre que esto sea compatible con los requerimientos de aislamiento y los requerimientos mecánicos como soporte.

- 20 Por ese motivo, la sección transversal de cada circuito impreso no debería sobrepasar una cierta dimensión mínima, y es de al menos $0,1 \text{ mm}^2$, preferentemente $0,2 \text{ mm}^2$ o incluso $0,3 \text{ mm}^2$. Por otra parte, la sección transversal, tanto del material del soporte como de los circuitos impresos, no debería ser demasiado grande, ya que ello limita la flexibilidad y la movilidad del soporte. No obstante, una buena flexibilidad en al menos un plano se alcanza, entre otras, a través de las relaciones preferidas citadas entre la anchura y la altura de la sección transversal.

- 25 En la forma de ejecución preferida de la invención, el material del soporte y los circuitos impresos son rectangulares en su sección transversal, transcurriendo los lados largos de esas secciones transversales de forma paralela entre sí. Los circuitos impresos son de cobre, ya que el cobre es tanto un buen conductor térmico como un buen conductor eléctrico, y además es comparativamente barato.

- 30 El material del soporte está fabricado preferentemente como material continuo con sección transversal constante, y se corta discrecionalmente en las longitudes necesarias para los termómetros concretos. Lógicamente, lo mismo es también válido preferentemente para los circuitos impresos integrados en el material del soporte.

- 35 Para algunas funciones de aplicación es oportuno cuando la temperatura es captada a lo largo de un trayecto más largo de medición, o bien se capta una sección más larga de un objeto cuya temperatura haya de determinarse, la cual no puede ser abarcada sin más a través de los circuitos impresos conductores del calor. Para un finalidad de ese tipo está previsto, según la invención, que varios elementos de resistencia (es decir, al menos dos elementos de resistencia) está distribuidos sobre una sección correspondientemente larga del soporte, preferentemente a intervalos iguales. Los elementos de resistencia utilizados son preferentemente elementos de resistencia de capa fina, especialmente elementos de resistencia de capa fina de Pt, los cuales son relativamente baratos en comparación con los alambres de platino. En ello, varias resistencias de ese tipo, que está distribuidas sobre una longitud de una sección de un soporte, se conecten en paralelo. Sin embargo, se pueden conectar varias resistencias en línea sobre un único circuito impreso, al ser interrumpido respectivamente ese circuito impreso entre las dos patas de conexión de cada una de las resistencias conectadas consecutivamente con el circuito impreso.

Los elementos de resistencia pueden ser conectados también parcialmente de en línea y parcialmente en paralelo.

- 45 En una forma de ejecución preferida de la invención, el material del soporte presenta al menos tres circuitos impresos, lo cual posibilita conectar varias resistencias colocadas encima opcionalmente en paralelo o en serie. Especialmente, en el caso de al menos tres resistencias, pueden ser conectadas dos de esas resistencias en serie y una tercera en paralelo con las dos, o bien en paralelo con una de las resistencias conectadas en serie. En el caso de cuatro resistencias es posible, por ejemplo, conectar respectivamente dos resistencias en parejas, y estas conectarlas por su parte en serie una tras otra, o bien al contrario. Cuando se utilizan, en un caso así, cuatro resistencias nominalmente iguales, ésa conexión paralelo-serie tiene el mismo valor de resistencia que cada una de las resistencias individuales, pudiéndose medir las resistencias antes del contacto, en el caso de resistencias con tolerancias, y colocarlas según las desviaciones concretas de las tolerancias en conexión en serie o en paralelo, de forma que la resistencia total del conjunto conectado tenga una menor desviación de tolerancia respecto al valor teórico que una u otra de las tolerancias individuales.

- 55 También los contactos de conexión, o bien los cables de conexión de los elementos de resistencia contribuyen al valor de la resistencia, especialmente en el caso de resistencias de capa fina, pudiéndose adaptar, es decir, acortar las longitudes de esos contactos de conexión, o bien cables de conexión, de tal forma que a través de ello pueda ser compensada la resistencia de los circuitos impresos, y puedan ser reducidas las eventuales desviaciones de la tolerancia.

Otra ventaja de la utilización de al menos tres circuitos impresos consiste entonces en que en el tercer ciclotipo impreso puede preverse una tercera toma de medición, de forma que es posible medir separadamente un grupo respectivo de resistencias paralelas conectadas serie, al ser utilizada la tercera toma de medición en lugar de una de las otras dos tomas de medición, disponibles mínimamente. Esto posibilita, cuando los elementos de resistencia están dispuestos en grupos consecutivos a lo largo del trayecto del termómetro (estando conectados respectivamente en paralelo los elementos de resistencia de un grupo), una diferenciación y una resolución localizada de la temperatura medida.

En la forma de ejecución preferida de la presente invención, en la cual el soporte presenta, por ejemplo, una anchura de unos 6 mm, o bien un máximo de 8 mm, un espesor de menos de 1 mm y, por ejemplo, tres circuitos impresos planos embutidos, con secciones transversales de $1,5 \times 0,2 \text{ mm}^2$ respectivamente, pueden fabricarse termómetros, a través de aplicar elementos de resistencia sobre uno de los lados más largos de la sección transversal del soporte, cuyo espesor máximo está entre 2 y 4 mm, mientras que la anchura se corresponde aproximadamente con la anchura del soporte, y la longitud del soporte, y con ello del termómetro, puede elegirse a voluntad, correspondiendo a la finalidad de su aplicación. Las longitudes totales típicas de un termómetro de resistencia de ese tipo son por ejemplo, con la utilización de un único elemento de resistencia, de 50 mm, y con la utilización varios elementos de resistencia son posibles sin más longitudes totales de hasta 1m, o también por encima. Preferentemente, la separación de elementos de resistencia adyacentes no debería ser de más de 10cm.

De forma preferida, las resistencias eléctricas de capa fina se colocan sobre la parte superior plana del soporte, los contactos de conexión se conectan con dos de los conductores planos embutidos, y a continuación puede ser sellado el soporte, por ejemplo con silicona, con la resistencia colocada encima de forma plana, o bien con la resistencia impresa apropiadamente en forma plana. Preferentemente, todos los elementos de resistencia son dispuestos solamente sobre un lado del soporte, aunque para algunas funciones de utilización puede ser también oportuna la colocación alternativa, o bien variable según otro esquema, sobre los dos lados del soporte. El material del soporte es preferentemente resistente al calor y flexible, de forma que pueda ser insertado en hendiduras estrechas o ranuras de una máquina, y también, por ejemplo, alrededor de partes curvadas, o bien cilíndricas de las máquinas, o bien de otros objetos de medición, pudiéndose llevar a los elementos de resistencia a un buen contacto con la superficie del objeto a medir, también cuando solo la superficie del soporte contrapuesta a las resistencias colocadas pueda ser llevada a un contacto directo con el objeto a medir. Los circuitos impresos, y la capa relativamente fina sobre los circuitos impresos, así como la forma plana de la sección transversal del soporte y de los circuitos impresos, consiguen entonces todavía un contacto térmico relativamente bueno entre el objeto de la medición y el elemento de resistencia.

De forma adecuada, el soporte, sellado con silicona, o bien con una pasta conductora del calor, juntamente con la resistencia, o bien con las resistencias, está envuelto aún con una manguera encogible en caliente, la cual se prolonga sobre toda la longitud del soporte. El soporte puede estar embutido en una carcasa de material sintético, o bien al menos tener una parte final embutida, o bien unida con una parte final que aloje líneas externas de alimentación que estén unidas con los circuitos eléctricos impresos del soporte, por ejemplo por estañado o por soldadura, o bien integradas, apoyándose una parte frontal del material en cuestión sobre la parte final, lo cual sirve con ello como descarga de tracción cuando las líneas de alimentación están unidos a la misma.

Una ventaja especial consiste en que, en la variante preferida de la presente invención, el material del soporte está fabricado como material continuo, junto con los circuitos impresos embutidos, con una sección transversal constante. El soporte puede adaptarse con ello de forma sencilla a cualquier longitud deseada, garantiza un buen acoplamiento térmico de los elementos de resistencia, y es al mismo tiempo muy económico.

Otras ventajas, características y posibilidades de utilización de la presente invención son evidentes según la descripción siguiente de una forma de ejecución preferida, y las figuras que le corresponden. Se muestran:

Figura 1 una vista en planta desde arriba de un termómetro de resistencia según la invención, estando representadas una manguera encogible que lo cubre, y la masa de silicona de relleno separadas de la superficie,

Figura 2 una sección aumentada de la figura 1,

Figura 3 una sección transversal a lo largo de la línea A-A de la figura 2, pero sin la carcasa 15, y

Figura 4 una sección transversal a través del material del soporte, según la invención, con el aislamiento de dos circuitos impresos retirado parcialmente.

Como se ve mediante la figura 4, el soporte 3 del conjunto de termómetros de resistencia señalado como 10 está compuesto por una tira de material sintético rectangular en su corte transversal, con tres circuitos impresos, rectangulares asimismo en su corte transversal, los cuales están señalizados como 2a, 2b y 2c. La altura del material del soporte es, por ejemplo, de 0,5 a 0,8 mm, y la anchura entre 6 y 8 mm. La sección transversal de los distintos circuitos impresos 2a, 2b y 2c es, por ejemplo, de $0,2 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$, es decir, unos $0,3 \text{ mm}^2$. La distancia entre los circuitos impresos adyacentes es, por ejemplo, de unos 0,2 a 0,5 mm, y el espesor de la capa aislante sobre los lados superior e inferior de la sección transversal es, preferentemente, de 0,1 a 0,3 mm, pero no obstante

puede ser también más gruesa en el caso de requerimientos extremos en cuanto a la resistencia a la alta tensión. Los aislamientos laterales a lo largo del canto longitudinal de soporte 3 deberían ser también de al menos 0,1 a 0,5 mm o más. Los nervios de aislamiento 6 entre los circuitos impresos tienen preferentemente una anchura de al menos 0,2 mm, preferentemente al menos 0,5 mm. En la presente versión, los nervios de aislamiento 6 son de casi 0,5 mm de ancho. El material sintético es aislante y flexible, y se puede doblar fácilmente alrededor de un eje paralelo al lado longitudinal de la sección transversal. En la figura 4, el material sintético 6 está separado de dos de los circuitos impresos 2b, 2c, a fin de poder conectar allí un elemento de resistencia 1, o bien sus contactos de conexión 8, como se representa en la figura 3. Se observa además perlas 12 de estañado, con las cuales están unidos eléctricamente los contactos de conexión 8 con los circuitos impresos 2b, 2c. Además, se percibe una pasta 13 transmisora del calor, con cuya ayuda está fijado el propio elemento de resistencia 1, el cual presenta una resistencia de capa fina de Pt, sobre la superficie del soporte 3, con un buen contacto superficial con la superficie del soporte 3. El elemento de resistencia 1 está separado solamente a través de una capa relativamente fina de material de aislamiento de los circuitos impresos 2b, 2c situados debajo, de forma que los circuitos impresos 2b, 2c transportan calor de zonas que son adyacentes con el elemento de resistencia 1 hacia el elemento de resistencia 1, o bien pueden ceder el calor sobrante del mismo. A discreción, el termómetro de resistencia puede ser puesto en contacto con el objeto cuya temperatura ha de medirse, o bien con la parte posterior, la cual está contrapuesta respecto al elemento de resistencia 1, o también con el lado sobre el que está colocado el elemento de resistencia 1. El termómetro de resistencia puede insertarse en su caso en una ranura del objeto en cuestión, y ser pegado o sellado dentro de la misma, de forma que puede tener lugar una transmisión de calor desde los dos lados del elemento de resistencia 1.

En la figura 1 se reconoce el termómetro de resistencia, señalado como 10 en su conjunto, el cual puede ser fabricado en principio con una longitud discrecional, ya que el soporte 3 es un material continuo, el cual es cortado según la necesidad concreta para un termómetro. En el presente ejemplo de la figura 1, la cual representa un termómetro de resistencia en su tamaño natural aproximado, o bien ligeramente aumentado, el soporte 3 presenta tres circuitos impresos paralelos 2a, 2b y 2c con una sección transversal constante, los cuales se prolongan a lo largo de toda la longitud del soporte 3, y están conectados en total con cuatro elementos de resistencia 1. En el extremo derecho se esbozan dos líneas eléctricas 5 de alimentación, las cuales están en contacto con los dos circuitos impresos exteriores 2a y 2c. Las resistencias 1a, 1b, así como 1c y 1d están conectadas en paralelo en parejas entre las líneas 2b y 2c, o bien 2a y 2b, y presentan efectivamente, debido a la conexión con el circuito impreso intermedio 2b, el cual no está en contacto directo con las líneas eléctricas externas 5 de alimentación, una conexión en serie de las dos parejas representadas a su izquierda y a su derecha. No obstante, las resistencias pueden estar colocadas igualmente también en la forma de que una resistencia esté conectada alternativamente con los circuitos impresos 2b y 2c, o bien 2a y 2b, lo cual no modificaría en este ejemplo de ejecución a la conexión efectiva en paralelo y en serie. Todas las resistencias podrían estar conectadas también en paralelo, necesitándose solamente dos circuitos impresos, y las líneas exteriores 5 de conexión podrían conectar bien los circuitos impresos 2a y 2b, o bien 2b y 2c, en lugar de los circuitos impresos 2a y 2c, como está representado aquí.

Como se ha mencionado previamente, las resistencias pueden estar conectadas también en serie, pudiéndose realizar entonces la conexión en serie, entre otras cosas, cuando el número de resistencias es igual o menor que el número de circuitos impresos disponibles, a través de que al menos una parte de las resistencias estén conectadas con las respectivas dos conexiones sobre el mismo circuito impreso, estando interrumpido el circuito impreso entre las conexiones de la resistencia afectada. No obstante, a fin de realizar una conexión en serie con el material del soporte, según la invención, pueden estar unidas también alternativamente las dos conexiones de cada una de las resistencias con otro respectivo circuito impreso, cuando cada circuito impreso está interrumpido alternativamente entre resistencias consecutivas entre sí. Un tercer circuito impreso puede ser utilizado entonces como circuito de retorno, a fin de tener todas las conexiones del termómetro en común en un extremo del soporte.

La longitud de los cables 8 de conexión, los cuales constituyen una parte de la resistencia medida, es ajustada de la forma adecuada a fin de compensar en su caso la resistencia de las líneas de alimentación, o bien de los circuitos impresos 2a, 2b y 2c. Es decir, los cables de conexión 8 de los elementos de resistencia (por ejemplo 1a) más separados de los cables exteriores 5 de conexión, o bien de los contactos exteriores 4 de conexión, pueden estar más acortados que los de los elementos de resistencia (por ejemplo 1d) situados más cerca de los cables exteriores 5 de conexión. Las líneas de alimentación exteriores, o bien los cables de conexión exteriores 5 pueden presentar también especialmente el doble número (o sea, 4) de conductores eléctricos, a fin de pasar lo más cerca posible de los circuitos impresos 2a, 2b y 2c para una medición de la resistencia en 4 puntos. En la conexión combinada serie-paralelo representada de las cuatro resistencias, y bajo la suposición de que todas las cuatro resistencias tienen el mismo valor nominal, el conjunto de los cuatro elementos de resistencia conectados de esta manera tiene el mismo valor nominal que cada una de las resistencias individuales. Como se ha mencionado anteriormente, frente a ello se puede reducir, a través de una combinación inteligente de las distintas resistencias, las cuales pueden tener de por sí ciertas desviaciones de tolerancia, la desviación de tolerancia de la resistencia combinada. La cantidad máxima de los elementos de resistencia 1 sobre un soporte 3 no está limitada, y depende solamente del espacio disponible sobre una sección dada del soporte, no siendo necesario en general colocar los elementos de resistencia a una distancia muy estrecha, dado que a través de los circuitos impresos, pero también a través de las posibles partes adyacentes de la máquina o similares, se consigue de todos modos una determinada promediación de la temperatura sobre una zona mayor, la cual asciende a un múltiplo de la superficie de contacto térmico del elemento

individual 1 de resistencia. Los elementos de resistencia 1 son esencialmente, como se desprende también de la figura 3, elementos planos con forma de paralelepípedo, cuya anchura es en todo caso menor que la anchura del soporte 3, y cuyo espesor es preferentemente de menos de 1 mm, por ejemplo 0,9 mm. Para un buen contacto térmico, las superficies de contacto de las resistencias de capa fina deberían ser de al menos 2 mm², preferentemente de al menos 3 a 4 mm².

El soporte 3, con los elementos de resistencia 1a, 1b, 1c, 1d, colocados y conectados, puede estar sellado, en su caso, bien limitándose a los distintos elementos de resistencia, o bien a lo largo de toda su longitud, con una pasta 13 de contacto térmico, un sellador de silicona, o bien con otro material protector y adhesivo, de forma que el termómetro de resistencia terminado tiene en conjunto un grosor que es apenas mayor que la suma del espesor del soporte 3 y de uno de los elementos de resistencia. Por último, el conjunto del soporte con los elementos de resistencia sellados puede ser envuelto aún en una manguera 14 encogible por temperatura, o bien en una carcasa aislante, preferentemente de pared fina, estando representada asimismo en la figura 1 la versión de la manguera encogible en los bordes superiores e inferiores del soporte 3, y en el extremo del lado izquierdo y del lado derecho del termómetro 10. Por lo demás, como carcasa podría estar prevista también una carcasa no aislante, por ejemplo de un material de metal blando y de paredes finas, el cual esté comprimido con el soporte y con las resistencias, y el cual garantice una buena distribución de la temperatura y un buen contacto térmico con los elementos de resistencia, lo cual presupone, no obstante, que los circuitos impresos y los elementos de resistencia estén bien aislados de la carcasa. Esto podría estar asegurado, por ejemplo, a través de la combinación de una manguera encogible interior aislante, y una carcasa exterior metálica que rodee a la manguera encogible.

La figura 2 muestra una ampliación del extremo derecho del termómetro 10 de resistencia, pero con una modificación, en la cual la manguera encogible 14 según la figura 1 está sustituida por una carcasa 15, la cual, sin embargo, puede estar prevista también adicionalmente a una manguera encogible. La carcasa 15 es asimismo una carcasa plana, rectangular en su sección transversal, con una escotadura que se corresponde bastante exactamente con la anchura y la altura del material del soporte, con los elementos de resistencia 1 insertados adicionalmente. El lado frontal 9 del soporte 3, reconocible a la derecha, se apoya en el extremo derecho de la escotadura correspondiente en la carcasa 15, y las líneas de alimentación 15 están guiadas a través de dos hendiduras, o bien orificios en el extremo del lado derecho de la carcasa 15, y están conectadas con los circuitos 2a y 2c. A través de que el lado frontal 9 del soporte 3 se apoya en la carcasa, esto configura efectivamente una descarga de tracción para los hilos de conexión, o bien cables 5, los cuales pueden ser fijados además en la carcasa, pero lo cual no está representado aquí. La carcasa puede estar configurada también solamente como una pieza final corta, la cual aloja solo una sección final corta del termómetro 10, la cual comprende solamente, por ejemplo, los contactos de conexión para las líneas 5 de alimentación. De esa forma se evita que la carcasa 5 perjudique al contacto térmico del elemento de resistencia 1 más cercano con el entorno. Cada uno de los cables 5 puede contener dos hilos de conexión aislados entre sí, los cuales están conectados conjuntamente en los puntos de contacto 4 para una medición en 4 puntos.

La carcasa 15 puede estar compuesta alternativamente de un metal, preferentemente un metal blando, y especialmente de una película de metal o de un trenzado o tejido de metal, y estar prensado con el termómetro de resistencia para un buen contacto térmico, pero teniendo que estar entonces aislado el termómetro 15 de la carcasa 15, por ejemplo a través de una manguera 14 encogible por calor dentro de la carcasa 15.

Los termómetros de resistencia según la invención pueden fabricarse de forma relativamente sencilla y económica, son extremadamente flexibles en la variante preferida, y por ello son adecuados para muchos objetivos de utilización diferentes.

REIVINDICACIONES

1. Termómetro de resistencia eléctrica con al menos un elemento de resistencia (1), dependiente de la temperatura, el cual presenta al menos dos contactos (8) de conexión, con un soporte (3) sobre el cual se puede fijar el elemento de resistencia de tal forma que pueda llevarse a un buen contacto térmico con un objeto cuya temperatura ha de medirse, y con líneas de alimentación eléctrica (2, 5) que están previstas para las conexiones de los contactos eléctricos (8) de conexión del elemento de resistencia con un instrumento de medida, estando configurado el termómetro de resistencia como un termómetro de ranura con la forma de un paralelepípedo, con una longitud de al menos 50 mm y hasta 1 metro, una anchura de 3 a 15 mm, y una altura de 1 a 5 mm, estando previsto como soporte (3) un material sintético resistente a la temperatura al menos hasta 180°C, que se dobla fácilmente al menos en una dirección, el cual tiene forma de cinta y posee una sección transversal cuya anchura es al menos el cuádruple de su altura, estando embutidos en el material del soporte al menos dos circuitos eléctricos impresos (2a, 2b, 2c) que tienen por su parte una sección transversal cuya anchura es de al menos el doble que la altura de la sección transversal, y transcurriendo los circuitos impresos en un plano común en el material del soporte, siendo los elementos de resistencia elementos de resistencia de capa fina de platino con hilos (3) de conexión, y estando compuestos los circuitos impresos de cobre, con una sección transversal de al menos 0,1 mm².
2. Termómetro de resistencia eléctrica según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la sección transversal del material con forma de cinta tiene una anchura que es al menos seis veces, y, especialmente preferido, más de ocho veces la altura, o bien el grosor del material con forma de cinta.
3. Termómetro de resistencia eléctrica según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** las líneas eléctricas de alimentación (2a, 2b, 2c) tienen respectivamente una sección transversal cuya anchura es más del cuádruple que la altura de la sección transversal.
4. Termómetro de resistencia eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la sección transversal del soporte, y también preferentemente la sección transversal de los circuitos impresos, es esencialmente rectangular, transcurriendo paralelamente los laterales largos de la sección transversal del soporte y los conductores eléctricos.
5. Termómetro de resistencia eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** los circuitos impresos están compuestos de cobre, con una sección transversal de al menos 0,2 mm².
6. Termómetro de resistencia eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el elemento de resistencia está sellado, conjuntamente con el soporte, con silicona y/o una pasta (13) conductora del calor.
7. Termómetro de resistencia eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** el soporte y el elemento de resistencia están envueltos por una manguera encogible o por una carcasa.

