



- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
G01N 25/20 (2006.01) *G01K 17/06* (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2012/000113
- (22) Fecha de presentación internacional:
26 de abril de 2012 (26.04.2012)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
P201100477 29 de abril de 2011 (29.04.2011) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
[ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI -
Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica
de Madrid, E-28040 Madrid (ES).
- (72) Inventor; e
- (75) Inventor/Solicitante (para US solamente): **MARTÍNEZ-
VAL PEÑALOSA, José María** [ES/ES]; Calle Ramiro de
Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación,
Universidad Politécnica de Madrid, E-28040 Madrid (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección nacional admisible): AE,

AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM,
KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

- (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección regional admisible):
ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))

(54) Title: ACTIVE THERMOCOUPLE FOR MEASUREMENT OF CONVECTION COEFFICIENT

(54) Título : TERMOPAR ACTIVO PARA MEDIDA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN

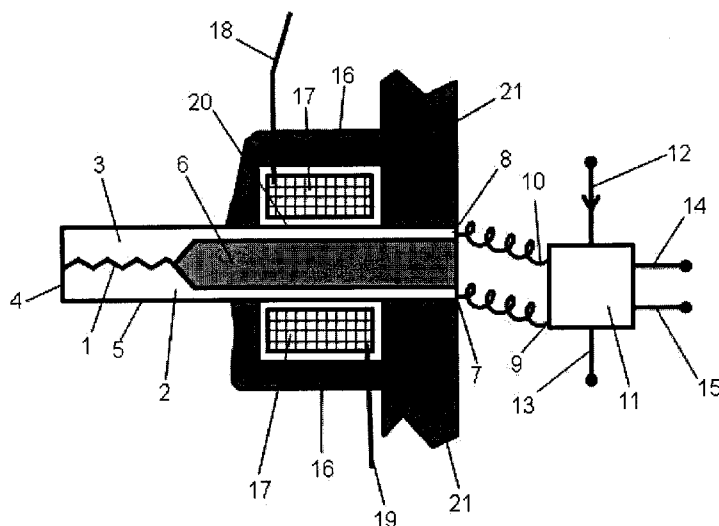


Figura 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a thermocouple that is obtained by adding a system for the ohmic heating of the thermocouple pins or bars to the components of any conventional or passive thermocouple, said system consisting of an electrical resistor (17) embedded in a ring (16) made from the same material as one of the pins or bars (3) of the original thermocouple to which the ring is welded (20). The temperature of the thermocouple is increased, by means of ohmic heating, above that of the fluid for which the convection is to be characterised and, subsequently, the ohmic heating current is cut, resulting in a drop in the temperature of the thermocouple, the value of the convection coefficient being deduced directly from said temperature drop.

(57) **Resumen:** Termopar que añade a los elementos de cualquier termopar convencional o pasivo, un sistema de calentamiento óhmico de las patillas o pletinas del termopar, consistente en una resistencia eléctrica (17) embebida dentro de un anillo (16) del mismo material que una de las patillas o pletinas (3)

del termopar

[Continúa en la página siguiente]

original, a la cual va soldada (20); usándose el calentamiento óhmico para elevar la temperatura del termopar por encima de la del fluido cuya convección se quiere caracterizar, para cortar posteriormente la corriente del calentamiento óhmico, tras lo cual decae la temperatura del termopar, deduciéndose directamente de ese decaimiento el valor del coeficiente de convección.

TERMOPAR ACTIVO PARA MEDIDA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN

SECTOR DE LA TÉCNICA

La invención se encuadra en el campo de instrumentos de base
5 electrónica para determinar valores de propiedades físicas, particularmente de
carácter térmico. Habitualmente los termopares se emplean para la
determinación de la temperatura en un punto, que puede estar en la superficie
de un sólido, o embebido en éste, o sumergido en un fluido, o justo en la
superficie de un sólido bañado por un fluido, que es el caso de interés en esta
10 invención.

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la película de fluido que baña una pared sólida, tanto si el fluido está
en movimiento como si está en reposo, se producen fenómenos moleculares de
15 agitación térmica que producen flujos de calor de las partes de más alta
temperatura a las de más baja temperatura; los cuales sólo se anulan en caso de
isotermalización perfecta. Mientras haya diferencia de temperaturas entre unas
partes y otras, y particularmente entre el sólido y el fluido, se producirá
transferencia de calor, que en el caso particular aludido, entre el sólido y el
20 fluido, se denomina convección, siendo caracterizada esta transferencia de calor
mediante un coeficiente de convección, o coeficiente de película, de tal modo
que el flujo térmico a través de la superficie de contacto es el producto de dicho
coeficiente por la diferencia de temperaturas entre la superficie del sólido y la
masa del fluido. Dichos coeficientes se han medido para diversas
25 configuraciones, dando lugar a diversas correlaciones disponibles en la
bibliografía técnica. Sin embargo, resulta necesario a veces tener una medida
experimental fiable del valor de dicho coeficiente de película, usualmente
identificado como "h", lo que es imposible de obtener con un termopar
convencional, que mide exclusivamente la temperatura en un punto.

30 Hay invenciones, y particularmente la solicitada en WO 2011040634 (A1)
que utilizan dos termopares dispuestos en proximidad dentro del sólido, y
aproximadamente en la línea que sería de máximo gradiente de temperatura,
para obtener el flujo de calor (conocida la conductividad térmica del sólido)

aplicando a posteriori la igualdad de ese flujo con el de convección. Midiendo con termopares independientes las temperaturas de la masa del fluido y de la superficie del sólido, se deduce por cociente el valor de "h". No obstante, este método presenta el inconveniente de que hay que emplazar otro termopar en el interior del sólido, lo cual no es siempre factible, aparte de que a priori no se conoce con exactitud la línea de máximo gradiente.

El documento CA 20092732983 (WO 2009US49354) presenta un termopar convencional pero adecuado a ambientes de alta temperatura como son las turbinas de gas, pero sólo puede determinar la temperatura de la posición en la que se fije.

Otro documento relacionado con el ambiente térmico de interés para la invención presentada aquí, es el CA 20092734245 (A1) (WO 2009US52963) en el cual el termopar se usa para monitorizar la temperatura de los arrollamientos de una bomba sumergida para provocar el movimiento de un fluido.

Los documentos US 2010265989 (A1) y US 2009308425 (A1) presentan termopares relacionados o basados en semiconductores, usando una unión p-n en vez de una soldadura entre dos metales de diferente potencial electrónico. Tanto unos como otros pueden servir a los efectos de medición de temperatura, aunque los metálicos presenten menos inercia térmica interior, por lo general, la cual se mide por el número de Biot, denominado Bi , y definido por

$$Bi = h \cdot L / k$$

siendo h el coeficiente de convección, L la longitud característica de la parte de medición del termopar, que en el caso de configuración en alambre corresponde al radio, y k la conductividad del metal del termopar (por lo que de hecho hay dos Bi , uno para cada alambre de material distinto).

Para que los termopares tengan poca inercia térmica y no retrasen o falseen las medidas, el valor de los Bi debe ser muy bajo, y en el extremo se asocia con el nivel asintótico $Bi=0$, en cuyo caso varía la temperatura al mismo tiempo en todo el par de alambres afectado, y la inercia térmica corresponde exclusivamente a la convección en sí, que es precisamente lo que se ha de medir.

Pero en ninguno de los casos antedichos se dispone de un termopar, con los aditamentos necesarios, para determinar no sólo la temperatura sino el coeficiente de convección, que es lo que viene a resolver esta invención,

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención consiste en dotar al termopar convencional de un circuito externo de calentamiento óhmico, estando la parte estrictamente óhmica abrazando la base del termopar, de modo que éste, por conducción interior, se calienta a una temperatura superior a la que tenía, debido a la inyección de energía térmica procedente del calentamiento óhmico.

Alcanzado un valor de temperatura sensiblemente superior al de la masa de fluido, en valor de 5°C (grados Celsius) ó 10°C ó el valor que se seleccione, se interrumpe el calentamiento óhmico, con lo cual la temperatura del termopar decae hasta el valor anteriormente marcado, o algo diferente, si la masa del fluido ha cambiado de temperatura por agentes externos. En todo caso, la aportación de calor al fluido por el calentamiento óhmico aplicado será despreciable; pero aunque no lo fuera, no cambiaría el principio de la invención, que es determinar el valor de "h" a partir del decaimiento de la temperatura del termopar cuando el calentamiento óhmico ha cesado.

Para ello hay que tener en cuenta que, cuando acaba el calentamiento óhmico, los alambres del termopar estarán a una temperatura T_i , y la masa del fluido, que suponemos constante en primera aproximación, estará a T_0 , inferior a T_i . Esta condición, de que sea T_i superior a T_0 en un valor seleccionado de varios °C, es el único requisito a satisfacer por el calentamiento, junto a la velocidad de calentamiento, que puede seleccionarse entre 0,01 °C por segundo, y 100 °C por segundo.

A partir de este momento el termopar se enfría, para isothermalizarse con el fluido, según el balance de energía térmica que tiene en cuenta las masas respectivas de los alambres involucrados, m_1 y m_2 , así como sus calores específicos C_1 y C_2 . El área de contacto entre el termopar y el fluido es A. La temperatura del termopar en un momento dado es $T(t)$, siendo t el tiempo. Con ello se puede escribir

$$(m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot (dT/dt) = -h \cdot A \cdot (T - T_0)$$

Llamando θ a

$$\theta = T - T_0$$

se puede escribir de nuevo la primera ecuación como

$$(m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot (d\theta / dt) = -h \cdot A \cdot \theta$$

Que reordenada da

$$d\theta / \theta = -(h \cdot A / (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2)) \cdot dt$$

Con la condición inicial ($t=0$) cuando acaba el calentamiento óhmico, de

5 $\theta_i = T_i - T_0$

por lo cual la ley de decaimiento es

$$\theta(t) = \theta_i \cdot \exp(-(h \cdot A / (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2)) \cdot t)$$

de lo cual se puede obtener el valor de h , conocida la ley de decaimiento.

En particular, si P es el tiempo transcurrido desde que se interrumpe el
10 calentamiento hasta que el valor de θ es igual a θ/e , siendo $e = 2,7183$, el
valor de h es

$$h = (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) / (P \cdot A)$$

En caso de que la temperatura de la masa del fluido variara de manera
ostensible y no se pudiera considerar constante T_0 , se determina la temperatura
15 del fluido a lo largo del tiempo mediante un termopar convencional, no activo,
que proporcionaría una lectura de la temperatura de la masa del fluido T_f , con lo
que la primera ecuación se reescribiría

$$(m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot (dT/dt) = -h \cdot A \cdot (T(t) - T_f(t))$$

La cual podría integrarse numéricamente entre dos momentos
20 cualesquiera del decaimiento, de lo que se obtendría h .

La invención utiliza precisamente esta propiedad física, para lo cual se
construye un termopar activo, consistente en:

- un par de cables o alambres de metales diferentes, soldados por el extremo
que se expone al ambiente térmico que se quiere medir, quedando los otros dos
25 extremos, no soldados, introducidos en los terminales de base de un circuito
electrónico transistorizado, que eleva la señal de tensión de la diferencia de
potencial generada en el termopar, y que es proporcional a la temperatura en la
cara expuesta de la soldadura entre ambos metales;
- un circuito de calentamiento óhmico, totalmente aislado eléctricamente del
30 circuito del termopar e independiente de él, consistente en cables conductores
aislados, que llegan a un anillo hecho de uno de los metales del termopar, y que
rodea a éste por su base, pero no por su cara expuesta a la medición de

temperatura, y estando dicho anillo soldado a la patilla del termopar que es del mismo material, existiendo dentro del anillo una resistencia óhmica de valor seleccionado para que el producto de la resistencia por la intensidad al cuadrado de la alimentación eléctrica, genere una potencia térmica en el anillo, de la que se derive una tasa de calentamiento del termopar seleccionada entre 0,01°C por segundo y 100°C por segundo, en función de la aplicación buscada;

- un sistema electrónico que registra el valor de la temperatura de la masa de fluido mediante un termopar pasivo o convencional, y registra así mismo la temperatura del termopar activo, y particularmente marca en el tiempo un momento inicial interino que coincide con la interrupción de alimentación eléctrica del circuito óhmico del termopar activo, registrando en ese momento la diferencia entre la medida del termopar activo y el pasivo, llamada diferencia inicial, y a partir del registro digital, el sistema determina, o el operador identifica, el lapso de tiempo transcurrido desde el momento inicial interino hasta el momento en que la diferencia existente entre las temperaturas de los termopares activo y pasivo coincide con un valor que es el de la diferencia inicial dividida por 2,7183; siendo ese lapso de tiempo una medida inversa del valor del coeficiente de convección existente en el emplazamiento del termopar activo.

Alternativamente a usar dos alambres de metales diferentes, el montaje puede realizarse con termopares de semiconductor, en los cuales cada patilla metálica es sustituida por la parte dopada n, o dopada p.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 muestra el esquema de un termopar convencional o pasivo.

La figura 2 muestra el esquema de un termopar activo, basada en la anterior, con los elementos específicos de la invención.

MODOS PREFERENTES DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

Para facilitar la comprensión de las materializaciones preferentes de la invención, a continuación se relacionan los elementos relevantes de la misma, que aparecen en las figuras:

1. Soldadura del termopar.

2. Alambre, aguja o pletina de uno de los dos metales que conforman el termopar.
3. Alambre, aguja o pletina del otro metal que conforma el termopar.
4. Cara final de contacto del termopar con el fluido que baña al sólido. El
5 termopar debe estar en el seno del fluido, si se destina a medir la temperatura de la masa de éste, o debe estar adherido o encastrado en la superficie del sólido, si ha de medir la temperatura de pared.
5. Cara lateral de contacto con el fluido, o con el sólido, según emplazamiento del termopar.
- 10 6. Aislante eléctrico interno del termopar, para transmitir la diferencia de potencial generada en la soldadura.
7. Terminal eléctrico de uno de los dos metales que conforman el termopar.
8. Terminal eléctrico del otro metal que conforma el termopar.
9. Borne de conexión del terminal 7 con el circuito amplificador 11.
- 15 10. Borne de conexión del terminal 8 con el circuito amplificador 11.
11. Circuito electrónico amplificador.
12. Cable de la alimentación eléctrica para la amplificación.
13. Cable de cierre o retorno de la alimentación eléctrica para la amplificación.
- 20 14. Uno de los bornes de salida de la señal amplificada, y que mediante calibración proporciona el valor de la temperatura del termopar.
15. Borne complementario al 14.
16. Anillo de metal que abraza a la base metálica del termopar, la cual no está en contacto con el fluido.
- 25 17. Arrollamiento interno que conforma la resistencia óhmica de calentamiento.
18. Cable de la alimentación eléctrica para el calentamiento óhmico.
19. Cable de cierre de la alimentación eléctrica para el calentamiento óhmico.
20. Superficie de contacto soldada entre el anillo 16 y la base de la pletina o
30 patilla del termopar del mismo material que el anillo.

21. Aislamiento térmico de la parte activa del termopar.

El termopar activo se construye a partir de cualquier termopar pasivo, sea metálico o de semiconductor, aunque los metálicos tiene en general mayor rapidez de respuesta, si bien los de estado sólido pueden soportar temperaturas más altas.

Para efectuar la construcción, se desnudan las patillas o bases de las pletinas o agujas o alambres, 2 y 3, que constituyen el cuerpo del termopar, y se zunchan o abrazan con un anillo, 16, no necesariamente circular, que se fija al termopar, soldándolo a la patilla de su propio material del que está hecho el anillo, pero no a los dos.

En el interior del anillo 16 se ha alojado previamente un bobinado de resistencia eléctrica apreciable, de R ohmios, que se alimenta con una intensidad de I amperios. La potencia térmica que ello representa cuando está operativo es RI^2 en vatios, y ha de ser tal que caliente el termopar con una velocidad de calentamiento Q , en $^{\circ}\text{C}/\text{segundo}$; por lo cual los valores de R e I se fijan por tener que cumplir

$$R \cdot I^2 > (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot Q$$

Y en caso de que lo conocido o fijo del circuito eléctrico de alimentación al calentamiento óhmico sea su tensión V , se tiene que se ha de cumplir

$$(V^2/R) > (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot Q$$

Para evitar que la potencia térmica disipada por la resistencia interior del anillo fugue a otros lugares que no sean el termopar, se le aísla térmicamente con el aislante 21; si bien la transferencia térmica hacia el termopar está estimulada por la soldadura realizada entre el anillo y la patilla o pletina del mismo material.

La invención se completa con el uso debido de la información dada por el circuito electrónico de la señal del termopar activo, siempre en referencia con la temperatura dada por el termopar pasivo, que mide la temperatura de masa del fluido. El procedimiento de uso del sistema de termopares es:

- 30 - se activa la alimentación eléctrica del circuito de calentamiento óhmico, y se mantiene hasta que la temperatura del termopar activo sea superior a la del termopar pasivo en un valor seleccionado de grados Celsius, entre 5 y 100°C , llegado a lo

- 5 cual se corta dicha alimentación, bien electrónicamente, bien por decisión del operador, señalándose ese momento como el tiempo 0 interino, e identificando con precisión la diferencia de temperaturas entre el termopar activo y el pasivo en ese momento, a lo cual se denomina diferencia inicial de temperaturas;
- 10 - se identifica electrónicamente o visualmente el momento en el que la diferencia de temperaturas entre el termopar activo y el pasivo adquiere un valor que es igual a la diferencia inicial de temperaturas dividida por 2,7183, y se identifica como período P el tiempo transcurrido desde el tiempo 0 interino;
- 15 - si la temperatura del termopar pasivo ha permanecido sensiblemente igual en ese lapso de tiempo, el valor del coeficiente de película de convección se determina en función de las variables constructivas del termopar, m_1 , C_1 , m_2 , C_2 y A , siendo dicho coeficiente h el resultado de:
- $$h = (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) / (P \cdot A);$$
- 20 - y si la evolución de la temperatura marcada por el termopar pasivo ha sido de variación apreciable, se efectúa una integración numérica a lo largo de n pasos consecutivos de tiempo, de duración δt , siendo δT_n la variación de la temperatura del termopar activo a lo largo del paso enésimo, y siendo ΔT_{apn} la diferencia media de temperaturas entre el termopar activo y el pasivo a lo largo del paso enésimo, computándose el valor N como el sumatorio del cociente siguiente a lo largo de los n pasos
- $$N = -\sum (\Delta T_{apn} / (\delta T_n / \delta t)) \cdot (1/n)$$
- 25 y siendo el valor de h en este caso
- $$h = (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) / (N \cdot A).$$
- 30 Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

REIVINDICACIONES

1 – Termopar activo para medida del coeficiente de convección, basado en un termopar pasivo o convencional, constituido por un par de cables (2, 3) o alambres o pletinas o patillas de metales diferentes, soldados por el extremo (1) que se expone al ambiente térmico que se quiere medir, quedando los otros dos extremos (7, 8) no soldados, introducidos en los terminales de base de un circuito electrónico transistorizado (11), que eleva la señal de tensión de la diferencia de potencial generada en el termopar, y que es proporcional a la temperatura en la cara expuesta de la soldadura entre ambos metales, siendo m_1 y m_2 las masas respectivas de los alambres antedichos, y siendo sus calores específicos C_1 y C_2 , y siendo A el área de contacto entre el termopar y el fluido, **caracterizado** por que el termopar activo consiste en añadir al termopar pasivo un circuito de calentamiento óhmico totalmente aislado eléctricamente del circuito del termopar e independiente de él, consistente en cables conductores (18, 19), aislados eléctricamente, que llegan a un anillo (16) hecho de uno de los metales del termopar, y que rodea a éste por su base, pero no por su cara expuesta a la medición de temperatura, y estando dicho anillo soldado a la patilla del termopar que es del mismo material, existiendo dentro del anillo una resistencia óhmica (17) de valor seleccionado para que el producto de la resistencia por la intensidad al cuadrado de la alimentación eléctrica, genere una potencia térmica en el anillo, de la que se deriva una tasa de calentamiento del termopar seleccionada entre 0,01°C por segundo y 100°C por segundo, en función de la aplicación buscada.

2 - Termopar activo para medida del coeficiente de convección, según la reivindicación anterior, **caracterizado** por que en el interior del anillo (16) hay un bobinado de resistencia eléctrica (17) de R ohmios, que se alimenta con una intensidad de I amperios, y la potencia térmica que ello representa cuando está operativo es RI^2 en vatios, y ha de ser tal que caliente el termopar con una velocidad de calentamiento Q, en °C/segundo; por lo cual los valores de R e I se fijan para cumplir

$$R \cdot I^2 > (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot Q$$

y en caso de que lo conocido o fijo del circuito eléctrico de alimentación al calentamiento óhmico sea su tensión V, el criterio a cumplir es

$$(V^2/R) > (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot Q$$

y para evitar que la potencia térmica disipada por la resistencia interior del anillo (16) fugue a otros lugares en vez de ir al termopar. Se le aísla térmicamente con el aislante (21); si bien la transferencia térmica hacia el termopar está estimulada por la soldadura (20) realizada entre el anillo y la patilla o pletina del mismo material.

3 – Sistema para la medida del coeficiente de convección entre una película de fluido que baña una pared sólida y dicha pared sólida, caracterizado por que comprende el termopar activo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y medios de procesamiento de datos encargados de registrar el valor de la temperatura de la masa de fluido mediante un termopar pasivo o convencional, y registrar así mismo la temperatura del termopar activo, y particularmente marcar en el tiempo un momento inicial interino que coincide con la interrupción de alimentación eléctrica del circuito óhmico del termopar activo, registrando en ese momento la diferencia entre la medida del termopar activo y el pasivo, llamada diferencia inicial, y a partir del registro digital, determinar el lapso de tiempo transcurrido desde el momento inicial interino hasta el momento en que la diferencia existente entre las temperaturas de los termopares activo y pasivo coincide con un valor que es el de la diferencia inicial dividida por 2,7183; siendo ese lapso de tiempo una medida inversa del valor del coeficiente de convección existente en el emplazamiento del termopar activo.

4 – Procedimiento para la medida del coeficiente de convección entre una película de fluido que baña una pared sólida y dicha pared sólida, en el que se emplea el termopar activo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que comprende:

- se activa la alimentación eléctrica del circuito de calentamiento óhmico, y se mantiene hasta que la temperatura del termopar activo sea superior a la del termopar pasivo en un valor seleccionado de grados Celsius, entre 5 y 100°C, llegado a lo cual se corta dicha alimentación, bien electrónicamente, bien por decisión del operador, señalándose ese momento como el tiempo 0 interino, e identificando con precisión la diferencia de

temperaturas entre el termopar activo y el pasivo en ese momento, a lo cual se denomina diferencia inicial de temperaturas;

5 - se identifica electrónicamente o visualmente el momento en el que la diferencia de temperaturas entre el termopar activo y el pasivo adquiere un valor que es igual a la diferencia inicial de temperaturas dividida por 2,7183, y se identifica como período P el tiempo transcurrido desde el tiempo 0 interino;

10 - si la temperatura del termopar pasivo ha permanecido igual en ese lapso de tiempo, el valor del coeficiente de película de convección se determina en función de las variables constructivas del termopar, m_1 , C_1 , m_2 , C_2 y A , siendo dicho coeficiente h el resultado de:

$$h = (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) / (P \cdot A);$$

15 - y si la evolución de la temperatura marcada por el termopar pasivo ha sido de variación apreciable, se efectúa una integración numérica a lo largo de n pasos consecutivos de tiempo de duración δt , siendo δT_n la variación de la temperatura del termopar activo a lo largo del paso enésimo, y siendo ΔT_{apn} la diferencia media de temperaturas entre el termopar activo y el pasivo a lo largo del paso enésimo, computándose el valor N como el sumatorio del cociente siguiente a lo largo de los n pasos

$$N = -\sum (\Delta T_{apn} / (\delta T_n / \delta t)) \cdot (1/n)$$

25 y siendo el valor de h en este caso

$$h = (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) / (N \cdot A).$$

1/1

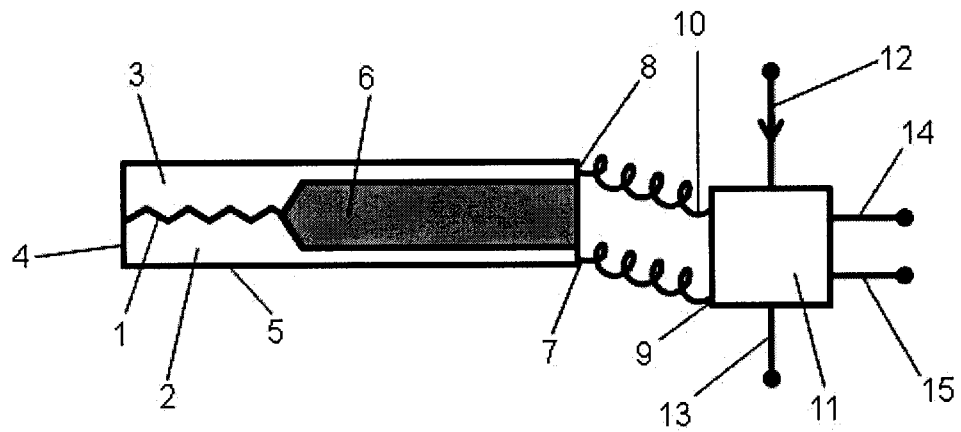


Figura 1

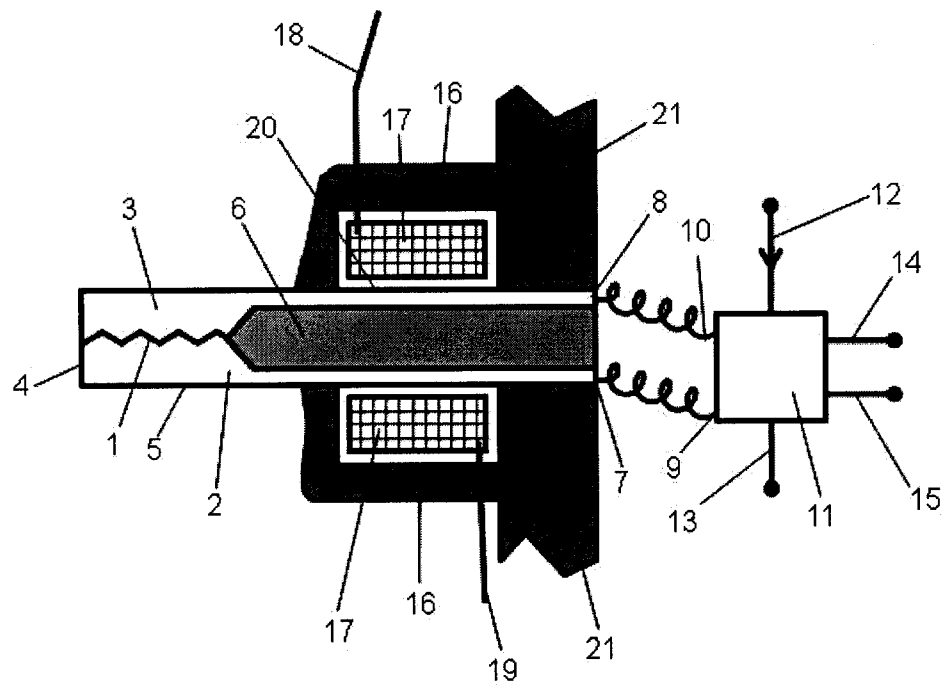


Figura 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2012/000113

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N25/20 (2006.01)

G01K17/06 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N25, G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, WPI, XPESP

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4653934 A (PURSLEY) 31/03/1987, column 2, lines 3 - 18; column 2, line 61 - column 3, line 39; column 4, line 5 - column 5, line 64; figures 2, 4b	1-4
A	US 4568198 A (SZABO ET AL.) 04/02/1986, column 1, lines 1 - 21; column 3, line 37 - column 4, line 2; column 8, lines 8 - 11; claim 1; figure 1	1-4
A	US 5970554 A (SHORE ET AL.) 26/10/1999, column 9, lines 11-22; figures 4,6,7	1,2
A	US 3905243 A (GOLDFUSS) 16/09/1975, column 2, line 65 - column 3, line 53; figures 1 - 3	1,2
A	US 5044764 A (AOKI ET AL.) 03/09/1991, column 1, lines 6 - 11; column 1, lines 45 - 48; column 5, line 36 - column 6, line 9; figures 1,3	1,2
A	US 4592230 A (WARING ET AL.) 03/06/1986, column 2, line 60 - column 3, line 14; figure 1; abstract	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17/08/2012

Date of mailing of the international search report
(20/09/2012)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer
F. Olalde Sánchez

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: 91 349 53 04

Telephone No. 91 3498469

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2012/000113

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US4653934 A	31.03.1987	NONE	
-----	-----	-----	-----
US4568198 A	04.02.1986	DK251583 A	04.12.1983
		DE3317950 AC	08.12.1983
		FR2528172 AB	09.12.1983
		GB2122347 AB	11.01.1984
		HU186066 B	28.05.1985
-----	-----	-----	-----
US5970554 A	26.10.1999	WO9913148 A	18.03.1999
		CA2303772 A	18.03.1999
		AU8916898 A	29.03.1999
		EP1012372 A	28.06.2000
-----	-----	-----	-----
US4592230 AB	03.06.1986	NONE	
-----	-----	-----	-----
US3905243 A	16.09.1975	NONE	
-----	-----	-----	-----
US5044764 A	03.09.1991	CA2011659 AC	08.09.1990
		JP2234032 A	17.09.1990
-----	-----	-----	-----

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2012/000113

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N25/20 (2006.01)

G01K17/06 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N25, G01K

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC, INVENES, WPI, XPESP

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	US 4653934 A (PURSLEY) 31/03/1987, columna 2, líneas 3 - 18; columna 2, línea 61 - columna 3, línea 39; columna 4, línea 5 - columna 5, línea 64; figuras 2, 4b	1-4
A	US 4568198 A (SZABO ET AL.) 04/02/1986, columna 1, líneas 1 - 21; columna 3, línea 37 - columna 4, línea 2; columna 8, líneas 8 - 11; reivindicación 1; figura 1	1-4
A	US 5970554 A (SHORE ET AL.) 26/10/1999, columna 9, líneas 11-22; figuras 4,6,7	1,2
A	US 3905243 A (GOLDFUSS) 16/09/1975, columna 2, línea 65 - columna 3, línea 53; figuras 1 - 3	1,2
A	US 5044764 A (AOKI ET AL.) 03/09/1991, columna 1, líneas 6 - 11; columna 1, líneas 45 - 48; columna 5, línea 36 - columna 6, línea 9; figuras 1,3	1,2
A	US 4592230 A (WARING ET AL.) 03/06/1986, columna 2, línea 60 - columna 3, línea 14; figura 1; resumen	1,2

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
17/08/2012

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
20 de septiembre de 2012 (20/09/2012)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado
F. Olalde Sánchez
Nº de teléfono 91 3498469

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional n°

PCT/ES2012/000113

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US4653934 A	31.03.1987	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
US4568198 A	04.02.1986	DK251583 A	04.12.1983
		DE3317950 AC	08.12.1983
		FR2528172 AB	09.12.1983
		GB2122347 AB	11.01.1984
		HU186066 B	28.05.1985
-----	-----	-----	-----
US5970554 A	26.10.1999	WO9913148 A	18.03.1999
		CA2303772 A	18.03.1999
		AU8916898 A	29.03.1999
		EP1012372 A	28.06.2000
-----	-----	-----	-----
US4592230 AB	03.06.1986	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
US3905243 A	16.09.1975	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
US5044764 A	03.09.1991	CA2011659 AC	08.09.1990
		JP2234032 A	17.09.1990
-----	-----	-----	-----