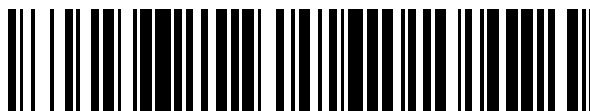


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 269**

51 Int. Cl.:
G01K 15/00 (2006.01)
G01J 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04740243 .3**
96 Fecha de presentación: **24.06.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1642102**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.04.2006**

54 Título: **TARADO Y MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN MASAS FUNDIDAS EMPLEANDO FIBRAS ÓPTICAS.**

30 Prioridad:
09.07.2003 DE 10331125

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.02.2012

73 Titular/es:
**HERAEUS ELECTRO-NITE INTERNATIONAL N.V.
CENTRUM ZUID 1105
3530 HOUTHALEN, BE**

72 Inventor/es:
**CUYPERS, Jan y
STRAETEMANS, Marc**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 374 269 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

Tarado y medición de temperaturas en masas fundidas empleando fibras ópticas.

La invención se refiere a un procedimiento para el tarado de señales de medida que se obtengan mediante fibras ópticas y para medir la temperatura en masas fundidas mediante fibras ópticas, así como al correspondiente dispositivo de medida.
 5 La invención se refiere además a su utilización. Se entiende aquí por masas fundidas no sólo masas fundidas de metales puros tales como hierro, cobre o acero o de aleaciones, sino también criolitas fundidas, sal fundida o vidrio fundido.

Esta clase de dispositivos se conocen por ejemplo por el documento DE 199 34 299 A1. En éstos se emplea un detector de radiación para calibrar un sistema de medida, y un segundo detector de radiación para medir una radiación emitida por una fuente de radiación. Por la publicación de Ewan B C R "A study of two optical fibre probe designs for use in high-
 10 temperature combustion gases" (Un estudio de dos diseños de sensores de fibra óptica para empleo en gases de combustión a altas temperaturas), Measurement Science and Technology, IOP Publishing, Bristol, GB, volumen 9 n° 8 Agosto 1998, pág. 1330 y siguientes, se conoce un procedimiento de tarado semejante y un dispositivo de tarado semejante. En el documento DE 2758084 A se da a conocer un termoelemento detector para el tarado de señales de medida, así como para medir la temperatura de un baño de masa fundida.

El calibrado de los sensores de temperatura se conoce por ejemplo por la publicación GB 2 155 238 A y por la publicación DE 195 32 077 A1. En estos casos se emplea para el calibrado una masa de referencia dispuesta en una posición aislada de la punta de un termoelemento. Esto es necesario para garantizar el perfecto funcionamiento del termoelemento y evitar su destrucción. Esta clase de efectos destructivos se describen por ejemplo en el documento US 3 499 310. Aquí se da a
 15 conocer expresamente que el termoelemento está protegido por ejemplo por medio de un recubrimiento para impedir reacciones químicas con el material de referencia.

Otros dispositivos se dan a conocer por ejemplo en los documentos JP 63125906, US 4.576.486 y US 5.364.186.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento mejorado para el tarado de señales de medida así como el correspondiente dispositivo para llevar a cabo el procedimiento, que sean de funcionamiento sencillo y seguro.

De acuerdo con la invención se resuelve este objetivo por las características de las reivindicaciones independientes. Para el procedimiento es esencial que se disponga un material de referencia con una temperatura de referencia conocida en un extremo de una fibra óptica, que el material de referencia se caliente por lo menos hasta su temperatura de referencia, que la señal captada por la fibra al alcanzar la temperatura de referencia se conduzca como señal de tarado a un aparato de medida y se compare allí con el valor teórico de la temperatura de referencia, empleando la diferencia para efectuar el tarado. En particular se trata de introducir el extremo de la fibra óptica con el material de referencia en una masa fundida metálica, por ejemplo en una masa fundida de hierro o de acero, calentándola allí. La captación de la señal tiene lugar de una forma en principio conocida, convirtiéndose en particular la señal de calibrado como valor de una tensión eléctrica en un valor de temperatura, comparándola a continuación con el valor teórico de la temperatura de referencia. Para ello el material de referencia está dispuesto directamente en el extremo de la fibra óptica, es decir sin los dispositivos de aislamiento entre la fibra y el material de referencia que se requieren de acuerdo con el estado de la técnica.

El procedimiento de medición de la temperatura conforme a la invención consiste además en que después o durante un proceso de tarado conforme a la invención se introduce la fibra óptica en la masa fundida y se evalúa la señal óptica recibida como valor de la temperatura de la masa fundida. Debido a la proximidad en el tiempo con el tarado se puede obtener una alta precisión de la medición de la temperatura. Antes de cada medición de temperatura puede realizarse un tarado sin gasto adicional. En particular, la temperatura de referencia del material de referencia es menor que la temperatura de fusión de la masa fundida. También es esencial que el material de referencia se sumerja en la masa fundida que se trata de medir y se caliente ahí convenientemente hasta la temperatura de referencia del material de referencia, y que a continuación se mida la temperatura de la masa fundida.

Es ventajoso que como fibra óptica se utilice vidrio de cuarzo y/o zafiro, ya que de este modo puede efectuarse la medición en masas fundidas a alta temperatura. Igualmente es conveniente que como fibra óptica se emplee una combinación de una fibra de plástico y/o una fibra de cristal de cuarzo con zafiro. También es posible emplear la combinación de una fibra de plástico con vidrio de cuarzo.

Con el fin de evitar el subenfriamiento de la masa fundida, por ejemplo durante el enfriamiento, se puede impartir una vibración al extremo de la fibra que está en contacto con el material de referencia. La vibración se efectúa generalmente por tiempos, conveniente durante el enfriamiento de la masa fundida.

El procedimiento conforme a la invención se puede emplear para calibrar o para determinar la amortiguación de la fibra óptica.

La temperatura de referencia puede ser la temperatura de fusión de un metal puro, si como material de referencia se

emplea uno así. Al emplear aleaciones como material de referencia se puede emplear por ejemplo como temperatura de referencia la temperatura del paso al líquido, la temperatura del paso al sólido o el punto eutéctico. De acuerdo con la Ley de Planck es posible extrapolar curvas de calibrado a lo largo de más de 500° C. El calibrado puede realizarse por ejemplo empleando plata como material de referencia a una temperatura de 961,8° C, pudiendo conseguirse altos niveles de precisión incluso en mediciones en masas fundidas de hierro a unos 1.550° C.

De acuerdo con la invención, el dispositivo para el tarado de las señales de medida comprende una fibra óptica, un soporte para la fibra y un aparato de medida unido a la fibra óptica para captar una señal emitida por la fibra óptica, y se caracteriza por estar dispuesto un material de referencia con una temperatura de referencia conocida (directamente) en el extremo de la fibra óptica, y porque el aparato de medida comprende un comparador para la señal captada como señal de tarado por la fibra a la temperatura de referencia del material de referencia y el aparato de medida, y para una señal correspondiente al valor teórico de la temperatura de referencia, y por estar prevista una unidad de evaluación para la presentación y/o el tratamiento de la diferencia para realizar el tarado. Mediante la disposición directa del material de referencia en el extremo de la fibra óptica puede conseguirse con una disposición sencilla un alto grado de precisión de la medición.

El objetivo se resuelve para un dispositivo destinado a medir una temperatura en masas fundidas empleando fibras ópticas, porque el dispositivo de tarado conforme a la invención presenta un extremo sumergible para introducir la fibra óptica en la masa fundida y una unidad de evaluación para evaluar la señal óptica y/o eléctrica obtenida como valor de la temperatura.

Para los dispositivos es conveniente que el material de referencia recubra al menos en parte el extremo de la fibra óptica, por lo menos en su extremo frontal, y/o que el material de referencia esté dispuesto a lo largo del extremo de la fibra óptica, ya que de este modo resulta posible efectuar una captación óptima de la señal. También es conveniente que el extremo de la fibra óptica presente al menos en parte una superficie descubierta para recibir la radiación. En particular es conveniente que el material de referencia esté realizado como masa compacta, como alambre, como enrejado de alambre o como tubo y que la fibra óptica esté formada por vidrio de cuarzo y/o zafiro. También puede ser ventajoso que la fibra óptica presente una combinación de fibras de plástico y/o de una fibra de vidrio de cuarzo con zafiro. También cabe la combinación de una fibra de plástico con vidrio de cuarzo.

Para evitar el subenfriamiento de la masa fundida está previsto en la fibra óptica o en su soporte o en la conducción de la fibra, un vibrador mediante el cual se pueda vibrar la fibra, en particular su extremo que está en contacto con el material de referencia.

De acuerdo con la invención se emplea el dispositivo para el calibrado o para determinar la amortiguación (es decir las pérdidas de conducción) de una fibra óptica. El concepto de tarado significa en este caso calibrar o determinar la amortiguación.

A continuación se describe la invención con mayor detalle sirviéndose de un ejemplo de realización.

Las figuras muestran:

la fig. 1 la representación esquemática de una disposición de medida,

la fig. 2 una sección detallada a través de la fibra óptica,

la fig. 3 una sección a través del extremo de inmersión del dispositivo de medida o tarado conforme a la invención, y

la fig. 4 una curva de medida.

Una fibra óptica 1 está unida por un extremo con un aparato de medida 2. El soporte puede ser de cartón o de otro material como acero o cerámica. El aparato de medida 2 capta las señales recibidas a través de la fibra óptica 1 y está en condiciones de comparar una señal con un valor de referencia teórico. De este modo se compara una señal generada por un material de referencia 3, que está dispuesto en el otro extremo de la fibra óptica 1, con un valor de referencia teórico almacenado en el aparato de medida 2, por ejemplo con la temperatura de referencia. La diferencia que eventualmente exista entre estos dos valores se emplea para calibrar el aparato de medida. El aparato de medida 2 contiene por lo tanto una unidad de evaluación para la presentación y/o el tratamiento de los datos. Para el caso de que como material de referencia 3 se emplee un metal puro, por ejemplo plata, se emplea como temperatura de referencia la temperatura de fusión del metal, por ejemplo la de la plata a 961,8° C.

La fibra óptica 1 está soportada por medio de un soporte 4 y va conducida a través de éste. Para obtener una libertad de movimientos de la fibra óptica 1, ésta se conduce al aparato de medida 2 a través de un bucle 5. El material de referencia 3 dispuesto en un extremo de la fibra óptica 1 se introduce en una masa fundida metálica (por ejemplo en el interior de un horno de fusión). La masa fundida metálica 6 es por ejemplo una masa fundida de hierro o de acero, y en este caso el

material de referencia 3 es por ejemplo plata. La temperatura de referencia es la temperatura de fusión de la plata que es menor que la temperatura de fusión de la masa fundida de hierro o de acero. El extremo de la fibra óptica 1 con el material de referencia 3 se introduce con ayuda del soporte 4 en la masa fundida metálica 6. Ahí se calienta el material de referencia 3 primeramente a su temperatura de fusión. Entonces se compara la señal conducida al aparato de medida 2 a través de la fibra óptica 1 con el correspondiente valor teórico de la señal, y de este modo se calibra el aparato de medida 2. Una vez que se haya fundido el material de referencia 3, éste se sigue calentando hasta la temperatura de fusión actual de la masa fundida metálica 6. Se evalúa la señal conducida entonces a través de la fibra óptica 1 al aparato de medida 2, se convierte por ejemplo en un valor eléctrico correspondiente a una temperatura y se sigue tratando en el aparato de medida 2. La señal eléctrica se puede convertir en un valor de temperatura presentado ópticamente. De este modo se calibra primeramente el aparato de medida 2 y a continuación se mide la temperatura actual de la masa fundida metálica 6. En la figura 4 está dibujada la variación de temperatura durante estas fases consecutivas del procedimiento. El primer valor de meseta obtenido reproduce la temperatura de fusión del material de referencia 3 (plata) y el siguiente valor de meseta la temperatura de la masa metálica fundida 6. En el soporte está dispuesto rígidamente un dispositivo de vibración que no está representado en la figura. Esta clase de dispositivos de vibración se conocen por ejemplo por el documento DE 44 33 685 A1.

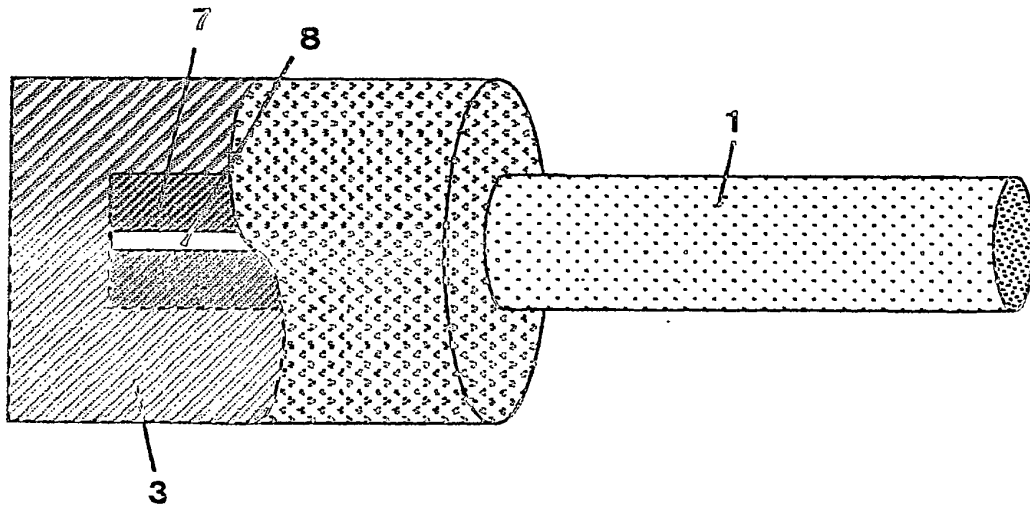
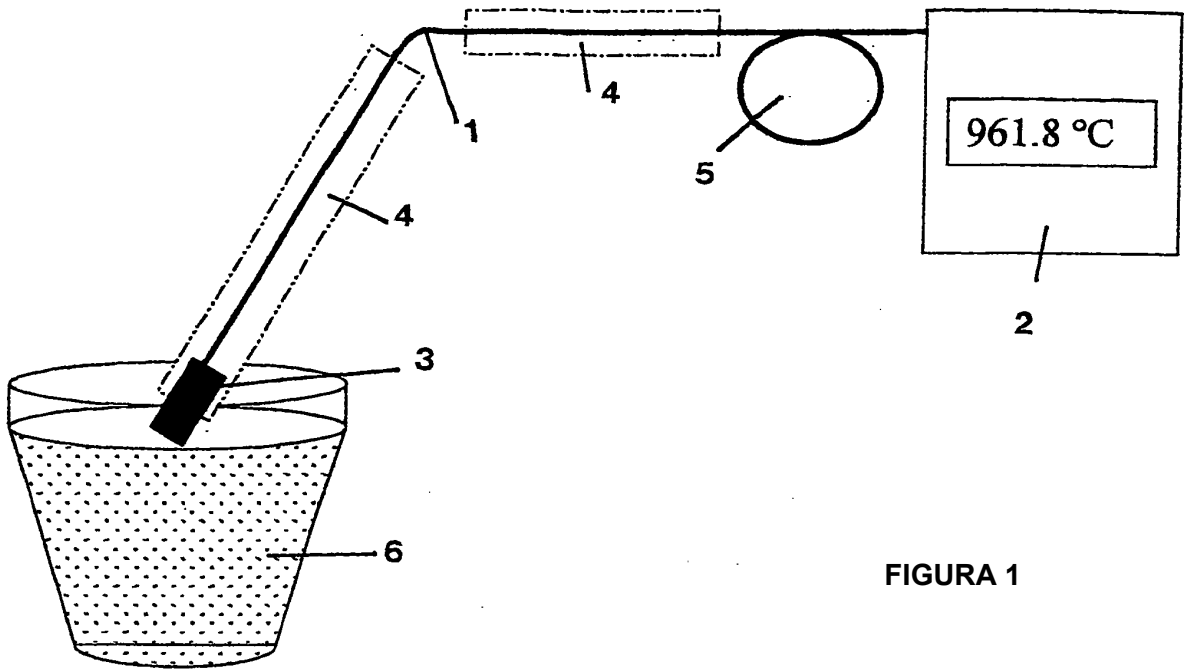
La figura 2 muestra una sección a través del extremo de la fibra óptica 1 destinado a ser sumergido en una masa fundida metálica. La fibra óptica 1 lleva una envoltura (Cladding) 7 y tiene un núcleo 8. En su extremo, la fibra óptica 1 está rodeada por el material de referencia 3, tanto en el lateral como en la parte frontal. El material de referencia 3 va sujeto de una manera habitual para el técnico. La sujeción tiene por ejemplo lugar en la forma representada en la figura 3 en el interior de un tubo de cuarzo 9 cerrado por un extremo, que rodea con el material de referencia 3 el extremo de la fibra óptica 1 que se ha de sumergir. Para ello la fibra óptica 1 va conducida a través de un tubo de material cerámico 10, por ejemplo de Alsint. El tubo de material cerámico 10 va fijado en otros dos tubos cerámicos 11; 12 dispuestos de forma concéntrica por medio de un cemento, por ejemplo cemento LiSiO_2 14. Estos tubos cerámicos también pueden estar fabricados de Alsint. Los tubos cerámicos 10; 11; 12 van fijados a un bloque de contacto 13 a través del cual va conducida la fibra óptica 1. El bloque de contacto 13 está unido al tubo de soporte 4 (que no está representado en la figura 3). Para ello el tubo cerámico 12 va fijado en el extremo abierto del tubo de soporte 4, por ejemplo mediante cemento. Los orificios en el extremo del tubo cerámico 12 van cerrados con cemento 14; 15. En el interior del tubo cerámico 11 también se puede poner cemento 16 para fijar los elementos que se encuentran en su interior. El bloque de contacto 13 con su pieza de conexión 17 sirve entre otras cosas también como conexión óptica.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para el tarado de señales de medida que se obtienen mediante fibras ópticas, y para medir una temperatura en masas fundidas por medio de fibras ópticas (1), estando dispuesto un material de referencia (3) que tenga una temperatura de referencia conocida que sea inferior a la temperatura de fusión de la masa fundida (6), dispuesta directamente en un extremo de una fibra óptica (1), sumergiéndose el material de referencia (3) en la masa fundida (6) que se trata de medir, calentándose allí por lo menos hasta su temperatura de referencia, conduciéndose la señal captada por la fibra (1) al alcanzar la temperatura de referencia como señal de tarado a un aparato de medida (2), donde se compara con el valor teórico de la temperatura de referencia y se emplea la diferencia para efectuar el tarado, para lo cual se sumerge la fibra óptica (1) en la masa fundida (6) y se evalúa la señal óptica obtenida como valor de la temperatura de la masa fundida (6).
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la señal de tarado se convierte como valor de una tensión eléctrica en un valor de temperatura y a continuación se compara con el valor teórico correspondiente a la temperatura de referencia.
- 15 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** como fibra óptica (1) se emplea vidrio de cuarzo o zafiro.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** como fibra óptica (1) se emplea una combinación de una fibra de plástico y/o de una fibra de vidrio de cuarzo con zafiro.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** al extremo de la fibra óptica se le imparte una vibración, al menos de forma temporal.
- 20 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** se emplea para calibrar o determinar la amortiguación de una fibra óptica.
- 25 7.- Dispositivo para el tarado de señales de medida y para medir una temperatura en una masa fundida por medio de fibras ópticas, con una fibra óptica, con un soporte para la fibra y con un aparato de medida unido a la fibra óptica para captar una señal emitida por la fibra óptica, estando dispuesto directamente en un extremo de la fibra óptica (1) un material de referencia (3) con una temperatura de referencia conocida, comprendiendo el aparato de medida (2) un comparador para la señal captada por la fibra (1) a la temperatura de referencia del material de referencia (3) y la señal alimentada al aparato de medida (2) como señal de tarado y para una señal correspondiente al valor teórico de la temperatura de referencia, estando prevista una unidad de evaluación para la presentación y/o tratamiento de la diferencia para el tarado, presentando el dispositivo un extremo de inmersión para introducir la fibra óptica (1) en la masa fundida (6) y una unidad de evaluación para evaluar la señal óptica y/o eléctrica obtenida como valor de la temperatura.
- 30 8.- Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el material de referencia (3) recubre al menos parcialmente el extremo de la fibra óptica (1) en su lado frontal y/o porque el material de referencia (3) está dispuesto a lo largo del extremo de la fibra óptica (1).
- 35 9.- Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el extremo de la fibra óptica (1) presenta al menos en parte una superficie descubierta.
- 10.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** el material de referencia (3) está realizado como masa compacta, como alambre, como enrejado de alambre o como tubo.
- 11.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado porque** la fibra óptica (1) está formada de vidrio de cuarzo o de zafiro.
- 40 12.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado porque** la fibra óptica (1) presenta una combinación a base de una fibra de plástico y/o una fibra de vidrio de cuarzo, con zafiro.
- 13.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 12, **caracterizado porque** la fibra óptica está unida a un vibrador.
- 14.- Utilización del dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 13 para efectuar el calibrado o para determinar la amortiguación de una fibra óptica.

45



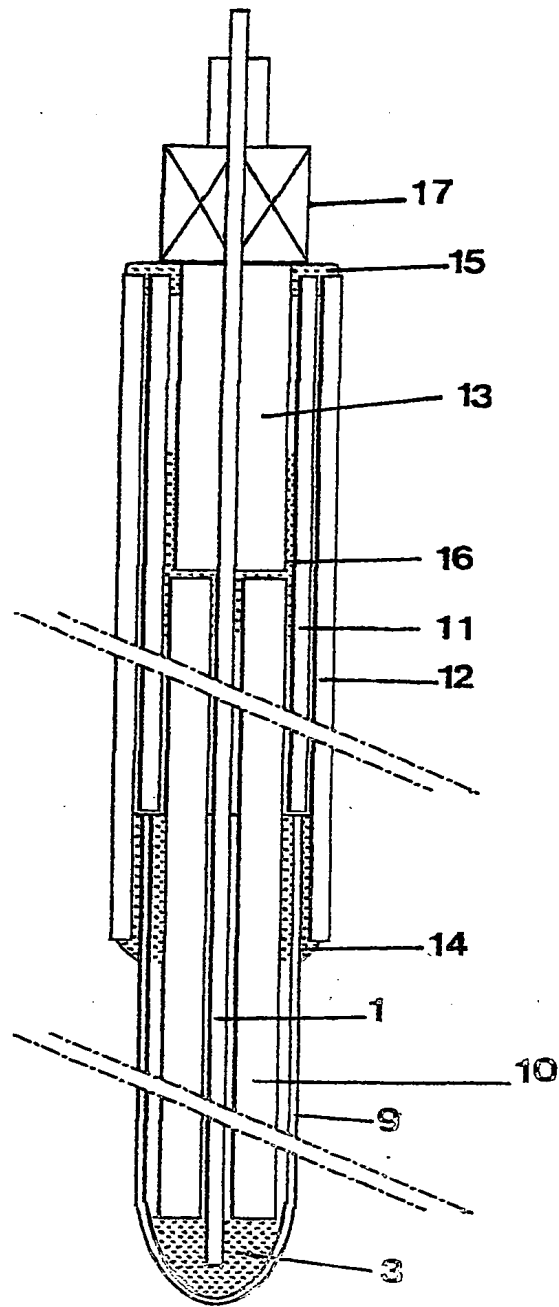


FIGURA 3

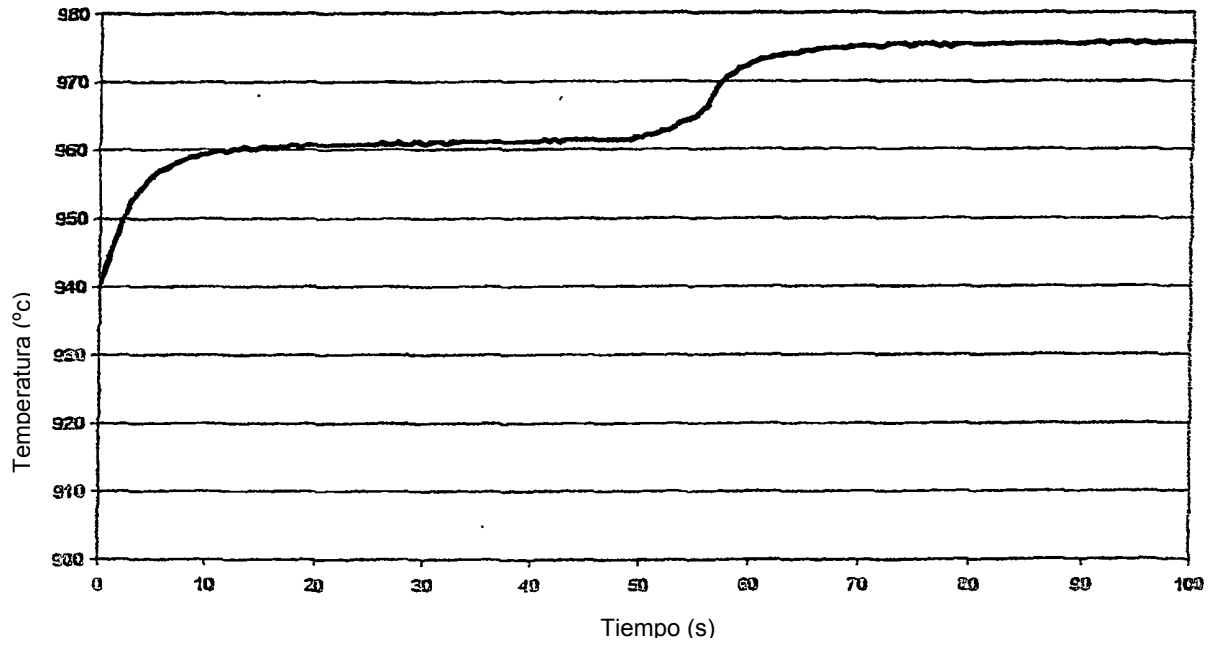


FIGURA 4