

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 434 690**

51 Int. Cl.:

G01K 1/14 (2006.01)

G01K 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2008** **E 08852429 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2013** **EP 2212663**

54 Título: **Procedimiento de medición de la temperatura superficial interna de un tubo y dispositivo asociado**

30 Prioridad:

23.11.2007 FR 0759267

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.12.2013

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

CUBIZOLLES, GÉRAUD

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 434 690 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

Procedimiento de medición de la temperatura superficial interna de un tubo y dispositivo asociado

5 Campo técnico y técnica anterior

La invención se refiere a un novedoso procedimiento de medición de la superficie interna de un tubo y a un dispositivo asociado.

10 El nuevo procedimiento permite medir la temperatura sobre la superficie interna de un tubo dominando la presión de contacto entre los elementos sensibles y dicha superficie. Así, merced al procedimiento según la invención y dependiendo de los casos que se consideren, es posible acceder al campo de temperatura discretizado en el espacio (caso de un ensayo estacionario) si se desplaza la sonda según la invención, o a la cinética de evolución de la temperatura sobre el número de puntos correspondientes al número de zonas sensibles presentes en la sonda
15 según la invención.

La obtención del campo de temperatura sobre la superficie interna de un tubo constituye una información de valor en los estudios experimentales en termohidráulica. En efecto, su conocimiento preciso conduce a la estimación fina del coeficiente de intercambio, a la detección de las regiones de cambio de fase (condensación, vaporización), a la
20 localización de una zona de transferencia térmica alterada o modificada. Ahora bien, es particularmente difícil obtener una medición de temperatura de superficie en un medio confinado, como es la superficie interna de un tubo, y muchas veces el experimentador tiene que contentarse con una información parcial y estática.

Actualmente, la información acerca de la temperatura es obtenida con el concurso de sondas móviles con termopares oprimidos contra la pared interna de tubo mediante un resorte. Por consiguiente, el esfuerzo ejercido
25 varía con la posición de la medición.

Se conoce, por la publicación titulada «Heat Transfer Studies With Candu Fuels Simulators» publicada con el número 2428, con motivo de la conferencia organizada en el «5th International Conference on Nuclear Engineering
30 ICONCE5» que se celebrara del 26 al 30 de mayo de 1997, una sonda que comprende unos elementos sensibles a la temperatura, realizados en Inconel®, en forma de vainas. La flexibilidad natural de estos elementos sensibles les permite actuar como resortes y, así, quedar cada uno de ellos en contacto con la superficie interna de tubo cuya temperatura se pretende conocer. Sin embargo, esta sonda no permite dominar el esfuerzo de contacto entre los elementos sensibles y la superficie interna del tubo, ya que aquel únicamente depende de la flexibilidad natural de
35 estos últimos. Se conoce, por el documento FR 2514896, una sonda introducible en tubos. La sonda comprende el cuerpo de la sonda, que es hueco y que presenta dos orificios por donde un fluido entra y sale, y un émbolo que se acuña contra la pared interna del tubo cuando se pone en presión dicho fluido.

Por todo ello, es finalidad de la presente invención reducir y uniformizar la incertidumbre debida a la diferencia de
40 resistencia de contacto sobre el conjunto de la superficie de medición.

Otra finalidad de la invención es reducir el desgaste de la zona de contacto de elemento(s) sensible(s) de una sonda utilizada para la medición en los desplazamientos en el interior de un mismo tubo y, por tanto, prolongar la vida útil
45 de la sonda.

Exposición de la invención

Para tal fin, la invención tiene por objeto un procedimiento de medición de la temperatura de la superficie interna de tubo, en el cual se realizan las siguientes etapas:

50 a) se pasa a distanciar al menos un elemento sensible a la temperatura, de una sonda, radialmente a su eje de revolución (XX'), en orden a ponerlo(s) en contacto contra la superficie interna del tubo,

b) se aumenta el esfuerzo de contacto aplicado entre el (los) elemento(s) sensible(s) de la sonda y la superficie
55 interna hasta que este alcance un valor determinado en todos los puntos de dicha superficie, siendo el esfuerzo de contacto constante y reproducible, cualquiera que sea el punto de la superficie interna S sobre el cual se pretende efectuar una medición de temperatura.

Por «elemento(s) sensible(s) a la temperatura» de una sonda, se debe entender, en el presente documento y dentro
60 del ámbito de la invención, la(s) parte(s) de la sonda cuyo material constitutivo posee una propiedad variable con la temperatura (resistencia eléctrica, fuerza electromotriz, etc.) a las cual esta(s) es (son) sometida(s) por contacto.

Así, puede(n) ser una(s) parte(s) de un termómetro de resistencia de platino, de un termistor constituido a partir de un material semiconductor, de termopares, etc.

65 De acuerdo con la invención, se desplaza(n) sobre la superficie que ha de medirse uno(s) termómetro(s)

miniaturizado(s). Este(os) termómetro(s) (termopar(es), sonda de resistencia de platino, termistor(es)) está(n) solidarizado(s) mediante una sonda y unido(s) a la superficie interna del tubo, bien sea directamente, o bien mediante un elemento de contacto específico cuya inercia térmica es limitada, controlando el esfuerzo de contacto y, consecuentemente, la resistencia térmica de contacto. El material empleado para fabricar este elemento de contacto

5 tiene que contar con una conductividad térmica lo más elevada posible con el fin de reducir el tiempo de estabilización de temperatura de la sonda. En el caso de sondas utilizadas bajo potencial eléctrico, el material tiene además que estar aislado eléctricamente. Preferentemente, puede tratarse de diamante. Puede tratarse asimismo de nitruro de aluminio o del nitruro de boro.

10 La posibilidad de desplazar el instrumento de medición permite captar una información más completa y/o mejor localizada. El dominio del esfuerzo de contacto conduce a la atenuación de la resistencia térmica de contacto y, consecuentemente, a la reducción de la incertidumbre de medición. La supresión del contacto contra el tubo medido en el transcurso del desplazamiento anula los efectos del rozamiento sobre el desgaste de los elementos de contacto y del tubo, limitando con ello la evolución en el tiempo de la resistencia térmica y la alteración de la

15 superficie de medición.

De acuerdo con la invención, se pilota la presión de contacto del (de los) elemento(s) sensible(s) sobre el cilindro cuyo campo de temperatura es medido. La invención se puede adaptar a cualquier diámetro de tubo, a cualquier condición de temperatura accesible a la medición mediante termopar, sonda de resistencia de platino o termistor, adaptando los materiales escogidos para la realización del bastidor de la sonda.

20

La ganancia principal concierne a la reproducibilidad de las mediciones de temperatura de un punto a otro de la superficie mediante uniformización de la resistencia de contacto por una parte y, por otra, en el tiempo, merced a la reducción del desgaste (al suprimirse el contacto sonda / pared en las fases de desplazamiento en el interior del tubo).

25

Preferentemente, cuando se desplaza la sonda en el interior del tubo, se hace cesar el esfuerzo aplicado por el (los) elemento(s) sensible(s) contra la superficie interna del tubo. Ventajosamente, la cesación del esfuerzo aplicado es tal que entre el (los) elemento(s) sensible(s) de la sonda y la superficie interna del tubo no subsiste contacto alguno.

30

La invención concierne asimismo a un dispositivo de medición de la temperatura de la superficie interna de un tubo, que comprende:

- una sonda de eje de revolución que comprende al menos un elemento sensible a la temperatura con un extremo libre que discurre paralelamente a un eje longitudinal;

35

- unos medios para distanciar radialmente al eje el extremo libre del (de los) elemento(s) sensible(s),

- unos medios para aplicar un esfuerzo determinado sobre el extremo libre del (de los) elemento(s) sensible(s) distanciado(s) radialmente, siendo el esfuerzo de contacto constante y reproducible, cualquiera que sea el punto de la superficie interna S sobre el cual se pretende efectuar una medición de temperatura.

40

De acuerdo con una forma preferida de realización, el dispositivo comprende una pluralidad de elementos sensibles distantes entre sí y, cada uno de ellos, con su extremo libre paralelo al eje.

45

La sonda comprende preferentemente un cuerpo hueco y los elementos sensibles se materializan preferentemente en una pluralidad de alambres flexibles. Cada uno de estos elementos tiene un extremo fijado dentro del cuerpo hueco y el otro extremo queda libre e incurvado hacia el exterior.

50 De acuerdo con una forma de realización ventajosa, los medios de distanciamiento de los alambres flexibles y de aplicación de esfuerzo determinado en su extremo libre comprenden:

- Una placa de anchura L, en configuración de émbolo a cuyo través pasan los alambres.

- Un fuelle fijado al émbolo y al cuerpo hueco determinando con los mismos un recinto estanco adaptado para estar en comunicación con un dispositivo de presurización.

55

- Unas lengüetas flexibles, cada una de ellas con un extremo fijado al cuerpo hueco en orden a distar entre sí una distancia L y un extremo libre solidario exteriormente con el extremo libre de un alambre e interiormente con un tope. Así, según la invención, para efectuar las fases de medición, el dispositivo de presurización pone en presión el recinto estanco a una presión predeterminada. Esto provoca el desplazamiento axial del émbolo fijado al fuelle y, así, el distanciamiento radial concomitante de los extremos libres de las lengüetas y de aquellos de los alambres hasta una posición correspondiente a la llegada a tope del émbolo sobre el tope. Seguidamente, esto provoca el aumento de los esfuerzos aplicados al émbolo el cual, por mediación del tope y la parte exterior de las lengüetas con él solidarizadas, se transmite a los extremos libres de los alambres hasta que se alcance la presión predeterminada.

60

65

Ventajosamente, la placa en configuración de émbolo y el tope son de formas troncocónicas complementarias.

Según una variante, el dispositivo comprende un contrapeso que comprende un vaciado en el que se aloja el extremo libre de un elemento sensible, contrapeso cuyo material asegura la continuidad térmica entre una pieza en contacto exterior con él y el elemento sensible. El material del contrapeso asegura además preferentemente el aislamiento eléctrico entre la pieza y el elemento sensible.

La invención trata finalmente del uso de un dispositivo anteriormente descrito para medir la temperatura de superficie interna de tubos de instalación experimental que simulan por efecto Joule directo la liberación de potencia de las barras de combustible nuclear. Estos tubos de instalación experimental, por ejemplo realizados en Inconel®, tienen las mismas características dimensionales que las propias de las fundas de barras de combustibles nucleares.

De una manera general, merced a la invención, se pueden contemplar todas las aplicaciones de termometría en tubos cuya superficie interna es accesible.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán mejor con la lectura de la descripción detallada realizada con referencia a las siguientes figuras, en las que:

- la figura 1 es una representación esquemática en sección longitudinal de la parte sonda de una forma de realización de dispositivo de medición de temperatura según la invención,
- las figuras 2A y 2B son respectivamente unas vistas en sección longitudinal y en perspectiva de la parte sonda de una forma de realización del dispositivo de medición de temperatura según la invención.

Exposición detallada de formas particulares de realización

En la figura 1 está representada, en sección longitudinal, una sonda So según la invención, introducida en posición vertical en un tubo T y provista de tres elementos sensibles dispuestos a paso angular regular de 120°. El tubo T representado es un simulador de barra de combustible nuclear: puede ser o no calefactor.

La sonda So de eje de revolución XX' comprende principalmente un cuerpo hueco 1, 2, 3, unos elementos sensibles a la temperatura 8 y un cabezal de medición 4, 5, 6, 7, 9.

En la forma de realización ilustrada se ha previsto un anillo aislante 10 térmica y/o eléctricamente. Este anillo aislante 10 protege el cuerpo 1, en su introducción y desplazamiento en el interior del tubo T, de cualquier contacto con la superficie interna S de este último. La sonda So tiene asimismo por función evitar un cortocircuito (si el tubo T se halla a un potencial eléctrico) y limitar las fugas térmicas del tubo T hacia la sonda So.

El cuerpo hueco 1 de la sonda So se constituye, en la forma de realización ilustrada, en dos partes, a saber, un cuerpo principal 2 y un cuerpo secundario 3 en forma de un cilindro fijado de manera estanca en el interior del cuerpo principal.

Tal y como se ilustra, el cuerpo principal 2 es un tubo que desempeña simultáneamente las funciones de:

- transmisión del movimiento desde un dispositivo de desplazamiento no representado,
- guiado de retorno de los elementos sensibles a la temperatura 8 que seguidamente se describen,
- creación de un volumen de presurización en el interior de la sonda.

Tal y como se ilustra, el cuerpo secundario 3 es un cilindro fijado de manera estanca en el interior del cuerpo principal 2. Este cuerpo secundario 3 desempeña simultáneamente las funciones de:

- reducción de la ocupación de espacio del cuerpo principal 2 de sonda So con el fin de fijar las lengüetas de opresión 5 que seguidamente se describen,
- la liberación de un espacio suficiente para la implantación de un contrapeso de contacto 7 que seguidamente se describe,
- la implantación de una superficie de referencia para la fijación estanca de un fuelle de apoyo 6 que seguidamente se describe.

El cuerpo hueco 1 está enlazado en su parte inferior con el cabezal de medición 4, 5, 6, 7, 9 que seguidamente se describe y, en su parte superior, con un dispositivo de presurización no representado.

La parte en configuración de cabezal de medición comprende en primer lugar una corona de posicionamiento 4. Tal y como se ilustra, la corona es un cilindro 4 fijado y centrado en el cuerpo secundario 3. Sobre la corona 4 van fijadas unas lengüetas de opresión 5. Para cada elemento sensible 8, la posición tiene que ser conocida con la mejor precisión posible. En efecto, la medición perseguida es la del campo superficial de temperatura, por lo que hay que dominar tres mediciones: la temperatura, pero también la posición axial (con relación a una referencia dada en el tubo equipado con los instrumentos para inspección) y la posición angular (con relación a una generatriz particular del tubo equipado con los instrumentos para inspección). El posicionamiento de los contrapesos, con el concurso de las lengüetas de opresión 5, es por consecuencia un parámetro de importancia. El posicionamiento angular viene dado por:

- el diámetro exterior del anillo 4 en la forma de realización de la figura 1,
- los agujeros 111 realizados en el anillo 11 en la forma de realización de las figuras 2A y 2B.

Las lengüetas de opresión 5 se constituyen cada una de ellas mediante una lámina flexible elásticamente deformable fijada sobre la corona de posicionamiento 4. Su cometido es transmitir el esfuerzo de apoyo del émbolo 9 hacia el contrapeso de contacto 7 en las fases de medición, por una parte, y por otra, hacer volver el contrapeso de contacto al espacio central del tubo T en las fases de desplazamiento de la sonda So sin que haya contacto entre el exterior de los contrapesos 7 y el interior del tubo T. Las lengüetas 5 distan entre ellas un ángulo de 120° (figura 1 y figuras 2A y 2B).

Según se describe a continuación, de la transmisión del esfuerzo se encarga un tope 52 sobre el cual se apoya el émbolo 9 y un asiento 70 del contrapeso de contacto 7.

El cabezal de medición comprende asimismo un fuelle 6 que constituye el elemento deformable del recinto estanco conformado por el cuerpo hueco 2, 3, y el émbolo 9 que seguidamente se describe. En las fases de medición, este recinto estanco es presurizado mediante un dispositivo de presurización adaptado con el que este se halla comunicado, según se describe seguidamente. La presurización induce el desplazamiento del émbolo 9 y, consecuentemente, el esfuerzo de opresión de los contrapesos de contacto 7 sobre el tubo T.

Los contrapesos de contacto 7, ya aludidos, mantienen los elementos sensibles 8 de la sonda en contacto con la pared interna del tubo T o barra. El material de los contrapesos 7 permite asegurar la continuidad térmica entre los elementos sensibles 8 de la sonda y el tubo T. En caso necesario, el material de los contrapesos 7 permite asegurar el aislamiento eléctrico entre estos mismos elementos 8 y T. El material de los contrapesos puede ser ventajosamente diamante. También puede estar constituido por nitruro de boro o nitruro de aluminio.

Tal y como se ilustra, cada contrapeso comprende un vaciado 700 en el que se aloja el extremo libre 80 de un elemento sensible 8.

Cada uno de los contrapesos 7 representados tiene una forma de corona cilíndrica con un vaciado interior. Esta forma permite un idéntico contacto de superficie, cualquiera que sea el punto de la superficie S cuya temperatura se pretende medir. En las formas particulares de realización de la figura 1 y de las figuras 2A y 2B, el gradiente térmico axial es pequeño (inferior a 10 °C/m, esto es, 0,01 °C/mm), la realización de un elemento de contacto cilíndrico (contrapeso 7) permite aumentar la superficie de contacto y, así, disminuir el tiempo de estabilización de temperatura del contrapeso 7 sin perturbar significativamente la precisión de medición.

Según se ha apuntado, el cabezal de medición comprende asimismo unos elementos sensibles 8 distantes entre sí y, con cada uno de ellos, un extremo libre 80 que discurre paralelamente al eje longitudinal XX'. Tal y como se ilustra, los elementos sensibles 8 se materializan en una pluralidad de alambres flexibles, cada uno de ellos con un extremo 81 fijado dentro del cuerpo hueco principal 2 y un extremo libre 80 incurvado hacia el exterior.

El cabezal de medición comprende finalmente el émbolo 9, el cual desempeña las funciones de:

- transmisión de esfuerzo obtenido sobre su cara superior mediante la puesta en presión de la parte interna de la sonda So al contrapeso de contacto 7 por mediación de las lengüetas de opresión 5 y de sus topes 52,
- continuidad del recinto estanco presurizado. Tal y como se ilustra, el émbolo 9 y el tope 52 son de formas troncocónicas complementarias.

Para efectuar mediciones, el funcionamiento de la sonda So ilustrada es el siguiente. Mediante el dispositivo de presurización, se pone en presión el recinto estanco a una presión predeterminada. Esto provoca el desplazamiento axial del émbolo 9 fijado al fuelle 6 y, así, el distanciamiento radial concomitante de los extremos libres 50 de las lengüetas 5 y de aquellos 80 de los alambres 8 hasta una posición correspondiente a la llegada a tope del émbolo 9 sobre el tope 52. Seguidamente, hay un aumento de los esfuerzos aplicados al émbolo 9 el cual, por mediación del tope 52 y de la parte exterior de las lengüetas 52 con él solidarizadas, se transmite a los extremos libres 80 de los

alambres 8 hasta que se alcance la presión predeterminada (figura 1). La presión predeterminada se calibra de antemano en función de las dimensiones de la sonda, de las dimensiones internas del tubo, etc. Sea cual sea el punto cuya temperatura T° se pretende medir en el recorrido del tubo que se va a inspeccionar, la presión predeterminada es idéntica. Adicionalmente, hay que evitar tener una presión tal que genere un retacado entre las superficies en contacto (contrapeso 7 / superficie interna S en las figuras).

El esfuerzo de contacto así aplicado entre el contrapeso de contacto 7 y la superficie interna S del tubo T es constante y dominado: es directamente proporcional a la presión predeterminada suministrada por el dispositivo de presurización en comunicación con el cuerpo hueco. Así, sea cual sea el punto de la superficie interna S sobre el cual se pretende efectuar una medición de temperatura, el esfuerzo de contacto es constante y reproducible. Dicho de otro modo, de acuerdo con la invención, la incertidumbre de medición de un punto a otro de la superficie S queda reducida merced al dominio del esfuerzo de contacto que conduce a la atenuación de la resistencia térmica de contacto.

En los desplazamientos de la sonda So por el tubo T, la presión dentro del recinto estanco constituido por los cuerpos huecos 2, 3 y el conjunto móvil fuelle 6 / émbolo 9 queda reducida, de manera que ya no subsista contacto alguno entre los contrapesos 7 y la superficie interna S. Por otra parte, de acuerdo con la invención, se procura que el acercamiento mutuo entre los contrapesos 7 sea suficiente en el desplazamiento de la sonda So para no incurrir por inadvertencia en el riesgo de contacto alguno con la superficie S. Se aumenta así la vida útil de los contrapesos 7 y, por lo tanto, de la sonda So.

Tal como se ha representado en la forma de realización de las figuras 2A y 2B, el cabezal de medición según la invención comprende en primer lugar un cuerpo 1, realizado preferentemente en acero inoxidable y en forma de un cilindro hueco. Tiene esencialmente las funciones de realizar un guiado y una guarda del potencial eléctrico.

Alrededor del cuerpo 1 se halla dispuesto de manera coaxial un anillo 10, realizado preferentemente en cerámica de alúmina. Ajustado en la punta del cuerpo 1, se halla un anillo 11 que realiza el bloqueo en sentido de traslación del anillo 10. Este anillo monopieza 11 sustituye ventajosamente a las dos piezas 3 y 4 de la forma de realización de la figura 1.

El fuelle 6 se ajusta sobre este anillo 11. Este ajuste así como el del anillo 11 con el cuerpo hueco 1 se realiza de manera estanca, por ejemplo por una técnica de soldadura de aleación. La estanqueidad así obtenida es la de la cámara de presurización conformada con el dispositivo de presurización, el interior del cuerpo hueco 1, el del anillo 11 y el del fuelle 6.

Según se muestra en las figuras 2A y 2B, el émbolo 9 forma parte integrante del fuelle 6, lo cual disminuye el número de piezas respecto a la forma de realización de la figura 1. Adicionalmente, el paso de los elementos sensibles (no representados en las figuras 2A y 2B) se realiza por los agujeros practicados en la periferia de los anillo 11 (ver agujeros para paso 111) y anillo 10 (los agujeros para paso enfrentados a los agujeros 111 no están representados). Así, respecto a la realización de la figura 1, no hay que realizar estanqueidad entre los elementos sensibles y el émbolo 9, ya que este último no es atravesado por dichos elementos.

En la forma de realización de las figuras 2A y 2B, los topes 52 o asientos de émbolo comprenden un agujero pasante 520 que permite efectuar un guiado suplementario de los elementos sensibles en una parte de su altura. Es obvio que según esta forma de realización, no es posible contacto alguno entre la superficie interna S del tubo que va a inspeccionarse T y dichos topes 52. Adicionalmente, según esta realización, se ha previsto una pieza de enlace suplementaria 53 para ligar conjuntamente el asiento de contrapeso 70 y el tope 52. El material de esta pieza suplementaria 53 se elige prudentemente para evitar cualquier puente térmico entre esas dos piezas.

Pueden realizarse otras variantes sin salir por ello del ámbito de la invención. Así, un dispositivo según la invención puede incorporar las siguientes características, consideradas individualmente o en combinación:

- si bien se ilustra con una pluralidad de elementos sensibles 8 (en número de dos en vista de sección), la sonda según la invención puede comprender un sólo elemento sensible 8,

- si bien se ilustra en la figura 1 en forma de dos piezas diferenciadas fijadas entre sí, según el procedimiento de fabricación, el conjunto lengüetas de opresión 5 / corona 4 puede ser monopieza,

- según la naturaleza, las dimensiones y los materiales constituyentes de la sonda So, los contrapesos 7 pueden ser omitidos del montaje,

- la naturaleza de los elementos sensibles 8 de la sonda So puede ser variable (termopares, termómetros de resistencia de platino, termistor, etc.).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición de la temperatura de la superficie interna (S) de un tubo (T) de eje longitudinal (XX'), que comprende:

- una sonda (So) que comprende una pluralidad de elementos sensibles (8) a la temperatura, distantes entre sí, teniendo cada uno de ellos su extremo libre (80) paralelo al eje (XX'),

- unos medios (5, 50, 52, 6, 7, 70) para distanciar radialmente al eje el extremo libre (80) de los elementos sensibles (8),

- unos medios (5, 50, 52, 6, 7, 70) para aplicar un esfuerzo determinado sobre el extremo libre del (de los) elemento(s) sensible(s) distanciado(s) radialmente, siendo el esfuerzo de contacto constante y reproducible, cualquiera que sea el punto de la superficie interna S sobre el cual se pretende efectuar una medición de temperatura;

en el que la sonda (So) comprende un cuerpo hueco (2, 3), caracterizado porque los elementos sensibles (8) se materializan en una pluralidad de alambres flexibles, cada uno de ellos con un extremo (81) fijado dentro del cuerpo hueco y un extremo libre (80) incurvado hacia el exterior, y

los medios de distanciamiento de los alambres flexibles (8) y de aplicación de esfuerzo determinado en su extremo libre (81) comprenden:

- una placa (9) de anchura L, en configuración de émbolo a cuyo través pasan los alambres (8),

- un fuelle (6) fijado al émbolo (9) y al cuerpo hueco (2, 3) determinando con los mismos un recinto estanco adaptado para estar en comunicación con un dispositivo de presurización,

- unas lengüetas flexibles (5), cada una de ellas con un extremo (51) fijado al cuerpo hueco (1) en orden a distar entre sí una distancia L y un extremo libre (50) solidario exteriormente con el extremo libre (80) de uno de los alambres flexibles (8) e interiormente con un tope (52).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la placa en configuración de émbolo (9) y el tope (52) son de formas troncocónicas complementarias.

3. Dispositivo según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que comprende un contrapeso (7) que comprende un vaciado (700) en el que se aloja el extremo libre (80) de un elemento sensible (8), contrapeso (7) cuyo material asegura la continuidad térmica entre una pieza (T) en contacto exterior con él y el elemento sensible.

4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que el material del contrapeso asegura además el aislamiento eléctrico entre la pieza (T) y el elemento sensible (8).

5. Procedimiento de medición de la temperatura de la superficie interna (S) de tubo (T) de eje longitudinal (XX') con un dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se realizan las siguientes etapas:

a) se pasa a distanciar al menos un elemento (8) sensible a la temperatura, de una sonda (So), radialmente al eje (XX'), en orden a ponerlo(s) en contacto contra la superficie interna (S) del tubo,

b) se aumenta el esfuerzo de contacto aplicado entre el (los) elemento(s) sensible(s) (8) de la sonda y la superficie interna hasta que este alcance un valor determinado en todos los puntos de dicha superficie, siendo el esfuerzo de contacto constante y reproducible, cualquiera que sea el punto de la superficie interna S sobre el cual se pretende efectuar una medición de temperatura.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que, cuando se desplaza la sonda en el interior del tubo, se hace cesar el esfuerzo aplicado por el (los) elemento(s) sensible(s) contra la superficie interna del tubo.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la cesación del esfuerzo aplicado es tal que entre el (los) elemento(s) sensible(s) de la sonda y la superficie interna del tubo no subsiste contacto alguno.

8. Uso de un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, para medir la temperatura de superficie interna (S) de tubos (T) de instalación experimental que simulan por efecto Joule directo la liberación de potencia de las barras de combustible nuclear.

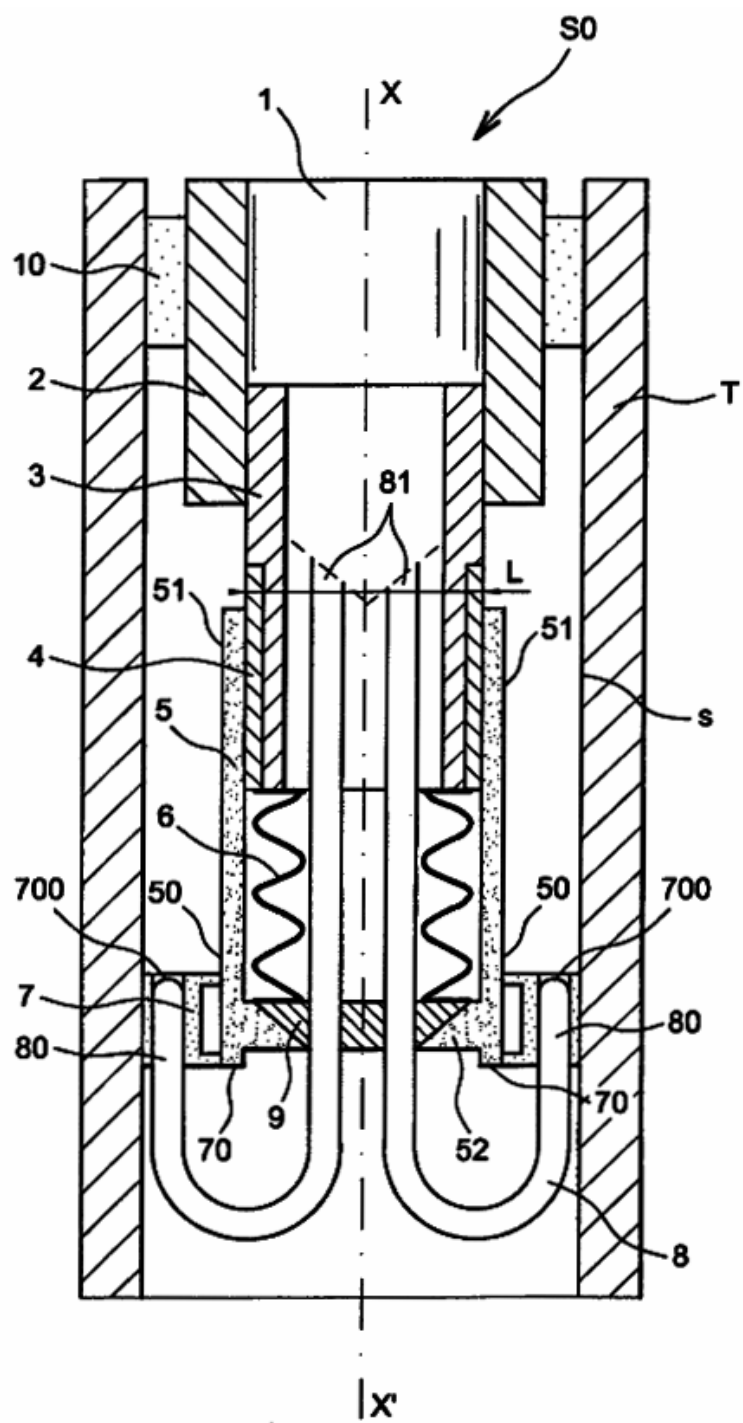


FIG. 1

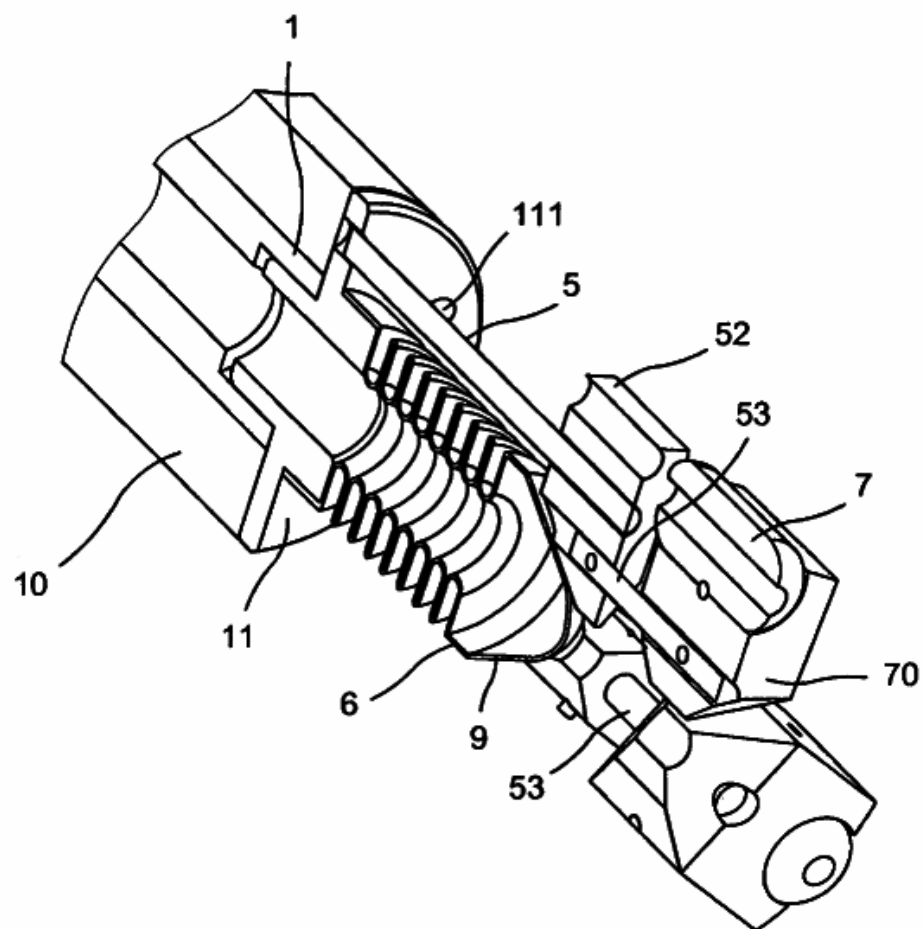


FIG. 2A

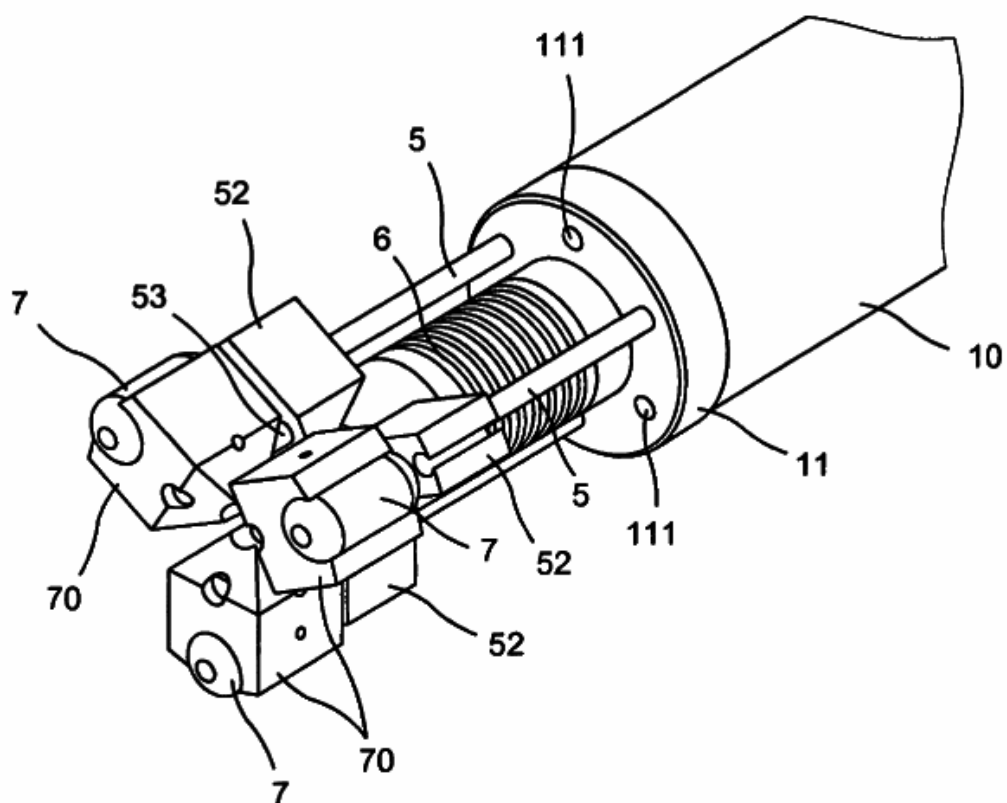


FIG. 2B