

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
18 de Agosto de 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2005/076286 A1**

(51) Clasificación Internacional de Patentes<sup>7</sup>: G21C 17/06,  
G01N 27/16

CIENTÍFICAS [ES/ES]; C/ SERRANO, 117, E-28006 MADRID (ES). **IBERDROLA GENERACIÓN** [ES/ES]; Paseo Virgen del Puerto, 53, E-28005 MADRID (ES).

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2005/070011

(72) Inventores; e

(22) Fecha de presentación internacional:  
1 de Febrero de 2005 (01.02.2005)

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente):

(25) Idioma de presentación: español

**SACEDÓN ADELANTADO, José, Luis** [ES/ES]; INSTO. CIENCIA DE MATERIALES DE MADRID, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, CSIC. Campus de Cantoblanco, E-28049 MADRID (ES). **DÍAZ MUÑOZ, Marcos** [ES/ES]; INSTO. CIENCIA DE MATERIALES DE MADRID, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, CSIC. Campus de Cantoblanco, E-28049 MADRID (ES). **MOYA CORRAL, José, Serafín** [ES/ES]; INSTO. CIENCIA DE MATERIALES DE MADRID, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS,

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:  
P200400294 9 de Febrero de 2004 (09.02.2004) ES

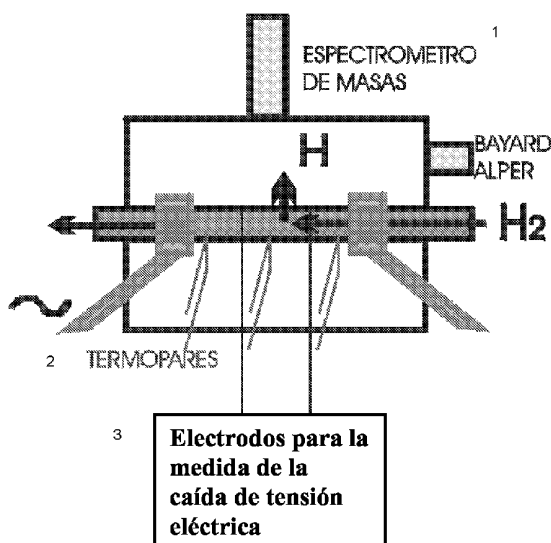
(71) Solicitantes (para todos los Estados designados salvo US): **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES**

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING THE POWER DISSIPATED BY A HYDRIDATION REACTION IN TUBES AND TUBULAR CLADDINGS AND THE CORRESPONDING VARIATION IN ELECTRIC RESISTANCE

(54) Título: PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA MEDIR LA POTENCIA DISIPADA POR LA REACCIÓN DE HIDRURACIÓN EN TUBOS Y VAINAS TUBULARES Y LA CORRESPONDIENTE VARIACIÓN DE RESISTENCIA ELÉCTRICA

4 DISPOSITIVO EXPERIMENTAL



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for measuring hydridation kinetics at different temperatures in tubular industrial components. The invention consists in measuring the power dissipated by a hydridation reaction over time as well as the variation in the electric resistance during said reaction. The inventive method and device can be used to optimise industrial components, such as tubes and fuel claddings for nuclear reactor cores. In this way, safety is increased, with the prevention of unplanned shutdowns of commercial reactors and a decrease in high-activity nuclear waste.

(57) Resumen: Procedimiento y dispositivo para medir cinéticas de hidruración a diferentes temperaturas en componentes industriales tubulares. Se mide la potencia disipada por la reacción de hidruración en el transcurso del tiempo. Se mide igualmente la variación de la resistencia eléctrica durante dicha reacción. El uso de dicho procedimiento y dispositivo permite la optimización de componentes industriales como tubos y vainas de combustible para los núcleos de los reactores nucleares. Así se eleva la seguridad, evitando paradas no programadas de los reactores comerciales y disminuyendo los residuos nucleares de alta actividad.

- 1 MASS SPECTROMETER
- 2 THERMOCOUPLES
- 3 ELECTRODES FOR MEASURING THE ELECTRICAL VOLTAGE DROP
- 4 EXPERIMENTAL DEVICE

WO 2005/076286 A1

**WO 2005/076286 A1**

CSIC. Campus de Cantoblanco, E-28049 MADRID (ES). **REMARTINEZ ZATO, Begoña** [ES/ES]; IBERDROLA GENERACIÓN, Paseo Virgen del Puerto, 53, E-28005 MADRID (ES). **IZQUIERDO GÓMEZ, Jaime** [ES/ES]; IBERDROLA GENERACIÓN, Paseo Virgen del Puerto, 53, E-28005 MADRID (ES).

**(81) Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— *con informe de búsqueda internacional*

*Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.*

WO 2005/076286

PCT/ES2005/070011

**TÍTULO**

**PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA MEDIR LA POTENCIA  
DISIPADA POR LA REACCIÓN DE HIDRURACIÓN EN TUBOS Y VAINAS  
TUBULARES Y LA CORRESPONDIENTE VARIACIÓN DE RESISTENCIA  
5 ELÉCTRICA.**

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

Medida de las reacciones y cinéticas de hidruración de tubos y vainas tubulares de elementos metálicos, aleaciones metálicas y cualquier otro material con y sin  
10 recubrimientos protectores.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

La hidruración masiva de componentes industriales metálicos es una de las causas de su fragilización y puede llegar a provocar una rotura catastrófica por  
15 formación de grietas. Dicho proceso tiene lugar en componentes en contacto con agua a presión y/o en ebullición y a alta temperatura, y se puede agudizar cuando el componente está expuesto a altas concentraciones de hidrógeno como consecuencia de otros procesos. Un caso conocido desde hace algunos años es la hidruración de las vainas tubulares de combustible en los núcleos de los reactores nucleares, la cual se  
20 puede producir masivamente desde el interior de la vaina en caso de pérdida de estanqueidad como consecuencia de un fallo primario. La patente WO0223162 describe un procedimiento y dispositivo para medir la resistencia a la hidruración en estos componentes tubulares para ayudar a la selección de materiales y diseño dirigidos a disminuir los problemas expuestos. Sin embargo, se hace necesaria la determinación de  
25 otras medidas para la comparación de las cinéticas de hidruración, lo que permite comparar la respuesta a la hidruración de los distintos elementos y aleaciones de los componentes tubulares y elegir aquellos diseños y composiciones que eviten o retrasen la aparición de estas roturas en los componentes industriales metálicos.

Hasta ahora la determinación de las cinéticas de hidruración de metales y  
30 aleaciones se ha realizado mediante termogravimetría y estudios morfológicos de procesos de hidruración en autoclave de trozos de material, lo cual representa en algunos casos, como en el de la hidruración de vainas de combustible, unas condiciones de trabajo distintas de aquellas en las que se produce la hidruración del componente.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

### Breve descripción de la invención

La presente invención se enfrenta con el problema de proporcionar nuevos procedimientos y herramientas para la mediada de cinéticas de hidruración que tienen lugar en componentes tubulares de uso industrial.

La solución proporcionada por esta invención permite la medida de cinéticas de hidruración en los propios componentes tubulares, generalmente multicapa, y en las mismas condiciones de temperatura de trabajo en las que se produce la hidruración del componente, lo que resulta de especial relevancia económica, ya que permiten el diseño y la elección de la composición apropiados de las diferentes aleaciones utilizadas. Una optimización de estos componentes podrá contribuir a evitar paradas no programadas de los reactores comerciales. Esta posible mejora permitirá además un mayor aprovechamiento del combustible al hacerlo más robusto y una disminución de la masa de residuos nucleares de alta actividad para igual energía generada. Al eliminar un posible origen de fuga de componentes en el agua del reactor disminuiría la dosis de radiación recibida por el personal de mantenimiento y por el que tenga que realizar operaciones en la zona de intercambio.

Por tanto, el primer objeto de la presente invención lo constituye un nuevo procedimiento para medir cinéticas de hidruración, a diferentes temperaturas, en componentes industriales, caracterizado porque consiste en medir: a) la potencia disipada por la reacción de hidruración, en adelante potencia de hidruración disipada (PHD), en función del tiempo, así como su integral en función del tiempo llamada de ahora en adelante energía de hidruración disipada (EHD) y b) la variación de resistencia eléctrica durante dicha reacción, y en especial durante la etapa de disolución de hidrógeno en el componente que precede a la precipitación de hidruros en el material;

El segundo objeto de la presente invención lo constituye un dispositivo (Figura 4) para llevar a cabo el procedimiento de medida mencionado constituido por:

- a) una cámara de alto o ultra alto vacío en la que se inserta el componente a analizar,
- b) una línea de gas para hacer pasar hidrógeno o mezcla de hidrógeno con otros gas(es) por el interior del componente,
- c) sistemas de calentamiento por efecto Joule, termopares y sistemas para el control de la temperatura en el componente, y

- d) dos electrodos con forma de anillo u otra geometría bien definida, dispuestos sobre el componente simétricamente y equidistantes del termopar central conectados con el exterior del dispositivo donde van a realizarse las medidas.

Finalmente, el tercer objeto de la presente invención lo constituye el uso del procedimiento y dispositivo mencionados para la realización de medidas de cinéticas de hidruración en componentes industriales metálicos, aleaciones metálicas y cualquier otro material con y sin recubrimientos protectores, preferentemente componentes tubulares como son los tubos y vainas tubulares de combustible en los núcleos de los reactores nucleares.

10

#### **Descripción detallada de la invención**

El primer objeto de la presente invención lo constituye un nuevo procedimiento para medir cinéticas de hidruración, en adelante procedimiento de la presente invención, a diferentes temperaturas, en componentes tubulares industriales metálicos o de aleaciones metálicas o de cualquier otro material con y sin recubrimientos protectores caracterizado porque consiste en medir:

- a) la potencia disipada por la reacción de hidruración, en adelante potencia de hidruración disipada (PHD), en función del tiempo, y la energía de hidruración disipada (EHD), y
- b) la variación de resistencia eléctrica durante dicha reacción, y en especial durante la etapa de disolución de hidrógeno en el componente que precede a la precipitación de hidruros en el material;

20

y porque las etapas que comprende este procedimiento son:

- i) inserción del componente tubular en una cámara de alto o ultra alto vacío,
- ii) circulación de hidrógeno o mezcla de hidrógeno con otros gas(es) por el interior del componente, siendo la permeación del hidrógeno a través de la pared del componente lo que provoca la hidruración del material,
- iii) calentamiento del componente por efecto Joule,
- iv) determinación de la potencia de hidruración disipada en función del tiempo, de la energía de hidruración disipada, medida durante el proceso, y de la resistencia eléctrica en el componente mediante:

25

30

- iv.1) la caída de tensión a lo largo del componente, y
- iv.2) la variación de la corriente eléctrica aplicada para mantener su temperatura a la predeterminada para la reacción de hidruración.

Tal como se utiliza en la presente invención el término “componentes industriales” se refiere a componentes tubulares, con pared de un solo elemento o con pared multicapa, como son los tubos y vainas tubulares de combustible en los núcleos de los reactores nucleares.

El control de estos componentes industriales mediante el procedimiento de la presente invención permitirá diseñar y elegir la composición adecuada de las diferentes aleaciones utilizadas para fabricar dichos componentes y evitar así su rotura.

Durante la reacción de precipitación y formación de hidruros, el calor de reacción hace que disminuya la corriente eléctrica aplicada para mantener constante la temperatura, lo que se traduce en una disminución de la potencia necesaria para mantener esa temperatura. La variación o diferencia de potencia necesaria corresponde con la potencia de hidruración disipada (PHD) y es aproximadamente proporcional al hidruro precipitado por unidad de tiempo. Esta variación o disminución se mide en función del tiempo y permite una comparación de cinéticas de hidruración en componentes con distinta estructura y composición, lo que permite un criterio de selección de materiales y diseño. Durante el proceso y mediante la integración con respecto al tiempo se obtiene la energía disipada en la reacción de hidruración que es aproximadamente proporcional a la cantidad de hidruro precipitado.

El segundo objeto de la presente invención lo constituye un dispositivo (Figura 4), en adelante dispositivo de la presente invención, para llevar a cabo el procedimiento de medida de la presente invención y que está constituido por una:

- a) una cámara de alto o ultra alto vacío en la que se inserta el componente a analizar,
- b) una línea de gas para hacer pasar hidrógeno o mezcla de hidrógeno con otro(s) gas(es) por el interior del componente,
- c) sistemas de calentamiento por efecto Joule, termopares y sistemas para el control de la temperatura en el interior del componente, y
- d) dos electrodos con forma de anillo u otra geometría bien definida, dispuestos sobre el componente simétricamente y equidistantes del termopar central conectados con el exterior del dispositivo donde van a realizarse las medidas.

Durante la reacción de hidruración, la temperatura en el interior del componente debe permanecer constante para lo cual se emplea un termopar y un sistema de control de temperaturas que actúa sobre la corriente aplicada para calentar el componente (c). Además, para medir la caída de tensión eléctrica, y como consecuencia la variación de resistencia eléctrica y la potencia disipada durante la reacción de hidruración a lo largo del componente durante dicha reacción, se emplean los dos electrodos dispuestos sobre el componente (d).

Finalmente, el tercer objeto de la presente invención lo constituye el uso del procedimiento y dispositivo de la presente invención para la realización de medidas de cinéticas de hidruración en componentes industriales metálicos, aleaciones metálicas y cualquier otro material con y sin recubrimientos protectores, preferentemente componentes tubulares como son los tubos y vainas tubulares de combustible en los núcleos de los reactores nucleares.

## 15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

**Figura 1.-Variación de la resistencia eléctrica durante el proceso de hidruración.** Después de la variación de resistencia eléctrica debida al incremento de temperatura, primer tramo de crecimiento, y una vez alcanzada la temperatura del experimento se produce un crecimiento marcado entre flechas debido a la disolución de H en el metal, el máximo final de esta etapa coincide aproximadamente con el principio de la precipitación de H en forma de hidruros.

**Figura 2.- Variación de la potencia de hidruración disipada.** Una vez alcanzada la temperatura del experimento la PHD permanece constante durante un breve intervalo, el tiempo de incubación, tiempo en el cual se disuelve el H sin precipitar. Pasado este lapso que coincide con el crecimiento de la resistencia eléctrica, el PHD crece rápidamente correspondiéndose con el inicio de la precipitación de H en forma de hidruros en el material.

**Figura 3.- Variación de la energía de hidruración disipada.** Corresponde a la integral de la Figura 2.

**Figura 4. Esquema del dispositivo de mediada de cinéticas de hidruración.** En ella se muestra la posición de los electrodos usados para medir la caída de tensión eléctrica en el tubo.

## EJEMPLOS DE REALIZACION DE LA INVENCION

### Ejemplo 1.- Medida de las cinéticas de hidruración en tubos o vainas tubulares

Un procedimiento para medir la potencia disipada y la resistencia eléctrica y obtener así las cinéticas de hidruración en tubos o vainas tubulares se realiza como se desarrolla a continuación.

Se inserta una vaina de combustible nuclear de Zircaloy 2 en una cámara de alto o ultra alto vacío; por el interior del tubo se hace circular hidrógeno o mezclas de hidrógeno con otro(s) gas(es) a la presión de 1 atmósfera y un flujo de renovación de 200 cm<sup>3</sup> por minuto. La presión parcial en la zona de vacío es de 10<sup>-9</sup> Torr debida a la permeación del hidrógeno a través de las paredes de la vaina. La vaina se calienta por efecto Joule y la temperatura en el centro de la vaina se controla y se mantiene constante a 360°C (o a otra previamente preestablecida) con un termopar y un sistema de control de temperaturas que actúa sobre la corriente aplicada para calentar la vaina, siendo de 30 A la corriente necesaria para mantener constante una temperatura de 360°C en ausencia de reacción. Los electrodos, colocados a ambos lados del termopar, proporcionan la medida de la caída de tensión eléctrica en la vaina durante la reacción de hidruración. Junto con la medida de la corriente aplicada nos permite obtener el valor de la potencia necesaria para mantener la temperatura constante, así como medir la resistencia eléctrica de la vaina. Al iniciarse la dilución de hidrógeno en la vaina la resistencia eléctrica puede crecer hasta un 3% (Figura 1.) aunque esta variación puede ser menor si la vaina contiene previamente alguna cantidad de hidrógeno, no observándose cambios importantes en la potencia necesaria para mantener la temperatura constante. Cuando empieza la precipitación y la formación de hidruro el calor de reacción hace que la potencia necesaria para mantener la temperatura constante disminuya, por diferencia se obtiene el valor de (PHD) y por integración la energía de hidruración disipada o EHD. La PHD es aproximadamente proporcional al hidruro precipitado por unidad de tiempo y la EHD a la cantidad total de hidruro precipitado. Parando el proceso a distintos valores de EHD pueden obtenerse muestras con distintos espesores del anillo de hidruros. Estas muestras son muy útiles para estudios mecánicos y de la geometría de los hidruros precipitados. La comparación de las curvas de PHD permite un criterio de selección de materiales y diseño. La Figura 1 muestra la curva de variación de resistencia eléctrica, el primer máximo corresponde al final del proceso de disolución de hidrógeno, el máximo final corresponde al final del proceso de



WO 2005/076286

PCT/ES2005/070011

7

hidruración. La Figura 2 muestra la curva de PHD, en ella el máximo indica que la reacción de precipitación es muy rápida al principio del proceso. La Figura 3 corresponde a la curva de EHD.

**REIVINDICACIONES**

1.- Procedimiento para medir cinéticas de hidruración, a diferentes temperaturas, en componentes industriales como tubos y vainas tubulares de elementos metálicos, aleaciones metálicas y cualquier otro material con y sin recubrimientos protectores, caracterizado porque consiste en la medida de:

- a) la potencia disipada por la reacción de hidruración, en adelante potencia de hidruración disipada, en función del tiempo, y de la energía de hidruración disipada, medida durante el proceso, y
- b) la variación de resistencia eléctrica durante dicha reacción, y en especial durante la etapa de disolución de hidrógeno en el componente que precede a la precipitación de hidruros en el material.

siendo las etapas que comprenden dicho procedimiento:

- i) inserción del componente tubular en una cámara de alto o ultra alto vacío,
- ii) circulación de hidrógeno o mezcla de hidrógeno con otros gas(es) por el interior del componente, siendo la permeación del hidrógeno a través de la pared del componente lo que provoca la hidruración del material,
- iii) calentamiento del componente por efecto Joule,
- iv) determinación de la potencia disipada por la reacción de hidruración en función del tiempo, de la energía de hidruración disipada, medida durante el proceso y de la resistencia eléctrica en el componente mediante:

iv.1) la caída de tensión a lo largo del componente, y

- iv.2) la variación de la corriente eléctrica aplicada para elevar su temperatura a la predeterminada para la reacción de hidruración.

2.- Dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de medida de cinéticas de hidruración según reivindicación 1 caracterizado por comprender los siguientes elementos:

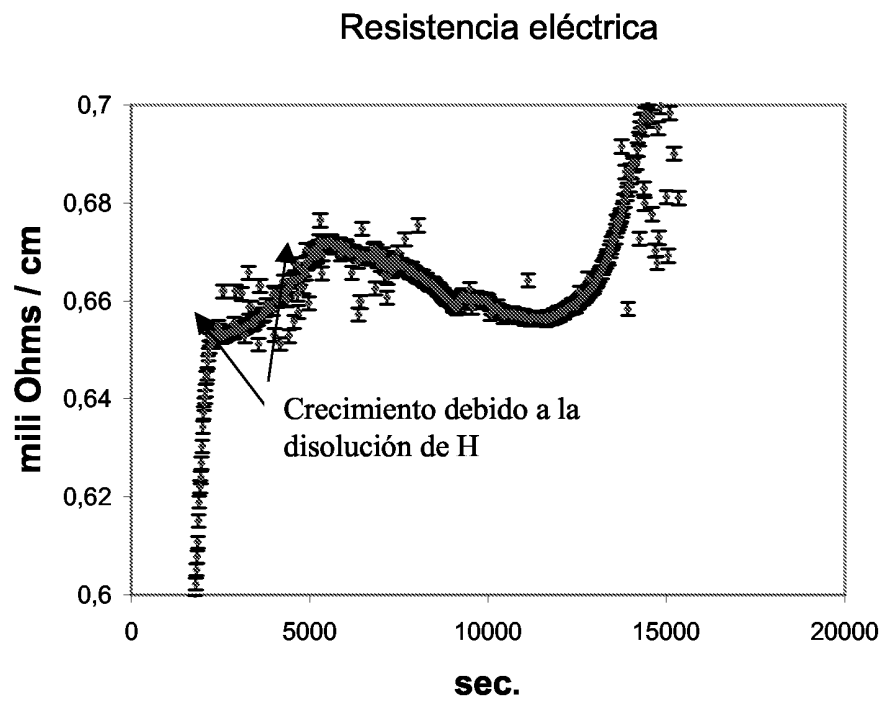
- a) una cámara de alto o ultra alto vacío en la que se inserta el componente a analizar,
- b) una línea de gas para hacer pasar hidrógeno o mezcla de hidrógeno con gas(es) por el interior del componente,

WO 2005/076286

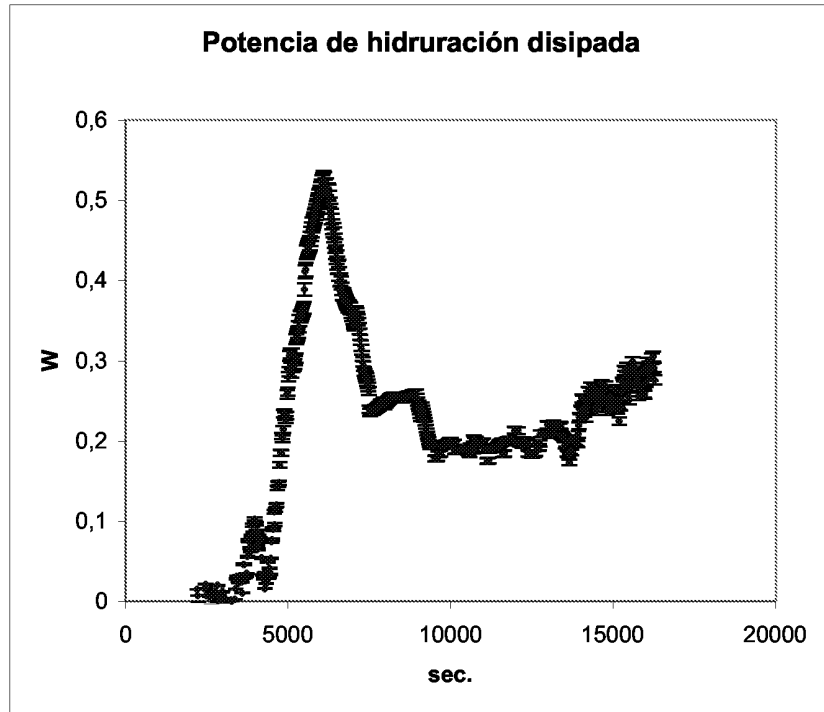
PCT/ES2005/070011

9

- c) sistemas de calentamiento por efecto Joule, termopares y sistemas para el control de la temperatura en el interior del componente, y
  - d) dos electrodos con forma de anillo u otra geometría bien definida, dispuestos simétricamente y equidistantes del termopar central.
- 5 3.- Uso del procedimiento y dispositivo según las reivindicaciones 1 y 2, respectivamente, para la realización de medidas de cinéticas de hidruración en componentes industriales metálicos, aleaciones metálicas y cualquier otro material con y sin recubrimientos protectores.
- 4.- Uso según la reivindicación 3 caracterizado porque los componentes industriales son
- 10 tubulares, entre otros, los tubos y vainas tubulares de combustible en los núcleos de los reactores nucleares.

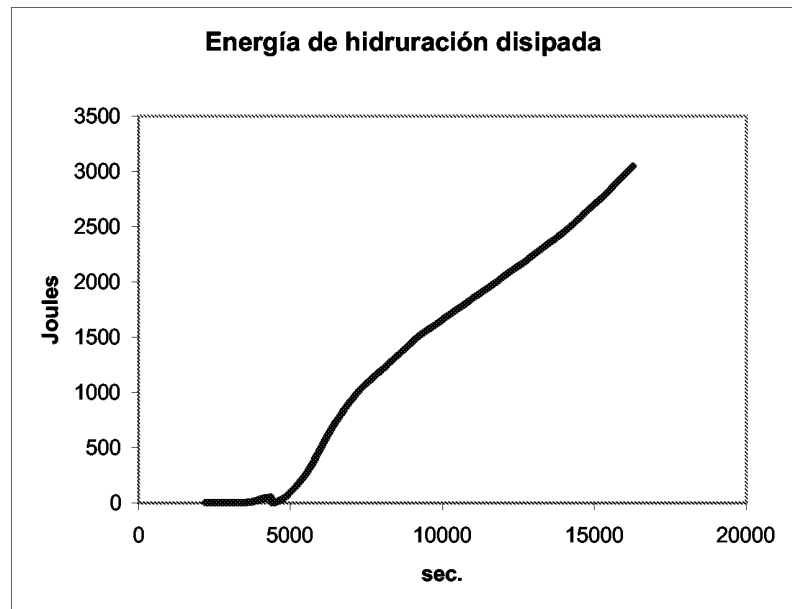


**Fig.1**



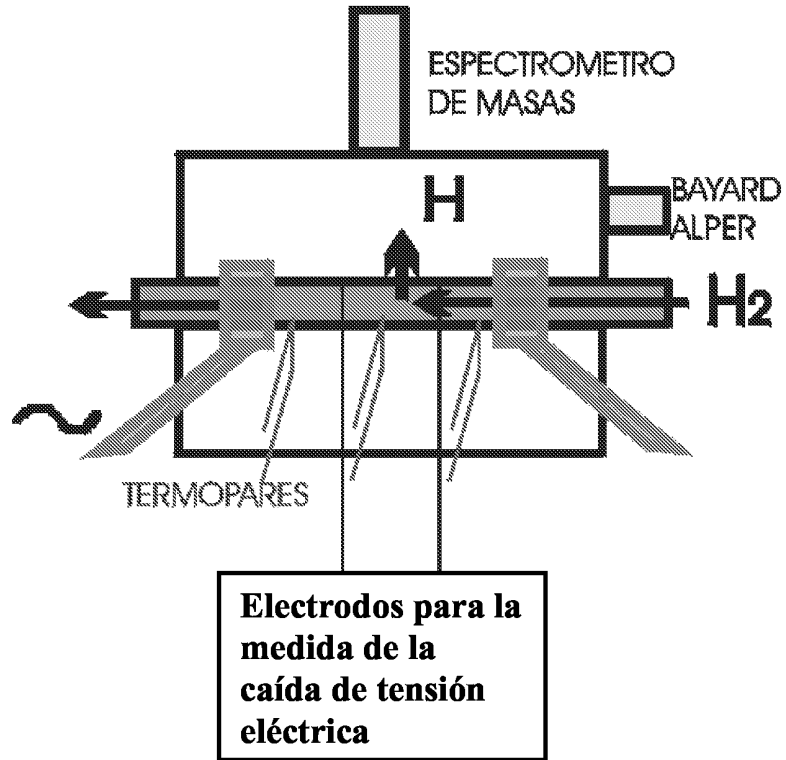
**Fig.2**

**Fig.3**



4/4

DISPOSITIVO EXPERIMENTAL



**Fig.4**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/ ES 2005/070011

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p><b>IPC 7 : G21C17/06, G01N27/16</b></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p><b>IPC 7 : G21C+, G01N+</b></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> <p><b>CIBEPAT, EPODOC, WPI, INSPEC, ELSEVIER</b></p>																				
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>ES 2165823 B1 (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS). 16.03.2002. Col. 2, líns. 37 a 63. Fig. 5</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 03102607 A1 (SCOTT TECHNOLOGIES). 11.12.2003. The whole document , specially pag. 6 líns. 18-25.</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. ( abstract ) [i n line ]. retrieved of the EPO PAJ Database. &amp; JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. Figures</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 4533520 A (BOSSART et al.). 6.8.1985. Col. 3, líns. 44-56.</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>GB 2138573 A (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORP.) 24.10.1984. The whole document</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	ES 2165823 B1 (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS). 16.03.2002. Col. 2, líns. 37 a 63. Fig. 5	1-4	A	WO 03102607 A1 (SCOTT TECHNOLOGIES). 11.12.2003. The whole document , specially pag. 6 líns. 18-25.	1	A	JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. ( abstract ) [i n line ]. retrieved of the EPO PAJ Database. & JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. Figures	1	A	US 4533520 A (BOSSART et al.). 6.8.1985. Col. 3, líns. 44-56.	1	A	GB 2138573 A (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORP.) 24.10.1984. The whole document	1
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
A	ES 2165823 B1 (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS). 16.03.2002. Col. 2, líns. 37 a 63. Fig. 5	1-4																		
A	WO 03102607 A1 (SCOTT TECHNOLOGIES). 11.12.2003. The whole document , specially pag. 6 líns. 18-25.	1																		
A	JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. ( abstract ) [i n line ]. retrieved of the EPO PAJ Database. & JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. Figures	1																		
A	US 4533520 A (BOSSART et al.). 6.8.1985. Col. 3, líns. 44-56.	1																		
A	GB 2138573 A (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORP.) 24.10.1984. The whole document	1																		
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																				
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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 such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>																				
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p><b>19 May 2005 (19.05.05)</b></p>		<p>Date of mailing of the international search report</p> <p><b>24 May 2005 (24.05.05)</b></p>																		
<p>Name and mailing address of the ISA/ <b>S.P.T.O</b></p>		<p>Authorized officer</p>																		
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>																		



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/ ES 2005/070011

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
ES 2165823 A1	16.03.2002	WO 0223162 A1 AU 8995201 A EP 1326069 A1 EP 20010969815 US 2003185333 A1 US 6873672 B	21.03.2002 26.03.2002 09.07.2003 14.09.2001 02.10.2003 29.03.2005
WO 03102607 A1	11.12.2003	CA 2488252 A1 AU 2003240513 A1 US 2004065140 A1 US 6812708 B	11.12.2003 19.12.2003 08.04.2004 02.11.2004
JP2003303780 A	24.10.2003	NONE	-----
US4533520 A	06.08.1985	NONE	-----
GB 2138573 AB	24.10.1984	GB 2091882 AB	04.08.1982

**INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL**

Solicitud internacional nº  
PCT/ ES 2005/070011

**A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD**

CIP<sup>7</sup> G21C17/06, G01N27/16

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

**B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA**

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)  
CIP<sup>7</sup> G21C+, G01N+

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)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, INSPEC, ELSEVIER

**C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES**

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	ES 2165823 B1 (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS). 16.03.2002. Col. 2, líns. 37 a 63. Fig. 5	1-4
A	WO 03102607 A1 (SCOTT TECHNOLOGIES). 11.12.2003. Todo el documento, en especial pág. 6 líns. 18-25.	1
A	JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. (resumen) [en línea]. Recuperado de EPO PAJ Database. & JP 2003303780 A (ULVAC CORP.) 24.10.2003. Figuras	1
A	US 4533520 A (BOSSART et al.). 6.8.1985. Col. 3, líns. 44-56.	1
A	GB 2138573 A (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORP.) 24.10.1984. Todo el documento.	1

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.

19.Mayo.2005 (19.05.2005)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

24 MAY 2005 24.05.2005

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional  
O.E.P.M.

C/Panamá 1, 28071 Madrid, España.  
Nº de fax 34 91 3495304

Funcionario autorizado

P. Valbuena Vázquez

Nº de teléfono + 34 91 3495494

## INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº  
PCT/ ES 2005/070011

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
ES 2165823 A1	16.03.2002	WO 0223162 A1 AU 8995201 A EP 1326069 A1 EP 20010969815 US 2003185333 A1 US 6873672 B	21.03.2002 26.03.2002 09.07.2003 14.09.2001 02.10.2003 29.03.2005
WO 03102607 A1	11.12.2003	CA 2488252 A1 AU 2003240513 A1 US 2004065140 A1 US 6812708 B	11.12.2003 19.12.2003 08.04.2004 02.11.2004
JP2003303780 A	24.10.2003	NINGUNO	-----
US4533520 A	06.08.1985	NINGUNO	-----
GB 2138573 AB	24.10.1984	GB 2091882 AB	04.08.1982