(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 560 832**

(51) Int. CI.:

C03B 37/095 (2006.01)
C03B 37/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2012 E 12775810 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 2763939**

(54) Título: **Dispositivo que suministra fibras de vidrio con un contenido reducido de metales preciosos y procedimiento de fabricación de este dispositivo**

(30) Prioridad:

06.10.2011 FR 1159017

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.02.2016

(73) Titular/es:

SAINT-GOBAIN ADFORS (100.0%)
517, Avenue de la Boisse
73000 Chambéry, FR

(72) Inventor/es:

CONDOLF, CYRIL y
BREUER, ACHIM

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

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

Dispositivo que suministra fibras de vidrio con un contenido reducido de metales preciosos y procedimiento de fabricación de este dispositivo

La invención se refiere a una instalación de fibrado que suministra fibras y más concretamente un dispositivo que suministra filamentos de material fundido, en particular, de vidrio y el procedimiento de fabricación de este dispositivo.

De manera clásica, una instalación de fibrado incluye un bloque de flujo de vidrio (flow block) que recibe vidrio fundido procedente de un canal conectado al horno en el cual se efectúa la fusión del vidrio, un bloque intermedio de boquilla (bushing block) y un dispositivo que suministra filamentos de material fundido: los cabezales con boquillas (bushing) o boquillas de drenaje (drain bushing). La parte superior del dispositivo puede incluir una rejilla que permite repartir el caudal del vidrio procedente del bloque intermedio y calentar el vidrio por efecto Joule. El calentamiento del dispositivo se realiza a partir de un transformador eléctrico por conexión de dos terminales situados cada uno sobre los extremos opuestos del dispositivo, a elementos de conexión eléctrica externos al dispositivo. Los terminales se unen por soldadura a las paredes laterales del cabezal con boquillas y hacen saliente para ser conectados a los elementos de conexión externos que se presentan en forma de una mordaza hecha de material eléctricamente conductor. El fondo del dispositivo está equipado de una placa provista de orificios, o tetones, a través de los cuales fluye el vidrio fundido para ser estirado en una multiplicidad de filamentos.

Estos filamentos cuyo diámetro varía generalmente de 5 a 33 µm se colectan en al menos una hilera que converge hacia un dispositivo de ensamblado para formar al menos una mecha y ser por ejemplo enrollada en una bobina. Según su destino, la mecha se puede también cortar (filamentos cortados) o proyectar sobre una felpa (mates de filamentos continuos). Los productos obtenidos se utilizan principalmente en distintas aplicaciones de refuerzo.

Los cabezales con boquillas o boquillas de drenaje se someten a un ambiente corrosivo impuesto por el vidrio fundido y las elevadas temperaturas de su funcionamiento. Estos dispositivos se fabrican convencionalmente de metales preciosos y en general de platino o de aleaciones de platino, tales como, por ejemplo, sin exhaustividad, de aleación de PtRh, PtAu, o PtIr, materiales eléctricamente conductores y resistentes con el tiempo a muy altas temperaturas. No obstante, estos materiales son muy costosos y parece deseable económicamente limitar la cantidad de metal precioso necesario en las instalaciones de fibrado. Es en este marco que se inscribe la presente invención que propone una solución que permite reducir la cantidad de metales preciosos en los dispositivos tales como los cabezales con boquillas o las boquillas de drenaje.

El documento US 2007/0178329 describe un crisol de molibdeno o de tungsteno que comprende un revestimiento protector a base de una aleación de tungsteno y de un metal elegido entre el iridio, el renio, el osmio y el rutenio. No obstante, metales tales como el molibdeno o el tungsteno no se pueden utilizar para dispositivos que suministran fibras de vidrio, debido a su baja resistencia a la oxidación. En los procedimientos de fibrado, las partes externas de los dispositivos se exponen al aire a temperaturas aproximadamente de 1100 a 1400°C y por lo tanto se someten a fenómenos importantes de oxidación. Por otra parte, metales como el renio, el osmio o el rutenio son metales raros y costosos y difíciles de emplear en las aplicaciones deseadas.

La solicitud de patente WO 99/00336 describe un plato de fibrado perforado cuyos orificios se recubren de aleación a base de cobalto y de cromo con el fin de limitar la corrosión. La patente US-5.417.735 propone disponer en alternancia las capas de cromo y de níquel sobre los orificios de los platos para formar un revestimiento resistente a la corrosión. Según estos documentos, los revestimientos se depositan directamente sobre el substrato metálico. Ahora bien, para aplicaciones a alta temperatura, se encuentran algunos problemas de difusión y conducen a estructuras porosas quebradizas a nivel del interfaz. Además, un revestimiento a base de cromo no es deseable ya que este metal corre el riesgo a estas temperaturas de transformarse en cromo hexavalente.

Johnson, en la revista Glass, Septiembre 1972, página 372 “Platinum coating technique developed for glass industry” propone un procedimiento de aplicación de un revestimiento a base de platino resistente a la corrosión y depositado en la superficie de los orificios de los platos de fibrado. Tal como se indica en los documentos WO 98/50313 y US-5.385.595, una zona de difusión dañina se forma entonces en el interfaz entre la aleación metálica del substrato generalmente a base de cromo, de níquel y de cobalto y la capa de platino. Se describe la formación de barrera de difusión a base de boruros, de carburos o de nitruros. El principal inconveniente de estas soluciones reside en el hecho de que las superaleaciones a base de cobalto o de níquel utilizadas para los platos de fibrado se funden a temperaturas inferiores a 1400°C y por lo tanto no son utilizables para dispositivos tales como cabezales con boquillas o de boquillas de drenaje. El documento US 2.931.062 revela un cabezal de boquilla a base de hierro que comprende capas de cerámicas y de platino.

La presente invención propone dispositivos que suministran filamentos de vidrio fabricados, al menos en parte, de un material más económico que los metales preciosos utilizados hasta ahora y que poseen una buena resistencia a la oxidación, una buena resistencia a la corrosión al contacto del vidrio fundido y una buena humectabilidad por el vidrio. El material debe también ser un buen conductor eléctrico y térmico, dado que el calentamiento de los cabezales con boquillas o boquillas de drenaje se realiza por efecto Joule.

Según la invención, el dispositivo que suministra filamentos de material fundido, en particular, de vidrio, por calentamiento por efecto Joule por medio de una alimentación eléctrica, que incluye placas laterales, una placa de fondo provista de tetones para el fluido del material fundido y eventualmente una rejilla superior, se caracteriza porque al menos una de estas partes susceptible de estar en contacto con el material fundido está formada por:

- una parte maciza de aleación a base de hierro que presenta una temperatura de fusión superior a 1450°C que forma un substrato,
- una capa metálica de aleación formada sobre al menos una parte de la superficie del substrato,
- una capa de cerámica que cubre la capa metálica de unión, formando la capa metálica y la capa de cerámica una barrera de difusión a los componentes de la aleación que forman el substrato, y
- una capa de revestimiento protectora de platino o de aleación de platino, depositada directamente sobre la capa de cerámica.

Según la invención, es concebible que el substrato de aleación de hierro esté formado solamente por las únicas placas laterales o una parte de estas placas. La rejilla superior, si está presente, puede también ser de aleación de hierro y así constituir el substrato. La placa de fondo provista de tetones se puede fabricar de aleación de hierro y los tetones, permitiendo el flujo del material fundido, pueden ser de platino o aleación de platino.

Es también posible prever que la placa del fondo y los tetones sean de platino o aleación de platino. En ese caso, el substrato corresponde a las placas laterales y a la rejilla superior eventualmente presente.

De manera preferente, las capas metálicas, de cerámica y de revestimiento protector cubren todas las caras del substrato susceptibles de venir en contacto con el material fundido.

Las partes del dispositivo susceptibles de estar en contacto con el material fundido deben, si no son de aleación de hierro, bien sea incluir un revestimiento de platino o aleación de platino, o bien ser fabricadas de un metal precioso bien sea de cualquier otra aleación o metal susceptible de resistir a la corrosión al contacto con el material fundido si las temperaturas de las zonas del dispositivo en cuestión son compatibles con la utilización de dicha aleación o metal. Como aleación o metal de este tipo, se podrán citar por ejemplo el paladio, las aleaciones de tipo FeCrNi, o las superaleaciones a base de cobalto o de níquel. Las zonas del dispositivo que están a temperaturas superiores a 1200°C son ventajosamente de aleación a base de hierro recubierto de las capas metálicas, cerámica y de revestimiento protector.

De manera preferente, el substrato es de aleación de FeCrAl. Los metales hierro, cromo y aluminio son los constituyentes mayoritarios de estas aleaciones.

La aleación de FeCrAl puede incluir, en porcentajes en peso, entre 15 y 25% de cromo, entre 4,5 y 6,5% de aluminio, y eventualmente al menos un elemento elegido entre el carbono, el níquel, el silicio, el manganeso, el titanio, el tungsteno, el itrio, el tantalio, el circonio, el lantano, el cerio o el hafnio, preferentemente en un contenido de a lo sumo 1% en peso de cada uno de estos elementos, siendo el resto hierro.

La aleación de FeCrAL puede también incluir, además entre 2 y 4% en peso de molibdeno.

La capa barrera de difusión comprende al menos dos capas, una primera capa siendo una capa de unión metálica, la segunda capa siendo una capa de cerámica. Preferentemente, la capa de cerámica es de circona estabilizada con el óxido de itrio y/o magnesio.

El contenido en óxido de itrio en la circona está comprendido entre 5 y 30% en peso, preferentemente entre 8 y 20% en peso. El contenido en óxido de magnesio en la circona está comprendido entre 4 y 30% en peso, preferentemente entre 6 y 22% en peso.

La capa metálica de unión es de aleación de FeCrAl y tiene un espesor comprendido entre 100 y 300 µm.

La capa de cerámica depositada sobre el revestimiento de unión metálica tiene un espesor comprendido entre 200 y 400 µm.

Según la invención, la capa de platino o aleación de platino tiene un espesor comprendido entre 200 y 500 µm, preferentemente entre 250 y 350 µm.

Según un modo de realización, las placas laterales y la rejilla superior presentes eventualmente son de aleación de hierro y cubiertas de las capas metálica, de cerámica y de revestimiento protector, comprendiendo la placa de fondo los tetones que son de platino o aleación de platino.

Según otro modo de realización, las placas laterales, la rejilla superior eventualmente presente y la placa de fondo son de aleación de hierro y recubiertas de las capas metálicas, de cerámica y de revestimiento protector, siendo los tetones de platino o aleación de platino.

La invención se refiere también a un procedimiento de fabricación de un dispositivo que suministra filamentos de material fundido, en particular, de vidrio en el cual las capas que constituyen la capa de barrera de difusión se depositan por una técnica elegida entre la pulverización a la llama de alta velocidad, proyección mediante plasma al vacío o proyección con plasma atmosférico.

Ventajosamente, se realiza un tratamiento térmico bajo aire a una temperatura comprendida entre 900 y 1000°C, durante una duración de 2 a 5 horas después de la deposición de la capa metálica de unión, antes de la deposición de la capa de cerámica.

Para fabricar el dispositivo según la invención, las partes que no se fabrican de aleación de hierro se sueldan con la aleación a base de hierro por soldadura por arco eléctrico con electrodo no fusible, soldadura por láser, soldadura por haz de electrones o soldadura por difusión.

La invención se va a describir ahora de manera más detallada, con respecto a los dibujos anexados en los cuales:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente una vista en corte de un dispositivo que suministra filamentos de material fundido según la presente invención;

- la figura 2 representa una observación microscópica del revestimiento protector que se ha expuesto al aire a 1300°C durante una duración de 100 horas, con el fin de simular las condiciones de marcha de los cabezales con boquillas.

La figura 1 es una vista en corte del dispositivo que suministra filamentos de vidrio fundido que incluye de manera clásica una placa de fondo 5 provista de una multitud de orificios perforados en tetones 6, que permiten el flujo y el estiramiento del material fundido en una multiplicidad de filamentos, una rejilla superior y placas laterales.

Según la invención, al menos una parte del dispositivo es de aleación de hierro. Para resistir a las elevadas temperaturas, es necesario que esta aleación tenga una temperatura de fusión superior a las temperaturas de funcionamiento del dispositivo o sea superior a 1450°C. El calentamiento del dispositivo se realiza por efecto Joule a partir de un transformador eléctrico por la conexión de dos terminales, situados cada uno sobre los extremos opuestos del dispositivo, con elementos de conexión eléctrica externos. Este tipo de calentamiento puede causar la existencia de puntos calientes donde la temperatura local se puede acercar a 1400°C.

Las aleaciones utilizadas como material constitutivo del substrato son aleaciones de hierro, y, en particular, aleaciones FeCrAl. Estos tres elementos son los elementos mayoritarios; otros elementos de la clasificación periódica, tales como, por ejemplo, el carbono, el níquel, el silicio, el manganeso, el molibdeno, el titanio, el tungsteno, el itrio, el tantalio, el circonio, el lantano, el cerio o el hafnio pueden también estar presentes en la aleación, como constituyentes minoritarios.

Por ejemplo, la aleación a base de hierro comprende, en porcentaje en peso, entre 20,5 y 23,5% de cromo, 5,8% de aluminio, a lo sumo 0,7% de silicio, a lo sumo 0,4% de manganeso, a lo sumo 0,08% de carbono, siendo el resto hierro.

Se puede citar por ejemplo una aleación cuya composición es la siguiente: 22% de cromo, 5,8% de aluminio, a lo sumo 0,7% de silicio, a lo sumo 0,4% de manganeso, a lo sumo 0,08% de carbono, siendo el resto hierro. Esta aleación se conoce bajo la denominación de Kanthal APM®. Su temperatura de fusión es de 1500°C y posee una buena estabilidad de forma a alta temperatura.

Puede también comprender, en porcentaje en peso, entre 20,5 y 23,5% de cromo, 5% de aluminio, 3% de molibdeno, a lo sumo 0,7% de silicio, a lo sumo 0,4% de manganeso, a lo sumo 0,08% de carbono, siendo el resto hierro.

De manera muy preferente la composición de la aleación utilizada es la siguiente: 21% de cromo, 5% de aluminio, 3% de molibdeno, a lo sumo 0,7% de silicio, a lo sumo 0,4% de manganeso, a lo sumo 0,08% de carbono, siendo el resto hierro. Esta aleación se conoce bajo la denominación de Kanthal APMT®. Su temperatura de fusión es de 1500°C y posee también una buena estabilidad de forma a alta temperatura, siendo su resistencia mecánica reforzada por la presencia de molibdeno.

Otras aleaciones de tipo Kanthal A-1® o Kanthal AF® se pueden también utilizar como material constitutivo del substrato.

Se pueden utilizar aleaciones a endurecimiento por óxidos dispersados, también llamados aleaciones ODS. Se citarán por ejemplo:

- la aleación de MA 956 que comprende 20% de cromo y 4,5% de aluminio, 0,3% de titanio, 0,04% de carbono y 0,5% de óxido de itrio, siendo el resto hierro,

- la aleación de PM 2000 que comprende 20% de cromo y alrededor de 55% de aluminio, 0,3% de titanio, 0,01% de carbono y óxido de itrio, siendo el resto hierro, o

- la aleación de ODM 751 que comprende 16% de cromo y alrededor de 4,5% de aluminio, 0,6% de titanio, 0,01% de carbono, 1% de molibdeno y óxido de itrio, siendo el resto hierro.

En el modo de realización representado en la figura 1, el conjunto del cuerpo del dispositivo constituido por la rejilla superior y las placas laterales son de aleación de hierro (4) y constituyen el substrato, siendo la placa de fondo que comprende los tetones de platino o de aleación de platino.

Algunas partes del dispositivo que no están en contacto con el material fundido pueden eventualmente permanecer en forma de substrato bruto, de aleación de hierro, sin requerir capa barrera de difusión, ni de revestimiento protector.

Entre el substrato y el revestimiento protector, se deposita la capa barrera de difusión. Esta capa barrera es necesaria para evitar la formación de una zona de difusión que corre el riesgo de formarse en el interfaz entre el substrato y el revestimiento protector. Comprende al menos dos capas de naturaleza diferente. La primera capa (3) directamente depositada sobre el substrato (4) es una capa metálica, denominada capa metálica de unión. La capa metálica de unión tiene una composición sensiblemente idéntica a la del substrato. Los constituyentes de esta capa son por lo tanto sensiblemente los mismos que los del substrato. Así las temperaturas de fusión de la capa metálica de unión y del substrato son cercanas y sus coeficientes de dilatación térmica son del mismo orden de magnitud. No obstante, debido a las técnicas de deposición utilizadas para depositar la capa metálica de unión y detalladas a continuación, sus microestructuras pueden ser diferentes. La composición de la capa metálica de unión comprende, en porcentaje en peso, entre 15 y 25% de cromo, entre 4,5 y 6,5% de aluminio, eventualmente entre 2 y 4% de molibdeno y eventualmente al menos un elemento elegido entre el carbono, el níquel, el silicio, el manganeso, el titanio, el tungsteno, el itrio, el tantalio, el circonio, el lantano, el cerio o el hafnio, preferentemente con un contenido de a lo sumo 1% en peso de cada uno de estos elementos, siendo el resto hierro.

Como ejemplo, la capa metálica de unión tiene la siguiente composición: 20,5% de cromo, 6,4% de aluminio, 0,75% de silicio, 0,11% de manganeso, siendo el resto hierro.

La capa metálica de unión se deposita sobre el substrato por un método de pulverización. Se pueden citar por ejemplo las técnicas de proyección térmica de alta velocidad (HVOF, acrónimo de la expresión inglesa “High Velocity oxygen Fuel”), proyección mediante plasma al vacío (VPS, acrónimo de la expresión inglesa “Vacuum Plasma Spraying”) o proyección mediante plasma atmosférico (APS acrónimo de la expresión inglesa “Atmospheric Plasma Spraying”).

Estas técnicas permiten obtener espesores de capa comprendidos entre 100 y 300 µm. Se pueden considerar deposiciones sucesivas si se desea obtener espesores más importantes.

Es concebible hacer variar la composición de esta capa metálica de unión, conservando al mismo tiempo la compatibilidad con la aleación constitutiva del substrato y de realizar un apilamiento que comprende varias capas metálicas sucesivas de composiciones ligeramente diferentes.

La segunda capa (2) constituyente de la capa barrera de difusión es una capa de cerámica. De manera preferente, la cerámica utilizada es circona ZrO_2, estabilizada con el óxido de itrio Y_2O_3 y/o de óxido de magnesio MgO.

Los contenidos en Y_2O_3 o MgO introducidos en la circona varía respectivamente entre 5 y 30% en peso, preferentemente 8 y 20% en peso y 4 y 30% en peso, preferentemente entre 6 y 22% en peso.

La capa de cerámica tiene un espesor comprendido entre 200 y 400 µm. Se deposita por técnicas idénticas a las utilizadas para la deposición de la capa metálica de unión, a saber la pulverización a la llama de alta velocidad, proyección mediante plasma al vacío o proyección mediante plasma atmosférico.

La capa metálica de unión permite garantizar una buena adherencia de la capa de cerámica.

La cerámica utilizada se elige en función de su coeficiente de extensión térmica. La circona estabilizada presenta la ventaja de tener coeficientes de extensión térmica relativa compatibles con la dilatación de la capa metálica de unión. Estos coeficientes son respectivamente de 10.10^{-6} K^{-1} y 5 a 10.10^{-6} K^{-1} para una circona estabilizada con el óxido de magnesio y con el óxido de itrio, comparado a 11.10^{-6} K^{-1} para la capa metálica de unión descrita más arriba cuya composición comprende 20,5% de cromo, 6,4% de aluminio, 0,75% de silicio y 0,11% de manganeso, siendo el resto hierro.

Sobre la capa barrera de difusión, se deposita una capa de revestimiento protector de platino o de aleación de platino. Esta capa garantiza la protección del dispositivo frente a la corrosión causada por el contacto con el vidrio fundido.

Este revestimiento de deposita por pulverización térmica. Johnson Matthey desarrolla este tipo de tecnología por ejemplo y conocida bajo la denominación de ACT® technology, que permite obtener un revestimiento de platino o de aleación de platino-rodio de un espesor comprendido entre 200 y 500 µm.

Una vez recubierto del revestimiento protector a base de platino, la capa de cerámica presenta la ventaja de seguir

siendo inerte frente a la capa de revestimiento protector de platino a alta temperatura. Es posible separar fácilmente el revestimiento protector a base de platino de la capa barrera de difusión puesto que no existen interacciones químicas entre estas dos capas. La capa de platino así separada se puede reciclar fácilmente.

El dispositivo según la invención puede ser fabricado por una sucesión de deposiciones de capas de diferente composición.

La superficie del substrato se debe limpiar mediante cualquier técnica de preparación de superficie conocida por el experto en la técnica. Se puede por ejemplo realizar una limpieza con alcohol o con cetona luego se chorrea con arena con corindón, antes de la deposición por pulverización térmica de la capa de revestimiento de unión metálica. Esta limpieza permite crear rugosidades de superficie y mejorar la adhesión de la capa pulverizada.

Una vez la capa metálica de unión depositada, es posible realizar un tratamiento térmico bajo aire del apilamiento, substrato-capa metálico de unión. Este tratamiento se efectúa a una temperatura comprendida entre 900 y 1000°C, durante una duración de 2 a 5 horas y permite desarrollar una capa de óxido de aluminio en la superficie de la capa metálica de unión. Esta capa de alúmina mejora el comportamiento a la oxidación a las altas temperaturas. Así las partes del dispositivo en contacto con la atmósfera siguen siendo estables, contrariamente a lo que podría pasar con metales refractarios como el molibdeno o el tungsteno.

Las partes del dispositivo que no se fabrican en aleaciones a base de hierro se pueden soldar ventajosamente al resto del dispositivo.

Las posibles técnicas de soldadura son la soldadura por arco eléctrico con electrodo no fusible (TIG, acrónimo de la expresión inglesa Tungsten Inert Gas o TIG), la soldadura por láser, la soldadura por haz de electrones o la soldadura por difusión.

Es así posible, si fuere necesario, separar estas partes y reciclarlas.

La figura 2 representa una fotografía obtenida en parte de una observación microscópica del substrato (4) revestido de la capa protectora (1) y de las capas barrera de difusión. La capa de cerámica (2) es una capa de ZrO_2 - 8% Y_2O_3. La capa metálica de unión (3) se oxida ligeramente en la superficie puesto que se formó una capa delgada de alúmina y aparece en oscuro en la fotografía. Las composiciones de la capa metálica de unión y del substrato siendo sensiblemente idénticas la distinción entre estas dos capas son difícilmente visibles en la figura 2.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo que suministra filamentos de material fundido, en particular, de vidrio, por calentamiento por efecto Joule por medio de una alimentación eléctrica, que incluye placas laterales, una placa de fondo provista de tetones para la fluidización del material fundido y eventualmente una rejilla superior, caracterizado porque al menos una de estas partes susceptible de estar en contacto con el material fundido está formada por:

- una parte maciza de aleación a base de hierro que presenta una temperatura de fusión superior a 1450°C que forma un substrato,
- una capa metálica de unión formada sobre al menos una parte de la superficie del substrato,
- una capa de cerámica que cubre la capa metálica de unión, formando la capa metálica y la capa de cerámica una barrera de difusión a los componentes de la aleación que forman el substrato, y
- una capa de revestimiento protector de platino o aleación de platino, depositada directamente sobre la capa de cerámica.

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque las capas metálicas, de cerámica y de revestimiento protector cubren todas las caras del substrato susceptibles de venir en contacto con el material fundido.

3.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el substrato es de aleación de FeCrAl.

4.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la aleación de FeCrAl comprende, en porcentaje en peso, entre 15 y 25% de cromo, entre 4,5 y 6,5% de aluminio, y eventualmente al menos un elemento elegido entre el carbono, el níquel, el silicio, el manganeso, el titanio, el tungsteno, el itrio, el tantalio, el circonio, el lantano, el cerio o el hafnio, preferentemente con un contenido de a lo sumo 1% en peso de cada uno de estos elementos, siendo el resto hierro.

5.- Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado, porque la aleación de FeCrAl comprende, por otro lado, entre 2 y 4% en peso de molibdeno.

6.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de cerámica es de circona estabilizada con el óxido de itrio y/o con el óxido de magnesio.

7.- Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque el contenido en óxido de itrio en la circona está comprendido entre 5 y 30% en peso, preferentemente entre 8 y 20% en peso.

8.- Dispositivo según la reivindicación 6, en el cual el contenido en óxido de magnesio en la circona está comprendido entre 4 y 30% en peso, preferentemente entre 6 y 22% en peso.

9.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la capa metálica de unión es una aleación de FeCrAl.

10.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la capa metálica de unión tiene un espesor comprendido entre 100 y 300 µm.

11.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la capa de cerámica tiene un espesor comprendido entre 200 y 400 µm.

12.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque la capa de platino o aleación de platino tiene un espesor comprendido entre 200 y 500 µm.

13.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque las placas laterales y la rejilla superior eventualmente presente son de aleación de hierro y recubiertos de capas metálica, de cerámica y de revestimiento protector, incluyendo la placa de fondo siendo los tetones de platino o aleación de platino.

14.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque las placas laterales, la rejilla superior eventualmente presente y la placa de fondo son de aleación de hierro y recubiertas de las capas metálica, de cerámica y de revestimiento protector, siendo los tetones de platino o aleación de platino.

15.- Procedimiento de fabricación de un dispositivo que suministra filamentos de material fundido, en particular, de vidrio según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el cual las capas que constituyen la capa de barrera de difusión se depositan sobre el substrato por una técnica elegida entre la pulverización a la llama de alta velocidad, la proyección mediante plasma al vacío o la proyección mediante plasma atmosférico.

16.- Procedimiento según la reivindicación 15, en el cual se realiza un tratamiento térmico bajo aire a una temperatura comprendida entre 900 y 1000°C, durante una duración de 2 a 5 horas después de la deposición de la capa metálica de unión, antes de la deposición de la capa de cerámica.

17.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 16, en el cual las partes del dispositivo que no se fabrican de aleaciones de hierro se sueldan al substrato por soldadura por arco eléctrico con electrodo no fusible, soldadura por láser, soldadura por haz de electrones o soldadura por difusión.

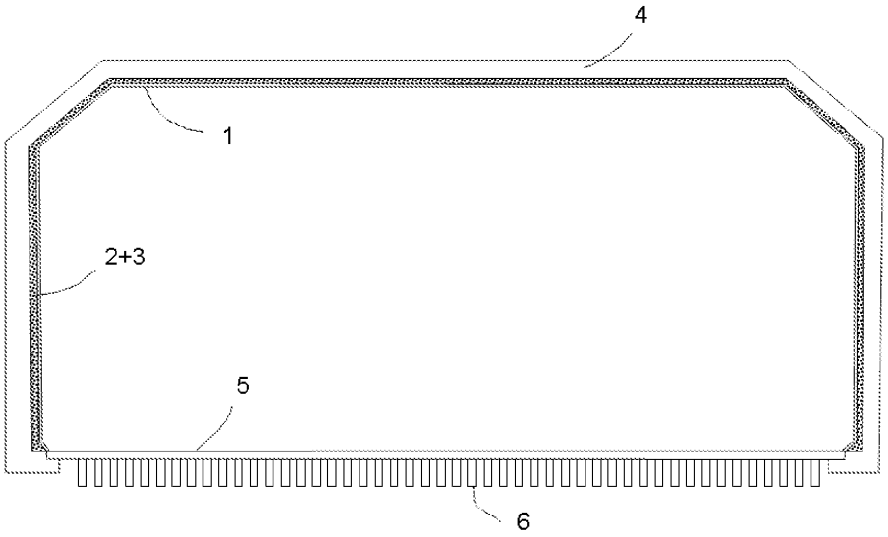

Figura 1

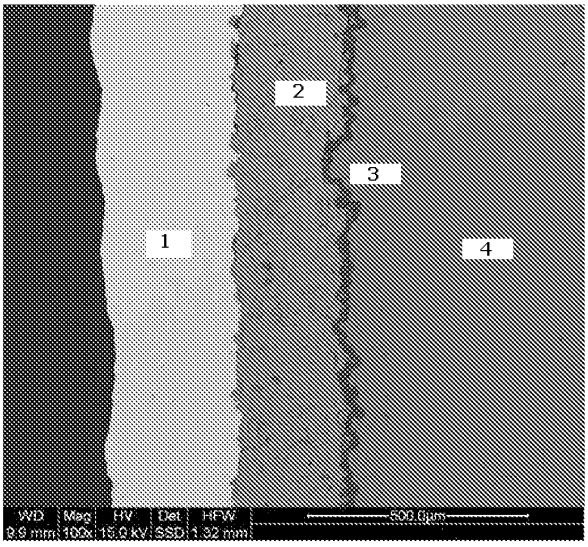

Figura 2