



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 293**

51 Int. Cl.:
H01M 8/02 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07823737 .7**
96 Fecha de presentación : **24.08.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2080244**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.07.2009**

54 Título: **Pila de combustible de óxido sólido, que incorpora un intercambiador térmico.**

30 Prioridad: **21.09.2006 FR 06 53886**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.08.2011

73 Titular/es: **Commissariat à l'Énergie Atomique et
aux Énergies Alternatives
Bâtiment "Le Ponant D"
25, rue Leblanc
75015 Paris, FR
SNECMA**

72 Inventor/es: **Fourmigue, Jean-François**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 364 293 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

Pila de combustible de óxido sólido, que incorpora un intercambiador térmico.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere al campo de las pilas de combustible, y más específicamente de las pilas de combustible del tipo de óxido sólido, denominadas habitualmente SOFC por "Solid Oxid Fuel Cell". La invención se refiere más específicamente a un diseño integrado de pilas, optimizado en cuanto a los intercambios térmicos relativos al fluido gaseoso necesario para mantener la reacción química que se desarrolla en el núcleo de la pila.

Técnicas anteriores

Las pilas de combustible de tipo SOFC ponen en práctica una reacción química que transforma oxígeno en iones O^{2-} . En la práctica, este oxígeno se aporta mediante la circulación de un flujo de aire en el interior de un núcleo de pila que comprende una pluralidad de bobinas que forman unos electrodos de cerámica separados por un electrolito.

Para funcionar correctamente, los electrodos y el conjunto del núcleo de pila deben llevarse a una temperatura elevada, del orden de 900 a 1.000°C. Unos dispositivos apropiados, normalmente eléctricos, permiten mantener la temperatura en el interior del núcleo de pila. Con el mismo objetivo, el aire que contiene el oxígeno que alimenta el núcleo de pila también debe dirigirse a una temperatura elevada, próxima a la temperatura de funcionamiento mencionada.

Así, de manera clásica, para mantener la temperatura elevada en el interior del núcleo de pila, este último se instala en un recinto térmico que comprende una pared muy aislante. Además, el aire que alimenta el núcleo de pila se precalienta mediante un dispositivo apropiado, permitiéndole alcanzar la temperatura deseada para un funcionamiento adecuado del núcleo de pila.

En la práctica, por motivos de seguridad, la temperatura en el exterior del recinto aislante y que encierra el núcleo de pila no debe ser superior a 60°C. Se concibe que dichas limitaciones imponen el empleo de capas aislantes muy espesas para realizar el recinto térmico del núcleo de pila. Un diseño de este tipo se traduce por tanto en un volumen y una complejidad muy elevados.

Ya se han propuesto soluciones con el objetivo de mejorar la construcción de este tipo de pila. Así, en el documento US 2004/224196, se describe una pila que comprende un intercambiador y un reformador dispuestos en combinación con el núcleo de pila, estando encerrado el conjunto en un recinto térmico. Sigue existiendo la necesidad de un espesor importante de la pared de este recinto, con consecuencias en cuanto al volumen global y al coste.

Por otro lado, en el documento US 2005/0089731, se ha descrito una pila que incluye en el interior de un mismo recinto el núcleo de pila y el intercambiador que permite llevar el aire a una temperatura satisfactoria para el funcionamiento del núcleo de pila. Más precisamente, este calentamiento tiene lugar en el interior de un intercambiador en el que el aire frío que se alimenta en el núcleo de pila se calienta mediante el aire caliente que sale del mismo.

El conjunto del núcleo de pila y el intercambiador se dispone en el interior de un recinto que debe ser térmicamente muy aislante, y que adolece por tanto de los inconvenientes mencionados anteriormente.

Los documentos WO 2005/057701 y WO 2004/001873 presentan unos intercambiadores térmicos cilíndricos asociados a unas pilas de combustible.

El objetivo de la invención es limitar el volumen del recinto de la pila, incluyendo por tanto el núcleo de pila, y también de los dispositivos necesarios para el aumento de temperatura del aire que alimenta el núcleo de pila.

55 **Exposición de la invención**

La invención se refiere por tanto a una pila de combustible de óxido sólido, que comprende de manera clásica un núcleo de pila en cuyo interior tiene lugar la reacción electroquímica, así como un intercambiador térmico que alimenta ese núcleo de pila con un fluido que comprende oxígeno a una temperatura necesaria para el funcionamiento del núcleo de pila.

Este intercambiador comprende un circuito de fluido frío con superficie de contacto térmica con un circuito de fluido caliente. El circuito de fluido frío alimenta la entrada de fluido del núcleo de pila y el circuito de fluido caliente se alimenta por la salida de fluido del núcleo de pila. De acuerdo con la invención, esta pila se caracteriza porque el intercambiador térmico está dispuesto concéntricamente con el núcleo de pila. Dicho de otro modo, el núcleo de pila está recubierto por el intercambiador de precalentamiento del aire que alimenta el núcleo de pila.

5 Dicho de otro modo, la invención consiste en combinar el núcleo de pila con el intercambiador garantizando el precalentamiento del aire que la alimenta. Así, una parte de la energía disipada durante el enfriamiento del aire de salida del núcleo de pila sirve para calentar el aire frío que debe volver al mismo, lo cual mejora el rendimiento térmico de la instalación global.

Además, el intercambiador térmico, dispuesto concéntricamente alrededor del núcleo de pila garantiza una función de recinto térmico, actuando sustancialmente como una campana que recubre el núcleo de pila.

10 Según una característica de la invención, la totalidad o parte de la periferia del intercambiador puede estar formada por una parte inicial del circuito de fluido frío. Dicho de otro modo, el aire frío que entra en el intercambiador se encamina justo después de su entrada en la periferia del intercambiador, de manera que la temperatura periférica del intercambiador es sustancialmente próxima a la temperatura ambiental.

15 En otras palabras, la presencia de aire frío en la periferia del intercambiador permite tener una temperatura de pared exterior del intercambiador lo más próxima posible a la temperatura de entrada del aire. De este modo, la parte externa del intercambiador contribuye al aislamiento térmico, con respecto al exterior. Por tanto ya no es necesario emplear un recinto térmico específico, que generalmente es voluminoso y costoso.

20 Ventajosamente, en la práctica, el intercambiador puede ser de forma general cilíndrica, correspondiendo así a la forma del núcleo de pila, en particular cuando las células elementales y los electrodos se adaptan a una forma de disco. En esta configuración, el intercambiador puede comprender por tanto una pluralidad de placas sustancialmente cilíndricas y coaxiales, que definen entre sí unos circuitos de fluido caliente y frío conectados alternativamente en serie.

25 Dicho de otro modo, estas placas elementales definen unas partes de circuitos de fluido que están alternados, de manera que se garantiza correctamente el intercambio de calor entre los dos circuitos de fluido.

30 Para garantizar también un buen aislamiento del conjunto del intercambiador con respecto al exterior, puede estar previsto que por lo menos las dos primeras partes del circuito de fluido frío que están conectadas en serie, estén yuxtapuestas en la periferia del intercambiador. Dicho de otro modo, al contrario que en la parte central del intercambiador en el que las partes de circuito de fluido frío están alternadas, la parte exterior del intercambiador puede comprender dos o tres partes de circuito de fluido frío sucesivas, en cuyo interior por tanto no tiene lugar ningún intercambio térmico, sino que garantiza una función de aislamiento con respecto al exterior.

35 **Breve descripción de las figuras**

40 La manera de realizar la invención, así como las ventajas que se desprenden de la misma, se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción del modo de realización, con el apoyo de la única figura adjunta, que representa una vista en perspectiva esquemática de una pila de acuerdo con la invención, en la que se ha extraído una parte para dejar visible la constitución interna del conjunto. No se ha representado el conjunto de los elementos necesarios para el funcionamiento de una pila de combustible, sino que únicamente aparecen aspectos importantes para la comprensión de la invención.

45 **Manera de realizar la invención**

50 La pila de combustible (1) ilustrada en la figura única se representa esquemáticamente, y comprende principalmente un núcleo de pila (2) situado a nivel del eje de revolución del conjunto, en el que está dispuesto el intercambiador característico (4), que recubre el núcleo de pila (2) como una campana, descansando el conjunto sobre un soporte (5) que encierra el recinto así definido alrededor del núcleo de pila (2).

55 De manera simplificada, el núcleo de pila (2) comprende un conjunto de células (8) superpuestas, encerradas en el interior de una pared rígida cilíndrica (9). Esta pared (9) presenta a su nivel inferior una abertura (10) que permite la entrada de una circulación de aire. Se pueden prever unas disposiciones en particular en la parte alta de este recinto (9) para permitir la salida de ese fluido del cual una parte del oxígeno que contiene habrá sido consumida por las células (8).

60 De acuerdo con la invención, el intercambiador (4) que permite suministrar el flujo de aire al núcleo de pila (2) comprende dos circuitos de fluido diferenciados. Estos dos circuitos (CA, HA) están definidas entre unas placas (15, 16) de forma general cilíndrica, y coaxiales. Entre estas placas (15, 16) diferentes, se definen de este modo unas partes de los dos circuitos de fluido (CA, HA) que están dispuestas de manera alternada, de forma clásica en un intercambiador de placas.

65 La geometría, los materiales y otras disposiciones específicas se pueden prever en función de los rendimientos deseados.

La conexión entre las diferentes partes verticales de los dos circuitos de fluido (CA, HA), aunque no se representa, se realiza de manera apropiada para limitar las pérdidas de carga.

5 En su parte baja, cada uno de los canales (18, 19), por ejemplo del circuito de fluido frío (CA), se conectan en serie mediante unas partes (20) realizadas en la placa (5) que forma la base aislante y el fondo del conjunto (1). Esta base (5) está perforada con una abertura (25) que permite la entrada del fluido de gas nuevo (26). De acuerdo con una característica de la invención, las partes (27, 28, 29) del circuito de fluido frío directamente conectadas a la entrada del fluido frío (26) están conectadas en serie, y yuxtapuestas, sin intercalar partes del circuito de fluido caliente. Las partes (27, 28) están conectadas en serie por medio de dos partes (31, 32) que se encuentran en la parte alta del intercambiador. De este modo, la fracción del circuito de fluido frío (CA) constituido por las diferentes partes (27, 28, 10 29, 31, 32) presenta una longitud relativamente importante, y forma una zona que se encuentra sustancialmente a la temperatura del fluido frío (26). Por tanto, se realiza un aislamiento térmico del interior del intercambiador.

15 Evidentemente, se pueden realizar múltiples geometrías en cuanto a las zonas de conexión entre los diferentes canales delimitados entre las placas (15, 16), sin apartarse por ello del marco de la invención.

A modo de ejemplo, el circuito de fluido frío puede alojar un fluido (26) a una temperatura ambiental, que puede alcanzar hasta 60°C. Este fluido (26) recorre el intercambiador para alcanzar una temperatura del orden de 650°C en la entrada del núcleo de pila (2). El aire caliente que sale del núcleo de pila (2) se encuentra a una temperatura del orden de 900°C, y su temperatura se reduce a medida que se encamina al circuito de aire caliente, para llegar, a nivel de la tubería de salida (35), a aproximadamente 500°C. 20

De lo expuesto anteriormente, se deduce que la pila de combustible de acuerdo con la invención presenta la ventaja principal de combinar en un mismo elemento estructural el núcleo de pila con el intercambiador térmico garantizando el precalentamiento del aire que proporciona el oxígeno al núcleo de pila. 25

Este aire se calienta por el aire procedente del núcleo de pila, de manera que se mejora el balance térmico de la instalación global.

30 Además, el intercambiador, debido a su ubicación y su constitución, desempeña el papel de recinto térmico alrededor del núcleo de pila, lo cual reduce por tanto la complejidad y el volumen global de la instalación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pila de combustible (1) de óxido sólido, que comprende un núcleo de pila (2) y un intercambiador térmico (4) adecuado para alimentar dicho núcleo de pila (2) con un fluido a una temperatura necesaria para su funcionamiento, comprendiendo el intercambiador un circuito de fluido frío (CA) con superficie de contacto térmica con un circuito de fluido caliente (HA), alimentando el circuito de fluido frío (CA) la entrada (10) con fluido del núcleo de pila y alimentándose el circuito de fluido caliente por la salida (11) con fluido del núcleo de pila, caracterizada porque el intercambiador térmico (4) está dispuesto concéntricamente con el núcleo de pila (2).
- 10 2. Pila de combustible según la reivindicación 1, caracterizada porque el intercambiador presenta la totalidad o parte de su periferia que está formada por una parte inicial (27-29) del circuito de fluido frío (CA).
- 15 3. Pila de combustible según la reivindicación 1, caracterizada porque por lo menos las dos partes del circuito de fluido frío conectadas en serie están yuxtapuestas en la periferia del intercambiador.
4. Pila de combustible según la reivindicación 1, caracterizada porque el intercambiador (4) presenta una forma cilíndrica.
- 20 5. Pila de combustible según la reivindicación 1, caracterizada porque el intercambiador (4) comprende una pluralidad de placas (15-16) cilíndricas y coaxiales, que definen entre sí unas partes de circuito de fluido caliente y frío, estando conectadas las partes de los dos circuitos alternativamente en serie.

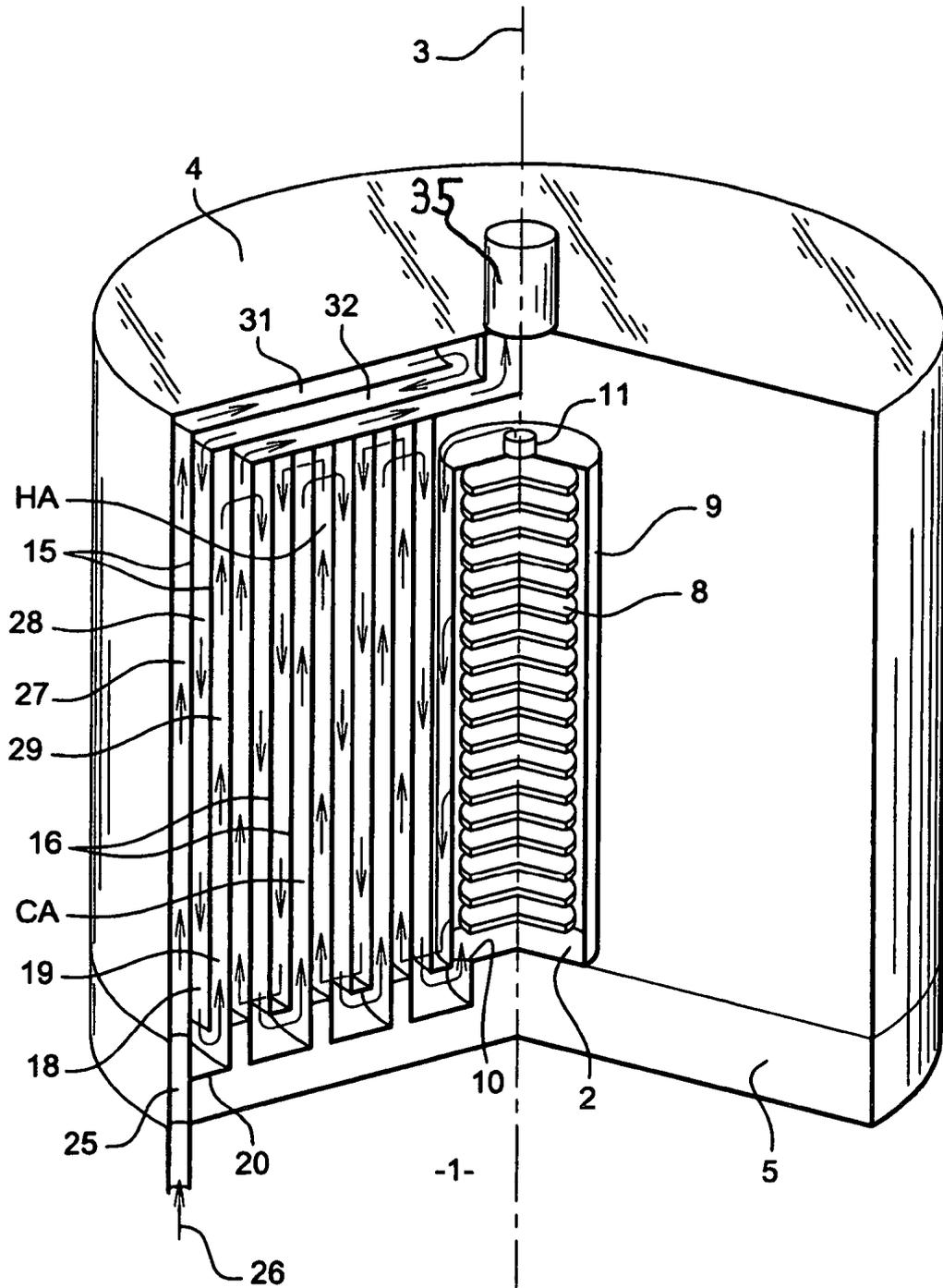


Figura única