(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 437 069**

(51) Int. Cl.:

***H01M 8/02*** (2006.01)
***H01M 8/04*** (2006.01)
***H01M 8/10*** (2006.01)
***H01M 8/24*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2010** **E 10731742 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013** **EP 2454773**

(54) Título: **Pila de combustible de dimensiones reducidas**

(30) Prioridad:

**15.07.2009 FR 0954888**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**08.01.2014**

(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:

**DROUHAULT, DELPHINE;**
**LEVRARD, DANIEL;**
**MANICARDI, PHILIPPE y**
**NIVELON, PIERRE**

(74) Agente/Representante:

**PÉREZ BARQUÍN, Eliana**

**ES 2 437 069 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 dimensiones reducidas

La presente invención se refiere a una pila de combustible de dimensiones reducidas y con regulación térmica mejorada.

Una pila de combustible, para suministrar electricidad, se alimenta con gas carburante, por ejemplo hidrógeno en el caso de una pila del tipo de las pilas de combustible con membrana de intercambio de protones (PEMFC para "Proton Exchange Membrane Fuel Cell"), y con gas comburente, por ejemplo aire u oxígeno. El funcionamiento de la pila de combustible tiene también como efecto producir energía térmica.

Por otra parte, el rendimiento electroquímico de la pila depende de la temperatura en el interior de la pila y esto se debe a la naturaleza de los materiales utilizados. Por consiguiente, esta temperatura debe ser controlada para conseguir un rendimiento lo más elevado posible. En efecto, si la temperatura de funcionamiento es demasiado baja, no se puede alcanzar el mejor rendimiento de funcionamiento de la pila de combustible, y si la pila experimenta una elevación de temperatura demasiado importante, pueden dañarse los materiales que constituyen la pila.

Ahora bien, como se ha explicado anteriormente, la pila genera calor durante su funcionamiento. Este calor debe por lo general ser evacuado para limitar la elevación de temperatura en el interior de la pila. En el caso de las pilas con densidades de potencia medianas a elevadas, se prevé por lo general la circulación de un fluido caloportador en el interior de la pila, este caloportador se enfría en el exterior de la pila circulando en un intercambiador térmico antes de circular de nuevo en la pila. La circulación del fluido caloportador se obtiene por lo general mediante una bomba.

Sin embargo, si durante el funcionamiento se pretende evacuar las calorías para evitar una elevación de la temperatura, durante el arranque de la pila se desea reducir la evacuación de las calorías para permitir la subida de temperatura del fluido y alcanzar una temperatura óptima de funcionamiento, que es del orden de 80ºC en el caso de las PEMFC.

El documento US 2007/0042247 A describe una pila de combustible provista de un sistema de gestión térmica, este sistema incluye un circuito exterior a la pila en el que el fluido caloportador se enfría en un intercambiador térmico. Se prevé una válvula termostática en este circuito en el exterior de la pila para gestionar la circulación del caloportador a la salida de la pila, y enviarlo en todo o parte hacia el intercambiador térmico. De este modo, si la temperatura del caloportador es inferior a la temperatura de funcionamiento deseada de la pila, el fluido caloportador se reenvía a la pila sin haber sido enfriado.

Ahora bien, este sistema de gestión térmica puede ser muy voluminoso. En efecto, las pilas de combustible de mediana y gran potencia incluyen tantos más elementos cuanto más importante es la potencia deseada. La potencia térmica que se debe evacuar es por lo tanto más importante cuanto mayor es la densidad de potencia deseada. Por consiguiente, el circuito del fluido caloportador presenta secciones de paso importantes, lo que aumenta las dimensiones del conjunto.

Ahora bien, se recuerda que este tipo de pila está especialmente destinado a estar embarcado en vehículos como fuente de energía de propulsión. Por consiguiente, sus dimensiones son un punto importante.

El documento US 2002/0037447 describe un sistema de enfriamiento de una pila de combustible que incluye un circuito de circulación de un caloportador que emplea una válvula de tres vías que incluye dos vías de alimentación y una vía de escape. El documento US 2007/0287045 presenta una pila de combustible que incluye un intercambiador térmico integrado en el apilamiento de las celdas electroquímicas. El documento US 2005/0221149 presenta una pila de combustible que incluye un elemento de control de caudal, que abre y cierra un circuito de circulación de un fluido caloportador, integrado en una placa de extremo.

Por consiguiente un objeto de la presente invención es ofrecer una pila de combustible equipada con un sistema de gestión térmica de dimensiones reducidas respecto de los conjuntos del estado de la técnica.

Un objeto de la presente invención es asimismo ofrecer una pila de combustible equipada con un sistema de gestión térmica cuyas condiciones de temperatura óptimas al inicio del funcionamiento se alcanzan con mayor facilidad.

### Exposición de la invención

Los objetivos anteriormente mencionados se alcanzan mediante una pila de combustible que incluye un apilamiento de celdas electroquímicas entre dos placas de extremo que ejercen sobre el apilamiento una fuerza de apriete y un sistema de gestión térmica que incluye un circuito de circulación de un fluido caloportador en el interior del apilamiento, encontrándose la entrada y la salida del circuito en una de las placas bipolares, y un circuito de circulación en el exterior del apilamiento que incluye un subcircuito destinado a garantizar un intercambio térmico entre el fluido y el entorno exterior, y un subcircuito destinado a reenviar directamente el fluido caloportador al interior

del apilamiento, medios para controlar el paso del fluido caloportador en el uno y/o el otro de los subcircuitos en función de la temperatura del fluido caloportador, estando dispuestos dichos medios en dicha placa de extremo.

De manera particularmente ventajosa, los medios de control están constituidos por una válvula termostática que permite la comunicación hacia el uno y/o el otro de los subcircuitos en función de la temperatura del fluido caloportador.

Dicho de otro modo, los medios de regulación de la circulación del fluido se integran en la placa de extremo conectada a los subcircuitos, lo que reduce las dimensiones del conjunto.

La presente invención tiene entonces principalmente por objeto una pila de combustible que incluye un apilamiento de celdas electroquímicas y placas de extremo que aplican una fuerza de apriete sobre las celdas electroquímicas, un sistema de gestión térmica constituido por un circuito de circulación de un fluido caloportador en el apilamiento, denominado circuito interior, y por un circuito de circulación del fluido caloportador en el exterior del apilamiento, denominado circuito exterior, conectándose el circuito interior y el circuito exterior al nivel de al menos una de las placas de extremo, incluyendo el circuito exterior un primer subcircuito provisto de un intercambiador térmico y un segundo subcircuito conectado directamente a la entrada del circuito interior, un dispositivo para controlar la circulación del fluido caloportador en el uno y/o el otro de los subcircuitos en función de la temperatura de dicho fluido en la salida del circuito interior, estando dicho dispositivo de control integrado en una de las placas de extremo.

Según una característica de la invención, dicha placa de extremo incluye un paso de comunicación entre el circuito interior y uno de los subcircuitos, estando dicho paso perpendicular al plano de dicha placa de extremo y un paso de comunicación entre el circuito interior y el otro subcircuito, extendiéndose dicho paso de comunicación en el plano de la placa de extremo.

Dicho dispositivo de control es una válvula de tres vías, de las que una vía de alimentación está conectada a la salida del circuito interior, una vía de escape está conectada a la entrada de un primer subcircuito y la otra vía de escape está conectada a la entrada del segundo subcircuito.

De manera ventajosa, dicha válvula de tres vías es una válvula termostática. Esta puede incluir un elemento cuyo volumen varía en función de la temperatura del fluido caloportador, un obturador axialmente móvil bajo la acción de dicho elemento en un tramo de canal situado entre la entrada del primer subcircuito y la entrada del segundo subcircuito, y dos asientos de válvula dispuestos a cada lado del obturador, cooperando el obturador con uno u otro de los asientos de válvula en función de la temperatura del fluido caloportador para obturar cada una de las vías de escape.

Por ejemplo, dicha placa de extremo incluye una cámara de recolección en la que desemboca la salida del circuito interior, estando la válvula termostática dispuesta sensiblemente en el centro de la misma, siendo la vía de admisión de dicha válvula tal que el fluido caloportador que penetra en dicha válvula rodea el elemento cuyo volumen varía en función de la temperatura.

La cámara de recolección puede presentar la forma de un conducto axial, conectándose el circuito interior lateralmente a dicha cámara de recolección, desplazándose el obturador ortogonalmente al eje del conducto, estando la entrada del primer subcircuito situada a un lado del eje del conducto y estando la entrada del segundo subcircuito situada al otro lado del eje del conducto.

El eje de la cámara de recolección es, por ejemplo, sensiblemente paralelo a un lado de la placa de extremo, a proximidad de este lado, desembocando el canal transversal en el que se desplaza el obturador axialmente por un extremo en dicho lado y se conecta a uno de los subcircuitos, y desemboca en la cara de la placa de extremo ortogonalmente a su eje y se conecta al otro subcircuito.

La pila de combustible es por ejemplo del tipo PEMFC.

**Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se entenderá mejor con la ayuda de la siguiente descripción y de los dibujos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de una pila de combustible equipada con un sistema de regulación térmica según la presente invención,

- la figura 2A es una vista en corte según la mayor superficie de un ejemplo de placa de extremo de la pila de la figura 1,

- la figura 2B es una vista en corte transversal a lo largo del plano A-A de la placa de la figura 2A,

- las figuras 3A y 3B son vistas de detalle de la figura 2A en dos situaciones de funcionamiento.

**Exposición detallada de modos de realización particulares**

En la figura 1, se puede ver una representación esquemática de una pila de combustible 2 equipada con un sistema de regulación térmica 4 según la presente invención.

La pila de combustible 2 incluye un apilamiento 6 de celdas electroquímicas compuestas de placas bipolares y de membranas intercambiadoras de iones dispuestas en alternancia, y dos placas de extremo 8 a cada lado del apilamiento. Las placas de extremo 8 ejercen una fuerza de compresión sobre el apilamiento 6 para asegurar una conducción eléctrica repartida de manera uniforme por toda la superficie de los elementos que componen las celdas.

Por otra parte, la alimentación de las celdas con fluido reactivo, por ejemplo con hidrógeno por una parte y con oxígeno por otra parte, se realiza a través de una o ambas placas de extremo 8. La o las placas de extremo incluyen orificios de alimentación y de evacuación conectados a la vez a un circuito en el interior del apilamiento, y a un circuito de alimentación y de recuperación (no representado). La fuerza de apriete aplicada por las placas de extremo 8 asegura asimismo una buena estanqueidad a los gases reactivos.

El sistema de regulación térmica 4 incluye un circuito de circulación del fluido caloportador del que una parte 10 permite una circulación en el interior del apilamiento 6 y del que otra parte 12 permite una circulación en el exterior del apilamiento 6.

El circuito de circulación atraviesa una de las placas de extremo 8.

La parte 10 del circuito de circulación en el interior del apilamiento 6, denominado circuito interior, se realiza, por ejemplo, directamente en las celdas. La fuerza de apriete aplicada por las placas de extremo 8 asegura asimismo una buena estanqueidad al fluido caloportador.

El circuito de circulación incluye una bomba de circulación P para asegurar la circulación del fluido caloportador en el apilamiento y en el exterior del mismo.

La parte 12 del circuito en el exterior del apilamiento, denominado circuito exterior 12, incluye dos subcircuitos de circulación 12.1, 12.2. El primer subcircuito 12.1 incluye un intercambiador térmico 14 para permitir al fluido caloportador intercambiar calorías con el entorno exterior, por ejemplo para ceder calorías al exterior. Pero se puede considerar que capta calorías del entorno exterior.

El segundo subcircuito 12.2 está destinado a permitir un retorno del fluido caloportador en el apilamiento sin que atraviese el intercambiador. Este segundo subcircuito está por lo tanto conectado de manera hidráulica en paralelo con el apilamiento y el primer subcircuito 12.1 y permite evitar la circulación del fluido en el primer subcircuito 12.1.

La circulación del fluido caloportador en uno u otro de los subcircuitos 12.1, 12.2 se obtiene mediante una válvula de tres vías 16.

Según la presente invención, la válvula 16 está dispuesta en el interior de una de las placas de extremo 8, permitiendo esta integración reducir las dimensiones del sistema de regulación térmica.

En la continuación de la descripción, se describirá una única placa de extremo 8. Pero se entiende que la invención puede referirse a las dos placas de extremo.

La válvula 16 de control está conectada a la salida del circuito interior 10 y a las entradas de los subcircuitos 12.1, 12.2 y asegura el paso de todo o parte del fluido caloportador en uno u otro de los subcircuitos 12.1, 12.2.

La válvula de control 16 es controlada en función de la temperatura del fluido caloportador saliente.

Por ejemplo, la válvula de control 16 puede ser una válvula de tres vías adaptada a una medición de la temperatura del fluido caloportador, por ejemplo mediante una sonda de temperatura que se sumerge en el fluido caloportador y una unidad electrónica que controla la situación de la válvula.

De manera particularmente ventajosa, la válvula de control 16 es una válvula termostática cuya situación está directamente controlada por el fluido caloportador, especialmente su temperatura, sin necesitar medios adicionales, por ejemplo de tipo electrónico. Además de una mayor fiabilidad y robustez del control de la válvula, se obtiene una ganancia de espacio adicional.

En el ejemplo representado en las figuras 2A a 3B, la placa de extremo 8 incluye un conducto 9 ciego que asegura la alimentación con fluido caloportador del apilamiento, este conducto 9 se realiza en el plano de la placa e intercepta dos canales transversales 9.1 que llevan el fluido al interior del apilamiento. Este conducto 9 forma la entrada del circuito interior 10. El extremo abierto del conducto 9 está conectado al circuito exterior 12.

La placa de extremo 8 incluye asimismo un conducto 11, que forma una cámara de recolección, realizado en el plano de la placa y que intercepta dos canales transversales 11.1, 11.2 de los que el fluido sale del apilamiento. El conducto 11 forma la salida del circuito interior 10. En el ejemplo representado, los conductos 8 y 9 son paralelos, pero esta disposición no es en ningún caso limitativa.

La placa de extremo 8 incluye asimismo un paso vertical 15, en la representación de la figura 2B, para conectar el circuito interior 10 al primer subcircuito 12.1, y un paso lateral 17 para conectar el circuito interior 10 al segundo subcircuito 12.2.

Un canal 13 está realizado en la prolongación del paso lateral 17, el cual cruza el conducto 11, e intercepta el paso vertical 15, poniendo de este modo en comunicación la salida del circuito de fluido caloportador en el apilamiento, la entrada del primer subcircuito 12.1 y la entrada del segundo subcircuito 12.2.

La válvula termostática incluye un obturador 18 móvil axialmente en el canal 13, dos asientos de válvula 20, 22, un elemento 24 cuyo volumen es sensible a la temperatura y que conecta el obturador a la placa de extremo. En el ejemplo representado, el elemento 24 está fijado a una varilla 25 fijada en el fondo del canal 13. La dilatación o la contracción del elemento 24 provoca el desplazamiento axial del obturador entre los dos asientos de válvula 20, 22. El elemento 24 es por ejemplo una cera o un gas confinado en una bolsa. Unos muelles 26, 28 están montados en reacción entre el paso 13 y el obturador móvil 18 que asegura el retorno en posición del obturador y el mantenimiento en su posición. Un asiento de válvula 20 está situado entre la salida del fluido caloportador y la entrada del primer subcircuito 12.1, cerrando la cooperación del obturador 18 y de este asiento 20 la comunicación entre la salida del fluido y el primer subcircuito. El segundo asiento de válvula 22 está situado entre la salida del fluido caloportador y la entrada del segundo subcircuito 12.2, cerrando la cooperación del obturador 18 y de este asiento 22 la comunicación entre la salida del fluido y el segundo subcircuito 12.2.

En el ejemplo representado, el canal 13 está constituido por tres escariados concéntricos 30.1, 30.2, 30.3 de diámetro creciente, estando el primer asiento de válvula 20 constituido por la diferencia de diámetro entre el primero y el segundo escariado 30.1, 30.2.

El segundo asiento de válvula está constituido insertando un anillo 31 en el paso lateral 17.

Se puede prever cubrir los asientos de válvula 20, 22 con un material particular para asegurar un buen contacto con el obturador y limitar las fugas entre el obturador y el asiento con el que está en contacto.

El muelle 26 está apoyado entre el fondo del canal 13 y el obturador 18 y el muelle 28 está apoyado entre un resalte realizado en el anillo 31 y el obturador 18.

Un tapón 32 está previsto a nivel del extremo abierto del conducto 11 para cerrar el conducto 11.

En el ejemplo representado, el paso de comunicación 15 con el primer subcircuito 12.1 es perpendicular al plano de la placa y el paso de comunicación 17 con el segundo subcircuito 12.2 está en el plano de la placa de extremo. Esta orientación particular permite simplificar la conexión de la placa de extremo 8 al primero el segundo subcircuito 12.1, 12.2.

De manera particularmente ventajosa, el orificio de entrada de la válvula de control 16 se extiende a cada lado del elemento 24 sensible a la temperatura. De este modo, está sumergido en el fluido caloportador, lo que lo hace aun más sensible a la variación de temperatura del fluido caloportador, y reacciona entonces rápidamente.

A continuación, se explica el funcionamiento de la pila según la presente invención, más concretamente su sistema de regulación térmica.

Durante la puesta en marcha de la pila de combustible 2, el fluido caloportador circula en la parte 10 del circuito de circulación. El fluido caloportador, denominado fluido frío, tiene una temperatura inferior a la temperatura de funcionamiento deseada de la pila.

El fluido frío está en contacto con la válvula de control 12, el elemento sensible a la temperatura 24 se contrae, el obturador entra en contacto con el asiento de válvula 20, cierra el paso 30, interrumpiendo la comunicación entre el primer subcircuito 12.1 y el circuito en el interior del apilamiento. El fluido caloportador circula entonces en el paso 17 y en el segundo subcircuito 12.2 y se reenvía directamente al apilamiento. El fluido caloportador no se enfría entonces en el intercambiador térmico y las calorías que ha podido captar circulando en el apilamiento se reintroducen directamente en el apilamiento facilitando la subida de temperatura del apilamiento. Generalmente, el fluido caloportador está permanentemente en el apilamiento, incluso fuera de las fases de funcionamiento, por consiguiente fuera de funcionamiento el obturador está apoyado contra el asiento 20.

La temperatura en el interior de la pila, y de hecho la del fluido caloportador, aumenta progresivamente. El elemento

sensible a la temperatura 24 se dilata progresivamente, el obturador 18 se desprende del asiento 24, el fluido caloportador circula entonces por los dos subcircuitos 12.1, 12.2, controlando la posición del obturador el reparto entre los dos subcircuitos. La horquilla de temperatura de apertura/cierre de la válvula termostática se elige de manera adaptada, la regulación se efectúa de manera progresiva.

A continuación, cuando la pila alcanza su temperatura de funcionamiento, es necesario extraer calorías para limitar la superación de la temperatura de funcionamiento deseada. El fluido caloportador debe entonces evacuar las calorías generadas en el interior del apilamiento. El caloportador tiene en adelante una temperatura sensiblemente igual a la del apilamiento, se denomina caliente.

El fluido caloportador caliente está en contacto con el elemento sensible a la temperatura 24, este se dilata, el obturador entra en contacto con el asiento de válvula 22, cierra el paso 17, interrumpiendo la comunicación entre el segundo subcircuito y el circuito en el interior del apilamiento. El fluido caloportador circula entonces en el paso 15 y en el primer subcircuito 12.1. Atraviesa entonces el intercambiador térmico, y pierde calorías. El fluido caloportador enfriado penetra de nuevo en el apilamiento.

El funcionamiento de la pila se lleva a cabo en una gama óptima de temperaturas. El inicio de la horquilla de apertura de la válvula termostática corresponde al umbral bajo de la temperatura óptima de funcionamiento: solo una parte del fluido se deriva entonces para ser enfriada. Si la temperatura del fluido aumenta, esta proporción aumenta, hasta que todo el fluido sea desviado cuando se alcanza el umbral alto de la horquilla de funcionamiento.

La integración de la válvula de control en la o las placas de extremo no implica modificar las dimensiones exteriores de la o las placas de extremo. En efecto, para asegurar su función principal, que es una función mecánica de apriete, las placas terminales presentan un grosor relativamente importante. Entonces es fácil integrar una válvula de control sin modificar las dimensiones iniciales de la placa y sin que esto presente una dificultad técnica importante, por ejemplo, para realizar mecanizados. Se pueden obtener los caudales de fluido caloportador requeridos.

A continuación, se proporciona un ejemplo de dimensionamiento de tal válvula de control.

Se considera el ejemplo de una pila de tipo PEMFC de 30 Kw, de la cual una de las placas terminales tiene un grosor del orden de 40 mm. Este grosor de placa permite integrar una válvula termostática que incluye un volumen de dilatación del orden de 1 $cm^3$, lo que permite hacer circular de manera selectiva un caudal de fluido caloportador, como agua desionizada, del orden de 2 $m^3/h$ con secciones de paso a nivel de los orificios del orden de 500 $mm^2$ para una pérdida de carga del orden de 50 mbar.

El desplazamiento del obturador en el presente ejemplo es del orden de 5 mm.

La válvula según la presente invención permite ventajosamente utilizar solo un número muy reducido de piezas mecánicas para gestionar la circulación del fluido caloportador en función de su temperatura. En efecto, la válvula incluye dos muelles, un obturador y un elemento sensible a la temperatura y un número reducido de escariados. En el ejemplo representado, incluye cuatro escariados concéntricos. Se facilita por lo tanto la realización industrial y se limita el coste de producción.

La presente invención, además de sus dimensiones reducidas, permite limitar las pérdidas térmicas al inicio del funcionamiento de la pila y, por lo tanto, permite una subida de temperatura más rápida que en el estado de la técnica. En efecto, la disposición de la válvula de control en una de las placas de extremo permite tener un segundo subcircuito de retorno directo en el apilamiento de longitud reducida, lo que limita las pérdidas térmicas inevitables. Asimismo se puede prever aislar térmicamente el segundo subcircuito para reducir las pérdidas térmicas.

Las dos placas de extremo pueden estar equipadas con una válvula termostática, por ejemplo en el caso de apilamiento de gran tamaño, o en el caso en que el circuito de enfriamiento hace que las dos placas de extremo sean equivalentes en cuanto a temperatura, para evacuar el calor a nivel de los dos extremos del apilamiento.

**REIVINDICACIONES**

1.- Pila de combustible que incluye un apilamiento (6) de celdas electroquímicas y placas de extremo (8) que aplican una fuerza de apriete sobre las celdas electroquímicas, un sistema de gestión térmica constituido por un circuito de circulación de un fluido caloportador en el apilamiento (6), denominado circuito interior (10), y por un circuito de circulación del fluido caloportador en el exterior del apilamiento (6), denominado circuito exterior (12), conectándose el circuito interior (10) y el circuito exterior (12) a nivel de al menos una de las placas de extremo (10), incluyendo el circuito exterior (12) un primer subcircuito (12.1) provisto de un intercambiador térmico (14) y un segundo subcircuito (12.2) conectado directamente a la entrada del circuito interior (10), un dispositivo (16) para controlar la circulación del fluido caloportador en uno y/u otro de los subcircuitos (12.1, 12.2) en función de la temperatura de dicho fluido en la salida del circuito interior (10), caracterizada porque dicho dispositivo de control (16) está integrado en dicha placa de extremo (8), y porque dicha placa de extremo incluye un paso de comunicación (15) entre el circuito interior (10) y uno de los subcircuitos (12.1), siendo dicho paso (15) perpendicular al plano de dicha placa de extremo (8) y un paso de comunicación (17) entre el circuito interior (10) y el otro subcircuito (12.2), extendiéndose dicho paso de comunicación (17) en el plano de la placa de extremo, y porque dicho dispositivo de control (16) es una válvula de tres vías, de las cuales una vía de alimentación está conectada a la salida del circuito interior (10), una vía de escape está conectada a la entrada del primer subcircuito (12.1) y la otra vía de escape está conectada a la entrada del segundo subcircuito (12.2).

2.- Pila de combustible según la reivindicación 1, en la que dicha válvula de tres vías (16) es una válvula termostática.

3.- Pila de combustible según la reivindicación anterior, en la que la válvula de tres vías (16) incluye un elemento (24) cuyo volumen varía en función de la temperatura del fluido caloportador, un obturador (18) axialmente móvil bajo la acción de dicho elemento (24) en un tramo de canal situada entre la entrada del primer subcircuito (12.1) y la entrada del segundo subcircuito (12.2), y dos asientos de válvula (20, 22) dispuestos a cada lado del obturador (18), cooperando el obturador (18) con uno u otro de los asientos de válvula (20, 22) en función de la temperatura del fluido caloportador para obturar una u otra de las vías de escape.

4.- Pila de combustible según la reivindicación anterior, en la que dicha placa de extremo (8) incluye una cámara de recolección (11) en la que desemboca la salida del circuito interior (10), estando la válvula termostática (16) dispuesta sensiblemente en el centro de la misma, siendo la vía de admisión de dicha válvula (16) tal que el fluido caloportador que penetra en dicha válvula (16) rodea el elemento (24) cuyo volumen varía en función de la temperatura.

5.- Pila de combustible según la reivindicación anterior, en la que en la cámara de recolección (11) presenta la forma de un conducto axial, conectándose el circuito interior (10) lateralmente a dicha cámara de recolección, desplazándose el obturador (18) ortogonalmente al eje del conducto, estando la entrada del primer subcircuito (12.1) situada de un lado del eje del conducto y estando la entrada del segundo subcircuito (12.2) situada del otro lado del eje del conducto.

6.- Pila de combustible según la reivindicación anterior 4 o 5, en la que el eje de la cámara de recolección (11) es sensiblemente paralelo a un lado de la placa de extremo (8), a proximidad de este lado, desembocando el canal transversal en el que se desplaza el obturador (18) axialmente por un extremo en dicho lado y se conecta a uno de los subcircuitos, y desemboca en la cara de la placa de extremo (8) ortogonalmente a su eje y se conecta al otro subcircuito.

7.- Pila de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, siendo la pila del tipo PEMFC.

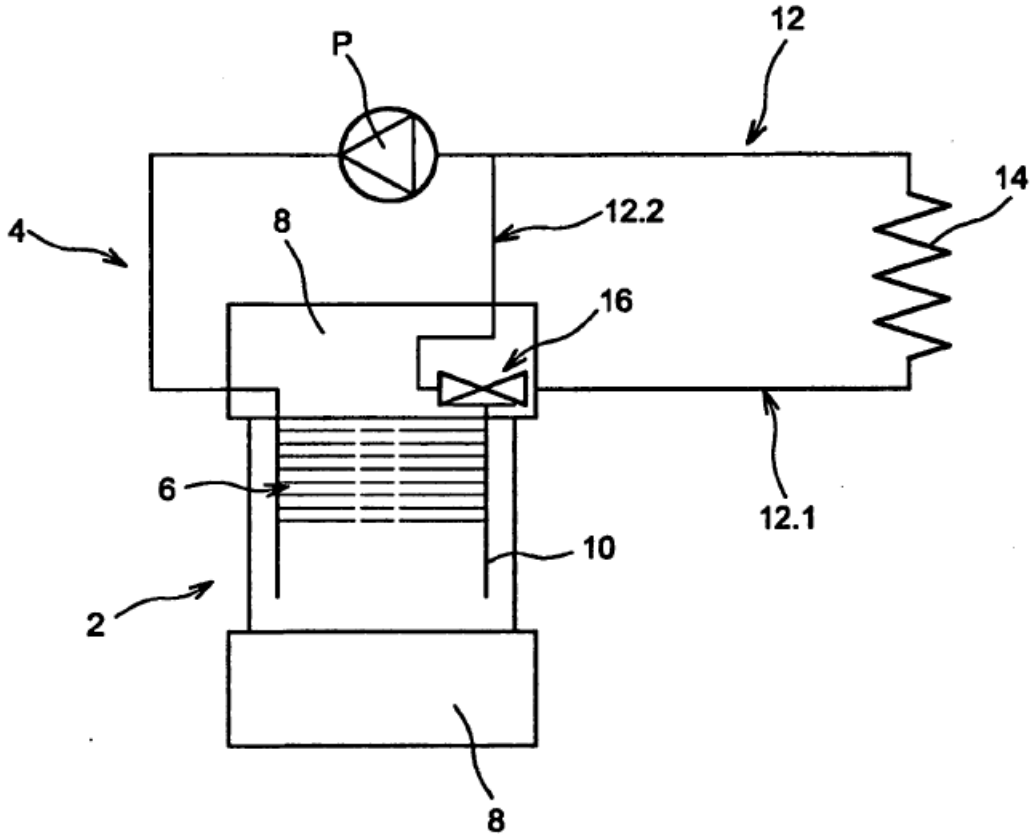


FIG. 1

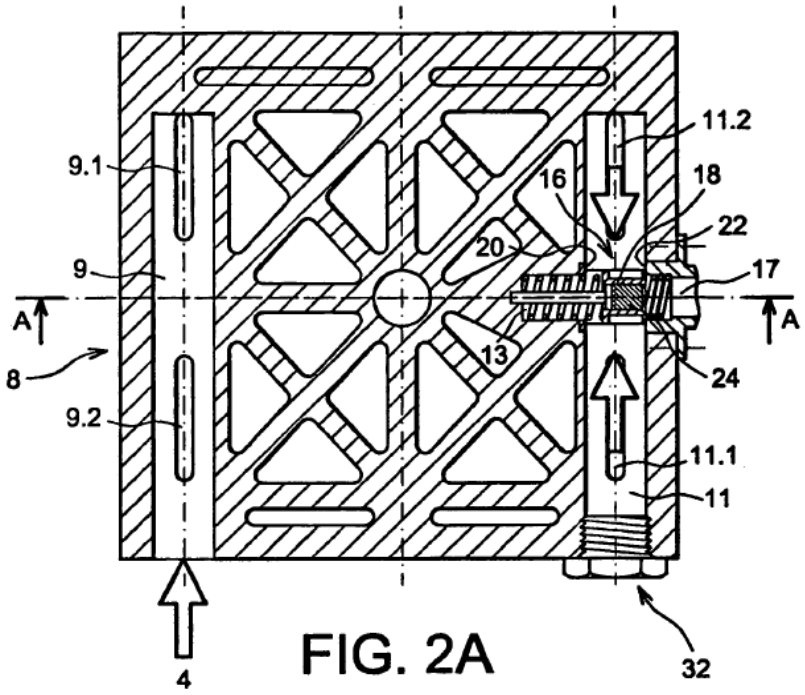
11.2
9.1
16
18
22
20
9
17
A
A
13
8
24
9.2
11.1
11
4
32

FIG. 2A

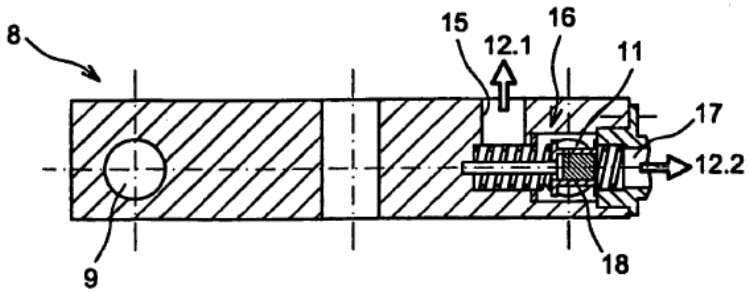
8
15
16
12.1
11
17
12.2
9
18

FIG. 2B

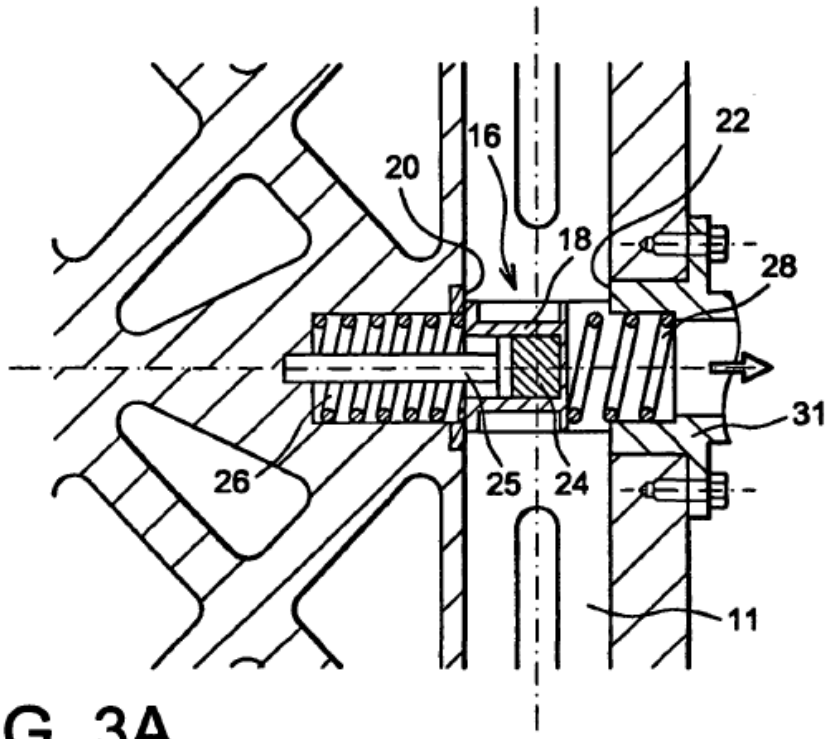


FIG. 3A

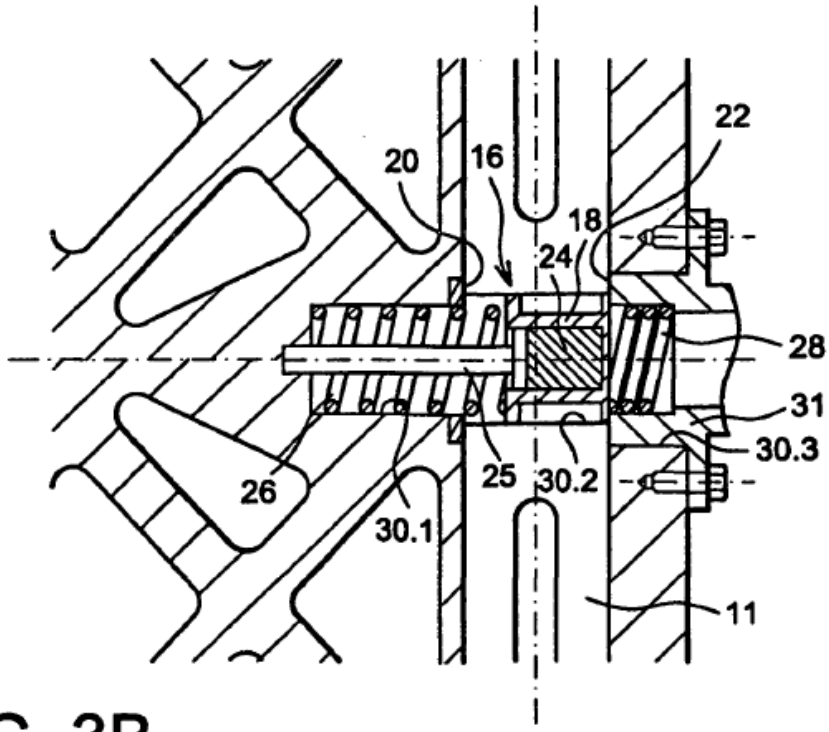


FIG. 3B