

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 815**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09769144 .8**
96 Fecha de presentación: **15.06.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2294647**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2011**

54 Título: **Culata de distribución de una pila de combustible**

30 Prioridad:
27.06.2008 FR 0803637

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.08.2012

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

72 Inventor/es:
**GARNIT, Sadok;
ROY, Francis;
JONCQUET, Guillaume y
POIROT CROUVEZIER, Jean-Philippe**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 386 815 T3

DESCRIPCIÓN

Culata de distribución de una pila de combustible

La invención se refiere a una culata de distribución de fluidos para una célula electroquímica. Esta se refiere también a una pila de combustible provista de esta culata de distribución de fluidos.

5 Las células electroquímicas son unos dispositivos de conversión de energía. Estos dispositivos se clasifican, por lo general, en función del sentido de la conversión de energía. Los dispositivos que producen energía química a partir de energía eléctrica se denominan células electrolíticas, mientras que los dispositivos que producen energía eléctrica a partir de energía química se denominan pilas de combustible o batería.

10 Una pila de combustible permite la producción de electricidad gracias a dos reacciones químicas vinculadas: la oxidación de un combustible reductor sobre un primer electrodo, denominado ánodo, y la reducción de un oxidante sobre un segundo electrodo, denominado cátodo. A día de hoy, se utiliza de manera habitual el hidrógeno como combustible y el oxígeno que contiene el aire como oxidante.

15 Una pila de combustible encuentra una utilidad particular en el campo del transporte que, hasta la actualidad, utiliza esencialmente energía fósil, principalmente procedente del petróleo. El uso de esta energía produce una cantidad importante de dióxido de carbono que contribuye al aumento del efecto invernadero a nivel planetario. El uso de carburantes procedentes del petróleo también produce otros contaminantes como las partículas o los óxidos de nitrógeno.

La principal ventaja del uso de una pila de combustible que utiliza hidrógeno y oxígeno como gases de alimentación es que el único producto de las reacciones químicas de oxidación y de reducción es el agua.

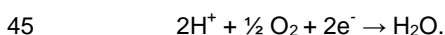
20 Entre los diferentes tipos de pila de combustible, se distingue la pila de combustible con membrana intercambiadora de protones, también conocida con el término de pila de combustible con membrana de electrolito de polímero. Este tipo de pila está formado por una célula elemental o por un apilamiento de células elementales intercaladas entre una placa terminal que forma el ánodo y una placa terminal que forma el cátodo.

25 La figura 1 representa de manera esquemática una pila de combustible con membrana intercambiadora de protones que comprende una única célula elemental 1 intercalada entre un ánodo 2 y un cátodo 3. La célula elemental 1 comprende una membrana de electrolito de polímero 4, denominada membrana 4, intercalada entre dos capas activas 5a y 5b, por ejemplo carbono poroso. Cada capa activa 5a, 5b está en contacto con una capa de difusión 6a o 6b respectivamente, por ejemplo un sustrato de papel o un tejido de carbono. Las capas de difusión 6a y 6b permiten difundir los gases de alimentación que proceden de las líneas de distribución 7a y 7b hacia las capas activas 5a y 5b respectivamente. Las líneas de distribución 7a y 7b se realizan, por ejemplo, en parte en las placas bipolares 8a y 8b. En esta figura, las placas bipolares 8a y 8b están directamente en contacto con el ánodo 2 y el cátodo 3. Por supuesto, en el caso de un apilamiento de células elementales 1, una placa bipolar 8b de una primera célula elemental entra en contacto con una placa bipolar 8a de una segunda célula elemental, y así sucesivamente.

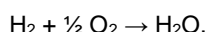
35 En una pila de combustible con membrana intercambiadora de protones que utiliza hidrógeno y oxígeno como gas de alimentación, el hidrógeno se introduce en forma gaseosa a la altura del ánodo 2, por ejemplo a través de la línea de distribución 7a, mientras que el oxígeno se introduce, también en forma gaseosa, a la altura del cátodo 3, por ejemplo a través de la línea de distribución 7b. En presencia de un catalizador, como por ejemplo el platino que contiene la capa activa 5a, el hidrógeno libera unos electrones e^- de acuerdo con la reacción de oxidación siguiente:



40 Los electrones e^- liberados en la capa activa 5a van a unirse a la capa activa 5b a través de un circuito eléctrico 10 utilizando la energía eléctrica producida por la pila de combustible, y los protones H^+ , liberados durante esta primera reacción, van a migrar hacia la capa activa 5b atravesando la membrana 4. A la altura de la capa activa 5b, los protones H^+ van a combinarse con el oxígeno O_2 y con los electrones e^- , siempre en presencia de un catalizador, de acuerdo con la reacción de reducción siguiente:



De manera global, se produce la reacción de óxido-reducción siguiente:



50 Para un mejor rendimiento energético, las reacciones de oxidación y de reducción se deben producir en un determinado intervalo de temperatura y de presión. Para garantizar esta temperatura adecuada de funcionamiento, un líquido termoportador mantenido a una temperatura comprendida en este intervalo de temperatura circula por el interior de un conducto que pasa alrededor o a través de las células elementales 1.

El funcionamiento de una pila de combustible precisa numerosos intercambios de fluidos con unos dispositivos periféricos a la pila de combustible. En particular, el líquido termoportador necesita pasar a través de un dispositivo

que permite mantener su temperatura. Del mismo modo, las líneas de distribución 7a y 7b necesitan estar conectadas a unos circuitos de alimentación de hidrógeno y de oxígeno. En una búsqueda de reducción del tamaño, las líneas de distribución de los fluidos pueden desembocar a la altura de una única y misma pieza, denominada culata de distribución de fluidos o, de manera más simple, culata de distribución. El documento JP 2 003 178791 describe una culata de distribución de fluidos para una pila de combustible.

Las figuras 2a y 2b representan un ejemplo de culata de distribución 21 vista respectivamente de frente y en sección.

La culata de distribución 21 comprende una conexión de entrada 22a conectada al conducto 23 del líquido caloportador a la altura de un orificio de entrada 24a. El conducto 23 comprende una porción de conducto 23a integrado en la culata de distribución 21. El conducto 23 se prolonga por el interior o alrededor de la o de las células elementales 1 y termina en una porción de conducto 23b, por ejemplo integrada en la culata de distribución 21. Esta porción de conducto 23b comprende un orificio de salida 24b que puede alojar una conexión de salida, no representada. La culata de distribución 21 comprende también un orificio de entrada 26a y un orificio de salida 26b que permiten conectar la línea de distribución 7a con un circuito exterior, como un circuito de alimentación de hidrógeno, así como un orificio de entrada 28a y un orificio de salida 28b que permiten conectar la línea de distribución 7b con un circuito exterior, como un circuito de alimentación de oxígeno.

Para un buen funcionamiento de la pila de combustible, la membrana 4 debe contener agua con el fin de permitir la transferencia de los protones H^+ de la capa activa 5a en el lado del ánodo 2 hacia la capa activa 5b en el lado del cátodo 3. La membrana 4 es permeable al agua. En consecuencia, se produce una transferencia de agua del cátodo 3 hacia el ánodo 2 mediante un mecanismo de difusión causado por la diferencia de concentración de agua en cada lado de la membrana 4. Este mecanismo de difusión de agua cohabita con una difusión de otras especies como el nitrógeno. A causa de la temperatura de la pila de combustible, el agua se presenta en la salida de la línea de distribución 7a esencialmente en forma gaseosa. Con el fin de optimizar el rendimiento de la pila y de incrementar su tiempo de vida útil, esta agua así como las otras especies, como el nitrógeno, se vuelven a inyectar en la entrada de la línea de distribución 7a con el hidrógeno. La circulación de hidrógeno y la reinyección del agua y del nitrógeno se puede garantizar mediante un circuito externo a la pila de combustible que comprende, por ejemplo, una bomba o un eyector 30, que se representan en las figuras 2a y 2b. La cantidad de agua presente en forma líquida, no obstante, se debe controlar de forma precisa. En efecto, una gran cantidad de agua en la célula elemental 1 impide la alimentación de hidrógeno y de oxígeno de las capas activas 5a y 5b, lo que implica una inversión de la tensión en los bornes de la pila de combustible y, por lo tanto, un fenómeno de electrólisis del agua. En algunos casos, por ejemplo en caso de una fuerte irrupción de corriente, la pila de combustible se puede destruir. Con el fin de limitar los riesgos de inyección de agua en forma líquida en la entrada de la línea de distribución 7a, se puede colocar un separador de fase convencional dentro del circuito de alimentación de hidrógeno después de la línea de distribución 7a. No obstante, un separador de fase de este tipo es, por lo general, voluminoso. Este tamaño es inadecuado para un uso a bordo. Por otra parte, un separador de fase colocado después de la línea de distribución 7a no permite controlar la cantidad de agua presente en forma líquida en el interior de la célula elemental 1 debido a la falta de control sobre la condensación de agua dentro de la canalización que conecta el separador con el orificio de entrada 26a.

Un objetivo de la invención es, en particular, paliar todos o parte de los inconvenientes ya mencionados proponiendo un dispositivo de pequeño tamaño y que permita el control de la cantidad de agua en el interior de las células elementales 1. Para ello, la invención tiene por objeto una culata de distribución de fluidos que comprende una línea de distribución de un fluido hacia una parte activa de una célula electroquímica, de acuerdo con la reivindicación 1.

La invención también tiene por objeto una pila de combustible que comprende una célula elemental en la que se produce una reacción de óxido-reducción que permite generar una corriente eléctrica entre dos electrodos de la pila de combustible, que se caracteriza porque consta de una culata de distribución de acuerdo con la invención.

La invención tiene en particular como ventaja que permite controlar la cantidad de agua presente en forma líquida dentro de la pila de combustible con un mínimo tamaño. Permite, además, minimizar la longitud del circuito de alimentación de hidrógeno y, en consecuencia, limitar el fenómeno de condensación. El agua en forma gaseosa se reserva entonces para inyectarla de nuevo en la entrada de la línea de distribución de hidrógeno, garantizando un incremento del tiempo de vida de la pila de combustible.

La invención se entenderá mejor y se mostrarán otras ventajas con la lectura de la descripción detallada de un modo de realización que se da a título de ejemplo, descripción que se hace en relación a los dibujos que se anexan, que representan:

- la figura 1, una pila de combustible con membrana intercambiadora de protones y su principio de funcionamiento;
- las figuras 2a y 2b, un ejemplo de culata de distribución de fluidos para pila de combustible;
- las figuras 3 y 4, una parte de la culata de distribución de fluidos a la que se refiere la invención.

En la siguiente descripción, se considerará que una pila de combustible, por ejemplo una pila de combustible con

membrana intercambiadora de protones, que usa hidrógeno y oxígeno como gases de alimentación. No obstante, se pueden usar otros gases de alimentación sin salirse del marco de la invención. Además, la invención se aplica también a otros tipos de pilas de combustible y, de manera general, a cualquier célula electroquímica.

5 Las figuras 3 y 4 representan una vista en sección de una parte de la culata de distribución de fluidos 21. La culata de distribución 21 comprende el orificio de salida 26b de la línea de distribución 7a. La línea de distribución 7a está en comunicación con una parte activa de la pila de combustible, en este caso la capa de difusión 6a del lado del ánodo 2. En consecuencia, una mezcla de fluidos 31 que contiene hidrógeno H_2 no consumido por la reacción de oxidación, nitrógeno N_2 y agua en forma líquida y gaseosa $H_2O_{\text{líquido}} + \text{vapor}$ llega desde la parte activa de la pila de combustible y se dirige hacia el orificio de salida 26b. Una conexión 32 permite conectar la línea de distribución 7a con un circuito exterior, como un circuito de alimentación de hidrógeno, no representado. De acuerdo con la invención, la línea de distribución 7a comprende una cavidad 34 en comunicación con un conducto de evacuación 35 a través de una electroválvula 36. La cavidad 34 se realiza, por ejemplo, dentro del cuerpo de la culata de distribución 21 o, tal y como se representa en las figuras 3 y 4, se realiza mediante un conducto 38 que desemboca en la línea de distribución 7a mediante un orificio 39 realizado dentro de la culata de distribución 21. Este último modo de realización permite aplicar la invención a las culatas de distribución 21 en las que la cavidad 34 no estaba prevista en un inicio. La invención permite, durante el paso de un líquido a la altura de la cavidad 34, el guiado de este líquido dentro de la cavidad 34. Cuando la electroválvula 36 está cerrada, el líquido, por ejemplo agua en forma líquida $H_2O_{\text{líquido}}$, se almacena dentro de la cavidad 34 y, cuando la electroválvula está abierta, el líquido se evacua hacia el conducto de evacuación 35.

20 De acuerdo con un modo particular de realización, la cavidad 34 está formada próxima al orificio de salida 26b. Este modo de realización permite separar el agua presente en forma líquida $H_2O_{\text{líquido}}$ del resto de la mezcla de fluidos 31, en particular el hidrógeno H_2 , el nitrógeno N_2 y el agua H_2O en forma gaseosa H_2O_{vapor} . El resto de la mezcla de fluidos 31 se denomina mezcla gaseosa 41. De acuerdo con este modo de realización, durante el paso de la mezcla de fluidos 31 a la altura de la cavidad 34, se guía al agua en forma líquida $H_2O_{\text{líquido}}$ dentro de la cavidad 34, mientras que la mezcla gaseosa 41 se dirige hacia el orificio de salida 26b.

30 De acuerdo con un modo particular de realización, la cavidad 34 está formada a la altura de un punto bajo de línea de distribución 7a. Por punto bajo, se entiende el punto de la línea de distribución 7a donde se acumularía de forma natural un líquido a causa de la gravedad terrestre. Este modo de realización permite recoger dentro de la cavidad 34 toda el agua en forma líquida $H_2O_{\text{líquido}}$ presente en la línea de distribución 7a. En consecuencia, la cantidad de agua líquida $H_2O_{\text{líquido}}$ en la línea de distribución 7a y, por lo tanto, en la o las células elementales 1, se puede controlar de manera precisa, vigilando la cantidad de agua presente dentro de la cavidad 34.

35 De acuerdo con un modo particular de realización, la electroválvula 36 está conectada a unos dispositivos para controlar su apertura. Estos dispositivos comprenden, por ejemplo, un ordenador independiente o un sistema de gestión del funcionamiento de la pila de combustible. Los dispositivos para controlar la apertura de la electroválvula 36 también pueden constar de un sensor 42 de nivel de líquido situado en la línea de distribución 7a, por ejemplo conectado al ordenador. De acuerdo con este modo de realización, la apertura de la electroválvula 36 se puede controlar en función de un nivel de líquido dentro de la línea de distribución 7a. La electroválvula se abre, por ejemplo, cuando el sensor 42 de líquido detecta la presencia de líquido y se cierra cuando el sensor 42 de líquido no detecta líquido.

40 En un modo de realización, que se representa en las figuras 3 y 4, el sensor 42 de nivel de líquido está situado dentro de la cavidad 34, por encima de la electroválvula 36. En otras palabras, el sensor 42 de nivel de líquido y la electroválvula 36 se disponen de tal modo que un líquido se pueda acumular por gravedad dentro de la cavidad 34 antes de alcanzar el sensor 42 de nivel de líquido. Este modo de realización permite conservar un mínimo de agua en forma líquida $H_2O_{\text{líquido}}$ en el fondo de la cavidad 34 evitando al mismo tiempo el rebosamiento de la cavidad 34. De este modo, la mezcla gaseosa 41 no corre el riesgo de que se evacue por el conducto de evacuación 35 y el agua líquida $H_2O_{\text{líquido}}$ se evacua de la línea de distribución 7a.

50 En un modo de realización, los dispositivos para controlar la apertura de la electroválvula 36 comprenden un sensor de presión situado dentro de la línea de distribución 7a. Este sensor de presión se puede conectar al ordenador o al sistema de gestión del funcionamiento de la pila de combustible. El sensor de presión permite proporcionar una información acerca de la presión imperante en el interior de la línea de distribución 7a. Esta presión también se puede tener en cuenta para el control de la apertura de la electroválvula 36. En particular, la electroválvula 36 se puede abrir cuando la presión sobrepasa un umbral predeterminado. Toda el agua líquida $H_2O_{\text{líquido}}$ se puede evacuar entonces por el conducto de evacuación 35. La apertura de la electroválvula 36 también permite evacuar toda o parte de la mezcla de fluidos 31, reduciendo de este modo la presión dentro de la línea de distribución 7a. Esta fase de funcionamiento se representa en la figura 4. La electroválvula 36 se puede volver a cerrar entonces cuando la presión vuelve a encontrarse por debajo de un determinado valor, o bien pasado un cierto tiempo. La combinación del sensor de presión, de la electroválvula 36 y del canal de evacuación 35 garantiza de hecho una función de válvula de sobrepresión.

60 De acuerdo con un modo particular de realización, la culata de distribución 21 comprende un tubo 44 que permite la evacuación de gases de la línea de distribución 7a. El tubo 44 puede atravesar la cavidad 34 con el fin de obtener un

5 dispositivo compacto. En particular, los gases evacuados pueden ser el hidrógeno H_2 , el nitrógeno N_2 y el agua en forma gaseosa H_2O_{vapor} de la mezcla de fluidos 31. El tubo 44 presenta, por ejemplo, un diámetro interior comprendido entre 0,1 y 0,7 mm. El tubo 44 permite extraer de forma periódica o continua una determinada cantidad de gas de la línea de distribución 7a. Esta extracción de gas limita, en particular, el aumento de concentración de nitrógeno N_2 dentro del circuito de alimentación de hidrógeno H_2 , regulando de este modo la relación entre el hidrógeno H_2 y los demás gases presentes en la entrada de la línea de distribución 7a.

En un modo de realización, un extremo 45 del tubo 44 está situado por encima del sensor 42 de nivel de líquido. De este modo, el gas presente en la línea de distribución 7a se puede extraer sin evacuar agua líquida $H_2O_{\text{líquido}}$.

10 En resumen, la invención permite garantizar varias funciones con un mínimo de elementos y con un tamaño reducido. La invención garantiza, en particular, una función de evacuación del agua líquida $H_2O_{\text{líquido}}$, una función de válvula de sobrepresión y una función de regulación de la cantidad de nitrógeno N_2 .

REIVINDICACIONES

- 5 1. Culata de distribución de fluidos (31, 41) para una célula electroquímica, que comprende una línea de distribución (7a) de un fluido (31, 41) hacia una parte activa (6a) de la célula electroquímica, la línea de distribución (7a) comprendiendo una cavidad (34) capaz de recoger líquido, en comunicación con un conducto de evacuación (35) a través de una electroválvula (36), la culata de distribución (21) **caracterizándose porque** comprende un tubo (44) que permite la evacuación de gases (H_2 , N_2 , H_2O_{vapor}) de la línea de distribución (7a) y **porque** el tubo (44) atraviesa la cavidad (34).
- 10 2. Culata de distribución según la reivindicación 1 **caracterizada porque** comprende un orificio de salida (26b) que permite conectar la línea de distribución (7a) con un circuito externo y **porque** la cavidad (34) está formada próxima al orificio de salida (26b).
3. Culata de distribución según una de las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizada porque** la cavidad (34) está formada a la altura de un punto bajo de la línea de distribución (7a).
- 15 4. Culata de distribución según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** la electroválvula (36) está conectada a unos dispositivos (42) para controlar su apertura que comprende un sensor (42) de nivel de líquido situado dentro de la línea de distribución (7a).
5. Culata de distribución según la reivindicación 4 **caracterizada porque** el sensor (42) de nivel de líquido está situado en la cavidad (34) por encima de la electroválvula (36).
- 20 6. Culata de distribución según una de las reivindicaciones 4 o 5 **caracterizada porque** los dispositivos (42) para controlar la apertura de la electroválvula (36) comprenden un sensor de presión situado dentro de la línea de distribución (7a).
7. Culata de distribución según la reivindicación 4 **caracterizada porque** un extremo (45) del tubo (44) está situado por encima del sensor (42) de nivel de líquido.
- 25 8. Culata de distribución según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** la cavidad (34) se realizada mediante un conducto (38) que desemboca en la línea de distribución (7a) por un orificio (39) realizado en la culata de distribución (21).
9. Pila de combustible que comprende al menos una célula elemental (1) en la cual se produce una reacción de óxido-reducción que permite generar una corriente eléctrica entre dos electrodos (2, 3) de la pila de combustible, **caracterizada porque** comprende una culata de distribución (21) según una de las reivindicaciones anteriores.

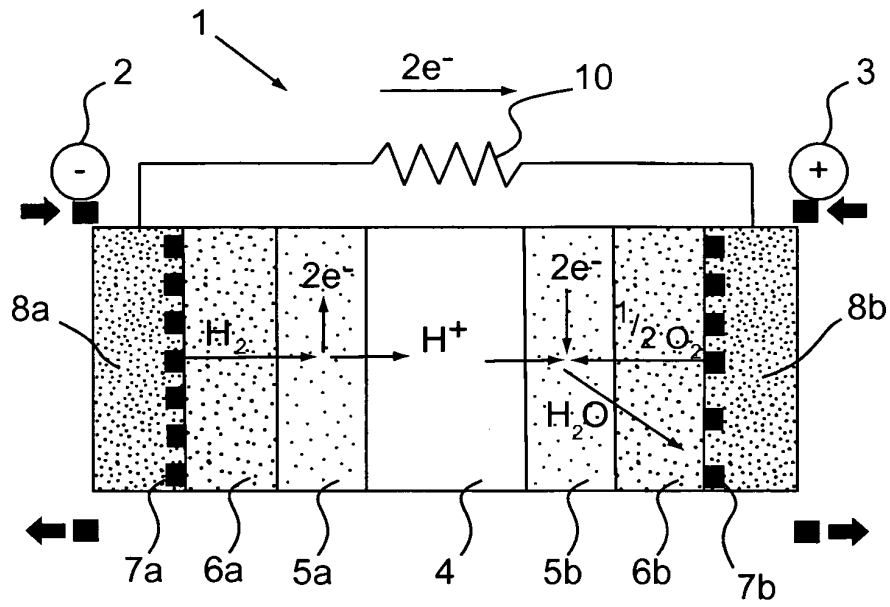


FIG. 1

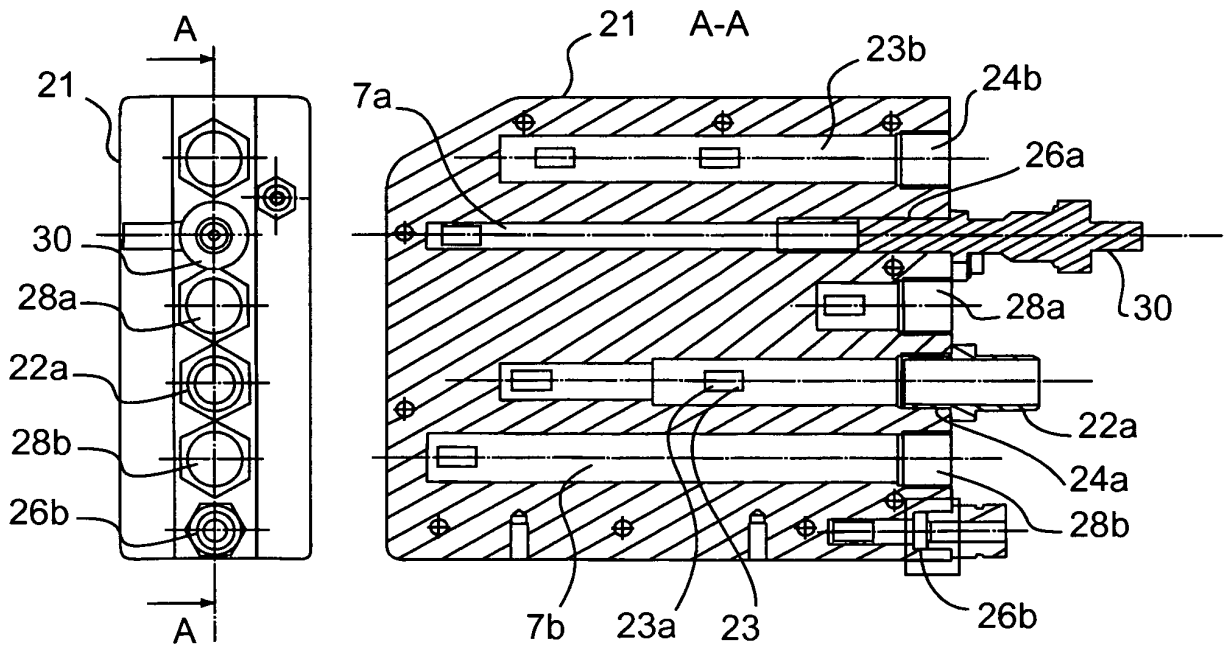


FIG. 2a

FIG. 2b

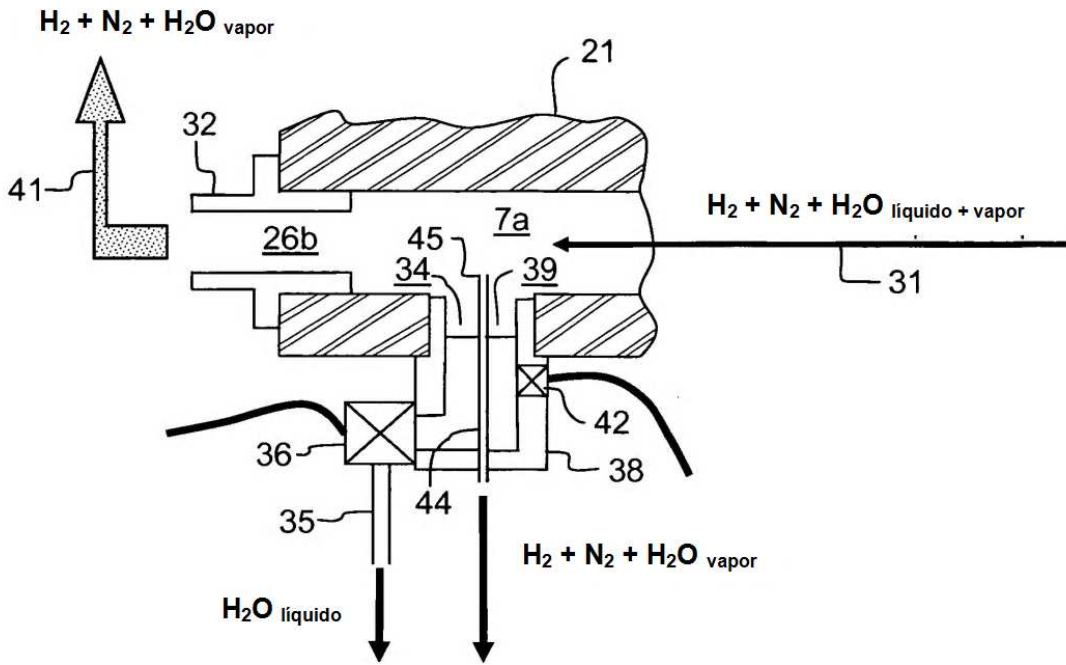


FIG.3

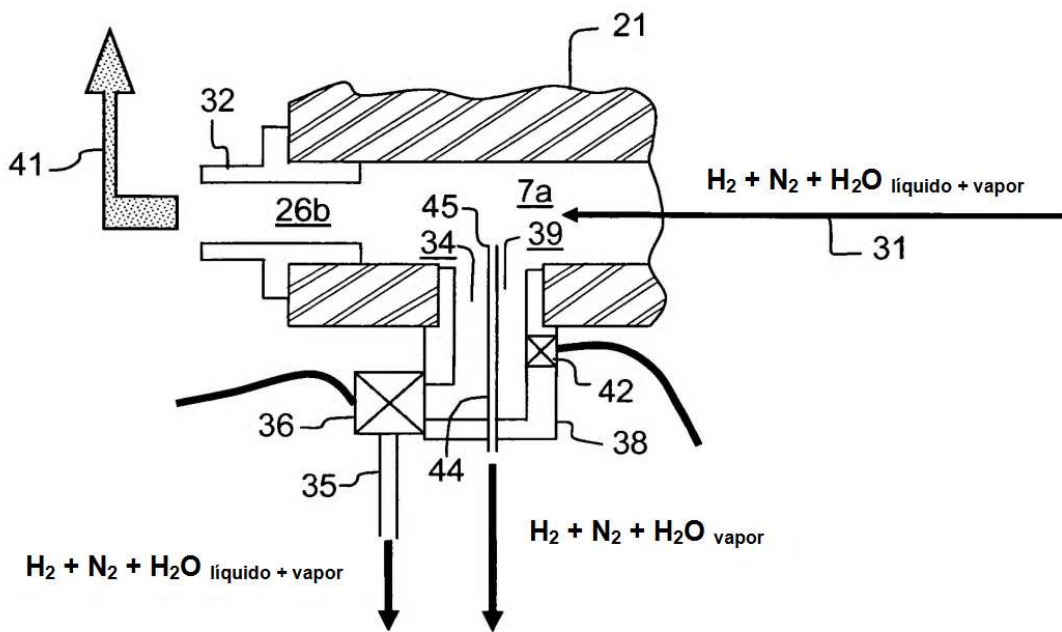


FIG.4