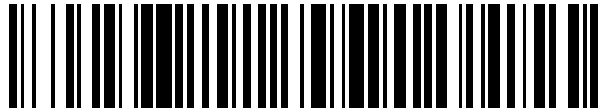


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 841**

51 Int. Cl.:

B01J 19/00 (2006.01)

F28D 9/00 (2006.01)

F28F 3/04 (2006.01)

H01M 8/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2007 E 07728268 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2007516**

54 Título: **Sistema de intercambiador de calor que comprende zonas de circulación fluida recubiertas de forma selectiva con un catalizador de reacción química**

30 Prioridad:

20.04.2006 FR 0651389

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

22.11.2013

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (33.3%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR;
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (33.3%) y
RENAULT S.A.S. (33.3%)**

72 Inventor/es:

**GRUSS, JEAN-ANTOINE;
DUVAL-BRUNEL, EMMANUELLE;
VAN VEEN, ANDRÉ y
MIRODATOS, CLAUDE**

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 430 841 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

Sistema de intercambiador de calor que comprende zonas de circulación fluida recubiertas de forma selectiva con un catalizador de reacción química

5

Campo técnico

La invención se refiere de forma general al campo de los intercambiadores de calor, y preferiblemente al de los microintercambiadores, para los cuales los intercambios térmicos obtenidos son muy satisfactorios a causa de la alta relación entre las superficies de intercambio y el volumen del intercambiador.

10

La invención atañe más específicamente a sistemas intercambiadores térmicos que comprenden un apilamiento de placas que forman alternadamente, según la dirección de apilamiento de las placas, una primera zona de circulación fluida y una segunda zona de circulación fluida, y concebidos de manera que se produzca una reacción química catalítica en al menos una de estas zonas de circulación fluida. Así, a causa de la reacción química catalítica encontrada dentro de al menos una de estas zonas, dichos microintercambiadores se denominan igualmente microrreactores.

15

Se observa que se contemplan numerosas aplicaciones para el intercambiador de calor según la presente invención. A modo de ejemplo ilustrativo, dicho sistema intercambiador de calor puede tomar la forma de un sistema de reformado por vapor en el que se produce una reacción química catalítica exotérmica (por ejemplo, una reacción de combustión) dentro de las primeras zonas de circulación fluida, y en el que se produce una reacción endotérmica de reformado por vapor que tiende a generar hidrógeno dentro de las segundas zonas de circulación fluida. Se precisa que este tipo de reformado por vapor puede utilizarse en una instalación de pila de combustible con vistas a alimentar el ánodo de la pila con hidrógeno.

20

De este modo, la invención atañe igualmente a dicha instalación de pila de combustible equipada con el sistema de reformado por vapor anteriormente mencionado, encontrando esta instalación de pila naturalmente una multitud de aplicaciones entre las aplicaciones embarcadas (industria automovilística y naval) y aplicaciones estacionarias y móviles.

25

Estado de la técnica anterior

En la aplicación particular indicada anteriormente referente a reformado por vapor, se utiliza en efecto de forma clásica un microintercambiador de calor que comprende un apilamiento de placas que forman alternadamente, según la dirección de apilamiento de las placas, una primera zona de circulación fluida y una segunda zona de circulación fluida, produciéndose una reacción química catalítica exotérmica dentro de cada primera zona de circulación fluida y produciéndose una reacción endotérmica de reformado por vapor que tiende a generar hidrógeno dentro de cada segunda zona de circulación fluida.

35

Con dicha configuración, la energía necesaria para la reacción endotérmica de reformado por vapor es aportada por el calor desprendido por la reacción química catalítica producida en las primeras zonas, siendo esta reacción, por ejemplo, de tipo reacción de combustión.

40

En las realizaciones de la técnica anterior, el apilamiento de placas se efectúa de manera que se obtenga una alternancia entre las placas microestructuradas dedicadas al reformado por vapor y las placas microestructuradas dedicadas a la reacción de combustión, estando denominadas igualmente estas últimas placas de quemador. Cada una de estas placas, y en particular las placas de quemador, presenta a la altura de una de sus dos caras una red de canales paralelos en la que se ha depositado un catalizador apropiado, habitualmente sobre toda la longitud de los canales trazados a lo largo de esta placa.

45

Además, estos canales o microcanales rectilíneos y paralelos se unen directamente a un distribuidor principal de fluido situado a la entrada de los canales, y a un colector principal de fluido situado a la salida de estos mismos canales, estando dispuestos respectivamente estos distribuidor y colector en las proximidades de los dos extremos opuestos de la placa referida.

50

Al efectuarse muy rápidamente la reacción de combustión catalítica observada en las placas de quemador, sobre todo en presencia de hidrógeno, se produce por tanto inevitablemente en gran parte a la altura de la entrada de los diferentes canales paralelos. Esto tiene como inconveniente principal generar la presencia de puntos calientes a la altura de esta parte más arriba del quemador, lo que tiene como consecuencia no solamente impedir una homogeneidad de superficie de la temperatura a la altura de las placas de quemador, sino igualmente aumentar en gran medida los riesgos de formación de óxidos de nitrógeno dentro de las primeras zonas de circulación fluida. En efecto, por ejemplo si la temperatura requerida para asegurar la reacción de reformado por vapor de gasolina en las placas de reformado por vapor es de aproximadamente 750°C, se observa que la formación nociva de óxidos de nitrógeno en las placas de quemador está fuertemente favorecida a partir de que la temperatura de estas mismas placas alcanza el valor de 920°C, valor que puede alcanzarse fácilmente sin embargo a la entrada de los canales donde se efectúa la mayor parte de la reacción catalítica de combustión. Por otro lado, resulta muy evidente que la aparición de estos puntos calientes genera

55

60

65

tensiones térmicas extremadamente altas en las placas, de modo que es necesario elegir materiales apropiados, a menudo costosos.

5 Se precisa igualmente que la ausencia de homogeneidad de superficie de la temperatura a la altura de las placas de quemador solo puede traducirse en la ausencia de homogeneidad de superficie de la temperatura a la altura de las placas de reformado por vapor, que son a su vez susceptibles de presentar puntos calientes. Por otra parte, ciertas otras partes de las placas de reformado por vapor pueden no presentar por el contrario una temperatura suficiente para permitir la reacción de reformado por vapor, debido a la falta de uniformidad en el aporte de energía proporcionado por la reacción catalítica de combustión.

10 Por último, los puntos calientes son igualmente nocivos para el catalizador, en la medida en que son susceptibles por una parte de dañar el agarre de la capa catalítica sobre las paredes y por otra parte de degradar irreversiblemente la actividad catalítica de esta misma capa.

15 Para resolver este problema global de homogeneidad de superficie de la temperatura de las placas del sistema intercambiador, se han propuesto varias soluciones en la técnica anterior, entre las cuales se cuentan la que tiende a inyectar el combustible y/o el aire en diferentes puntos de las placas de quemador. No obstante, esta solución no parece satisfactoria a causa de la complejidad del sistema de inyección de aire y/o del sistema de inyección de combustible que requiere.

20 Otra solución contemplada ha sido reducir la riqueza de la mezcla de aire/carburante introducida en las placas de quemador, con el fin de limitar la temperatura de llama a un cierto valor (920°C para el reformado por vapor de gasolina), más allá de la cual se observa la formación nociva de óxidos de nitrógeno. Sin embargo, los equilibrios térmicos han demostrado que esta solución conllevaba un alto sobreconsumo de carburante en el quemador, y en consecuencia una caída drástica del rendimiento del sistema de reformado por vapor asociado. El documento US 2001/018140 describe una placa que comprende una red de canales destinada a apilarse.

Exposición de la invención

30 La invención tiene por tanto globalmente como objetivo proponer una placa destinada a integrarse en un apilamiento de placas de un sistema intercambiador, así como dicho sistema intercambiador de calor, remediando al menos parcialmente estos elementos los inconvenientes mencionados anteriormente respecto a realizaciones de la técnica anterior.

35 Para ello, la invención tiene en primer lugar como objeto una placa destinada a integrarse en un apilamiento de placas de un sistema intercambiador de calor según la reivindicación 1.

40 En consecuencia, el reparto selectivo del catalizador en los canales elementales repartidos en filas espaciadas sobre la placa permite obtener globalmente una gran homogeneidad de superficie de la temperatura de esta placa, esté esta destinada a ser el asiento de una reacción catalítica endotérmica o exotérmica. Los canales elementales previstos en la presente invención son, en comparación con los encontrados en la técnica anterior, más numerosos y de longitud más corta, de modo que es posible repartir mejor los puntos fríos/calientes sobre la placa. Efectivamente, con la geometría específica de la presente invención, las entradas de los canales elementales pueden estar repartidas ellas mismas de forma homogénea sobre toda la cara de la placa referida, y ya no todas limitadas a las proximidades de un extremo de la placa como se encontraba anteriormente. Además, al haber aumentado el número de canales y la cantidad de carburante en los mismos, los puntos calientes/fríos observados a la entrada de estos canales elementales están no solo mejor repartidos, sino igualmente a temperaturas más aceptables.

50 Por otro lado, los efectos de la conducción axial en las placas permiten obtener una limitación de los puntos calientes/fríos tanto más pronunciada cuanto que los canales elementales son de baja longitud.

55 Por último, en esta solución en que la reacción catalítica se produce exclusivamente en los canales elementales y no en las demás partes de la zona de circulación fluida tales como los espacios entre filas, la baja longitud de los canales elementales permite minimizar sensiblemente las pérdidas de presión, permitiendo así una reducción del tamaño de los elementos periféricos destinados a equipar el sistema intercambiador, como bombas, compresores, etc.

60 La zona de circulación fluida consta igualmente de una entrada de fluido y una salida de fluido, un distribuidor principal de fluido que desemboca en la entrada así como un colector principal de fluido que desemboca en la salida. Se prevé entonces que el distribuidor principal y el colector principal se extiendan cada uno globalmente según la segunda dirección, y que se sitúen respectivamente a la altura de los dos extremos opuestos, considerados según la primera dirección, de la red de canales formada por la pluralidad de filas.

65 Por otro lado, la zona de circulación consta de una pluralidad de distribuidores secundarios de fluido que desembocan cada uno en el distribuidor principal de fluido y situados entre dos filas de canales elementales directamente consecutivas, así como de una pluralidad de colectores secundarios de fluido que desembocan cada uno en el colector principal de fluido y situados igualmente entre dos filas de canales elementales directamente consecutivas.

Más preferiblemente, entre dos filas de canales elementales directamente consecutivas, el distribuidor secundario de fluido destinado a alimentar con fluido los canales elementales de una de las dos filas, y el colector secundario de fluido destinado a recoger el fluido que escapa de los canales elementales de la otra de las dos filas, están separados por un elemento de pared inclinado en la primera y segunda direcciones. Con la presencia de este elemento de pared que forma la separación, se asegura entonces por una parte que los canales elementales de cada unas de las filas estén todos alimentados con fluido procedente de la entrada y que no ha reaccionado ya en otro canal de la zona, y por otra parte que el fluido que sale de cada uno de los canales elementales se vacíe hacia el colector principal sin poder unirse a la entrada de otros canales.

A modo indicativo, para obtener mejor los efectos anteriormente citados, se puede procurar que el elemento de pared esté conectado con una pared lateral de una de las dos filas que se sitúa más al extremo de esta fila según la primera dirección, e igualmente conectado con una pared lateral de otra de las dos filas que se sitúa más al extremo de esta otra fila, según una dirección opuesta a la primera dirección.

Así, el distribuidor y colector principales y los distribuidores y colectores secundarios disponen cada uno de una forma sensiblemente triangular vista desde arriba que les permite repartir y vaciar mejor el fluido en tránsito en los canales elementales

Preferiblemente, la entrada de fluido y la salida de fluido se sitúan respectivamente a la altura de los dos extremos opuestos, considerados según la segunda dirección, de la red de canales formada por la pluralidad de filas.

A modo indicativo, cada canal elemental dispone de una anchura comprendida entre aproximadamente 0,1 y 1 mm, estando destinada esta placa preferiblemente a integrarse dentro de un microintercambiador de calor.

Además, cada canal elemental de la red de canales está al menos parcialmente recubierto de catalizador, preferiblemente sobre toda su longitud, y preferiblemente sobre toda su pared.

Siempre a modo indicativo, el catalizador está compuesto de en un material tomado del grupo constituido por aleaciones de hierro/níquel, polímeros y cerámicas, siendo estos últimos materiales refractarios plenamente adaptados para generar/apoyar una reacción de combustión catalítica de hidrocarburos. No obstante, se observa que pueden contemplarse ciertamente otros materiales metálicos, en función de diferentes parámetros tales como el material constitutivo de la placa, el procedimiento de fabricación de la misma, el modo de deposición de este catalizador, la temperatura de funcionamiento y la resistencia del material a los reactivos y productos de reacción.

Según un modo de realización preferido, la otra de las dos caras de la placa delimita igualmente otra zona de circulación fluida, que puede presentar una concepción idéntica o similar a la primera zona descrita anteriormente. En dicho caso, se prevé entonces que esta otra zona de circulación fluida esté al menos parcialmente recubierta con un catalizador que permita una reacción química catalítica dentro de esta segunda zona, preferiblemente con un reparto selectivo del catalizador solo en los canales elementales repartidos en filas.

En esta configuración en que las dos caras de la placas están microestructuradas, cada una de ellas presenta por tanto una zona de circulación fluida prevista para recibir un fluido destinado a efectuar un intercambio térmico con el fluido previsto para circular en la otra zona de circulación fluida de la placa.

La invención tiene igualmente como objeto un sistema intercambiador de calor que comprende un apilamiento de placas que forman alternadamente, según la dirección de apilamiento de las placas, una primera zona de circulación fluida y una segunda zona de circulación fluida, estando la primera zona de circulación fluida al menos parcialmente recubierta con un catalizador que permite una reacción química catalítica dentro de esta primera zona. Según la invención, al menos una de estas placas del apilamiento es una placa tal como se define anteriormente, que permite con la ayuda de su zona de circulación fluida formar al menos parcialmente una de las primeras zonas de circulación fluida del sistema intercambiador.

Naturalmente, se indica que dicha placa objeto de la presente invención y descrita anteriormente puede integrarse no solo dentro del apilamiento para formar al menos parcialmente una de dichas primeras zonas de circulación fluida con su propia zona de circulación fluida, sino igualmente en el apilamiento para formar al menos parcialmente una de las segundas zonas de circulación fluida, cuando estas son igualmente el asiento de una reacción química catalítica. De este modo, se contempla por tanto efectivamente de forma no limitante que cada segunda zona de circulación fluida del sistema de intercambio esté igualmente recubierta parcialmente con un catalizador que permite una reacción química catalítica dentro de esta segunda zona.

Preferiblemente, el apilamiento anteriormente citado está compuesto enteramente por dichas placas según la presente invención, de modo que estas formen la totalidad de las primeras y segundas zonas de circulación fluida del sistema intercambiador. No obstante, sería posible, por ejemplo, prever un apilamiento que alternara placas microestructuradas según la presente invención que definan cada una al menos parcialmente una primera zona de circulación, y placas cualesquiera que definan cada una al menos parcialmente una segunda zona de circulación, recubierta o no con un

catalizador, sin apartarse del marco de la invención.

5 Igualmente, todavía aquí, el sistema intercambiador según la invención puede concebirse de manera que haga circular fluido caliente, por ejemplo salido de una reacción química catalítica exotérmica, en las primeras zonas, y haga circular fluido frío, salido por ejemplo de una reacción química catalítica endotérmica, en las segundas zonas, o al contrario.

Por último, se indica que las primeras y segundas zonas de circulación pueden adoptar naturalmente una geometría diferente.

10 Otro objeto de la presente invención atañe a un sistema de reformado por vapor que consta de dicho sistema intercambiador, estando concebido este sistema de reformado por vapor de modo que se produzca una reacción química catalítica exotérmica dentro de cada primera zona de circulación fluida y de modo que se produzca una reacción endotérmica de reformado por vapor que tiende a generar hidrógeno dentro de cada segunda zona de circulación fluida.

15 Ciertamente, esta aplicación del sistema intercambiador de reformado por vapor no es en ningún caso limitante, y puede extenderse a cualquier sistema en el que se prevea un intercambio de calor entre un primer fluido que atraviesa las primeras zonas y un segundo fluido que atraviesa las segundas zonas, pudiendo ser la reacción química catalítica dentro de las primeras zonas de circulación indiferentemente de carácter exotérmico o endotérmico, en función de las necesidades encontradas.

20 Entre las posibles aplicaciones de la invención, se cuenta por tanto el reformado por agua y/o el reformado por dióxido de carbono de hidrocarburos o alcoholes tales como metano, gasolina, diésel, queroseno, etanol, metanol u otros. La mezcla de agua y/o dióxido de carbono e hidrocarburo o alcohol para reformar circula y reacciona de forma endotérmica en una primera zona, mientras que circula en la segunda zona del intercambiador un fluido de calentamiento o una mezcla de hidrocarburos (o alcohol)/aire que produce una reacción exotérmica. Esta reacción exotérmica puede ser, por ejemplo, una combustión catalítica o una reacción de oxidación preferencial (PrOx).

25 Se cuenta también la deshidrogenación catalítica de metilciclohexano (cicloalcano en general). En la primera zona del intercambiador circulan metilciclohexano y tolueno, donde se produce una reacción endotérmica de deshidrogenación catalítica, estando constituida la segunda zona por un quemador alimentado con tolueno e hidrógeno. Los niveles de temperatura son más bajos que para el reformado por vapor de gasolina, realizándose la reacción de deshidrogenación a alrededor de 375°C. No obstante, la temperatura en el reactor debe ser lo más homogénea posible para no deteriorar los catalizadores.

30 Puede tratarse también de combustión catalítica para la vaporización de un fluido. La mezcla de hidrocarburos (o alcohol)/aire circula en una primera zona del intercambiador y produce una reacción exotérmica, mientras que en la segunda zona circula un fluido que se vaporiza, fenómeno que es endotérmico. El fluido que se vaporiza puede ser, por ejemplo, agua destinada a utilizarse en un "reformador" y que se precalienta, vaporiza y sobrecalienta por este sistema.

35 Se cuenta igualmente la combustión catalítica para los dispositivos de generación de corriente eléctrica de conversión termoeléctrica (efecto Peltier, termoiónico u otros principios en estado sólido). En este caso, circula y reacciona de manera exotérmica en una de las zonas una mezcla de hidrocarburos (o alcohol)/aire, mientras que circula en la segunda zona del intercambiador un fluido de enfriamiento (aire, aceite, agua, refrigerante, etc.), estando insertado el sistema de conversión termoeléctrica entre las dos zonas.

40 Puede tratarse también de la combustión catalítica para sistemas de calentamiento de fluidos y minihornillos (portátiles, por ejemplo). En este caso, circula y reacción de manera exotérmica en una de las zonas una mezcla de hidrocarburos (o alcohol)/aire, mientras que circula en la segunda zona del intercambiador el fluido para calentar (aire, aceite, agua, etc.).

45 Por último, se puede citar igualmente la combustión catalítica para sistemas de generación de frío compactos por sistemas termodinámicos o termoquímicos que requieren por tanto una fuente de calor (ciclos de combustión externa de tipo Stirling, tubos pulsantes, sistemas termoacústicos, máquinas de adsorción o absorción, etc.). En este caso, circula y reacciona de manera exotérmica en una de las zonas una mezcla de hidrocarburos (o alcohol) y aire, mientras que circula en la segunda zona el fluido para calentar, que puede ser un gas de tipo aire, helio, hidrógeno, etc. o un líquido (por ejemplo, amoníaco) adaptado al ciclo termodinámico o termoquímico.

50 Por último, la invención tiene como objeto una instalación de pila de combustible que comprende una pila de combustible y un sistema de reformado por vapor destinado a producir hidrógeno con el fin de suministrar a dicha pila de combustible, siendo dicho sistema de reformado por vapor como se describe anteriormente, es decir, constituido a partir de un sistema intercambiador según la presente invención.

55 Surgirán otras ventajas y características de la invención en la descripción detallada no limitante siguiente.

60

Breve descripción de los dibujos

Esta descripción se realizará con referencia a los dibujos adjuntos, entre los que:

- 5 - la figura 1 representa una vista esquemática de una instalación de pila de combustible según un modo de realización preferido de la presente invención;
- la figura 2 representa una vista parcial en sección del sistema de reformado por vapor que equipa la instalación mostrada en la figura 1, y que se presenta en forma de un modo de realización preferido de la presente invención;
- 10 - la figura 3 representa una vista en perspectiva detallada de una placa que forma parte integrante del sistema de reformado por vapor mostrado en la figura 2, presentándose esta placa en forma de un modo de realización preferido de la presente invención;
- 15 - la figura 4a muestra una vista desde arriba de la placa mostrada en la figura 3;
- la figura 4b muestra una vista similar a la de la figura 4a, presentándose la placa en forma de otro modo de realización preferido de la presente invención; y
- 20 - la figura 5 representa una vista en sección parcial del sistema de reformado por vapor que equipa la instalación mostrada en la figura 1, y que se presenta en forma de otro modo de realización preferido de la presente invención.

Exposición detallada de modos de realización preferidos

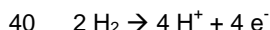
- 25 Con referencia en primer lugar a la figura 1, se puede ver una instalación de pila de combustible 1 según un modo de realización preferido de la presente invención.

Esta instalación 1 integra por tanto una pila de combustible 2, por ejemplo de tipo pila PEMFC (del inglés "Proton Exchange Membrane Fuel Cell"), que comprende una membrana intercambiadora de protones como electrolito. De forma conocida por el especialista en la materia, una pila de combustible es un conjunto que consta generalmente de una pluralidad de células elementales apiladas unas sobre otras. En cada una de estas células elementales de la pila de combustible, se crea una reacción electroquímica entre dos reactivos que se introducen de manera continua en las células elementales. El combustible (hidrógeno) se pone en contacto con el ánodo, mientras que el comburente (oxígeno) se pone en contacto con el cátodo, estando separado este último del ánodo mediante un electrolito de tipo membrana intercambiadora de iones.

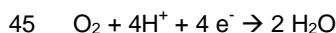
30

35

A la altura del ánodo, se produce una reacción de oxidación del combustible, representada por el esquema de reacción siguiente:



De la misma manera, a la altura del cátodo, se produce una reacción de reducción del oxidante, según el esquema de reacción siguiente:



Se asiste entonces a una reacción electroquímica cuya energía creada se convierte en energía eléctrica. Los protones H^+ circulan del ánodo en dirección al cátodo atravesando el electrolito, para unirse a una entidad exterior 4 con el fin de contribuir a la producción de energía eléctrica. A modo indicativo, esta entidad 4 puede ser un motor eléctrico, una batería, una red eléctrica, etc.

50

Por otra parte, la instalación 1 consta de un sistema de reformado por vapor 6 igualmente objeto de la presente invención, y cuya función principal se basa en la producción de hidrógeno a partir de un carburante, tal como un carburante líquido de tipo gasolina, gasóleo, alcohol (etanol) o también tal como un carburante gaseoso de tipo GPL, GNV, metano, gas de síntesis, etc.

55

El hidrógeno obtenido a partir de este sistema de reformado por vapor 6, cuya concepción se describirá con detalle a continuación, se dirige de forma conocida hacia el ánodo de la pila 2 después de que el reformado que contiene este hidrógeno haya pasado por un purificador 8, como se representa esto esquemáticamente en la figura 1. En efecto, el reformado salido del sistema de reformado por vapor 6 es rico en monóxido de carbono CO que constituye un veneno de los catalizadores de pila 2, y que por tanto debe reducirse al máximo mediante este purificador 8.

60

Por último, la instalación 1 consta de un conjunto de equipos auxiliares que permiten el buen funcionamiento de esta instalación, equipos entre los cuales se cuentan circuitos de aire, agua, enfriamiento, etc.

65

Más particularmente en lo referente al sistema de reformado por vapor 6, este último consta de forma conocida de una

parte de reformado por vapor en la que se produce una reacción endotérmica de reformado por vapor con el fin de generar hidrógeno destinado a alimentar el ánodo de la pila 2, y una parte de quemador dentro de la cual se produce una reacción de combustión catalítica exotérmica destinada a aportar la energía necesaria para la reacción de reformado por vapor anteriormente citada.

Así, la parte de reformado por vapor está alimentada por una mezcla de agua y carburante para producir el reformado anteriormente mencionado, mientras que la parte de quemador está alimentada por una mezcla altamente reactiva de aire y carburante que, después de la combustión, produce gases de escape que se extraen del sistema 6, como se muestra esto esquemáticamente en la figura 1.

Con referencia ahora a la figura 2, se puede distinguir de forma más detallada una parte del sistema de reformado por vapor 6, estando formado este último globalmente con la ayuda de un sistema intercambiador de calor que presenta un apilamiento de placas metálicas 10a, 10b apiladas según la dirección de apilamiento ortogonal a estas mismas placas, simbolizada esquemáticamente por la flecha 12. A modo indicativo, las placas de este apilamiento pueden ensamblarse entre sí con la ayuda de una técnica clásica de soldadura-difusión.

Así, las primeras placas 10a o placas de quemador forman conjuntamente la parte de quemador 14a del sistema 5, alternando estas placas con las segundas placas 10b o placas de reformado por vapor, que forman por su parte la parte de reformado por vapor 14b de este mismo sistema.

En este modo de realización preferido del sistema de reformado por vapor 6, asimilable por tanto a un sistema intercambiador de calor debido al intercambio térmico encontrado entre la parte de quemador 14a y la parte de reformado por vapor 14b, cada una de las placas anteriormente citadas dispone de una cara plana y de una cara opuesta denominada microestructurada, que forma una zona de circulación fluida provista especialmente de una pluralidad de canales o microcanales. Como se puede distinguir claramente en la figura 2, cada cara microestructurada de una placa 10a, 10b está en contacto con la cara plana de la placa que es directamente consecutiva en la dirección de apilamiento 12, y al contrario.

Así, las placas metálicas apiladas 10a, 10b forman alternadamente, según la dirección 12, una primera zona de circulación fluida 16a y una segunda zona de circulación fluida 16b, estando cada una de estas primeras y segundas zonas 16a, 16b respectivamente al menos parcialmente recubiertas con un catalizador 18a, 18b que permite una reacción química catalítica dentro de estas zonas.

Ciertamente, el catalizador 18a se prevé aquí para asegurar la combustión catalítica en las placas 10a de la parte de quemador 14a, mientras que el catalizador 18b se prevé para asegurar la reacción catalítica de reformado por vapor en las placas 10b de la parte de reformado por vapor 14b.

A modo indicativo, se precisa que la geometría de las zonas de circulación fluida delimitadas por las placas 10a se confunde preferiblemente de forma perfecta, en una vista tomada según la dirección de apilamiento 12, con la geometría de las zonas de circulación fluida delimitadas por las placas 10b, aunque podría contemplarse como alternativa un desfase entre estas dos geometrías sin apartarse del marco de la invención. En este modo de realización preferido en que cada zona de circulación fluida delimitada sobre la cara estructurada de una placa 10a, 10b constituye una de dichas primeras o segundas zonas de circulación fluida 14a, 14b del sistema de reformado por vapor, se prevé por tanto preferiblemente adoptar una concepción idéntica o similar para las placas de quemador 10a y las placas de reformado por vapor 10b.

Por esta razón, solo se va a describir ahora de manera detallada una placa de quemador 10a del apilamiento mostrado en la figura 2, con referencia conjunta a las figuras 3 y 4a.

En estas figuras, se puede ver que la placa de quemador 10a consta de una zona de circulación fluida 20 a la altura de una de sus dos caras denominada microestructurada, que se opone a la otra cara sensiblemente plana.

La zona de circulación fluida 20, que está destinada a constituir una de las primeras zonas de circulación fluida 16a del sistema de reformado por vapor mostrado en la figura 2, comprende globalmente una entrada de fluido 24 por la que llega la mezcla de aire/carburante destinada a la combustión catalítica, un distribuidor principal de fluido 26 que desemboca en la entrada 24, una pluralidad de distribuidores secundarios de fluido 28, que desemboca cada uno en el distribuidor principal 26, una pluralidad de canales 30, una pluralidad de colectores secundarios de flujo 32 que desemboca cada uno en un colector principal 34 y por último una salida de fluido 36 en la que desemboca el colector principal 34 y por la que escapan los gases de escape resultantes de la combustión observada en la red de canales 30.

Más específicamente, la red de canales 30 está preferiblemente constituida enteramente por una pluralidad de canales elementales 38, igualmente llamados canales reactivos, que se reparten en filas 40 sobre la cara microestructurada de la placa referida, siendo el número de estas filas que se extienden paralelamente a la placa por ejemplo de 5, como se muestra en las figuras 3 y 4a.

Cada fila 40 consta de una pluralidad de paredes laterales 42 enfrentadas y espaciadas entre sí a lo largo de una

primera dirección 44, llamada dirección de fila, de manera que dos de estas paredes laterales 42 cualesquiera y directamente consecutivas en la dirección 44 delimiten uno de los canales elementales 38 de la fila 40.

5 Por otra parte, estas filas 40 de canales elementales 38 están enfrentadas y espaciadas entre sí a lo largo de una segunda dirección 46 perpendicular a la dirección 44 anteriormente citada, correspondiendo esta dirección igualmente a la dirección de vertido del fluido a través de los canales elementales, dado que las paredes laterales que definen estos últimos están orientadas según esta misma dirección 46.

10 Una de las particularidades de la presente invención consiste en el hecho de que en la zona de circulación fluida 20 solo los canales elementales 38, cuya disposición acaba de describirse, están al menos parcialmente recubiertos con catalizador, representado esquemáticamente por la grisura en la figura 4a. De este modo, se indica que el catalizador está dispuesto preferiblemente sobre toda la longitud de cada canal 38, y preferiblemente sobre cada una de las dos paredes laterales y sobre el fondo de cada uno de estos canales 38 de sección sensiblemente cuadrada o rectangular, o incluso eventualmente redondeada, por ejemplo de manera que presente una forma de U.

15 A modo de ejemplo indicativo, la anchura de los canales 38 según la dirección 44, correspondiente igualmente a la dirección de anchura de la placa 10a, puede ser del orden de 0,7 mm. No obstante, es posible prever una anchura comprendida entre aproximadamente 0,1 y 1 mm. Además, la profundidad de los canales 38 según la dirección de apilamiento 12 puede ser del orden de 0,4 mm. No obstante, es posible prever una profundidad comprendida entre
20 aproximadamente 0,1 y 1 mm. En lo referente al espaciado entre dos canales 38 directamente consecutivos de una misma fila 40, según la dirección 44, este se fija en aproximadamente 0,5 mm, pero puede preverse entre aproximadamente 0,1 y 1 mm. Naturalmente, este espaciado corresponde a la anchura de las paredes laterales 42 según esta misma primera dirección 44. Siempre a modo indicativo, la anchura de cada canal 38 según la dirección 46 puede fijarse en alrededor de 20 mm, y más generalmente entre aproximadamente 5 y 100 mm. Por último, el espaciado
25 entre dos filas 40 directamente consecutivas según la dirección 46 puede fijarse en aproximadamente 10 mm, y más generalmente entre aproximadamente 5 y 50 mm.

El reparto selectivo del catalizador realizado como se describe anteriormente implica por tanto que las demás partes constitutivas de la zona de circulación tomada por el fluido en funcionamiento, es decir la entrada 24, los distribuidores
30 26, 28, los colectores 32, 34 y la salida 36, no están recubiertas con este mismo catalizador. Esto permite obtener globalmente una gran homogeneidad de superficie de la temperatura de esta placa 10a, ya que los canales elementales 38 son muy numerosos y sus entradas, que constituyen la porción de cada canal en la que se produce la mayor parte de la reacción catalítica de combustión, pueden estar repartidas ellas mismas de forma relativamente homogénea sobre toda la cara microestructurada de la placa, debido a la disposición en filas espaciadas según la dirección 46.

35 A modo indicativo, se observa que el número de canales reactivos 38 se multiplica por el número de filas 40 con relación al número de canales encontrados sobre placas similares de la técnica anterior.

40 Siempre con referencia a las figuras 3 y 4a, el distribuidor principal 26 y el colector principal 34 se extienden cada uno globalmente según la segunda dirección 46, y se sitúan respectivamente a la altura de los dos extremos opuestos de las filas 40, consideradas según la primera dirección 44. A este respecto, el distribuidor principal 26 está parcialmente delimitado por la última pared lateral 42 de cada una de las filas 40, considerada en la dirección 44 tal como se muestra en la figura 4a. Además, está igualmente delimitado por una cara lateral 48 ligeramente inclinada con relación a la
45 dirección 46, de manera que, visto desde arriba, este distribuidor 26 toma aproximadamente la forma de un triángulo iniciado por una base pequeña situada a la altura de la entrada 24 en las proximidades de la primera fila 40 considerada según la dirección 46, y que se extiende globalmente en la dirección 46 hacia un vértice opuesto a esta base pequeña, estando situado este vértice a la altura de la última fila 40 considerada según la dirección 46. Así, los dos lados grandes del triángulo están constituidos respectivamente por las últimas paredes laterales 42 de las filas 40 y por la cara 48.

50 Esta geometría en triángulo del distribuidor principal 26 permite garantizar un reparto uniforme del fluido hacia los distribuidores secundarios de fluido 28, que desembocan cada uno en el distribuidor principal 26 entre dos filas 40 directamente consecutivas, y que están cada uno asociado a una fila 40 dada. Más precisamente, cada distribuidor secundario 28 está parcialmente delimitado por las entradas de canales 38 de la fila 40 asociada. Además, está igualmente delimitado por un elemento de pared 50 situado entre dos filas 40 e inclinado en las primera y segunda
55 direcciones 44, 46 de manera que, visto desde arriba, este distribuidor 28 toma aproximadamente la forma de un triángulo iniciado por una base pequeña situada a la altura de la conexión con el distribuidor principal 26, es decir a la altura de la última pared lateral 42 considerada según la dirección 44, y que se extiende globalmente en una dirección opuesta a la dirección 44 hacia un vértice opuesto a esta base pequeña, estando situado este vértice a la altura de la primera pared lateral 42 de la fila asociada, considerada siempre según la dirección 44. Así, los dos lados grandes del triángulo están constituidos respectivamente por las entradas de los canales 38 y por el elemento 50.

Todavía aquí, la geometría en triángulo de los distribuidores secundarios 28 permite garantizar un reparto uniforme del fluido hacia las entradas de los canales 38, que desembocan todos en su distribuidor secundario 28 asociado.

65 Para todas las filas 40, a excepción de la primera, considerada en la dirección 46, el elemento de pared 50 situado en el espacio entre filas está conectado con la pared lateral 42 de la fila no alimentada que se sitúa más al extremo de esta

fila según la primera dirección 44, a saber la última fila. Además, está igualmente conectado con la pared lateral 42 de la fila alimentada que se sitúa más al extremo de esta fila según una dirección opuesta a la de dicha primera dirección 44, es decir, la primera pared 42 según la primera dirección 44.

5 En lo referente al distribuidor secundario 28 que alimenta la primera fila 40, su elemento de pared 50 está situado paralelamente a los demás, y define del mismo modo que la cara lateral 48 un límite de la zona de circulación fluida 20, tomando aproximadamente la forma de un paralelogramo. Uno de los dos extremos de este elemento de pared 50 está por tanto conectado con la primera pared lateral 42 de la primera fila 40, consideradas según las direcciones 44, 46, mientras que su otro extremo se sitúa en las proximidades de la entrada de fluido 24, y va a asegurar la unión con la cara lateral 48 anteriormente citada.

15 Siempre con referencia a las figuras 3 y 4a, se puede ver que el colector principal 34 está parcialmente delimitado por la primera pared lateral 42 de cada una de las filas 40, considerada en la dirección 44 tal como se muestra en la figura 4a. Además, está igualmente delimitado por una cara lateral 52 ligeramente inclinada con respecto a la dirección 46, de manera que, visto desde arriba, este colector 34 toma aproximadamente la forma de un triángulo iniciado por una base pequeña situada a la altura de la salida 36 en las proximidades de la última fila 40, considerada según la dirección 46, y que se extiende globalmente en la dirección opuesta a la dirección 46 hacia un vértice opuesto a esta base pequeña, estando situado este vértice a la altura de la primera fila 40 considerada según la dirección 46. Así, los dos lados grandes del triángulo están constituidos respectivamente por las primeras paredes laterales 42 de las filas 40 y por la cara 52.

25 Esta geometría en triángulo del colector principal 34 permite garantizar un vaciado uniforme del fluido procedente de los colectores secundarios de fluido 32, que desembocan cada uno en el colector principal 34 entre dos filas 40 directamente consecutivas, y que están cada uno asociado a una fila 40 dada. Más precisamente, cada colector secundario 32 está parcialmente delimitado por las salidas de canales 38 de la fila 40 asociada. Además está igualmente delimitado por el elemento de pared 50 anteriormente citado, situado entre dos filas 40 e inclinado en la primera y segunda direcciones 44, 46 de manera que, visto desde arriba, este colector 32 toma aproximadamente la forma de un triángulo iniciado por una base pequeña situada a la altura de la conexión con el colector principal 34, es decir, a la altura de la primera pared lateral 42 considerada según la dirección 44, y se extiende globalmente en la dirección 44 hacia un vértice opuesto a esta base pequeña, estando situado este vértice a la altura de la última pared lateral 42 de la fila asociada, considerada siempre según la dirección 44. Así, los dos lados grandes del triángulo están constituidos respectivamente por las salidas de los canales 38 y por el elemento 50.

35 Todavía aquí, la geometría en triángulo de los colectores secundarios 32 permite garantizar un vaciado uniforme del fluido procedente de las salidas de los canales 38, que desembocan todos en su colector secundario 32 asociado.

40 Como se menciona anteriormente, para todas las filas 40, a excepción de la última, considerada en la dirección 46, el elemento de pared 50 situado en el espacio entre filas está conectado con dos paredes laterales 42 opuestas, pertenecientes respectivamente a dos filas 40 consecutivas. En lo referente al colector secundario 32 que permite el vaciado de fluido salido de la última fila 40, su elemento de pared 50 está situado paralelamente a los demás, y define del mismo modo que la cara lateral 52 un límite de la zona de circulación fluida 20. Uno de los dos extremos de este elemento de pared 50 está por tanto conectado con la última pared lateral 42 de la última fila 40, consideradas según las direcciones 44, 46, mientras que su otro extremo se sitúa en las proximidades de la salida de fluido 36 y va a asegurar la unión con la cara lateral 52 anteriormente citada. Por consiguiente, los lados pequeños de la zona 20 en forma de paralelogramo están constituidos por los dos elementos 50 situados en los dos extremos opuestos de la placa 10a, en la dirección 46, mientras que los lados grandes del paralelogramo están constituidos por las caras 48 y 52.

50 Por último, como aparece en las figuras 3 y 4a, se observa que la entrada 24 y la salida 36, dispuestas respectivamente en las proximidades de los dos vértices más alejados del paralelogramo, pueden tomar cada una la forma de un orificio que atraviesa la placa 10a según la dirección de apilamiento 12.

55 Con referencia a la figura 4b, se puede ver la placa 10a según otro modo de realización preferido de la presente invención. Presenta un gran número de puntos comunes con la descrita anteriormente y, a este respecto, los elementos que portan las mismas referencias numéricas corresponden a elementos idénticos o similares.

Se puede distinguir que la cara de la placa referida presenta el grabado de un paralelogramo sensiblemente similar al descrito anteriormente que integra en particular los canales elementales 38 recubiertos de catalizador, así como los distribuidores y colectores secundarios 28, 32 en forma aproximada de triángulo.

60 En contraposición, el distribuidor principal 26 y el colector principal 36 no están ya integrados dentro del paralelogramo, definiendo ahora cada una de sus caras laterales sensiblemente paralelas y opuestas 48 y 52, orientadas preferiblemente según la dirección 46, alternadamente los extremos de los distribuidores secundarios/colectores secundarios y los extremos de las filas 40.

65 Como es visible en la figura 4b, el distribuidor principal 26 presenta un primer canal 26a conectado con la entrada 24 y con el extremo donde está prevista una bifurcación 26b de la que salen dos canales 26c que alimentan cada uno dos

distribuidores secundarios 28 consecutivos según la dirección 46. Para ello, el extremo de cada canal 26c desemboca a la altura de la cara lateral 48 perpendicular a una fila 40 a cuyos lados están dispuestos los dos distribuidores secundarios 28 para alimentar.

- 5 De manera similar, el colector principal 34 presenta un primer canal 34a conectado con la salida 36 y con el extremo donde está prevista una ramificación 34b de la que salen dos canales 34c que comunican cada uno con dos colectores secundarios 32 consecutivos según la dirección 46. Para ello, el extremo de cada canal 34c desemboca a la altura de la cara lateral 52 perpendicular a una fila 40 a cuyos lados están dispuestos los dos colectores secundarios 32 referidos.
- 10 Una de las particularidades de este modo de realización preferido consiste en el hecho de que el distribuidor principal 26 y el colector principal 34 pueden realizarse atravesando la placa, a saber, grabarse sobre todo el grosor de la misma, como en la entrada 24 y la salida 36. Así, solo el paralelogramo y los elementos situados en su interior, como los canales 38, se realizan desembocando y no atravesando.
- 15 Con referencia ahora a la figura 5, se puede ver una parte de un sistema de reformado por vapor 6 susceptible de equipar la instalación mostrada en la figura 1, y que se presenta en forma de otro modo de realización preferida de la presente invención.

20 En este modo de realización preferido, si la parte de reformado por vapor y la parte de quemador del sistema 6 se definen igualmente por un apilamiento de placas según la dirección 12, cada una de las placas 10 no está ya dedicada exclusivamente a la formación de una de las dos partes anteriormente citadas, si no que presenta dos caras opuestas microestructuradas que sirven respectivamente para formar la parte de reformado por vapor y la parte de quemador. En efecto, cada una de las dos caras delimita una zona de circulación fluida cuya geometría puede ser idéntica o similar a la descrita anteriormente, estando una parcialmente recubierta con catalizador 18a que asegura la combustión catalítica, y estando la otra parcialmente recubierta con catalizador 18b que asegura la reacción catalítica de reformado por vapor.

25 Para realizar el apilamiento, de sus placas 10 todas sensiblemente idénticas, estas se dan la vuelta alternadamente de modo que la cara microestructurada recubierta con catalizador 18a de una placa dada se encuentre enfrentada y en contacto con la cara microestructurada recubierta con el catalizador 18a de la placa directamente consecutiva y, de manera análoga, de forma que la cara microestructurada recubierta con catalizador 18b de una placa dada se encuentre enfrentada y en contacto con la cara microestructurada recubierta con el catalizador 18b de la placa directamente consecutiva.

30 Así, cada una de la primera y segunda zonas de circulación fluida 16a, 16b del sistema de reformado por vapor 6 está constituida por dos caras microestructuradas situadas enfrentadas entre sí y pertenecientes a dos placas 10 distintas directamente consecutivas.

35 Como esto es visible en la figura 5, se prevé en este modo de realización preferido que la geometría de las primeras zonas de circulación fluida 16a delimitadas por las placas 10 esté desfasada, vista según la dirección de apilamiento 12, con relación a la geometría de las segundas zonas de circulación fluida 16b delimitadas por estas mismas placas 10, disponiendo cada una de estas zonas 16a, 16b preferiblemente de una red de canales elementales dispuestos en filas como se muestra en las figuras 3 y 4a.

40 Esta solución técnica, que tiende a utilizar dos zonas de circulación fluida pertenecientes a dos placas consecutivas con el fin de formar una única zona de circulación del sistema de reformado por vapor, permite asegurar globalmente una buena transferencia térmica entre la reacción catalítica exotérmica de combustión observada en las primeras zonas 16a y la reacción catalítica endotérmica de reformado por vapor encontrada dentro de las zonas secundarias 16b.

45 Ciertamente, pueden aportarse diversas modificaciones por el especialista en la materia de la invención que se acaba de describir, únicamente a modo de ejemplos no limitantes.

50

REIVINDICACIONES

1. Placa (10, 10a, 10b) destinada a integrarse en un apilamiento de placas de un sistema intercambiador de calor, delimitando dicha placa por una de sus dos caras una zona de circulación (20) al menos parcialmente recubierta con un catalizador (18a, 18b) que permite una reacción química catalítica dentro de esta zona, comprendiendo dicha zona de circulación fluida (20) una red de canales (30), caracterizada:
- 5 porque dicha red de canales (30) consta de una pluralidad de canales elementales (38) practicados sobre una de dichas dos caras de la placa y repartidos en filas (40), constando cada fila de una pluralidad de paredes laterales (42) enfrentadas y espaciadas entre sí a lo largo de una primera dirección (44), de manera que dos de ellas cualesquiera directamente consecutivas delimitan uno de los canales elementales (38) de dicha fila, estando dichas filas (40) de canales elementales (38) enfrentadas y espaciadas entre sí a lo largo de una segunda dirección (46) perpendicular a la primera (44), siendo dichas primera (44) y segunda (46) direcciones ambas paralelas a una de dichas dos caras de la placa,
- 10 porque en dicha zona de circulación fluida (20) solo los canales elementales (38) están al menos parcialmente recubiertos con dicho catalizador (18a, 18b),
- 15 porque dicha zona de circulación fluida (20) consta igualmente de una entrada de fluido (24) y una salida de fluido (36), un distribuidor principal de fluido (26) que desemboca en dicha entrada, así como un colector principal de fluido (34) que desemboca en dicha salida,
- 20 porque dicha zona de circulación fluida (20) consta además de una pluralidad de distribuidores secundarios de fluido (28) que desembocan cada uno en dicho distribuidor principal de fluido (26) situado entre dos filas (40) de canales elementales directamente consecutivos, así como de una pluralidad de colectores secundarios de fluido (32) que desembocan cada uno en dicho colector principal de fluido (34) situado igualmente entre dos filas (40) de canales elementales directamente consecutivos.
- 25
2. Placa (10, 10a, 10b) según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho distribuidor principal (26) y dicho colector principal (34) se extienden cada uno globalmente según dicha segunda dirección (46) y se sitúan respectivamente a la altura de los dos extremos opuestos, considerados según dicha primera dirección (44), de dicha red de canales (30) formada por la pluralidad de filas (40).
- 30
3. Placa (10, 10a, 10b) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada porque entre dos filas (40) de canales elementales directamente consecutivas, el distribuidor secundario de fluido (28), destinado a alimentar con fluido los canales elementales (38) de una de las dos filas, y el colector secundario de fluido (32), destinado a recoger el fluido que escapa de los canales elementales (38) de la otra de las dos filas (40), están separados por un elemento de pared (50) inclinado en dichas primera y segunda direcciones (44, 46).
- 35
4. Placa (10, 10a, 10b) según la reivindicación 3, caracterizada porque dicho elemento de pared (50) está conectado con una pared lateral (42) de una de las dos filas que se sitúa más al extremo de esta fila según la primera dirección (44), e igualmente conectado con una pared lateral (42) de la otra de las dos filas que se sitúa más al extremo de esta otra fila según una dirección opuesta a dicha primera dirección (44).
- 40
5. Placa (10, 10a, 10b) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque dichos distribuidor y colector principales (26, 34), y distribuidores y colectores secundarios (28, 32), se disponen cada uno de forma sensiblemente triangular vista desde arriba.
- 45
6. Placa (10, 10a, 10b) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la entrada de fluido (24) y la salida de fluido (36) se sitúan respectivamente a la altura de los dos extremos opuestos, considerados según dicha segunda dirección (46), de dicha red de canales (30) formada por la pluralidad de filas (40).
- 50
7. Placa (10, 10a, 10b) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque cada canal elemental (38) dispone de una anchura comprendida entre aproximadamente 0,1 y 1 mm.
- 55
8. Placa (10, 10a, 10b) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque cada canal elemental (38) de la red de canales está al menos parcialmente recubierto con dicho catalizador (18a, 18b).
9. Placa (10, 10a, 10b) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque dicho catalizador (18a, 18b) está compuesto por un material tomado del grupo constituido por aleaciones de hierro/níquel, polímeros y cerámicas.
- 60
10. Placa (10) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la otra de las dos caras de dicha placa delimita igualmente otra zona de circulación fluida.
- 65
11. Placa (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque la otra de las dos caras de dicha

placa delimita igualmente otra zona de circulación fluida al menos parcialmente recubierta con un catalizador (18a, 18b) que permite una reacción química catalítica dentro de esta otra zona.

5 12. Sistema intercambiador de calor (6) que comprende un apilamiento de placas (10, 10a, 10b) que forma alternadamente, según la dirección de apilamiento de placas (12), una primera zona de circulación fluida (16a) y una
10 segunda zona de circulación fluida (16b), estando al menos dicha primera zona de circulación fluida al menos parcialmente recubierta con un catalizador (18a) que permite una reacción química catalítica dentro de esta primera zona, caracterizado porque al menos una de dichas placas (10, 10a, 10b) del apilamiento es una placa según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que permite con la ayuda de su zona de circulación fluida (20) formar al menos parcialmente una de las primeras zonas de circulación fluida (16a) del sistema intercambiador.

13. Sistema intercambiador de calor (6) según la reivindicación 12, caracterizado porque cada segunda zona de circulación fluida (16b) está igualmente al menos parcialmente recubierta con un catalizador (18b) que permite una
15 reacción química catalítica dentro de esta segunda zona.

14. Sistema de reformado por vapor (6) caracterizado porque consta de sistema intercambiador de calor según la reivindicación 12 o la reivindicación 13, estando concebido este sistema de reformado por vapor de modo que se produzca una reacción química catalítica exotérmica dentro de cada primera zona de circulación fluida (16a) y de modo que se produzca una reacción endotérmica de reformado por vapor que tiende a generar hidrógeno dentro de cada
20 segunda zona de circulación fluida (16b).

15. Instalación de pila de combustible (1) que comprende una pila de combustible (2) y un sistema de reformado por vapor (6) destinado a producir hidrógeno con el fin de suministrar a dicha pila de combustible, caracterizada porque dicho sistema de reformado por vapor (6) es un sistema según la reivindicación 14.

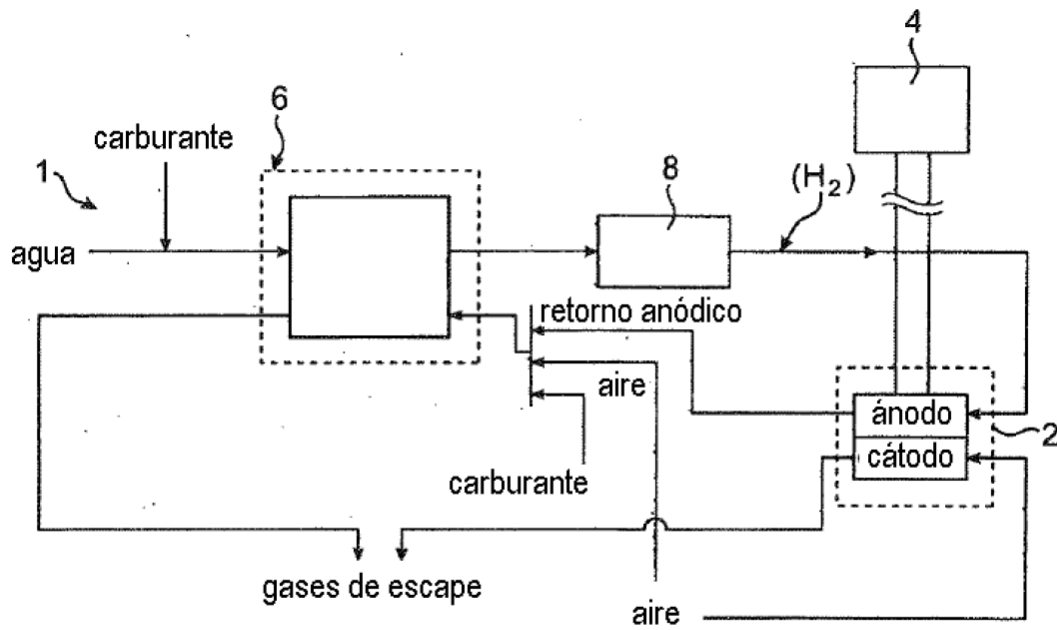


FIG.1

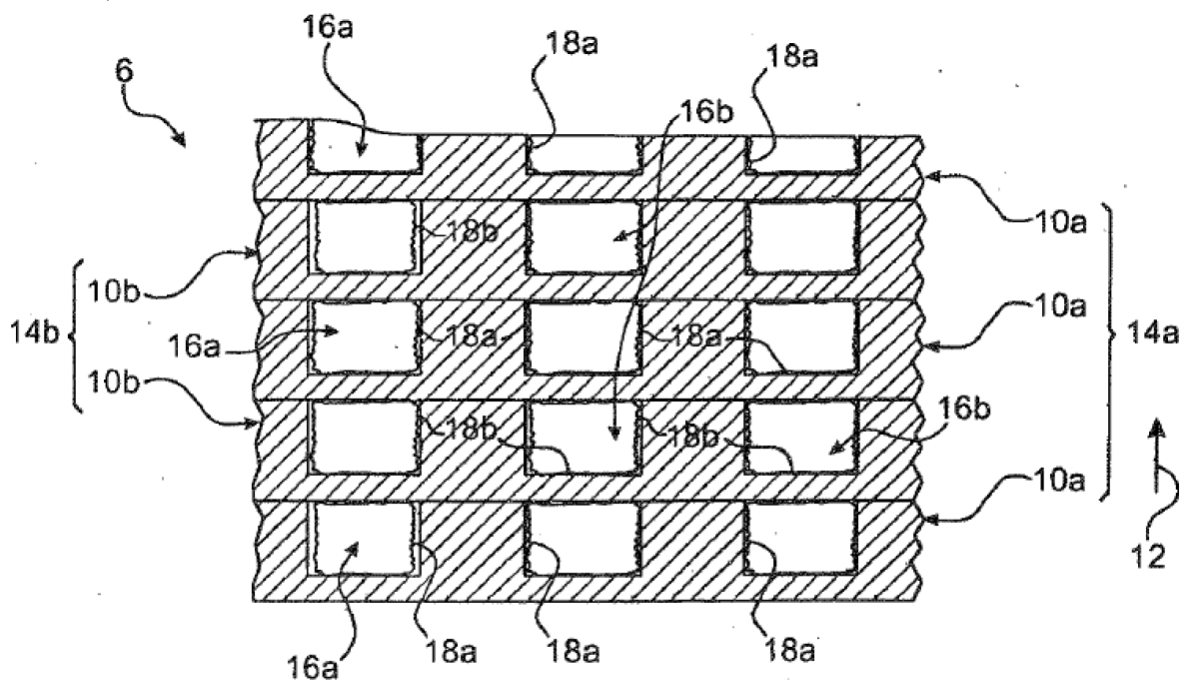


FIG.2

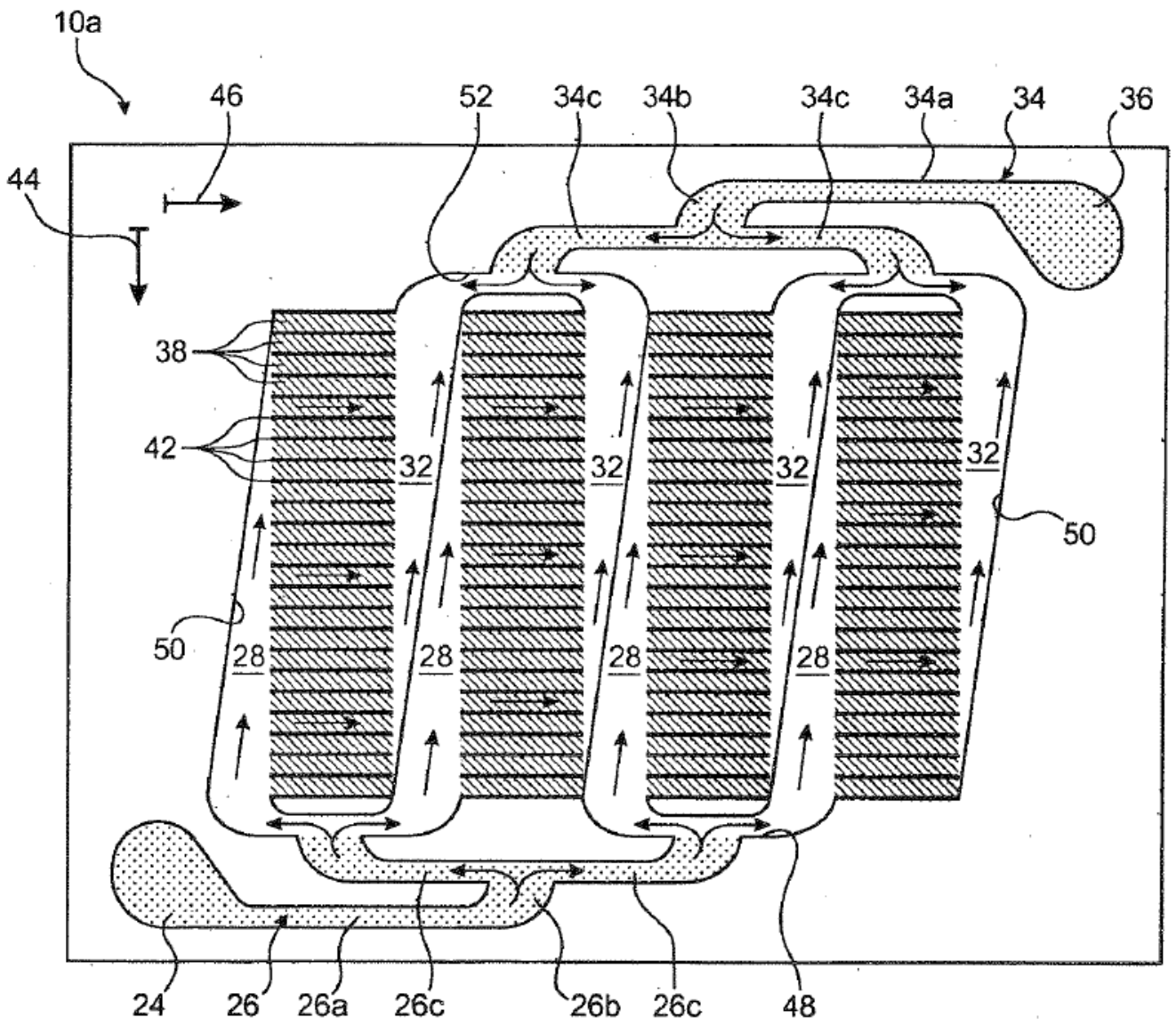


FIG.4b

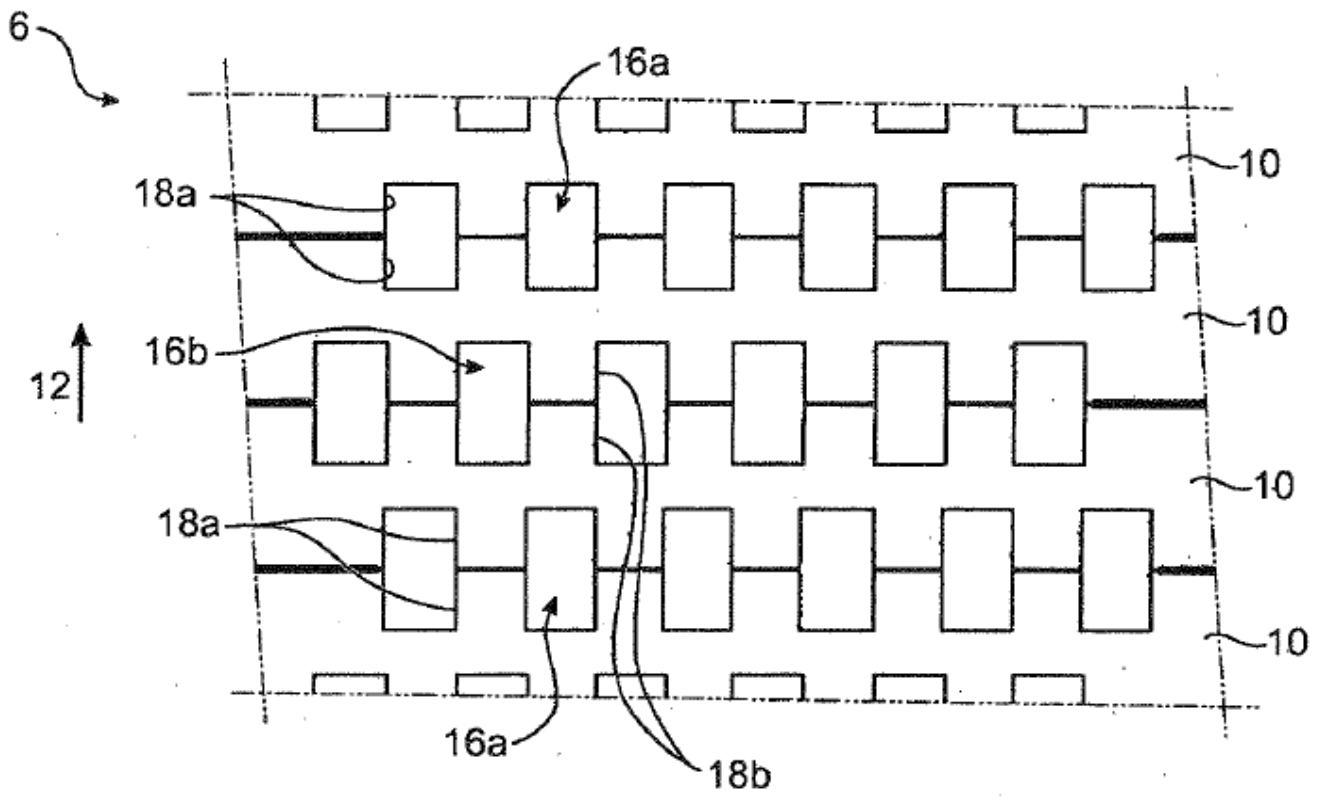


FIG.5