

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 047**

51 Int. Cl.:

H01M 8/241	(2006.01)	H01M 8/026	(2006.01)
H01M 8/242	(2006.01)		
H01M 8/248	(2006.01)		
H01M 8/0228	(2006.01)		
H01M 8/0247	(2006.01)		
H01M 8/0258	(2006.01)		
H01M 8/0263	(2006.01)		
H01M 8/0267	(2006.01)		
H01M 8/0297	(2006.01)		
H01M	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2003 PCT/CA2003/00450**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2003 WO03083979**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2003 E 03709493 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 1497881**

54 Título: **Placa de campo de flujo para células de combustible**

30 Prioridad:

29.03.2002 US 109002

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

31.10.2017

73 Titular/es:

**HYDROGENICS CORPORATION (100.0%)
220 Admiral Boulevard
Mississauga, ON L5T 2N6, CA**

72 Inventor/es:

**FRANK, DAVID;
CHEN, XUESONG;
SORBERA, SONIA y
JOOS, NATHANIEL IAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 640 047 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

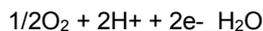
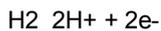
Placa de campo de flujo para células de combustible

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a células de combustible. Más particularmente, la presente invención se refiere a la configuración de placas de campo de flujo para células de combustible.

Antecedentes de la invención

10 Las células de combustible se han propuesto como una fuente de energía limpia, eficiente y respetuosa con el medio ambiente que se puede utilizar para diversas aplicaciones. Una célula de combustible es un dispositivo electroquímico que produce una fuerza electromotriz llevando el combustible (normalmente hidrógeno) y un oxidante (normalmente aire) en contacto con dos electrodos adecuados y un electrolito. Un combustible, tal como gas hidrógeno, por ejemplo, se introduce en un primer electrodo, es decir ánodo donde reacciona electroquímicamente en presencia del electrolito para producir electrones y cationes. Los electrones son conducidos desde el ánodo hasta un segundo electrodo, es decir, cátodo a través de un circuito eléctrico conectado entre los electrodos. Los cationes pasan a través del electrolito hacia el cátodo. Simultáneamente, un oxidante, tal como gas oxígeno o aire se introduce en el cátodo, donde el oxidante reacciona electroquímicamente en presencia del electrolito y el catalizador, produciendo aniones y consumiendo los electrones que se han hecho circular a través del circuito eléctrico; los cationes se consumen en el segundo electrodo. Los aniones formados en el segundo electrodo o cátodo reaccionan con los cationes para formar un producto de reacción. El ánodo puede alternativamente referirse como un combustible o electrodo de oxidación, y el cátodo puede alternativamente referirse como un oxidante o electrodo de reducción. Las reacciones de la semicélula en los dos electrodos son, respectivamente, como sigue:



25 El circuito eléctrico externo retira la corriente eléctrica y, por lo tanto, recibe energía eléctrica de la célula de combustible. La reacción global de célula de combustible produce energía eléctrica como se muestra por la suma de las reacciones de la semicélula separadas escritas anteriormente. El agua y el calor son subproductos normales de la reacción. En consecuencia, el uso de células de combustible en la generación de energía ofrece potenciales beneficios ambientales en comparación con la generación de energía procedente de la combustión de combustibles fósiles o de la actividad nuclear. Algunos ejemplos de aplicaciones son generación de energía residencial distribuida y sistemas de energía de automoción para reducir los niveles de emisión.

30 En la práctica, las células de combustible no se operan como unidades individuales. Más bien, las células de combustible se conectan en serie, apiladas una encima de la otra, o se colocan lado a lado. Una serie de células de combustible, referida como pila de células de combustible, se encierra normalmente en un alojamiento. El combustible y el oxidante se dirigen a través de los colectores a los electrodos, mientras que se proporciona enfriamiento, ya sea por los reactivos o por un medio de enfriamiento separado. También dentro de la pila hay colectores de corriente, juntas de célula a célula y aislamiento. Tubería y diversos instrumentos se conectan externamente a la pila de células de combustible para suministrar y controlar las corrientes de fluido en el sistema. La pila, el alojamiento y el hardware asociado constituyen la unidad de célula de combustible.

40 Existen varios tipos conocidos de células de combustible. Por ejemplo, las células de combustible con membrana de intercambio de protones (PEM) son una de las sustituciones más prometedoras para los sistemas tradicionales de generación de energía, puesto que una célula de combustible PEM permite el diseño de una célula de combustible simple y compacta, que es robusta y que puede operarse a temperaturas no muy diferentes de la temperatura ambiente. Por lo general, las células de combustible PEM se alimentan con gas hidrógeno puro, puesto que es electroquímicamente reactivo y los subproductos de la reacción son agua y calor, lo que es respetuoso con el medio ambiente. Una célula de combustible PEM convencional comprende, por lo general, dos placas de campo de flujo (placas bipolares), en concreto, una placa de campo de flujo del ánodo y una placa de campo de flujo del cátodo, con una membrana de intercambio de protones (MEA) dispuesta entre medias. La MEA incluye la membrana de intercambio de protones real y las capas de catalizador para la reacción de la célula de combustible revestidas sobre la membrana. Adicionalmente, se proporciona un medio de difusión de gas (GDM) o capa de difusión de gas (GDL) entre cada placa de campo de flujo y la PEM. El GDM o GDL facilita la difusión del gas reactivo, ya sea el combustible o el oxidante, hacia la superficie del catalizador del MEA, mientras que proporciona conductividad eléctrica entre cada placa de campo de flujo y la PEM.

55 Cada placa de campo de flujo tiene normalmente tres aperturas o aberturas en cada extremo, representando cada abertura ya sea una entrada o salida para uno de combustible, oxidante y refrigerante. Sin embargo, es posible tener múltiples entradas y salidas en las placas de campo de flujo para cada gas reactivo o refrigerante, dependiendo de la célula de combustible o del diseño de la pila. Cuando una célula de combustible se apila montándose, la placa de campo de flujo del ánodo de una pila se apoya contra la placa de campo de flujo del cátodo de una célula adyacente. Estas aberturas se extienden en todo el espesor de las placas de campo de flujo y se alinean para formar canales de

distribución alargados que se extienden perpendiculares a las placas de campo de flujo y a través de toda la pila de células de combustible cuando las placas de campo de flujo se apilan juntas para formar una pila de células de combustible completa. Un campo de flujo comprende normalmente al menos uno, y en la mayoría de los casos, una pluralidad de canales de flujo de caras abiertas que comunican de manera fluida la entrada y salida apropiadas. Puesto que un gas reactivo se hace fluir a través de los canales, se difunde a través del GDM y reacciona en el MEA en presencia del catalizador. Un flujo continuo pasante asegura que, si bien la mayor parte del combustible o del oxidante se consume, cualquier contaminante se vuelca continuamente a través de la célula de combustible. El campo de flujo se puede proporcionar en cada cara o en ambas caras de la placa de campo de flujo. Normalmente, los campos de flujo de combustible u oxidante se forman respectivamente en la cara de la placa de campo de flujo ánodo y del cátodo que se orienta hacia el MEA (en adelante, referida como "cara frontal"). Un campo de flujo de refrigerante puede proporcionarse ya sea en la cara de cualquiera de la placa de campo de flujo del ánodo o cátodo que se oriente lejos del MEA (en adelante, referida como "cara posterior").

Cuando se forma una pila de células de combustible completa, un par de placas del colector de corriente se proporcionan inmediatamente adyacentes a las placas de campo de flujo más exteriores para recoger corriente de la pila de células de combustible y suministrar la corriente a un circuito eléctrico externo. Un par de placas aislantes se proporcionan inmediatamente fuera de las placas del colector de corriente y un par de placas de extremo se sitúan inmediatamente adyacentes al aislante. Una junta se dispone entre cada par de placas adyacentes. La junta tiene generalmente forma de juntas fabricada de materiales elásticos que son compatibles con el entorno de la célula de combustible. Una pila de células de combustible, después del montaje, se fija normalmente para asegurar los elementos y asegurar que la compresión adecuada se aplica a las juntas y a las áreas activas de la pila de células de combustible. Este procedimiento asegura que la resistencia de contacto se minimiza y la resistencia eléctrica de las células está en un mínimo.

Se han conocido diversos diseños del campo de flujo. Un patrón de campo de flujo comúnmente conocido se puede encontrar en la Patente de Estados Unidos n.º 4.988.583. Un canal de flujo de fluido de cara abierta continuo único se proporciona en una superficie de una placa de campo de flujo. El canal de flujo tiene una entrada y una salida, respectivamente situadas cerca de dos extremos opuestos de la placa de campo de flujo. La entrada y la salida están en comunicación de fluido con colectores de distribución de gas en la pila de células de combustible. El canal de flujo atraviesa la superficie de la placa de campo de flujo en una pluralidad de pasadas. El canal de flujo en forma de serpentina ofrece un canal de flujo largo sin aumentar la dimensión de la placa de campo de flujo, permitiendo de este modo una difusión algo suficiente de gases reactivos del canal de flujo a el MEA.

Los documentos EP1047143 y EP1389351 divulgan también placas de campo de flujo para células de combustible. Importantes mejoras se han realizado basándose en este concepto de canal de flujo de "serpentina". Estas mejoras se pueden encontrar en las Patentes de Estados Unidos n.º 6.099.984 y 6.309.773. Sin embargo, estos diseños presentan una serie de problemas. Los canales de flujo de serpentina causan una mayor caída de presión cuando los gases reactivos se hacen fluir a través del campo de flujo. Este es un problema grave que afecta significativamente al rendimiento de la célula de combustible cuando la célula de combustible está operando bajo una presión relativamente baja, por ejemplo, presión ambiental. También la distribución de gas en estos diseños no es uniforme a lo largo de las trayectorias de flujo tortuosas. El flujo de gas es más turbulento en el campo de flujo de serpentina, por lo que es más difícil de controlar el flujo, la presión o la temperatura de los gases reactivos. Además, las trayectorias de flujo tortuosas proporcionan más lugares para la acumulación de agua o contaminantes en los canales, lo que aumenta el riesgo de inundación o envenenamiento de la célula de combustible.

Otro problema asociado con la mayoría de los diseños de campo de flujo es las nervaduras y canales en la placa de campo de flujo del ánodo a menudo compensados con los de las placas de campo de flujo del cátodo cuando se colocan en una pila de células de combustible. Como se ha mencionado anteriormente, la placa de campo de flujo del ánodo y del cátodo se coloca adyacente al lado opuesto del MEA y los gases reactivos de hacen fluir a través de las cámaras formadas por el GDM y los canales de caras abiertas en el campo de flujo. Puesto que la presión se aplica a menudo en una pila de células de combustible, el MEA y GDM se ven sometidos a una fuerza de cizallamiento, que eventualmente puede dañar el MEA. El desplazamiento de las nervaduras evita también la distribución de gases reactivos a través del GDM, reduciendo la eficacia de la célula de combustible.

Puede apreciarse a partir de la descripción anterior que un problema adicional en la célula de combustible convencional es que el sellado se ve a menudo complicado. Varias aberturas en el MEA, placas de campo de flujo, placas del colector de corriente, etc. deben sellarse. Además, como se ha mencionado, se requiere una junta entre cada par de placas adyacentes y cada junta sería de construcción compleja y elaborada. Para cualquier gas reactivo, es concebible proporcionar una junta que encierre completamente todo el campo de flujo y su entrada y salida en la primera placa de campo de flujo correspondiente. Esto permitirá la formación de una buena junta entre esa placa de campo de flujo y el MEA. Sin embargo, en el otro lado del MEA, es necesario proporcionar una junta que encierre completamente una abertura en una segunda placa de campo de flujo que corresponde a la entrada y salida en la primera placa de campo de flujo. En esta configuración, parte de la membrana descansaría sobre los canales abiertos en la primera placa de campo de flujo, y por lo tanto no se soportaría correctamente, corriendo así el riesgo de que no haya un sellado suficiente, lo que da como resultado una mezcla de gases, que es altamente indeseable.

Por lo tanto, sigue habiendo la necesidad de una placa de campo de flujo para células de combustible que proporcione una pequeña caída de presión a través del campo de flujo de fluido y una distribución de gas más

uniforme. Preferentemente, la placa de campo de flujo reduce los efectos de cizalladura en el MEA y simplifica el sellado entre las placas de campo de flujo.

Sumario de la invención

5 De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, se proporciona una placa de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 1 y una pila de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 9.

Preferentemente, cada una de las placas de campo de flujo del ánodo y del cátodo tiene la porción de canales coincidentes proporcionados generalmente en el centro.

10 Más preferentemente, la célula de combustible de la presente invención es una célula de combustible, en la que cada una de las placas de campo de flujo del ánodo y del cátodo incluye una abertura de entrada de combustible alineada con otras aberturas de entrada de combustible para formar un conducto de entrada de combustible, una
 15 abertura de entrada de oxidante alineada con otras aberturas de entrada de oxidante para formar un conducto de entrada de oxidante, una abertura de entrada de refrigerante alineada con otras aberturas de entrada de refrigerante para formar un conducto de entrada de refrigerante, una
 20 abertura de salida de combustible alineada con otras aberturas de salida de combustible para formar un conducto de salida de combustible, una abertura de salida de oxidante alineada con otras aberturas de salida de oxidante para formar un conducto de salida de oxidante y una abertura de salida de refrigerante alineada con otras aberturas de salida de refrigerante para formar un conducto de salida de refrigerante, y en la que, para cada célula de combustible, la placa de campo de flujo del ánodo incluye al menos un canal de distribución de entrada de combustible que conecta el conducto de entrada de combustible con los canales primarios del ánodo y al menos un canal de recogida de salida de combustible que conecta los canales primarios del ánodo con el conducto de salida de combustible.

De manera correspondiente, para cada célula de combustible, la placa de campo de flujo del cátodo puede incluir al menos un canal de distribución de entrada de oxidante que conecta el conducto de entrada de oxidante a los canales primarios del cátodo, y al menos un canal de recogida de salida de oxidante que conecta los canales primarios del cátodo al conducto de salida de oxidante.

25 Ventajosamente, las placas de campo de flujo pueden incluir una disposición para la alimentación de gas desde la parte posterior de las mismas hasta la cara frontal que incluye los canales primarios, incluyendo la disposición
 30 ranuras que se extienden a través de la placa de campo de flujo respectiva. Las secciones transversales de flujo de los canales primarios de las placas de campo de flujo del ánodo pueden ser diferentes de las secciones transversales de flujo de los canales principales de la placa de campo de flujo del cátodo. Esto se puede lograr mediante la variación de la profundidad de los canales.

Se prefiere que los canales primarios y las nervaduras, de cada placa de campo de flujo, tenga una relación de anchura de 1,5:1. Cuando los canales primarios del cátodo y ánodo tienen diferentes profundidades, se prefiere que esta relación se encuentre en el intervalo de 1,5-3:1. Más específicamente, también podría estar en el intervalo de 2-3:1 o 1,5-2:1, y aún más específicamente podría ser 3:1.

35 Preferentemente, la distribución de entrada y los canales de recogida de salida tienen una anchura que es 1-1,5 veces la anchura de los canales primarios. Al menos para los canales de distribución de entrada y de recogida de salida, se proporcionan ristreles, para reducir la turbulencia y reducir la resistencia de flujo. En las placas de campo de flujo del ánodo, a lo largo de la dirección longitudinal de los canales primarios del ánodo, cada uno de la pluralidad de canales primarios del ánodo en relación con el canal de distribución de entrada de combustible correspondiente y el canal de recogida de salida de combustible correspondiente tiene un extremo separado a una distancia de dicho canal de distribución de entrada de combustible, y el otro extremo separado a una misma distancia de dicho canal de distribución de salida de combustible, y donde la relación de distancia a anchura de los canales primarios del ánodo está en el intervalo de 1,5-2.

45 De manera correspondiente, en las placas de campo de flujo del cátodo, a lo largo de la dirección longitudinal de los canales primarios del cátodo, cada uno de la pluralidad de canales primarios del cátodo en relación con el canal de distribución de entrada de oxidante correspondiente y el canal de recogida de salida de oxidante correspondiente tiene un extremo separado a una distancia de dicho canal de distribución de entrada de oxidante, y el otro extremo separado a una misma distancia de dicho canal de distribución de salida de oxidante, y donde la relación distancia a anchura de los canales primarios del cátodo está en el intervalo 1,5 - 2.

50 Se entenderá que aunque la invención se define en relación con una pila de células de combustible que comprende una pluralidad de células de combustible, el número de células en una pila de células de combustible se puede variar. Es concebible que la pila de células de combustible pueda comprender una sola célula de combustible, aunque para muchas aplicaciones es deseable proporcionar una pluralidad de células de combustible, en serie, para desarrollar una tensión adecuada.

55 El diseño de la placa de campo de flujo para células de combustible de acuerdo con la presente invención proporciona una distribución de gas más uniforme y una caída de presión reducida a través del campo de flujo. Los canales de flujo sustancialmente rectos evitan la acumulación de agua e impurezas. La MEA y GDM en la presente

invención se ven sometidos a menos, si alguno, efectos de cizallamiento resultantes del desplazamiento de las nervaduras en los campos de flujo. La distribución de gas se ve facilitada también, lo que da como resultado una mejor eficacia de la célula de combustible y densidad de potencia mejorada. Por otra parte, la alimentación de gases reactivos desde la cara posterior de las placas de campo de flujo proporciona una posibilidad para el sellado simplificado entre las placas de campo de flujo, lo que reduce el riesgo de mezclar gases reactivos. Además, el diseño coincidente de las nervaduras de campo de flujo hace que sea posible el uso de nervaduras más estrechas y canales de flujo más anchos en el campo de flujo. Por lo tanto, hay más exposición directa del GDM y del MEA a los gases reactivos. En consecuencia, una porción más grande del área activa del MEA se puede utilizar. Esto mejora aún más la eficacia de la célula de combustible. Todas estas ventajas contribuyen a una célula de combustible con un mejor rendimiento y un mantenimiento más fácil.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, y para mostrar más claramente cómo puede llevarse a efecto, se hará ahora referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos, que muestran una realización preferida de la presente invención y en los que:

- 15 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva en despiece de una unidad de célula de combustible situado dentro de una pila de células de combustible de acuerdo con la presente invención;
 La Figura 2a muestra una vista esquemática de la cara frontal de la placa de campo de flujo del ánodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 20 La Figura 2b muestra una vista esquemática de la cara posterior de la placa de campo de flujo del ánodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 La Figura 2c muestra una vista en sección parcial ampliada de la placa de campo de flujo del ánodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención, tomada a lo largo de la línea A-A de la Figura 2a;
 La Figura 3a muestra una vista esquemática de la cara frontal de la placa de campo de flujo del cátodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 25 La Figura 3b muestra una vista esquemática de la cara posterior de la placa de campo de flujo del cátodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 La Figura 3c muestra una vista parcial ampliada de la salida de aire y de las partes adyacentes en la cara posterior de la placa de campo de flujo del cátodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 30 La Figura 3d muestra una vista ampliada parcial en perspectiva de la salida de aire y de las partes adyacentes en la cara posterior de la placa de campo de flujo del cátodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 La Figura 3e muestra una vista parcial ampliada de un ejemplo de los canales de distribución de entrada de oxidante y de los canales primarios en la cara frontal de la placa de campo de flujo del cátodo de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 35 La Figura 4a muestra una vista en sección de célula de combustible de acuerdo con la presente invención;
 La Figura 4b muestra una vista en sección de una célula de combustible convencional; y
 La Figura 5 muestra un gráfico de la curva de polarización que indica el rendimiento de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia primero a la Figura 1, ésta muestra una vista en perspectiva en despiece de una unidad 100 de célula de combustible única situada dentro de una pila de células de combustible de acuerdo con la presente invención. Se debe entenderse que aunque una unidad 100 de célula de combustible única se detalla a continuación, de manera conocida la pila de células de combustible comprende por lo general una pluralidad de células de combustible apiladas entre sí. Cada célula de combustible de la unidad 100 de célula de combustible comprende una placa 120 de campo de flujo del ánodo, una placa 130 de campo de flujo del cátodo, y un conjunto 124 de electrodos de membrana (MEA) dispuesto entre las placas 120, 130 de campo de flujo ánodo y cátodo. Cada placa de campo de flujo reactivo tiene una región de entrada, una región de salida, y canales de cara abierta para conectar de manera fluida la entrada a la salida, y proporcionar una forma para la distribución de los gases reactivos a las superficies exteriores del MEA 124. El MEA 124 comprende un electrolito 125 sólido (es decir, una membrana de intercambio de protones) dispuesto entre una capa de catalizador del ánodo (no mostrada) y una capa de catalizador del cátodo (no mostrada). Un primer medio 122 de difusión de gas (GDM) se dispone entre la capa de catalizador del ánodo y la placa 120 de campo de flujo del ánodo, y un segundo GDM 126 se dispone entre la capa de catalizador del cátodo y la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Los GDM 122, 126 facilitan la difusión del gas reactivo, ya sea el combustible o el oxidante, a las superficies catalíticas del MEA 124. Además, los GDM mejoran la conductividad eléctrica entre cada una de las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo y la membrana 125.

En una reacción catalizada, un combustible tal como hidrógeno puro, se oxida en la capa de catalizador del ánodo del MEA 124 para formar protones y electrones. La membrana 125 de intercambio de protones facilita la migración de los protones de la capa de catalizador del ánodo a la capa de catalizador del cátodo. Los electrones no pueden pasar a través de la membrana 125 de intercambio de protones, y se ven obligados a fluir a través de un circuito

externo (no mostrado), proporcionando así una corriente eléctrica. En la capa de catalizador del cátodo del MEA 124, el oxígeno reacciona con los electrones que han regresado del circuito eléctrico para formar aniones. Los aniones formados en la capa de catalizador del cátodo del MEA 124 reaccionan con los protones que han atravesado la membrana 125 para formar agua en estado líquido como producto de reacción.

5 Todavía haciendo referencia a la Figura 1, en lo sucesivo, las designaciones "frontal" y "posterior" con respecto a las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo indican su orientación con respecto al MEA 124. Por lo tanto, la cara "frontal" indica el lado orientado hacia el MEA 124, mientras que la cara "posterior" indica el lado alejado del MEA 124. Una primera placa 116 del colector de corriente se apoya contra la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. De manera similar, una segunda placa 118 del colector de corriente se apoya
10 contra la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Las placas 116, 118 del colector de corriente recogen la corriente de las placas 120, 130 de campo de flujo, y se conectan a un circuito eléctrico externo (no mostrado). La primera y segunda placas 112, 114 aislantes se sitúan inmediatamente adyacentes a la primera y segunda placas 116, 118 del colector de corriente, respectivamente. La primera y segunda placas 102, 104 de extremo se sitúan inmediatamente adyacentes a la primera y segunda placas 112, 114 aislantes, respectivamente.
15 Se puede aplicar presión en las placas 102, 104 de extremo para presionar la unidad 100 junta. Por otra parte, medios de estanqueidad son generalmente realizados entre cada par de placas adyacentes. Preferentemente, una pluralidad de barras 131 de acoplamiento se puede proporcionar también. Las barras 131 de acoplamiento se atornillan en perforaciones roscadas de la placa 104 de extremo del cátodo, y pasan a través de correspondientes orificios de fricción en la placa 102 de extremo del ánodo. De manera conocida, medios de fijación, tales como
20 tuercas, pernos, arandelas y similares se proporcionan para sujetar juntas la unidad 100 de célula de combustible y toda la pila de células de combustible.

Todavía haciendo referencia a la Figura 1, las placas 102, 104 de extremo están provistas de una pluralidad de puertos de conexión para el suministro de diversos fluidos. Específicamente, la segunda placa 104 de extremo tiene un primer y un segundo puertos 106, 107 de conexión de aire, primer y segundo puertos 108, 109 de conexión de refrigerante, y primer y segundo puertos 110, 111 de conexión de hidrógeno. Como se entenderá por los expertos en la materia, el MEA 124, el primer y segundo medios 122, 126 de difusión de gas, las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo, la primera y segunda placas 116, 118 del colector de corriente, la primera y segunda placas 112, 114 aislantes, y la primera y segunda placas 102, 104 de extremo tienen tres entradas cerca de un extremo y tres salidas cerca del extremo opuesto de las mismas, que están en alineación para formar canales de fluido para el aire como un oxidante, un refrigerante, e hidrógeno como combustible. Además, no es esencial que todas las salidas se sitúen en un extremo, es decir, pares de flujos podrían ser a contracorriente en lugar de fluir en la misma dirección. Aunque no se muestra, se entenderá que los diversos puertos 106 - 111 se conectan de manera fluida a los conductos que se extienden a lo largo de la longitud de la unidad 100 de célula de combustible y que se forman a partir de aberturas en las placas de campo de flujo individuales, como se detalla a continuación.

35 Se entenderá por los expertos en la materia que el refrigerante podría ser cualquier fluido de intercambio de calor conocido, incluyendo, pero sin limitarse a agua, agua desionizada, aceite, glicol de etileno, y/o propilenglicol. Si bien una variedad de refrigerantes se podría utilizar para las realizaciones específicas descritas en la presente memoria, por simplicidad, todos los fluidos de intercambio de calor son agua desionizada en las realizaciones descritas.

40 Con referencia a continuación a la Figura 2a, esta muestra la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. La placa 120 de campo de flujo del ánodo tiene tres entradas cerca de un extremo de la misma, en concreto, una abertura 136 de entrada de aire del ánodo, una abertura 138 de entrada de refrigerante del ánodo, y una abertura 140 de entrada de hidrógeno del ánodo, en comunicación fluida con el primer puerto 106 de conexión de aire, el primer puerto 108 de conexión de refrigerante, y el primer puerto 110 de conexión de hidrógeno, respectivamente. La placa 120 de campo de flujo del ánodo tiene tres salidas cerca del extremo opuesto, en concreto, una abertura 137 de salida de aire del ánodo, una abertura 139 de salida de refrigerante del ánodo y una
45 abertura 141 de salida de hidrógeno del ánodo, en comunicación de fluido con el segundo puerto 107 de conexión de aire, el segundo puerto 109 de conexión de refrigerante, y el segundo puerto 111 de conexión de hidrógeno, respectivamente.

50 En la Figura 2a, la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo está provista de un campo 132 de flujo de hidrógeno que comprende una pluralidad de canales de caras abiertas. Este campo 132 de flujo conecta de forma fluida la abertura 140 de entrada de hidrógeno del ánodo a la abertura 141 de salida de hidrógeno del ánodo. Sin embargo, el hidrógeno no se hace fluir directamente desde la abertura 140 de entrada hasta el campo 132 de flujo en la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. El flujo de hidrógeno entre el campo 132 de flujo y la entrada 140 y la salida 141, respectivamente, se describirá en más detalle. Como es conocido para los expertos en la materia, cuando el hidrógeno se hace fluir a lo largo de los canales en el campo 132 de flujo, al menos una parte del hidrógeno se difunde a través del primer GDM 122 y reacciona en la capa de catalizador del ánodo del MEA 124 para formar protones y electrones. Los protones migran a través de la membrana 125 hacia la capa de catalizador del cátodo. El hidrógeno sin reaccionar continúa fluyendo a lo largo del campo 132 de flujo, y en última instancia, sale de la placa 120 de campo de flujo del ánodo a través de la salida 141 de hidrógeno del ánodo.

60 Todavía haciendo referencia a la Figura 2a, una junta 200 se proporciona alrededor del campo 132 de flujo y en las diversas entradas y salidas para evitar fugas o mezcla de gases reactivos y refrigerante. La junta, normalmente una

- 5 junta fabricada de materiales elásticos compatibles con el entorno de la célula de combustible, se asienta en una ranura 201 de estanqueidad en la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo, como puede verse en la Figura 2c. La ranura 201 de estanqueidad se forma encerrando completamente el campo 132 de flujo y las entradas y salidas. La ranura 201 de estanqueidad puede formarse utilizando mecanizado, grabado y etc. Como deseable, la ranura puede tener variada profundidad (en la dirección perpendicular al plano de la Figura 2a) y/o anchura (en el plano de la Figura 2a) a diferentes posiciones alrededor de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. De hecho, la junta 200 de estanqueidad separa completamente las aberturas de entrada y salida del campo 132 de flujo en la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. Por lo general, la ranura 201 de estanqueidad y la correspondiente junta tienen una profundidad constante.
- 10 Haciendo referencia a continuación a la Figura 2b, esta muestra la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. En la presente invención, la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo es plana, lisa, y no se proporciona con ningún canal de flujo. Un número de ranuras 180, se proporcionan adyacentes a la abertura 140 de entrada de hidrógeno y la abertura 141 salida de hidrógeno. Estas ranuras penetran en el espesor de la placa 120 de campo de flujo del ánodo, proporcionando de este modo la comunicación de fluido a las caras frontal y posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. No se necesita una junta de estanqueidad o ranura de junta de estanqueidad en la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo de la presente invención. Esta es una mejora sobre los diseños de célula de combustible convencionales mediante la simplificación de la estructura de la placa y la reducción por tanto del coste de fabricación. El sellado se consigue por la junta de estanqueidad en la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo, como se describirá a continuación.
- 15 Haciendo referencia a continuación a la Figura 3a, ésta muestra la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. La placa 130 de campo de flujo del cátodo tiene tres entradas cerca de un extremo de la misma, en concreto una abertura 156 de entrada de aire del cátodo, una abertura 158 de entrada de refrigerante del cátodo, y una abertura 160 de entrada de hidrógeno del cátodo, en comunicación fluida con el primer puerto 106 de conexión de aire, el primer puerto 108 de conexión de refrigerante, y el primer puerto 110 de conexión de hidrógeno, respectivamente. La placa 130 de campo de flujo del cátodo tiene tres salidas cerca del extremo opuesto, en concreto, una abertura 157 de salida de aire del cátodo, una abertura 159 de salida de refrigerante del cátodo, y una abertura 161 de salida de hidrógeno del cátodo, en comunicación de fluido con el segundo puerto 107 de conexión de aire, el segundo puerto 109 de conexión de refrigerante, y el segundo puerto 111 de conexión de hidrógeno, respectivamente.
- 20 En la Figura 3a, la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo se proporciona con un campo 142 de flujo de oxidante (por lo general aire) que comprende una pluralidad de canales de caras abiertas. El campo 142 de flujo conecta de forma fluida la abertura 156 de entrada de aire del cátodo a la abertura 157 de salida de aire del cátodo. Sin embargo, similar al diseño de la placa 120 de campo de flujo del ánodo, el aire no se hace fluir directamente desde la abertura 156 de entrada hasta el campo 142 de flujo en la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Como es conocido por los expertos en la materia, cuando el aire se hace fluir a lo largo de los canales en el campo 142 de flujo, al menos una porción del oxígeno se difunde a través del segundo GDM 126 y reacciona en la capa de catalizador del cátodo con los electrones que vuelven del circuito externo para formar aniones. Los aniones reaccionan a continuación con los protones que han migrado a través del MEA 124 para formar agua líquida y calor. El aire sin reaccionar continúa fluyendo a lo largo del campo 142 de flujo, y en última instancia, sale de la placa de campo de flujo del cátodo 120 a través de la salida de aire del cátodo 157.
- 25 En la placa 120 de campo de flujo del ánodo y en la placa 130 de campo de flujo del cátodo, las diversas entradas 136-141 y salidas 156-161 comprenden aberturas alineadas entre sí para formar seis conductos o canales que se extienden a través de la célula de combustible y, en sus extremos conectados a los respectivos de los puertos 106-111.
- 30 Todavía haciendo referencia a la Figura 3a, una junta 300 se proporciona alrededor del campo 142 de flujo y las diversas aberturas de entrada y salida para evitar fugas o mezcla de gases reactivos y refrigerante. Se apreciará que al igual que el diseño de la placa 120 de campo de flujo del ánodo, la junta, normalmente una junta fabricada de materiales elásticos compatibles con el entorno de las células de combustible, se asienta en una ranura de estanqueidad en la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Por simplicidad, la ranura de estanqueidad no se muestra en la presente memoria. Del mismo modo, la ranura puede tener profundidad y/o anchura variadas en diferentes posiciones alrededor de la placa 130 de campo de flujo del cátodo, según se desee. De hecho, la junta 300 de estanqueidad separa completamente las aberturas de entrada y salida desde el campo 142 de flujo en la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo.
- 35 Haciendo referencia a continuación a la Figura 3b, ésta muestra la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. En la presente invención, la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo está provista de un campo 144 de flujo de refrigerante que comprende una pluralidad de canales de flujo de cara abierta. Similar a las caras frontales de las placas 120 y 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo, una junta 400 se proporciona alrededor del campo 144 de flujo de refrigerante y las diversas aberturas de entrada y de salida. Se puede apreciar que la junta se asienta en una ranura de estanqueidad en la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Para simplificar, la ranura de estanqueidad no se muestra en la presente memoria. Del mismo modo, la ranura puede tener profundidad y/o anchura variadas en diferentes posiciones alrededor de la placa 130 de campo

de flujo del cátodo, según se desee. Sin embargo, si bien que las juntas 200, 300 de estanqueidad separan completamente las aberturas de entrada y salida de los campos 132, 142 de flujo del ánodo y del cátodo en la cara frontal de las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo, la junta 400 de estanqueidad sella solamente completamente las entradas y salidas de hidrógeno y aire del campo 144 de flujo de refrigerante, permitiendo que el agua fluya entre el campo de flujo y las aberturas 158, 159 de entrada y salida de refrigerante.

Este campo 144 de flujo conecta de forma fluida la abertura 158 de entrada de refrigerante del cátodo a la abertura 159 de salida de refrigerante del cátodo. El agua entra en la abertura 158 de entrada de refrigerante del cátodo, se hace fluir a lo largo de los canales en el campo 144 de flujo, y en última instancia sale del campo 144 de flujo de refrigerante a través de la abertura 159 de salida del refrigerante del cátodo. Puesto que la reacción de la célula de combustible es exotérmica y la velocidad de reacción es sensible a la temperatura, el flujo a través del agua quita el calor generado en la reacción de la célula de combustible, evitando que la temperatura de la pila de células de combustible aumente, regulando de este modo la reacción de la célula de combustible en un nivel estable.

Haciendo referencia a continuación a las Figuras 3b a 3d, cada una de las aberturas 156, 157 de entrada y salida de aire tiene una extensión 281 de abertura en la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo hacia el campo 144 de flujo de refrigerante. Un número de ranuras 280 se proporcionan junto a la abertura 156 de entrada de aire y la abertura 157 de salida de aire en la extensión de la abertura. Estas ranuras penetran en el espesor de la placa 130 de campo de flujo del cátodo, de este modo llevan a comunicación de fluido las caras posteriores de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. La extensión 281 de abertura está provistas de un número de salientes 282 que se extienden entre las ranuras 280 hacia la abertura 156 de entrada de aire o la abertura 157 de salida de aire, respectivamente. Como se puede ver mejor en la Figura 3d, los salientes 282 que tienen sustancialmente la misma altura que la junta 400 de estanqueidad, definen un número de canales 284 de flujo y se detienen cerca del borde de la abertura 156 de entrada de aire o la abertura 157 de salida de aire, facilitando de ese modo el flujo de aire entre las ranuras 280 y la abertura 156 de entrada de aire o la abertura 157 de salida de aire. La junta 400 de estanqueidad separa completamente la extensión 281 de abertura, y por tanto las ranuras 280, del campo 144 de flujo de refrigerante y otras aberturas de entrada y salida.

Cada una de la abertura 160 de entrada y la abertura 161 de salida de hidrógeno del cátodo tienen también una extensión 181 de abertura, respectivamente. De manera similar, la extensión 181 de abertura está provista de un número de salientes 182 que se extienden hacia la abertura 160 de entrada y abertura 161 de salida de hidrógeno, respectivamente. Los salientes 182 se fabrican en tales posiciones en la placa 130 de campo de flujo del cátodo que se extienden entre las ranuras 180 de la placa 120 de campo de flujo del ánodo, cuando la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo y la placa 120 de campo de flujo del ánodo se apoyan entre sí; se comprenderá que las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo tienen caras posteriores a tope, y esto significa necesariamente que la placa 120 del ánodo es parte de una célula de combustible y la placa 130 del cátodo es parte de una célula de combustible adyacente. En la Figura 3b, se muestra solo uno de tales salientes 182, que corresponden a las dos ranuras 180 que se muestran en la Figura 2b. Sin embargo, se debe entender que las Figuras solo se utilizan para fines ilustrativos y el número real de salientes 182, 282 y ranuras 180, 280 no son necesariamente los mismos que se muestra en las Figuras. Los salientes 182 tienen sustancialmente la misma altura que la junta 400 de estanqueidad, definen un número de canales 184 de flujo y se detienen cerca del borde de la abertura 160 de entrada de hidrógeno o la abertura 161 de salida de hidrógeno, facilitando de este modo el flujo de hidrógeno entre las ranuras 180 y la abertura 160 de entrada de hidrógeno o la abertura 161 de salida de hidrógeno. La junta 400 de estanqueidad separa completamente la extensión 181 de abertura, y por tanto las ranuras 180, del campo 144 de flujo de refrigerante y otras aberturas de entrada y de salida.

Por supuesto, también es posible proporcionar la extensión 181 de abertura y los salientes 182 sobre la misma adyacente a la abertura 140 de entrada y la abertura 141 de salida de hidrógeno del ánodo en la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. En este caso, la junta 400 en la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo se tiene que configurar de tal manera que encierre la abertura 140 de entrada y la abertura 141 de salida de hidrógeno del ánodo y la extensión 181 de abertura asociada, los salientes 182, así como las ranuras 180.

Como alternativa, es posible que las extensiones de abertura necesarias para un gas se puedan proporcionar en la placa de ese gas. Por lo tanto, las aberturas 140, 141 de entrada y salida de hidrógeno o gas combustible pueden estar provistas de extensiones de abertura en la cara posterior de la placa del ánodo. Correspondientemente, para la placa del cátodo, las aberturas 156, 157 de entrada y salida de oxidante pueden estar provistas de extensiones de abertura en la parte posterior de la misma. En ambos casos, las ranuras apropiadas se pueden proporcionar en cada placa, pasando a través de la placa.

Además, es posible que, para proporcionar un mejor flujo, cada una de las placas 120, 130 del ánodo y del cátodo pueda estar provista de extensiones de abertura, tanto para el flujo de gas combustible como para el flujo de oxidante. En efecto, se proporcionaría a continuación una cámara de extensión, parcialmente en una de las placas y parcialmente en la otra de las placas, que se extiende desde el conducto respectivo, hacia las ranuras que se extienden a través de la cara frontal de una placa. Posiblemente, esta configuración podría ser deseable cuando se reduce el espesor de las placas. Se entenderá que, en esta técnica, es deseable proporcionar una pila de células de combustible con una densidad de potencia tan alta como sea posible, y por esta razón, siempre es deseable hacer que las placas de campo de flujo sean lo más finas posible.

Se entenderá también que la provisión de una cara plana para al menos una de las placas de campo de flujo tiene un número de ventajas. Se simplifica el diseño de la placa de campo de flujo, y se debe simplificar la producción de la misma. Se simplifica adicionalmente en gran medida los medios de estanqueidad y minimiza los requisitos para la alineación exacta de las placas. En efecto, debido a la cara plana, mayores tolerancias en la alineación pueden aceptarse, y las dimensiones de las aberturas de extensión, ranuras, etc., pueden ajustarse en consecuencia, para dar cabida a las tolerancias permitidas.

Cuando la pila 100 de células de combustible se monta, la cara posterior de la placa de campo de flujo del ánodo de una célula se apoya contra la de la placa de campo de flujo del cátodo de una célula adyacente. La junta 400 de estanqueidad en la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo se pone en contacto con la cara posterior lisa de la placa 120 de campo de flujo del ánodo para lograr la estanqueidad entre las dos placas. Por lo tanto, la abertura 160 de entrada, la abertura 161 de salida de hidrógeno y la extensión 181 de abertura de las mismas, respectivamente, definen una cámara con la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. El hidrógeno entra a través del primer puerto 110 de conexión de hidrógeno, se hace fluir a través del conducto formado por las aberturas 140, 160 de hidrógeno del ánodo y del cátodo a lo largo de la pila de células de combustible, y se hace fluir a las cámaras antes mencionadas. A partir de aquí, para cada célula de combustible, el hidrógeno se hace fluir a lo largo de los canales 184 de la extensión 181 de abertura en la placa 130 de campo de flujo del cátodo de una célula de combustible, a través de las ranuras 180 en la placa 120 de campo de flujo del ánodo de una célula de combustible adyacente al campo 132 de flujo de hidrógeno en la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. Este diseño de la alimentación de hidrógeno desde un lado opuesto del campo 132 de flujo se conoce como "alimentación lateral hacia atrás", y es el objeto de una solicitud de patente anterior, la Solicitud de Patente de Estados Unidos n.º. 09/855.018. El patrón de flujo de hidrógeno en el campo 132 de flujo se describirá en detalle a continuación.

De la misma manera, la abertura 156 de entrada de aire, la abertura 157 de salida de aire y la extensión 281 de abertura de las mismas, respectivamente, definen una cámara con la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. El aire entra a través del primer puerto 106 de conexión de aire, se hace fluir a través del conducto formado por las aberturas 136, 156 de aire del ánodo y del cátodo, y se hace fluir a las cámaras antes mencionadas. Desde aquí, el aire se hace fluir a lo largo de los canales 284 de la porción de extensión 281 de abertura en la placa 130 de campo de flujo del cátodo, a través de las ranuras 280 en la placa 130 de campo de flujo del cátodo en el campo 142 de flujo de oxidante sobre la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Una vez más, el oxidante se alimenta también desde el "lado posterior" en la presente invención. El patrón de flujo de aire en el campo 142 de flujo se describirá en detalle a continuación.

Haciendo referencia a continuación, de nuevo, a la Figura 2a, ésta muestra el patrón del campo 132 de flujo de hidrógeno en la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. Como se muestra en la Figura 2a, un número de primeros o canales 170 de distribución de entrada de combustible están en comunicación de fluido con las ranuras 180 adyacente a la entrada 140 de hidrógeno; esencialmente, hay un par de los canales de distribución de entrada en comunicación con cada una de las ranuras 180. Los primeros o canales 170 de flujo de distribución de entrada se extienden sustancialmente de forma transversal a una parte principal o central del campo 132 de flujo en diferentes grados. Para compensar y dar cabida a otros canales 170 de distribución de entrada, algunos de los primeros o canales 170 de distribución tienen una porción 170a corta que se extiende longitudinalmente inmediatamente adyacente a las ranuras 180 adyacente a la abertura 140 de entrada de hidrógeno y tienen después porciones 170b que se extiende transversalmente al campo 132 de flujo como se indica. Después, cada primer o canal 170 de distribución de entrada se divide en una pluralidad de canales 172 de flujo central o primario, separados por una pluralidad de nervaduras 173. Estos canales 172 de flujo primario son rectos y se extienden en relación paralela a lo largo de la longitud del campo 132 de flujo de la abertura 140 de entrada de hidrógeno hacia la abertura 141 de salida de hidrógeno.

A la salida, un número de segundos o canales 171 de flujo de recogida de salida de combustible están en comunicación fluida con las ranuras 180 adyacentes a la abertura 141 de salida de hidrógeno. Correspondientemente, los segundos o canales 171 de recogida de salida de combustible se extienden sustancialmente en sentido transversal del campo 132 de flujo en diferentes grados. Para compensar y dar cabida a otros los canales 171 de recogida de salida de combustible, algunos de los segundos o canales 171 de recogida de salida de combustible tienen una porción 171a corta que se extiende longitudinalmente inmediatamente adyacente a las ranuras 180 adyacentes a la abertura 141 de salida de hidrógeno y tienen después porciones 171b que se extienden transversalmente al campo 132 de flujo. Los segundos o canales 171 de flujo de recogida de salida se colocan en correspondencia con los primeros o canales 170 de flujo de distribución de entrada. La pluralidad de canales 172 primarios divididos de cada primer o canal 170 de flujo de distribución de entrada converge después en un segundo o canal 171 de flujo de recogida de salida correspondiente. Cabe señalar que las porciones 170a, 171a que se extienden longitudinalmente de los primeros y segundos canales 170, 171 de flujo son significativamente más cortas, en comparación con la longitud de los canales 172 primarios. El número de canales 172 primarios que está asociado con cada canal 170, 171 de recogida y distribución puede o no ser el mismo. Además, no es esencial que todos los canales 172 primarios alimentados desde un canal 170 de flujo de distribución de entrada se conecten al mismo canal 171 de recogida de salida, y viceversa. Como se puede desear, la anchura de las nervaduras 173 y/o canales 172 de flujo se puede ajustar para obtener diferentes relaciones de canal a nervadura.

En consecuencia, el hidrógeno se hace fluir por separado de las ranuras 180 adyacente a la abertura 140 de entrada de hidrógeno en los primeros o canales 170 de flujo de distribución de entrada de combustible. A continuación, el flujo de hidrógeno en cada uno de los primeros o canales 170 de flujo de distribución de entrada de combustible se separa adicionalmente en la pluralidad de canales 172 centrales o primarios. El hidrógeno de hace fluir a lo largo de la pluralidad de canales 172 primarios y se recoge después por los segundos o canales 171 de recogida de salida en el extremo opuesto del campo 132 de flujo del ánodo. El consecuencia, el hidrógeno de hace fluir a lo largo de los segundos o canales 171 de flujo de recogida de salida, a través de las ranuras 180 adyacentes a la abertura 141 salida de hidrógeno hasta la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. Como se ha mencionado anteriormente, la salida 161 de hidrógeno del cátodo y su porción 181 de extensión definen una cámara con la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. Por lo tanto, el hidrógeno entra en la cámara, se hace fluir a través del conducto formado por los las aberturas 141 y 161 de salida de hidrógeno del ánodo y del cátodo a lo largo de la pila de células de combustible, y sale de la pila de células de combustible a través del segundo puerto 111 de conexión de hidrógeno. La división del flujo de hidrógeno en los primeros o canales 170 de distribución de entrada y después en la pluralidad de canales 172 primarios, con la recogida correspondiente a la salida, mejora la distribución del gas de hidrógeno y consigue una disipación de hidrógeno más uniforme a través del GDM, reduciendo de ese modo el diferencial de presión transversal a través del campo de flujo y mejorando la eficacia de la célula de combustible.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 3a, ésta muestra el patrón del campo 142 de flujo de oxidante en la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo, y un esquema general similar se utiliza para el campo de flujo de oxidante. Aquí, el oxidante es aire ambiente (adecuadamente filtrado, humectado y tratado de otro modo). Puesto que el oxígeno comprende solo aproximadamente el 20% de aire, se requiere un flujo de mucho mayor volumen y la masa. Por esta razón, la entrada 156 y salida 157 de aire son más grandes y están provistas de tres ranuras 280. Como se muestra en la Figura 3a, un número de terceros o canales 186 de distribución de entrada de oxidante están en comunicación fluida con las ranuras 280 adyacentes a la abertura 156 de entrada de aire. Los terceros o canales 186 de distribución de entrada se extienden sustancialmente de forma transversal hasta una porción principal o central del campo 142 de flujo en diferentes grados. Para compensar y dar cabida a otros de los canales 186 de distribución de entrada, algunos de los canales 186 de distribución de entrada tienen una porción 186a corta que se extiende longitudinalmente inmediatamente adyacente a las ranuras 280 adyacentes a la abertura 156 de entrada de aire y tienen después porciones 186b que se extiende transversalmente al campo 142 de flujo. A continuación, cada tercer canal 186 de distribución de entrada se divide en una pluralidad de canales 188 centrales o primarios, separados por una pluralidad de nervaduras 189. Estos canales 188 primarios son rectos y se extienden en relación paralela a lo largo de la longitud del campo 142 de flujo desde la abertura 156 de entrada de aire hacia la abertura 157 de salida de aire.

A la salida, un número de cuartos o canales 187 de recogida de salida de oxidante están en comunicación fluida con las ranuras 280 adyacentes a la abertura 157 de salida de aire. En consecuencia, los cuartos o canales 187 de recogida de salida se extienden sustancialmente en sentido transversal del campo 142 de flujo en diferentes grados. Para compensar y dar cabida a otros de los canales 187 de recogida de salida, algunos de los cuartos o canales 187 de flujo de recogida de salida tienen una porción corta 187a que se extiende longitudinalmente inmediatamente adyacente a las ranuras 280 adyacentes a la abertura 157 de salida de aire y tienen después porciones 187b que se extienden transversalmente al campo 142 de flujo. Los cuartos o canales 187 de recogida de salida se sitúan en correspondencia con los terceros o canales 186 de flujo de distribución de entrada. La pluralidad de canales 188 primarios divididos de cada tercer o canal 186 de distribución de entrada convergen, a continuación, en un cuarto o canal 187 de recogida de salida correspondiente. Cabe señalar que las porciones que se extienden longitudinalmente desde los canales 186, 187 de distribución de entrada y de recogida de salida son significativamente más cortas, en comparación con la longitud de los canales 188 primarios. El número de canales 188 primarios asociado con cada canal 186, 187 de distribución de entrada y de recogida de salida puede o no pueden ser igual. Como se puede desear, la anchura de las nervaduras 189 y/o canales 188 de flujo se puede ajustar para obtener diferentes relaciones de canales a nervaduras. Del mismo modo, para el campo de flujo de combustible o hidrógeno, no es esencial que todos los canales 188 primarios alimentados desde un canal 186 de distribución de entrada se conecten al mismo canal 187 de recogida de salida, y viceversa.

En consecuencia, el aire se hace fluir por separado desde las ranuras 280 adyacente a la abertura 156 de entrada de aire en los terceros o canales 186 de distribución de entrada de aire. A continuación, el flujo de aire en cada uno de los terceros o canales 186 de distribución de entrada de aire se separa adicionalmente en la pluralidad de canales 188 centrales o primarios. El aire se hace fluir a lo largo de la pluralidad de canales 188 primarios y se recoge por los cuartos o canales 187 de recogida de salida en el extremo opuesto del campo 142 de flujo del cátodo. En consecuencia, el aire se hace fluir a lo largo de los cuartos o canales 187 de recogida de salida, a través de las ranuras 280 adyacentes a la salida 157 de aire hasta la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Como se ha mencionado anteriormente, la abertura 157 de salida de aire del cátodo y su extensión 281 de abertura definen una cámara con la cara posterior de la placa 120 de campo de flujo del ánodo. Por lo tanto, el aire entra en la cámara, se hace fluir a través del conducto formado por las aberturas 137 y 157 de entrada de aire del ánodo y del cátodo a lo largo de la pila de células de combustible, y sale del combustible pila de células a través del segundo puerto 107 de conexión de aire. La división del flujo de aire en los terceros o canales 186 de distribución de entrada y luego en la pluralidad de canales 188 de flujo primario, con la recogida correspondiente a la salida, mejora la

distribución del aire y alcanza una disipación de aire más uniforme a través del GDM, reduciendo de ese modo el diferencial de presión transversalmente a través del campo de flujo y mejorando la eficacia de la célula de combustible.

5 Haciendo referencia a continuación a la Figura 3b, ésta muestra el patrón del campo 144 de flujo de refrigerante en la cara posterior de la placa 130 de campo de flujo del cátodo. Como se muestra en la Figura 3b, una serie de quintos o canales 190 de distribución de entrada de refrigerante están en comunicación de fluido con la abertura 158 de entrada de refrigerante. Los quintos o canales 190 de distribución de entrada tienen porciones 190a que se extienden longitudinalmente desde la abertura 158 de entrada de refrigerante y tienen después porciones 190b que se extienden sustancialmente de forma transversal al campo 144 de flujo, en diferentes grados. Los quintos o canales 190 de distribución de entrada tienen longitudes variadas en sus porciones 190a que se extienden longitudinalmente para adaptarse a la longitud del campo 144 de flujo y otros de los canales 190 de distribución de entrada. A continuación, cada quinto o canal 190 de distribución de entrada se divide en una pluralidad de canales 192 primarios, separados por una pluralidad de nervaduras 193. Estos canales 192 primarios son rectos y se extienden en relación paralela a lo largo de la longitud del campo 144 de flujo desde la abertura 158 de entrada de refrigerante hacia la abertura 159 de salida de refrigerante.

Un número de sextos o canales 191 de recogida de salida de refrigerante están en comunicación fluida con la abertura 159 de salida de refrigerante. Los sextos o canales 191 de recogida de salida tienen porciones 191a que se extienden longitudinalmente desde la salida 159 de refrigerante y tienen después porciones 191b que se extienden sustancialmente transversalmente al campo 144 de flujo, en diferentes grados. Los sextos o canales 191 de recogida de salida tienen longitudes variadas en sus porciones 191a que se extienden longitudinalmente para adaptarse a la longitud del campo 144 de flujo y otros de los canales 191 de flujo de recogida de salida de refrigerante. Los sextos o canales 191 de salida de refrigerante se sitúan en correspondencia con los quintos o canales 190 de distribución de entrada. La pluralidad de canales 192 divididos de cada quinto o canal 190 de distribución de entrada converge entonces en el sexto o canal 191 de recogida de salida. Cabe señalar las porciones 190a, 191a que se extienden longitudinalmente correspondientes una de los quintos y sextos canales 190, 191 de flujo son significativamente más cortas en comparación con la longitud de los canales 192 de flujo. El número de canales 192 de flujo que está separado de cada quinto o canal 190 de distribución de entrada puede o no igual. Una vez más, no es esencial que todos los canales de flujo divididos desde un canal 190 de distribución de entrada tengan que conectarse a un canal 191 de recogida de salida, y viceversa. Como se puede desear, la anchura de las nervaduras 193 y/o canales 192 de flujo se puede ajustar para obtener diferentes relaciones de canales a nervaduras.

En consecuencia, el refrigerante entra desde un primer puerto 108 de conexión de refrigerante y se hace fluir a través del conducto formado por las aberturas 138 y 158 de entrada de refrigerante del ánodo y del cátodo hasta la abertura 158 de entrada de refrigerante del cátodo. Desde aquí, el refrigerante se hace fluir por separado de la abertura 158 de entrada de líquido refrigerante en los quintos o canales 190 de distribución de entrada de refrigerante. A continuación, el flujo de refrigerante en cada uno de los quintos canales 190 se separa adicionalmente en una pluralidad de canales 192 primarios. El refrigerante se hace fluir a lo largo de la pluralidad de canales 192 primarios y se recoge después en un número de los sextos o canales 191 de recogida de salida en el extremo opuesto del campo 144 de flujo de refrigerante. En consecuencia, el refrigerante se hace fluir a lo largo de los sextos o canales 191 flujo de recogida de salida hasta la abertura 159 de salida de refrigerante. A partir de aquí, el refrigerante se hace fluir a través del conducto formado por las aberturas 139 y 159 de salida de refrigerante del ánodo y del cátodo a lo largo de la pila de células de combustible, y sale de la pila de células de combustible a través del segundo puerto 109 de conexión de refrigerante. La división del flujo de refrigerante de los quintos o canales 190 de flujo distribución de entrada en la pluralidad de canales 192 centrales o primarios mejora la distribución del refrigerante y alcanza una transferencia de calor más uniforme y eficaz a través del campo de flujo.

En la presente invención, el campo 132 de flujo del ánodo, el campo 142 de flujo del cátodo y/o el campo 144 de flujo de refrigerante emplean un concepto de dividir los canales en un número de grupos. Este concepto ofrece la distribución del fluido más uniforme a través del campo de flujo sin aumentar la complejidad del diseño del campo de flujo. La presente invención permite también la utilización de canales de flujo rectos, lo que ofrece algunas ventajas inherentes sobre los canales de flujo tortuosos.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 3e, ésta muestra la vista ampliada de los canales 186a y 186b de distribución de entrada de oxidante en la cara frontal de una placa 130 de campo de flujo del cátodo. En este ejemplo particular, cada canal 186b de distribución de entrada se divide en cinco canales 188 primarios, separados por cuatro nervaduras 189. A lo largo de la dirección longitudinal de los canales 188 primarios, es decir, la dirección del campo 142 de flujo; cada canal 188 primario parte de una posición separada del canal 186b de distribución de entrada que se extiende transversalmente al campo 142 de flujo. En este ejemplo, los comienzos de todos los canales 188 primarios, tal como se establece por las nervaduras 189, se separan de los canales 186b de distribución de entrada a sustancialmente la misma distancia D. Se debe entenderse que esto no es necesario y, por lo tanto, cada canal primario puede partir desde una posición diferente con respecto a los canales 186b de distribución de entrada. En este ejemplo, la distancia D entre los canales 186b de distribución de entrada y el comienzo de los canales 188 primarios es preferentemente de 1,5 - 2 veces la anchura de los canales 188 primarios para crear una mejor distribución de flujo y reducir al mínimo la caída de presión; esta distancia D podría ser mayor dependiendo de

la anchura de los canales de distribución de entrada. La anchura de los canales 186a, 186b de distribución de entrada es preferentemente de 1 - 1,5 veces la de los canales 188 primarios.

Se debe entender que en la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo, el comienzo de los canales 172 primarios se separa también de los canales 170b de distribución de entrada de combustible a una distancia. La distancia es preferentemente 1,5 - 2 veces el ancho de los canales 172 primarios. Además, los extremos opuestos de los canales 172 primarios se separan también de los canales 171b de recogida de salida de combustible y la distancia es preferentemente 1,5 - 2 veces la anchura de los canales 172 primarios. Del mismo modo, los extremos opuestos de los canales 188 primarios se separan también de los canales 187b de recogida de salida de oxidante y la distancia es preferentemente 1,5 - 2 veces la anchura de los canales 188 primarios.

Como se muestra en la Figura 3e, en cada junta de los canales 186a y 186b de distribución de entrada, se proporciona un ristrele 186c para facilitar el flujo de gas oxidante y reducir la perturbación. Del mismo modo, un ristrele 186d se proporciona en el conjunto de un canal 188 primario y un canal 186b de distribución de entrada. Los ristreles 186c y 186d ayudan a crear un patrón de flujo menos turbulento y por lo tanto reducir la presión a través del campo 142 de flujo. Los ristreles 186c tienen preferentemente un radio de 0,03125 pulgadas o 0,79 mm y los ristreles 186d tienen preferentemente un radio de 1/64 de pulgada o 0,395 mm. Se puede apreciar que los ristreles se pueden proporcionar también en los canales 170 de distribución de entrada de combustible y en los canales 171 de recogida de salida de combustible en la cara frontal de la placa 120 de campo de flujo del ánodo, así como el canales 187 de recogida de salida de oxidante en la cara frontal de la placa 130 de campo de flujo del cátodo.

En lo anterior, los canales para el gas combustible, oxidante y refrigerante han sido designados como "primarios", en el sentido de que tales canales estar generalmente en el centro de la placa y comprenderán por lo general la mayor parte de los canales presentes. Los canales primarios se seleccionan para proporcionar la distribución de combustible uniforme a través de la cara apropiada, e idealmente se extenderán sobre toda el área del campo de flujo. En la práctica, para proporcionar las funciones del colector de entrada y salida, es necesario para proporcionar los canales de distribución de entrada y de recogida de salida.

También se entenderá que, la configuración de los canales de distribución de entrada y de recogida de salida, proporciona una estructura ramificada donde el flujo de gas pasa primero a lo largo de un canal (el canal de distribución de entrada) y luego se ramifica en un número de canales más pequeños (los canales primarios). Esta estructura podría incluir más niveles de subdivisión. Por ejemplo, el canal de distribución de entrada podría conectarse a un número de canales de distribución secundarios, cada uno de los que podría a su vez conectarse a un número de los canales primarios. Correspondientemente, en la salida, se proporcionarían entonces los canales de recogida secundarios que recogen gas de un número de los canales primarios, y estos canales de recogida secundarios estarían, a su vez, conectados a un único canal de recogida de salida.

Haciendo referencia a continuación a las Figuras 4a y 4b, éstas muestran vistas en sección de una célula de combustible de la presente invención y una célula de combustible de diseño convencional. Puesto que la presente invención emplea canales de flujo sustancialmente rectos, es posible fabricar las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo de tal manera que una parte sustancial de las nervaduras 173, 189 en las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo están en alineación, es decir, las nervaduras 173 en la placa 120 de campo de flujo del ánodo se presionan contra las nervaduras 189 en la placa 130 de campo de flujo del cátodo con el MEA 124 intercalado en el medio. Como se muestra en las Figuras 2a y 3a, en la presente invención, las porciones centrales de las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo consisten en canales 172, 188 de flujo sustancialmente rectos y las nervaduras 173, 189, a excepción de porción de ramificación de los campos de flujo en los extremos. Por lo tanto, mediante el ajuste de la anchura de los canales y las nervaduras, la relación canal a nervadura, o el número de canales transversales de la placa de campo de flujo, de las nervaduras en ambas placas se pueden hacer coincidir en estas porciones centrales.

La coincidencia de las nervaduras de las placas 120, 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo proporciona una serie de ventajas sobre el diseño no coincidente convencional. Experimentos de comparación que se ejecutan respectivamente en una célula de combustible que emplea placas de campo de flujo no coincidentes convencionales y una célula de combustible que emplea el campo de flujo de acuerdo con la presente invención han demostrado que en las pilas de células de combustible convencionales, el GDM y MEA están más comprimidos y sobrecargados debido a los efectos de cizallamiento de las nervaduras no coincidentes. Por otro lado, no se observó ningún daño en el GDM ni el MEA en la pila de células de combustible que empleó la presente diseño de campo de flujo. Además, el rendimiento de la célula de combustible y la eficacia se mejoran también.

La Figura 5 muestra la comparación de las curvas de polarización de las dos pilas de células de combustible. Las curvas en este gráfico indican la relación entre la tensión de la célula y la densidad de corriente. La curva 501 representa la curva de polarización de la célula de combustible de acuerdo con la presente invención, en la que las nervaduras en las placas de campo de flujo del ánodo y del cátodo coinciden entre sí al menos en las porciones centrales, como en la Figura 4a. Todas las tres pilas de células de combustible tienen 100 células en la pila. Las curvas 502 y 503 representan el rendimiento de dos pilas de células de combustible en las que se utilizan diferentes GDM y nervaduras de las placas de campo de flujo del ánodo y del cátodo no coincidentes, es decir, en las porciones centrales se compensan como en la Figura 4b. Como puede verse, aunque la tensión de la célula

disminuye al aumentar la densidad de corriente en los tres casos, para cualquier densidad de corriente dada, la tensión de la célula de la presente pila de células de combustible es mayor que las de las otras dos pilas, lo que indica un mejor rendimiento.

- 5 En la presente invención, las placas 120 y 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo tienen el mismo patrón y la misma relación canal a nervadura. Preferentemente, la relación canal a nervadura es 1,5:1. Sin embargo, se debe señalar que un problema puede aumentar cuando las nervaduras en las placas 120 y 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo coinciden entre sí, es decir, se oponen directamente entre sí. A partir de la ecuación de la reacción de la célula de combustible, se debe entender que la relación estequiométrica de hidrógeno a oxígeno es de 1:2. En la operación práctica, tanto el combustible como los gases oxidantes se suministran a la pila de células de combustible a una tasa de exceso de flujo con respecto a la tasa de consumo de reactivos, y por tanto la potencia de salida de una pila de células de combustible para asegurar que la pila de células de combustible tenga suficientes reactivos. Esto requiere hacer fluir más gas oxidante a través del campo 142 de flujo del cátodo que la cantidad de gas combustible que se hace fluir a través del campo 132 de flujo del ánodo. Convencionalmente, esto se consigue normalmente mediante la ampliación de la anchura de los canales de flujo del cátodo para proporcionar áreas más activas. En esta realización, puesto que un patrón de campo de flujo y la relación canal a nervadura son iguales en ambas placas 120 y 130 de campo de flujo, este requisito solo puede cumplirse mediante el aumento de la profundidad de los canales de flujo del cátodo para permitir que una cantidad suficiente de aire se disipe al MEA 124 a través del GDM 126. La relación de la profundidad del canal en las placas 120 y 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo varía de acuerdo con el combustible y el oxidante real utilizados en la reacción de la célula de combustible. Cuando se utiliza hidrógeno puro y aire, que comprende aproximadamente el 20 % de oxígeno como gases reactivos, la relación de la profundidad del canal en las placas 120 y 130 de campo de flujo del ánodo y del cátodo es preferentemente 2 - 3:1. Más preferentemente, la relación es de 3:1. Si el hidrógeno se deriva del reformador significa que solo el 40 % del gas combustible es hidrógeno puro, la proporción es preferentemente de 1,5 - 2:1. La invención se refiere a la optimización de las placas de campo de flujo para células de combustible. Se debe apreciar que la forma de las placas de campo de flujo y la pila de células de combustible de la presente invención no se limitan a las descritas en la descripción anterior, por ejemplo, no son necesariamente de forma rectangular, como se describe aquí. Además, los materiales elegidos de las placas de campo de flujo, el MEA y del medio de difusión de gas son el tema de la tecnología de células de combustible convencional, y por sí mismos, no forman parte de la presente invención.
- 30 Si bien la descripción anterior constituye las realizaciones preferidas, se apreciará que la presente invención es susceptible a modificaciones y cambios sin apartarse del justo significado del alcance apropiado de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, la presente invención podría tener aplicabilidad en otros tipos de células de combustible que emplean hidrógeno puro como combustible, que incluyen pero no se limitan a, carbonato fundido, alcalino y ácido fosfórico. Además, el número y disposición de los componentes en el sistema pueden variarse, pero están comprendidos dentro del alcance de las reivindicaciones.
- 35

REIVINDICACIONES

1. Una placa (120, 130) de campo de flujo del cátodo o del ánodo, para su uso en una célula de combustible, siendo la placa (120, 130) de campo de flujo generalmente plana y teniendo caras frontal y posterior, en la que la placa (120, 130) de campo de flujo incluye al menos una primera abertura (136, 140, 156, 160) de entrada de gas y al menos una primera abertura (137, 141, 157, 161) de salida de gas, y en la que sobre la cara frontal de la placa (120, 130) de campo de flujo se proporciona una pluralidad de canales (170, 186) de distribución de entrada en comunicación con la primera entrada de gas, una pluralidad de canales (171, 187) de recogida de salida en comunicación con la primera salida de gas y una pluralidad de canales (172, 188) primarios que se extienden entre los canales de distribución de gas y dichos canales (171, 187) de recogida de salida, en la que cada uno de los canales de flujo de distribución (170, 186) de entrada de gas y de recogida (171, 187) de salida de gas se conecta a una pluralidad de los canales (172, 188) primarios, y en la que la placa (120, 130) de campo de flujo incluye, en al menos una de las aberturas, una extensión (181, 281) de abertura que se extiende en el lado posterior de la placa (120, 130) de campo de flujo, y para cada extensión (181, 281) de abertura al menos una ranura asociada con la misma y que se extiende a través de la placa (120, 130) de campo de flujo desde el lado posterior hasta el lado frontal de la misma, para proporcionar comunicación entre la extensión (181, 281) de abertura correspondiente y uno correspondiente de dicha pluralidad de canales (170, 186) de distribución de entrada o dicha pluralidad de canales (171, 187) de recogida de salida, y que comprende además al menos uno de:
- a) una pluralidad de primeras aberturas (136, 140, 156, 160) de entrada de gas y una pluralidad de primeras aberturas (137, 141, 157, 161) de salida de gas,
 - b) en la que en la placa (120, 130) de campo de flujo, a lo largo de la dirección longitudinal de los canales (172, 188) primarios, cada uno de la pluralidad de canales (172, 188) primarios, en relación con el canal (170, 186) de distribución de entrada correspondiente y el canal (171, 187) de recogida de salida correspondiente tiene un extremo del mismo separado a una distancia de dicho canal (170, 186) de distribución de entrada, y el otro extremo del mismo separado a la misma distancia de dicho canal (171, 187) de distribución de salida, y en la que la relación de la distancia con respecto a la anchura de los canales (172, 188) primarios se encuentra en el intervalo de 1,5 -2 o más, y
 - c) en la que los canales (170, 186) de distribución de entrada y los canales de distribución de salida tienen ristreles.
2. Una placa (120, 130) de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los canales (172, 188) primarios se extienden generalmente paralelos entre sí, y en la que los canales (171, 187) de distribución de entrada de gas y de recogida de salida de gas se extienden generalmente perpendiculares a los mismos.
3. Una placa (120, 130) de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que incluye al menos una segunda abertura (136, 140, 156, 160) de entrada de gas y al menos una segunda abertura (137, 141, 157, 161) de salida de gas.
4. Una placa (120, 130) de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 3, en la que cada una de las segundas aberturas de entrada y salida de gas incluye una extensión de abertura, complementaria con otra placa (120, 130) de campo de flujo que incluye ranuras a través de la misma para la alimentación del segundo gas a través de dicha otra placa (120, 130) de campo de flujo hasta una cara frontal de la misma.
5. Una placa (120, 130) de campo de flujo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que cada una de las primeras aberturas de entrada y salida de gas incluye una extensión (181, 281) de abertura y asociada a la misma al menos una ranura para alimentar gas a través de la placa (120, 130) de campo de flujo hasta los canales (170, 186) de distribución de entrada y de vuelta desde los canales (171, 187) de recogida de salida.
6. Una placa (120, 130) de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 5, en la que cada ranura asociada con cada primera abertura (136, 140, 156, 160) de entrada de gas se conecta, en la cara frontal, a dos canales (170, 186) de distribución de entrada de gas, y cada ranura asociada con la primera abertura (137, 141, 157, 161) de salida de gas se conecta a dos canales (171, 187) de recogida de salida de gas.
7. Una placa (120, 130) de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, que incluye superficies de estanqueidad en los lados frontal y posterior, para formar una junta con elementos adyacentes de la célula de combustible, en la que la superficie de estanqueidad en el lado frontal de la placa (120, 130) de campo de flujo incluye, para cada primera abertura de entrada y salida de gas, una primera porción de superficie de estanqueidad que encierra la abertura correspondiente y separa las ranuras asociadas de la primeras aberturas de entrada y salida de gas y en el lado posterior de la misma, una segunda porción de superficie de estanqueidad que encierra juntos cada uno de las primeras aberturas de entrada y salida de gas y dicha al menos una ranura asociada a las mismas.
8. Una placa (120, 130) de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 7, en la que cada extensión (181, 281) de abertura está provista de una pluralidad de salientes, que definen canales de flujo que se extienden desde las aberturas hasta las ranuras asociadas con las mismas.

9. Una pila (100) de células de combustible que comprende una pluralidad de células de combustible, comprendiendo cada célula de combustible una placa (120) de campo de flujo del ánodo formada como una placa de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 1, una placa (130) de campo de flujo del cátodo formada como una placa de campo de flujo de acuerdo con la reivindicación 1 y un conjunto (124) de electrodos de membrana dispuesto entre las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo, en la que la placa (120) de campo de flujo del ánodo incluye una pluralidad de canales (172) primarios del ánodo y una pluralidad de nervaduras que separan los canales (172) primarios del ánodo, en la que la placa (130) de campo de flujo del cátodo incluye una pluralidad de canales (188) primarios del cátodo y una pluralidad de nervaduras que separan los canales (188) primarios del cátodo, y en la que al menos una parte de los canales (172) primarios del ánodo y los canales (188) primarios del cátodo se disponen directamente uno enfrente de otro con el conjunto (124) de electrodos de membrana entre medias y con al menos algunas de las nervaduras de la placa (120) de campo de flujo del ánodo coincidiendo con las nervaduras en la placa (130) de campo de flujo del cátodo y estando situadas una directamente enfrente de la otra para intercalar el conjunto (124) de electrodos de membrana entre medias.
10. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 9, en la que cada una de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo tiene la porción de canales coincidentes proporcionada generalmente en el centro.
11. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 10, en la que cada una de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo incluye una abertura de entrada de combustible alineada con otras aberturas de entrada de combustible para formar un conducto de entrada de combustible, una abertura de entrada de oxidante alineada con otras aberturas de entrada de oxidante para formar un conducto de entrada de oxidante, una abertura de entrada de refrigerante alineada con otras aberturas de entrada de refrigerante para formar un conducto de entrada de refrigerante, una abertura de salida de combustible para el combustible alineada con otras aberturas de salida de combustible para formar un conducto de salida de combustible, una abertura de salida de oxidante alineada con otras aberturas de salida de oxidante para formar un conducto de salida de oxidante y una abertura de salida de refrigerante alineada con otras aberturas de salida de refrigerante para formar un conducto de salida de refrigerante, y en la que, para cada célula de combustible, la placa (120) de campo de flujo del ánodo incluye al menos un canal (170) de distribución de entrada de combustible que conecta el conducto de entrada de combustible a los canales (172) primarios del ánodo y al menos un canal (171) de recogida de salida de combustible que conecta los canales (172) primarios del ánodo al conducto de salida de combustible.
12. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 10, en la que cada una de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo incluye una abertura de entrada de combustible alineada con otras aberturas de entrada de combustible para formar un conducto de entrada de combustible, una abertura de entrada de oxidante alineada con otras aberturas de entrada de oxidante para formar un conducto de entrada de oxidante, una abertura de entrada de refrigerante alineada con otras aberturas de entrada de refrigerante para formar un conducto de entrada de refrigerante, una abertura de salida de combustible para el combustible alineada con otras aberturas de salida de combustible para formar un conducto de salida de combustible, una abertura de salida de oxidante alineada con otras aberturas de salida de oxidante para formar un conducto de salida de oxidante y una abertura de salida de refrigerante alineada con otras aberturas de salida de refrigerante para formar un conducto de salida de refrigerante, y en la que, para cada célula de combustible, la placa (130) de campo de flujo del cátodo incluye al menos un canal (186) de distribución de entrada de oxidante que conecta el conducto de entrada de oxidante a los canales (188) primarios del cátodo y al menos un canal (187) de recogida de salida de oxidante que conecta los canales (188) primarios del cátodo al conducto de salida de oxidante.
13. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 11, en la que, para cada célula de combustible, la placa (130) de campo de flujo del cátodo incluye al menos un canal (186) de distribución de entrada de oxidante que conecta el conducto de entrada de oxidante a los canales (188) primarios del cátodo, y al menos un canal (187) de recogida de salida de oxidante que conecta los canales (188) primarios del cátodo al conducto de salida de oxidante.
14. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en la que, para cada una de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo, se proporcionan las aberturas de entrada y de salida de combustible en extremos opuestos de la placa y las aberturas de entrada y de salida de oxidante se proporcionan en extremos opuestos de la placa, en la que, para cada placa (120) de campo de flujo del ánodo, los canales (172) primarios del ánodo se extienden sustancialmente paralelos entre sí en una dirección desde la abertura de entrada de combustible hacia la abertura de salida de combustible, en la que, para cada placa (130) de campo de flujo del cátodo, los canales (188) primarios del cátodo se extienden sustancialmente paralelos entre sí en una dirección desde la abertura de entrada de oxidante hasta la abertura de salida de oxidante, y en la que, para cada placa (120) de campo de flujo del ánodo, los canales de distribución (170) de entrada y de recogida (171) de salida de combustible se extienden de forma sustancialmente perpendicular a los canales (172) primarios del ánodo, y, para cada placa (130) de campo de flujo del cátodo, los canales de distribución (186) de entrada y de recogida (187) de salida de oxidante se extienden de forma sustancialmente perpendicular a los canales (188) primarios del cátodo.

- 5 15. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, que incluye, en al menos una de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo, una disposición para la alimentación de reactante desde la parte posterior de la misma hasta la cara frontal que incluye los canales (172, 188) primarios, incluyendo dicha disposición ranuras que se extienden a través de la placa (120, 130) de campo de flujo respectiva.
16. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 15, que incluye, para cada célula de combustible, una disposición para la alimentación de flujo de gas desde la parte posterior de cada una de las placas (120, 130) de campo de flujo del cátodo y del ánodo hasta la cara frontal cara de la misma.
- 10 17. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 16, en la que dicha disposición para la alimentación de flujo de gas desde la parte posterior de cada una de las placas (120, 130) de campo de flujo del cátodo y del ánodo hasta la cara frontal de la misma comprende, para cada placa (120) de campo de flujo del ánodo, al menos una ranura de entrada entre el conducto de entrada de combustible y cada canal (170) de distribución de entrada de combustible y al menos una ranura de salida entre cada canal (171) de recogida de salida de combustible y el conducto de salida de combustible y, para cada placa (130) de campo de flujo del cátodo, al menos una ranura de entrada entre el conducto de entrada de oxidante y cada canal (186) de distribución de oxidante y al menos una ranura de salida entre cada canal (187) de recogida de salida de oxidante y el conducto de salida de oxidante.
- 15 18. Una célula de combustible de acuerdo con la reivindicación 17, en la que, para cada célula de combustible, la placa (120) de campo de flujo del ánodo incluye dicha al menos una ranura de entrada de la misma adyacente al conducto de entrada de combustible y dicha al menos una ranura de salida de la misma adyacente al combustible conducto de salida, y la placa (130) de campo de flujo del cátodo incluye dicha al menos una ranura de entrada de la misma adyacente al conducto de entrada de oxidante y dicha al menos una ranura de salida de la misma adyacente al conducto de salida de oxidante.
- 20 19. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 18, que incluye en la parte posterior de al menos una de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo, una primera extensión (181, 281) de abertura entre el conducto de entrada de combustible y dicha al menos una ranura de entrada de combustible de las placas (120) de campo de flujo del ánodo, una segunda extensión (181, 281) de abertura entre el conducto de salida de combustible y dicha al menos una ranura de salida de las placas (120) de campo de flujo del ánodo, una tercera extensión (181, 281) de abertura entre el conducto de entrada de oxidante y dicha al menos una ranura de entrada de las placas (130) de campo de flujo del cátodo, y una cuarta extensión (181, 281) de abertura entre el conducto de salida de oxidante y dicha al menos una ranura de salida de las placas (130) de campo de flujo del cátodo.
- 25 30 20. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 19, en la que todas las extensiones de abertura se disponen en una de las caras posteriores de las placas (120) de campo de flujo del ánodo y las caras posteriores de las placas (130) de campo de flujo del cátodo, y en la que las otras caras posteriores de las placas (120) de campo de flujo del ánodo y las placas (130) de campo de flujo del cátodo son sustancialmente lisas.
- 35 21. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 20, en la que, para cada célula de combustible, una de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo mencionada incluye una pluralidad de canales de refrigerante que se extienden entre el conducto de entrada de refrigerante y el conducto de salida de refrigerante.
- 40 22. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 21, en la que la pluralidad de canales de refrigerante comprende los canales (190) de distribución de entrada de refrigerante que se extienden desde el conducto de entrada de refrigerante, una pluralidad de canales (191) de recogida de salida de refrigerante conectados al conducto de salida de refrigerante y una pluralidad de canales de refrigerante primarios conectados entre los canales de distribución (190) de entrada y de recogida (191) de salida de refrigerante, estando cada canal (190) de distribución de entrada de refrigerante y cada canal (191) de recogida de salida de refrigerante conectados a una pluralidad de canales de refrigerante primarios.
- 45 23. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 20, 21 o 22, en la que cada cara posterior de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo, incluyendo las extensiones de abertura incluye, para cada extensión de abertura, una junta que encierra cada extensión de abertura, cada ranura asociada con la misma y el conducto asociado con la misma, y las caras frontales de las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo incluye juntas alrededor de cada una de las aberturas y con exclusión de las ranuras.
- 50 24. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-23, en la que los canales (172, 188) primarios de al menos de cada placa (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo tienen sustancialmente las mismas dimensiones.
- 55 25. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 24, en la que las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo son idénticas, por lo que solamente se proporciona un solo tipo de placa (120, 130) de campo de flujo.

26. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 19-25, en la que las placas (120, 130) de campo de flujo del ánodo y del cátodo tienen canales (172, 188) primarios provistos de diferentes características de flujo.
- 5 27. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 26, en la que las secciones transversales de flujo de los canales (172) primarios de la placa (120) de campo de flujo del ánodo son diferentes de la sección transversal de flujo de los canales primarios (188) de la placa (130) de campo de flujo del cátodo.
- 10 28. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 27, en la que, para al menos una de las placas (120) de campo de flujo del ánodo y de las placas (130) de campo de flujo del cátodo, la relación de la anchura de los canales (172, 188) primarios con respecto a la anchura de las nervaduras es 1,5:1.
29. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 28, en la que la relación de la profundidad de los canales (188) primarios del cátodo con respecto a la profundidad de los canales (172) primarios del ánodo se encuentra en el intervalo de 1,5-3:1.
- 15 30. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 29, en la que la relación de la profundidad de los canales (188) primarios del cátodo con respecto a la profundidad de los canales (172) primarios del ánodo se encuentra en el intervalo de 2-3:1.
31. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 29, en la que la relación de la profundidad de los canales (188) primarios del cátodo con respecto a la profundidad de los canales (172) primarios del ánodo se encuentra en el intervalo de 1,5-2:1.
- 20 32. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 29, en la que la relación de la profundidad de los canales (188) primarios del cátodo con respecto a la profundidad de los canales (172) primarios del ánodo es de 3:1.
- 25 33. Una pila (100) de células de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 32, en la que, para al menos una de las placas (120) de campo de flujo del ánodo y de las placas (130) de campo de flujo del cátodo, los canales (170, 186) de distribución y los canales (171, 187) de recogida de salida tienen una anchura de 1-1,5 veces la anchura de los canales (172, 188) primarios correspondientes.

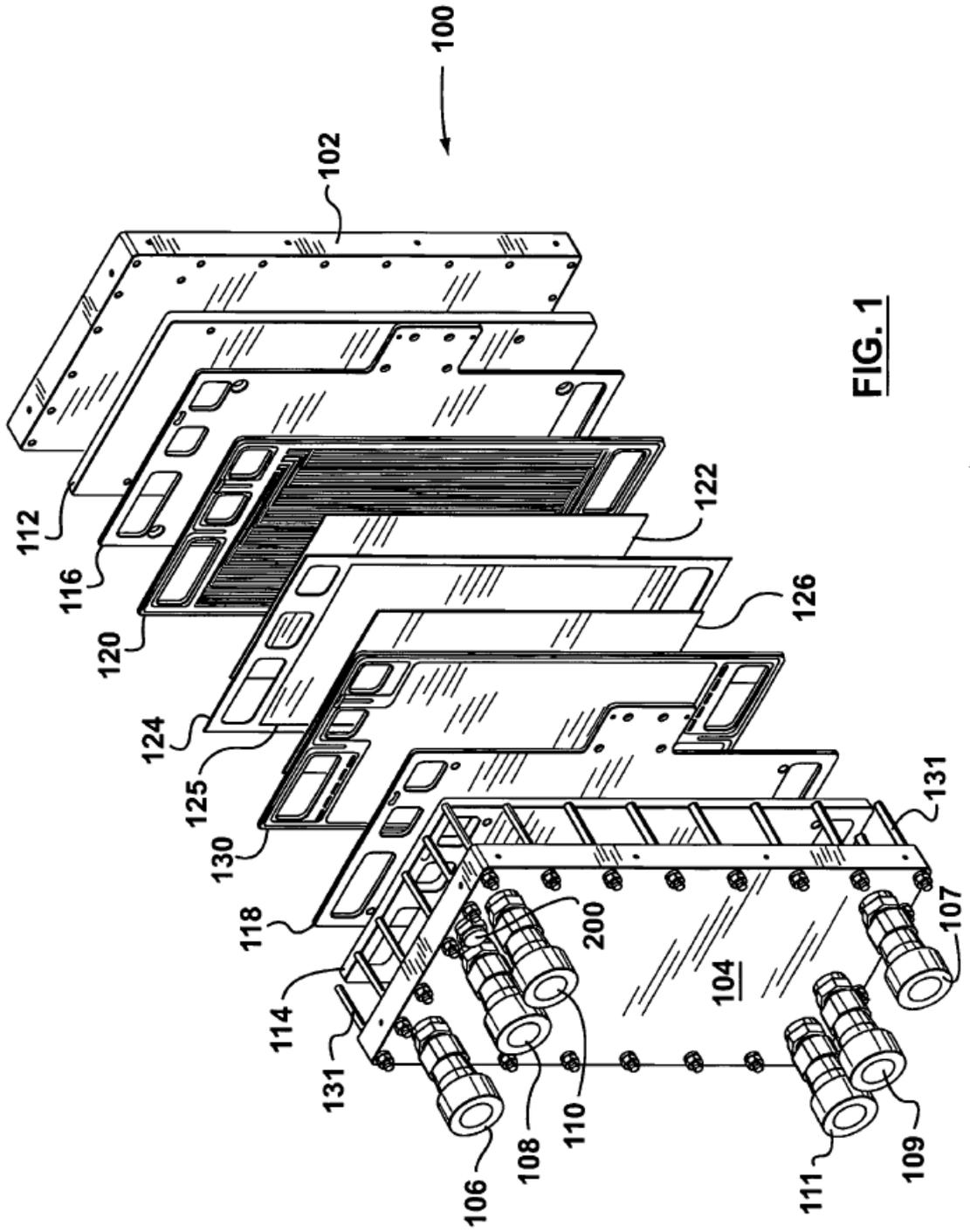


FIG. 1

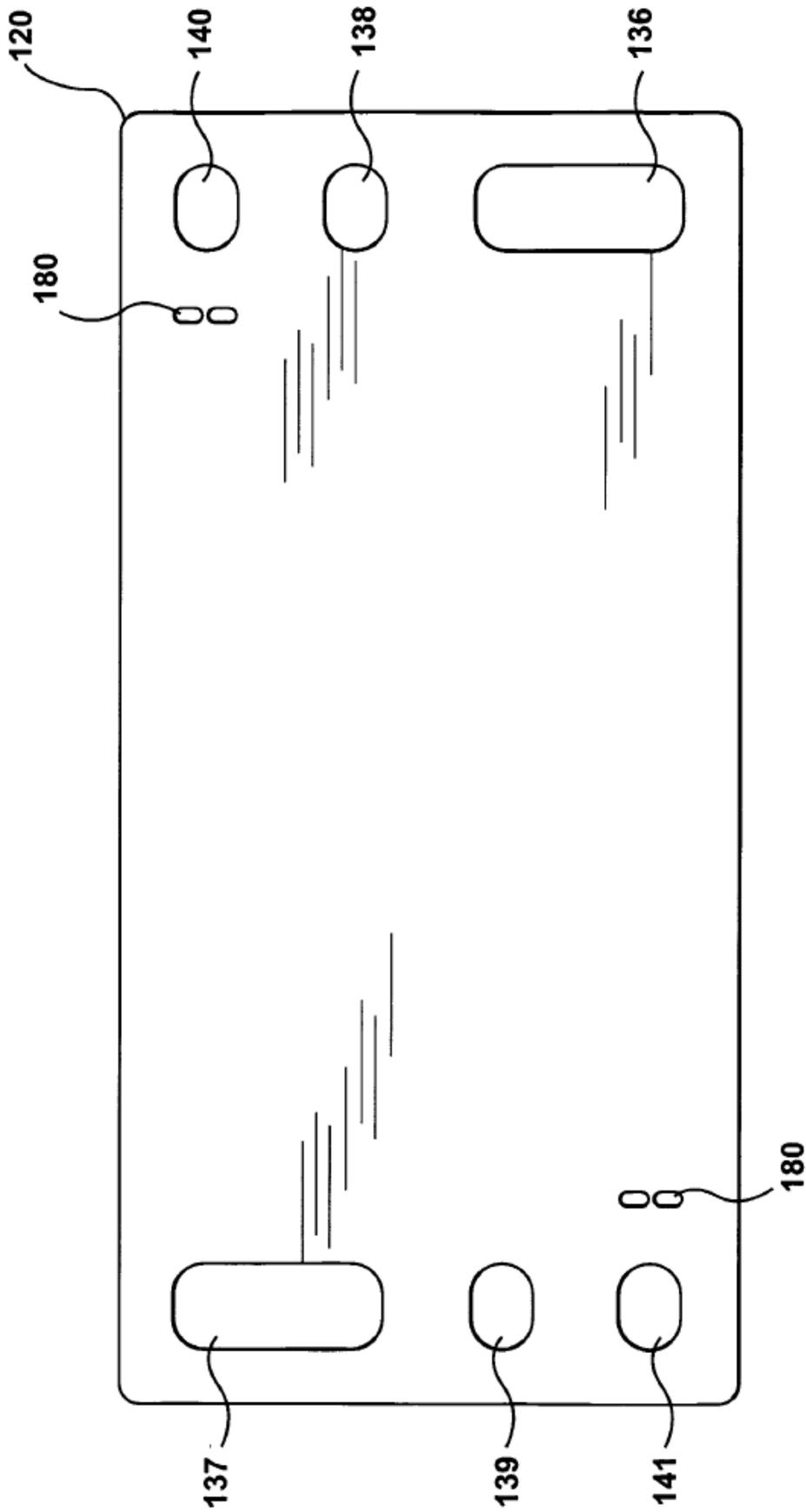


FIG. 2b

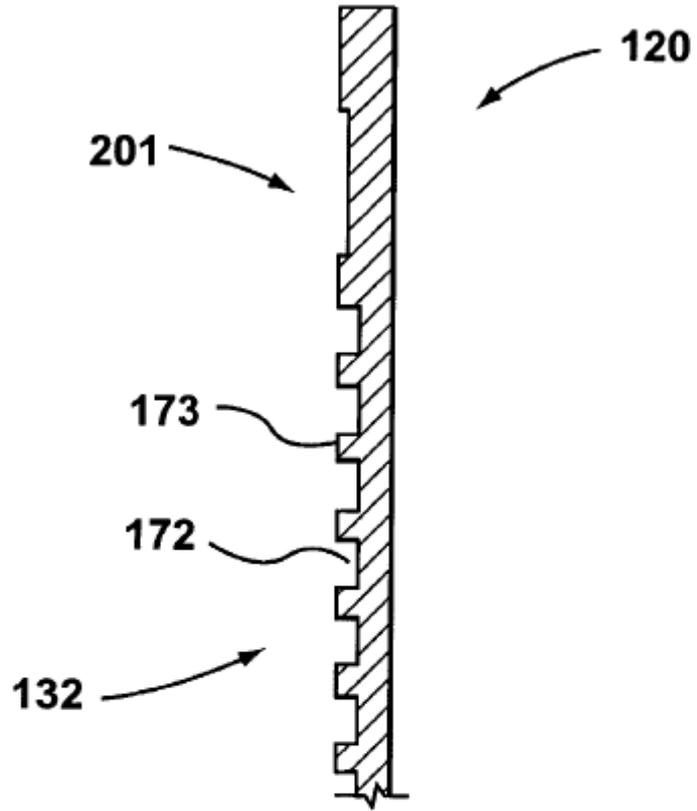


FIG. 2c

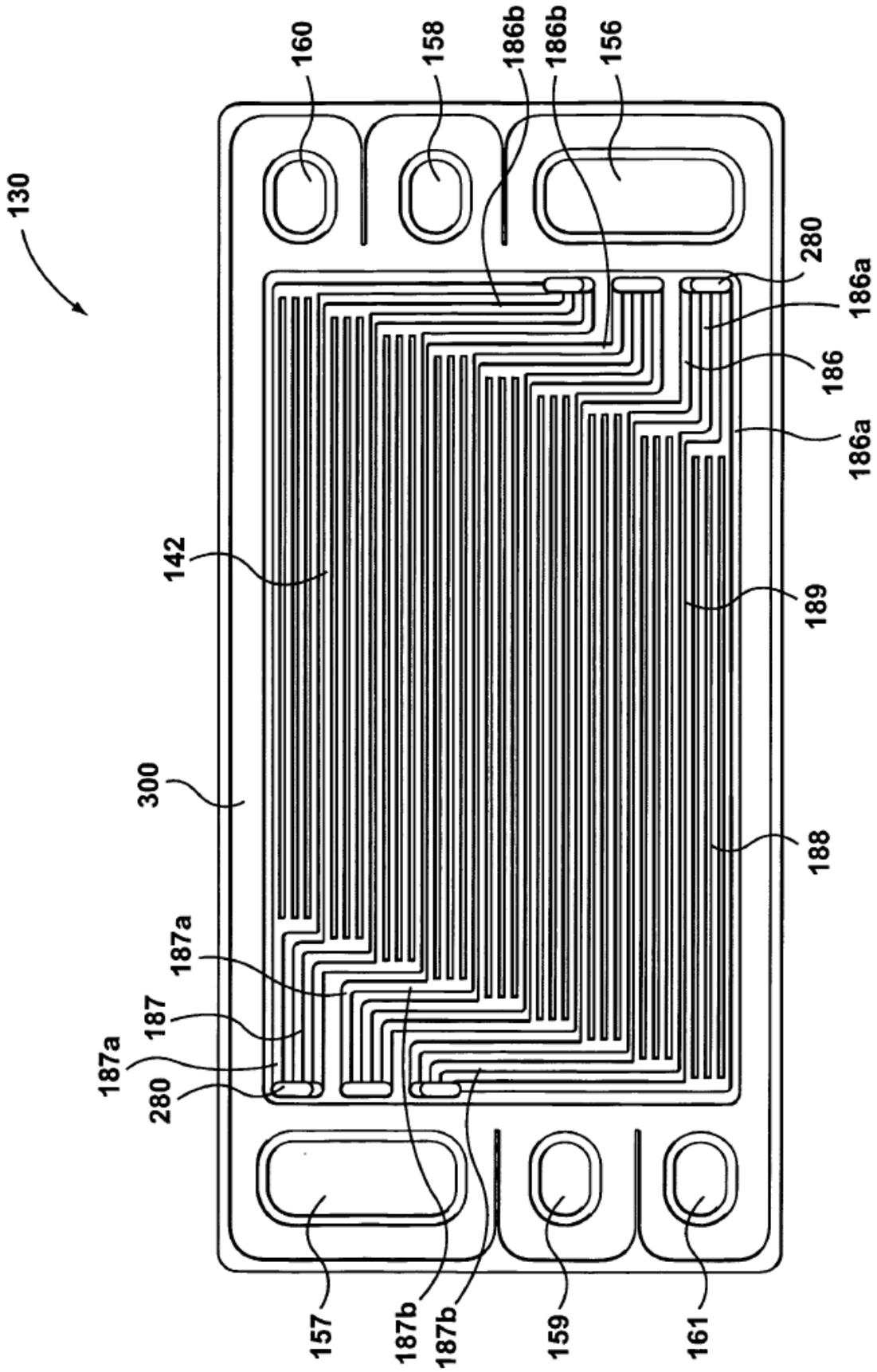


FIG. 3a

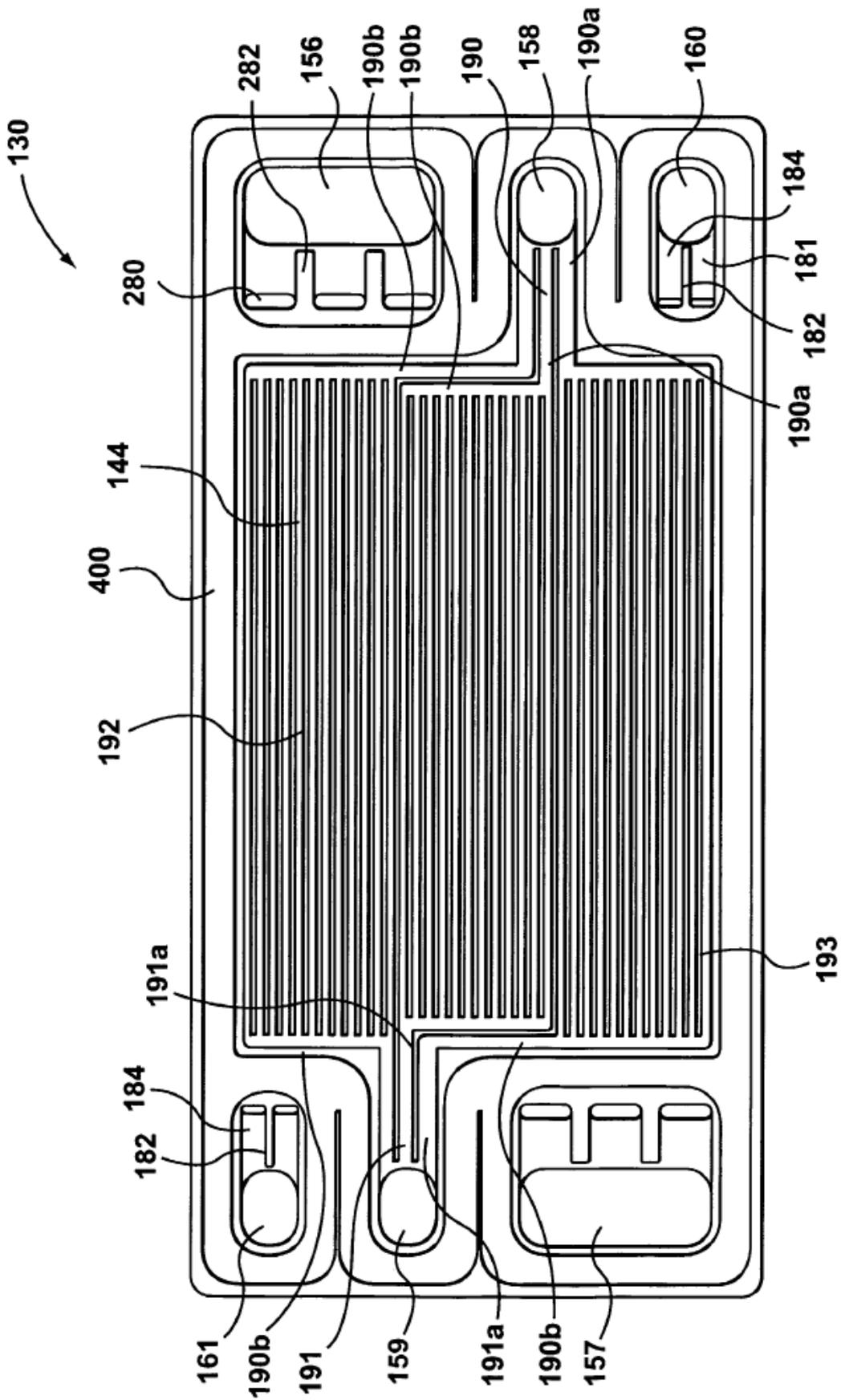


FIG. 3b

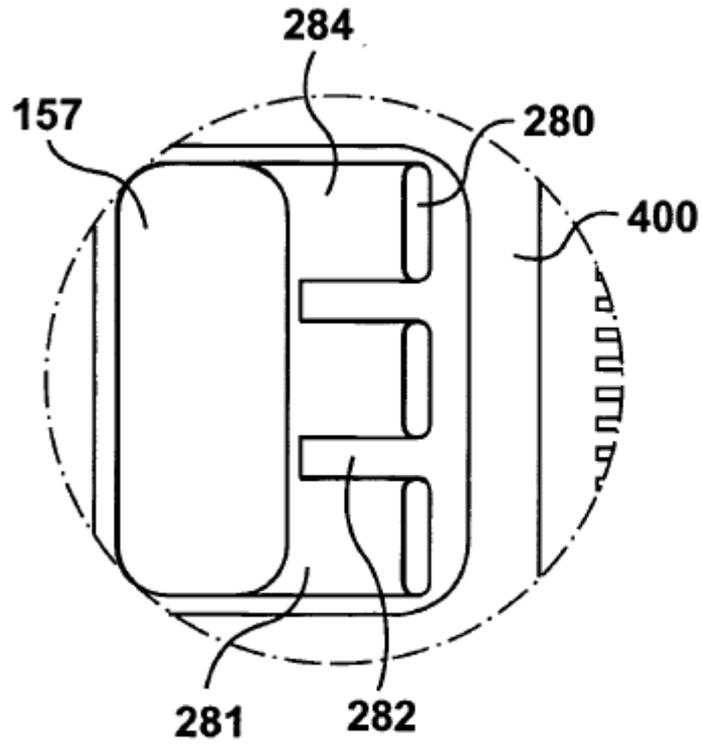


FIG. 3c

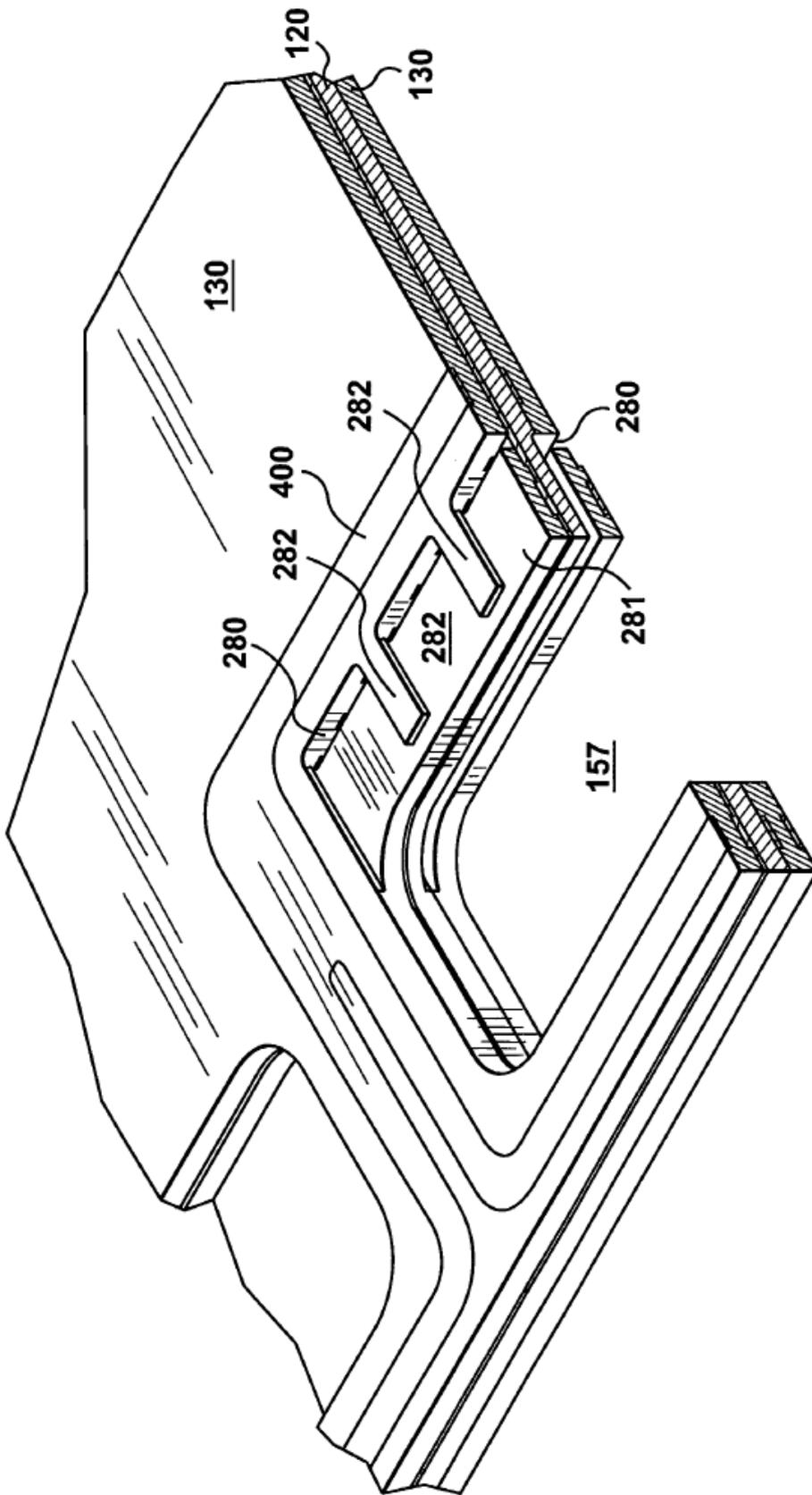


FIG. 3d

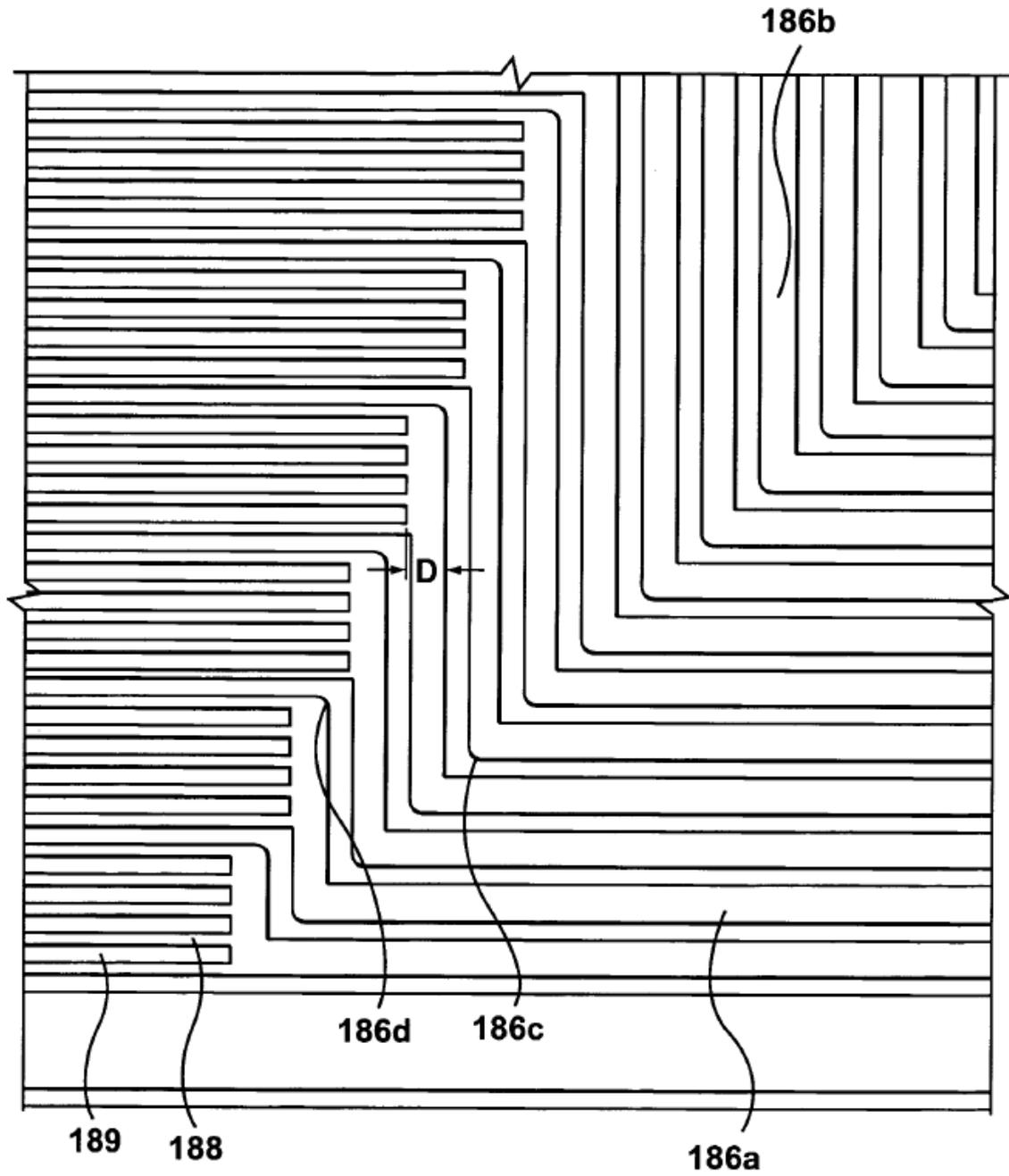
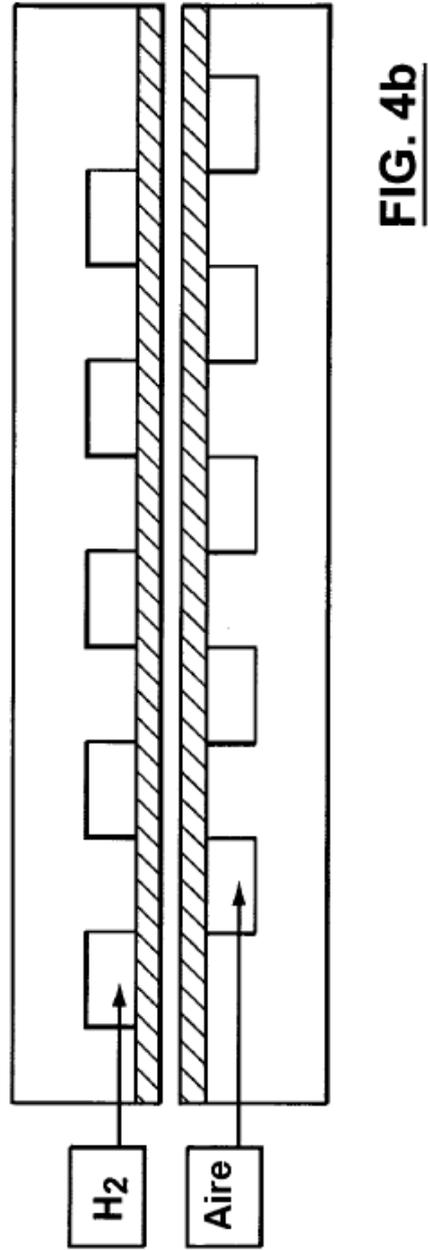
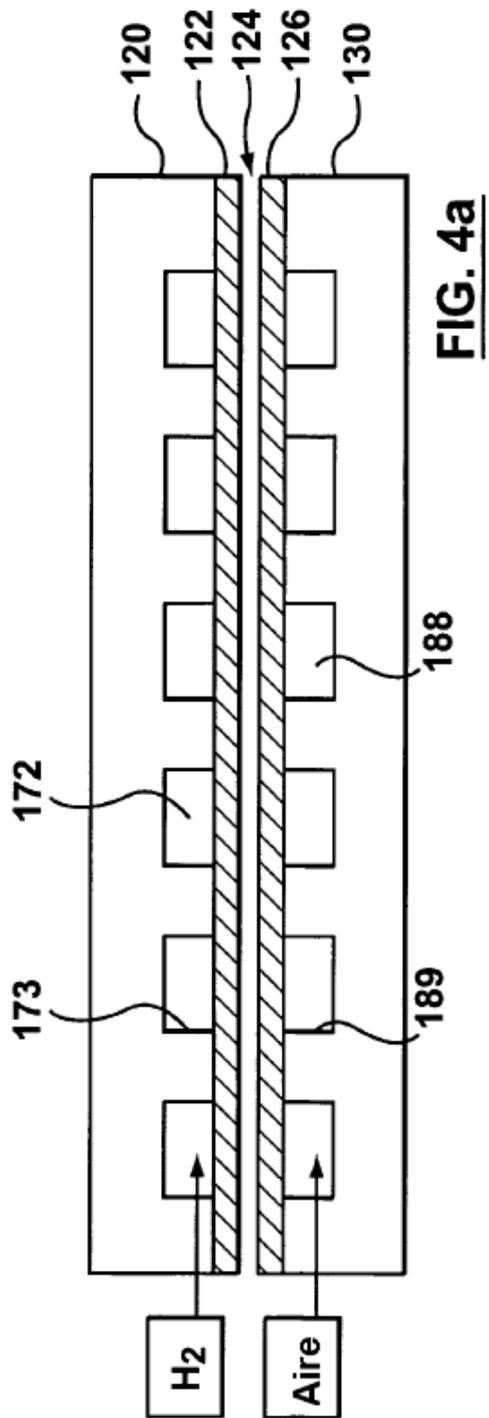


FIG. 3e



Curvas de Polarización

- ◆--- Pila de 10 células de 24h GDL-HM HJ-2001-08-004 20/08/2001 80 100/100 kPa 80/80 pt. Rocio 1,2/2 G/R fino coincidente 0,0489"/0,029"
- Pila de 10 células GDL-10H, 80HJ2001-07-03 Julio 20,2001 80 100/100 kPa 80/80 1,2/2,0 nervaduras con escotillas, no coincidentes 0,063"/G/0,035"/R
- ▲— Pila de 10 células GORE'S Carbel GDM, 80HJ2001-06-006 22/06/2001 75 100/100 kPa 60/60,2/2 nervadura no coincidente FF 0,063"/G/0,035"/R

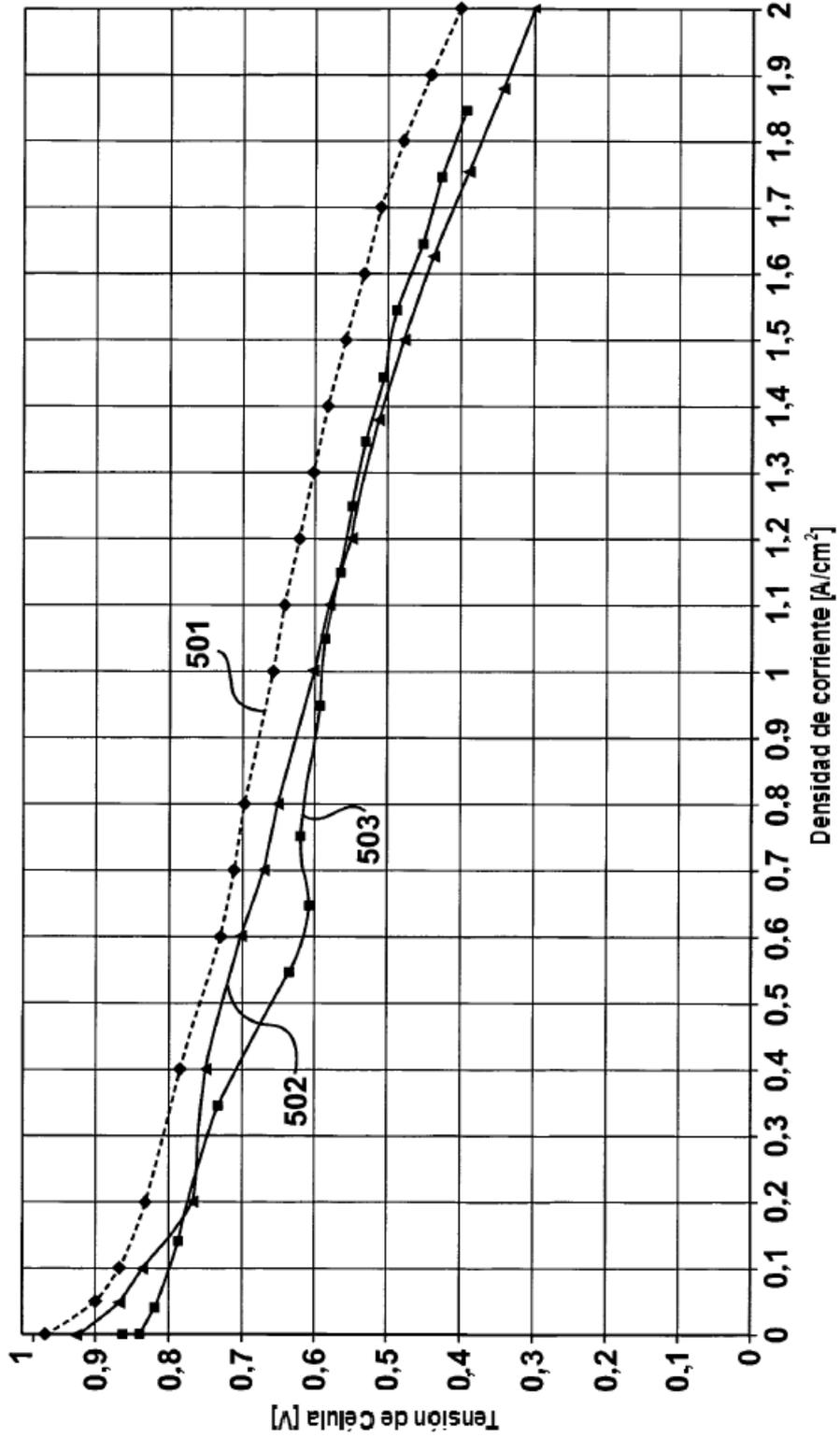


FIG. 5