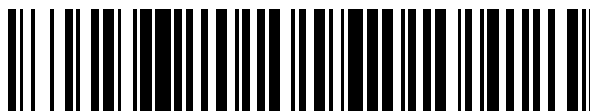


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 229**

51 Int. Cl.:

H01M 8/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2003** **E 03735632 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015** **EP 1520314**

54 Título: **Celda de combustible con refrigeración por evaporación y humidificación**

30 Prioridad:

17.06.2002 IT MI20021338

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

26.11.2015

73 Titular/es:

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.R.L. (100.0%)
Via XXV Aprile 2
20097 S. Donato Milanese, IT

72 Inventor/es:

TRIFONI, EDUARDO;
FACCHI, DANIELE;
FLEBA, GIAN PIERO;
LENARDON, MATTEO;
LIOTTA, MARCELLO;
MERLO, LUCA;
JACOBO, RUBÉN ORNELAS;
ANTONINO, TORO y
TRAINI, FABIO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 552 229 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

Celda de combustible con refrigeración por evaporación y humidificación

La presente invención se relaciona con un generador electroquímico de membrana con inyección directa de agua líquida en los reactivos gaseosos.

- 5 Los procesos para la conversión de energía química en energía eléctrica con base en generadores electroquímicos de membrana son conocidos en el arte.

En general, un generador electroquímico de membrana es formado por una multiplicidad de celdas de reacción conectadas mutuamente en serie eléctrica y ensambladas de acuerdo con una configuración bipolar.

- 10 Cada celda de reacción convierte la energía química generada durante la reacción de un combustible con un oxidante sin degradarlo completamente en energía térmica, y por lo tanto sin estar sometido a las limitaciones del ciclo de Carnot. Más específicamente, el combustible es suministrado a la cámara anódica de la celda de reacción y consiste por ejemplo de una mezcla gaseosa rica en hidrógeno o de soluciones de alcoholes livianos, tales como metanol o etanol, mientras que el oxidante suministrado a la cámara catódica de la misma celda y consiste por ejemplo de aire u oxígeno.

- 15 El combustible es electrooxidado catalíticamente en la cámara anódica liberando protones H^+ y electrones e^- los cuales son consumidos en la cámara catódica a través de una reacción catalítica de electrorreducción del oxidante, con producción de agua. Una membrana de intercambio de protones que separa la cámara anódica de la catódica permite el flujo continuo de protones H^+ desde la cámara anódica a la cámara catódica y mientras que simultáneamente impide el paso de electrones e^- , el cual por el contrario tiene lugar a través de un circuito eléctrico externo. De esta manera, la diferencia de potencial eléctrico establecida en los polos de la celda de reacción es maximizada.

- 20 Las membranas de intercambio de protones empleadas comúnmente en los generadores electroquímicos de membrana consisten de un polímero inerte químicamente, funcionalizado parcialmente con grupos capaces de experimentar una hidrólisis ácido-base en la presencia de agua líquida, con separación consecuente de carga eléctrica. De manera más precisa, la hidrólisis anterior consiste de la liberación de iones positivos (cationes) y la formación de cargas negativas fijas sobre el polímero.

- 25 Con el fin de mantener las membranas de intercambio de protones constantemente hidratadas de tal manera que permitan la hidrólisis y así la separación de carga eléctrica permitiendo que la conducción de protones tenga lugar, los reactivos gaseosos (combustible y oxidante) son suministrados al generador electroquímico saturado con vapor de agua y a una temperatura cercana a la de las células de reacción por medio de dispositivos de saturación costosos y complejos, colocados por fuera del generador electroquímico mismo.

- 30 Los generadores electroquímicos conocidos también están provistos con dispositivos de refrigeración adecuados los cuales consiguen retirar el calor producido durante el funcionamiento del generador mismo, a través de intercambio térmico con un fluido circulante (por ejemplo agua desionizada). El calor debe ser extraído eficientemente del generador electroquímico para permitir el control térmico del mismo no solamente debido a la estabilidad térmica limitada de las membranas de intercambio de protones, usualmente inadecuadas para operar las temperaturas por encima de $100^{\circ}C$, sino también para limitar tanto como sea posible la evaporación del agua producida en el transcurso de la reacción de electrorreducción y su consecuente eliminación mediante el flujo de inertes y reactivos no convertidos que salen del generador, con el riesgo consecuente de secamiento de la membrana.

- 35 No obstante, la presencia de estos dispositivos de refrigeración hace que los generadores electroquímicos conocidos sean aún más complejos y costosos.

- 40 Una solución conocida para evitar estos inconvenientes está divulgada en la solicitud de patente internacional WO 00/63992 del mismo solicitante, que provee la inyección directa de un flujo calibrado de agua líquida en un generador electroquímico de membrana que consiste de celdas de reacción que tienen un material en partículas, del tipo divulgado en la Patente de los Estados Unidos 5.482.792, colocado dentro de las cámaras anódica y catódica. El flujo calibrado de agua líquida, que se evapora parcialmente dentro del elemento reticulado aprovechando el elevado desarrollo de superficie, provee simultáneamente la humidificación de los reactivos gaseosos mientras que controla térmicamente el generador electroquímico sin hacer uso de dos dispositivos distintos y limitando así los costes y la complejidad del generador mismo.

- 45 La solución antes descrita, a la vez que es ventajosa bajo muchos aspectos, no obstante presenta unos pocos inconvenientes.

- En particular, la inyección directa del flujo calibrado de agua líquida tiene lugar periféricamente al área activa de cada celda de reacción y transversalmente al flujo de reactivos gaseosos. Tal modo de inyección directa de agua líquida, debido al momentum reducido de esta última y al fenómeno de adhesión a las paredes de las empaquetaduras de sellamiento, puede determinar una distribución no uniforme de agua dentro del área activa de cada celda, con la consecuente formación de regiones no humedecidas, calientes e incipientemente secas. Esto tiene el efecto de provocar que la membrana se seque y así la reducción de su tiempo de vida operativo además de perturbar el mecanismo de evaporación de agua, con un incremento consecuente de la rata de flujo de agua líquida necesaria para el control térmico del generador electroquímico.
- El objeto de la presente invención es proveer un generador electroquímico de membrana libre de las desventajas descritas.
- De acuerdo con la presente invención, un generador electroquímico de membrana se realiza como se define independiente en las reivindicaciones 1 y 8.
- Para un mejor entendimiento de la invención, se describe a continuación una realización de la misma, meramente como un ejemplo no limitante y haciendo referencia a los dibujos anexos, en donde:
- 5 - la figura 1 muestra una vista lateral en explosión de una primera realización de un generador electroquímico de membrana de acuerdo la invención;
 - la figura 2 muestra una vista frontal de un componente del generador electroquímico de membrana de la figura 1;
 - las figuras 3a, 3b, 3c muestran vistas frontales de realizaciones de componentes adicionales del generador electroquímico de membrana de la figura 1;
 - 20 - la figura 4 muestra una vista lateral en explosión de una segunda realización de un generador electroquímico de membrana de acuerdo con la invención;
 - las figuras 5a, 5b muestran vistas frontales de dos realizaciones diferentes de un componente del generador electroquímico de la figura 4;
 - 25 - la figura 6 muestra una vista lateral de una porción de una tercera realización de un generador electroquímico de membrana de acuerdo con la invención;
 - las figuras 7a, 7b muestran vistas frontales de un componente del generador electroquímico de la figura 6;
 - las figuras 8a, 8b muestran vistas frontales de un componente adicional del generador electroquímico de la figura 6;
 - 30 - las figuras 9a, 9b muestran vistas frontales de una realización diferente del componente mostrado en las figuras 8a y 8b;
 - las figuras 10a, 10b muestran vistas frontales de una realización diferente del componente mostrado en las figuras 7a y 7b;
 - las figuras 11a, 11b muestran vistas frontales de una realización diferente del componente mostrado en las figuras 8a y 8b; y
 - 35 - las figuras 12a, 12b muestran vistas frontales de una realización diferente del componente mostrado en las figuras 9a y 9b.
- La figura 1 muestra una primera realización de un generador electroquímico de membrana de acuerdo con la invención. El generador 1 electroquímico comprende una multiplicidad de celdas 2 de reacción conectadas mutuamente en serie y ensambladas de acuerdo con una configuración del tipo filtro de presión.
- 40 Más en detalle, cada celda 2 de reacción está delimitada por un par de placas 3 bipolares conductoras, con caras planas, entre las cuales se comprimen, avanzando hacia afuera, la membrana 4 de intercambio de protones; un par de electrodos 5 porosos; un par de capas 6 catalíticas depositadas en la interfase entre la membrana 4 y cada uno de los electrodos 5 porosos; un par de colectores/distribuidores 7 de corriente, realizados por medio de un elemento metálico reticulado del tipo descrito en la patente de los Estados Unidos 5,482,792, que conecta eléctricamente las
 - 45 placas 3 bipolares conductoras a los electrodos 5 porosos a la vez que simultáneamente distribuye los reactivos gaseosos; un par de empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento que consisten de una empaquetadura 8a de sellamiento

anódica y una empaquetadura 8b de sellamiento catódica. La empaquetadura 8a de sellamiento anódica está dirigida a sellar la periferia de la cámara 9 anódica de la celda 2 de reacción con el fin de evitar la fuga de combustible (hidrógeno en particular), mientras que la empaquetadura 8b de sellamiento catódica está dirigida a sellar la periferia de la cámara 10 catódica de la celda 2 de reacción con el fin de evitar la fuga de oxidante (aire en particular). Las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica también están dirigidas a realizar el asentamiento para los colectores/distribuidores 7 de corriente.

Como se muestra en la figura 2, las placas 3 bipolares conductoras tienen una forma sustancialmente rectangular y cada una de ellas presenta una porción 11 perimetral provista con: primera y segunda aberturas 12,13 superiores para el paso de los reactivos gaseosos, respectivamente combustible y oxidante; primera y segunda aberturas 14,15 inferiores para la descarga de los productos de reacción mezclados con los reactivos residuales opcionales; aberturas 16 laterales para el paso de un fluido de refrigeración, en particular agua líquida. La porción 11 perimetral también está provista con una multiplicidad de orificios 17 para el alojamiento de barras de unión por medio de las cuales se logra hermeticidad del generador 1 electroquímico.

Durante el ensamblaje del generador 1 electroquímico, el acoplamiento entre la primera y la segunda aberturas 12,13 superiores de todas las placas 3 bipolares conductoras determina la formación de dos conductos 18 longitudinales superiores mientras que el acoplamiento entre la primera y la segunda aberturas 14,15 inferiores de todas las placas 3 bipolares conductoras determina la formación de dos ductos 19 longitudinales inferiores. Los dos ductos 18 longitudinales superiores, uno de los cuales se muestra en la figura 1, definen los distribuidores de alimentación de los reactivos gaseosos mientras que los dos ductos 19 longitudinales inferiores, sólo uno de los cuales se muestra en la figura 1, define los distribuidores de descarga de los productos de reacción mezclados con los reactivos residuales opcionales. Alternativamente, los ductos 19 longitudinales inferiores pueden ser empleados como distribuidores de alimentación, y los ductos 18 longitudinales superiores como distribuidores de descarga. También es posible alimentar uno de los dos reactivos gaseosos a través de uno de los ductos 18 longitudinales superiores, utilizando el ducto 19 longitudinal inferior correspondiente para la descarga y alimentación del otro reactivos gaseosos a través del otro ducto 19 longitudinal inferior utilizando el ducto 18 longitudinal superior correspondiente para la descarga.

Además, el acoplamiento entre las aberturas 16 laterales de todas las placas 3 bipolares conductoras determina la formación de ductos laterales, no mostrados en la figura 1, para el paso del agua líquida.

Cada placa 3 bipolar conductora también está provista con una multiplicidad de orificios 20 calibrados para inyección de fluidos, teniendo todos el mismo diámetro (por ejemplo comprendido entre 0,2mm $\pm$ 1mm), a través del cual el agua líquida que fluye en los ductos laterales del generador 1 electroquímico es inyectada en las celdas 2 de reacción, como se explicara mejor mas adelante. Los orificios 20 calibrados para inyección de fluidos están alineados mutuamente con el fin de asegurar una distribución homogénea del agua líquida y están colocados por debajo de la primera y segunda aberturas 12,13 superiores.

Como se muestra en las figuras 3a, 3b, 3c las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica de cada celda 2 de reacción tienen una forma sustancialmente rectangular y presentan primera y segunda aberturas 8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂ respectivas para el paso de los reactivos gaseosos; primera y segunda aberturas 8a₃, 8a₄, 8b₄, 8b₃ respectivas para la descarga de los productos de reacción mezclados con los reactivos residuales opcionales; aberturas 8a₅, 8b₅ laterales respectivas para el paso de agua líquida.

Más en detalle, las primeras aberturas 8a₁ superior (a través de la cual pasa el combustible) y las segundas aberturas 8a₄ inferiores de la empaquetadura 8a anódica están conectadas a la cámara 9 anódica a través, respectivamente, de canales 21a de distribución y de canales 21 b de descarga, obtenidos dentro del espesor de la misma empaquetadura de sellamiento anódica (figura 3a). A su vez, las segundas aberturas 8b₂ superiores (a través de las cuales pasa el oxidante) y las primeras aberturas 8b₃ inferiores de la empaquetadura 8b de sellamiento catódica están conectadas a la cámara 10 catódica respectivamente a través de los canales 23a de distribución y de los canales 23b de descarga, obtenidos dentro del espesor de la misma empaquetadura de sellamiento catódica (figura 3b). Los canales 21a, 21b, 23a y 23b de distribución y descarga tienen una estructura similar a un peine permitiendo que distribuyen y recolecten dentro de cada celda 2 de reacción los reactivos gaseosos y los productos de reacción, éstos últimos mezclados con los reactivos residuales opcionales, de manera uniforme. La empaquetadura 8a de sellamiento anódica también está provista con canales 22 para recolección de fluidos conectada con las aberturas 8a₅ laterales. Opcionalmente, los canales 22 de recolección de fluidos pueden ser conectados también a los canales 21a de distribución (Figura 3C).

En una configuración filtro-prensa, la primera y segunda abertura 8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂ superiores de las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica forman, en conjunción con la primera y segunda aberturas 12,13 superiores de las placas 3 bipolares conductoras los dos ductos 18 longitudinales superiores; la primera y segunda aberturas 8a₃, 8a₄, 8b₃, 8b₄, inferiores de las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica forman, en conjunción con la primera y segunda aberturas 14,15 inferiores de las placas 3 bipolares

conductoras los dos ductos 19 longitudinales inferiores; las aberturas 8a₅, 8b₅ laterales de las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica forman, en conjunción con las aberturas 16 laterales de las placas 3 bipolares conductoras los ductos laterales para la alimentación del agua líquida.

Además, en una configuración de filtro-prensa, los canales 22 de recolección de fluidos con los cuales la empaquetadura 8a de sellamiento anódica está provista se colocan en correspondencia de los orificios 20 calibrados de inyección de fluidos los cuales a su vez son colocados cada uno en correspondencia de un canal 23a de distribución de la empaquetadura 8b de sellamiento catódica.

Las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica, también están provistas con una multiplicidad de orificios 24 para alojar las barras de aseguramiento por medio de las cuales se logra la hermeticidad del generador 1 electroquímico.

A su vez, el generador 1 electroquímico está delimitado por dos placas 25 terminales conductoras (Figura 1), una de las cuales está provista con boquillas, no mostradas en la figura 1, para la conexión hidráulica de los ductos 18 y 19 longitudinales superior e inferior y de los conductos laterales. Adicionalmente, las placas 25 terminales conductoras están provistas ambas con orificios apropiados (también no mostrados en la figura 1) para alojar las barras de aseguramiento.

Operativamente, el flujo de agua líquida suministrado a través de los ductos laterales del generador 1 electroquímico fluye en los canales 22 de recolección de fluido de las empaquetaduras 8a de sellamiento anódico y desde aquí, a través de los orificios 20 calibrados para inyección de fluidos, es inyectada en las corrientes reactivas catódicas que entran a las celdas 2 de reacción adyacentes.

Como alternativa, si las empaquetaduras 8a de sellamiento anódicas tienen una estructura equivalente a la mostrada en la figura 3b y las empaquetaduras 8a 8b de sellamiento catódicas tienen una estructura equivalente a la mostrada en la figura 3a la corriente de agua líquida fluye en los canales 22 de recolección de fluidos, en este caso obtenidos dentro de las empaquetaduras 8b de sellamiento catódicas, y desde aquí, a través de los orificios 20 calibrados de inyección de fluidos, es inyectada en las corrientes de reactivos anódicas que entran a las celdas 2 de reacción adyacentes.

En ambos casos, el manejo térmico del generador 1 electroquímico y la humidificación de la membrana 4 se llevan a cabo mediante la evaporación del flujo de agua líquida a través del elemento metálico reticulado el cual constituye el colector/distribuidor 7 de corriente.

En la figura 4, en donde las partes equivalentes a las ya ilustradas haciendo referencia a las figuras 1, 2 y 3 han sido provistas con los mismos numerales de referencia, se muestra una segunda realización del generador electroquímico de membrana de acuerdo con la invención. El generador 100 electroquímico es enteramente similar al generador 1 electroquímico excepto en que comprende una multiplicidad de celdas 101 adicionales, interpuestas entre las celdas 2 de reacción en una relación 1:1.

Haciendo referencia a la Figura 5a, las celdas 101 adicionales tienen una forma sustancialmente rectangular y dimensiones equivalentes a las de las celdas 2 de reacción y cada una comprende una porción 102a perimetral, que actúa como la superficie de separación para los dos reactivos gaseosos y una porción 102b central hueca para configurar el asentamiento del colector/distribuidor 7 de corriente. La porción 102a perimetral está provista dentro de la primera y segunda aberturas 103a₁, 103a₂ superiores, primera y segunda aberturas 103b₁, 103b₂ inferiores y aberturas 104 laterales colocadas en correspondencia con la primera y segunda aberturas 103a₁, 103a₂.

En una configuración de filtro-prensa, la primera y la segunda aberturas 103a₁, 103a₂ superiores de las celdas 101 adicionales forman, como en conjunción con la primera y la segunda aberturas 8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂ superiores de las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica, las cuales, en este caso, tienen la misma estructura equivalente a la mostrada en la figura 3b, y con la primera y la segunda aberturas 12, 13 superiores de las placas 3 bipolares conductoras, los dos ductos 18 superiores longitudinales; la primera y la segunda aberturas 103b₁, 103b₂ inferiores de las celdas 101 adicionales forman, como en conjunción con la primera y la segunda aberturas 8a₃, 8a₄, 8b₃, 8b₄ inferiores de las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica y con la primera y la segunda aberturas 14, 15 inferiores de las placas 3 bipolares conductoras, los dos ductos 19 longitudinales inferiores. A su vez, las aberturas 104 laterales de las celdas 101 adicionales forman como en conjunción con las aberturas 8a₅ 8b₅ laterales de las empaquetaduras 8a, 8b de sellamiento anódica y catódica y con las aberturas 16 laterales de las placas 3 bipolares conductoras los ductos de alimentación lateral del agua líquida. La porción 102a perimetral también está provista con una multiplicidad de orificios 105 para alojar las barras de aseguramiento.

Adicionalmente, en ambas caras de la porción 102a perimetral está presente un canal 106 para recolección de fluidos, conectado a las aberturas 104 laterales y posicionado por debajo la primera y segunda aberturas 103a₁,

103a₂ superiores. En una configuración de filtro-prensa, el canal 106 para recolección de fluidos está en correspondencia con los orificios 20 calibrados para inyección de fluidos de las placas 3 bipolares conductoras.

5 Operativamente, la corriente de agua líquida suministrada a través de los ductos laterales del generador 100 electroquímico fluye en el canal 106 de recolección de fluidos y desde aquí, a través de los orificios 20 calibrados para inyección de fluidos, es inyectada en las corrientes de reactivo que entran a las celdas 2 de reacción adyacentes.

Como alternativa, el canal 106 de recolección de fluidos puede ser formado por dos porciones 107, 108 laterales, conectadas con las aberturas 104 laterales, obteniéndose la última en correspondencia de la primera y segunda aberturas 103b₁, 103b₂ (figura 5b).

10 En este caso, la corriente de agua líquida, antes de alcanzar los orificios 20 calibrados para inyección de fluidos y siendo inyectada en las celdas 2 de reacción, entra en las dos porciones 107, 108 laterales del canal 106 de recolección de fluidos para cruzar subsecuentemente la superficie completa el colector/distribuidor 7 de corriente uno de los flujos de reactivo que entran en las celdas 2 de reacción. De esta manera, las celdas 101 actúan como celdas refrigerantes del generador 100 electroquímico.

15 La Figura 6 muestra una sección transversal de una tercera realización, de acuerdo con la invención, de un generador electroquímico de membrana. El generador 200 electroquímico, solamente una porción del cual es mostrada en la figura 6, es formado por una multiplicidad de celdas 201 de reacción y de celdas 202 adicionales conectadas mutuamente en serie y ensambladas de acuerdo con una configuración tipo filtro-prensa; cada celda 202 adicional interpuesta entre un par de celdas 201 de reacción.

20 Más en detalle, cada celda 201 de reacción está delimitada por un par de placas 203 bipolares conductoras de cara plana entre las cuales está comprendida, avanzando hacia afuera, una membrana 204 de intercambio de protones; un par de electrodos 205 porosos; un par de colectores/distribuidores 206 de corriente que conectan eléctricamente las placas 203 bipolares conductoras a los electrodos 205 porosos; un par de empaquetaduras 207 de sellamiento dirigidas a sellar la periferia de la celda 201 de reacción con el fin de evitar el escape de los reactivos gaseosos.

25 Las placas 203 bipolares conductoras, mostradas en las figuras 7a, 7b, tienen una forma sustancialmente rectangular y un espesor típico de 0,1 ± 0,4 mm. Presentan una porción 208 perimetral provista con primera y segundas aberturas 208a₁, 208a₂ superiores, primera y segunda aberturas 208b₁, 208b₂ inferiores y aberturas 209 laterales. La porción 208 perimetral también está provista con una multiplicidad de orificios 210 para alojar las barras de aseguramiento por medio de las cuales se alcanza la hermeticidad del generador 200 electroquímico.

30 Durante el ensamblaje del generador 200 electroquímico, el acoplamiento entre la primera y segunda aberturas 208a₁, 208a₂ superiores de todas las placas 203 bipolares conductoras determina la formación de dos ductos 211 longitudinales superiores mientras que el acoplamiento entre la primera y segunda aberturas 208b₁, 208b₂ inferiores de todas las placas 203 bipolares conductoras determina la formación de ductos 212 longitudinales inferiores. Los dos ductos 211 longitudinales superiores, sólo uno de los cuales es mostrado en la figura 6, definen los distribuidores de alimentación de los reactivos gaseosos (combustible y oxidante) mientras que los dos ductos 212 longitudinales inferiores, solamente uno de los cuales se muestra en la figura 6, define los distribuidores de descarga de los productos de reacción mezclados con los reactivos residuales opcionales. Como alternativa, los ductos 212 longitudinales inferiores pueden ser empleados como distribuidores de alimentación y los ductos 211 longitudinales superiores como distribuidores de descarga. También es posible alimentar uno de los dos reactivos gaseosos a través de uno de los ductos 211 longitudinales superiores, utilizando el ducto 212 longitudinal inferior correspondiente para la descarga y alimentación del otro reactivo gaseoso a través del otro ducto 212 longitudinal inferior utilizando el ducto 211 longitudinal superior correspondiente para la descarga.

Además, el acoplamiento entre las aberturas 209 laterales de todas las placas 203 bipolares conductoras determina la formación de ductos laterales, no mostrados en la figura 6, para el paso de agua líquida.

45 Como se muestra en la figura 7b, las empaquetaduras 207 de sellamiento son colocadas sobre sólo un lado de cada placa 203 bipolar conductora por moldeo (inyección o compresión), anclaje mecánico o engomado. Ellas conforman el asiento del colector/distribuidor 206 de corriente, además de delimitar el área activa de las celdas 201 de reacción.

50 En particular, las empaquetaduras 207 de sellamiento son obtenidas con un material blando, por ejemplo silicona, elastómero, etc., y presenta un espesor final que puede variar desde algunas décimas de milímetro a unos pocos milímetros.

Cada placa 203 bipolar conductora también está provista con una multiplicidad de orificios 213a calibrados superiores y de una multiplicidad de orificios 213b calibrados inferiores de diámetro comprendido entre 0.1 mm ± 5

mm. A través de la multiplicidad de orificios 213a calibrados superiores los reactivos gaseosos que provienen de la celda 202 adicional adyacente fluyen, mientras que a través de la multiplicidad de orificios calibrados inferiores 213b los productos de reacción y los reactivos residuales salen de la celda 201 de reacción, como será explicado en más detalle aquí más adelante. Los orificios 213a calibrados superiores están alineados mutuamente con el fin de asegurar una distribución homogénea de los reactivos gaseosos y están colocados por debajo de la primera y segunda aberturas 208a₁, 208a₂ superiores. A su vez, los orificios 213b calibrados inferiores están mutuamente alineados y están colocados por encima de la primera y segunda aberturas 208b₁, 208b₂ inferiores. Tanto los orificios 213a superiores como los 213b inferiores calibrados están espaciados de la empaquetadura 207 de sellamiento por aproximadamente 1 mm para explotar mejor el área activa de la celda 201 de reacción.

Adicionalmente, cada placa 203 bipolar conductora está provista con una multiplicidad de orificios 230 calibrados para inyección de fluidos, teniendo todos el mismo diámetro (por ejemplo comprendido entre 0,2 mm ± 1 mm), a través de los cuales el agua líquida que proviene de la celda 202 adicional adyacente es inyectada en la celda 201 de reacción. Los orificios 230 calibrados para inyección de fluidos están alineados mutuamente con el fin de asegurar una distribución homogénea de agua líquida y están colocados por debajo de los orificios 213a calibrados superiores.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 8a, 8b, cada celda 202 adicional tiene una forma sustancialmente rectangular y dimensiones equivalentes a las de la celda 201 de reacción. Cada celda 202 adicional comprende una porción 202a perimetral rígida, hecha de plástico o metal, que actúa como la superficie de separación para los dos reactivos gaseosos y una porción 202b central hueca que conforma el asiento del colector/distribuidor 206 de corriente. La porción 202a perimetral rígida está provista con primera y segunda aberturas 214a₁, 214a₂, superiores, primera y segunda aberturas 214b₁, 214b₂ inferiores y aberturas 215 laterales. En una configuración de filtro-prensa, la primera y segunda aberturas 214a₁, 214a₂ superiores de las celdas 202 adicionales forman, en conjunción con la primera y segunda aberturas 208a₁, 208a₂ superiores de las placas 203 bipolares conductoras, los dos ductos 211 longitudinales superiores, mientras que la primera y segunda aberturas 214b₁, 214b₂ inferiores de las celdas 202 adicionales forman, en conjunción con la primera y segunda aberturas 208b₁, 208b₂ inferiores de las placas 203 bipolares conductoras, los dos ductos 212 longitudinales inferiores. A su vez, las aberturas 215 laterales de las celdas 202 adicionales forman, en conjunción con las aberturas 209 laterales de las placas 203 bipolares conductoras los ductos de alimentación del agua líquida. La porción 202a perimetral rígida también está provista por una multiplicidad de orificios 216 para alojar las barras de aseguramiento.

Además, cada celda 202 adicional comprende empaquetaduras 217 las cuales descansan sobre ambas caras de la porción 202a perimetral de tal manera que definen sobre cada cara de la porción perimetral misma: un canal de recolección de los reactivos 218a gaseosos colocada debajo de la primera y segunda aberturas 214a₁, 214a₂ superiores; un canal de recolección de los productos de reacción y los reactivos 218b residuales colocado por encima de la primera y segunda aberturas 214b₁, 214b₂ inferiores; un canal 219 de alimentación para conectar una de las dos aberturas 214a₁, 214a₂ superiores con el canal de recolección de los reactivos 218a gaseosos; un canal 220 de descarga para conectar el canal 218b de recolección de los productos de reacción y de los reactivos residuales a una de las aberturas 214b₁, 214b₂ inferiores; un canal 221 de recolección de fluidos colocado por debajo del canal de recolección de los reactivos 218a gaseosos y que conecta las aberturas 209 laterales; en una configuración de filtro-prensa, el canal de recolección de los reactivos 218a gaseosos está colocado en correspondencia con los orificios 213a calibrados superiores, el canal de recolección de los productos de reacción y de los reactivos 218b residuales está colocado en correspondencia de los orificios 213b calibrados inferiores mientras que el canal 221 de recolección de fluidos está colocado en correspondencia de los orificios 230 calibrados para inyección de fluidos. Las empaquetaduras 217 sellan el canal de recolección de los reactivos 218a gaseosos, el canal de recolección de los productos de reacción y de los reactivos 218b residuales y el canal 221 de recolección de fluidos de tal manera que impide el paso de reactivos gaseosos, de los productos de reacción y de los reactivos residuales y del agua líquida hacia adentro de la celda 202 adicional.

Además, las empaquetaduras 217 están hechas de un material blando (silicona, elastómero, etc.) compatible con las cargas de hermeticidad/ensamblaje impuestas por las empaquetaduras 207 de sellamiento de la celda 201 de reacción y son depositadas sobre la porción 202a perimetral rígida por moldeo (inyección o compresión), anclaje mecánico o engomado.

El generador 200 electroquímico opera como sigue. Los reactivos gaseosos (combustible y oxidante) suministrados al generador 200 electroquímico a través de los ductos 211 longitudinales superiores fluyen en los canales de recolección de los reactivos 218a gaseosos a través de los canales 219 de alimentación. A partir de aquí los reactivos gaseosos, que son incapaces de fluir dentro de celdas 202 adicionales puesto que los canales de recolección de los reactivos 218 gaseosos están sellados por empaquetaduras 217, pasan a través de la multiplicidad de orificios 213a calibrados superiores colocados sobre las placas 203 bipolares conductoras de las celdas 201 de reacción adyacentes. De esta manera, los reactivos gaseosos alcanzan el área activa de las celdas 201 de reacción cuando tiene lugar la reacción efectiva.

A su vez, los productos de reacción y los reactivos residuales generados en las celdas 201 de reacción pasan a través de la multiplicidad de orificios 213b calibrados inferiores colocados sobre las placas 203 bipolares conductoras de las mismas celdas de reacción alcanzando los canales de recolección de los productos 218b de descarga de las celdas 202 adicionales adyacentes. A partir de aquí, salen del generador 200 electroquímico a través de los canales 220 de descarga.

Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, la corriente de agua líquida suministrada a través de los ductos laterales del generador 200 electroquímico fluye en los canales 221 de recolección de fluidos y desde aquí, a través de los orificios 230 calibrados para inyección de fluidos, son inyectados en las corrientes de reactivos que entran a las celdas 201 de reacción adyacentes provistas para la humidificación de la membrana 204 y para el manejo térmico del generador 200 electroquímico.

Como alternativa al canal 221 para recolección de fluidos, la celda 202 adicional puede comprender dos canales (222, 223) de recolección de fluidos laterales conectados a las aberturas 215 laterales y colocados por debajo del canal de recolección de los productos 218b de descarga (figuras 9a, 9b).

En este caso, el flujo de agua líquida, antes de alcanzar los orificios 230 calibrados para inyección de fluidos y de ser inyectado en las celdas 201 de reacción, entra a través de los dos canales 222, 223 laterales para recolección de fluidos para cruzar subsecuentemente la superficie completa del colector/distribuidor 206 de corriente de la celda 202 adicional precalentando en contracorriente o en corriente con respecto a al menos uno de los flujos de reactivos que entran en las celdas 201 de reacción. De esta manera las celdas 202 adicionales actúan como celdas de refrigeración del generador 200 electroquímico.

Además, como se muestra en las figuras 10a, 10b, los orificios 230 calibrados para inyección de fluidos de cada placa 203 bipolar conductora pueden ser colocados por encima (mejor que por debajo) de los orificios 213a calibrados superiores. En este caso el canal 221 de recolección de fluidos es colocado por encima del canal de recolección de los reactivos 218a gaseosos (figuras 11a, 11b).

Como alternativa, además del canal 221 para recolección de fluidos, una celda 202 adicional puede comprender un primero y segundo canal 224, 225 lateral, colocado por encima del canal de recolección de los productos 218b de descarga y un tercero y cuarto canal 226, 227 lateral colocado por debajo del canal de recolección de los reactivos 218a gaseosos (figuras 12a, 12b).

En este caso, el flujo de agua líquida, antes de alcanzar los orificios 230 calibrados para inyección de fluidos y de ser inyectados en las celdas 201 de reacción, entra en el primero y segundo canal 224, 225 lateral y sale del tercero y cuarto canal 226, 227 lateral cruzando el colector/distribuidor 206 de corriente de la celda 202 adicional de tal manera que es precalentado contracorriente o en corriente con respecto a al menos una de las corrientes de reactivo suministradas a las celdas 201 de reacción.

Las ventajas obtenibles con los generadores electroquímicos descritos más arriba son las siguientes.

Primero, los orificios 20, 230 calibrados para inyección de fluidos permiten obtener una distribución uniforme del flujo calibrado de agua líquida dentro de las celdas 2, 201 de reacción. De este manera, la refrigeración de los generadores 1, 100, 200 electroquímicos así como la hidratación de las membranas 4, 204 de intercambio de protones da un resultado más uniforme, con el efecto de incrementar la vida operativa de las mismas membranas, además de potenciar el mecanismo evaporador de agua líquida, haciendo disminuir así la rata de flujo requerida para el manejo térmico de los mismos generadores.

Además, el precalentamiento del flujo de agua líquida logrado por el uso de las celdas adicionales mostradas en las figuras 5b, 9a, 9b y 12a, 12b amplifica las ventajas divulgadas más arriba puesto que potencia adicionalmente el mecanismo de evaporación del agua líquida permitiendo una reducción adicional del tiempo para alcanzar condiciones de estado de equilibrio en el arranque de los generadores 1, 100, 200 electroquímicos.

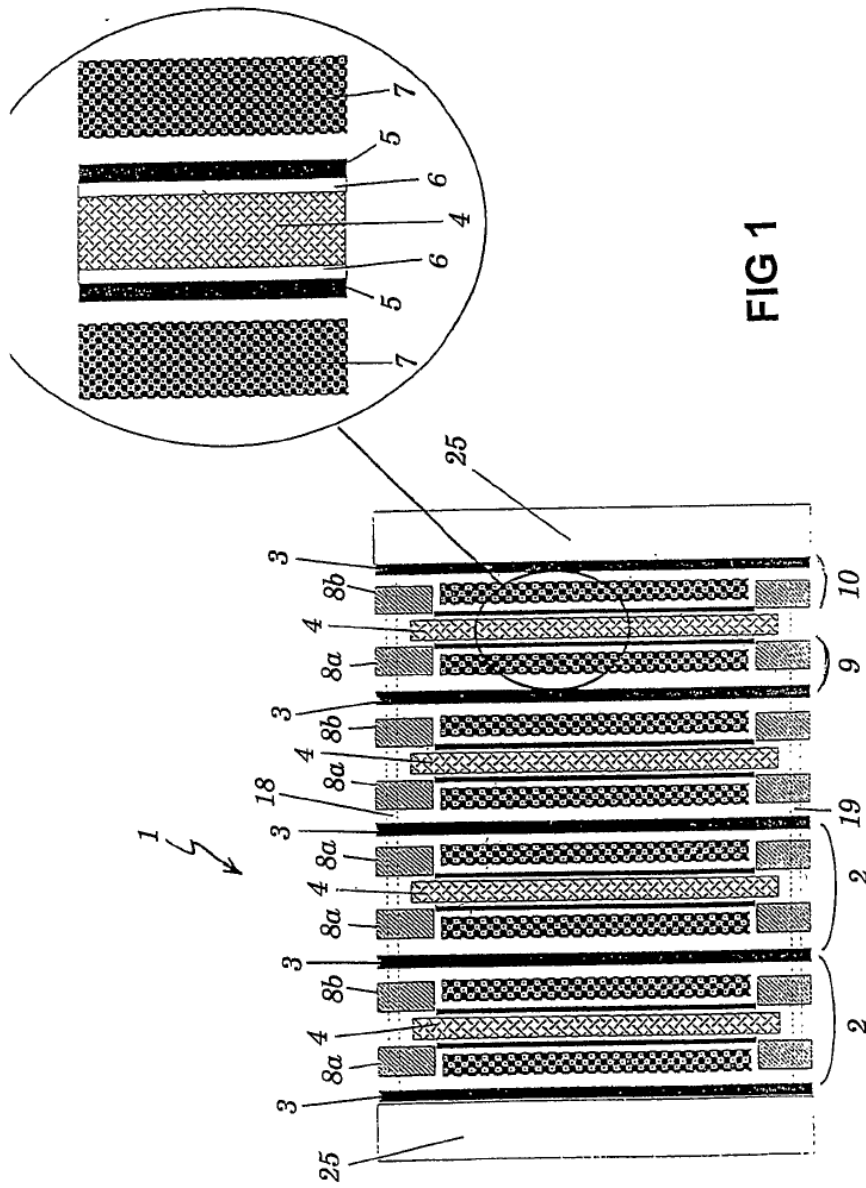
Finalmente es evidente que pueden hacerse modificaciones y variaciones a los generadores electroquímicos descritos, sin apartarse del dominio de la presente invención.

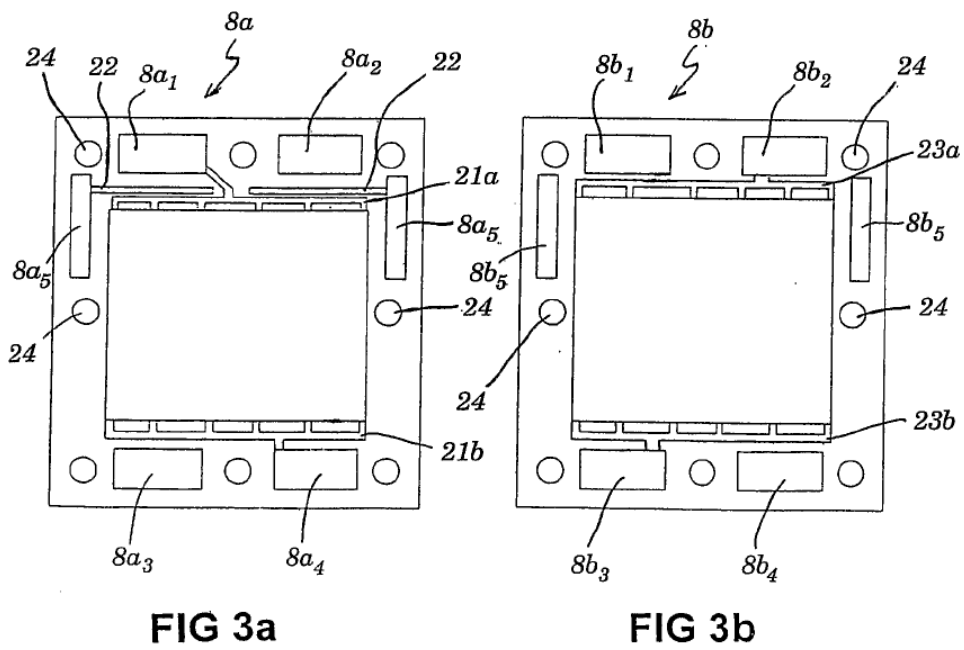
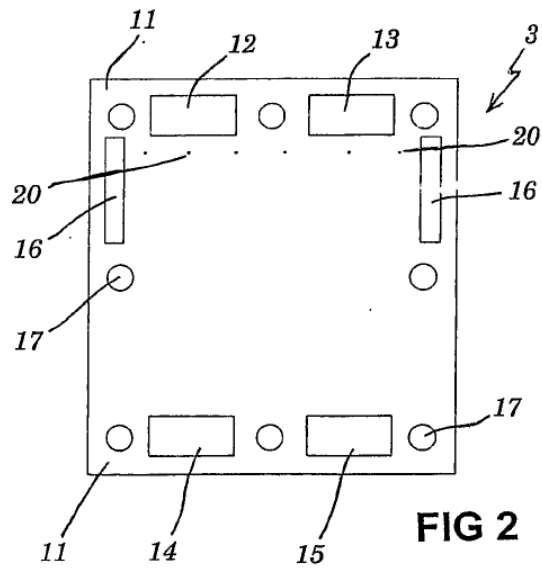
REIVINDICACIONES

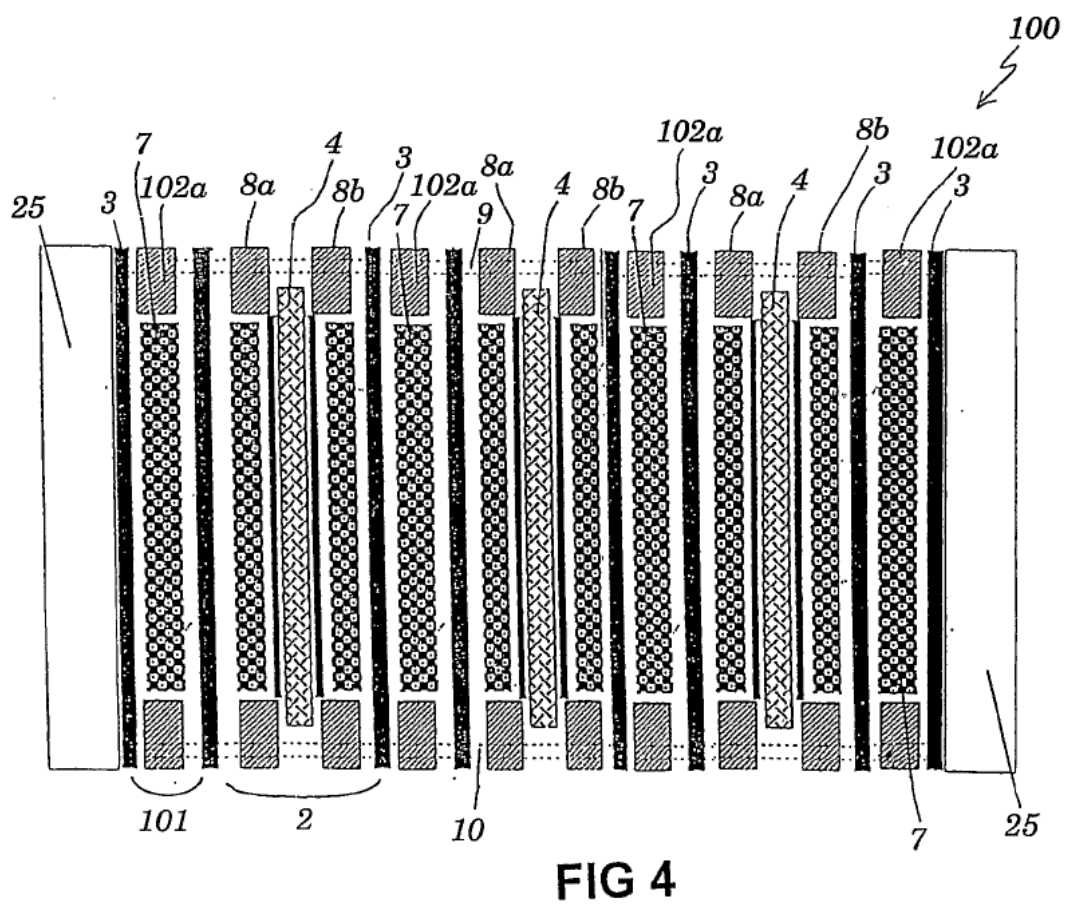
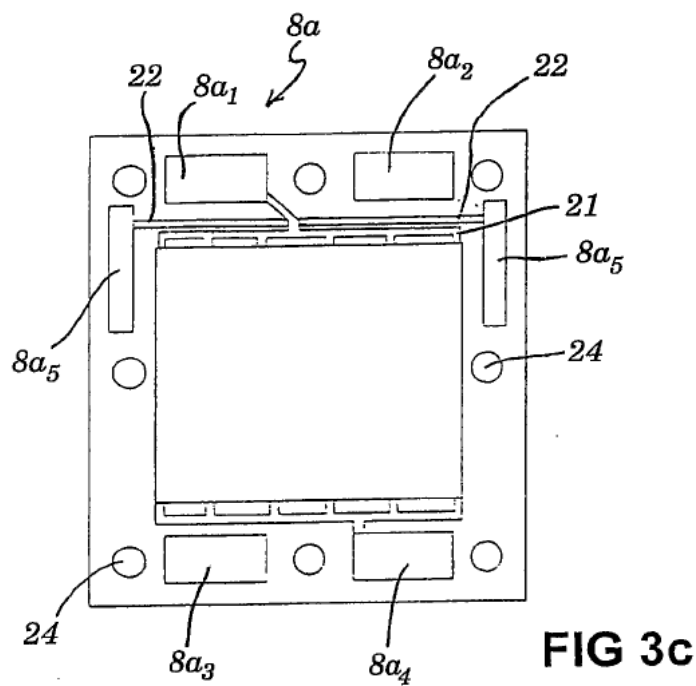
1. Generador (1, 100, 200) electroquímico de membrana alimentado con reactivos gaseosos y que comprende una multiplicidad de celdas (2, 201) de reacción delimitadas por placas (3, 203) bipolares conductoras entre las cuales está comprendida una membrana (4, 204) de intercambio de protones, caracterizado porque dichas placas (3, 203) bipolares conductoras comprenden una multiplicidad de orificios (20, 230) calibrados para inyección de fluidos para la inyección de un flujo calibrado de un fluido de refrigeración dentro de dichas celdas (2, 201) de reacción, una multiplicidad de celdas (101) adicionales, estando interpuesta cada una de las celdas (101) adicionales entre un par de celdas (2) de reacción, conformando un asiento para un elemento (7) reticulado conductor eléctricamente respectivo y comprendiendo una porción (102a) perimetral en la cual se obtienen:
 - 5 - aberturas (104) laterales para el paso de dicho fluido de refrigeración;
 - al menos un canal (106) para recolección de fluidos conectado a dichas aberturas (104) laterales y apropiado para recolectar dicho fluido de refrigeración;
 - aberturas (103a₁, 103a₂) de alimentación para el paso de dichos reactivos gaseosos;
 - aberturas (103b₁, 103b₂) de descarga para descargar los productos de reacción y reactivos residuales,
- 15 en donde dicho canal (106) para recolección de fluidos está colocado por debajo de dichas aberturas (103a₁, 103a₂) de alimentación y dicho canal (106) para recolección de fluidos está superpuesto a dichos orificios (20) calibrados para inyección de fluidos de dichas placas (3) bipolares conductoras.
2. Generador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque cada una de dichas celdas (2, 201) de reacción está formada por una cámara (9) anódica y una cámara (10) catódica separada por dicha membrana (4, 204), comprendiendo cada una de dicha cámara (9) anódica y dicha cámara (10) catódica un elemento (7, 206) reticulado conductor eléctricamente en cuyo interior dicho flujo de dicho fluido de refrigeración se evapora parcialmente de manera simultánea proveyendo la humidificación de dichos reactivos gaseosos y el manejo térmico de dicho generador (1, 100, 200) electroquímico de membrana.
- 20 3. Generador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque dichos orificios (20, 230) calibrados para inyección de fluidos están alineados mutuamente y colocados en correspondencia de las aberturas (12, 13, 208a₁, 208a₂) de alimentación para alimentar dicho reactivos gaseosos y de dichas aberturas (16, 209) laterales para alimentar dicho fluido (12, 13, 208a₁ 208a₂) de refrigeración y obteniéndose dichas aberturas (16, 209) laterales en una porción (11, 208) perimetral de dichas placas (3, 203) bipolares conductoras.
- 25 4. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque dichos orificios (20, 230) calibrados para inyección de fluidos tienen el mismo diámetro comprendido entre 0,2 mm -1 mm.
- 30 5. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque un par de empaquetaduras (8a, 8b), están interpuestas entre un par de dichas placas bipolares conductoras delimitando dicha celda (2) de reacción, conformando cada una de dichas empaquetaduras (8a, 8b) de sellamiento un asiento para un elemento (7) reticulado eléctricamente conductor y que comprende:
 - 35 - aberturas (8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂) de alimentación respectivas para el paso de dichos reactivos gaseosos;
 - aberturas (8a₅, 8b₅) laterales respectivas para el paso de dicho fluido de refrigeración;
 - canales (21a, 23a) de distribución respectivos para conectar dichas aberturas (8a₁, 8a₂, 8b₁, 8b₂) de alimentación respectivas con dicho elemento (7) reticulado eléctricamente conductor respectivo.
- 40 6. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho canal (106) para recolección de fluidos está formado por una primera y una segunda porción (107, 108) lateral colocada por encima de dichas aberturas (103b₁, 103b₂) de descarga.
7. Generador de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque dicho fluido de refrigeración, antes de alcanzar dichos orificios (20) para inyección de fluidos, cruza la superficie completa de dicho elemento (7) reticulado eléctricamente conductor respectivo precalentando contracorriente o en corriente con respecto a al menos un flujo gaseoso que entra en dichas celdas (2) de reacción.
- 45 8. Generador (200) electroquímico de membrana alimentado con reactivos gaseosos y que comprende una multiplicidad de celdas (201) de reacción que están delimitadas por placas (3, 203) bipolares conductoras entre las

- 5 cuales está comprendida una membrana (4, 204) de intercambio de protones, en donde dichas placas (203) bipolares conductoras comprenden una multiplicidad de orificios (230) calibrados para inyección de fluidos para la inyección de un flujo calibrado de un fluido de refrigeración dentro de dichas celdas (201) de reacción con una multiplicidad de primeros orificios (213a) calibrados para el paso de dichos reactivos gaseosos y una multiplicidad de segundos orificios (213b) calibrados para la descarga de productos de reacción y de reactivos residuales opcionales, estando dicha multiplicidad de orificios (20, 230) calibrados para inyección de fluidos en correspondencia de dicha multiplicidad de primeros orificios (213a) calibrados; comprendiendo dicho generador electroquímico de membrana adicionalmente una multiplicidad de celdas (202) adicionales, estando interpuesta cada una de las celdas (201) adicionales entre un par de celdas (201) de reacción, comprendiendo dichas celdas adicionales una porción (202a) perimetral rígida y una porción (202b) central hueca, actuando dicha porción (202a) perimetral rígida como una superficie de separación de dichos reactivos gaseosos y comprendiendo dicha porción (202b) central hueca un asiento para un elemento (206) reticulado eléctricamente conductor respectivo.
- 10 9. Generador de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque dichos primeros orificios (213a) calibrados están mutuamente alineados y colocados en correspondencia con dichas aberturas (208a₁, 208a₂) de alimentación de dichas placas (203) bipolares conductoras y dichos segundos orificios (213b) calibrados están alineados mutuamente y colocados en correspondencia de las aberturas (208b₁, 208b₂) de descarga obtenidas sobre dicha porción (208) perimetral de dichas placas (203) bipolares conductoras.
- 20 10. Generador de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque dichas celdas (201) de reacción comprenden una empaquetadura (207) de sellamiento que cubre una cara de dicha porción (208) perimetral M/44167-EP (10.585,0024-00.155, caso 201 EP) de dichas placas (203) bipolares conductoras, comprendiendo dicha empaquetadura (207) de sellamiento un asiento para un elemento (206) reticulado eléctricamente conductor respectivo.
- 25 11. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque dicha porción (202a) perimetral rígida está provista con aberturas (214a₁, 214a₂) de alimentación para alimentar dichos reactivos gaseosos, de aberturas (214b₁, 214b₂) de descarga para descargar los productos de reacción y los reactivos residuales y de aberturas (215) laterales para el paso de dicho fluido de refrigeración.
- 30 12. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque dicha porción (202a) perimetral rígida está cubierta en cada cara por una empaquetadura (217), definiendo dicha empaquetadura (217) en cada lado de dicha porción (202a) perimetral rígida una zona (218a) de recolección de los reactivos gaseosos colocado en correspondencia con dichas aberturas (214a₁, 214a₂) de alimentación de dicha porción (202a) perimetral rígida, una zona (218b) de recolección de los productos de reacción y de los reactivos residuales colocados en correspondencia de dichas aberturas (214b₁, 214b₂) de descarga de dicha porción (202a) perimetral rígida, un canal (219) de alimentación para conectar una de dichas aberturas (214a₁, 214a₂) de alimentación a dicha zona (218a) de recolección de los reactivos gaseosos, un canal (220) de carga para conectar dicha zona (218b) de recolección de los productos de reacción y de los reactivos residuales a una de dichas aberturas (214b₁, 214b₂) de descarga.
- 35 13. Generador de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque dicha empaquetadura (217) sella dicha zona (218a) de recolección de los reactivos gaseosos y dicha zona (218b) de recolección de los productos de reacción y de los reactivos (218b) residuales de tal manera que impide el paso de dichos reactivos gaseosos y de dichos productos de reacción y de reactivos residuales opcionales hacia adentro de dicha celda (202) adicional.
- 40 14. Generador de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, caracterizado porque en una configuración de filtro-prensa dicha zona (218a) de recolección de los reactivos gaseosos es superpuesta a dichos primeros orificios (213a) calibrados y dicha zona (218b) de recolección de los productos de reacción y de los reactivos (218b) es superpuesta a dichos segundos orificios (213b) calibrados.
- 45 15. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque dichos orificios (230) calibrados para inyección de fluidos están colocados por debajo de dichos primeros orificios (213a) calibrados y que dicha empaquetadura (217) define en cada lado de dicha porción (202a) perimetral rígida un canal (221) para recolección de fluidos colocado por debajo de dichas aberturas (214a₁, 214a₂) de alimentación de dichas celdas (202) adicionales.
- 50 16. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque dichos orificios (230) calibrados para inyección de fluidos están interpuestos entre dichas aberturas (208a₁, 208a₂) de alimentación de dichas placas (203) bipolares y dichos primeros orificios (213a, 213b) calibrados y porque dicha empaquetadura (217) define en cada cara de dicha porción (202a) perimetral rígida un canal (221) de recolección de fluidos interpuesto entre dichas primeras aberturas (214a₁, 214a₂) de alimentación de dicha celda (202) y dicha zona (218a) de recolección de los reactivos gaseosos.
- 55

17. Generador de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, caracterizado porque en una configuración de filtro-prensa dicho canal (221) para recolección de fluidos está superpuesto a dichos orificios (230) calibrados para inyección de fluidos.
- 5 18. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque dichas celdas (202) adicionales comprenden un primero y segundo canal (222, 223) lateral para recolección de fluidos conectado a dichas aberturas (215) laterales de dichas celdas (202) adicionales y colocadas por encima de dichas aberturas (214b₁, 214b₂) de descarga de dichas celdas (202) adicionales y que dicho fluido de refrigeración, antes de alcanzar dichos orificios (230) para inyección de fluidos pasa a través de dicho primero y segundo canal (222, 223) lateral para recolección de fluidos para cruzar subsecuentemente la superficie completa de dicho elemento (206) eléctricamente conductor respectivo precalentando contracorriente o en corriente con respecto a al menos un flujo gaseoso que entra en dichas celdas (201) de reacción.
- 10 19. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque dichas celdas (202) adicionales comprenden:
- 15 - un primero y segundo canal (224, 225) lateral para recolección de fluidos conectado con dichas aberturas (215) laterales de dichas celdas (202) adicionales y colocados por encima de dichas aberturas (214b₁, 214b₂) de descarga de dichas celdas (202) adicionales;
- un tercero y cuarto canal (226, 227) lateral para recolección de fluidos conectado a dichas aberturas (215) laterales de dichas celdas (202) adicionales y colocado por debajo de dichas aberturas (214a₁, 214a₂) de alimentación de dichas celdas (202) adicionales;
- 20 - un canal (221) para recolección de fluidos interpuesto entre dichas aberturas (214a₁, 214a₂) de alimentación de dichas celdas (202) adicionales y dicha zona (218a) de recolección de los reactivos gaseosos y conectado a dichas aberturas (215) laterales de dichas celdas (202) adicionales;
- 25 y porque dicho fluido de refrigeración, antes de alcanzar dichos orificios (230) para inyección de fluidos entren a través de dicho primero y segundo canales (224, 225) laterales para recolección de fluidos para cruzar subsecuentemente la superficie completa de dicho elemento (206) reticulado eléctricamente conductor respectivo, precalentando contracorriente o en corriente con respecto a al menos un flujo gaseoso que entra en dicha celdas (201) de reacción, saliendo subsecuentemente dicho fluido de refrigeración de dicho tercero y cuarto canales (226, 227) laterales para recolección de fluidos;
- 30 y porque en una configuración de filtro-prensa dicho canal (221) para recolección de fluidos está superpuesto a dichos orificios (230) calibrados para inyección de fluidos.
20. Generador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho fluido de refrigeración es agua líquida.







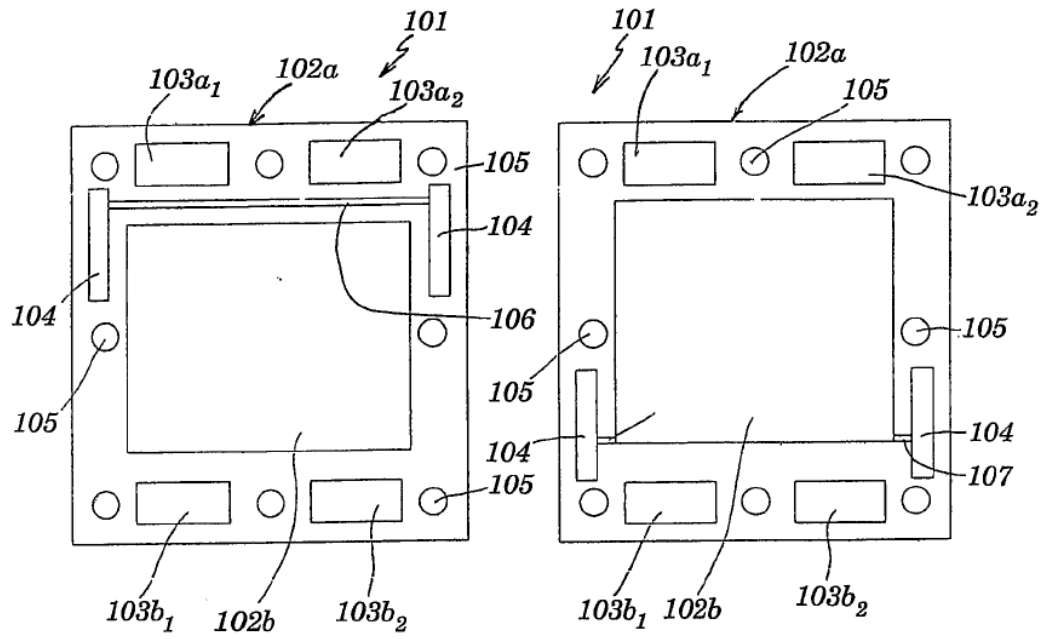
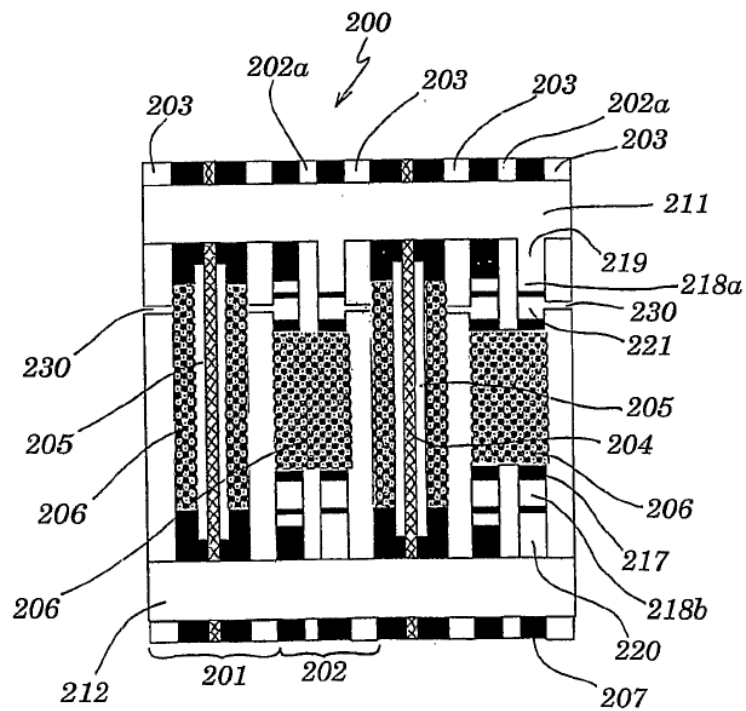


FIG 5a

FIG 5b



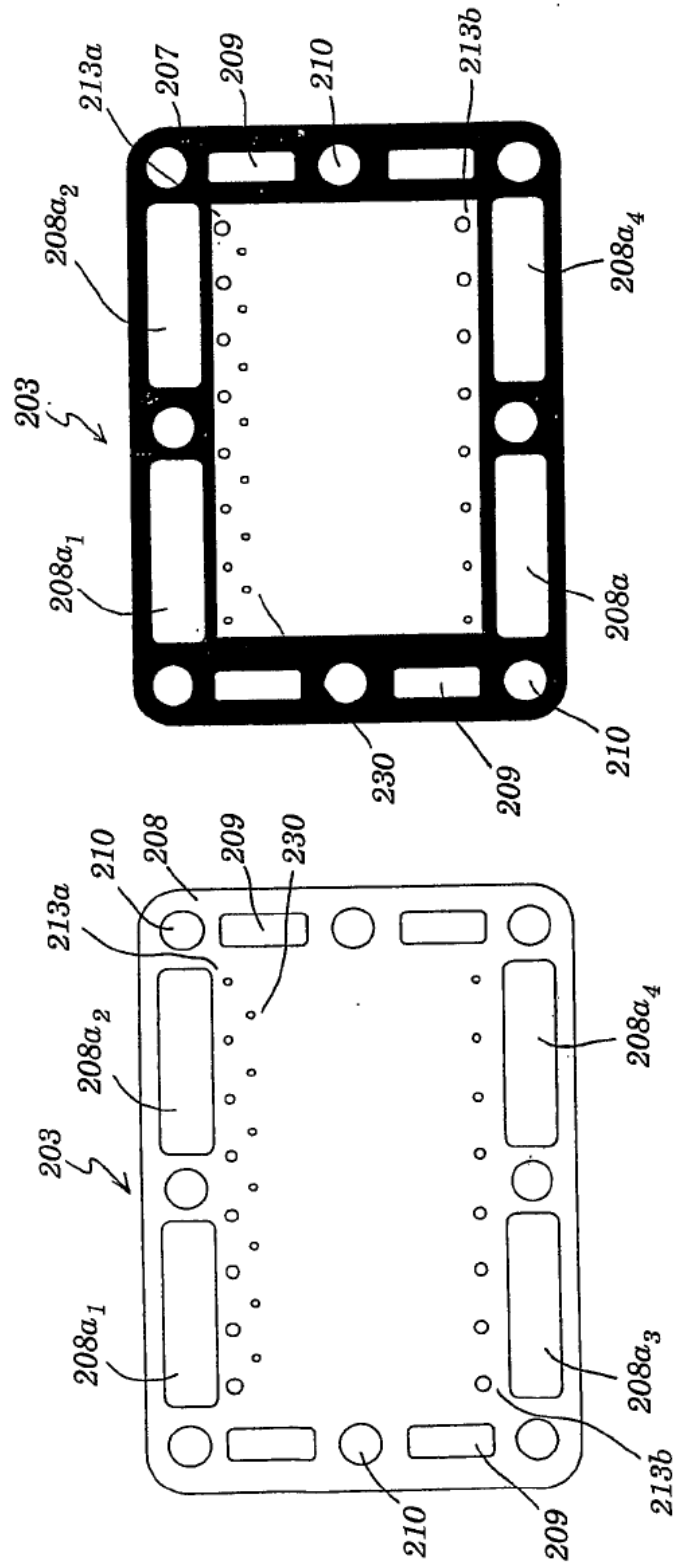


FIG 7b

FIG 7a

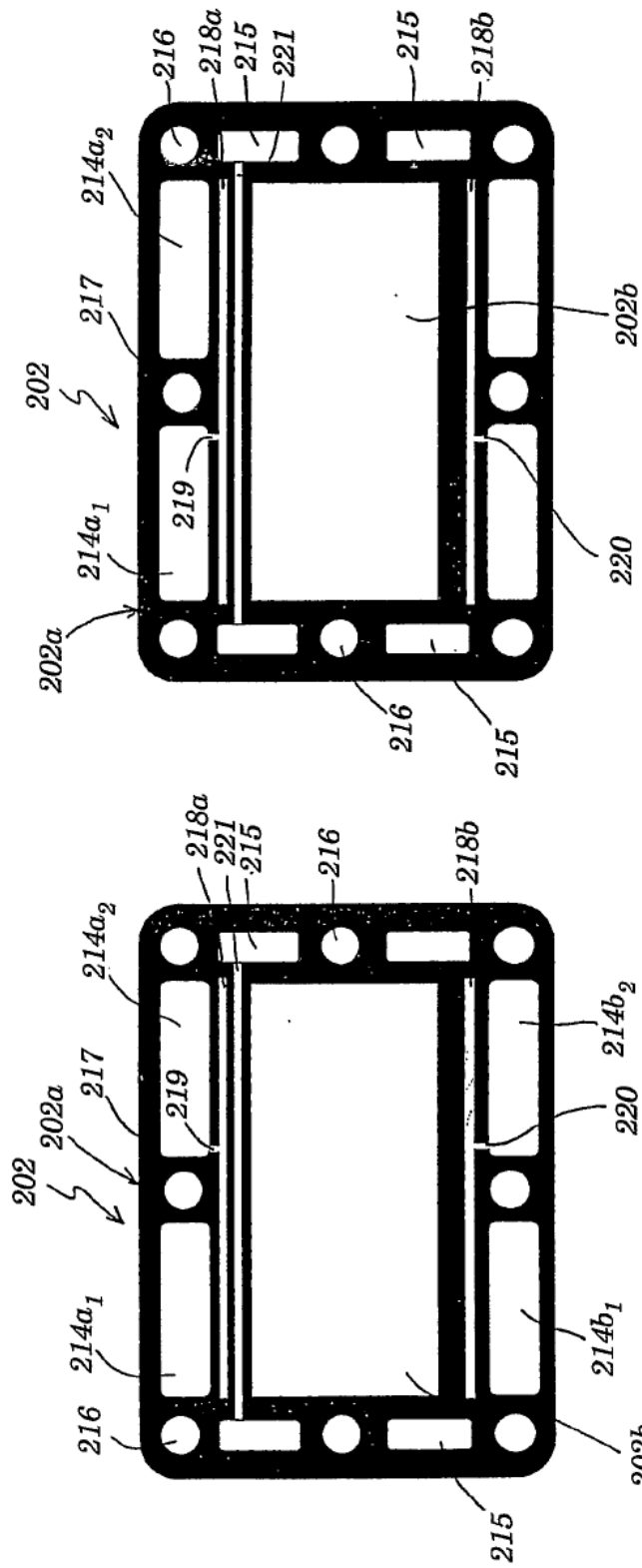


FIG 8b

FIG 8a

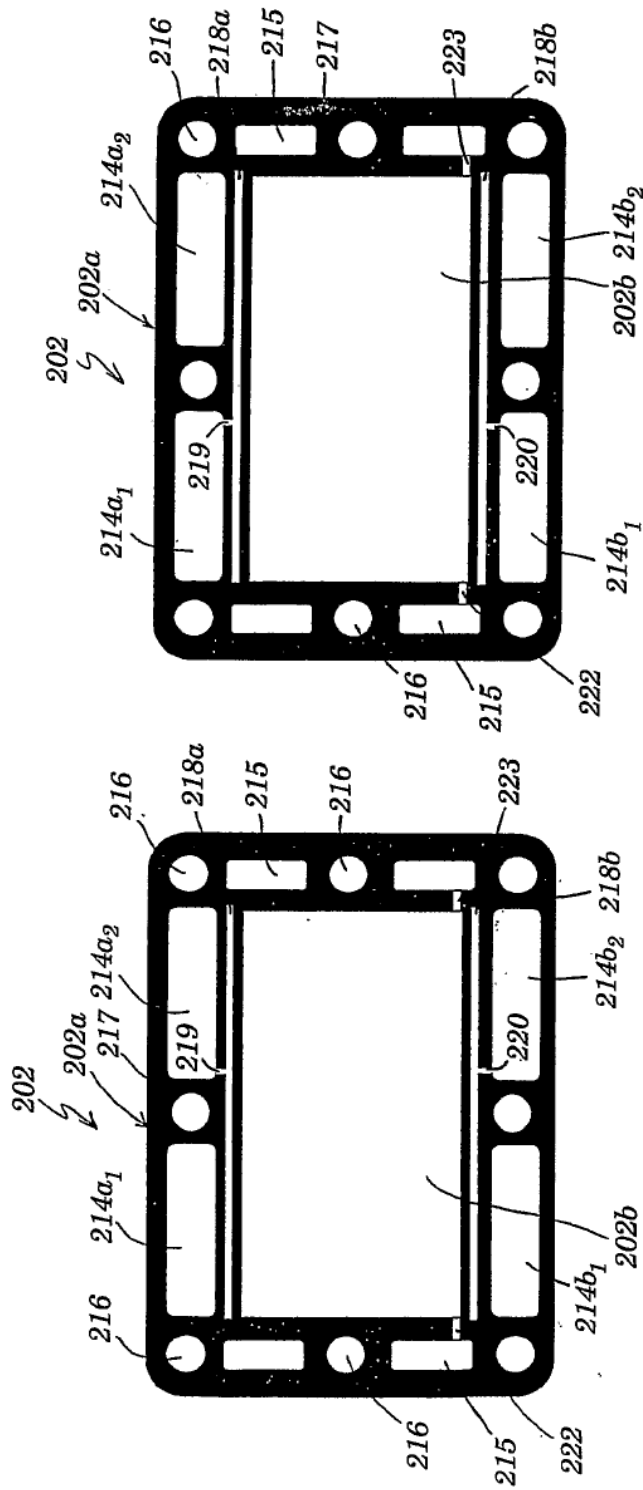


FIG 9b

FIG 9a

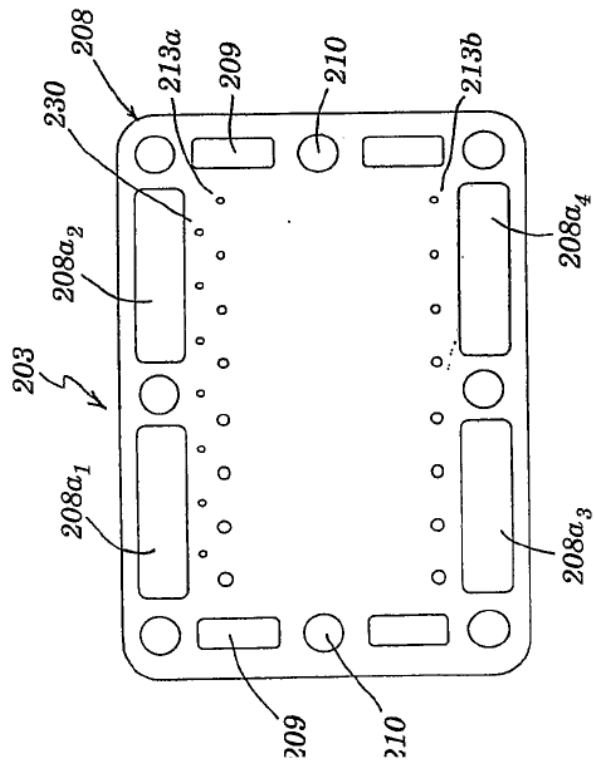


FIG 10a

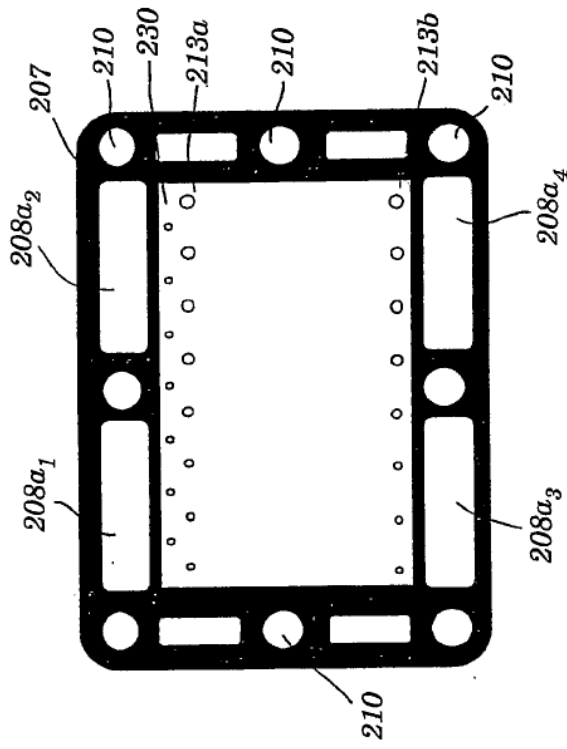


FIG 10b

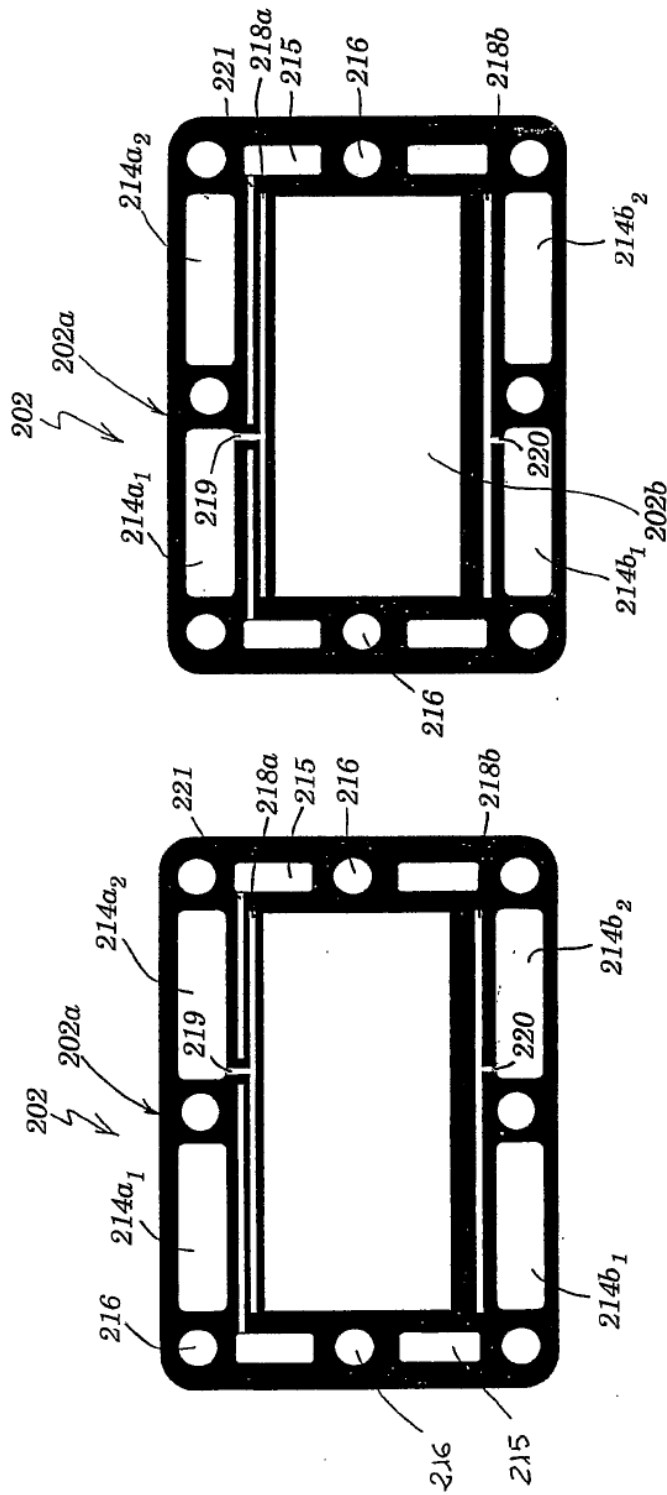


FIG 11a

FIG 11b

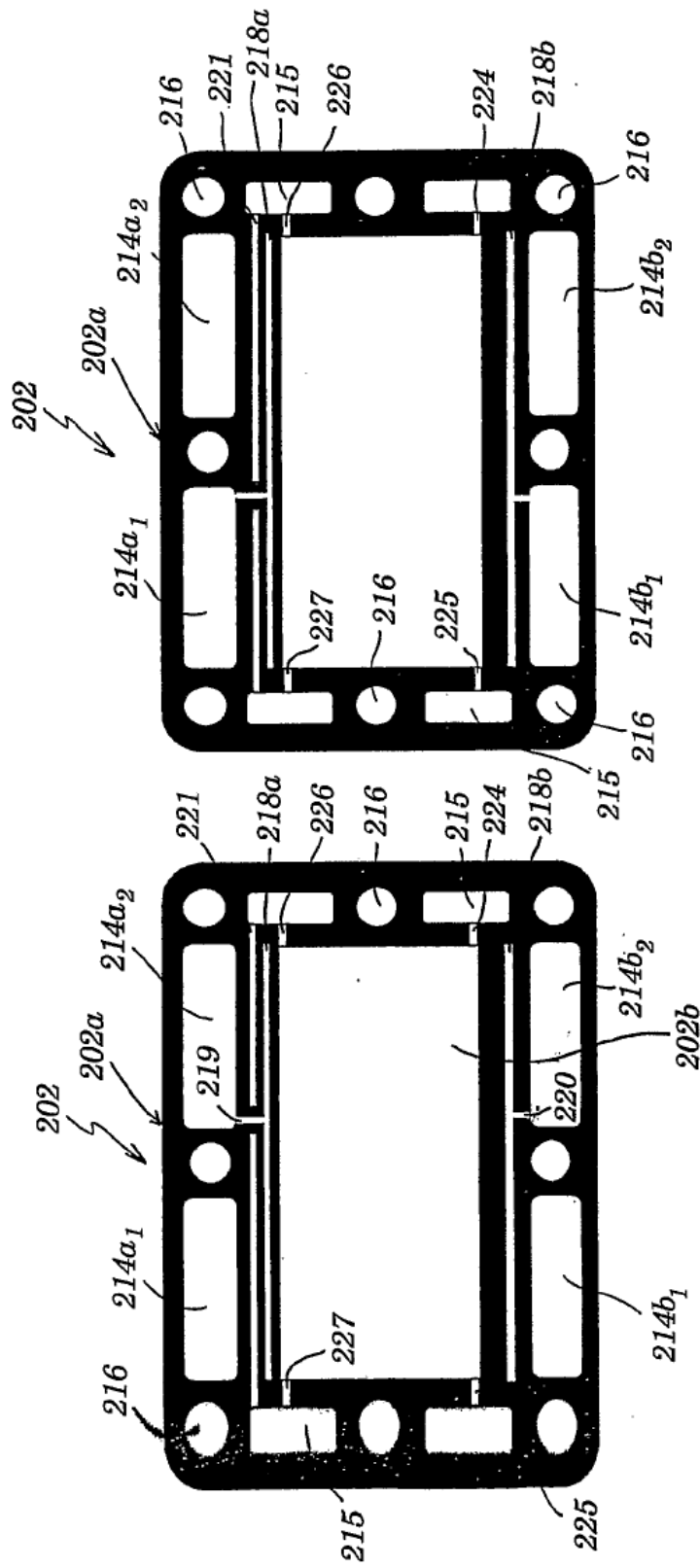


FIG 12b

FIG 12a