



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 351**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08717369 .6**

96 Fecha de presentación : **04.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2132815**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2009**

54 Título: **Pila de combustible.**

30 Prioridad: **08.03.2007 EP 07004799**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.10.2011

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es: **Mattejat, Arno y
Mehlretter, Igor**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 366 351 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Pila de combustible

5 La invención se refiere a una pila de combustible con un espacio de gas dispuesto entre dos elementos de placa, en la que uno de los elementos de placa presenta elevaciones para soportar el elemento de placa en el otro elemento de placa en una estructura reticular regular, entre las que discurre una red de los canales de gas que atraviesan el espacio de gas, en la que las elevaciones tienen como máximo una longitud que es tres veces la anchura.

10 En una pila de combustible, hidrógeno (H₂) y oxígeno (O₂) reaccionan en un electrolito cediendo calor para dar energía eléctrica y agua producto, que, junto con el agua de humidificación condensada, debe extraerse de la pila de combustible. Esto tiene lugar mediante eliminación por soplado del agua con gas de funcionamiento en exceso de la pila de combustible, alimentándose a la misma más gas de funcionamiento del que necesita para la reacción.

15 A la membrana activa y a los electrodos que la rodean de una pila de combustible de PEM (*Proton Exchange Membrane* o *Polymer Elektrolyt Membrane* (membrana de intercambio de protones o membrana de electrolito polimérico) se les debe proporcionar de manera uniforme tanto en el lado del ánodo como en el lado del cátodo gases de funcionamiento para obtener una actividad de la pila lo más uniforme posible por toda la superficie activa. En el caso de altas densidades de potencia, actividades localmente irregulares llevan a temperaturas localmente elevadas y posibles daños en la membrana y los electrodos.

20 La entrada y salida de ambos gases de funcionamiento en una pila de combustible se realiza mediante canales separados, cuya geometría y posición con respecto a las superficies activas no siempre puede configurarse de manera óptima por factores de construcción limitativos. Por tanto, en los dos espacios de gas de la pila de combustible se forman zonas a través de las que el flujo puede pasar correctamente y en las que la evacuación del agua se efectúa correctamente, y otras zonas, denominadas sombras de flujo, en las que el flujo sólo se produce débilmente y el agua no se evacua de manera satisfactoria. En casos desfavorables, por gotas de agua depositadas puede producirse un bloqueo de la función de la pila en tales sombras de flujo.

25 En pilas de combustible, que se hacen funcionar con gases de funcionamiento con porcentajes inertes, tales como gas reformador o aire, en las zonas por las que el flujo no pasa correctamente se forman capas de gas inerte, que en las mismas reducen localmente el rendimiento de los componentes activos. La pila de combustible se hace funcionar entonces con un gas que tiene una baja concentración en gas útil.

30 Para resolver este problema, el documento US 2004/0151970 A1 propone prever en lugar de un mayor espacio de gas una estructura de muchos canales de gas adyacentes, en forma de líneas de serpiente. Sin embargo, de este modo se genera una caída de presión de gas elevada en la pila de combustible.

35 Por el documento DE 103 00 068 A1 se conoce una pila de combustible en la que los espacios de gas están dotados de elementos de conducción de gas alargados. Éstos conducen los gases de funcionamiento desde una entrada de gas hasta una salida de gas de los espacios de gas de manera que fluyen a través de zonas por las que, de lo contrario, el flujo pasaría particularmente con dificultad.

Por el documento WO 03/081703 A2 se conoce ramificar los espacios de gas de manera fina para conseguir un flujo uniforme por la pila de combustible.

Un objetivo de la presente invención es indicar una pila de combustible en la que la unidad de membrana-electrolito pueda atravesarse por un flujo en exceso de gas de funcionamiento localmente en particular de manera uniforme.

40 Este objetivo se soluciona mediante una pila de combustible del tipo mencionado al principio, en la que las elevaciones forman entre las mismas primeros canales de gas en una primera zona del espacio de gas, que comprende varias elevaciones y segundos canales de gas de mayor volumen en una segunda zona del espacio de gas, que comprende varias elevaciones. Mediante la variación así obtenida de las secciones transversales de flujo de los canales de gas los flujos de gas pueden desviarse mediante diferentes resistencias al flujo de los canales de gas.

45 A este respecto la invención parte de la consideración de que una desviación del flujo a lo largo de barreras de flujo continuas en sus extremos o en particular sus recodos lleva a remolinos y turbulencias, que a su vez forman de nuevo sombras de flujo. Por tanto es más favorable una desviación del flujo mediante una pluralidad de elevaciones separadas entre sí y por las que el flujo pasa individualmente, ya que éstas pueden formar un flujo más uniforme.

50 Mediante la variación local de las elevaciones, el volumen total de canal de la segunda zona que atraviesa el flujo de gas de funcionamiento puede ser mayor que el volumen total de canal de la primera zona que atraviesa el flujo, por

- 5 lo que puede obtenerse una menor resistencia al flujo. La segunda zona presenta por tanto un mayor volumen total de canal que la primera zona. En otra configuración, la segunda zona puede presentar una pluralidad de canales, que en cada caso pasan por varias elevaciones y cuyo volumen de canal en cada caso es mayor que el volumen de canal respectivo de los canales similares de la primera zona, que en particular son los canales de mayor volumen de la primera zona.
- 10 Mediante la configuración de la resistencia al flujo con ayuda del tamaño del volumen de canal o del volumen total de canal puede conseguirse una desviación del gas de funcionamiento en una dirección preferente, es decir, una dirección de flujo principal, en la que fluye la parte principal del gas de funcionamiento. A este respecto puede prescindirse de una barrera de flujo completa, a lo largo de la cual se conduce el gas de funcionamiento, de modo que de manera ventajosa el gas de funcionamiento puede fluir en ambas zonas siempre de cualquier punto a cualquier punto de la red de canales, es decir, por ejemplo en las dos direcciones de coordenadas de un modelo de flujo bidimensional.
- 15 Mediante la estructura reticular regular de las elevaciones puede conseguirse un flujo uniforme en una gran superficie. A este respecto, la estructura reticular está formada por una disposición bidimensional, que se repite regularmente, de las elevaciones, de modo que en ambas direcciones espaciales, por ejemplo en coordenadas cartesianas o polares, se da una sucesión regular de elevaciones. La estructura reticular ideal puede formarse a este respecto por los centros geométricos de las elevaciones.
- 20 En una configuración ventajosa de la invención, las elevaciones están realizadas de manera compacta y tienen como máximo una longitud que es tres veces la anchura, en particular sólo como máximo una longitud que es el doble de la anchura. De este modo puede tener lugar un flujo uniforme por las elevaciones a través de las zonas. Convenientemente, las elevaciones están conformadas simétricamente alrededor de un punto medio de elevación, por ejemplo de manera circular, ovalada, hexagonal o cuadrada. La simetría es en este caso de manera ventajosa bidimensional, de modo que las elevaciones tienen fundamentalmente la misma longitud que anchura. El flujo puede pasar por las elevaciones con pocos remolinos, en particular sin remolinos, cuando las elevaciones no tienen aristas transversalmente a los canales de gas.
- 25 Una desviación ventajosa de los flujos de gas en zonas deseadas del espacio de gas puede conseguirse cuando el espacio de gas presenta una entrada de gas y una salida de gas, siendo una resistencia al flujo desde la entrada de gas hasta la salida de gas a lo largo de los segundos canales de gas menor por trayecto como promedio que a través de los primeros canales de gas. Como resistencia al flujo ha de considerarse la resistencia al flujo del gas de funcionamiento, en particular medida a igual velocidad de flujo del gas de funcionamiento a través de los segundos así como los primeros canales de gas.
- 30 Convenientemente, el espacio de gas y la superficie activa de la pila de combustible por la que va a pasar un flujo en exceso del gas de funcionamiento en el mismo son rectangulares, por lo que la pila de combustible puede realizarse de manera compacta.
- 35 Si la primera zona es una zona interna y la segunda zona es una zona de borde del espacio de gas, entonces puede conseguirse una desviación preferida del flujo de gas hacia la zona de borde, de modo que se contrarresta la formación de una sombra de flujo en una zona de borde. La zona de borde es en particular una zona de esquina, en la que, por lo demás, existiría una gran tendencia a la formación de una sombra de flujo.
- 40 Como, por regla general, en una zona de borde de un espacio de gas se forma una sombra de flujo, es ventajosa una disposición de la segunda zona en la zona de borde rodeándola de manera anular, estando rodeada la primera zona completamente por la segunda zona.
- 45 En otra forma de realización, la disposición de las zonas se selecciona de manera que la primera zona forma una barrera por la que pasa flujo en exceso del flujo de gas de funcionamiento a través del espacio de gas. Así puede hacerse que el flujo de gas, antes de fluir en exceso sobre o a través de la barrera, se distribuya en primer lugar en la segunda zona, por lo que puede conseguirse una distribución de gas de funcionamiento uniforme en el espacio de gas. La barrera puede dividirse en este caso a su vez de nuevo en zonas con una resistencia al flujo diferente de manera análoga a la primera y segunda zona.
- 50 Una barrera u obturador puede formarse fácilmente, cuando la primera zona se extiende de manera transversal a través del espacio de gas desde una zona de borde hasta una zona de borde opuesta. Delante y a lo largo del obturador puede distribuirse el gas de funcionamiento en primer lugar en la segunda zona con los canales de gas adicionales. Tras la distribución el flujo atraviesa el obturador con una gran superficie, de modo que se forma un flujo distribuido ampliamente y con ello un flujo en exceso uniforme de la superficie activa.
- De manera ventajosa y aguas abajo una tercera zona se une con la barrera, formando las elevaciones canales de gas, cuyo volumen se encuentra entre el volumen en las dos primeras zonas y en particular aguas abajo con

respecto a la misma una segunda zona. Por medio del gradiente formado de este modo de la resistencia al flujo, el flujo de gas se arrastra en dirección de la tercera zona de mayor volumen y luego de la segunda zona, de modo que se contrarresta un flujo transversal o diagonal no deseado.

5 Un flujo en exceso localmente uniforme de la superficie activa de la pila de combustible puede mejorarse adicionalmente cuando las zonas están dispuestas una con respecto a otra de manera que las resistencias al flujo en las zonas promueven un flujo en forma de Z a través del espacio de gas. Puede contrarrestarse un flujo transversal o diagonal no deseado en el sentido de que se debilite, se neutralice o incluso realmente se forme como flujo en forma de Z.

10 La diferencia de los canales de gas en la primera y segunda zona en cuanto a su volumen o resistencia al flujo puede formarse, en una forma de realización ventajosa de la invención, por una variación del tamaño de las elevaciones. Puede variarse la anchura de la superficie de paso libre, es decir, la anchura de un canal de gas o el tamaño de la sección transversal de flujo total de todos los canales de gas en la zona.

15 Una posibilidad adicional fácilmente realizable para la variación de la sección transversal de flujo total o de la resistencia al flujo total entre las zonas consiste en formar la diferencia de los canales de gas en la primera y segunda zona por una variación de la forma de las elevaciones. Ésta repercute en la forma de los canales de gas. Puede influirse de manera sencilla en las propiedades del flujo de los canales de gas.

20 Además, la diferencia de los canales de gas en la primera y segunda zona puede formarse por una variación de la estructura reticular. De este modo puede variarse de manera sencilla el número de los canales de gas adyacentes por trayecto transversalmente a los canales de gas y con ello la resistencia al flujo de la totalidad de los canales de gas en esta zona. La estructura reticular puede conseguirse por una variación de las constantes reticulares. Ésta repercute en la separación de los canales de gas entre sí y con ello en el tamaño de una sección transversal de flujo total en las zonas. Algo más compleja es una variación de la forma de la estructura reticular, por ejemplo de una estructura hexagonal a una cuadrada, pudiendo conseguirse con ello una variación de la dirección precisa de los canales de gas.

25 Puede conseguirse una variación de la forma de las elevaciones haciendo que los ángulos de inclinación de los canales de gas en la primera y segunda zona sean diferentes. Puede conseguirse una velocidad de flujo muy uniforme en el canal de gas con un ángulo de inclinación agudo y un flujo lento en las proximidades inmediatas de las elevaciones, que contrarreste las turbulencias, a través de un ángulo de inclinación menos agudo. El ángulo de inclinación es a este respecto en particular el ángulo de inclinación máximo de un canal de gas en una elevación.

30 La invención se explica en detalle con ayuda de ejemplos de realización, que están representados en los dibujos.

Muestran:

la figura 1 un espacio de gas de una pila de combustible con tres zonas, que presentan canales de gas de diferentes resistencias al flujo,

la figura 2 una vista desde arriba de elevaciones que forman canales de gas,

35 la figura 3 una vista desde arriba de elevaciones que forman canales de gas más estrechos,

las figuras 4-9 cortes a través de elementos de placa con elevaciones conformadas de distinta manera y diferentes canales de gas formados entre las mismas,

la figura 10 un espacio de gas con seis zonas con canales de gas con cinco resistencias al flujo diferentes y

40 la figura 11 un espacio de gas con una pluralidad de zonas con canales de gas con seis resistencias al flujo diferentes.

45 La figura 1 muestra un espacio 2 de gas de una pila 4 de combustible en una vista desde arriba esquemática. Con el espacio 2 de gas están conectadas una entrada 6 de gas para la introducción de gas de funcionamiento en el espacio 2 de gas y una salida 8 de gas para la salida del gas de funcionamiento no consumido en el espacio 2 de gas y de agua del espacio 2 de gas. El espacio 2 de gas se delimita por sus dos lados planos por dos elementos 10, 12 de placa, que están mostrados en la figura 4 en una representación en corte. El elemento 10 de placa es metálico y forma parte de una placa bipolar que separa dos pilas 4 de combustible una de otra. El elemento 12 de placa es un electrodo, por ejemplo un ánodo.

Mientras que el elemento 12 de placa es esencialmente plano y no presenta elevaciones, en el elemento 10 de placa

están formadas una pluralidad de elevaciones 14, 16, 18, que están representadas en las figuras 2 y 3 en una vista desde arriba y en las figuras 4-6 en una vista en corte. Sobre las elevaciones 14, 16, 18 se apoyan los dos elementos 10, 12 de placa uno sobre otro.

5 El elemento 10 de placa, y por tanto el espacio 2 de gas, está dividido en tres zonas A, B, C, en las que las elevaciones 14, 16, 18 tienen en cada caso tamaños diferentes. En la zona C en una zona 20 interna del espacio 2 de gas, el elemento 10 de placa está dotado de las elevaciones 16, en una zona 22 de borde, de las elevaciones 18 y entremedias, de las elevaciones 14. Todas las elevaciones 14, 16, 18 están dispuestas en una estructura 24 reticular hexagonal, regular, que en las tres zonas A, B, C es totalmente igual. Los puntos 26 medios de elevación de las elevaciones 14, 16, 18 están dispuestos a este respecto de modo que forman la estructura 24 reticular, tal como se representa en la figura 2. Los puntos 26 medios de elevación son a este respecto los centros geométricos de las elevaciones 14, 16, 18 circulares conformadas de manera simétrica alrededor de los mismos.

15 Las elevaciones 14, 16, 18 forman entre las mismas una red de canales 28, 30, 32 de gas que atraviesan el espacio 2 de gas, que conectan la entrada 6 de gas con la salida 8 de gas. Como aclaración, la red de los canales 28 de gas entre las elevaciones 14 en la figura 2 está representada con sombreado. Mediante el diferente tamaño de las elevaciones 14, 16, 18, los canales 28, 30, 32 de gas están formados en sus puntos más estrechos con diferentes secciones 34, 36, 38 transversales de flujo, que como aclaración en las figuras 4-6 están representadas con sombreado. Así, por ejemplo dado que la sección 36 transversal de flujo de los canales 30 de gas en la zona C es más estrecha que la sección 38 transversal de flujo de los canales 32 de gas en la zona A, la resistencia al flujo del espacio 2 de gas en la zona C por trayecto de flujo es mayor que en la zona A por igual trayecto de flujo.

20 Mediante la diferente resistencia al flujo del espacio 2 de gas en las zonas A, B, C se desvía el gas de funcionamiento que entra por la entrada 6 de gas en una dirección 40, 42 preferente a lo largo de la zona A y por tanto a lo largo de la zona 22 de borde, de modo que, en las dos zonas 44 de esquina opuestas, alejadas de la entrada 6 de gas y la salida de gas, no se forma ninguna sombra de flujo. En la zona C se encuentra la mayor resistencia al flujo, de modo que en este caso, a pesar del trayecto más corto que discurre en la zona C de un flujo de gas desde la entrada 6 de gas hasta la salida 8 de gas, por superficie sólo fluye la misma cantidad de gas de funcionamiento que en la zona A. La zona B se encuentra, en cuanto a la resistencia al flujo, aproximadamente en el centro entre las zonas A, C. La resistencia al flujo desde la entrada 6 de gas hasta la salida 8 de gas a lo largo de los canales 32 de gas es por trayecto como promedio menor que a través de los canales 28, 30 de gas. La resistencia al flujo desde la entrada 6 de gas hasta la salida 8 de gas a lo largo de los canales 32 de gas es en total esencialmente igual de grande que en la trayectoria más corta desde la entrada 6 de gas hasta la salida 8 de gas a lo largo de los canales 28, 30, 32 de gas.

35 Tal como puede observarse en las figuras 4-6, la variación del volumen de los canales 28, 30, 32 de gas está formada por una variación del tamaño de las elevaciones 14, 16, 18 circulares. En la figura 4, los canales 28 de gas tienen forma de V con la máxima anchura B_1 , la profundidad T_1 y la anchura b_1 de base de canal igual a cero. Asimismo, los canales 30 de gas están realizados en forma de V y con el mismo ángulo de inclinación, aunque con menor profundidad T_2 y anchura B_2 . Los canales 32 de gas están formados de manera análoga a los canales 28 de gas, aunque algo separados en la base del canal, de modo que la base del canal presenta la anchura b_3 . La anchura B_3 y por tanto el volumen del canal 32 de gas en el punto más estrecho es la mayor de todos los canales 28, 30, 32 de gas y la profundidad T_3 es igual de grande que la profundidad T_1 .

40 El efecto de las variaciones del volumen de canal sobre las resistencias al flujo o la caída de presión dentro de un espacio de gas se aclara mediante la siguiente tabla. Se midió la caída de presión en tres espacios de gas con las dimensiones 70 mm x 70 mm, que en cada caso estaban dotados de un elemento 10 de placa con sólo un tipo de elevación 14, 16, 18 es decir, en cada caso sólo un tipo de zona A, B, C.

	G_2-B_i	34, 36, 38	%	Caída de presión O_2	%	Caída de presión H_2	%
Zona A	3,9 mm	58 mm ²	135	0,5 mbar	80	0,7 mbar	78
Zona B	4,2 mm	43 mm ²	100	0,6 mbar	100	0,9 mbar	100
Zona C	4,4 mm	32 mm ²	75	0,8 mbar	132	1,1 mbar	122

45 Mientras que la caída de presión en el espacio de gas sólo con las elevaciones 16 más grandes ascendió en el lado de oxígeno a 0,8 mbar y en el lado de hidrógeno a 1,1 mbar, en el espacio de gas con las elevaciones 18 más pequeñas ascendió sólo a 0,5 mbar o 0,7 mbar. Por tanto, se alcanza un paso de flujo claramente con menos

resistencia de la zona A que de la zona C.

En las figuras 7-9 se representan otras posibilidades de variación de las secciones 46, 48, 50 transversales de flujo más estrechas de los canales 52, 54, 56 de gas. Así, los canales 54 de gas representados en la figura 8 entre las elevaciones 60 se caracterizan por un ángulo W_1 de inclinación menos agudo, con la misma profundidad, y por tanto tienen un mayor volumen que los canales 52 de gas entre las elevaciones 58 con el ángulo W_2 de inclinación más agudo. De este modo una red de canales a partir de los canales 54 de gas tiene por tanto una menor resistencia al flujo por trayecto a través del que pasa el flujo o por superficie de zona que una red de canales a partir de los canales 52 de gas.

En la figura 9 las elevaciones 62 están dispuestas más distanciadas entre sí, de modo que una constante G_1 reticular con por ejemplo la misma estructura reticular hexagonal es más ancha que la constante G_2 reticular en las figuras 4-8.

Como posibilidades de variación adicionales pueden modificarse las formas de las elevaciones y/o la estructura reticular, de modo que pueden modificarse la forma de la red de canales y la anchura de los canales de gas o la forma de la red de canales y la densidad de canales. De este modo y del modo descrito anteriormente tanto la resistencia al flujo por trayecto a través de una zona A, B, C como un comportamiento de flujo pueden ajustarse de manera controlada para alcanzar unas propiedades deseadas de la pila 4 de combustible.

En las figuras 10 y 11 se muestran dos ejemplos adicionales de espacios 64, 66 de gas. La siguiente descripción se limita fundamentalmente a las diferencias respecto al ejemplo de realización en la figura 1, al que se remite respecto a las mismas características y funciones. Fundamentalmente las mismas piezas presentan básicamente los mismos números de referencia.

El espacio 64 de gas en la figura 10 está dividido en seis zonas A-E en forma de banda, que en cada caso discurren transversalmente a través del espacio 2 de gas desde una zona 68 de borde hasta la zona 70 de borde opuesta. La resistencia al flujo de las zonas A-E por trayecto a través del que pasa el flujo se ajusta de modo que la resistencia al flujo de la zona A es la más reducida, la de la zona B es mayor, la de la zona C es aún mayor, la de la zona D es a su vez mayor y la de la zona E es la mayor.

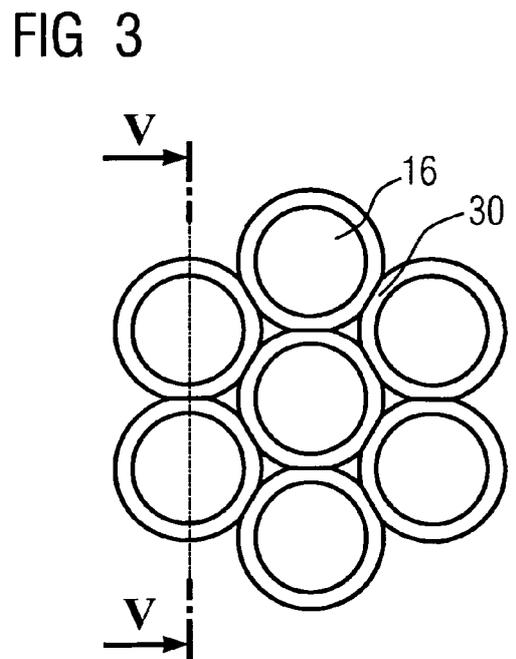
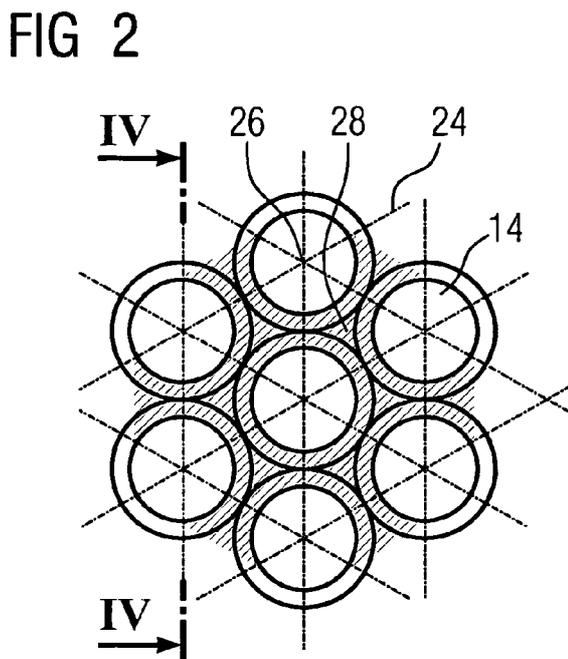
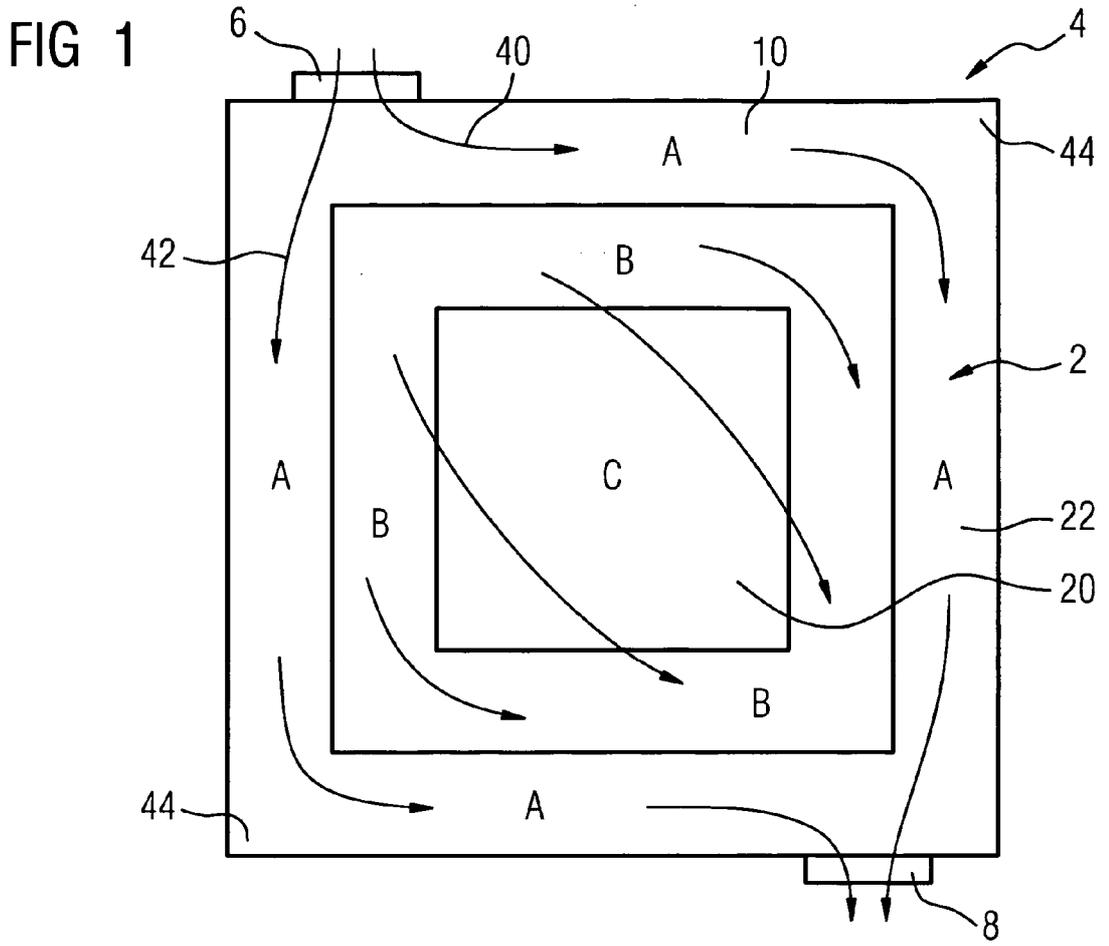
La zona A en el lado de entrada favorece con su resistencia al flujo reducida una distribución simultánea del gas de funcionamiento por toda la anchura del espacio 2 de gas cuadrado. La zona E representa en este caso una barrera o un obturador a través de la que/del que sólo puede pasar el flujo con una resistencia al flujo mayor, a lo largo de la que/del que en primer lugar se extiende la mayor parte del gas de funcionamiento. Tras la distribución, el gas de funcionamiento fluye en total a través de la zona E y a través del gradiente de la resistencia al flujo desde la zona E hasta la zona A en el lado de salida se desvía de manera fundamental precisamente a través de las zonas E-B. En este caso el gas de funcionamiento también fluye de manera satisfactoria a lo largo de las zonas 68, 70 de borde hasta la salida 8 de gas. En la zona A en el lado de salida con una resistencia al flujo reducida el gas de funcionamiento sólo puede desplazarse con pocos obstáculos hasta la salida 8 de gas y en particular en el lado del cátodo arrastrar el agua producto producido en el espacio 2 de gas.

En la división de las zonas representada en la figura 10 no puede evitarse por completo que quede un determinado porcentaje de flujo diagonal desde la entrada 6 de gas hasta la salida 8 de gas en el flujo de gas a través de las zonas E-B. Para reducirlo, impedirlo o incluso obtener un flujo con una ligera forma de Z es adecuada una división de las zonas A-F tal como se representa en la figura 11. Las zonas A están realizadas como en el ejemplo de la figura 10. Dos bandas de en cada caso cinco zonas B-F dispuestas opuestas entre sí forman sin embargo un gradiente de resistencia al flujo fundamentalmente transversal al flujo de gas. De este modo el flujo de gas se desvía transversalmente a su dirección de flujo en la dirección de un flujo en forma de Z de tal manera que se reduce el flujo diagonal no deseado, se evita o incluso se alcanza un flujo en forma de Z tal como se representa en la figura 11.

De este modo puede evitarse de manera eficaz una sombra de flujo en las zonas 44 de esquina. A través de la zona A en el lado de salida con una resistencia al flujo reducida el agua producto se extrae de manera eficaz, de modo que se evita un bloqueo de zonas de pila y una corrosión por acumulaciones iónicas en el agua. Además, con las medidas en los ejemplos de realización se alcanza una concentración homogénea de gases inertes por toda la superficie activa del espacio 2 de gas y se evita la formación de sombras de flujo, zonas muertas y remolinos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pila (4) de combustible con un espacio (2) de gas dispuesto entre dos elementos (10, 12) de placa, en la que uno de los elementos (10) de placa presenta elevaciones (14, 16, 18, 58, 60, 62) para soportar el elemento (10) de placa en el otro elemento (12) de placa en una estructura (24) reticular regular, entre las que discurre una red de canales (28, 30, 32, 52, 54, 56) de gas que atraviesan el espacio (2) de gas, en la que las elevaciones tienen como máximo una longitud que es tres veces la anchura, caracterizada porque las elevaciones (14, 16, 18, 58, 60, 62) entre ellas forman primeros canales (28, 30, 52, 54) de gas en una primera zona (B-F) del espacio (2) de gas, que comprende varias elevaciones (16, 18, 58, 60) y segundos canales (28, 32, 54, 56) de gas de gran volumen en una segunda zona (A-E) del espacio (2) de gas, que comprende varias elevaciones (14, 18, 60, 62).
- 10 2. Pila (4) de combustible según la reivindicación 1, caracterizada porque las elevaciones (14, 16, 18, 58, 60, 62) están conformadas simétricamente alrededor de un punto (26) medio de elevación.
- 15 3. Pila (4) de combustible según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el espacio (2) de gas presenta una entrada (6) de gas y una salida (8) de gas y una resistencia al flujo desde la entrada (6) de gas hasta la salida (8) de gas a lo largo de los segundos canales (28, 32, 54, 56) de gas es menor por trayecto como promedio que a través de los primeros canales (28, 30, 52, 54) de gas.
- 20 4. Pila (4) de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la primera zona (B-F) es una zona (20) interna y la segunda zona (A, B) es una zona (22, 68, 70) de borde del espacio (2) de gas.
5. Pila (4) de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento (10) de placa con las elevaciones (14, 16, 18, 58, 60, 62) presenta dos zonas (68, 70) de borde opuestas entre sí y la primera zona (B-E) se extiende transversalmente a través del espacio (2) de gas desde una de las zonas (68) de borde hasta la zona (70) de borde opuesta.
- 25 6. Pila (4) de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las zonas (A-F) están dispuestas una con respecto a otra de manera que las resistencias al flujo en las zonas (A-F) promueven un flujo en forma de Z a través del espacio (2) de gas, estando dispuesta una primera zona (B-F) entre segundas zonas (A-E) y formando la primera zona (B-F) un gradiente de resistencia al flujo transversal a una dirección de flujo del gas que fluye a través de los canales (28, 30, 32, 52, 54, 56) de gas desde una segunda zona (A-E) hasta la primera zona (B-F) y continuando hasta la siguiente segunda zona (A-E).
- 30 7. Pila (4) de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la diferencia de los canales (28, 30, 32, 52, 54, 56) de gas en la primera y segunda zona (A-F) está formada por una variación del tamaño de las elevaciones (14, 16, 18, 58, 60, 62).
8. Pila (4) de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la diferencia de los canales (52, 54, 56) de gas en la primera y segunda zona (A-F) está formada por una variación de la forma de las elevaciones (58, 60, 62).
- 35 9. Pila (4) de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la diferencia de los canales (28, 30, 32, 52, 54, 56) de gas en la primera y segunda zona (A-F) está formada por una variación de la estructura (24) reticular de tal manera que varía el número de los canales (28, 30, 32, 52, 54, 56) de gas adyacentes por trayecto transversalmente a los canales (28, 30, 32, 52, 54, 56) de gas.
- 40 10. Pila (4) de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los ángulos (W_1 , W_2) de inclinación de los canales (28, 30, 32, 52, 54, 56) de gas en la primera y segunda zona (A-F) son diferentes.



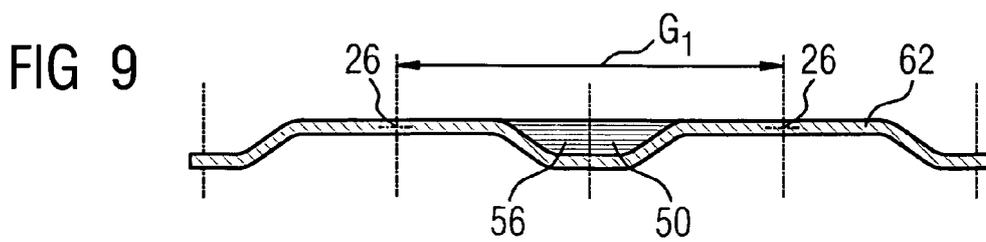
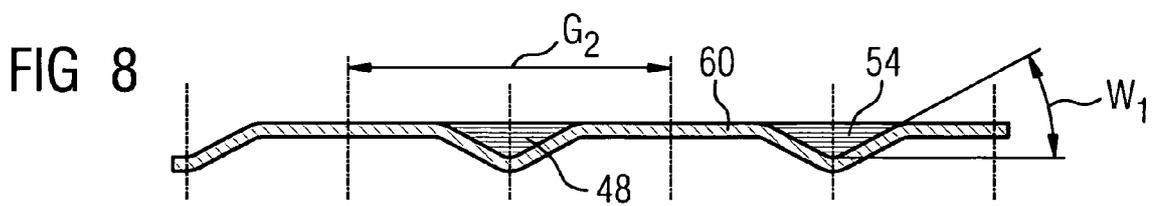
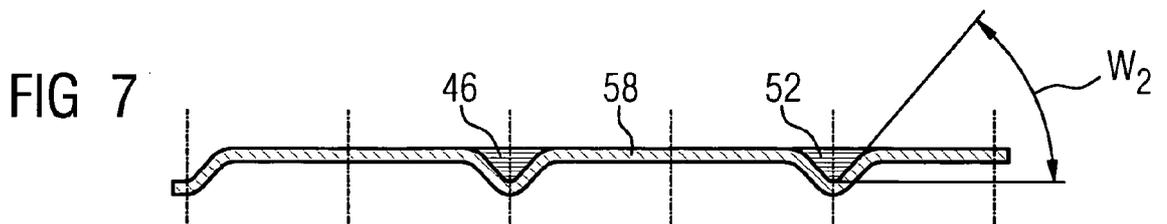
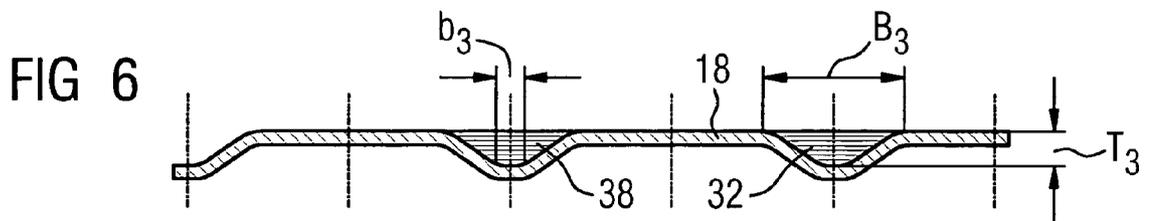
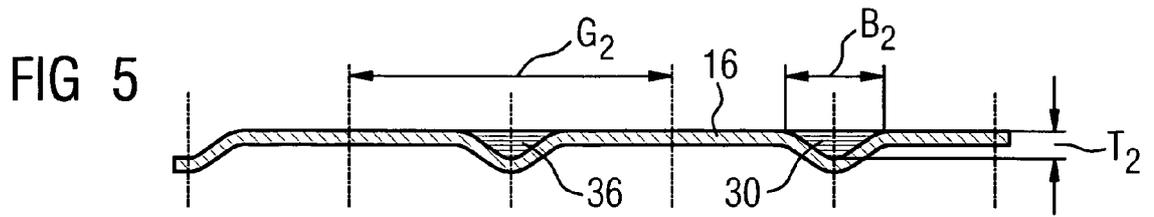
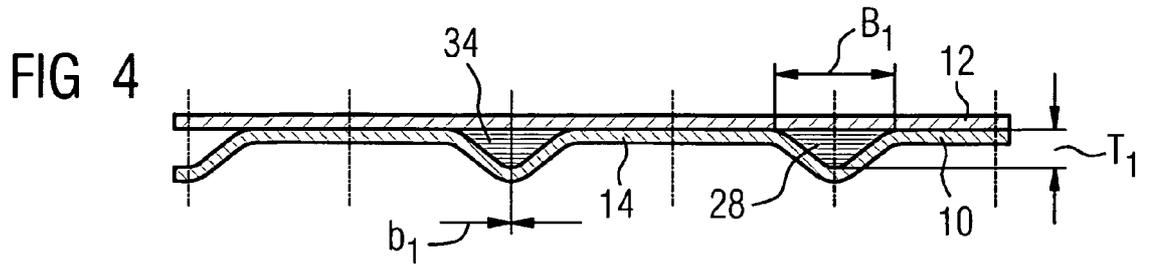


FIG 10

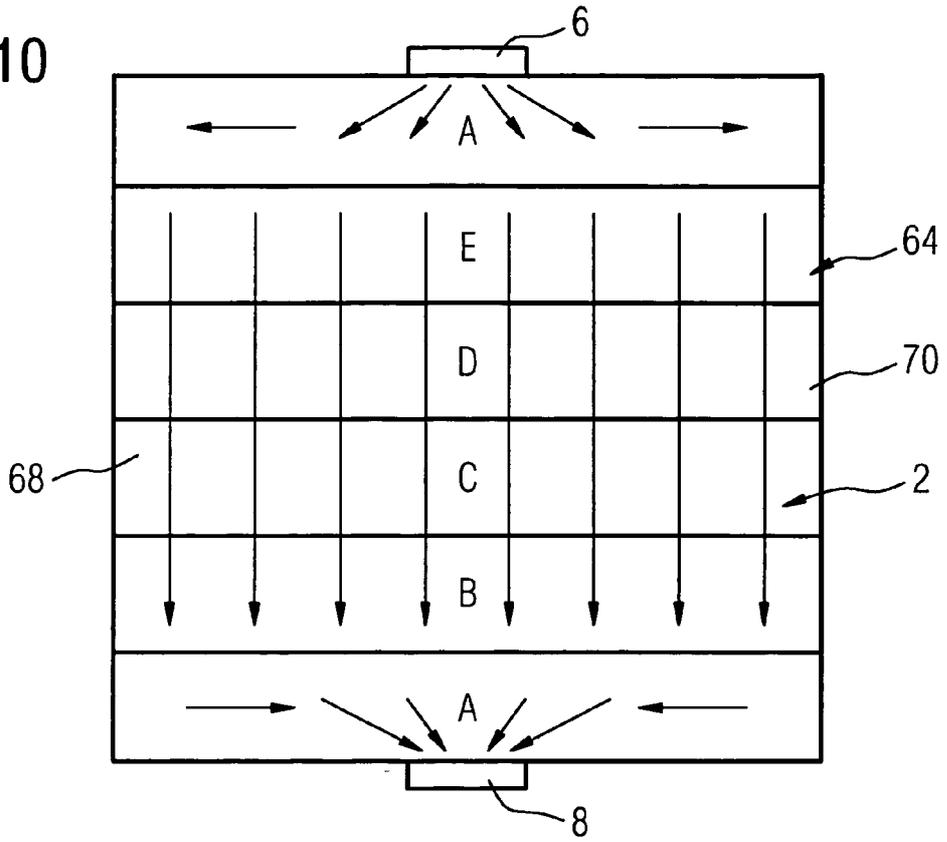


FIG 11

