

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 813**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2009 E 09710315 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2243182**

54 Título: **Celda de humidificación**

30 Prioridad:

**13.02.2008 DE 102008009055**

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

**11.11.2013**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BRANDT, TORSTEN;  
DATZ, ARMIN;  
HAMMERSCHMIDT, ALBERT;  
LATZEL, SILKE;  
LERSCH, JOSEF;  
MATTEJAT, ARNO;  
STÜHLER, WALTER y  
VOITLEIN, OTTMAR**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 428 813 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 humidificación

La presente invención hace referencia a una celda de humidificación de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 1. Una celda de humidificación de esta clase se conoce, por ejemplo, a partir de la patente EP 1 435 121 B1.

En una pila de combustible, se genera una corriente eléctrica con un elevado rendimiento, mediante la combinación electroquímica de hidrógeno ( $H_2$ ) y oxígeno ( $O_2$ ) en un electrolito para obtener agua ( $H_2O$ ). La transformación técnica de dicho principio de la pila de combustible, ha conducido a diferentes soluciones, es decir, con diferentes electrolitos y temperaturas de funcionamiento de entre  $60^\circ C$  y  $1000^\circ C$ . En relación con su temperatura de funcionamiento, las pilas de combustible se dividen en pilas de combustible de baja temperatura, de temperatura media y de alta temperatura, que se diferencian entre sí en primer lugar por presentar diferentes formas de ejecución técnicas.

Las pilas de combustible de un conjunto de pilas de combustible, durante su funcionamiento se alimentan con gases de trabajo, es decir, un gas de combustión que contiene hidrógeno, y un gas de oxidación que contiene oxígeno. Algunas formas de ejecución de pilas de combustible de baja temperatura, particularmente las pilas de combustible con una membrana de electrolito polimérico (pilas de combustible PEM), requieren de gases humidificados para su funcionamiento. Dichos gases de trabajo, se saturan con vapor de agua en un dispositivo apropiado, como por ejemplo, un compresor de anillo líquido o un humidificador de membrana. El dispositivo humidificador y eventualmente otros dispositivos de alimentación, conforman junto con el conjunto de pilas de combustible, un sistema de pilas de combustible.

En el caso de que los gases de trabajo se conduzcan a través de conductos de alimentación prolongados para los gases de trabajo, desde el humidificador hacia el conjunto de pilas de combustible, la temperatura de un gas de trabajo humidificado puede descender mediante la pérdida de calor hacia el medio ambiente. Dicho proceso conduce a la condensación de agua de humidificación. A continuación, los gases de trabajo se calientan nuevamente en las pilas de combustible, con lo cual se reduce su humedad relativa. De esta manera, se daña el electrolito que se debe mantener siempre húmedo y que es sensible a la sequedad, y de esta manera se reduce su durabilidad. Por lo tanto, resulta conveniente que el humidificador se encuentre dispuesto lo más próximo posible a las pilas de combustible.

A partir de la patente EP 1 435 121 B1 se conoce un bloque de pilas de combustible con un apilamiento de pilas de combustible planas, y un apilamiento de celdas de humidificación planas. Ambos apilamientos se encuentran dispuestos de manera directamente adyacente en el bloque de pilas de combustible. Las celdas de humidificación se conforman como humidificadores de membrana, en los cuales, partiendo de una primera placa exterior, entre la primera placa exterior y una segunda placa exterior, se encuentran dispuestas una cámara de gas, una cámara de agua de humidificación y una membrana permeable al agua que separa ambas cámaras, en donde entre la membrana y la primera placa exterior se encuentra dispuesto un elemento de soporte permeable al agua.

Antes de que los gases de trabajo se suministren a las pilas de combustible del apilamiento de pilas de combustible, dichos gases circulan a través de las celdas de humidificación y en dicho lugar se humidifican, y a continuación circulan sin abandonar el bloque de pilas de combustible, hacia el apilamiento de pilas de combustible.

En la cámara de agua de humidificación, es decir, a un lado de la membrana, circula el agua de humidificación, y en la cámara de gas, es decir, del otro lado de la membrana, circula el gas de trabajo a través de conductos que se encuentran incorporados en la respectiva placa exterior. Para evitar que a lo largo de las nervaduras de las placas exteriores, la membrana se encuentre cubierta por dichas nervaduras, de manera que no pueda llegar agua de humidificación o bien, gas de trabajo a la membrana, entre la membrana y una o ambas placas exteriores, se encuentra dispuesto respectivamente un elemento de soporte permeable al agua. De esta manera, la membrana se mantiene distanciada en la zona del elemento de soporte en relación con la placa exterior y, de esta manera, se garantiza que el agua de humidificación o bien, el gas de trabajo puedan llegar a una gran superficie de la membrana, con lo cual se incrementa la capacidad de humidificación. Dicha característica resulta particularmente importante cuando se utilizan estructuras de grandes superficies en la placa exterior. De acuerdo con el lado de la membrana en el que se encuentra dispuesto el elemento de soporte, el agua de humidificación penetra ya sea en primer lugar el elemento de soporte y a continuación la membrana, o en primer lugar la membrana y a continuación el elemento de soporte, y de esta manera llega al gas de trabajo a humidificar.

Al menos, el elemento de soporte entre la membrana y la segunda placa exterior, en este caso está conformado de manera ventajosa por papel carbón. El papel carbón es estable frente a los medios de trabajo utilizados o bien, frente al material de la membrana, y presenta preferentemente propiedades hidrófilas, es decir, que se humecta completamente mediante el agua. El papel carbón garantiza una humidificación óptima debido a la hidrofilia y a la

gran superficie, y las posibles gotas de agua generadas por la presión hidrostática, se distribuyen sobre la superficie y se arrastran en forma gaseosa en la cámara de gas mediante el flujo de gas. Las fuerzas mecánicas entre la membrana y la placa o las placas exteriores, son absorbidas de una manera óptima por el papel carbón, además se evita un contacto directo entre la membrana y la placa o las placas exteriores y, de esta manera, se evita la corrosión.

5 Se ha comprobado que en la utilización de papel carbón resulta desventajoso que en el caso de velocidades elevadas del gas a través del papel carbón, se puedan liberar fibras de carbón que pueden ser arrastradas por el flujo de gas. Dicha desventaja puede conducir a obstrucciones de pasos de gas estrechos para los flujos de los medios, hecho que puede presentar como consecuencia el fallo del sistema de pilas de combustible.

10 A partir de la patente JP 10 172 591 A se conoce un elemento de soporte reticulado compuesto por resina, que se encuentra dispuesto en contacto con una membrana de una pila de combustible. El elemento de soporte evita que ante un incremento de la presión de un lado de la membrana, dicha membrana se extienda hacia una cámara adyacente.

15 El objeto de la presente invención consiste en mejorar la acción del elemento de soporte conocido a partir del estado del arte.

Dicho objeto se resuelve mediante una celda de humidificación con las características de la reivindicación 1. Los acondicionamientos ventajosos son objeto respectivamente de las reivindicaciones relacionadas.

20 Conforme a la presente invención, el primer elemento de soporte permeable al agua, dispuesto entre la primera placa exterior y la membrana, no está conformado por papel carbón, sino por una tela filtrante. Como demuestran de manera sorprendente las mediciones, con una tela filtrante también se puede lograr una humidificación del gas del 100 %, sin que se arrastre agua en estado líquido hacia la cámara de gas mediante el gas de trabajo, en forma de gotículas de agua, hecho que puede conducir a limitaciones en la capacidad de funcionamiento de las pilas de combustible debido a la entrada de agua. Dado que la tela filtrante se obtiene mediante un proceso de tejido de una fibra y no de fibras cortas, no se pueden liberar fibras cortas como en el caso del papel carbón, que podrían generar obstrucciones en puntos estrechos críticos.

25 La tela filtrante y la membrana se encuentran adaptadas entre sí, en relación con el grosor y con el diámetro de los poros de la tela filtrante, y en relación con la rigidez de la membrana, y a las presiones en las cámaras que limitan con la membrana, de manera que durante el funcionamiento de la celda de humidificación, la membrana no se comprima a través de los poros y no entre en contacto con la placa exterior. De esta manera, se pueden evitar perjuicios en la capacidad de humidificación y problemas de corrosión en el caso que se utilicen placas exteriores metálicas. La tela filtrante, a pesar de presentar poros, resulta similar al papel carbón correspondiente, en relación con su "compacidad".

30 En este caso, se considera que mediante la presión del medio de trabajo hacia las cámaras adyacentes a la membrana (es decir, la cámara de gas y la cámara de agua de humidificación), actúa una fuerza sobre la membrana que presiona la membrana hacia los poros de la tela filtrante. La membrana se presiona aún más hacia los poros, en tanto mayor sea la fuerza que actúa sobre la membrana en dirección hacia la tela filtrante, mientras menos rígida sea la membrana, mayor sea el diámetro de los poros, y menor sea el grosor de la tela filtrante.

35 La tela filtrante presenta poros con un diámetro que presenta una proporción en relación con el grosor de la tela filtrante, de 1:2 a 1:5, particularmente de 1:3 a 1:4. En el caso de un diámetro de poros de esta clase y de un grosor de tela de esta clase, se puede lograr una estabilidad mecánica particularmente óptima del elemento de soporte.

40 Preferentemente, entre la membrana y la segunda placa exterior, se encuentra dispuesto un segundo elemento de soporte permeable al agua, que está conformado preferentemente también por una tela filtrante. Cuando a ambos lados de la membrana se encuentra dispuesto respectivamente un elemento de soporte, la membrana se puede mantener de una manera particularmente fiable, en una posición deseada. Independientemente de si la membrana se encuentra conectada firmemente con el elemento de soporte o bien, con los elementos de soporte, o si se encuentra sujeta de manera desmontable entre los elementos de soporte, en la zona de los elementos de soporte no se puede cubrir parcialmente la membrana mediante las placas exteriores. De esta manera, se puede garantizar de manera fiable una capacidad de humidificación elevada de la membrana.

45 La tela filtrante está conformada preferentemente por un material plástico, preferentemente polipropileno o poliéster. En particular, el polipropileno o el poliéster presentan una estabilidad correspondiente frente a los gases de trabajo, las membranas de intercambio iónico fuertemente ácidas utilizadas convencionalmente, y las temperaturas que se presentan. Debido a sus propiedades mecánicas (deformación, estabilidad) dichos materiales son capaces de absorber las fuerzas mecánicas que se presenten, sin sufrir daños o bien, sin dañar los componentes adyacentes. De manera alternativa, también resultan apropiados los materiales plásticos de alto rendimiento. Resultan

particularmente apropiados en relación con las temperaturas que se presentan en las celdas de humidificación, en relación con los medios de trabajo y las exigencias mecánicas, el poliéter éter cetona (PEEK) o la polisulfona (PSU).

5 Preferentemente, la tela filtrante presenta poros con un diámetro de 50  $\mu\text{m}$  a 150  $\mu\text{m}$ , particularmente de 90  $\mu\text{m}$  a 110  $\mu\text{m}$ , y dicha tela filtrante presenta un grosor de 200  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ , particularmente de 300  $\mu\text{m}$  a 400  $\mu\text{m}$ . En el caso de un diámetro de poros de esta clase y de un grosor de tela de esta clase, con membranas usuales en el comercio, se pueden lograr simultáneamente propiedades mecánicas particularmente óptimas del elemento de soporte, una capacidad de humidificación particularmente óptima y una protección óptima contra la corrosión de la placa exterior.

10 Un posicionamiento particularmente estable de la membrana y una conformación particularmente simple de la celda de humidificación, se logra mediante el hecho de que la primera placa exterior, el primer elemento de soporte, la membrana, el segundo elemento de soporte y la segunda placa exterior, se encuentran dispuestos respectivamente en contacto unos con otros. En este caso, las placas exteriores presentan convenientemente conductos o acunaciones, a través de los cuales pueden circular el gas de trabajo o el agua de humidificación a lo largo de la placa exterior y a lo largo del elemento de soporte que se encuentra en contacto con la placa exterior. En el caso de dicho acondicionamiento, la celda de humidificación conforma un ensamblaje particularmente estable y no sensible a la presión. Dicho acondicionamiento de la presente invención resulta particularmente apropiado en el caso de celdas de humidificación muy planas, con una cámara de gas muy plana y/o una cámara de agua de humidificación muy plana.

20 El elemento de soporte puede cubrir completamente la superficie de la membrana que resulta accesible para el agua de humidificación o para el gas de trabajo. Sin embargo, un soporte óptimo de la membrana también se garantiza cuando el elemento de soporte sólo cubre una parte del lado plano de la membrana, por ejemplo, mediante entalladuras en el elemento de soporte. De esta manera, se logra un acceso sin impedimentos de agua de humidificación y gas de trabajo a la membrana, con lo cual se incrementa la capacidad de humidificación de la celda de humidificación.

25 A continuación, se explican en detalle los ejemplos de ejecución de la presente invención mediante cinco figuras. Muestran:

FIG. 1 una vista superior de una celda de humidificación representada en una representación recortada;

FIG. 2 un corte a través de la celda de humidificación de la figura 1;

FIG. 3 otro corte a través de la celda de humidificación de la figura 1;

30 FIG. 4 un sistema de pilas de combustible;

FIG. 5 un corte a través de un elemento de soporte con una membrana y una placa exterior adyacentes.

Los mismos objetos presentes en las figuras, están provistos de los mismos símbolos de referencia.

35 En la figura 1, en una vista superior esquemática, se presenta la conformación esencial de una celda de humidificación 1 plana y rectangular, que comprende una membrana 5 representada de manera recortada e insertada en un armazón de un material hermético 3. Debajo de la membrana 5 se observa un elemento de soporte 7 también representado de manera recortada. Debajo del elemento de soporte 7, se representa una placa exterior 9 que se conforma como una chapa con una estructura acuñada 11. La estructura acuñada 11 está conformada por elevaciones o bien, depresiones circulares dentro de la placa exterior 9. Entre la placa exterior 9 y el elemento de soporte 7 se encuentra montado un dispositivo cobertor 13. El dispositivo cobertor 13 se encuentra dispuesto en la zona de una entrada de medio de trabajo 15.

40 La figura 2 muestra un corte a través de la celda de humidificación 1 a lo largo de la línea II-II, en donde, sin embargo, a ambos lados de la membrana 5 se encuentran dispuestos respectivamente un elemento de soporte 7a o bien, 7b, y una placa exterior 9a o bien, 9b. En detalle, la celda de humidificación 1 comprende una primera placa exterior 9a y una segunda placa exterior 9b. Partiendo de la primera placa exterior 9a, entre la primera placa exterior 9a y la segunda placa exterior 9b, se encuentran dispuestas una cámara de gas 21, una cámara de agua de humidificación 31 y la membrana 5 permeable al agua que separa ambas cámaras 21, 31. Entre la primera placa exterior 9a y la membrana 5, se encuentra dispuesto un primer elemento de soporte 7a permeable al agua, y entre la segunda placa exterior 9b y la membrana 5, se encuentra dispuesto un segundo elemento de soporte 7b permeable al agua.

50 La celda de humidificación 1 forma parte de un apilamiento de celdas de humidificación de un sistema de pilas de combustible. Durante el funcionamiento de la celda de humidificación 1, el gas de combustión circula a través del

conducto axial 17 de la celda de humidificación 1. El conducto axial 17 se encuentra orientado de manera paralela al sentido de apilamiento del apilamiento de celdas de humidificación. Desde el conducto axial 17 deriva respectivamente un conducto radial 19 hacia una de las celdas de humidificación 1 de la pila de celdas de humidificación. El gas de combustión circula a través del conducto radial 19 y a continuación a través de la entrada de medio de trabajo 15, y llega después a la cámara de gas 21 de la celda de humidificación 1. Después de la salida desde la entrada de medio de trabajo 15, el gas de combustión pasa, por una parte, por el dispositivo cobertor 13 y, por otra parte, a lo largo de la placa exterior 9 de la celda de humidificación 1, sin generar turbulencias significativas.

La primera placa exterior 9a está diseñada como un elemento calentador conformado por dos chapas metálicas. Entre las chapas metálicas se encuentra una cámara de agua de calefacción, a través de la cual circula el agua de calefacción caliente durante el funcionamiento de la celda de humidificación 1. Dicha agua de calefacción calienta tanto el gas de combustión que circula a través de la celda de humidificación 1, como el agua de humidificación a aproximadamente la temperatura de las pilas de combustible del sistema de pilas de combustible.

En la cámara de gas 21 se humidifica el gas de combustión con agua de humidificación, y después de circular a través de la cámara de gas 21, llega a la salida de medio de trabajo 23 de la cámara de gas 21. Dicho gas circula a través de otro conducto radial y de otro conducto axial, y abandona nuevamente la celda de humidificación 1 en el estado humidificado. También en la zona de de la salida de medio de trabajo 23, el elemento de soporte 7a se encuentra cubierto por otro dispositivo cobertor 24, para evitar turbulencias cuando el gas de combustión circula hacia la salida de medio de trabajo 23.

La figura 3 muestra un corte a través de la celda de humidificación 1 a lo largo de la línea III-III representada en la figura 1, en donde también en este caso, a ambos lados de la membrana 5 se encuentran dispuestos respectivamente un elemento de soporte 7a o bien, 7b, y una placa exterior 9a o bien, 9b. Dicho corte se ha realizado a lo largo de un conducto axial 25, que conduce agua de humidificación durante el funcionamiento de la celda de humidificación 1. El agua de humidificación circula a través del conducto axial 25, y llega a través del conducto radial 27 a otra entrada de medio de trabajo 29. El agua de humidificación circula a través de dicha entrada de medio de trabajo 29, y llega a la cámara de agua de humidificación 31, y circula entre la segunda placa exterior 9b y un dispositivo cobertor 33. A continuación, el agua de humidificación llega al segundo elemento de soporte 7b.

Una parte del agua de humidificación penetra el segundo elemento de soporte 7b, y llega a la membrana 5. Después de la penetración de dicha membrana 5 permeable al agua, el agua de humidificación penetra también el primer elemento de soporte 7a dispuesto del otro lado de la membrana 5. Del lado del elemento de soporte 7a orientado hacia la cámara de gas 21, el agua de humidificación se evapora y humidifica de esta manera el gas de combustión que circula a través de la cámara de gas 21. Otra parte del agua de humidificación sin utilizar circula a través de la cámara de agua de humidificación 31, pasa a lo largo de otro dispositivo cobertor 35, y abandona nuevamente la celda de humidificación 1 después de circular a través de un conducto radial y de otro conducto axial.

La segunda placa exterior 9b también está diseñada como un elemento calentador conformado por dos chapas metálicas. Entre las chapas metálicas se encuentra una cámara de agua de calefacción, a través de la cual circula el agua de calefacción caliente durante el funcionamiento de la celda de humidificación 1. Dicha agua de calefacción calienta el agua de humidificación que circula a través de la cámara de agua de humidificación 31, a aproximadamente la temperatura de las pilas de combustible del sistema de pilas de combustible.

Ambos elementos de soporte 7a y 7b, se encuentran en contacto de manera desmontable con la membrana 5 permeable al agua, y cubren completamente los laterales exteriores planos de la membrana 5, hasta un borde exterior delgado. Ambos elementos de soporte 7a y 7b conforman junto con la membrana 5, un sistema de membrana que se encuentra sujetado entre ambas placas exteriores 9a, 9b de la celda de humidificación 1. De esta manera, los elementos de soporte 7a, 7b se encuentran en contacto, por una parte, con la membrana 5 y, por otra parte, con una de las placas exteriores 9a, 9b. Mediante los elementos de soporte 7a, 7b, la membrana 5 se sujeta firmemente en su posición. Además, los elementos de soporte 7a, 7b logran que la membrana 5 no pueda entrar en contacto en ningún punto con las placas exteriores 9a, 9b y, de esta manera, se encuentre cubierta por una parte de las placas exteriores 9a, 9b.

En este caso, los elementos de soporte 7a, 7b están conformados por una tela filtrante de material plástico, compuesta por polipropileno o poliéster. Alternativamente, la tela filtrante de material plástico puede estar compuesta también por un plástico de alto rendimiento, particularmente poliéter éter cetona (PEEK) o polisulfona (PSU).

Además, la tela filtrante presenta poros con un diámetro que presenta una proporción en relación con el grosor de la tela filtrante, de 1:2 a 1:5, particularmente de 1:3 a 1:4. Esencialmente, se ha comprobado que resulta ventajoso un diámetro de poros de 50  $\mu\text{m}$  a 150  $\mu\text{m}$ , particularmente de 90  $\mu\text{m}$  a 110  $\mu\text{m}$ , y un grosor de tela de 200  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ , particularmente de 300  $\mu\text{m}$  a 400  $\mu\text{m}$ .

- 5 En la figura 4 se muestra en una representación esquemática, un sistema de pilas de combustible 41 en forma de un bloque de pilas de combustible. El sistema de pilas de combustible 41 comprende un apilamiento de celdas de humidificación 43 y un apilamiento de pilas de combustible 45. Las celdas de humidificación 43 presentan el mismo ancho y la misma altura que las pilas de combustible 45. De esta manera, el bloque de pilas de combustible presenta un ancho y una altura uniformes a lo largo del sentido de apilamiento de las celdas de humidificación 43 y de las pilas de combustible 45, a lo largo de un eje de apilamiento. Además, las celdas de humidificación 43 presentan el mismo grosor que las pilas de combustible 45, de manera que la forma exterior y las dimensiones exteriores de las celdas de humidificación 43 son iguales a la forma exterior y a las dimensiones exteriores de las pilas de combustible 45.
- 10 Las mediciones de las líneas características de la tensión de la corriente, y de la capacidad de humidificación registrada cuando se utilizan elementos de soporte 7a, 7b de papel carbón, en comparación con elementos de soporte 7a, 7b de tela filtrante, no presentan diferencia alguna, es decir, que el rendimiento de una celda de humidificación con elementos de soporte de tela filtrante, resulta comparable con el rendimiento de una celda de humidificación con elementos de soporte de papel carbón, con la ventaja adicional de que se puede evitar un desprendimiento de fibras de carbón y, de esta manera, se evitan obstrucciones en pasos de gas estrechos para los flujos de los medios. En las mediciones se ha utilizado una tela filtrante que presenta poros con un diámetro de alrededor de 100  $\mu\text{m}$ , con un grosor de la tela filtrante de alrededor de 350  $\mu\text{m}$ .
- 15 En este caso, preferentemente la tela filtrante y la membrana se encuentran adaptadas entre sí, en relación con el grosor y con el diámetro de los poros de la tela filtrante, y en relación con la rigidez de la membrana, y a la presión en las cámaras que limitan con la membrana, de manera que durante el funcionamiento de la celda de humidificación, la membrana no se comprima a través de los poros y no entre en contacto con la placa exterior.
- 20 La figura 5 muestra en una representación muy simplificada, otro corte a través de un elemento de soporte, en este caso el elemento de soporte 7a, con una membrana 5 adyacente y una placa exterior 9a adyacente.
- 25 En el caso que la presión en la cámara de gas 21 de la celda de humidificación 1, que en relación con la membrana 5 se encuentra del mismo lado que el elemento de soporte 7a o bien, que la tela filtrante, sea menor que en la cámara de agua de humidificación 31 no representada en detalle, que se encuentra del lado de la membrana 5 opuesto al elemento de soporte 7a o bien, a la tela filtrante, actúa una fuerza F perpendicular a la membrana 5 en dirección hacia el elemento de soporte 7a o bien, hacia la tela filtrante, que presiona la membrana 5 hacia los poros 51 del elemento de soporte 7a o bien, de la tela filtrante.
- 30 La membrana 5 se presiona aún más hacia los poros 51, en tanto mayor sea la fuerza F que actúa sobre la membrana 5, mientras menos rígida sea la membrana, mayor sea el diámetro de los poros D, y menor sea el grosor d de la tela filtrante del elemento de soporte 7a.
- 35 Sin embargo, mediante la adaptación recíproca anteriormente mencionada de la tela filtrante del elemento de soporte 7a con la membrana 5, y a las presiones en la cámara de gas 21 y en la cámara de agua de humidificación 31, se evita de manera ventajosa que la membrana 5 se comprima a través de los poros 51 y que entre en contacto con la placa exterior 9a.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Celda de humidificación (1) de un sistema de pilas de combustible (41) con una primera placa exterior (9a) y una segunda placa exterior (9b), en donde a partir de la primera placa exterior (9a), entre la primera placa exterior (9a) y la segunda placa exterior (9b), se encuentra dispuesta una cámara de gas (21), una cámara de agua de humidificación (31) y una membrana (5) permeable al agua que separa ambas cámaras (21, 31), en donde entre la primera placa exterior (9a) y la membrana (5), se encuentra dispuesto un primer elemento de soporte (7a) permeable al agua, y en donde el primer elemento de soporte (7a) está conformado por una tela filtrante, **caracterizada porque** la tela filtrante y la membrana (5) se encuentran adaptadas entre sí, en relación con su grosor y con el diámetro (D) de sus poros (51), y en relación con la rigidez de dicha membrana, y a la presión en las cámaras (21, 31) que limitan con la membrana (5), de manera que durante el funcionamiento de la celda de humidificación (1), no se comprima la membrana (5) a través de los poros (51) y no entre en contacto con la placa exterior (9a ó 9b), en donde la tela filtrante presenta poros con un diámetro que presenta una proporción en relación con el grosor de la tela filtrante, de 1:2 a 1:5, particularmente de 1:3 a 1:4.
- 10
- 15 2. Celda de humidificación (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** entre la membrana (5) y la segunda placa exterior (9b), se encuentra dispuesto un segundo elemento de soporte (7b) permeable al agua, que está conformado preferentemente también por una tela filtrante.
3. Celda de humidificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la tela filtrante está conformada por un material plástico.
- 20 4. Celda de humidificación (1) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** el material plástico está compuesto por un polipropileno o por un poliéster.
5. Celda de humidificación (1) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** el material plástico está compuesto por un plástico de alto rendimiento, particularmente poliéter éter cetona (PEEK) o polisulfona (PSU).
6. Celda de humidificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la tela filtrante presenta poros con un diámetro de 50 µm a 150 µm, particularmente de 90 µm a 110 µm.
- 25 7. Celda de humidificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la tela filtrante presenta un grosor de 200 µm a 500 µm, particularmente de 300 µm a 400 µm.
8. Celda de humidificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 7, **caracterizada porque** la primera placa exterior (9a), el primer elemento de soporte (7a), la membrana (5), el segundo elemento de soporte (7b) y la segunda placa exterior (9b), se encuentran respectivamente en contacto unos con otros.

30

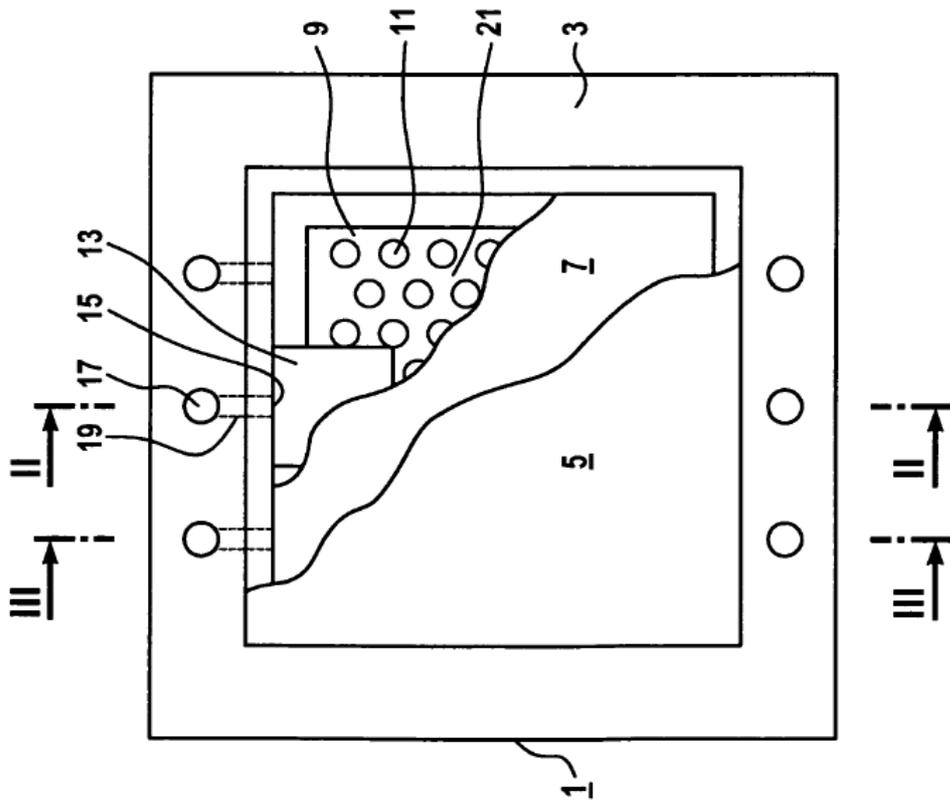


FIG 1

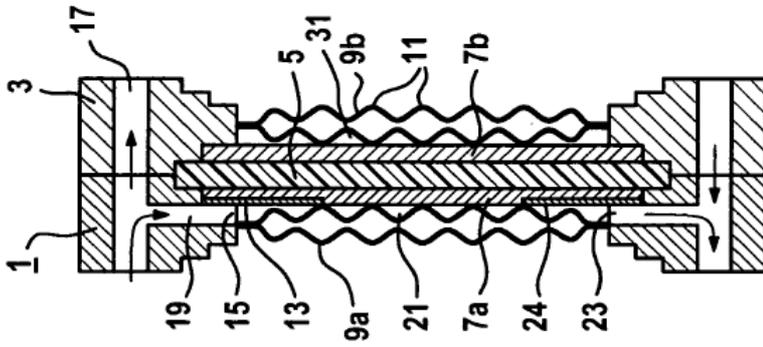


FIG 2

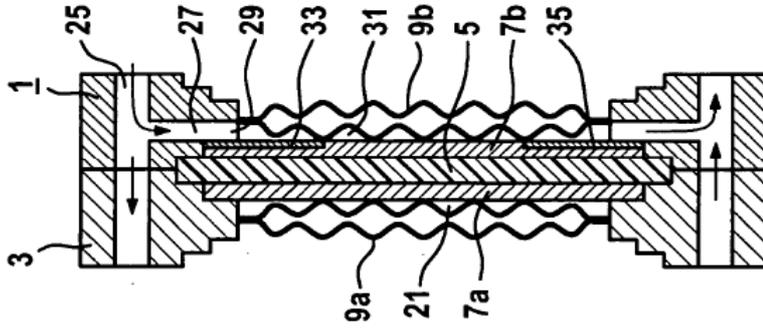


FIG 3

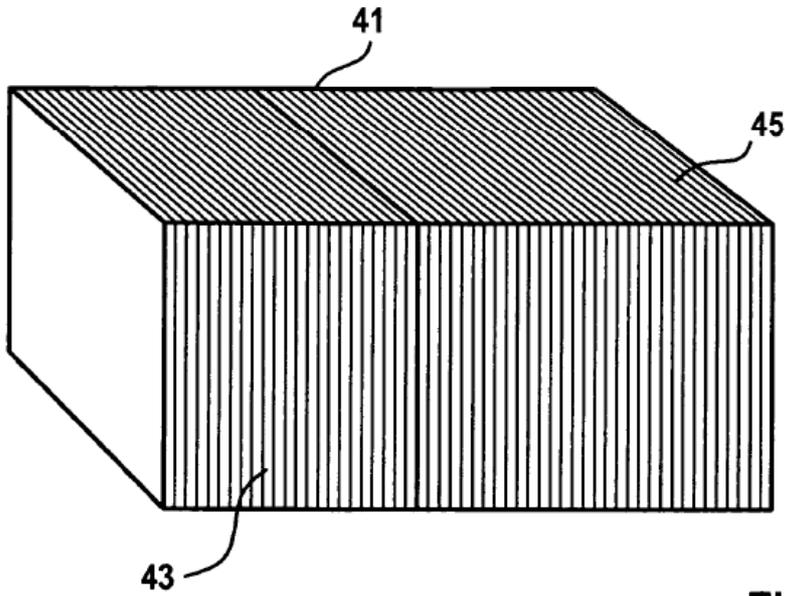


FIG 4

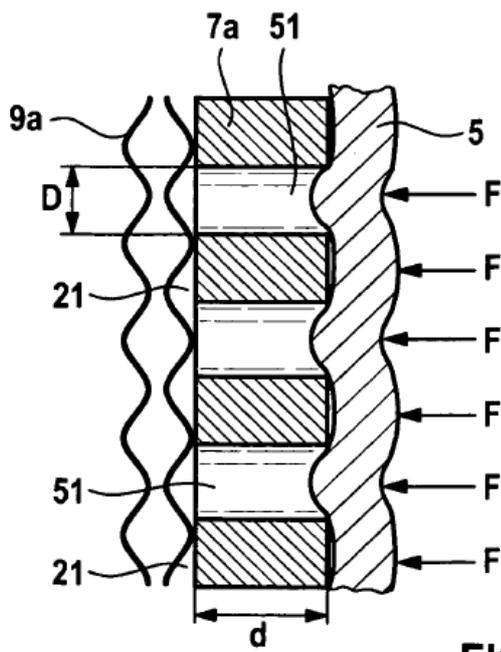


FIG 5