

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 835**

51 Int. Cl.:

H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2012** **E 12714703 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015** **EP 2689486**

54 Título: **Célula de humidificación**

30 Prioridad:

19.05.2011 EP 11166699

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

21.10.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BRANDT, TORSTEN;
DATZ, ARMIN;
HAMMERSCHMIDT, ALBERT;
HOFFMANN, JOACHIM;
LATZEL, SILKE y
MATTEJAT, ARNO**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 548 835 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).

CÉLULA DE HUMIDIFICACIÓN**DESCRIPCIÓN**

5 La invención se refiere a una célula de humidificación según el preámbulo de la reivindicación 1; una célula de humidificación de este tipo se conoce por ejemplo por el documento WO 2009/101036 A1.

10 En una pila de combustible, mediante la unión electroquímica de hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2) en un electrodo para formar agua (H_2O), se genera corriente eléctrica con un alto rendimiento. La implementación técnica de este principio de la pila de combustible ha llevado a diferentes soluciones, concretamente con diferentes electrolitos y temperaturas de funcionamiento de entre $60^\circ C$ y $1000^\circ C$. En función de su temperatura de funcionamiento, las pilas de combustible se dividen en pilas de combustible de baja, media y alta temperatura, que a su vez se distinguen entre sí por diferentes formas de realización técnicas.

15 Las pilas de combustible de una disposición de pilas de combustible, durante su funcionamiento, se alimentan con gases de funcionamiento, es decir, con un gas combustible con contenido en hidrógeno y un gas de oxidación con contenido en oxígeno. Algunas formas de realización de pilas de combustible de baja temperatura, en particular pilas de combustible con una membrana de electrolito polimérico (pilas de combustible PEM), requieren para su funcionamiento gases de funcionamiento humidificados. Estos gases de funcionamiento se saturan con vapor de agua en un dispositivo adecuado, como por ejemplo un compresor anular de líquido o un humidificador de membrana. El dispositivo de humidificación y otros dispositivos de alimentación posibles forman junto con una disposición de pilas de combustible un dispositivo de pilas de combustible.

20 En caso de que los gases de funcionamiento se conduzcan a través de conductos de alimentación de gas de funcionamiento largos desde el humidificador hacia la disposición de pilas de combustible, en este trayecto puede disminuir la temperatura de un gas de funcionamiento humidificado por la pérdida de calor hacia el entorno. Esto conduce a la condensación de agua de humidificación. A continuación, los gases de funcionamiento vuelven a calentarse en las pilas de combustible, con lo que se reduce su humedad relativa. De este modo el electrolito que siempre debe mantenerse húmedo y extremadamente sensible a la sequedad puede resultar dañado, con lo que se reduce su vida útil. Por tanto es deseable que el humidificador esté dispuesto lo más cerca posible de las pilas de combustible.

25 Por el documento 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 células de humidificación planas. Ambos apilamientos están dispuestos directamente adyacentes en el bloque de pilas de combustible. Las células de humidificación están configuradas como humidificadores de membrana, en los que, partiendo de una primera placa externa, entre la primera placa externa y una segunda placa externa están dispuestos un espacio de gas, un espacio de agua de humidificación y una membrana permeable al agua que separa ambos espacios, estando dispuesto entre la membrana y la primera placa externa un elemento de apoyo permeable al agua.

40 Antes de que los gases de funcionamiento se alimenten a las pilas de combustible del apilamiento de pilas de combustible, éstos fluyen a través de las células de humidificación, se humidifican en las mismas y a continuación, sin volver a salir del bloque de pilas de combustible, fluyen al interior del apilamiento de pilas de combustible.

45 En el espacio de agua de humidificación, es decir, en un lado de la membrana, fluye el agua de humidificación y en el espacio de gas, es decir en el otro lado de la membrana, fluye el gas de funcionamiento a través de canales, que están realizados en la respectiva placa externa. Para evitar que a lo largo de almas de las placas externas, la membrana quede cubierta por las almas, de modo que no pueda llegar agua de humidificación o gas de funcionamiento a la membrana, entre la membrana y una o ambas de las dos placas externas está dispuesto en cada caso un elemento de apoyo permeable al agua. De este modo, en la zona del elemento de apoyo, la membrana se mantiene distanciada de la placa externa y así se garantiza que en una gran superficie pueda penetrar agua de humidificación o gas de funcionamiento hacia la membrana, con lo que se aumenta el rendimiento de humidificación. Esto es especialmente importante en el uso de estructuras de gran superficie en la placa externa. En función de en qué lado de la membrana está dispuesto el elemento de apoyo, el agua de humidificación atraviesa o bien en primer lugar el elemento de apoyo y a continuación la membrana o bien en primer lugar la membrana y a continuación el elemento de apoyo y así llega al gas de funcionamiento que va a humidificarse.

50 Al menos el elemento de apoyo entre la membrana y la segunda placa externa está compuesto en este caso ventajosamente por papel carbón. El papel carbón es estable frente a los medios de funcionamiento utilizados o el material de membrana y preferiblemente tiene propiedades hidrófilas, es decir, se moja completamente con el agua. El papel carbón garantiza debido a la hidrofilia y la gran superficie una buena humidificación y posibles gotas de agua producidas por la presión hidrostática se distribuyen sobre la superficie y se arrastran en forma de gas en el espacio de gas a través del flujo de gas. Las fuerzas mecánicas entre la membrana y la o las placas externas se absorben bien mediante el papel carbón, además se evita un contacto directo entre la membrana y la o las placas externas y por tanto una corrosión.

Por el documento WO 2009/101036 A1 se conoce, en una célula de humidificación de este tipo, utilizar en lugar de papel carbón un tejido, que está compuesto por un plástico. También de este modo puede conseguirse una buena humidificación del gas, sin que en gran medida el agua líquida a través del gas de funcionamiento en el espacio de gas se arrastre en forma de gotitas de agua, lo que puede llevar a limitaciones en la capacidad funcional de pilas de combustible por el aporte de agua.

El objetivo de la presente invención es mejorar aún más las propiedades de funcionamiento en una célula de humidificación de este tipo. A este respecto, la célula de humidificación será adecuada en particular también para un funcionamiento con un cambio brusco del caudal de gas, como se produce por ejemplo mediante el cambio de carga en las pilas de combustible.

La solución de este objetivo se consigue mediante una célula de humidificación con las características de la reivindicación 1. El objeto de las reivindicaciones dependientes son en cada caso configuraciones ventajosas.

Según la invención, el tejido del primer elemento de apoyo está configurado por un plástico fluorado, que está compuesto al menos parcialmente, preferiblemente por completo, por un copolímero alternado de etileno y clorotrifluoroetileno (E-CTFE). Como se ha demostrado, este tipo de tejidos se caracterizan por una buena resistencia frente a los gases de funcionamiento de pilas de combustible (en particular frente a oxígeno), una superficie suficientemente grande para la humidificación del gas y una buena capacidad de retención/almacenamiento para agua (hidrofilia). Sin embargo, en particular, también pueden dotarse de un muy buen comportamiento de mojado para agua líquida. De este modo puede evitarse una descarga y un arrastre de agua líquida en caso de cambios de carga u otros estados de funcionamiento no estacionarios de las pilas de combustible, que van acompañados de un cambio brusco del flujo de volumen de gas. De este modo se evita que una parte del agua que se adhiere a la superficie del tejido se arrastre en forma líquida y desde la zona de humidificador llegue a las pilas de combustible, en las que pueden producirse caídas de tensión.

Debido a sus propiedades mecánicas (deformabilidad, resistencia), estos materiales pueden absorber las fuerzas mecánicas que se producen durante el funcionamiento de la célula de humidificación, sin producirse daños o dañar los componentes adyacentes.

Además es importante que un tejido de este tipo pueda dotarse de manera mecánica de una flexibilidad tal que se disponga de manera muy plana sobre la membrana, con lo que igualmente se produce un buen comportamiento en el caso de un cambio brusco del flujo de volumen de gas con un cambio de carga.

Las propiedades explicadas anteriormente de la buena resistencia frente a los gases de funcionamiento de las pilas de combustible, en particular frente al oxígeno, del buen rendimiento de humidificación y del buen comportamientos con cambios de carga, se cumplen de manera óptima mediante un tejido, en el que el plástico fluorado está compuesto al menos parcialmente, preferiblemente del todo, por un copolímero alternado de etileno y clorotrifluoroetileno (E-CTFE).

Preferiblemente entre la membrana y la segunda placa externa está dispuesto un segundo elemento de apoyo permeable al agua, que preferiblemente también está fabricado de un tejido, que está compuesto por un plástico fluorado. De este modo, la membrana puede mantenerse en una posición deseada de manera especialmente fiable.

Según una configuración ventajosa, el plástico fluorado está calandrado, es decir se ha fabricado mediante un procedimiento de calandrado.

Las buenas propiedades mecánicas pueden alcanzarse sobre todo cuando el tejido presenta un ligamento de sarga o una construcción de sarga (también de manera breve denominado "sarga" o "twill").

Según otra configuración ventajosa, el tejido presenta una permeabilidad al aire de desde 220 hasta 300 l/m²s a 2 mbar, en particular de 260 l/m²s a 2 mbar.

El tejido presenta preferiblemente un grosor de desde 200 hasta 500 µm, en particular de 370 µm.

A este respecto, ventajosamente, el tejido con respecto a su grosor y al diámetro de sus poros está adaptado a la rigidez de la membrana y a las presiones en los espacios que limitan con la membrana de tal manera que durante el funcionamiento de la célula de humidificación, también con cambios de carga de las pilas de combustible, la membrana no se fuerza a través de los poros y entra en contacto con la placa externa. De este modo pueden evitarse efectos negativos sobre el rendimiento de humidificación y problemas de corrosión en el caso de placas externas de metal. Entonces el tejido, a pesar de los poros, tiene una "compacidad" similar a la de un papel carbón correspondiente.

Se alcanzan un soporte especialmente estable de la membrana y una construcción especialmente sencilla de la célula de humidificación porque la primera placa externa, el primer elemento de apoyo, la membrana, el segundo elemento de apoyo y la segunda placa externa son adyacentes en cada caso entre sí. En este caso, las placas

externas presentan de manera conveniente canales o estampados, a través de los que puede fluir el gas de funcionamiento o el agua de humidificación a lo largo de la placa externa y a lo largo del elemento de apoyo adyacente a la placa externa. En esta configuración, la célula de humidificación forma una unión especialmente estable y en gran parte insensible a la presión. Esta configuración de la invención es especialmente adecuada en el caso de células de humidificación muy planas con un espacio de gas y/o espacio de agua de humidificación muy plano.

El elemento de apoyo puede cubrir completamente la superficie de la membrana accesible para el agua de humidificación o el gas de funcionamiento. Sin embargo, también se garantiza un buen apoyo de la membrana cuando el elemento de apoyo, por ejemplo por rebajes en el elemento de apoyo, sólo cubre una parte del lado plano de la membrana. De este modo se produce un acceso libre del agua de humidificación y del gas de funcionamiento hacia la membrana, con lo que se aumenta el rendimiento de humidificación de la célula de humidificación.

Mediante cinco figuras se explican en más detalle ejemplos de realización de la invención. A este respecto muestran:

la figura 1, una vista en planta de una célula de humidificación representada en corte;

la figura 2, un corte a través de la célula de humidificación de la figura 1;

la figura 3, otro corte a través de la célula de humidificación de la figura 1;

la figura 4, un dispositivo de pilas de combustible;

la figura 5, una medición del rendimiento de humidificación en un tejido de E-CTFE en comparación con papel carbón;

la figura 6, una medición de las pérdidas de presión en un tejido de E-CTFE en comparación con papel carbón y

la figura 7, el porcentaje de agua líquida en la salida de un humidificador con un salto de carga.

Los mismos objetos están dotados en las figuras de los mismos números de referencia.

En la figura 1 se representa en una vista en planta esquemática la construcción básica de una célula 1 de humidificación rectangular y plana, que comprende una membrana 5 incrustada en un marco de un material 3 de junta y representada en corte. Por debajo de la membrana 5 es visible también en una representación en corte un elemento 7 de apoyo. Por debajo del elemento 7 de apoyo está representada una placa 9 externa, que está diseñada como chapa con una estructura 11 de estampado. La estructura 11 de estampado está compuesta por elevaciones o depresiones redondas dentro de la placa 9 externa. Entre la placa 9 externa y el elemento 7 de apoyo está colocado un dispositivo 13 de recubrimiento. El dispositivo 13 de recubrimiento está dispuesto en la zona de una entrada 15 de medio de funcionamiento.

La figura 2 muestra un corte a través de la célula 1 de humidificación a lo largo de la línea II-II, estando dispuestos sin embargo ahora a ambos lados de la membrana 5 en cada caso un elemento 7a o 7b de apoyo y una placa 9a o 9b externa. En detalle, la célula 1 de humidificación comprende una primera placa 9a externa y una segunda placa 9b externa. Partiendo de la primera placa 9a externa, entre la primera placa 9a externa y la segunda placa 9b externa está dispuesto un espacio 21 de gas, un espacio 31 de agua de humidificación y la membrana 5 permeable al agua que separa los dos espacios 21, 31. Entre la primera placa 9a externa y la membrana 5 está dispuesto un primer elemento 7a de apoyo permeable al agua y entre la segunda placa 9b externa y la membrana 5 está dispuesto un segundo elemento 7b de apoyo permeable al agua.

La célula 1 de humidificación forma parte de un apilamiento de células de humidificación de un dispositivo de pilas de combustible. Durante el funcionamiento de la célula 1 de humidificación fluye gas combustible a través del canal 17 axial de la célula 1 de humidificación. El canal 17 axial está orientado en paralelo a la dirección de apilamiento del apilamiento de células de humidificación. Desde el canal 17 axial se ramifica en cada caso un canal 19 radial hacia una de las células 1 de humidificación del apilamiento de células de humidificación. El gas combustible fluye a través del canal 19 radial y a continuación a través de la entrada 15 de medio de funcionamiento y después llega al espacio 21 de gas de la célula 1 de humidificación. Tras salir de la entrada 15 de medio de funcionamiento el gas combustible, sin formar turbulencias significativas, pasa por un lado por el dispositivo 13 de recubrimiento y por otro lado por la placa 9 externa de la célula 1 de humidificación.

La primera placa 9a externa está diseñada como elemento de calentamiento, que está compuesto por dos chapas de metal. Entre las chapas de metal se encuentra un espacio de agua de calentamiento, a través del que durante el funcionamiento de la célula 1 de humidificación fluye agua de calentamiento caliente. Esta agua de calentamiento calienta tanto el gas combustible que fluye a través de la célula 1 de humidificación como el agua de humidificación hasta casi la temperatura de las pilas de combustible del dispositivo de pilas de combustible.

En el espacio 21 de gas, el gas combustible se humidifica con agua de humidificación y tras fluir a través del espacio 21 de gas, llega a la salida 23 de medio de funcionamiento del espacio 21 de gas. Fluyendo a través de un canal radial adicional y un canal axial adicional vuelve a salir en el estado humidificado de la célula 1 de humidificación. También en la zona de la salida 23 de medio de funcionamiento el elemento 7a de apoyo está recubierto por un dispositivo 24 de recubrimiento adicional, para evitar turbulencias al entrar el gas combustible en la salida 23 de medio de funcionamiento.

La figura 3 muestra un corte a través de la célula 1 de humidificación a lo largo de la línea III-III representada en la figura 1, estando dispuestos también en este caso ahora a ambos lados de la membrana 5 en cada caso un elemento 7a o 7b de apoyo y una placa 9a o 9b externa. Este corte está guiado a lo largo de un canal 25 axial, que durante el funcionamiento de la célula 1 de humidificación guía agua de humidificación. El agua de humidificación fluye a través del canal 25 axial y a través del canal 27 radial llega a otra entrada 29 de medio de funcionamiento. Fluyendo a través de esta entrada 29 de medio de funcionamiento el agua de humidificación llega al espacio 31 de agua de humidificación y fluye entre la segunda placa 9b externa y un dispositivo 33 de recubrimiento. A continuación, el agua de humidificación llega al segundo elemento 7b de apoyo.

Una parte del agua de humidificación atraviesa el segundo elemento 7b de apoyo y llega a la membrana 5. Tras el paso por esta membrana 5 permeable al agua el agua de humidificación atraviesa también el primer elemento 7a de apoyo dispuesto en el otro lado de la membrana 5. En el lado del elemento 7a de apoyo dirigido hacia el espacio 21 de gas el agua de humidificación se evapora y humidifica por tanto el gas combustible que fluye a través del espacio 21 de gas. Una parte adicional del agua de humidificación fluye a través del espacio 31 de agua de humidificación sin utilizar, pasa por un dispositivo 35 de recubrimiento adicional y sale de la célula 1 de humidificación tras fluir a través de un canal radial y un canal axial adicional de nuevo.

También la segunda placa 9b externa está diseñada como un elemento de calentamiento, que está compuesto por dos chapas de metal. Entre las chapas de metal se encuentra un espacio de agua de calentamiento, a través del que durante el funcionamiento de la célula 1 de humidificación fluye agua de calentamiento caliente. Esta agua de calentamiento calienta el agua de humidificación que fluye a través del espacio 31 de agua de humidificación hasta casi la temperatura de las pilas de combustible del dispositivo de pilas de combustible.

Los dos elementos 7a y 7b de apoyo son adyacentes de manera separable a la membrana 5 permeable al agua y recubren completamente los lados externos planos de la membrana 5 a excepción de un canto externo estrecho. Los dos elementos 7a y 7b de apoyo forman junto con la membrana 5 una disposición de membrana, que queda sujeta entre las dos placas 9a, 9b externas de la célula 1 de humidificación. Los elementos 7a, 7b de apoyo son por tanto adyacentes en un lado a la membrana 5 y en el otro lado a una de las placas 9a, 9b externas. Mediante los elementos 7a, 7b de apoyo la membrana 5 se mantiene fija en su posición. Además los elementos 7a, 7b de apoyo hacen que la membrana 5 no pueda entrar en contacto con las placas 9a, 9b externas en ningún punto y por tanto se cubra por una parte de las placas 9a, 9b externas.

Los elementos 7a, 7b de apoyo están compuestos en este caso de un tejido, que está fabricado de un copolímero alternado de etileno y clorotrifluoroetileno (E-CTFE) y que se ha calandrado en el proceso de fabricación. El tejido presenta a este respecto un ligamento de sarga. Además el tejido presenta una permeabilidad al aire de desde 220 hasta 300 l/m²s a 2 mbar, en particular de 260 l/m²s a 2 mbar, con un grosor de desde 200 hasta 500 μm, en particular de 370 μm. Un tejido de este tipo puede obtenerse por ejemplo por el fabricante Sefar con la denominación "Sefar Tetex® Mono 08-1050-K 039".

Preferiblemente en este caso el tejido con respecto a su grosor y al diámetro de sus poros y la membrana con respecto a su rigidez están adaptados entre sí y a la presión en los espacios que limitan con la membrana de tal manera que durante el funcionamiento de la célula de humidificación la membrana no se fuerza a través de los poros y entra en contacto con la placa externa.

En la figura 4, en una representación esquemática se muestra un dispositivo 41 de pilas de combustible en forma de un bloque de pilas de combustible. El dispositivo 41 de pilas de combustible comprende un apilamiento de células 43 de humidificación y un apilamiento de pilas 45 de combustible. Las células 43 de humidificación presentan la misma anchura y altura que las pilas 45 de combustible. De este modo, el bloque de pilas de combustible a lo largo de la dirección de apilamiento de las células 43 de humidificación y de las pilas 45 de combustible a lo largo de un eje de apilamiento tiene una anchura y altura uniformes. Además, las células 43 de humidificación tienen el mismo grosor que las pilas 45 de combustible, de modo que la forma externa y las dimensiones externas de las células 43 de humidificación son iguales que la forma externa y las dimensiones externas de las pilas 45 de combustible.

Mediciones de las curvas características de corriente-tensión de las pilas de combustible, del rendimiento de humidificación recibido y de las pérdidas de presión con el uso de los elementos 7a, 7b de apoyo a partir del tejido mencionado anteriormente de E-CTFE muestran en comparación con los elementos 7a, 7b de apoyo de papel carbón sólo pocas diferencias, es decir, las propiedades de funcionamiento de una célula de humidificación con elementos de apoyo de tejido de E-CTFE son prácticamente comparables a las propiedades de funcionamiento de

una célula de humidificación con elementos de apoyo de papel carbón, con la ventaja adicional de que pueden evitarse un desprendimiento de fibras de carbono y así obstrucciones en pasos de gas estrechos de los flujos de medios.

5 La figura 5 muestra el rendimiento de humidificación B en la salida de un humidificador, que está compuesto por 4 células de humidificación, con respecto al flujo de gas G con un funcionamiento de pilas de combustible para una presión de salida de 2,6 bar cuando se usa papel carbón K y cuando se usa un tejido E de E-CTFE.

10 La figura 6 muestra una medición de las pérdidas de presión Δp entre entrada y salida del humidificador para un humidificador, que está compuesto por 4 células de humidificación, con respecto al flujo de gas G con un funcionamiento de pilas de combustible, para una presión de salida de 2,6 bar cuando se usa papel carbón K y cuando se usa un tejido E de E-CTFE.

15 Como resulta visible por las figuras 5 y 6, en el caso del tejido E de E-CTFE el rendimiento de humidificación sólo es menor en aproximadamente un 10% que en el caso de papel carbón K y las pérdidas de presión sólo son mayores en aproximadamente un 10% que en el caso de papel carbón K.

20 La figura 7 muestra el porcentaje de agua líquida F en la salida del humidificador con un salto de carga en función del tiempo de funcionamiento T antes del salto de carga. Como resulta visible en la figura 7, el porcentaje de agua líquida F en el caso del tejido E de E-CTFE es claramente menor que en el caso de papel carbón K, aumentando intensamente la diferencia sólo según aumentan los tiempos de funcionamiento y manteniéndose entonces relativamente constante.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Célula (1) de humidificación de un dispositivo (41) de pilas de combustible con una primera placa (9a) externa y una segunda placa (9b) externa, estando dispuestos partiendo de la primera placa (9a) externa entre la primera placa (9a) externa y la segunda placa (9b) externa un espacio (21) de gas, un espacio (31) de agua de humidificación y una membrana (5) permeable al agua que separa los dos espacios (21, 31), estando dispuesto entre la primera placa (9a) externa y la membrana (5) un primer elemento (7a) de apoyo permeable al agua, estando fabricado el primer elemento (7a) de apoyo de un tejido, que está compuesto por un plástico, caracterizada porque el plástico es un plástico fluorado, que está compuesto al menos parcialmente, preferiblemente por completo, por un copolímero alternado de etileno y clorotrifluoroetileno (E-CTFE).
- 15 2. Célula (1) de humidificación según la reivindicación 1, caracterizada porque entre la membrana (5) y la segunda placa (9b) externa está dispuesto un segundo elemento (7b) de apoyo permeable al agua, que también está fabricado de un tejido, que está compuesto por un plástico, siendo el plástico un plástico fluorado.
- 20 3. Célula (1) de humidificación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el plástico fluorado está calandrado.
4. Célula (1) de humidificación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el tejido presenta un ligamento de sarga.
- 25 5. Célula (1) de humidificación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el tejido presenta una permeabilidad al aire de desde 220 hasta 300 l/m²s a 2 mbar, en particular de 260 l/m²s a 2 mbar.
- 30 6. Célula (1) de humidificación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el tejido presenta un grosor de desde 200 hasta 500 μm, en particular de 370 μm.
- 35 7. Célula (1) de humidificación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el tejido con respecto a su grosor y al diámetro de sus poros y la membrana (5) con respecto a su rigidez están adaptados entre sí y a las presiones en los espacios (21, 31) que limitan con la membrana (5) de tal manera que durante el funcionamiento de la célula (1) de humidificación la membrana (5) no se fuerza a través de los poros y entra en contacto con la placa (9a o 9b) externa.
- 40 8. Célula (1) de humidificación según una de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizada porque la primera placa (9a) externa, el primer elemento (7a) de apoyo, la membrana (5), el segundo elemento (7b) de apoyo y la segunda placa (9b) externa son adyacentes en cada caso entre sí.

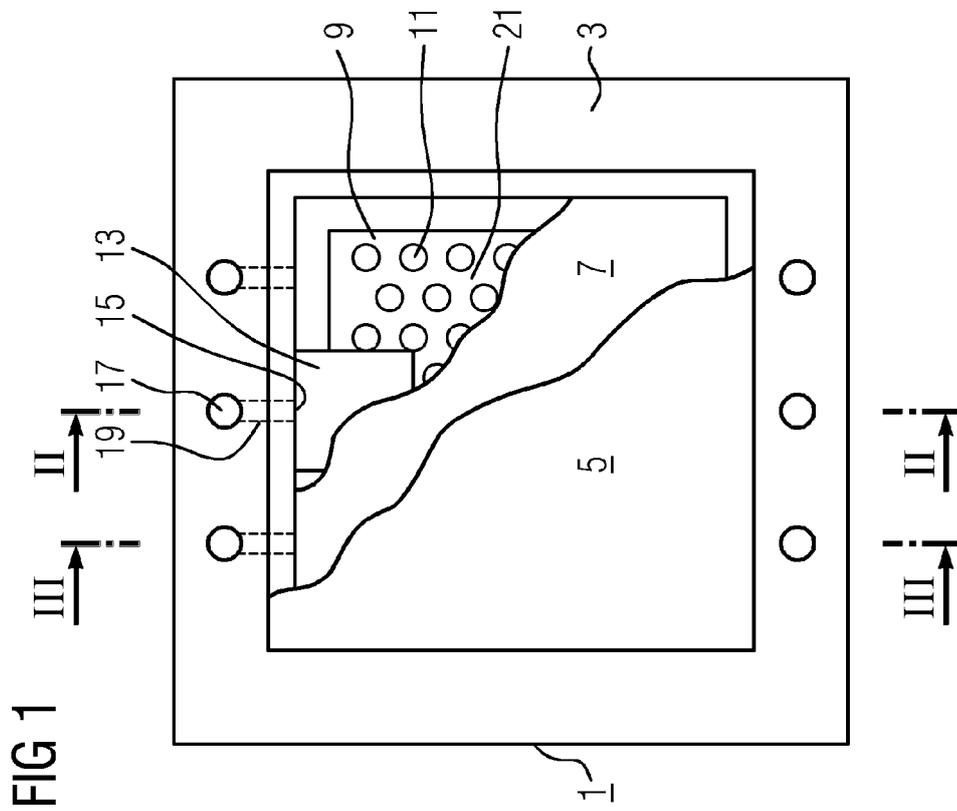
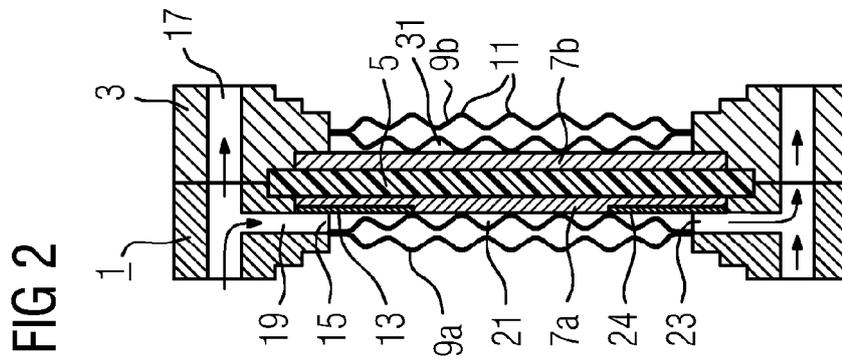
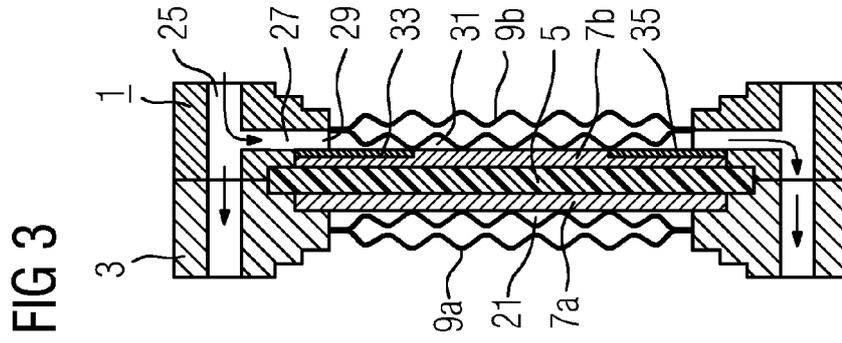


FIG 4

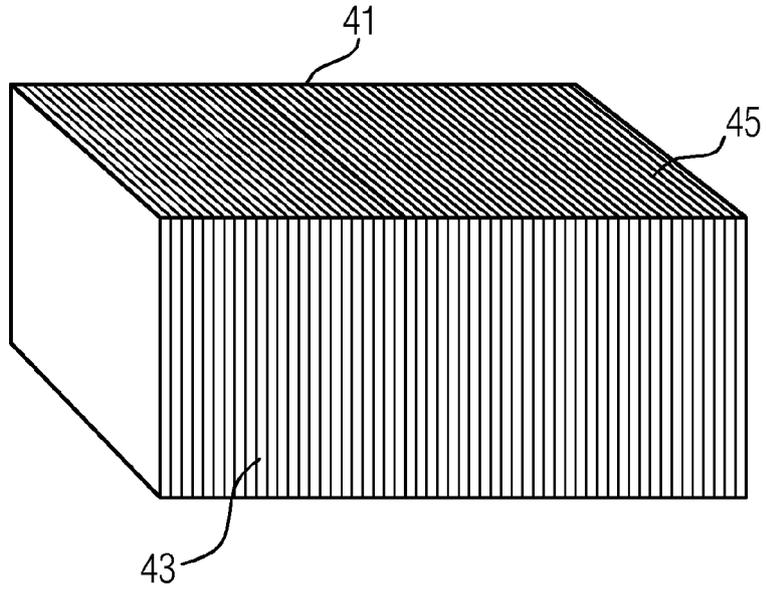


FIG 5

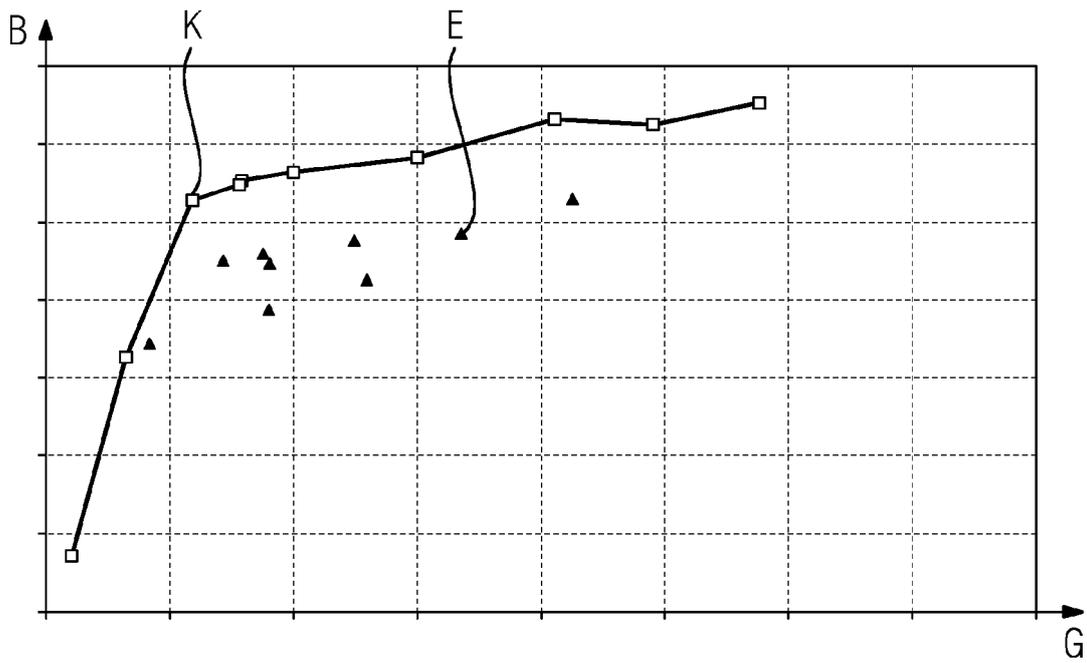


FIG 6

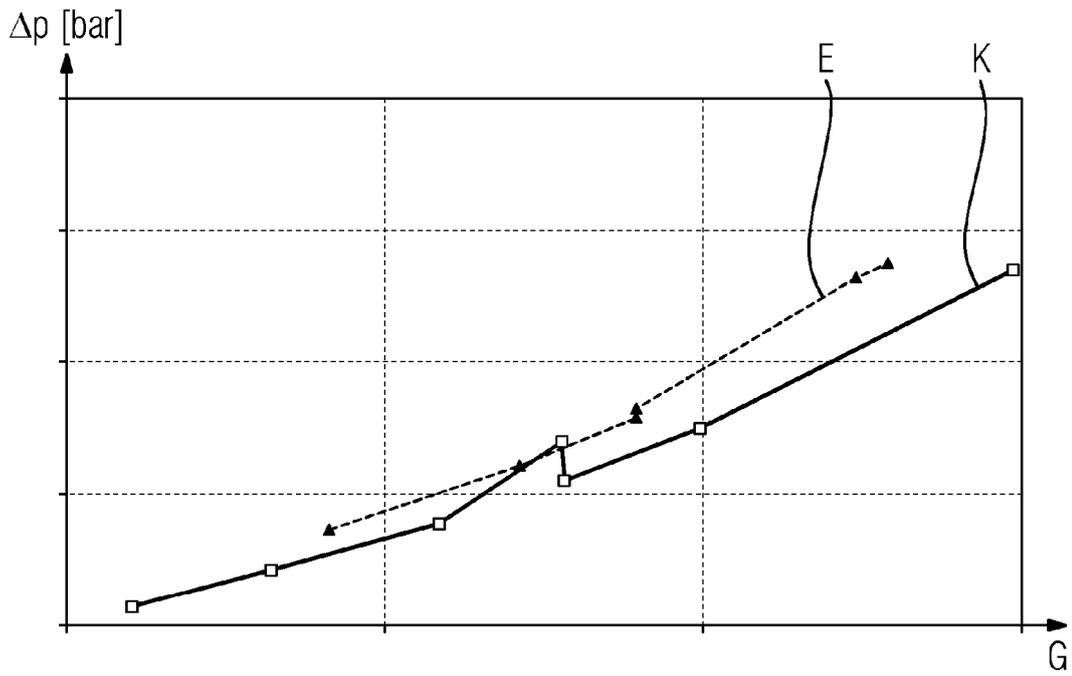


FIG 7

