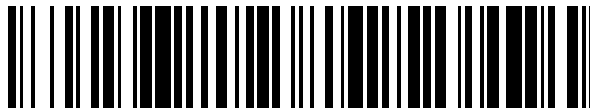


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 044**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/1004** (2006.01) **H01M 8/00** (2006.01)

**H01M 8/241** (2006.01)

**H01M 8/2475** (2006.01)

**H01M 8/0247** (2006.01)

**H01M 8/22** (2006.01)

**H01M 8/0271** (2006.01)

**H01M 4/86** (2006.01)

**H01M 4/92** (2006.01)

**H01M 8/1011** (2006.01)

**H01M 8/1018** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2014** **PCT/EP2014/070190**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015** **WO15040233**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2014** **E 14781480 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017** **EP 3050150**

54 Título: **Célula de combustible**

30 Prioridad:

**23.09.2013 DE 102013015876**

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

**08.03.2018**

73 Titular/es:

**FRESENIUS MEDICAL CARE DEUTSCHLAND  
GMBH (100.0%)  
Else-Kröner-Strasse 1  
61352 Bad Homburg, DE**

72 Inventor/es:

**HEIDE, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 658 044 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**

Célula de combustible

La invención se relaciona con una célula de combustible y un procedimiento para la producción de una célula de combustible a partir de un módulo de membrana de fibra hueca.

- 5 Para la producción de energía eléctrica se conocen células de combustible, que convierten en energía eléctrica la energía de reacción química de un combustible alimentado de manera continua y un agente oxidante.

Se conocen diversos tipos de célula de combustible. Las células de combustible más conocidas son las células de combustible de hidrógeno y de metanol. En la célula de combustible de metanol directo (DMCF), que se distingue por una generación de calor relativamente baja, se utiliza metanol como combustible.

- 10 La célula de combustible cuenta con dos placas de electrodo, separadas por una membrana semipermeable. Una placa de electrodo forma un ánodo, mientras que la otra placa de electrodo forma un cátodo. El ánodo y el cátodo están recubiertos con un catalizador. En el catalizador del lado del ánodo se oxida metanol para dar dióxido de carbono y en el catalizador del lado del cátodo se absorbe oxígeno como agente oxidante y se reduce para dar agua. Además, los protones se transportan a través de la membrana semipermeable y los electrones se conducen a través de un circuito, de forma que se genere energía eléctrica.

- 15 Con una célula de combustible individual sólo pueden producirse tensiones eléctricas en un rango de 1 a 1,2 V. Por tanto, se disponen varias células individuales en una pila. Esta estructura se caracteriza, sin embargo, en relación al tamaño de la superficie de membrana, que es decisivo para el transporte de protones y, por consiguiente, para el rendimiento total de la célula de combustible, por unas dimensiones relativamente grandes y un peso relativamente alto.

- 20 Gracias a la DE 199 51 687 A1 se conoce una célula de combustible con varias cámaras de reacción, separadas por una membrana de electrolito polimérica, en las que se disponen alternamente conductores eléctricos de diferente polaridad. En la pila de combustible, la membrana semipermeable está formada por un haz de fibras huecas de membrana, donde dentro de y fuera de las fibras huecas de membrana se prevén en cada caso conductores eléctricos de igual polaridad, conectados eléctricamente para formar un cátodo y un ánodo.

- 25 La 199 51 687 A1 propone prever dentro y fuera de las membranas de fibra hueca, como ánodo y/o cátodo, conductores eléctricos, que consistan en finas láminas o filamentos de un material conductor. Todos los conductores eléctricos están conectados entre sí, de forma que formen un ánodo y/o cátodo común. Las células de combustible con membranas de fibra hueca se describen también en la JP 2007 194205 A y en la US 3 228 797 A. La invención se basa en el objeto de proporcionar una célula de combustible del tipo anterior, que se distinga por una alta densidad de potencia y una estructura compacta con peso reducido, económica de producir de manera sencilla.

- 30 La resolución de este objeto se lleva a cabo conforme a la invención con las características de las reivindicaciones independientes. Los objetos de las reivindicaciones dependientes se relacionan con modos de operación preferentes de la invención.

- 35 La célula de combustible conforme a la invención cuenta con una carcasa, en la que está dispuesto un haz de membranas de fibra hueca.

- 40 El volumen encerrado por la carcasa queda subdividido, por una pared divisoria que rodea de manera estanca una sección extrema del haz de membranas de fibra hueca y una pared divisoria que rodea de manera estanca la otra sección extrema del haz de membranas de fibra hueca, en un espacio de admisión, un espacio intermedio y un espacio de evacuación. El espacio de admisión está en conexión fluida con un extremo abierto de las membranas de fibra hueca, mientras que el espacio de evacuación está en conexión fluida con el otro extremo abierto de las membranas de fibra hueca.

- 45 Las caras interna y externa de las membranas de fibra hueca tienen al menos una capa comprendiendo un material catalizador y un material conductor eléctrico. La cara interna de las membranas de fibra hueca y la cara externa de las membranas de fibra hueca pueden estar recubiertas con una capa de un material catalizador, y la capa del material catalizador estar recubierta con una capa de un material conductor eléctrico. Sin embargo, también es posible que se aplique un material con ambas propiedades en una única capa. Por ejemplo, puede omitirse una capa conductora eléctrica separada, cuando el propio material catalizador sea conductor.

- 50 En el espacio de admisión hay una toma de admisión y en el espacio de evacuación una toma de evacuación, mientras que en el espacio intermedio se prevén una toma de admisión y una toma de evacuación.

Los espacios de admisión y evacuación están en conexión fluida a través de los huecos de las fibras huecas, de forma que un medio pueda fluir desde la toma de admisión a través de los huecos de las fibras huecas hasta la toma de evacuación. Un medio, que afluya a través de la toma de admisión del espacio intermedio y efluya a través de la toma de evacuación del espacio intermedio, puede circular alrededor de las fibras huecas.

5 La célula de combustible conforme a la invención se caracteriza por una conexión eléctrica simplificada de todos los conductores eléctricos que forman el ánodo y el cátodo. De este modo puede fabricarse la célula de combustible económicamente en grandes cantidades.

10 La conexión de los recubrimientos de un material conductor eléctrico que forman el ánodo y el cátodo a las caras interna y externa de las membranas de fibra hueca se lleva a cabo a través de un recubrimiento de la pared de la carcasa y/o de ambas paredes divisorias, que delimitan los espacios de admisión y evacuación, así como el espacio intermedio, con un material conductor eléctrico.

15 Para la conexión eléctrica del ánodo y/o cátodo, hay terminales eléctricos formados en la carcasa, conectados eléctricamente con la respectiva capa de material conductor eléctrico en el espacio de admisión y de evacuación, así como el espacio intermedio. El contacto eléctrico puede realizarse por ejemplo de manera sencilla a las tomas de admisión y evacuación de la carcasa, que está recubierta por la cara interna con el material conductor eléctrico.

20 Las capas de material conductor pueden aplicarse directamente sobre las superficies de la pared de la carcasa y de las paredes divisorias. Por motivos técnicos de fabricación resulta sin embargo ventajoso que las capas de material conductor se apliquen sobre una capa de un material catalizador ya presente en las superficies de la pared de la carcasa y de las paredes divisorias, aunque la capa de material catalizador fuera de las superficies por las caras interna y externa de las membranas de fibra hueca no sea necesaria para la función de la célula de combustible.

El procedimiento conforme a la invención para la producción de una célula de combustible se caracteriza porque la conexión eléctrica de las capas individuales que forman el ánodo y/o cátodo por la cara interna y externa de las membranas de fibra hueca se produce aplicando una capa de un material conductor.

25 Ambas capas se aplican más favorablemente de tal modo que, en primer lugar, un líquido cargado con material catalizador y, a continuación, un líquido cargado con un material eléctricamente conductor, se bombeen, por un lado, a través del primer y segundo espacios de admisión y las membranas de fibra hueca y, por otro lado, a través del espacio intermedio.

Un aspecto particular de la invención es el empleo de un módulo de dializador como módulo de membrana de fibra hueca para la producción de la célula de combustible.

30 Los módulos de dializador usados en la medicina (diálisis) disponen de un haz de membranas de fibra hueca, que son en principio apropiadas para una célula de combustible. La invención propone, por tanto, suministrar los dializadores (usados) a un nuevo uso.

35 La producción de células de combustible a partir de módulos de dializador-membrana de fibra hueca requiere, en principio, sólo un recubrimiento con un material catalizador y un recubrimiento con un material conductor o la aplicación de un recubrimiento, que actúe en cierto modo como catalizador y como conductor. La carcasa con las tomas para la admisión y evacuación de los medios ya están disponibles en el módulo de dializador.

Una célula de combustible de este tipo, fabricada a partir de un módulo de dializador, tiene una estructura compacta con un bajo peso, de forma que la célula de combustible pueda emplearse universalmente.

40 En vez de un recubrimiento de las caras interna y externa de las membranas de fibra hueca con líquidos cargados de material, pueden utilizarse también haces de membranas de fibra hueca, cuyas fibras huecas dispongan ya de al menos una de ambas capas de material. Estas fibras huecas multicapa pueden fabricarse en un procedimiento de extrusión. La conexión eléctrica de todos los conductores se lleva a cabo, sin embargo, también entonces a través de una capa de un material conductor en el espacio de admisión y/o de evacuación, así como el espacio intermedio, en el que los respectivos extremos de la membrana de fibra hueca están en conexión fluida.

45 En un modo de ejecución preferido de la invención, la carcasa de la célula de combustible es una carcasa cilíndrica, donde la primera y segunda paredes divisorias son cuerpos cilíndricos. De esto resulta una estructura compacta y sencilla, en la que el sellado de la pared divisoria respecto de la pared de la carcasa es especialmente sencillo. La primera y segunda paredes divisorias consisten preferentemente en una masa de moldeo.

50 El material catalizador es preferentemente platino o paladio. Sin embargo, también pueden utilizarse otros materiales catalizadores. El grosor de capa de la capa de material catalizador se encuentra preferentemente entre 2 nm y 500 nm. El diámetro de las membranas de fibra hueca se halla preferentemente entre 50 µm y 500 µm.

El material conductor contiene preferentemente partículas de carbono o fibras de carbono. El material conductor puede contener, sin embargo, también otras partículas o fibras conductoras. Fundamentalmente se emplean todos los materiales conductores, por ejemplo, metales o polímeros o cerámicas conductores.

- 5 Cuando se emplee un módulo de dializador como módulo de membrana de fibra hueca para la producción de una célula de combustible, los poros existentes en las membranas de fibra hueca del módulo de dializador se rellenarán preferentemente con un material conductor de iones. Este relleno puede realizarse con un adhesivo mojado con polisulfona.

A continuación se describe más a fondo un ejemplo de ejecución de la invención con referencia a los dibujos.

Muestran:

- 10 Fig. 1 un ejemplo de ejecución de la célula de combustible conforme a la invención en representación esquemática simplificada,

Fig. 2 una representación ampliada de la sección extrema de una membrana de fibra hueca en la zona del fragmento A de la pared divisoria de la carcasa de la célula de combustible y

Fig. 3 el fragmento B de la Fig. 1 en representación ampliada.

- 15 La célula de combustible conforme a la invención puede fabricarse a partir de un módulo de dializador. La Fig. 1 muestra, en representación esquemática simplificada, una célula de combustible fabricada a partir de un módulo de dializador.

- 20 A continuación se describe primero la estructura del módulo de dializador. El módulo de dializador presenta una carcasa alargada 1 con una pieza cilíndrica hueca de la carcasa 1A y dos piezas extremas 1B y 1C, que cierran de manera estanca la pieza cilíndrica hueca de la carcasa 1A por ambos extremos.

En la pieza cilíndrica hueca 1A de la carcasa se dispone un haz 2 de membranas de fibra hueca 3. Las membranas de fibra hueca 3, que están en cada caso abiertas por sus extremos, se extienden paralelas a la dirección longitudinal de la carcasa 1.

- 25 Las membranas de fibra hueca pueden consistir en polisulfonas (PSU), poliimidas (PI), poli(éter-éter-cetonas) (PEEK), sulfonas de poliéter (PES), entre otros.

- 30 Una sección extrema 2A del haz 2 de membranas de fibra hueca 3 queda rodeado de manera estanca por una primera pared divisoria 4 en forma de placa, que descansa de manera estanca en la primera parte extrema 1B de la pieza de carcasa cilíndrica hueca 1A, mientras que la otra sección extrema 2B del haz de membranas de fibra hueca 2 queda rodeado de manera estanca por una segunda pared divisoria 5, que descansa de manera estanca en la otra parte extrema 1C de la pieza de carcasa cilíndrica hueca 1A. Ambas paredes divisorias 4 y 5 consisten en una masa de moldeo, que es preferentemente poliuretano.

Entre ambas paredes divisorias 4, 5 hay un espacio intermedio 6, a través del que se extienden las membranas de fibra hueca 3.

- 35 La pared de una parte extrema 1B de la carcasa 1 limita, junto con la cara externa de la pared divisoria 4, un espacio de admisión 7, mientras que la otra parte extrema 1C de la carcasa limita, junto con la cara externa de la segunda pared divisoria 5, un espacio de evacuación 8. Por tanto, los extremos abiertos 3A y 3B de las membranas de fibra hueca 3 están en conexión fluida en cada caso a través del espacio de admisión y/o de evacuación.

- 40 En una pieza extrema 1B se prevé una toma de admisión 9 y en la otra pieza extrema 1C de la carcasa 1 se prevé una toma de evacuación 10. En la pieza de carcasa cilíndrica hueca 1A está, próxima a una pared divisoria 4, una toma de evacuación 11 y, adyacente a la otra pared divisoria 5, una toma de admisión 12. Cuando la célula de combustible no opere a contracorriente, sino en corrientes paralelas, la posición de las tomas de admisión y de evacuación del espacio intermedio estará invertida.

- 45 La cara interna de las membranas de fibra hueca 3 está recubierta con una capa 13 de un material catalizador. Como materiales catalizadores pueden utilizarse platino o paladio o sus aleaciones. Sobre la capa 13 de material catalizador se aplica una capa 14 de un material conductor, que puede contener partículas de carbono o fibras de carbono (Fig. 2 y Fig. 3). Sobre la cara interna de las membranas de fibra hueca 3 puede aplicarse sin embargo también una única capa, que actúe como catalizador y como conductor.

5 Sobre la cara externa de las membranas de fibra hueca 3 se aplica asimismo una capa 15 de un material catalizador y, sobre la capa del material catalizador, una capa 16 de un material conductor (Fig. 2 y Fig. 3). Estas dos capas 15 y 16 se extienden, no sólo a lo largo de la cara externa de las membranas de fibra hueca, sino a lo largo de toda la pared de la pieza de carcasa cilíndrica hueca 1A y las caras internas de ambas paredes divisorias 4 y 5, que delimitan el espacio intermedio 6. Ambas capas 15, 16 se extienden preferentemente también en la toma de admisión y la de evacuación 11 y 12, que están configuradas como parte íntegra de la carcasa. Sobre la cara externa de las membranas de fibra hueca 3 puede aplicarse sin embargo también una única capa, que actúe como catalizador y como conductor.

10 La pared (de una de las piezas extremas 1B) que delimita el espacio de admisión 7 y la cara externa de una pared divisoria 4 y la pared de la pieza extrema 1C que limita el espacio de evacuación 8 y la cara externa de la otra pared divisoria 5 están asimismo recubiertas con una capa 14 de un material conductor. La capa 14 de material conductor puede aplicarse también sobre una capa 13 de un material catalizador, con el que están recubiertas la pared de las piezas extremas 1B y 1C y las caras externas de las paredes divisorias 4 y 5. Esto puede ser ventajoso por motivos técnicos de fabricación, tal y como se aclarará a continuación. También aquí puede preverse sólo una única capa, que pueda actuar tanto como catalizador y como también como conductor.

15 La capa conductora eléctrica 14 en el espacio de admisión y el de evacuación 7, 8 proporciona una conexión eléctrica entre las capas conductoras eléctricas 14 por la cara interna de las membranas de fibra hueca 3, mientras que la capa conductora eléctrica 16 en el espacio intermedio 6 proporciona una conexión eléctrica entre las capas conductoras eléctricas 16 por la cara externa de las membranas de fibra hueca 3.

20 La célula de combustible presenta dos terminales eléctricos 18 y 19, de los que el primer terminal 18 está conectado eléctricamente con la capa de material conductor 14 en una de ambas piezas extremas 7, 8 de la carcasa 1 y el segundo terminal 19 está conectado eléctricamente con la capa 16 de material conductor en la pieza de carcasa cilíndrica hueca 1A. A los terminales eléctricos 18, 19 pueden conectarse líneas eléctricas 20, 21, para poder conectar un consumidor a la célula de combustible. En la Fig. 1 se representan los terminales eléctricos 18 y 19 sólo esquemáticamente.

25 En la célula de combustible, la capa 16 por la cara externa de las membranas de fibra hueca 3 forma el ánodo y la capa 14 por la cara interna de las membranas de fibra hueca 3 forma el cátodo. Además, todas las membranas de fibra están conectadas en paralelo, por lo cual la densidad de potencia es alta.

30 Cuando para la producción de la célula de combustible se use un módulo de dializador convencional, las capas de material conductor y material catalizador no estarán aún disponibles.

Como los dializadores disponen de membranas de fibra hueca, en las que se prevén poros, es necesario rellenar los poros de las fibras huecas con un material conductor de iones. El relleno de los poros con un material conductor de iones puede realizarse generando una presión transmembrana suficiente. Los poros pueden rellenarse con un adhesivo mojado con polisulfona.

35 Por motivos técnicos de fabricación resulta ventajoso que en la pared de las piezas extremas 1B y 1C, así como en las caras internas adyacentes de las paredes divisorias 4, 5 se aplique tanto una capa de un material catalizador como también una capa de un material conductor, aunque una capa de un material catalizador no es necesaria en los espacios de admisión y de evacuación 7, 8. Tampoco en las caras internas de las paredes divisorias 4 y 5, así como la pared de la pieza de carcasa cilíndrica 1A, es necesaria una capa de un material catalizador.

40 En un primer paso operacional se introduce un líquido cargado con un material catalizador por la toma de admisión y se evacúa por la toma de evacuación 10, por lo cual se recubren el espacio de admisión y el de evacuación 7, 8 y la cara interna de las membranas de fibra hueca 3. En un segundo paso operacional se bombea un líquido cargado con un material conductor a través del espacio de admisión 7, las membranas de fibra hueca 3 y el espacio de evacuación 8, de forma que sobre la capa 13 de material catalizador se aplique una capa 14 de un material conductor.

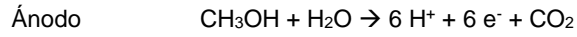
45 Ambas capas 15, 16 de material catalizador y material conductor se aplican también en el espacio intermedio 6, en el que un líquido cargado con un material catalizador y/o un líquido cargado con un material conductor se introduce a través de la toma de admisión 12 y se evacúa a través de la toma de evacuación 11.

50 Los dializadores conocidos tienen generalmente una superficie de membrana de aproximadamente 1,5 m<sup>2</sup>. Con una superficie de membrana tal es posible producir una célula de combustible, cuya potencia a una eficiencia adoptada de sólo el 10 %, que en la práctica podría ser sin embargo mayor, se encuentre entre 100 y 150 Watt.

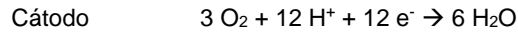
Para la producción de energía eléctrica se alimenta una mezcla metanol-agua a la célula de combustible a través de la toma de admisión 12. El dióxido de carbono surgido en la célula de combustible se evacúa a través de la toma de

evacuación 11. A través de la toma de admisión 9 se introduce aire a la célula de combustible. El agua formada a partir de los protones y electrones con el oxígeno del aire se evacúa a través de la toma de evacuación 10. Sin embargo, también es posible invertir las trayectorias del flujo, donde el aire de combustión no se guía a través de las membranas de fibra hueca.

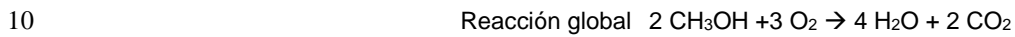
5 La reacción química en la célula de combustible se describe mediante las siguientes ecuaciones.



Oxidación/Cesión de electrones



Reducción/Captación de electrones



Reacción redox/Reacción de la célula

**REIVINDICACIONES**

1. Célula de combustible con
- una carcasa (1), en la que está dispuesto un haz (2) de membranas de fibra hueca (3),
- 5 una primera pared divisoria (4), que rodea de manera estanca una sección extrema (2A) del haz (2) de membranas de fibra hueca (3),
- una segunda pared divisoria (5), que rodea de manera estanca la otra sección extrema (2B) del haz (2) de membranas de fibra hueca (3),
- 10 la primera pared divisoria (4) y la segunda pared divisoria (5) separan la carcasa (1) en un espacio de admisión (7), que está en conexión fluida con un extremo (3A) abierto de las membranas de fibra hueca (3), un espacio de evacuación (8), que está en conexión fluida con el otro extremo (3B) abierto de las membranas de fibra hueca (3), y un espacio intermedio (6) situado entre las paredes divisorias (4, 5),
- una primera toma de admisión (9) en el espacio de admisión (6) y una primera toma de evacuación (10) en el espacio de evacuación (8),
- 15 una segunda toma de admisión (12) en el espacio intermedio (6) y una segunda toma de evacuación (11) en el espacio intermedio (6), donde las caras interna y externa de las membranas de fibra hueca (3) se recubren con al menos una capa (13, 15; 14, 16) comprendiendo un material catalizador y un material conductor eléctrico, caracterizada porque sobre la pared de la carcasa (1) que delimita el espacio de admisión (7) y la superficie de la primera pared divisoria (4) que delimita el espacio de admisión (7) y la pared de la carcasa (1) que delimita el espacio de evacuación (8) y la superficie de la segunda pared divisoria (5) que delimita el espacio de evacuación (8)
- 20 se aplica una capa (14) de un material conductor eléctrico,
- sobre la pared de la carcasa (1) que delimita el espacio intermedio (6) y la superficie de la primera y segunda pared divisoria (4, 5) que delimitan el espacio intermedio (6) se aplica una capa (16) de un material conductor eléctrico y
- en la carcasa (1) se forma un primer contacto de conexión eléctrica (18), eléctricamente conectado con la capa (14) de material conductor eléctrico en el espacio de admisión (7) y el espacio de evacuación (8), y se configura un
- 25 segundo contacto de conexión eléctrica (19), eléctricamente conectado con la capa (16) de material conductor eléctrico en el espacio intermedio (6).
2. Célula de combustible según la reivindicación 1, caracterizada porque bajo la capa (14) de material conductor eléctrico en el espacio de admisión (7) y el espacio de evacuación (8) y bajo la capa (16) de material conductor eléctrico en el espacio intermedio (6) se prevé una capa (13, 15) de un material catalizador.
- 30 3. Célula de combustible según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque la carcasa (1) es una carcasa cilíndrica y la primera y segunda paredes divisorias (4, 5) son cuerpos cilíndricos.
4. Célula de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque la primera y segunda pared divisoria (4, 5) consisten en una masa de moldeo.
5. Célula de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el material catalizador es platino o paladio.
- 35 6. Célula de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque el grosor de capa de la capa (13, 15) de material catalizador se encuentra entre 2 nm y 500 nm.
7. Célula de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el material conductor contiene partículas de carbono o fibras de carbono.
- 40 8. Célula de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el diámetro de las membranas de fibra hueca (3) se encuentra entre 50  $\mu\text{m}$  y 500  $\mu\text{m}$ .
9. Procedimiento para la producción de una célula de combustible a partir de un módulo de membrana de fibra hueca, donde el módulo de membrana de fibra hueca presenta:

- una carcasa (1), en la que está dispuesto un haz (2) de membranas de fibra hueca (3),
- una primera pared divisoria (4), que rodea de manera estanca una sección extrema (2A) del haz (2) de membranas de fibra hueca (3),
- 5 una segunda pared divisoria (5), que rodea de manera estanca la otra sección extrema (2B) del haz (2) de membranas de fibra hueca (3),
- la primera pared divisoria (4) y la segunda pared divisoria (5) separan la carcasa (1) en un espacio de admisión (7), que está en conexión fluida con un extremo (3A) abierto de las membranas de fibra hueca (3), un espacio de evacuación (8), que está en conexión fluida con el otro extremo (3B) abierto de las membranas de fibra hueca (3), y un espacio intermedio (6) situado entre las paredes divisorias (4, 5),
- 10 una primera toma de admisión (9) en el espacio de admisión (6) y una primera toma de evacuación (10) en el espacio de evacuación (8),
- una segunda toma de admisión (12) en el espacio intermedio (6) y una segunda toma de evacuación (11) en el espacio intermedio (6), donde la cara interna de las membranas de fibra hueca (3) y la cara externa de las membranas de fibra hueca (3) se recubren con al menos una capa (13, 15; 14, 16) comprendiendo un material catalizador y un material conductor eléctrico, caracterizada porque sobre la pared de la carcasa (1) que delimita el espacio de admisión (7) y la superficie de la primera pared divisoria (4) que delimita el espacio de admisión (7) y la pared de la carcasa (1) que delimita el espacio de evacuación (8) y la superficie de la segunda pared divisoria (5) que delimita el espacio de evacuación (8) se aplica una capa (14) de un material conductor eléctrico,
- 15 sobre la pared de la carcasa (1) que delimita el espacio intermedio (6) y la superficie de la primera y segunda pared divisoria (4, 5) que delimitan el espacio intermedio (6) se aplica una capa (16) de un material conductor eléctrico y en la carcasa (1) se forma un primer contacto de conexión eléctrica (18), eléctricamente conectado con la capa (14) de un material conductor eléctrico en el espacio de admisión (7) y espacio de evacuación (8), y se configura un segundo contacto de conexión eléctrica (19), eléctricamente conectado con la capa (16) de un material conductor eléctrico en el espacio intermedio (6).
- 20
- 25 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque, en un primer paso, se bombea un líquido cargado con material catalizador y, en un segundo paso, un líquido cargado con un material eléctricamente conductor a través del espacio de admisión (7) y el espacio de evacuación (8) y las membranas de fibra hueca (3), y en un primer paso, se bombea un líquido cargado con material catalizador y, en un segundo paso, un líquido cargado con un material eléctricamente conductor a través del espacio intermedio (6).
- 30 11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque el material catalizador es platino o paladio.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque el material catalizador se aplica en un grosor de capa, que se encuentra entre 2 nm y 500 nm.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque el material conductor contiene partículas de carbono o fibras de carbono.
- 35 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque el diámetro de las membranas de fibra hueca (3) se encuentra entre 50 µm y 500 µm.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado porque el módulo de membrana de fibra hueca es un módulo de dializador.
- 40 16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque los poros de las membranas de fibra hueca (3) del módulo del dializador se rellenan con un material conductor de iones.



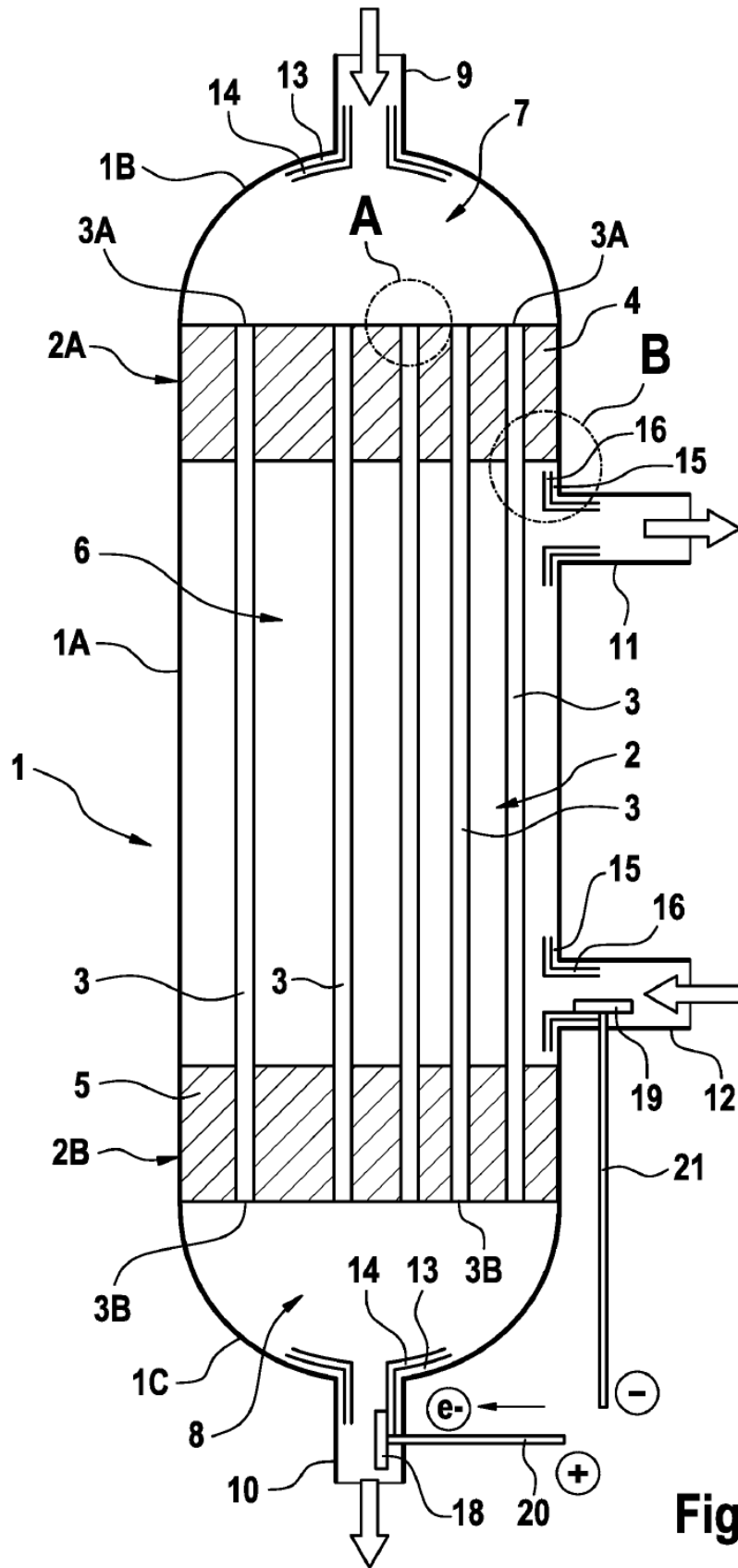


Fig. 1

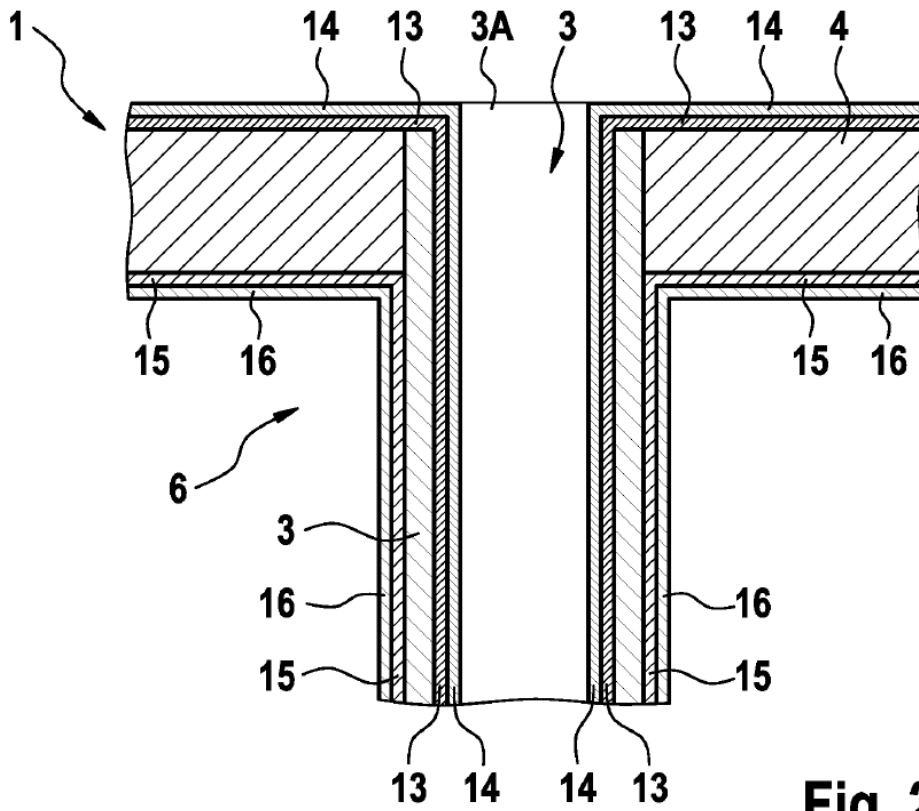


Fig. 2

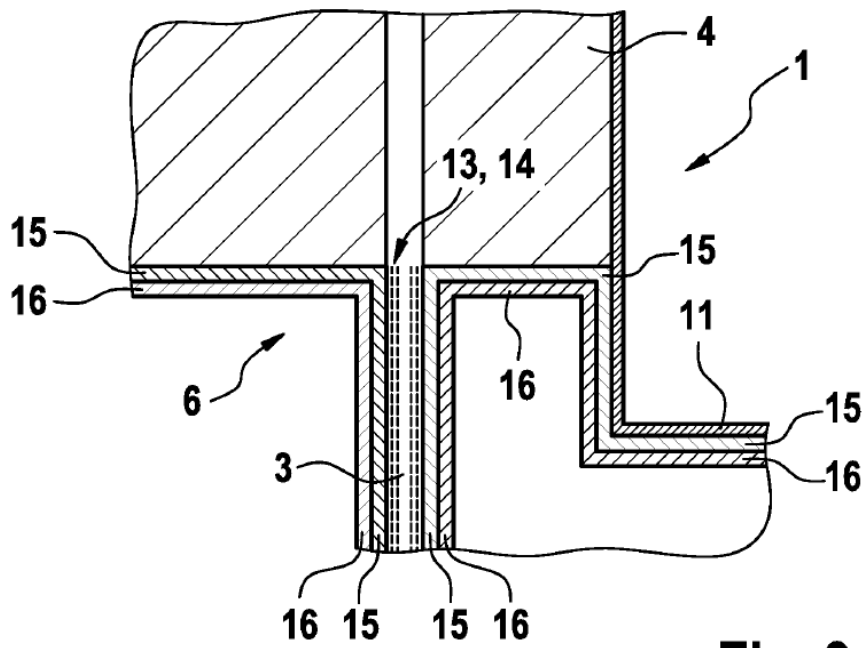


Fig. 3