

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 242**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/06 (2006.01)
H01M 8/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09166816 .0**
96 Fecha de presentación: **30.07.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2280440**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.02.2011**

54 Título: **Dispositivo de células de combustible con varias etapas en cascada**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.11.2012

73 Titular/es:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:
BRANDT, TORSTEN;
BÄRNREUTHER, FRANK;
HAMMERSCHMIDT, ALBERT;
LERSCH, JOSEF;
MAHNKE, THOMAS;
MATTEJAT, ARNO;
STÜHLER, WALTER y
VOITLEIN, OTTMAR

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 391 242 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

Dispositivo de células de combustible con varias etapas en cascada

5 La invención se refiere a un dispositivo de células de combustible con varias etapas en cascada, que son atravesadas de forma sucesiva por una corriente de gas de funcionamiento, con células de combustible que comprenden, respectivamente, una estructura de distribución del gas que es atravesada por la corriente de gas de funcionamiento, y con un conducto de alimentación de gas conducido desde una etapa en cascada precedente hacia una etapa en cascada siguiente, para el gas de funcionamiento; un dispositivo de células de combustible de este tipo se conoce, por ejemplo, a partir del documento EP 0 596 366 B1.

10 En dispositivos de células de combustible mayores, tiene mucha importancia el buen aprovechamiento del gas de funcionamiento, que presenta, además de ingredientes reactivos, también porciones de gas inerte, que no son consumidas en las células de combustible y, por lo tanto, deben eliminarse fuera del dispositivo de células de combustible. A tal fin, ha dado buen resultado una disposición en cascada descrita en el documento EP 0 596 366 B1, en la que el gas de funcionamiento respectivo (gas que contiene hidrógeno u oxígeno) circula sucesivamente a través de varias etapas en cascada, que presentan un número decreciente de células de combustible conectadas en paralelo o bien de sus cámaras de gas. En la última etapa en cascada, que está constituida normalmente por una o varias de las llamadas células de aclarado, la concentración de gas inerte es máxima. Si se eleva la concentración de gas inerte por encima de un valor predeterminado, entonces están células de aclarado son atravesadas por la corriente de gas de funcionamiento y el gas inerte es descargado a través de una válvula.

20 Dentro de las etapas en cascada se genera a través de la reacción de hidrógeno (H₂) y de oxígeno (O₂) en el electrolito un agua producto, que es descargada junto con agua de humedad condensada normalmente con el gas de funcionamiento fuera de la etapa en cascada. Por lo tanto, para la separación de esta agua fuera del gas de funcionamiento, de manera ventajosa, en un conducto de alimentación de gas desde una etapa en cascada precedente hasta una etapa en cascada siguiente está dispuesto un separador de gas. Un separador de gas de este tipo se publica, por ejemplo, en el documento WO 03/030291 A2.

25 Una célula de combustible comprende en este caso normalmente un electrolito permeable a iones (en el caso de una célula de combustible PEM, una membrana de electrolito de polímero), a ambos lados comprende, respectivamente, una capa de catalizador y sobre estas capas comprende de nuevo a continuación en cada caso una estructura de distribución del gas, que se designa a veces también como sustrato o soporte de distribución del gas. La estructura de distribución del gas debe posibilitar al gas de funcionamiento un buen acceso a la capa de catalizador, debe posibilitar la salida de agua y de gases inertes desde la capa de catalizador, debe prestar estabilidad mecánica a la célula de combustible y debe establecer un buen contacto eléctrico. Por lo tanto, se designa a veces también como colector de corriente ("current collector"). Una estructura de distribución del gas con una capa de catalizador aplicada encima se designa con frecuencia también como un electrodo de difusión de gas. La estructura de distribución de gas puede comprender en este caso también varias infraestructuras diferentes dispuestas unas encima de las otras. Normalmente, las estructuras de distribución del gas están constituidas por estructuras permeables al gas a base de carbono, como por ejemplo papel de fibras de carbono o tejido de carbono, u otras estructuras porosas, que cumplen los requerimientos mencionados anteriormente.

40 Partiendo de aquí, el cometido de la presente invención es garantizar en un dispositivo de células de combustible con varias etapas en cascada una buena capacidad funcional también con una duración prolongada del funcionamiento.

45 Este cometido se soluciona por medio de un dispositivo de células de combustible del tipo mencionado al principio, que presenta de acuerdo con la invención un filtro dispuesto en el conducto de alimentación de gas para la separación de ingredientes liberados de las estructuras de distribución del gas de células de combustible de la(s) etapa(s) en cascada precedentes en la dirección de la circulación del gas de funcionamiento fuera del gas de funcionamiento.

50 La invención se basa en este caso en el reconocimiento de que las estructuras permeables al gas, utilizadas normalmente para las estructuras de distribución del gas, a base de carbono, como por ejemplo papel de fibras de carbono o tejido de carbono, u otras estructuras porosas se pueden degradar mecánicamente durante un funcionamiento prolongado del dispositivo de células de combustible, de manera que se pueden liberar ingredientes y se pueden separar del gas de funcionamiento. Los ingredientes liberados (por ejemplo, partículas, fibras) se pueden depositar entonces en células de combustible de etapas en cascada siguientes o en conductos de alimentación de gas dispuestos en medio y de esta manera pueden perjudicar la alimentación de estas células de combustible con gases de funcionamiento. Esto puede conducir a mermas de la capacidad especialmente en el caso de instalaciones de células de combustible dispuestas en cascada, en las que un número decreciente de instalaciones de células de combustible son alimentadas por un número comparativamente mayor de células de combustible precedentes con gas de funcionamiento. No obstante, a través del filtro previsto de acuerdo con la invención se eliminan los ingredientes liberados de las estructuras de distribución del gas fuera del gas de funcionamiento, de manera que se pueden evitar las deposiciones en etapas en cascada siguientes y, por lo tanto,

las mermas de funcionamiento. En este caso, se puede disponer un filtro tanto en el conducto de alimentación de gas del lado del ánodo como también en el conducto de alimentación del gas del lado del cátodo.

5 Con preferencia, el filtro presenta un tejido de filtro con una anchura de malla de 5 a 200 μm , en particular de 100 μm . Como se ha comprobado, de esta manera se pueden eliminar la mayoría de los ingredientes liberados de las estructuras de distribución de gas de una manera fiable fuera del gas de funcionamiento y se pueden mantener reducidas todavía en este caso las pérdidas de presión en el conducto de alimentación de gas.

Para la estabilización mecánica, el filtro comprende de una manera ventajosa adicionalmente todavía un tejido de apoyo con una anchura de malla de 0,5 a 5 mm, en particular de 2 mm, en el que está fijado el tejido de filtro.

10 El filtro está constituido en este caso con preferencia de un acero inoxidable, con lo que se posibilita una buena estabilidad mecánica y una buena resistencia contra los medios reactivos que están presentes en los gases de funcionamiento.

15 Cuando en el conducto de alimentación de gas está dispuesto un separador de agua, el filtro está dispuesto en la dirección de la circulación del gas de funcionamiento con ventaja solamente después del separador de agua. De esta manera se puede evitar una corrosión del filtro a través de un contacto con agua, que es arrastrada con el gas de funcionamiento.

20 De acuerdo con una configuración alternativa, especialmente ventajosa, el filtro está dispuesto en una salida del separador de agua para el gas de funcionamiento. De esta manera, se puede evitar, por una parte, una corrosión del filtro a través del contacto con agua. Por otra parte, el espacio existente normalmente en un separador de agua se puede aprovechar para el montaje del filtro, de manera que no es necesaria ninguna intervención en uniones de tuberías para el gas de funcionamiento entre las dos etapas en cascada ni tampoco se requiere un espacio de montaje adicional.

25 En este caso, de manera ventajosa, la superficie del filtro es mayor que el área de la sección transversal de la salida del separador de agua para el gas de funcionamiento. A través de una superficie incrementada de esta manera se puede incrementar el tiempo hasta una obstrucción del filtro con los ingredientes separados y con una pérdida de presión implicada con ello y de esta manera se puede incrementar el tiempo hasta una sustitución del filtro.

Con preferencia, el separador de agua está integrado en una placa extrema del dispositivo de células de combustible, presentando la placa extrema un orificio que se puede cerrar para una entrada y salida del filtro dentro o fuera del separador de agua. A través del orificio que se puede cerrar, se puede sustituir fácilmente el filtro o se puede reequipar también en caso necesario.

30 La invención así como otras configuraciones ventajosas de la invención de acuerdo con las características de las reivindicaciones dependientes se explican en detalle a continuación con la ayuda de ejemplos de realización en las figuras; en éstas:

La figura 1 muestra un dispositivo de células de combustible con cuatro etapas en cascada.

La figura 2 muestra la estructura de una célula de combustible en las etapas en cascada de la figura 1.

35 La figura 3 muestra la estructura de un filtro para ingredientes liberados de estructuras de distribución de gases.

La figura 4 muestra un separador de agua integrado en una placa extrema con un filtro integrado.

La figura 5 muestra una vista de detalle del filtro de la figura 4.

La figura 6 muestra una vista en planta superior sobre el filtro de la figura 4.

La figura 7 muestra una vista lateral del filtro de la figura 4.

40 La figura 8 muestra una representación en perspectiva del filtro de la figura 4.

La figura 9 muestra otra forma de realización de un filtro integrado en un separador de agua.

La figura 10 muestra una vista en planta superior sobre el filtro de la figura 9 y

La figura 11 muestra una vista lateral del filtro de la figura 9.

45 La figura 1 muestra un dispositivo de células de combustible 1 con cuatro etapas en cascadas 2, 3, 4, 5 dispuestas en cascada. A través de un conducto de alimentación de gas fresco 6 se alimenta a la primera etapa de la cascada 2 un gas de funcionamiento, por ejemplo hidrógeno u oxígeno puro. Las etapas en cascada 2, 3, 4, 5 son atravesadas a continuación de forma sucesiva por la corriente de gas de funcionamiento. En las células de combustible 10 de las etapas en cascada 2, 3, 4, 5 se consume parcialmente el gas de funcionamiento, resultando agua (llamada agua

producto) a través de la reacción química del hidrogeno (H_2) y del oxígeno (O_2) en las células de combustión 10, que están realizadas con preferencia como células de combustible PEM (células de combustible de membrana de electrolito de polímero).

5 La primera etapa de la cascada 2 comprende una pluralidad de células de combustible 10, que están unidas para formar un bloque de células de combustible. La segunda etapa de la cascada 3 comprende muchas menos células de combustible 10 ensambladas de la misma manera para formar un bloque de células de combustible, y la tercera etapa de la cascada 4 comprende todavía menos células de combustible 10. La última etapa de la cascada 5 comprende solamente algunas células de combustible 10 realizadas como células de aclarado, en las que se acumulan gases inertes, otros ingredientes del gas no consumibles y agua, que se pueden descargar cíclicamente
10 través de un conducto 7.

Visto en la dirección de la circulación del gas de funcionamiento desde una etapa en cascada precedente hacia una etapa en cascada siguiente está guiado siempre un conducto de alimentación de gas 8, a través del cual se alimenta de nuevo el gas de funcionamiento, que sale de la etapa en cascada precedente hacia la etapa en cascada siguiente.

15 En el conducto de alimentación de gas 8 está dispuesto en este caso un separador de agua 14, que sirve para separar el agua producto arrastrada en el conducto de alimentación de gas arrastrada en el conducto de alimentación de gas 8 con el gas de funcionamiento y agua de humidificación condensada fuera del gas de funcionamiento, antes de que el gas de funcionamiento sea alimentado a la etapa en cascada siguiente.

20 Como se representa en la figura 2, las células de combustible 10 comprenden en este caso, respectivamente, un electrolito 11 permeable a iones (en el caso de una célula de combustible PEM, una membrana de electrolito de polímero) a ambos lados comprende, respectivamente, una capa de catalizador 12 y sobre estas capas comprende de nuevo a continuación en cada caso una estructura de distribución del gas 13. La estructura de distribución de gas 13 sirve para llevar el gas de funcionamiento respectivo (gas que contiene hidrógeno u oxígeno) hacia la capa de catalizador 12 adyacente, para posibilitar la descarga de agua y de gases inertes desde la capa de catalizador, para
25 prestar estabilidad mecánica a la célula de combustible y para establecer un buen contacto eléctrico. Las estructuras de distribución de gas 13 están constituidas normalmente por estructuras permeables al gas a base de carbono, como por ejemplo papel de fibras de carbono o tejido de carbono u otras estructuras porosas.

30 En el caso de un funcionamiento de larga duración del dispositivo de células de combustible, las estructuras de distribución de gas 13 se degradan mecánicamente, de manera que se liberan ingredientes y son arrastrados por el gas de funcionamiento. Los ingredientes liberados (por ejemplo, partículas, fibras) se pueden depositar entonces en las células de combustible 10 de una etapa de la cascada siguiente o en conductos de alimentación de gas dispuestos en medio y de esta manera pueden perjudicar la alimentación de etapas en cascada siguientes con gases de funcionamiento.

35 Para contrarrestarlo, en cada uno de los conductos de alimentación de gas 8 está dispuesto un filtro 15 para la separación de ingredientes liberados de las estructuras de distribución de gas 13 de células de combustible 10 de la(s) fase(s) en cascada precedentes en la dirección de la circulación del gas de funcionamiento desde el gas de funcionamiento. De esta manera, se pueden evitar deposiciones en etapas en cascada siguientes y de esta manera se puede mantener una buena alimentación de gas de funcionamiento.

40 El filtro 15 está dispuesto en este caso en una salida 16 del separador de agua 14 para el gas de funcionamiento. La superficie del filtro 13 es en este caso mayor que el área de la sección transversal de la salida 16 del separador de agua 14.

45 El filtro 15 presenta en este caso – como se representa en la figura 3 -, por un a parte, para la estabilidad mecánica un tejido de apoyo 17 con mallas con una anchura de malla de 0,5 a 5 mm, en particular 2 mm. En el tejido de apoyo 17 está fijado el tejido de filtro 18 propiamente dicho para la acción del filtro, presentando el tejido del filtro 18 mallas con una anchura de malla de 5 a 200 μm , en particular 100 μm . De esta manera, se pueden eliminar de una manera fiable la mayor parte de los ingredientes liberados de las estructuras de distribución de gas 13 fuera del gas de funcionamiento y en este caso se pueden mantener reducidas las pérdidas de presión en el conducto de alimentación de gas 8.

50 Tanto el tejido de apoyo 17 como también el tejido de filtro 28 están constituidos con preferencia de un acero inoxidable.

Es posible un incremento todavía mayor de la superficie de filtro porque el filtro 15 presenta una estructura que incrementa la superficie (por ejemplo, una estructura de láminas).

55 Como se representa en la figura 4, el separador de agua 14 está integrado con ventaja totalmente en una placa extrema 20 del dispositivo de células de combustible. El conducto de alimentación de gas 8 comprende en este caso un primer canal de unión 21, que está conducido desde una etapa en cascada precedente hacia el separador de

agua 14, a través de cuyo canal se alimenta el gas de funcionamiento, que sale desde la etapa en cascada precedente, hacia el separador de agua 14. El canal de unión 21 puede estar conducido en este caso también en forma de un tubo en el espacio interior 26 del separador de agua 14. Además, el conducto de alimentación de gas 8 comprende un segundo canal de unión 22, que está conducido desde el separador de agua 14 hacia la etapa en cascada siguiente, para la alimentación del gas de funcionamiento liberado del agua en el separador de agua hacia la etapa en cascada siguiente.

El separador de agua 14 comprende, además, un sensor de resistencia 23, que está integrado de la misma manera completamente en la placa extrema 20, y un canal de vaciado 24, en el que está dispuesta una válvula 25. Adicionalmente, en el espacio interior 26 del separador de agua 14 pueden estar dispuestos todavía uno o varios elementos de conducción de la circulación no representados en detalle (por ejemplo, chapas de guía o chapas de rebote).

Si el nivel del agua acumulada en la parte inferior del separador de agua 14 se eleva por encima de un nivel predeterminado, entonces el sensor de resistencia 23 emite una señal a una unidad de control no mostrada en detalle en la figura 4, que activa a continuación la apertura de la válvula 25. De esta manera, se lleva a cabo un vaciado del separador de agua 14 a través del canal de vaciado 24.

La placa extrema 20 es accesible para el personal de mantenimiento sobre el lado provisto con el signo de referencia 27 y presenta en este lado 27 un orificio 28 que se puede cerrar con una tapa 36, a través del cual es posible para el personal de mantenimiento una entrada y salida sencillas del filtro 15 en o bien fuera del separador de agua 14 y, por lo tanto, una sustitución sencilla del filtro 15.

El filtro 15 está dispuesto en el espacio interior 26 del separador de agua 14 en una salida 16 del separador de agua 14 para el gas de funcionamiento, es decir, delante de la entrada del segundo canal de unión 22, de tal manera que todo el gas de funcionamiento que abandona el separador de agua 14 a través del segundo canal de unión 22 debe circular a través del filtro 15. El filtro 15 es retenido a tal fin, por una parte, a través de la pared lateral 31, dispuesta en el lado 27, del separador de agua 14 en la posición deseada en la salida 16 del separador de agua 14 y, por otra parte, es retenido y obtura a través de las paredes laterales 29, 30 del separador de agua 14 (ver también la figura 5).

Como se representa en la vista de detalle de la figura 5, que muestra de forma simplificada una sección a través de la salida 16 y a través del filtro 15 a lo largo de la línea designada con V en la figura 4, la superficie del filtro 15 es mayor que el área de la sección transversal A de la salida 16 del separador de agua 14 o bien de la entrada del segundo canal de unión 22. De esta manera, se puede mantener largo el tiempo hasta la obstrucción del filtro 15 con ingredientes separados de las estructuras de distribución del gas y, por lo tanto, el tiempo hasta una sustitución del filtro 15.

Como se muestra en la vista en planta superior de la figura 6, en la vista lateral de la figura 7 y en la representación en perspectiva de la figura 8, el filtro 15 comprende, además del tejido de filtro 18 y del tejido de apoyo 17 ya explicados con relación a la figura 3, que presentan una sección transversal de forma semirredonda en la dirección longitudinal del filtro, adicionalmente todavía en la dirección longitudinal en uno de sus extremos una cabeza de filtro 32 y en su otro extremo un fondo de filtro 33, respectivamente, con sección transversal redonda, así como un bastidor 34 en forma de nervadura que se extiende entre la cabeza del filtro 32 y el fondo del filtro 33. El tejido de filtro 18 y el tejido de apoyo 17 están retenidos en este caso entre la cabeza del filtro 32, el fondo del filtro 33 y el bastidor 34. El bastidor 34 y una junta de obturación 35, que está dispuesta con preferencia allí, sirven también para la obturación del filtro 15 frente a las paredes laterales 29, 30 del separador de agua 14. A tal fin, en cada una de las paredes laterales 29, 30 está realizada una ranura 37, en la que encaja el bastidor 34 en forma de nervadura con la junta de obturación 35. La ranura 37 sirve, además, durante la inserción del filtro en el separador de agua 14 para una guía correcta del filtro 15 en la posición de montaje deseada y durante el funcionamiento siguiente de las células de combustible para un posicionamiento correcto del filtro 15 en el separador de agua 14.

También la cabeza del filtro 32, el fondo de filtro 33 y el bastidor 34 están constituidos con preferencia de un acero inoxidable.

Un filtro 15, mostrado en las figuras 9 a 11 y que se puede fabricar fácilmente, no tiene una sección transversal semirredonda, sino una sección transversal esencialmente plana. Para el incremento de la superficie del filtro, el tejido del filtro 18, con preferencia también un tejido de apoyo 17 eventualmente presente, están constituidos por un tejido plegado (plisado). Este tejido está constituido con ventaja de acero inoxidable. En comparación con el filtro representado en las figuras 4 a 8, los componentes funcionales iguales están provistos en las figuras 9 a 11 con los mismos signos de referencia.

No obstante, en principio también son posibles otras formas de filtros.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo de células de combustible (1) con varias etapas en cascada (2, 3, 4, 5), que pueden ser atravesadas por la corriente de gas de funcionamiento, con células de combustible (10), que comprenden en cada caso una estructura de distribución de gas (13) que puede ser atravesada por el gas de funcionamiento, y con un conducto de alimentación de gas (8) conducido desde una etapa en cascada (2) precedente hacia una etapa en cascada (3) siguiente para el gas de funcionamiento, caracterizado por un filtro (15) dispuesto en el conducto de alimentación de gas (8) para la separación de ingredientes liberados de las estructuras de distribución de gas (13) de células de combustible (10) de la(s) fase(s) en cascada (2) precedentes en la dirección de la circulación del gas de funcionamiento desde el gas de funcionamiento.
- 5
- 2.- Dispositivo de células de combustible (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el filtro (15) comprende un tejido de filtro (18) con mallas con una anchura de malla de 5 a 200 μm , en particular de 100 μm .
- 10
- 3.- Dispositivo de células de combustible (1) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque el filtro (15) comprende para la estabilización mecánica adicionalmente un tejido de apoyo (17) con mallas con una anchura de mallas de 0,5 a 5 mm, en particular de 2 mm, en el que está fijado el tejido de filtro (18).
- 15
- 4.- Dispositivo de células de combustible (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el filtro (15) está constituido de un acero inoxidable.
- 5.- Dispositivo de células de combustible (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el conducto de alimentación de gas (8) está dispuesto un separador de agua (14), en el que el filtro (15) está dispuesto en la dirección de la circulación del gas de funcionamiento detrás del separador de agua (14).
- 20
- 6.- Dispositivo de células de combustible (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en el conducto de alimentación de gas (8) está dispuesto un separador de agua (14), en el que el filtro (15) está dispuesto en la dirección de la circulación del gas de funcionamiento en una salida (16) del separador de agua (14) para el gas de funcionamiento.
- 25
- 7.- Dispositivo de células de combustible (1) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la superficie del filtro (15) es mayor que el área de la sección transversal (A) de la salida (16) del separador de agua (14) para el gas de funcionamiento.
- 30
- 8.- Dispositivo de células de combustible (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado porque el separador de agua (14) está integrado en una placa extrema (20) del dispositivo de células de combustible (1), en el que la placa extrema (20) presenta un orificio (28) que se puede cerrar para una entrada y salida del filtro (15) en o bien fuera del separador de agua (14).

FIG 1

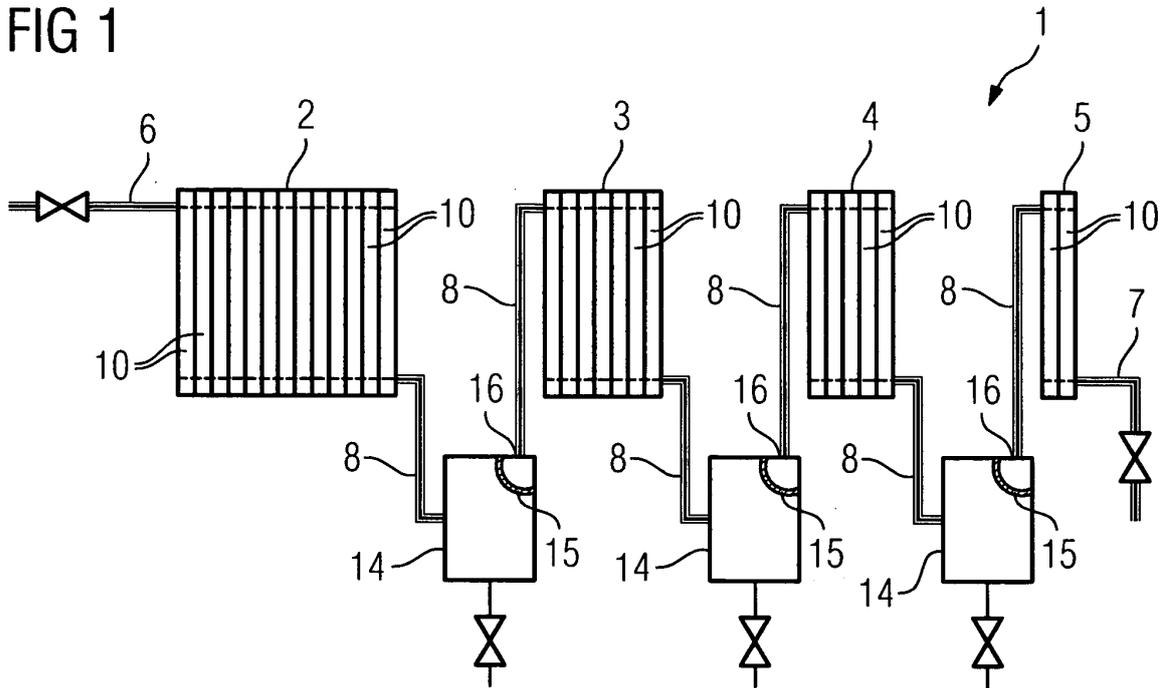


FIG 2

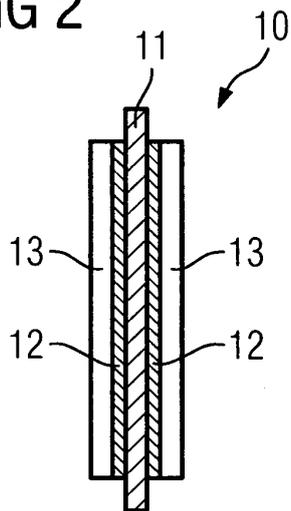
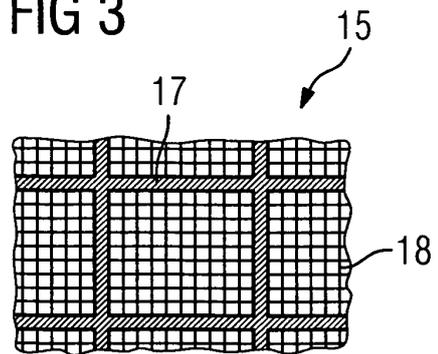


FIG 3



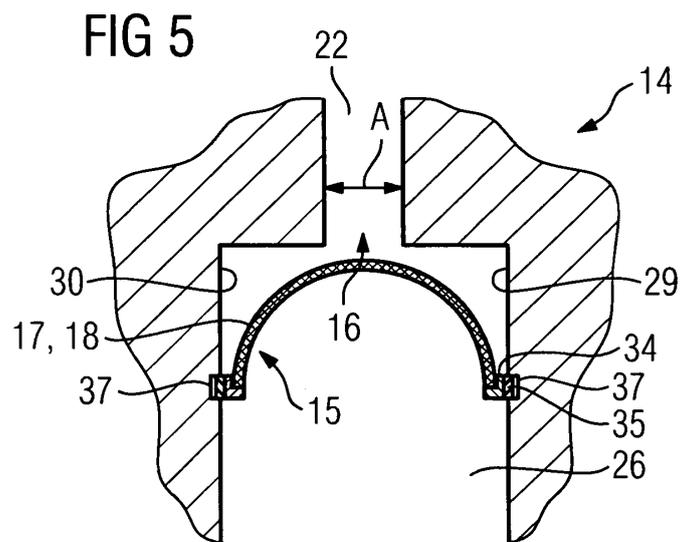
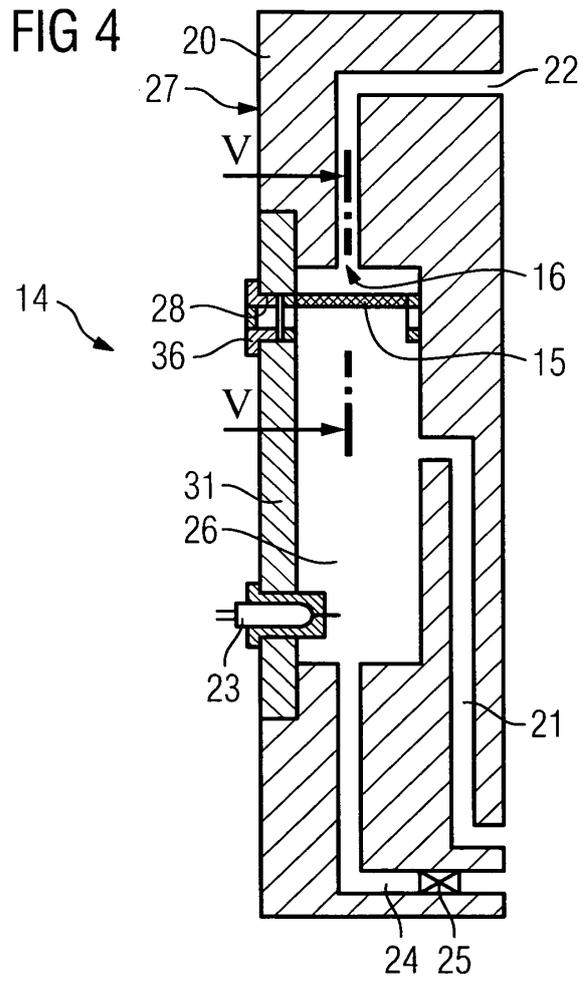


FIG 6

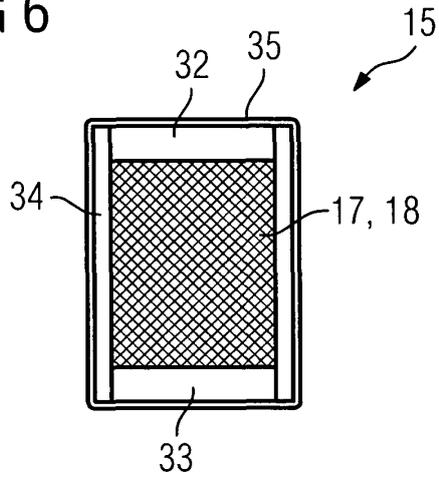


FIG 7

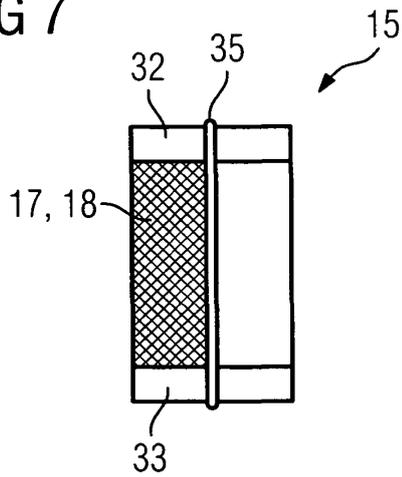


FIG 8

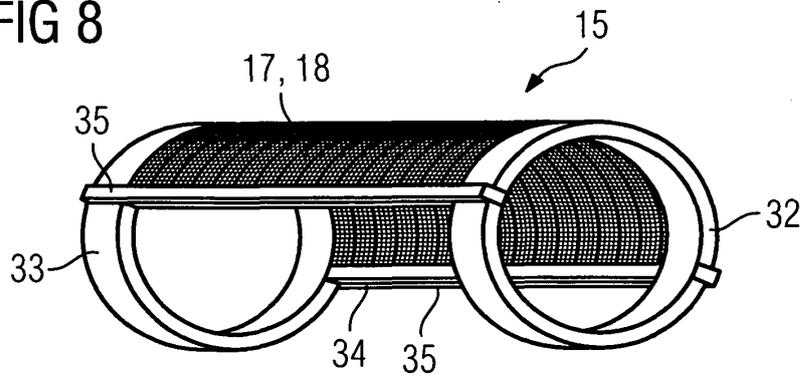


FIG 9

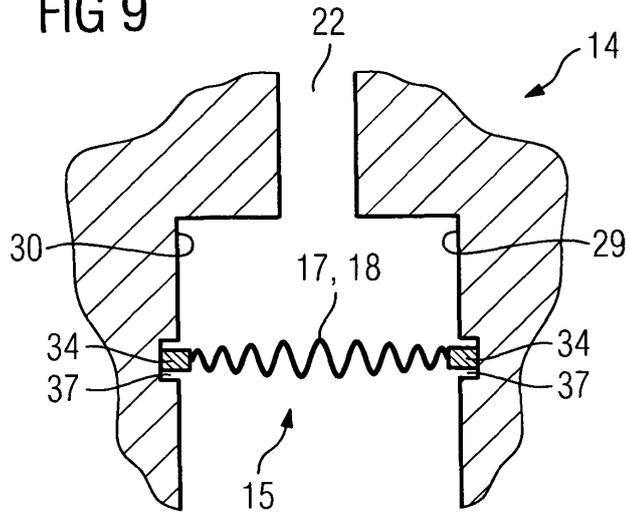


FIG 10

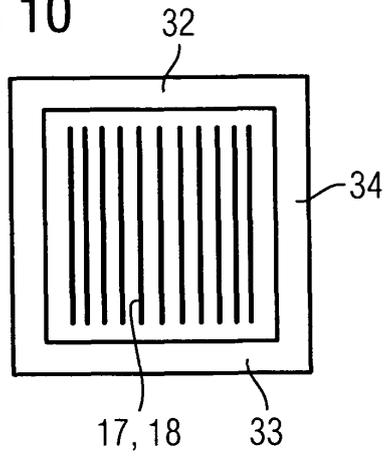


FIG 11

