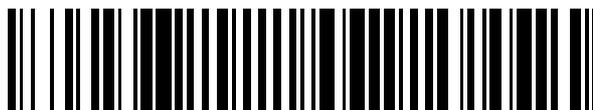


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 818**

51 Int. Cl.:

H01M 8/02 (2006.01)

H01M 8/24 (2006.01)

H01M 8/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2009 E 09771690 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 2356714**

54 Título: **Célula de combustible sin placas bipolares**

30 Prioridad:

13.11.2008 DE 102008057253

02.04.2009 DE 102009015619

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

09.05.2013

73 Titular/es:

**TEDATEX INDUSTRIE GMBH BERATUNG -
PLANUNG - ENTWICKLUNG (100.0%)
Eichhardtstrasse 59
51674 Wiehl, DE**

72 Inventor/es:

BRÜNE, BERNHARD

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 402 818 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 sin placas bipolares

La invención se refiere a un módulo de células de combustible, que está constituido por una pila de células con placas extremas sobre el lado del ánodo y el lado del cátodo con un sistema de fijación y con conexiones de medios para oxígeno, hidrógeno y medio de refrigeración y con varias células individuales, que presentan, respectivamente, una unidad de electrodos de membrana, que está constituida por un ánodo de electrodos y un cátodo de electrodos de material poroso, permeable al gas y por una membrana de electrolito dispuesta en medio con catalizador de ánodo y catalizador de cátodo y que disponen de una toma de corriente sobre el lado del ánodo y el lado del cátodo.

Los módulos de células de combustible de este tipo están compuestos por células individuales, que presentan, respectivamente, un ánodo y un cátodo y una membrana de electrolito colocada en medio de ellos. En el ánodo se oxida hidrógeno, en el cátodo los protones con oxígeno y los electrones que afluyen a través de un consumidor y un conductor de corriente se convierten en agua. Si se conectan el ánodo y el cátodo a través de un conductor eléctrico, entonces fluye corriente. Además, se libera calor. Todo el proceso se puede desarrollar de forma continua, es decir, que se alimenta constantemente hidrógeno y oxígeno a los electrodos respectivos. Tales células de combustible se conocen, por ejemplo, a partir del documento DE 12 72 679 A1 así como a partir del documento EP 0 490 808 A1. En estas células de combustible conocidas, se emplean electrodos con alta porosidad, para que esté disponible una superficie grande para la conversión electroquímica. Estos electrodos están dotados sobre el lado de la membrana con partículas de metal noble que actúan con acción catalítica, de tamaño reducido, especialmente partículas de platino o aleaciones de platino, así como con capas conductoras de corriente. En las construcciones convencionales se alimentan oxígeno e hidrógeno a través de placas bipolares a los electrodos, estando fresados en estas placas bipolares unos pasos finos, para distribuir de una manera fina hidrógeno y oxígeno sobre las superficies de electrodos. Desde allí se transportan a través de difusión oxígeno e hidrogeno hacia las zonas de reacción. Estas placas bipolares deben estar dispuestas sobre ambos lados de la unidad de electrodos de membrana y son costosas y caras de fabricar. Los pasos mencionados anteriormente sirven tanto como conducto de entrada como también al mismo tiempo como conducto de salida de los medios implicados en el proceso para la generación de corriente eléctrica. Además, es un inconveniente que tanto deben admitir gas alimentado no mezclado como también deben dejar salir gases residuales y productos de reacción. Las cúpulas de las nervaduras que permanecen entre los pasos sirven para la transmisión de la corriente desde los electrodos sobre las placas bipolares, mientras que la sección transversal del paso debe conducir la cantidad de gas necesaria. El conflicto de construcción que resulta de ello – superficie grande de transmisión de la corriente frente a sección transversal grande de la circulación – solamente se puede solucionar con dificultad o no se puede solucionar en absoluto. Las placas bipolares tienen una estructura costosa de espacio e influyen en gran medida en las dimensiones de todo el módulo de células de combustible. Además, deben ser buenas conductoras de electricidad y de calor y deben impedir la difusión del gas desde una célula individual hacia la siguiente, por ejemplo a través de las llamadas barreras de gas de capas de material correspondientes, que están insertadas en las placas bipolares. La difusión del gas en placas bipolares es sólo difícil de impedir, de manera que la tasa de pérdida de gas puede ser relativamente alta, o bien el rendimiento total de las células de combustible es reducido. Las placas bipolares reciben canales de gas para posibilitar la conducción de medios de proceso. Deben favorecer la formación de la estructura mecánica de la pila de células. Es un inconveniente que las placas bipolares no son elásticas, es decir, que presentan una estructura rígida. Además, es necesario que sean química y electroquímicamente estables en presencia de medios agresivos y sean duraderos a temperaturas de funcionamiento de hasta 200°C. La búsqueda de materiales adecuados o bien de compromisos de materiales y de procedimientos de fabricación no se ha desarrollado hasta ahora de forma satisfactoria y conduce, por ejemplo, a espesores de pared demasiado grandes de las placas bipolares y, por lo tanto, a alturas de construcción desfavorables de toda la pila de células. Tampoco el desacoplamiento del calor de proceso que se produce durante el proceso está exento de problemas. O bien el calor transportado a través de radiación desde el cuerpo de la pila hasta el medio ambiente y se acepta una potencia reducida de la pila o se realizan canales de refrigeración en las placas bipolares, con inconvenientes considerables y costes en la fabricación, en particular en construcciones, que se fabrican con procedimientos que son similares a la fundición por inyección. En este caso son un inconveniente las alturas de construcción grandes en virtud de las propiedades del material de las placas bipolares y, donde sea posible, barreras de gas dobles. Por lo tanto, son habituales construcciones, que prevén células de refrigeración en un retículo determinado entre las células individuales, omitiendo células individuales correspondientes. Este tipo de construcción es conveniente cuando deben conseguirse potencias mayores de pilas y deben disiparse cantidades de calor, pero a costa de la altura de las pilas o bien de la densidad de potencia por unidad de volumen de una pila., La conexión bipolar de una pila de este tipo provoca que a través de la conexión en serie de las células individuales se puedan conducir corrientes correspondientes a través de toda la célula, con un potencial de la tensión en parte desfavorable y no admisible desde el punto de vista de la técnica de seguridad. La conversión siguiente de las magnitudes eléctricas (escala acorde con la práctica) solamente es posible con sistemas eléctricos caros. Además, toda la pila falla cuando falla una célula individual. La reparación de tal pila solamente se puede realizar con dificultad o incluso no es posible, la recuperación de materiales caros (partículas de catalizador) solamente se consigue cuando se desmonta la pila, es decir, cuando se destruye. Por lo demás, se pueden formar de manera espontánea “nidos” que actúan con efecto electrolítico, cuando componentes, tales como placas bipolares, trabajan en un medio ácido y fluye corriente. La estructura rígida de las placas bipolares hace que las

tolerancias de fabricación y las dilataciones térmicas irregulares de los componentes implicados en la pila (unidades de electrodos de membrana, placas bipolares, juntas de obturación, placas extremas) se sumen sobre la sección transversal de la pila y conduzcan a la inclinación de la pila. La compensación mecánica de la dirección de la pila durante el montaje a través de tensión previa correspondiente por medio del dispositivo tensor conduce entonces a fugas sobre uno de los lados y aplastamiento de los cantos sobre el otro lado, tal vez acompañado con daños de los componentes, en particular de las juntas de obturación. Además, es un inconveniente que toda la pila debe llevarse antes del comienzo propiamente dicho a temperatura de funcionamiento, con cantidades considerables de energía, que deben prepararse desde una fuente de energía prevista a tal fin, por ejemplo una batería conectada de forma correspondiente. De esta manera, se pueden evitar en gran medida daños de la membrana y de los catalizadores. También de acuerdo con el documento US 6.194.095 B1 y con el documento EP 1 429 406 A, un combustible presenta en principio dos placas extremas con sistema tensor. Además, están equipadas con tomas de corriente para la corriente conducida a través de la pila de células.

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de crear a través de nuevas disposiciones y a través de nuevos componentes, prescindiendo de las placas bipolares, un módulo de células de combustible que se puede fabricar bien y de estructura pequeña o bien estrecha, para el que se puede tomar la corriente directamente desde la célula individual correspondiente.

Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención porque los conductos de alimentación de medios y los conductos de salida de medios están asociados a un módulo de refrigeración y módulo de medios, que está configurado, prescindiendo de placas bipolares, solamente para servir para la preparación de canales de refrigeración y canales de gas y para la formación de pilas y a través de coberturas de electrodos para la derivación, pero no para la conducción de la corriente y porque, respectivamente, sobre ambos lados del módulo de refrigeración y del módulo de medios o bien está dispuesto el electrodo de hidrógeno o el electrodo de oxígeno de la unidad de electrodos de membrana de la célula individual adyacente.

En una célula individual configurada de esta manera, que se puede combinar como hasta ahora con otras células individuales para formar módulos de células de combustible, es posible por primera vez prescindir de placas bipolares, porque el módulo de refrigeración y de medios está configurado sencillo, se puede fabricar con gasto reducido y es totalmente funcional, aunque no tiene que ser conductor de electricidad y porque se puede prescindir totalmente de una barrera al gas. A través de la conexión ahora sencilla posible se toma corriente a través de las banderolas asociadas allí donde se produce, es decir, que no tiene que ser conducida a través de toda la pila, como en el estado de la técnica. Además, la estructura del módulo de refrigeración y de medios es esencialmente más sencilla que la placa bipolar, porque solamente se necesitan los espacios funcionales, es decir, los canales de medios, sin aplicar la necesidad de material especialmente conductor de electricidad o bien sin emplear una barrera al gas o similar. En virtud de la estructura sencilla, existe una variabilidad, que da la posibilidad de crear células de combustible o bien módulos de células de combustible no sólo de estructura pequeña, sino sobre todo también que presentan una altura pequeña de la pila. Frente a las construcciones conocidas, la altura de la pila se puede reducir en el factor tres. Esto esta unido al mismo tiempo con la ventaja de que se puede prescindir totalmente de las placas bipolares costosas de espacio y complicadas y de que, además, cada célula individual se puede conectar por separado y discrecionalmente en serie, en paralelo o individualmente o en bloque o bien en pilas parciales, de manera que, por ejemplo, en el caso de fallo de una célula en un paquete de células, toda la célula como tal puede continuar funcionando. Además, se pueden prever células de reserva, que son conectadas adicionalmente y que se pueden desconectar, naturalmente, si problemas de la misma manera las células defectuosas, hasta que es necesaria una renovación general.

Un asiento exacto del módulo de refrigeración y de medios y de las restantes unidades funcionales en el bastidor de células se posibilita porque el módulo de refrigeración y de medios con canales de refrigeración y canales de admisión para gas está configurado de manera que está constituido de una estructura elástica, con preferencia de dos o más componentes. Estos componentes del material que permite la dilatación o bien de la estructura elástica facilitan la fijación y alineación en el eje de la pila de los módulos individuales y de las unidades funcionales, de manera que para esta configuración se contempla sobre todo acero noble y chapa. Cuando estos componentes se dilatan de manera correspondiente, se consigue de esta manera un tensado frente al bastidor de células o bien frente a las placas extremas y un prensado superficial uniforme de la unidad de electrodos de membrana y una compensación de tolerancias de fabricación y de dilatación térmicas, lo que conduce a la función mejorada y a la prevención de fugas y similares. Esta compensación resulta especialmente cuando la pila interior de una pila de células está configurada de manera que permite una deformación elástica y una transpiración en el eje de la pila a través de distanciadores configurados elásticos o dispuestos desplazados.

Además, se ha hecho referencia a que como material dilatante elásticamente está prevista sobre todo chapa, de manera que la invención enseña que el módulo de refrigeración y de medios o bien los hasta siete componentes están constituido de chapa, lámina o banda en frío de acero noble. El acero noble se caracteriza especialmente porque no se producen perjuicios a través del oxígeno y otros componentes agresivos, de manera que se consiguen tiempos de actividad altos de los módulos.

De acuerdo con otra configuración, está previsto que el módulo de refrigeración y de medios esté configurado de manera que está constituido, como anteriormente, por hasta siete componente, de plástico, con preferencia de lámina de plástico. También en esta configuración, hay que resaltar, además de la elasticidad en general ventajosa, que tampoco los medios agresivos en el marco de la técnica de celdas de combustible perjudican este plástico. Además, hay que resaltar la elasticidad.

La dilatación elástica del material se asegura porque la presión en los canales de refrigeración y en los canales de admisión para gas es variable y se puede ajustar de acuerdo con la presión superficial deseada en la unidad de electrodos de membrana. Con ello se entiende la pila interior, que se puede modificar de manera condicionada en la dilatación dentro de la pila exterior.

En la forma de realización de chapa, se pueden emplear chapas de pared fina, es decir, prácticamente laminas, porque de acuerdo con la invención está previsto que las coberturas de electrodos, chapas de obturación y los componentes del canal de refrigeración y de los canales de admisión estén separados por distanciadores. En este caso, el número, la forma y la disposición de los distanciadores están seleccionados de tal manera que la sección transversal de la abertura del canal respectiva permanece garantizada en cada caso sobre toda su extensión.

Tanto el oxígeno como también el hidrógeno deben posibilitar en la zona de la membrana de electrolito y del catalizador que se encuentra encima la reacción química o bien la disociación del hidrógeno y la reacción del oxígeno, lo que es posible y seguro especialmente porque los canales de admisión para gas están configurados de manera que presentan un conducto de admisión parcial y asisten a una zona parcial de distribución de gas y a otra zona de distribución de gas. De esta manera, se asegura que sobre toda la superficie de la membrana de electrolito se pueden alcanzar los ciclos descritos y, en concreto, en gran medida de una manera totalmente uniforme sobre toda la superficie. Esto significa que a partir de los canales de gas los componentes de gas no sólo circulan de salida por un lado y son alimentados sobre los electrodos de la membrana de electrolito, sino que salen distribuidos sobre toda la superficie en varios lugares, de manera que con ello se puede suministrar gas también a zonas de distribución de gas de tamaño uniforme y configuradas de manera uniforme. Se alimentan las secciones individuales de los electrodos a través de las zonas de distribución de gas en cada caso con al menos un paso de gas desde el canal de gas pasando por la cobertura de electrodos hasta el electrodo.

Se consigue una alimentación especialmente uniforme de las zonas de distribución de gas descritas porque en la forma de realización de chapa del módulo de refrigeración y de medios o, en general, la cobertura de electrodos de los canales de gas del medio de refrigeración y de medios presenta pasos de gas dispuestos distribuidos para hidrógeno u oxígeno así como conductos de salida para hidrógeno residual, oxígeno residual y productos de reacción sobre el lado dirigido hacia el ánodo y el cátodo de electrodos. De esta manera, se asegura por primera vez que los gases de proyecto puedan ser conducidos desde los canales de gas a través de los pasos de gas sin mezclas y de una manera uniforme sobre los electrodos, y los productos de reacción, mezclados con el hidrógeno no siempre totalmente aprovechado con sus cantidades residuales, pueden ser descargados de una manera selectiva de tal forma que no se perjudica el gas hidrógeno que afluye a través del canal de gas y a través de la cobertura de electrodos y se puede emplear de nuevo después del tratamiento. Lo mismo se aplica también en el lado del oxígeno, siendo todavía mucho más problemático, de acuerdo con el estado de la técnica, que se produce también, como producto de reacción, agua que entonces debe evacuarse. En la presente solución, para la descarga están previstos canales o bien ranuras separados, a través de los cuales se pueden descargar sin daños estos gases residuales y estos productos de reacción, evitándose en gran medida la mezcla con los gases de proceso, en particular porque los gases de proceso sobre alimentadas sobre uno de los lados de la cobertura de electrodos y los gases de proceso no consumidos y los productos de reacción son evacuados por separado sobre el otro lado de la cobertura de electrodos.

Para asegurar que los productos residuales desde los conductos de salida se pueden eliminar también totalmente o bien pueden salir circulando por sí mismos, está previsto que en los conductos de salida configurados como ranuras continuas, se ajuste la presión menor que en los canales de gas, para que de esta manera se produzca en estos conductos de salida una cierta presión negativa, que se ocupa de que los gases residuales y los productos de reacción circulen con seguridad hacia fuera a través de los conductos de salida.

Como es habitual hasta ahora, existe la posibilidad de realizar la estratificación de la membrana de elastómero y de los electrodos así como del módulo de refrigeración y de medios de forma plana con un ángulo superficial de 180°, es decir, que realizar las capas funcionales individuales de manera que se extienden en cada caso paralelas y fijarlas entre los bastidores de células.

De acuerdo con un desarrollo está previsto que las células individuales estén configuradas y dispuestas estratificadas en abanico, con un ángulo del abanico inferior a 80°, lo que conduce a una elevación de la superficie de reacción activa en el orden de magnitud de hasta 40 % frente a la disposición plana, siendo la longitud extendida en abanico del módulo y de la zona de reacción mayor que la longitud correspondiente de su proyección.

Otra posibilidad para la elevación de la superficie de reacción activa en la pila de acuerdo con la invención es

aquella, en la que las células individuales están configuradas y dispuestas estratificadas apiladas en abanico, entendiéndose con ello, naturalmente, siempre sólo la zona activa, no la del bastidor de células. Las cimas de los abanicos son incrustadas en este caso en las cavidades de los abanicos de la célula siguiente.

5 Otra forma de realización es el abanico paralelo, de manera que las cimas del abanico están sobre las cimas del abanico siguiente.

Además, ya se ha hecho referencia anteriormente a que es posible montar una pila de células de combustible o bien un módulo correspondiente de una manera sencilla y segura, porque los canales de refrigeración y también los canales de gas o los canales de alimentación para gas están fabricados de un material que permite una dilatación elástica. El montaje ventajoso se hace posible ahora porque la pila de células está configurada de manera que está
10 constituida ahora de un paquete exterior de anillos componentes y de anillos de obturación formando el bastidor de células así como la pila interior o bien está constituida de un bastidor de células que sirven como pila exterior así como formando las pilas interiores a partir de la unidad de electrodos de membrana y el módulo de refrigeración y de medios. De esta manera, el paquete formado por las unidades de electrodos de membrana y los módulos de refrigeración y de medios se puede insertar, por decirlo así, en el paquete de anillos de obturación, para conseguir
15 con seguridad entonces a través de la introducción del medio y de los gases la fijación definida de los componentes de la pila interior contra el bastidor de células o bien la pila exterior. Es ventajoso que durante el montaje el paquete interior se pueda insertar y encajar fácilmente con el anillo exterior, para conseguir entonces ya posteriormente la exactitud de ajuste, a través de tensado previo mecánico y/o fuerzas de fijación adicionales o a través de presiones de medios.

20 Es especialmente ventajoso que la longitud de la pila interior presente una medida definida (inframedida, sobremedida) con respecto a la longitud de la pila exterior, para que a través de la colaboración de tensión previa y presión de medios se pueda ajustar una presión superficial lo más uniforme y definida posible en la zona de la unidad de electrodos de membrana. En el caso de altura más pequeña de la pila interior, los componentes no están tensados y están más flojos. Solamente a través de las presiones de medios se realiza la presión superficial
25 necesaria y la adaptación a tolerancias de fabricación y dilataciones condicionadas térmicamente. La tensión previa mecánica se genera a través del sistema de fijación. Las chapas de resorte entre las chapas del canal de refrigeración o los distanciadores elásticos o dispuestos desplazados provocan un efecto de resorte en el eje de la pila.

El llamado bastidor de las células se forma por las unidades de electrodos de membrana, los módulos de refrigeración y de medios y los anillos de obturación correspondientes. Para realizar aquí de una manera
30 especialmente selectiva la alimentación de los espacios funcionales individuales, la invención prevé que la pila de células presenta chapas de canal de refrigeración de la misma longitud y anchura, delimitando las chapas de canal de refrigeración los espacios funcionales individuales con las juntas de obturación dispuestas en medio y presentando el bastidor de células formado por ellos los canales de alimentación necesarios, estando previsto que
35 desde ellos partan canales transversales, pasos de gas, canales de conexión, canales y orificios de distribución así como otras estructuras como conexión de los espacios funcionales. Con ello se puede establecer de una manera sencilla la alimentación de los espacios funcionales, en particular, naturalmente, también porque en las coberturas de electrodos de los canales de gas están previstos los pasos de gas así como también los conductos de salida. Puesto que estos espacios funcionales individuales de las células de los módulos de refrigeración y de medios se cargan desde la misma sección de canal de alimentación con el gas, pero también con el medio de refrigeración, se asegura que las células individuales se puedan cargar también en cada caso de una manera uniforme y se puedan cargar de una manera duradera permanente.

Puesto que los espacios funcionales individuales deben abastecerse de manera diferente con hidrógeno, oxígeno u medio de refrigeración, está previsto de manera complementaria que los canales de abastecimiento asociados al
45 bastidor de células para hidrógeno, oxígeno y el medio de refrigeración así como los canales de evacuación para productos de reacción y gases excesivos estén configurados de manera que se extienden en paralelo y transversalmente y las secciones transversales necesarias estén dimensionadas para la circulación de gas y la formación de la estructura. De esta manera, deben asociarse al bastidor de células al menos seis de tales canales de alimentación de manera que se extienden en paralelo, lo que, sin embargo, es posible sin problemas debido a las
50 dimensiones, aunque debe tenerse en cuenta que una célula individual solamente presenta una anchura o bien un espesor de 2 a 3 mm.

La sollicitación de las paredes de la célula o bien de toda la célula individual a través de diferentes temperaturas en el medio de refrigeración se reduce al mínimo porque la corriente de refrigeración en los canales de refrigeración está conducida en sentido opuesto de una célula individual a otra célula individual y es abastecido por dos sistemas
55 de refrigeración desacoplados. De esta manera se consigue que sobre toda la conducción del medio de refrigeración predominen aproximadamente las mismas cargas o bien temperaturas, porque se introduce precisamente de forma alterna el medio de refrigeración, que presenta la temperatura más baja, en la pila de células y en concreto siempre de forma alterna, de tal modo que se ajusta de forma automática la compensación descrita. En esta disposición, deben preverse al menos ocho de tales canales de alimentación que se extienden en paralelo, respectivamente,

conducto de alimentación y conducto de salida para el lado de oxígeno, el lado de hidrógeno, el circuito de refrigeración 1 y el circuito de refrigeración 2. Con circuitos de refrigeración separados, uno para el lado de oxígeno, uno para el lado de hidrógeno, se conducen de forma separada porciones de gases residuales infundidos y, dado el caso, se preparan y se separan potenciales eléctricos.

- 5 Para posibilitar un tratamiento individual conveniente para cada célula individual, es especialmente ventajoso que cada célula individual presente capas de conducción de la corriente o banderolas de corriente, que son conducidas en cada caso a través de la pared exterior de la pila de células a través de banderolas de corriente hacia el exterior. Las banderolas de corriente de las células individuales pueden estar provistas con conectores o están enchufadas a través de sujeción, soldadura, adhesión, estañado o encolado. A través de los conectores u otros tipos de conexión se puede realizar entonces sin problemas la conexión en serie o también la conexión en paralelo, de manera que es posible la utilización múltiple de un módulo de células de combustible de este tipo o bien de una unidad general.

10 En lugar de configurar los electrodos propiamente dichos, en caso necesario, de forma conductora de electricidad, existe también la posibilidad de proveer la superficie del ánodo y del cátodo de electrodos con capa de guía de la corriente conductora de electricidad. Esto aporta ventajas tanto en la fabricación como también en la reducción de los costes de fabricación.

15 El módulo de medios no se utiliza como conductor de corriente para la conducción de la corriente, pero las dos coberturas de electrodos se utilizan para la derivación de la corriente. A tal fin, es ventajoso que los elementados sean conductores de corriente y sean conductores de electricidad y descansen sobre la cobertura de electrodos con presión superficial uniforme. La cobertura de electrodos es en este caso capa de conducción de la corriente. De esta manera se puede tomar de forma selectiva la corriente resultante y se puede evaluar y, en concreto, en cada caso para cada célula individual.

Otra forma de realización para la conducción de la corriente prevé que la capa de guía de la corriente esté dispuesta en el plano entre el ánodo y el cátodo de electrodos y el módulo de refrigeración y de medios y la corriente se deriva a través de este plano conductor de electricidad. El electrodo es conductor de corriente.

- 25 En el caso de la disposición de la conducción de la corriente sobre el lado del electrodo dirigido hacia la membrana, el electrodo está realizado de manera más conveniente conductor de calor, poroso con relación a la difusión y la convección de gas y química y térmicamente estable.

30 Para poder absorber las altas temperaturas en la pila de células o bien impedir que se dañen, la o las pilas de células están dispuestas en una carcasa de apilamiento ventilable, que dispone de polos de potencia y de interfaces para la alimentación de medios, la aireación y ventilación de la pila así como para la supervisión de la tensión y de la presión. A través de la ventilación de la carcasa de apilamiento se puede mantener una temperatura admisible en la pared exterior de la carcasa de apilamiento. A través de interfaces se alimentan todas las líneas necesarias para el control, regulación y alimentación del módulo.

35 Una conexión conveniente de la pila de células es de acuerdo con la invención una conexión paralela de las pilas parciales y una conexión en serie de las células en una pila parcial o también cualquier otra conexión, por ejemplo conexión paralela de las células.

40 La pila de células está constituida de una manera conveniente por varias pilas parciales, una de cuyas pilas parciales está configurada y conectada como pila de arranque para las otras pilas parciales y está conectada con un intercambiador de calor. El calentamiento de una pila parcial es más sencillo y solamente requiere poca energía externa, por ejemplo una batería. Después de que la pila de arranque ha sido puesta en marcha, a través de esta pila de arranque se pueden llevar entonces las pilas parciales restantes a temperatura de arranque. Además, se puede emplear como sistema redundante de corriente de emergencia.

45 La invención se caracteriza especialmente porque la altura de la pila se puede reducir esencialmente, porque por ejemplo los espacios funcionales individuales son limitados por componentes de pared correspondientemente fina, con preferencia de chapa o láminas de acero noble, siendo posible frente a las construcciones conocidas en adelante una reducción hasta el factor tres. Además, es ventajoso que las células individuales de un paquete de células de este tipo o bien de un módulo de células de combustible presenten varias posibilidades de conexión, habiéndose comprobado que es especialmente ventajoso que la conducción de la corriente para cada célula individual sea conducida en cada caso a través de la pared exterior por medio de banderolas de corriente hacia el exterior. De esta manera, la conexión se puede realizar de forma opcional en serie o en paralelo, de forma individual o en bloques o bien en pilas parciales, a través de conexión de las banderolas de corriente. Además es ventajoso que con ello se da la posibilidad de desconectar o también de conectar adicionalmente por separado cada célula individual, por ejemplo a través de la separación o interrupción de la conexión cuando, por ejemplo, se mantienen reservas de células. En un módulo de células de combustible de este tipo, la superficie de reacción activa se puede elevar de forma selectiva porque las células individuales son realizadas como abanicos apilados o como abanicos paralelos. En la forma de realización de apilamiento plano, el ángulo del abanico es 180°, es decir, que la proyección del abanico o bien de la superficie de reacción activa corresponde aproximadamente al área de la sección

transversal de la pila interior. Si se reduce el ángulo del abanico, por ejemplo a 90°, se incrementa la superficie de reacción activa en un 40 % aproximadamente o bien es un 40 % mayor que su superficie de proyección. Con un volumen comparable de todo el módulo de células de combustible, éste tendría teóricamente una potencia nominal aproximadamente 40 % mayor. Puesto que los espacios de gas y los componentes están desacoplados, se pueden evitar efectos electrolíticos en la célula y en el módulo de células de combustible. También es muy ventajoso que las zonas y los canales de difusión del gas para la alimentación y la evacuación del gas estén desacoplados o bien estén realizados separados, para que se asegure una conducción siempre uniforme del gas y también del medio de refrigeración. El medio de refrigeración está guiado en sentido opuesto sobre dos sistemas de refrigeración desacoplados, para cargar de este modo las células de una manera uniforme. Por último, hay que resaltar que a través de la posibilidad de realizar la pila interior, que debe introducirse en el bastidor de células, a partir de unidades de electrodos de membrana y de módulos de refrigeración y de medios de una manera selectiva, de acuerdo con el tipo de funcionamiento deseado en cada caso, con inframedida o sobremedida, se simplifica esencialmente el montaje. En el caso de que se fabrique con inframedida, a través del efecto hidráulico o neumático de la nueva disposición de componentes, no sólo se compensan de manera ventajosa las tolerancias de fabricación, sino también las posiciones inclinadas a través de dilataciones condicionadas térmicamente de los componentes implicados. En particular, el medio de refrigeración en el módulo de refrigeración y de medios, en virtud de su acción hidráulica o bien neumática, da la posibilidad de corregir la dilatación térmica y de compensar de una manera selectiva y exacta la inframedida previa. Si se fabrica con sobremedida, la tensión previa generada mecánicamente se puede ampliar y ajustar de manera selectiva a través de la acción hidráulica o bien neumática de los gases, de manera que entonces la asociación de los componentes individuales es óptima. De esta manera, se pueden conseguir y realizar mecánicamente presiones de apriete definidas a través de sobremedida fabricada de forma selectiva en la zona de la unidad de electrodos de membrana, como también la adaptación a diferentes estados de funcionamiento. Por último es ventajoso todavía que la derivación de la corriente se pueda realizar sobre las superficies de los electrodos, de manera que éstos se pueden fabricar de manera simplificada, cuando es necesaria una conducción de la corriente. En este caso, los electrodos porosos se recubren con una capa conductora de electricidad, por ejemplo de sustratos a base de carbono o bien de nanomateriales, de manera que se simplifica, en general, la fabricación de los electrodos.

Otros detalles y ventajas del objeto de la invención se deducen a partir de la descripción siguiente del dibujo correspondiente, en el que se representa un ejemplo de realización preferido con los detalles y piezas individuales necesarios para ello. En este caso:

La figura 1 muestra una célula de combustible individual en reproducción simplificada de acuerdo con el estado de la técnica.

La figura 2 muestra un módulo de células de combustible reproducido simplificado de acuerdo con el estado de la técnica con placa bipolar.

Las figuras 3a-3c muestran secciones a través de una célula individual con diferente disposición de la capa conductora de corriente.

La figura 4 muestra una reproducción simplificada de una célula individual en estratificación plana.

La figura 5 muestra un esbozo de principio de una célula individual en configuración plana con módulos de refrigeración y de medios que están constituidos de plástico.

Las figuras 6, 6a muestran un módulo de células de combustible en reproducción simplificada en forma de un abanico apilado.

La figura 7 muestra células individuales configuradas planas en chapa, banda en frío o realización de acero noble en láminas.

Las figuras 7a, 7b muestra una reproducción ampliada y una disposición ampliada en abanico de la configuración según la figura 7.

La figura 8 muestra un fragmento de la figura 7 en reproducción ampliada de las zonas de reacción para hidrogeno y oxígeno.

Las figuras 9, 9a muestran una forma de realización del módulo de células de combustible en forma de un abanico paralelo.

Las figuras 10, 10a, 10b muestran el módulo de células de combustible con conectores dispuestos en el lado de la red exterior en diferentes reproducciones.

La figura 11 muestra una sección simplificada con conexiones en los espacios funcionales.

Las figuras 12, 12a, 12b muestran otra sección simplificada con conexión en los espacios funcionales, aquí para

hidrógeno.

Las figuras 13, 13a, 13b muestran una sección simplificada a través de un módulo de células de combustible con conexión paralela de las células, circuito de refrigeración y que muestra varias pilas parciales.

Las figuras 14, 14a, 14b muestran una sección simplificada sobre la junta de obturación del canal de refrigeración.

- 5 Las figuras 15, 15a, 15b muestran una representación simplificada de la cobertura de electrodos de una unidad de electrodos de membrana.

Las figuras 16 – 16e muestran diferentes vistas del módulo de células de combustible.

Las figuras 17 – 17c muestran reproducciones simplificadas con relación al medio de refrigeración, conducción de oxígeno y conducción de agua.

- 10 La figura 18 muestra variantes de conexiones de banderolas de corriente y

La figura 19 muestra un módulo de células de combustible con alimentación de aire de refrigeración.

- 15 La figura 1 reproduce de forma simplificada una célula individual 207 de un módulo de células de combustible 212 de acuerdo con el estado de la técnica. La membrana de electrolito 202 presenta el catalizador de ánodos 203 y el catalizador de cátodos 204 así como el ánodo 205 y el cátodo 206 reproducidos ampliados, es decir, por lo tanto, los electrodos. El cátodo 206 y el ánodo 205 son delimitados por medio de placas bipolares 208', 208'', que presentan canales sobre el lado del ánodo 209 de distribución del gas y sobre el lado del cátodo 211 de distribución del gas y en cada caso frente a las placas extremas 213 y 214, respectivamente. La pila de células indicada solamente aquí está designada con 201.

- 20 La representación según la figura 1 y también según la figura 2 se refiere al estado de la técnica, Se muestra la alimentación de oxígeno (O₂) y de hidrógeno (H₂), Con R1 y R2 se identifican las zonas de reacción para el hidrógeno y el oxígeno, respectivamente. Para la derivación de la corriente sirven las tomas de corriente 215 y 216, respectivamente, que están conectadas entre sí a través de los conductores de corriente 218, 218' y los consumidores 219. El hidrógeno (H₂) circula a través de la distribución del gas en el lado del ánodo 209 de distribución del gas hacia el ánodo 205 y se difunde a través de éste hasta la zona de reacción R1. El catalizador del ánodo 203 provoca la distribución (oxidación de H₂) del hidrógeno en protones y electrones. Los protones son transportados a través de la membrana de electrolito 202 y en concreto desde la zona de reacción R1 hacia la zona de reacción R2. Los electrones son conducidos por medio del ánodo 205 a través de la placa bipolar 208' hasta la toma de corriente 215. Desde la toma de corriente 215 se conducen los electros a través del conductor de corriente 218 y el consumidor 219 hasta la toma de corriente 216. El oxígeno (O₂) circula a través del lado de cátodo 211 de distribución del gas hacia el cátodo 206 y se difunde a través del cátodo 206 hasta la zona de reacción R2. El catalizador de cátodos 204 provoca la reducción de oxígeno en agua bajo la implicación de los protones desde la zona de reacción R1 y los electrones que afluyen a través del conductor de corriente 218'. En las zonas de reacción aparece calor de proceso 220, que debe ser disipado. En general, este calor de proceso 220 es transmitido a través de los electrodos y las placas bipolares 208', 208'' a un medio de refrigeración que circula – en canales de refrigeración correspondientes-. Sobre el lado del ánodo 209 de distribución del gas 209 y el lado del cátodo 211 de distribución del gas aparecen productos de reacción y gases residuales no consumidos en 221, 222 desde los electrodos 205, 206, con preferencia por convección.

- 40 La figura 2 muestra una forma de realización de un módulo de células de combustible 212, que está constituido por una pila de células 201 con una pluralidad de células individuales 207, 207i+1, 207i+2, en el que sobre los dos lados de la unidad de electrodos de membrana 210 de una célula individual 207 está dispuesta en cada caso una placa bipolar 208. La pila de célula 201 se cubre sobre cada lado por medio de placas extremas, que se designan con 213 y 214. Aquí se representa una barrera al gas en una de las placas bipolares 208. El lado positivo de las placas bipolares está identificado con 226, el lado negativo está identificado con 227, mientras que los canales de refrigeración presentan el signo de referencia 228. 229 es una célula de refrigeración, mientras que el conducto de alimentación de medio para el medio de refrigeración presenta el signo de referencia 230, para el oxígeno 231 y para el hidrógeno 232. La derivación del medio de refrigeración está designada con 233. Con 234 se designa la derivación del lado del oxígeno, con oxígeno no consumido y los productos de reacción 221, en particular agua y vapor de agua. Con 235 se designa un conducto de derivación en el lado del hidrógeno, con hidrógeno no consumido y productos de reacción 222. Con 238 se identifica la conducción de la corriente bipolar, mientras que el signo de referencia 210 identifica la MEA, es decir, por lo tanto, la unidad de electrodos de membrana. Con 217 se designa el anclaje de fijación. Con 225 se identifica la barrera al gas en la placa bipolar 208. Debe impedir la difusión no deseada de los gases (H₂, O₂) a través de las placas polares y, por lo tanto, reacciones incontroladas, impidiendo la conducción de corriente y reduciendo la conductividad térmica.

- 55 La figura 3 muestra la forma de realización de un módulo de células de combustible 12, que está constituido por células individuales 7, 7i+1, 7i+2, todas las cuales no requieren placas bipolares o bien en las que no está prevista

ya en absoluto tal forma de realización. En este módulo de células de combustibles 12, las placas extremas están designadas con 13, 14 y las tomas de corriente están designadas con 15 y 16. Para cada célula individual 7 está prevista una unidad de electrodos de membrana 10, cada una de las cuales está designada con un ánodo de electrodo 5 y un cátodo de electrodo 6. A cada electrodo 5, 6 está asociado un catalizador 3, 4.

5 Se puede reconocer que aquí entre dos ánodos de electrodos 5', 5'' para el hidrógeno está dispuesto un módulo de medios de refrigeración 40' o bien entre dos cátodos de electrodos 6, 6' para el oxígeno está dispuesto un módulo de refrigeración y de medios 40. A modo de ejemplo se muestra que en cada caso sobre el lado del oxígeno de las células 7 y 7i+1 está dispuesto el módulo de refrigeración y de medios 40 y ha sido diseñado para esta posición y que en cada caso sobre el lado del oxígeno de las células 7i+1 y 7i+2 está dispuesto el módulo de refrigeración y de
10 medios 40' y ha sido diseñado para esta posición.

Los dos polos-(+) de las células 7 y 7i+1 vecinas se encuentran ambos sobre el lado del módulo de refrigeración y de medios 40. Ambos polos presentan el mismo potencial eléctrico, por lo que entre los dos no fluye ninguna corriente. En el caso de que deba realizarse una difusión de gas desde los canales de distribución de gas a través de la estructura del módulo de refrigeración y de medios 40 hasta el canal de refrigeración 42, entonces esto
15 solamente se refiere a un gas. De este modo se excluye la formación de zonas que aparecen de manera descontrolada con propiedades de electrolisis. Puesto que solamente se difunde un gas en el espacio funcional, se excluye también una reacción espontánea de gases.

En el mismo sentido, esto se refiere también al lado del hidrógeno para el módulo de refrigeración y de medios 40' entre las células 7i+1 y 7i+2, cuyos polos(-) están colocados enfrentados con el módulo de refrigeración y de medios
20 40' dispuesto en medio.

Con el signo de referencia 46 se designa la conexión de los polos (-) y con 46' se designa la conexión de los polos (+) de las células 7, 7i+1, 7i+2. Esta conexión prevé en la figura 3 a modo de ejemplo una conexión paralela de las células entre sí. A través de simple cambio de polaridad, se pueden conectar los polos de las células individuales también en serie.

25 El ánodo de electrodo 5 no es conductor de electricidad y presenta a modo de ejemplo una superficie 36 en el lado de la membrana, realizada como capa conductora de corriente. En cambio, el cátodo de electrodo 6 es conductor de electricidad y presenta a modo de ejemplo una superficie 36' en el lado del módulo, realizada como capa conductora de corriente. El módulo de refrigeración y de medios 40 está provisto con canales de distribución de gas 41 y con canales de refrigeración 42, no siendo utilizado el módulo de refrigeración y de medios 40 como conductor de
30 corriente, sino que solamente sirve para la preparación de espacios funcionales secundarios, los canales de distribución del gas 41 y los canales de refrigeración 42 y para la formación de las pilas, es decir, para la formación de la estructura geométrica de la pila. En lugar del concepto de espacios funcionales, es concebible también la utilización del concepto de zonas funcionales, porque las zonas funcionales se encuentran entre las unidades individuales de membranas y de electrodos 10 y 10', que conducen desde el bastidor de las células 50 hacia el
35 bastidor de las células opuesto.

Además, en la figura 3 se puede reconocer que para la alimentación de la corriente se llevan a cabo dos formas de realización diferentes, estando dispuesta la capa de conducción de la corriente 36 en el plano de la zona de reacción R1 y del catalizador 3, siendo tomada la corriente allí donde se produce. El electrodo 5 no tiene que ser conductor de corriente, sino que solamente sirve todavía para la difusión del gas, la disipación del calor y la derivación de los
40 productos de reacción, por ejemplo por convección. Además, se puede reconocer que la capa de conducción de la corriente 36' está dispuesta en el plano de la zona de reacción R2 y del catalizador 4, siendo tomada la corriente de la misma manera allí donde se produce. El electrodo 6 debe ser conductor de corriente, además sirve todavía para la difusión del gas, la disipación del calor y la derivación de productos de reacción, con preferencia a través de convección. Las capas conductoras de la corriente pueden ser generadas a través de recubrimiento de la superficie
45 respectiva, por ejemplo a través de recubrimiento con nano-materiales o sustratos portadores de carbono.

La forma de realización mostrada en la figura 3 del módulo de refrigeración y de medios 40 presenta canales de distribución de gas 42 en su superficie, que sirven para la alimentación de los gases de procesos y para la derivación de gases residuales de proceso y de los productos de reacción resultantes. Los módulos de refrigeración y de medios 40 configurados de esta manera son fabricados con preferencia de plástico, siendo conectados dos
50 semi-módulos entre sí por medio de encolado o soldadura.

La figura 3a muestra una forma de realización especialmente ventajosa del módulo de refrigeración y de medios 40, 40'. Se muestra un módulo de refrigeración y de medios 40 sobre el lado del hidrógeno con dos coberturas de electrodos 72 y dos chapas de canales de refrigeración 90 así como distanciadores 79 y, además, un módulo de medios 40' sobre el lado del oxígeno con dos coberturas de electrodos 72' y dos chapas de canales de refrigeración 91 así como distanciadores 79 de una sola pieza y a modo de ejemplo con un distanciador 79' de dos piezas. Entre
55 ambos módulos de refrigeración y de medios 40, 40' está dispuesta una unidad de electrodos de membrana 10. Otra unidad de electrodos de membrana designada con 10' está dispuesta debajo del módulo de refrigeración y de

medios 40 y muestra que esta unidad de electrodos de membrana 10' está dirigida hacia el módulo de refrigeración y de medios 40 de la misma manera con su lado de hidrógeno. De manera conveniente, la estructura de pilas no indicada aquí en detalle se realiza en el lado del oxígeno.

5 Con 155 se designa la deformación elástica de las chapas del canal de refrigeración en la dirección de la pila, favorecida por la disposición 153 desplazada de los distanciadores 79 y con 155 se muestra. En principio, la deformación elástica de los distanciadores 79 en el eje indicado de la pila 166, estando previstos los distanciadores 79 a modo de ejemplo y en concreto están dispuestos de forma desplazada. A través de la flexión elástica de los componentes, la estructura apilada puede "respirar" y ceder, cuando lo requieren las modificaciones de la longitud condicionadas por la temperatura o dimensiones diferentes de los componentes en virtud de tolerancias de fabricación. En particular, a partir de esta estructura resulta un comportamiento elástico ventajoso de la pila interior 109 tanto durante el montaje, porque se pueden compensar fácilmente las tolerancias de fabricación de los componentes implicados en la formación de la pila y de la misma manera dilataciones térmicas durante el funcionamiento de la pila. Además, a través del diseño correspondiente de las dimensiones de los distanciadores en el eje de la pila se puede conseguir una tensión previa mecánica selectiva de la pila total en el eje de la pila 111, puesto que una pila con esta estructura actúa de una manera similar a un muelle de compresión sobre fuerzas exteriores e interiores que actúan axialmente.

20 A partir de la figura 3a se muestra a este respecto para completar que la MEA 10 dispuesta en el centro, es decir, la unidad de electrodos de membrana está engastada a ambos lados, respectivamente, por un módulo de refrigeración y de medios 40, 40'. Con 42 o bien 43, 44 se identifican el canal de refrigeración o bien los canales de gas, respectivamente, estando indicada aquí también todavía la dirección de flujo del oxígeno 96, 96' y del hidrógeno 95, 95' y la dirección de flujo opuesta del medio de refrigeración 86 del primer circuito de refrigeración y del medio de refrigeración 86' de segundo circuito de refrigeración. Con 72, 72' se designa la cobertura de electrodos y en concreto sobre los dos lados de la unidad de electrodos de membrana 10. Con 105, 105' se ilustran por medio de signos de referencia correspondientes el plano conductor de corriente en la cobertura de electrodos en el lado del ánodo y en el lado del cátodo.

30 De acuerdo con la representación en la figura 3b, se reproduce el plano 106, 106' conductor de corriente entre los electrodos 5, 6 y la cobertura de electrodos 72 en el lado del ánodo y en el lado del cátodo, mientras que de acuerdo con la figura 3c se indica este plano conductor de corriente 107, 107' en la zona de la membrana 2 entre el catalizador 3, 4 y el electrodo 5, 6. En 36 y 36' se muestran las superficies de electrodos conductoras de corriente, por ejemplo de nanomaterial.

35 Para completar se muestra en la figura 3d, que es un fragmento representado ampliado de la figura 3a, a modo de ejemplo para el lado de hidrógeno, cómo entra el hidrógeno H₂ a través de los pasos de gas 73 en el electrodo 5 y cómo salen a través de las ranuras de derivación del gas 74 productos de reacción y gases residuales no consumidos, en este caso hidrógeno residual, desde el electrodo 5 y se conducen a través de la derivación sobre el lado de hidrógeno 35 desde la pila. En este caso se muestra claramente la conducción separada de medios, siendo alimentado gas de proceso desde un canal 43 previsto solamente a tal fin sobre uno de los lados de la cobertura de electrodos 72 y sobre el otro lado de la cobertura de electrodos 72 los gases residuales y los productos de reacción. De manera conveniente, esto se aplica también para el lado del oxígeno.

40 La figura 4 muestra una célula de combustible o bien una pila de células 1, en la que las células individuales 7 están colocadas superpuestas y están dispuestas, engastadas por el bastidor de células 50, en estratificación plana. Con 40, 40' se designan los módulos de refrigeración y de medios en forma de realización compacta, con 10 se designa la unidad de electrodos de membrana. 53 es una ventana de bastidor, en la que otras células individuales de este tipo se pueden asociar a este paquete. Con 54 se identifica el ángulo de abanico, aquí 180°, de manera que la superficie de reacción activa es igual a la superficie de la ventana del bastidor.

45 En la figura 2, entre dos unidades de electrodos de membrana 10, 10' está dispuesto un módulo de refrigeración y de medios 40. Este módulo de refrigeración y de medios 40 está constituido por dos componentes 60, 60' conectados entre sí, aquí de plástico, en los que están previstos tanto un canal de refrigeración 63 como también un canal de admisión 65 para gas producto. Con el signo de referencia 64 se indica que el canal de refrigeración 63 o bien todo el módulo de refrigeración y de medios 40 está configurado elásticamente o bien permite una dilatación elástica, cuando predomina presión de gas correspondiente en el canal de refrigeración 63 o bien se ha ajustado de una manera correspondiente. A través de esta presión del medio de refrigeración 64 se deforma el módulo de refrigeración y de medios 40 deformable elásticamente o bien los componentes 60, 60' conectados de manera correspondiente, de tal modo que en la zona de la unidad de electrodos de membrana 10 se puede alcanzar una zona ventajosa de distribución de gas 67 o bien una zona parcial de distribución de gas 68. Se muestra que a través de los canales transversales 66, 66' del canal de alimentación 65 se puede llevar el gas de una manera uniforme a la zona de la unidad de electrodos de membrana 10. Con 69 se indica la presión del gas de proceso, a través de la cual se puede alcanzar la deformación elástica, exactamente como a través del canal de refrigeración 63 y la presión del medio de refrigeración 64 que predomina allí. De esta manera se consigue que las tolerancias de fabricación de los elementos funcionales apilados así como las dilataciones térmicas se puedan compensar a través de la

dilatación elástica, de manera que sobre la unidad de electrodos de membrana 10, 10' actúa una presión superficial óptima. De manera aproximada, la presión superficial es la diferencia de la presión $pF = pKM - pPG$ con $pKM > pPG$. La presión superficial (diferencia de presión) se puede adaptar a través de la modificación de la presión del medio de refrigeración 64 (pKM) o bien de la presión del gas de proceso 69 (pPG) de acuerdo con el punto de funcionamiento de la célula de combustible. La presión superficial resultante resulta a partir de las fuerzas que actúan a través de los medios y a partir de aquellas fuerzas en el eje de la pila, que son aplicadas a través de tensión previa mecánica de la pila. La admisión o bien la salida parcial 66 o bien los canales transversales 66 correspondientes en la zona parcial de distribución del gas 68 provocan que la circulación de los medios en la zona de distribución de gas 68 se pueda configurar de una manera óptima.

Las figuras 6 y 6a muestran una pila de células 1 con módulo de refrigeración y de medios 40 en disposición de abanicos apilados, que está constituida con preferencia por dos componentes de plástico, que están encolados o soldados entre sí y canales de distribución de gas 41, canales de refrigeración 4. Este abanico apilado, con cimas de abanicos 58 dobladas una dentro de las otras, está designado con 56 y en particular se puede deducir a partir de la figura 6a, donde se muestra claramente que se ha alcanzado un ángulo de abanico de aproximadamente 90°. El módulo de refrigeración y de medios 40 no se utiliza aquí tampoco como conductor de corriente, solamente su superficie, que está equipada con una capa 45 conductora de corriente correspondiente. A través de las banderolas 130 y el conector 80 – mostrado aquí a modo de ejemplo - se deriva la corriente. El módulo de refrigeración y de medios 40 sirve solamente para la preparación de los espacios funcionales secundarios o bien los planos funcionales 41 (es decir, 43 y 44) y 42, como soporte para capas conductoras de corriente (45) y para la formación de pilas, es decir, una forma de realización, en general, también estable. Los canales de refrigeración 42 y los canales de distribución de gas 41 o bien los canales de gas 43, 44 se pueden disponer también girados alrededor de 90°, es decir, no sólo en el plano del abanico – como se muestra -. En la figura 6 se conducen los gases de proceso a modo de ejemplo en el eje del abanico.

La figura 7 muestra una pila de células 1 en forma de realización plana, es decir, que el ángulo de abanico 'a' tiene 180°. Los módulos de refrigeración y de medios 40, 40' están configurados de varias partes, es decir, que están constituidos en cada caso por 2 coberturas de electrodos 72, 72', y 2 componentes 90, 90' para la configuración de canales de refrigeración 42, 42' las chapas de canal de refrigeración así como varios distanciadores 79. Con 10 se designa la unidad de electrodos de membrana, que está engastada sobre ambos lados por un módulo de refrigeración y de medios 40, 40'. Las paredes o las placas, que forman los canales de refrigeración 42, 42' individuales, están constituidas de chapas, estando apoyadas estas chapas unas contra las otras por medio de distanciadores 79. Un módulo de refrigeración y de medios 40, 40' está constituido, por ejemplo, por cuatro chapas o también láminas de metal, donde están presentes en el lado exterior las coberturas de electrodos 72 y en el lado interior las chapas de canal de refrigeración 90. Estos distanciadores 79 están dispuestos tanto sobre el lado del canal de refrigeración 78 como también sobre el lado del oxígeno y el hidrógeno. La presión del medio de refrigeración que predomina en el canal de refrigeración 42, 42' se identifica también aquí con 64. Los distanciadores 79 se pueden fabricar con inframedida y entonces toda la presión superficial, que debe actuar para la consecución de buenos rendimientos en la zona de la unidad de electrodos de membrana 10, es generada a través de las presiones de los medios. Es ventajoso que sobre la unidad de electrodos de membrana 10 se presione de una manera uniforme, también en el caso de medidas irregulares de los componentes o de dilataciones térmicas irregulares en el funcionamiento del módulo de células de combustible 12. Los distanciadores 79 se pueden fabricar con sobremedida; entonces se genera una tensión previa definida durante el montaje de la pila. Los distanciadores 79 se pueden disponer y formar también de una manera selectiva, de tal forma que hacia un grado determinado el distanciador 79 puede reaccionar y ceder elásticamente a medidas irregulares de componentes o a dilataciones térmicas irregulares, por ejemplo a través de desplazamiento de los distanciadores 79. A través de la flexión elástica de los componentes individuales, la estructura apilada puede "respirar" y ceder, cuando lo requieren las modificaciones de la longitud condicionadas térmicamente y medidas diferentes de los componentes en virtud de tolerancias de fabricación.

La figura 7a muestra un módulo de células de combustible 12 con un ángulo de abanico 54 de 80°; estructura de componente plana, con módulo de refrigeración y de medios 40. En esta forma de realización, la proyección de la superficie de reacción activa corresponde aproximadamente a su magnitud de la proyección sobre la ventana de bastidor 53; es aproximadamente igual a la sección transversal de la pila interior 109. La pila de células 1 se cierra, respectivamente, con una semi-unidad de módulo de refrigeración y de medios 40" y se cubre en cada caso con una placa extrema 13, 14.

La figura 7b muestra el fragmento de una pila de células 1 con un ángulo de abanico 47, inferior a 180°, en este caso aproximadamente 90°. En esta forma de realización, la superficie de reacción activa es mayor que su proyección sobre la ventana de bastidor 53; es mayor que la sección transversal de la pila interior 109. Las células individuales 7 de este abanico, están apiladas con cimas de abanico 58 plegadas unas dentro de las otras, con las unidades de electrodos de membrana 10 y los módulos de refrigeración y de medios 40. De manera similar a la figura 6, los gases de proceso pueden ser conducidos en el eje de abanico. La construcción ofrece la posibilidad de conducir los gases de proceso también transversalmente al eje del abanico.

La figura 8 es un fragmento de la figura 7 reproducido ampliado, para ilustrar dónde están configuradas en la unidad de electrodos de membrana 10 las zonas de reacción R1 y R2 para hidrógeno y oxígeno. Aquí está posicionada también la membrana de electrolito 2 y a ambos lados esta unidad de electrodos de membrana 10 está delimitada por coberturas de electrodos 72, 72' del conducto de alimentación de oxígeno 70 o bien de hidrógeno 71. En las coberturas de electrodos 72, 72' están previstos unos pasos de gas 73 y unas ranuras de derivación del gas 74. A través de los pasos de gas 73 circula el gas de proceso respectivo hasta la zona de la unidad de electrodos de membrana 10, para separarse entonces con respecto a los gases residuales designados con 74' y los productos de reacción a través de la derivación del gas 74 desde la zona funcional. Esto se aplica en el mismo sentido para el lado del oxígeno y el lado del hidrógeno, también a continuación. Se muestra claramente que también en cada caso solamente una corriente parcial 75 del hidrógeno llega a la zona de la unidad de electrodos de membrana 10, mientras que otras corrientes parciales son conducidas a través de los otros pasos de gas 73 hasta la unidad de electrodos de membrana 10. Aquí se muestra claramente que delante y detrás de las coberturas de electrodos 72, 72' se realizan circulaciones de gas claramente separadas con la construcción. A través de los conductos de admisión o bien los canales de gas 70, 71 respectivos circula el gas de proceso sin mezclarse hacia desde allí en adelante a través de los pasos de gas 73 hacia los electrodos 5, 6. En los electrodos 5, 6 el gas se difunde hasta la zona de reacción R1, R2 respectiva. Desde allí el gas residual no consumido y los productos de reacción, por ejemplo agua o vapor de agua, circulan hasta las derivaciones o bien las ranuras de derivación de gas 74, 74', con preferencia por convección. La presión en las ranuras de derivación de gas 74, 74' es menor que en los electrodos porosos 5, 6, con lo que se favorece la derivación de gases y de productos de reacción. Además, se muestra el desacoplamiento de l calor de proceso 20 desde las zonas de reacción R1, R2 a través de los electrodos 5, 6 y los canales de gas 43, 44 hasta el medio de refrigeración 82 y los canales de refrigeración 63, 63'. En este caso, los gases de proceso, que afluyen a los canales de gas 70 (O₂) y 72 (H₂), se calientan, puesto que con gases de proceso "fríos" no se pueden conseguir buenos rendimientos de las células. También se muestra la circulación opuesta 86, 86' en los canales de refrigeración 63, 63', lo que significa que aquí se puede conseguir con seguridad un perfil uniforme de la temperatura sobre la sección transversal de las células. Los componentes individuales del módulo de refrigeración y de medios 90, 90', 72, 72', 79 se fabrican con preferencia de chapa de acero noble. Las construcciones utilizando componentes de plástico de pared fina correspondiente son acordes con la invención.

La figura 9 muestra una forma de realización de una pila de células 1, en particular del módulo de refrigeración y de medios 40, en la que se realiza una construcción de dos piezas de plástico 60, 60', que da como resultado un abanico paralelo 57 con un ángulo del abanico 47 de < 180°. Aquí se puede reconocer también el engaste lateral de la unidad de electrodos de membrana 10 a través del bastidor de células 50 que se explicará todavía más adelante. En esta representación, el módulo de refrigeración y de medios 40 está constituido por dos piezas de plástico elástico, que han sido encoladas o soldadas entre sí en el plano de unión 60". Se muestra la configuración y la posición de la conducción de los medios con un canal de gas 43 para hidrógeno, un canal de gas 65 para oxígeno, canales transversales 66, 66' para la transmisión de gases de proceso desde los canales de gas 65 hasta las unidades de electrodos de membrana 10, el canal de refrigeración 63", aquí mostrado a modo de ejemplo con un casquillo de tipo tubular integrado adicionalmente y la línea de corriente aquí a modo de ejemplo con conectores. Los gases de proceso se conducen en el eje del abanico.

La figura 9a ilustra la estructura de principio de un abanico paralelo 57, en la que aquí las unidades individuales de electrodos de membrana 10, 10' están guiadas en cada caso de tal manera que resulta el abanico paralelo descrito, estando las cimas de los abanicos 58 superpuestas.

De acuerdo con la figura 10, el módulo de células de combustible 12 está constituido por una pluralidad de células individuales 7, que están formadas en una pila de células 1. En esta pila de células 1, las conducciones de la corriente 45, 36 no reconocibles ya aquí, pero mostrada en las figuras 3 y 5, están guiadas más allá de la pared exterior 48, para poder colocar allí conectores 80, a través de los cuales es posible una conexión en forma deseada. La figura 10 muestra una vista en perspectiva simplificada de un módulo de células de combustible 12, estando mostrada aquí a modo de ejemplo la conexión paralela de células o bien de pilas de células con banderolas de corriente o bien conectores sobresalientes.

La figura 10a muestra una vista simplificada con las banderolas de corriente 130, 131 sobresalientes, que forman parte de las coberturas de electrodos y entre éstas se indica el plano 81, en el que se encuentra la unidad de electrodos de membrana de la célula respectiva.

La figura 10 muestra de nuevo una sección simplificada a través de una carcasa total de pilas 100, en la que no se pueden reconocer aquí los polos de potencia 115. Se muestran las diferentes interfaces para polos de medios, polos de potencia y el control y regulación. Se indica la ventilación de la carcasa de pilas 100. El módulo de células de combustible 1 se puede calentar en la pared exterior 108 hasta una temperatura de 200°C. La carcasa de pilas 100 ventilada tiene en su pared exterior 108 una temperatura ambiente, provocada a través de la ventilación, estando identificadas la admisión de aire 101 y la salida de aire 102. Los polos de potencia en la carcasa de pilas 100 están designados con 103, la interfaz de control y regulación con 104, la interfaz de medios con 104' y la pared exterior como ya e ha designado con 108. A través de la interfaz 104 e conducen todas las líneas y elementos de conexión eléctricos, hidráulicos y neumáticos que son necesarios para el control y regulación del módulo de células de

combustible. A través de la interfaz 104' se conducen todas las líneas y elementos de conexión que son necesarios para el funcionamiento del módulo de células de combustible, en particular conductos de admisión para gases de proceso y medios de refrigeración y conductos de salida para gases de proceso y productos de reacción no consumidos.

- 5 Las figuras 11, 11a y también las figuras 12 y 12a muestran secciones simplificadas a través de una pila de células. Con 40, 40' se designa el módulo de refrigeración y de medios en forma de realización compacta, pudiendo reconocer aquí que los espacios funcionales individuales o bien los planos funcionales del módulo de refrigeración y de medios 40, 41 son alimentados a través de canales de suministro 92 con el medio respectivo.

- 10 En la figura 11, el medio de refrigeración 82 se conduce a través del canal de suministro 92, que se forma a través de taladros, que están configurados tanto en las juntas de obturación 83, 84, 85 como también en las chapas 90, 91 dispuestas en medio. Este canal de alimentación 92 presenta en los "planos de trabajo" correspondientes unos canales transversales 93, a través de los cuales se conduce el medio de refrigeración 82 o según la figura 12 también el hidrógeno 95 o también oxígeno al plano respectivo o bien al canal de refrigeración 42 o bien al interior del canal de distribución de gas 41. Las juntas de obturación 83, 84, 85 mostradas y las secciones correspondientes de las chapas 90, 91 dan como resultado el bastidor de células 50 ya mencionado más arriba, que presenta varios, con preferencia al menos seis de los canales de alimentación 92 descritos, para alimentar y descargar de nuevo, por una parte, el hidrógeno, el oxígeno y, por otra parte, el medio de refrigeración.

- 20 La figura 11a muestra el canal de alimentación 92 y el canal transversal 93 que se deriva del mismo, que está configurado aquí en la junta de obturación 83. Se entiende que los taladros correspondientes hacia las juntas de obturación 83, 84, 85 y también 83' están configurados coincidentes y naturalmente también en las chapas 90, 91. Con 99 (figura 11) se designa la superficie de reacción proyectada, que tiene un tamaño de 150 x 150 mm, por ejemplo.

- 25 Las figuras 12, 12a y 12b ilustran el flujo de entrada de hidrógeno 95. Se muestra el flujo de entrada de hidrógeno 95 desde el canal 92 a través de canales transversales 93 y el canal de gas hacia la zona de reacción. A tal fin, están previstos los pasos de gas 73 y las ranuras de derivación de gas 74. Con 79, 79' se designan los distanciadores, que mantienen las chapas 91, 90 individuales separadas unas de las otras. Las ondas, que están designadas con 94, muestran la estructura de elasticidad, que se consigue a través de las chapas 91, 90 y los distanciadores 79. Se puede utilizar una chapa estructurada, cuya estructura incrementa todavía la elasticidad axial de la pila, por ejemplo en forma de ranuras.

- 30 La figura 12a muestra de nuevo una sección a través de una junta de obturación de canal de gas 83' con el canal de alimentación 92, la conexión del canal de alimentación 87", el canal transversal 93 y la flecha para el hidrógeno 95.

En una ampliación se ilustra en la figura 12b cómo se pueden configurar los diferentes distanciadores 79 o bien también 79'. Son concebibles diferentes conceptos de distanciadores, por ejemplo distanciadores rígidos, flexibles, reproducidos en la cobertura de electrodos como tacos o ranuras impresas.

- 35 En una ampliación se ilustra en la figura 12b cómo pueden estar configurados los diferentes distanciadores 79 o bien también 79'. Son concebibles diferentes conceptos de distanciadores, por ejemplo distanciadores 79, 79' rígidos, flexibles, reproducidos en la cobertura de electrodos como tacos o ranuras impresas. El signo de referencia 87 en la figura 11a se emplea allí para ilustrar que por medio de juntas de obturación o chapas correspondientes es concebible una distribución muy fina de los medios a través de otros canales de comunicación.

- 40 Las figuras 12 b-e muestran diferentes variantes sobre cómo se puede generar de manera definida la elasticidad en la pila interior, hasta la tensión previa, actuando la pila interior como un muelle de compresión.

La figura 12f muestra una sección a través de la ranura de compensación y distribución 156, que es necesaria cuando los distanciadores 79 están conformados como arcos longitudinales. Entre las zonas individuales de los canales se puede mover entonces el gas libremente.

- 45 La figura 12g muestra una estructura KMM con coberturas de electrodos de chapa de panal de abejas 165. También aquí son necesarias ranuras de compensación y de distribución 156. Con 160 se designa la chapa de canal de refrigeración, con 161 una chapa de apoyo, con 162 el orificio de compensación de la presión y con 163 la línea de flexión de la chapa de apoyo.

- 50 La figura 12h muestra la cobertura de electrodos 165 desde el lado del canal de gas y cómo circula el gas a través de los pasos de gas hasta el electrodo. La cobertura de electrodos 165 penetra a través de la presión en el eje de la pila en el electrodo 5, 6 y deja libre en el "suelo del seno" un canal, que es necesario para la circulación de salida de los gases residuales y de los productos de reacción (ver también las ranuras de derivación del gas).

La figura 12i muestra la cobertura de electrodos 165 desde el lado de los electrodos. Se puede ver el gas que circula

fuera de los pasos de gas y el gas residual que circula de retorno y los productos de reacción.

La figura 13 reproduce una sección simplificada a través de un módulo de células de combustible 1. Se muestra la pila de células 12 con las placas extremas 13, 14, donde se muestra a modo de ejemplo la conexión paralela de las células 112. En la pila interior 109 no se pueden montar en cualquier caso, en virtud de las tolerancias de fabricación de los componentes implicados, en particular de la unidad de electrodos de membrana 10 y de las diferentes dilataciones térmicas, en el eje de la pila o bien en la orientación de la pila 111 ideal deseado. Con 110 se designa la pila exterior. Como consecuencia de los problemas mencionados se intenta con frecuencia recuperar el desplazamiento producido a través de tensión mecánica. Las consecuencias son aplastamientos de los cantos, fugas, difusión de gas y reacciones secundarias no controlables de los gases de proceso, lo que no es el caso a través de la configuración de acuerdo con la invención del módulo de células de combustible 1. Con 112 se designa la conexión paralela de las células, con 115 se designan los polos de potencia.

La figura 13a muestra que debe trabajarse con dos circuitos de refrigeración 116, 117, respectivamente, para el lado del oxígeno y para el lado del hidrógeno. En cada módulo de refrigeración y de medios 40 siguiente se cambia la dirección de la circulación en el canal de refrigeración. Los circuitos de refrigeración 116, 117 propiamente dichos son conducidos con preferencia sobre un intercambiador de calor 120, antes de que sean introducidos a través del depósito de reserva 128 y la preparación así como el compresor 118 en el circuito. A la inversa, el medio de refrigeración es conducido a través del intercambiador de calor 120 a un depósito de reserva 123 y al compresor 119 en el otro circuito, siendo disipado el calor perdido 121 fuera del intercambiador de calor 120. En el intercambiador de calor 120 se utiliza de forma selectiva el calor de proceso, que ha sido desacoplado desde la célula de combustible o bien desde el módulo de células de combustible 1 y que ha sido transportado a través del medio de refrigeración hacia el intercambiador de calor 120 o bien es disipado. El calor se puede utilizar, en efecto, también, por ejemplo, para el calentamiento previo del gas de proceso o en instalaciones estacionarias para el desacoplamiento de calor útil para la calefacción. Además, en el retorno de sistemas cerrados después del intercambiador de calor 120 se encuentra un depósito de reserva 122, 123 con preparación opcional de medios.

La figura 13 b muestra la disposición de una pila 125, que está constituida por una pluralidad de pilas parciales 124. También aquí las células están conectadas en serie y están equipadas con dos circuitos de refrigeración opuestos 116, 117. El funcionamiento de las pilas parciales 124 individuales con circuito de refrigeración propio y polos de potencia, control y regulación propios es ventajoso para el funcionamiento del módulo de células de combustible en general. El calentamiento de una pila parcial 124 individual requiere un gasto claramente más reducido en energía externa, por ejemplo desde una batería, que el calentamiento de una pila 125 completa. Después de que se ha alcanzado la temperatura de funcionamiento para la pila parcial 124, se puede poner en marcha la pila parcial. La energía de la pila parcial 124 se utiliza en primer lugar para llevar las pilas parciales frías restantes a temperatura de arranque. La pila parcial individual se utiliza también como pila parcial de arranque, lo que implica ventajas considerables. Además, una pila parcial 124 se puede utilizar también como sistema redundante de corriente de emergencia, por ejemplo para mantener las funciones de control y regulación o para preparar energía de reposo.

Con preferencia, las pilas parciales 124, 125 individuales están conectadas en paralelo y están equipadas con dos circuitos de refrigeración opuestos, y los circuitos de refrigeración de la pila individual y de la pila parcial 125 con varias pilas parciales 124 están separados, mientras se calienta la pila de arranque. A continuación se acoplan las corrientes de medios. Lo mismo se aplica para el circuito eléctrico.

Solamente se necesita una capacidad pequeña de la batería para el arranque. La unidad pequeña suministra entonces la energía para llevar la pila restante a temperatura de funcionamiento.

En la variante mostrada en la figura 14 es esencial que los canales transversales y canales de distribución 92', 127', 128, 128' están incorporados en cada caso en chapas estructurales individuales, mientras que las juntas de obturación 83, 84, 85 solamente presentan orificios para los canales longitudinales. Se muestran los canales 92 para la distribución del medio de refrigeración 82. Detrás se puede ver la chapa del canal de refrigeración y una parte de los canales de distribución 128, 128' mecanizados a modo de ejemplo en la chapa del canal de refrigeración.

La figura 14a es una ampliación fragmentaria, en la que se muestra cómo circula en detalle el medio de refrigeración desde el canal longitudinal o bien el canal de alimentación 92 sobre el canal de conexión 128 y el canal transversal 127 así como los canales de distribución 128. En el mismo sentido, esto se aplica para el conducto de admisión t para el conducto de salida del medio de refrigeración.

La figura 14 reproduce un detalle del canal de refrigeración. Con preferencia ambas chapas de canal de refrigeración están equipadas con canales de conexión 126, canales transversales 127 y canales de distribución 128. Es ventajoso que las resistencias interiores se puedan reducir de esta manera. Se muestran canales, que están fabricados similares a un taladro pasante (abiertos) y otros que no están abiertos (cerrados) y que están mecanizados en la chapa sin abrirlos totalmente.

La figura 15 muestra una vista sobre el lado de los electrodos y la membrana de la cobertura de electrodos 72, aquí con los pasos de gas 73. El gas que circula de salida desde los pasos de gas 73, 73' y la circulación de gas en la

ranura de derivación de gas 74 se muestran aquí claramente. Los canales para la distribución del gas están designados con 127, 128. Además, se puede reconocer que están previstos una pluralidad de los pasos de gas 73 ya mencionados distribuidos sobre la cobertura de electrodos, de manera que es posible una distribución muy uniforme. Detrás se puede ver una chapa de canal de refrigeración y una parte de los canales de distribución 128, 128' mecanizados a modo de ejemplo en la chapa de canal de refrigeración.

La figura 15a muestra que con preferencia en ambas coberturas de electrodos 72 (lado de oxígeno y lado de hidrógeno) con canales de comunicación 126 están mecanizados canales transversales 127, canales de distribución 128 y ranuras de derivación de gas 74. Estos canales están designados aquí como canales abiertos 126, 127, mientras que 128 se representa como canal cerrado. La figura 15b muestra la estructura de canal cerrado 129. Todos los canales 126", 127" y las ranuras 128 están cerrados, solamente el canal de alimentación 92 está abierto. Las figuras 15 c y d muestran distribuciones adicionales de gas 157, 157' en el lado de los electrodos de la cobertura de electrodos, que sirven para la distribución fina de gas.

La figura 16 muestra una vista de un módulo de células de combustible 1 sobre una placa extrema 13 ó 14 en el eje de la pila 111. Aquí es importante la disposición vertical de los canales transversales 133 para el medio de refrigeración. Con 130, 131 se designan las banderolas de corriente y con 132 se identifica la sección transversal de la pila. Con 109 se identifica la pila interior, con 110 la pila exterior.

El medio de refrigeración circula desde el canal de alimentación 139 hasta el canal transversal 133 y desde allí a través del canal de comunicación 136 hasta el sistema, mientras que los canales transversales 134, 135 designan la entrada para el gas de proceso y la salida para el gas de proceso, que están conectados a través del canal de comunicación 136 y los canales de distribución 137. Con 140 y 140' se designan el canal de alimentación y el canal de evacuación para gas de proceso así como con 142 se designan las ranuras de derivación del gas. La figura 16a y la figura 16b muestran una vista lateral y una vista en planta superior sobre el módulo de células de combustible 1 en la zona parcial, mientras que la figura 16c x 1 reproduce la sección a través del conducto de admisión de oxígeno. Los canales y pasos son ranuras abiertas o taladros, estando constituido de manera conveniente el conducto de alimentación de hidrógeno, pero con canales de alimentación separados 140. Se muestra claramente en la sección que el canal transversal de hidrógeno 134 no está conectado con el canal longitudinal para oxígeno (O₂).

En la figura 16f se muestra una cobertura de electrodos 72 con una banderola de corriente 131.

La figura 16d x2 reproduce una sección a través del conducto de derivación de oxígeno, estando reproducida aquí la ranura de derivación de gas 141 como una ranura mecanizada en la chapa. Los canales y los pasos son ranuras abiertas o taladros. El conducto de alimentación de hidrógeno está constituido de manera conveniente. También aquí se puede ver que el canal transversal de hidrógeno no está conectado con el canal longitudinal para oxígeno. Los signos de referencia 142, 142' son el orificio de comunicación a través de la cobertura de electrodos 72. Con 143 se designa el canal de derivación y con 144 se designa una corriente parcial con relación al canal de evacuación 140' para el gas de proceso, aquí el oxígeno.

La figura 16e x3 es una sección a través del conducto de alimentación para el medio de refrigeración. Los canales y pasos son también de nuevo ranuras abiertas y taladros. En la sección se puede ver que el canal de refrigeración 138 es atacado por la corriente de dos canales transversales 133, 133'. De manera conveniente está constituido el flujo de salida, sólo en simetría de espejo.

La figura 16g muestra otra variante de la sección 16d x2: aquí entre la cobertura de electrodos 72 y la junta de obturación MEA 84 están insertadas chapas de protección 176 en el bastidor de las células, principalmente para mantener la circulación de gas alejada de la junta de obturación MEA 84, cuando la construcción requiere una abertura o canal en la cobertura de electrodos 72 en este lugar.

Las figuras 17 a 17c reproducen una vista en planta superior sobre la alimentación de las células individuales con medio de refrigeración así como con hidrógeno y oxígeno.

En la figura 17 se reproduce el circuito de refrigeración 116, en la figura 17a se reproduce el circuito de refrigeración 117, mostrando claramente que éstos son conducidos opuestos entre sí. El conducto de alimentación de medio para el medio de refrigeración lleva el signo de referencia 30 y el conducto de derivación lleva el signo de referencia 33. De manera similar, se pueden ver las representaciones según las figuras 17b y 17c, estando designada a alimentación o bien el conducto de alimentación para hidrógeno con 32 y el conducto de derivación en el lado de hidrógeno con 35.

En la figura 17c, el conducto de alimentación de medio para oxígeno está designado con 31 y el conducto de derivación está designado con 34. Estas representaciones muestran bien cómo es posible de una manera uniforme la distribución sobre la superficie de la pila interior 109 con esta configuración.

La figura 18 reproduce diferentes variantes del circuito de banderolas de corriente. Después de A se agrupan, por

ejemplo, banderolas de corriente adyacentes de un potencial, por ejemplo (+) con un conector. En B se doblan las banderolas de corriente y se suelda, encolan, sujetan, etc. En C se doblan y se sueldan.

La figura 19 muestra un módulo de células de combustible 12 con una alimentación de aire de refrigeración (compresor) y con la derivación del aire de refrigeración caliente hacia el medio ambiente.

- 5 Todas las características mencionadas, también las que se pueden deducir a partir de los dibujos, se consideran por sí solas o en combinación como esenciales de la invención.

REIVINDICACIONES

- 1.- Módulo de células de combustible, que está constituido por una pila de células (1) con placas extremas (13, 14) sobre el lado del ánodo y el lado del cátodo con un sistema de fijación (17) y con conexiones de medios (30 – 35) para oxígeno, hidrógeno y medio de refrigeración y con varias células (7i, 7i+1, 7i+2) individuales, que presentan, respectivamente, una unidad de electrodos de membrana (10), que está constituida por un ánodo de electrodos y un cátodo de electrodos (5, 6) de material poroso, permeable al gas y por una membrana de electrolito (2) dispuesta en medio con catalizador de ánodo y catalizador de cátodo (3, 4) y que dispone de una toma de corriente (15, 16) sobre el lado del ánodo y el lado del cátodo, caracterizado porque los conductos de alimentación de medios (30, 31, 32) y los conductos de salida de medios (33, 34, 35) están asociados a un módulo de refrigeración y módulo de medios (40), que está configurado, prescindiendo de placas bipolares, solamente para servir para la preparación de canales de refrigeración y canales de gas (42, 43, 44) y para la formación de pilas y a través de coberturas de electrodos (72, 92) para la derivación, pero no para la conducción de la corriente y porque, respectivamente, sobre ambos lados del módulo de refrigeración y del módulo de medios (40) o bien está dispuesto el electrodo de hidrógeno (5, 5') o el electrodo de oxígeno (6, 6') de la unidad de electrodos de membrana (10) de la célula (7i, 7i+1, 7i+2) individual adyacente.
- 2.- Módulo de células de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el módulo de refrigeración y módulo de medios (40) con canales de refrigeración (42) y canales de admisión (65) para gas está configurado de manera que consta de una estructura elástica, con preferencia de dos o más componentes (60, 60') (figura 9).
- 3.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la pila interior (109) de una pila de células (1) está configurada de manera que permite, a través de distanciadores (79) configurados elásticos o dispuestos desplazados, una deformación elástica y una transpiración en el eje de la pila (111) (figuras 3a, 13).
- 4.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el módulo de refrigeración y módulo de medios (40) está configurado con canales de refrigeración (63) y canales de gas (42, 43, 44) de chapa, lámina o banda en frío de acero noble o de lámina de plástico (figuras 3e, 7, 7a, 7b, 8).
- 5.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el módulo de refrigeración y módulo de medios (40) está configurado de manera que está constituido con canales de refrigeración (63) y canales de gas (65) de plástico, con preferencia de lámina de plástico (figuras 3, 5, 6, 9).
- 6.- Módulo de combustible de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque la presión en los canales de refrigeración (42) y en los canales de gas (43, 44) para hidrógeno y oxígeno son variables y se puede ajustar de acuerdo con la presión superficial deseada en la unidad de electrodos de membrana (10) (figura 7).
- 7.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las coberturas de electrodos (72, 72') y los componentes (90, 90') del canal de refrigeración (42) están separadas por distanciadores (79).
- 8.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los canales de admisión (65) para gas están configurados de manera que presentan un conducto de admisión parcial (66, 66') y una zona de distribución de gas parcial (67) y manipulan una zona de distribución de gas parcial (68), (figura 5).
- 9.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cobertura de electrodos (72, 92') del módulo de refrigeración u módulo de medios (40) presenta pasos de gas (73) para hidrógeno u oxígeno y conductos de salida (74) para hidrógeno residual, oxígeno residual y productos de reacción sobre el lado que está dirigido hacia el ánodo de electrodo y el cátodo de electrodo (5, 6), (figura 7).
- 10.- Módulo de combustible de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque en los conductos de salida (74) configurados como rejilla continua, se ajuste una presión menor que en los canales de gas (43, 44).
- 11.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las piezas individuales (7i, 7i+1, 7i+2) están configuradas y dispuestas estratificadas apiladas en abanico (56).
- 12.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las piezas individuales (7i, 7i+1, 7i+2) están configuradas y dispuestas estratificadas paralelas en abanico (57).
- 13.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la pila de células (1) está configurada de manera que está constituida por un paquete exterior de anillos componentes y por anillos de obturación (83, 84, 85) o por un bastidor de células (50), que sirve como pila exterior (110) así como por la pila interior (109) formada por la unidad de electrodos de membrana (10) y por el módulo de refrigeración y módulo

de medios (40), (figuras 11, 13).

14.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la longitud de la pila interior (109) presenta frente a la longitud de la pila exterior (110) una medida definida (inframedida, sobremedida).

5 15.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la pila de células (1) presenta chapas de canales de refrigeración (90, 91) de la misma longitud y anchura, delimitando las chapas (90, 91) los espacios funcionales (42, 43, 44) individuales con las juntas de obturación (83, 84, 85) colocadas intermedias y presentando el bastidor de células (50) formado por ellas los canales de suministro (92, 92', 139, 140, 140') necesarios, cuyos canales transversales (93, 133, 133', 134, 135), canales de conexión (136, 138), canales de distribución (134), orificios de conexión (142, 142') y canales de derivación (143) están previstos de manera que salen como conexión de los espacios funcionales (41, 42), (figura 3a y figura 11a).

10

16.- Módulo de combustible de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque los canales de suministro (92) asociados al bastidor de células (50) para hidrógeno, oxígeno y el medio de refrigeración así como los canales de evacuación (92') para los productos de reacción y los gases excesivos están configurados de manera que se extienden paralelos y transversales.

15

17.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la corriente de refrigeración en los canales de refrigeración (42, 42') está guiada en sentido opuesto desde una célula individual (7) hacia una célula individual (7i+1, 7i+2) y es suministrada con preferencia por dos sistemas de refrigeración desacoplados (figura 13a).

20 18.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada célula individual (7i, 7i+1, 7i+2) presenta una capa de conducción de la corriente (45, 45'), que está guiada en cada caso a través de la pared exterior (48) de la pila de células (1) hacia fuera y está provista con un conector (80) y conectada (figura 6, figura 10 (plástico)).

25 19.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la superficie (36) del ánodo de electrodo y del cátodo de electrodo (5, 6) está provista con la capa de guía de la corriente conductora de electricidad (45, 45', 105, 105', 106, 107), (figuras 3a – c – plástico y chapa).

20.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de conducción de la corriente (107, 107') está dispuesta en un plano de la zona de reacción (R1; R2) y del catalizador de ánodo y cátodo (3, 4).

30 21.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de conducción de la corriente (106, 106') está dispuesta en el plano entre el ánodo de electrodo y el cátodo de electrodo (5, 6) y el módulo de refrigeración y módulo de medios (40).

35 22.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el ánodo de electrodo y el cátodo de electrodo (5, 6) están realizados con efecto de conducción de calor, porosos con relación a difusión de gas y convección de gas y química y térmicamente estables.

23.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la o las pilas de células (1) están alojadas en una carcasa de apilamiento (100) ventilable, que dispone de interfaces (104) para distribución y evacuación de medios (101, 102) de la carcasa de apilamiento (100) así como para la supervisión de la tensión y de la presión (figura 10b).

40 24.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la pila de células (1) presenta células individuales (7) conectadas en paralelo (figura 13).

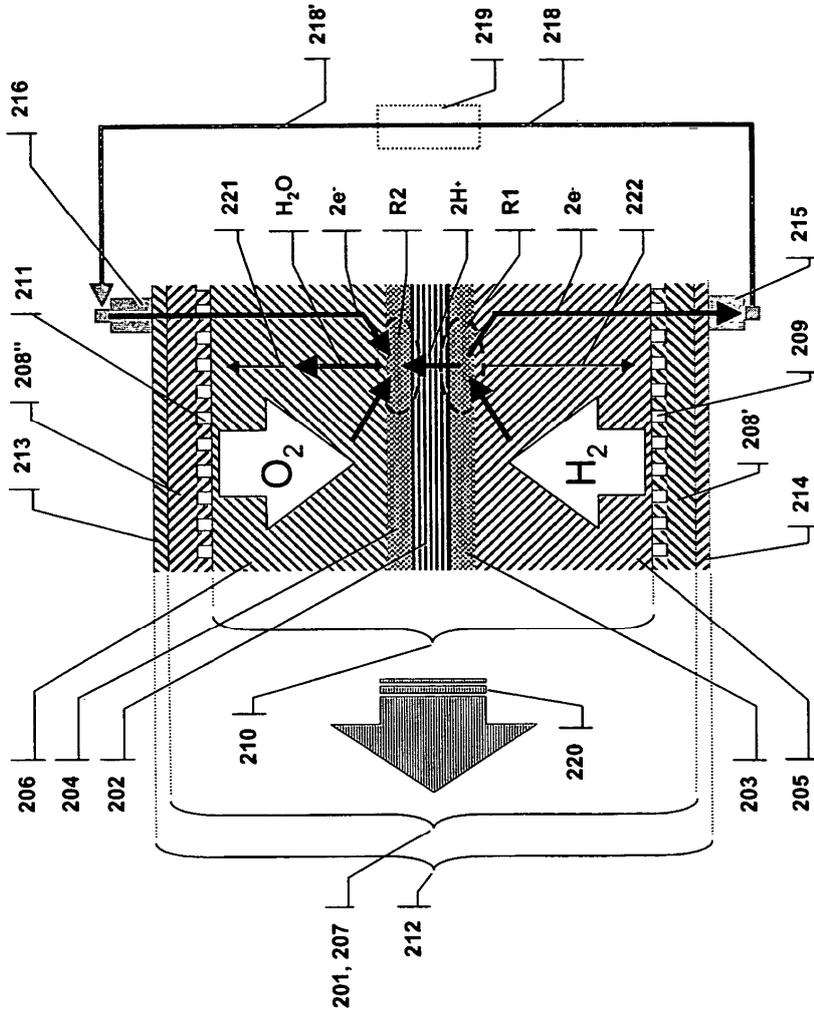
45 25.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la pila de células (1) está compuesta por pilas parciales (124, 125), cuya pila parcial (124) está configurada y conectada de manera que sirve como pila de arranque para las otras pilas parciales (125) y está conectada con un intercambiador de calor (120) (figura 13b).

26.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las pilas parciales (124, 125) están conectadas en paralelo, de manera que sus células individuales (7) están conectadas en serie, respectivamente.

50 27.- Módulo de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las coberturas de electrodos (72, 72', 158) están provistas con banderolas de corriente (130, 131), que sirven para la conducción de corriente desde los espacios de reacción a través de los electrodos (5, 6) y las coberturas de electrodos (72) hacia el lado exterior (48) de la pila (1) y están conectadas allí entre sí y, en concreto, a través de

soldadura de banderolas de corriente, retacado o conexión con conectores.

Fig.1



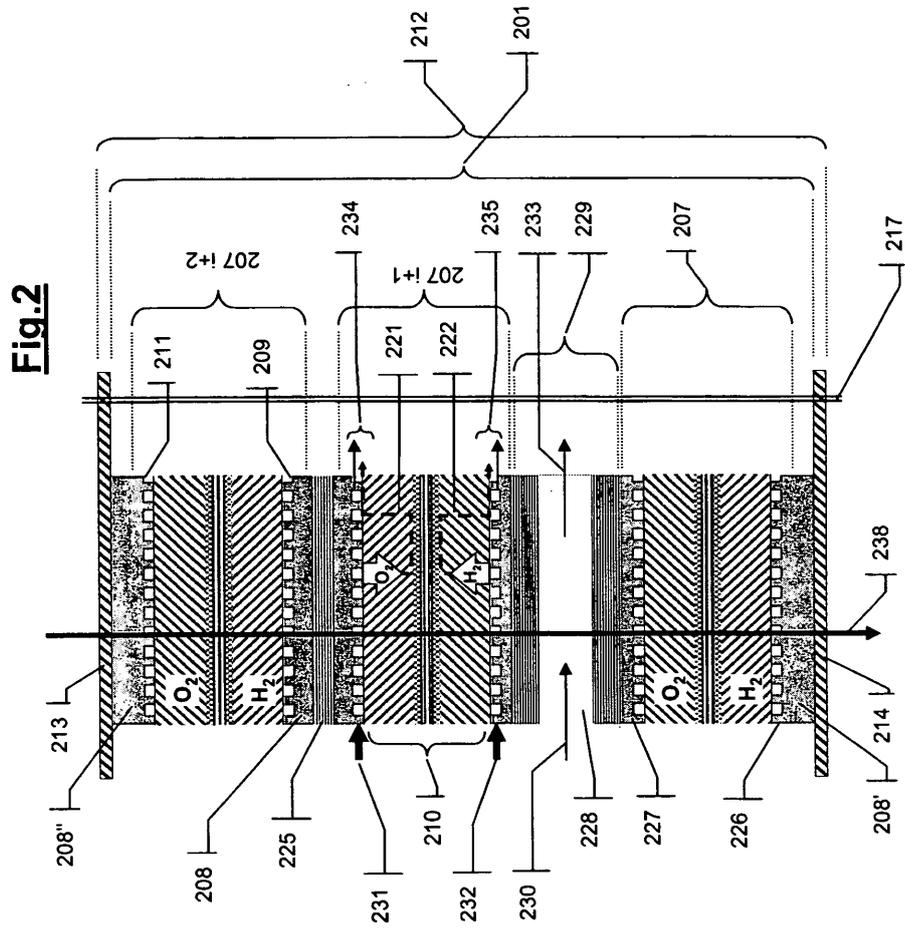
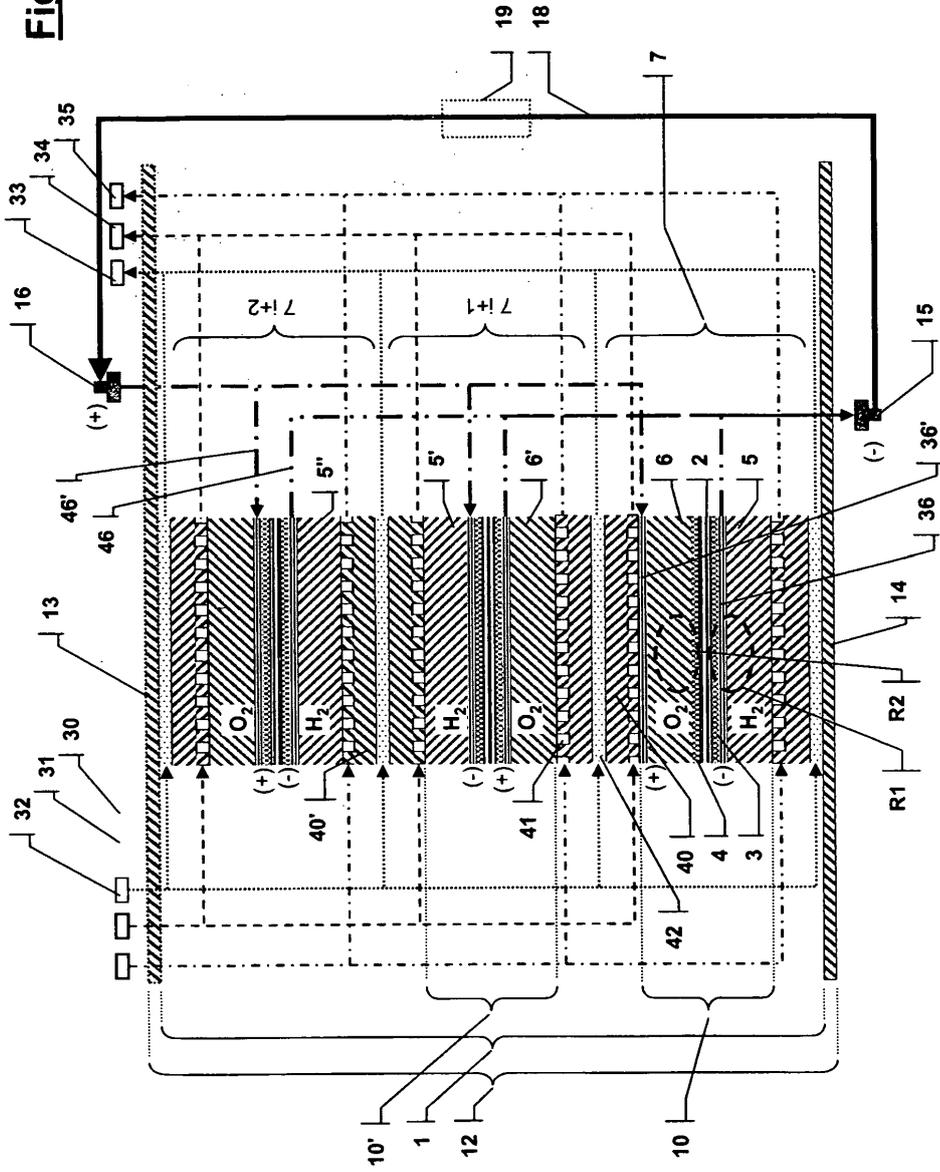


Fig.3



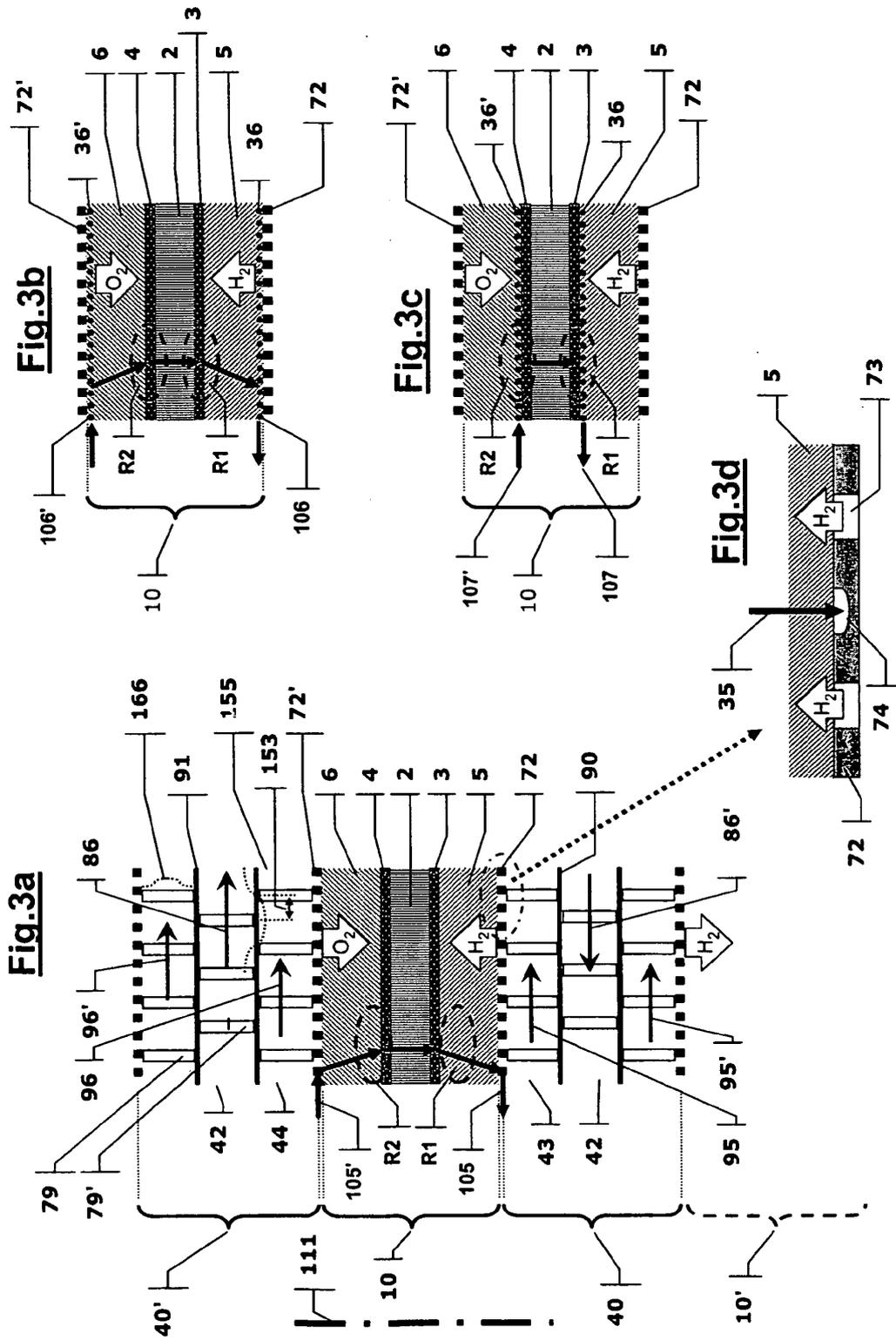


Fig.4

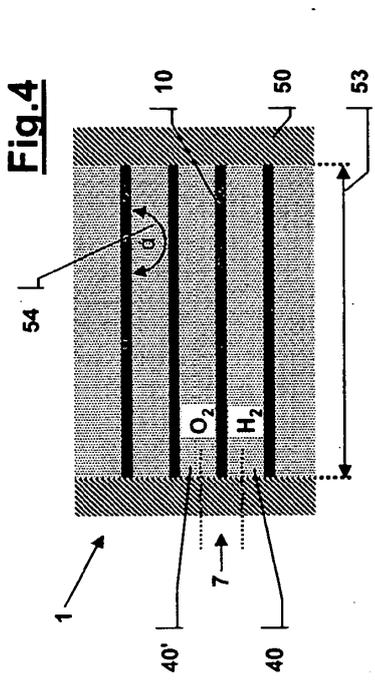
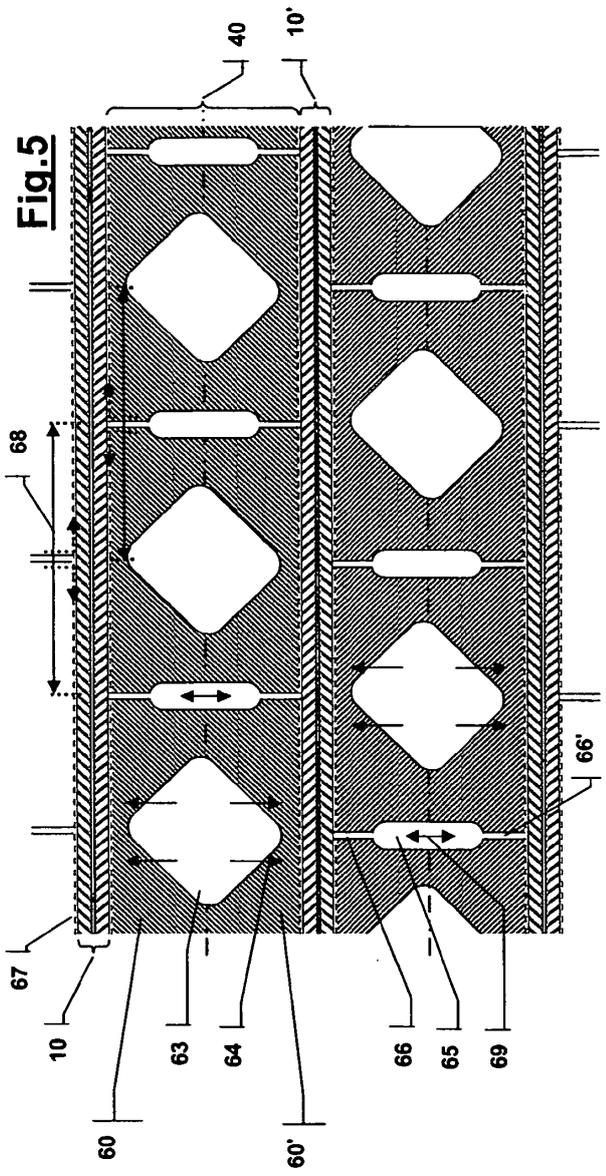


Fig.5



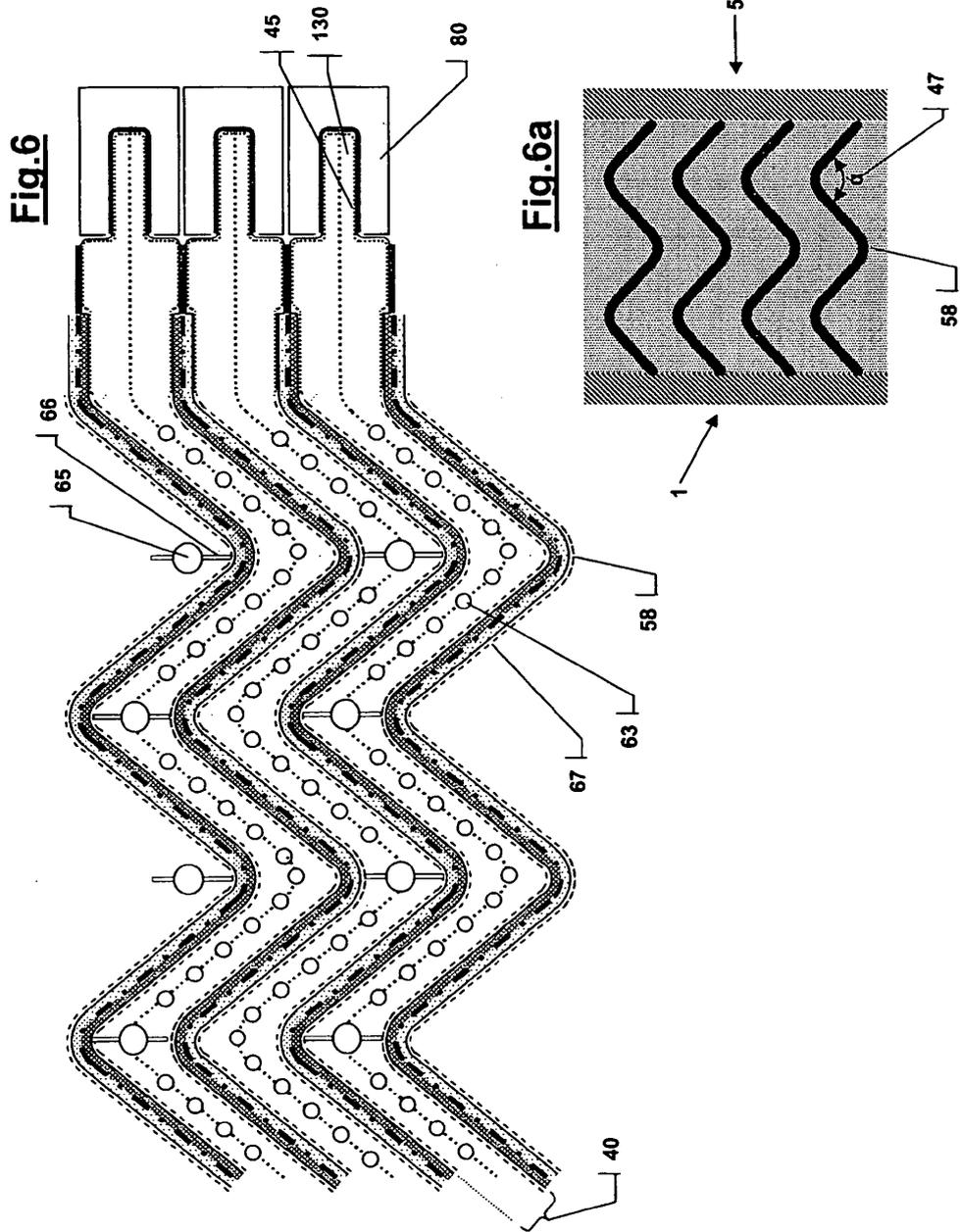


Fig.7

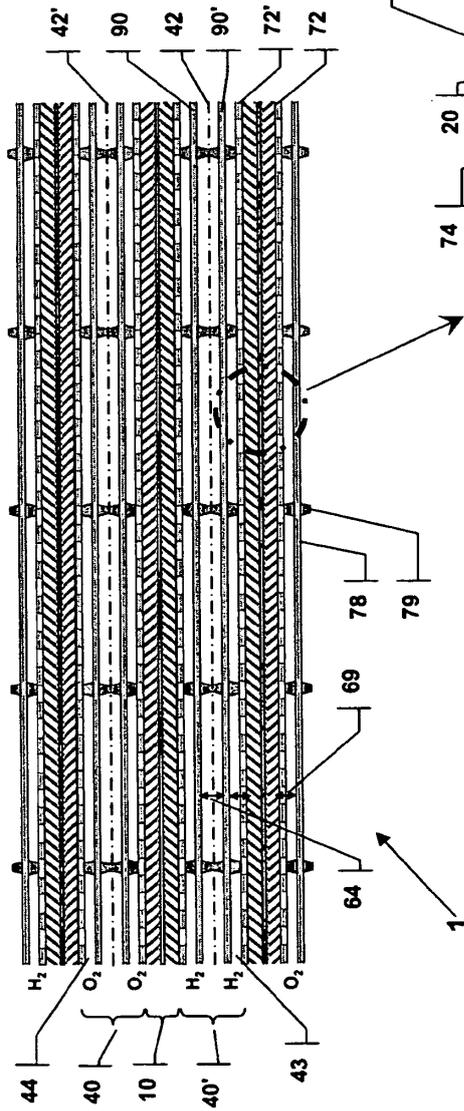
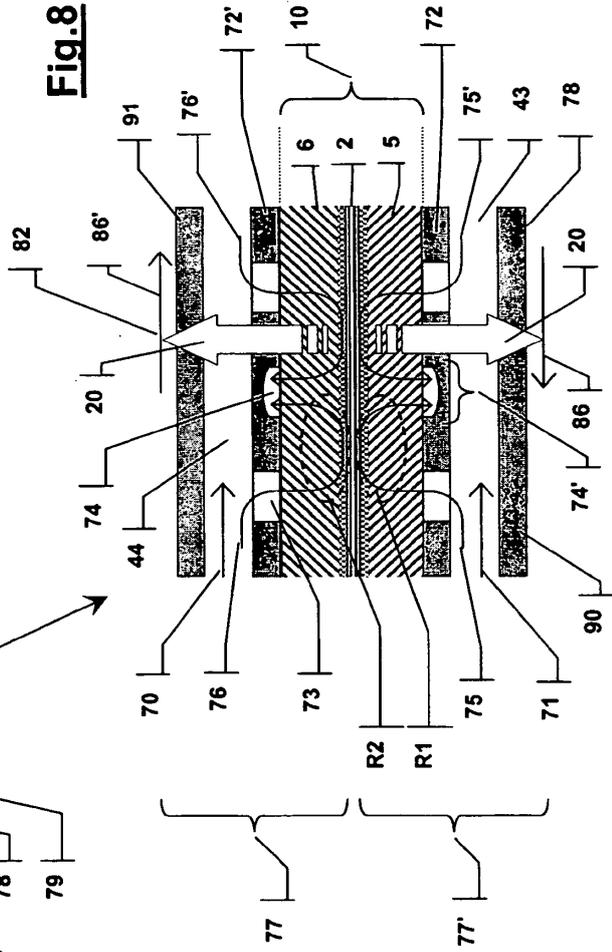


Fig.8



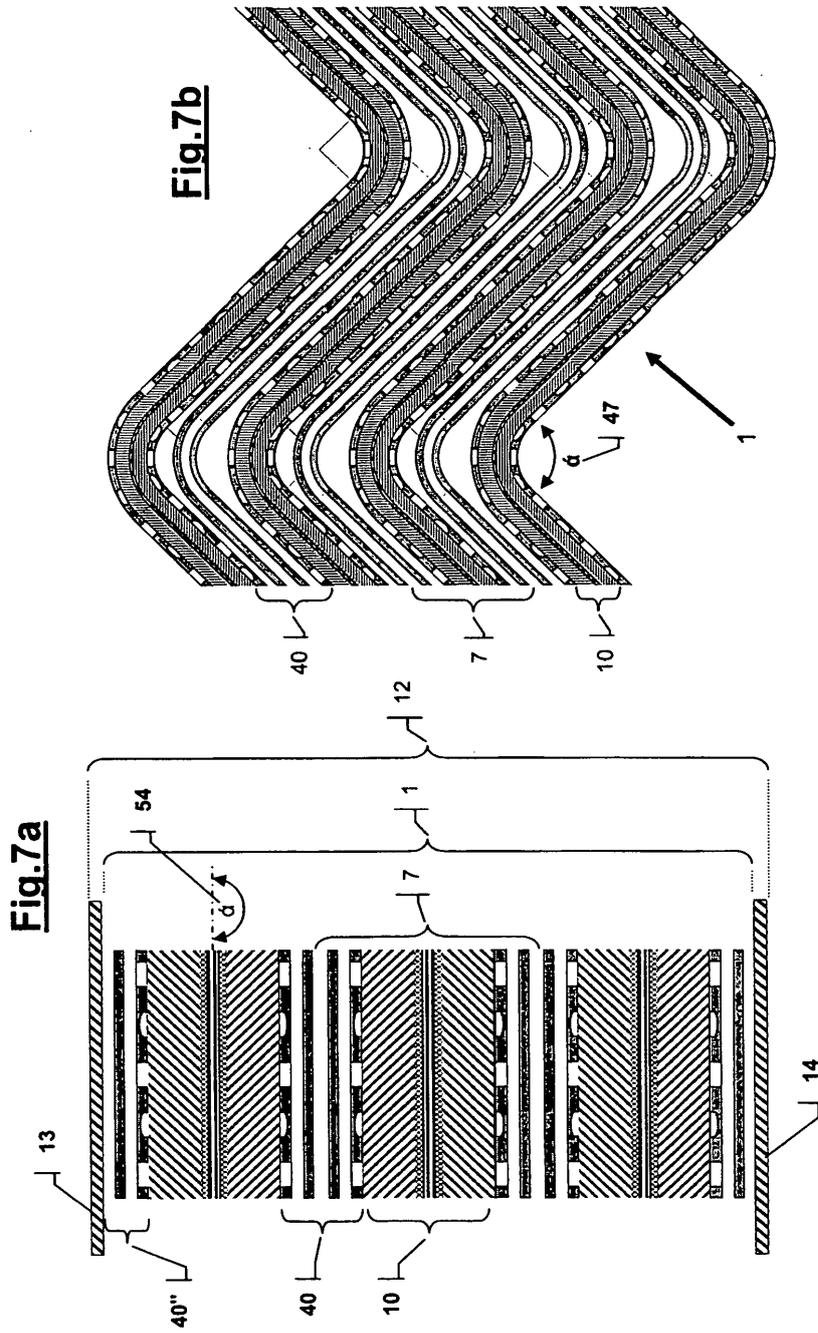


Fig.9

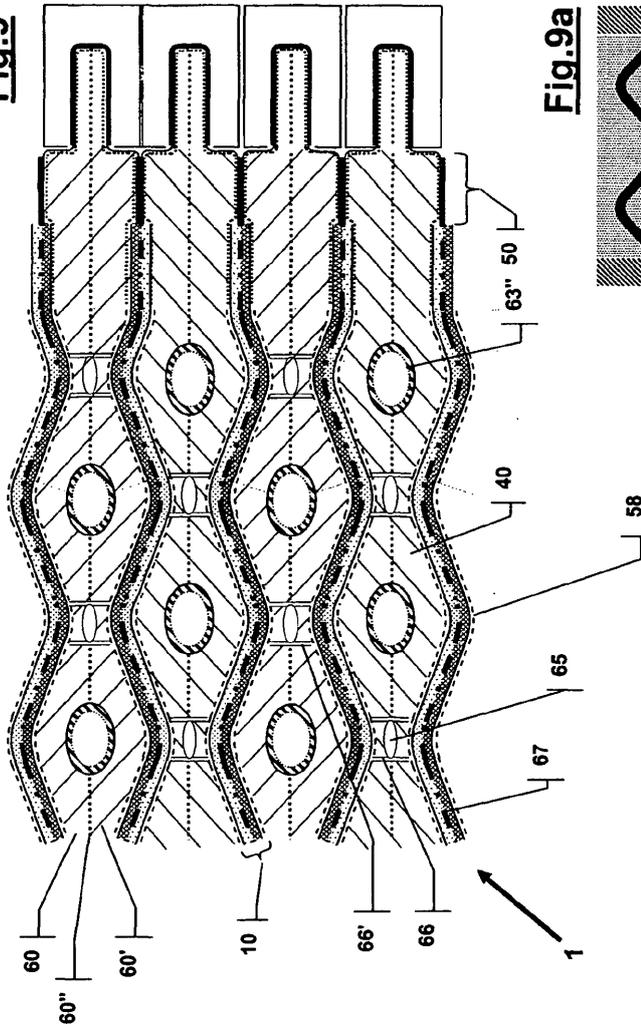
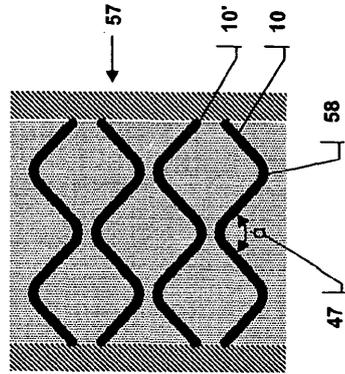
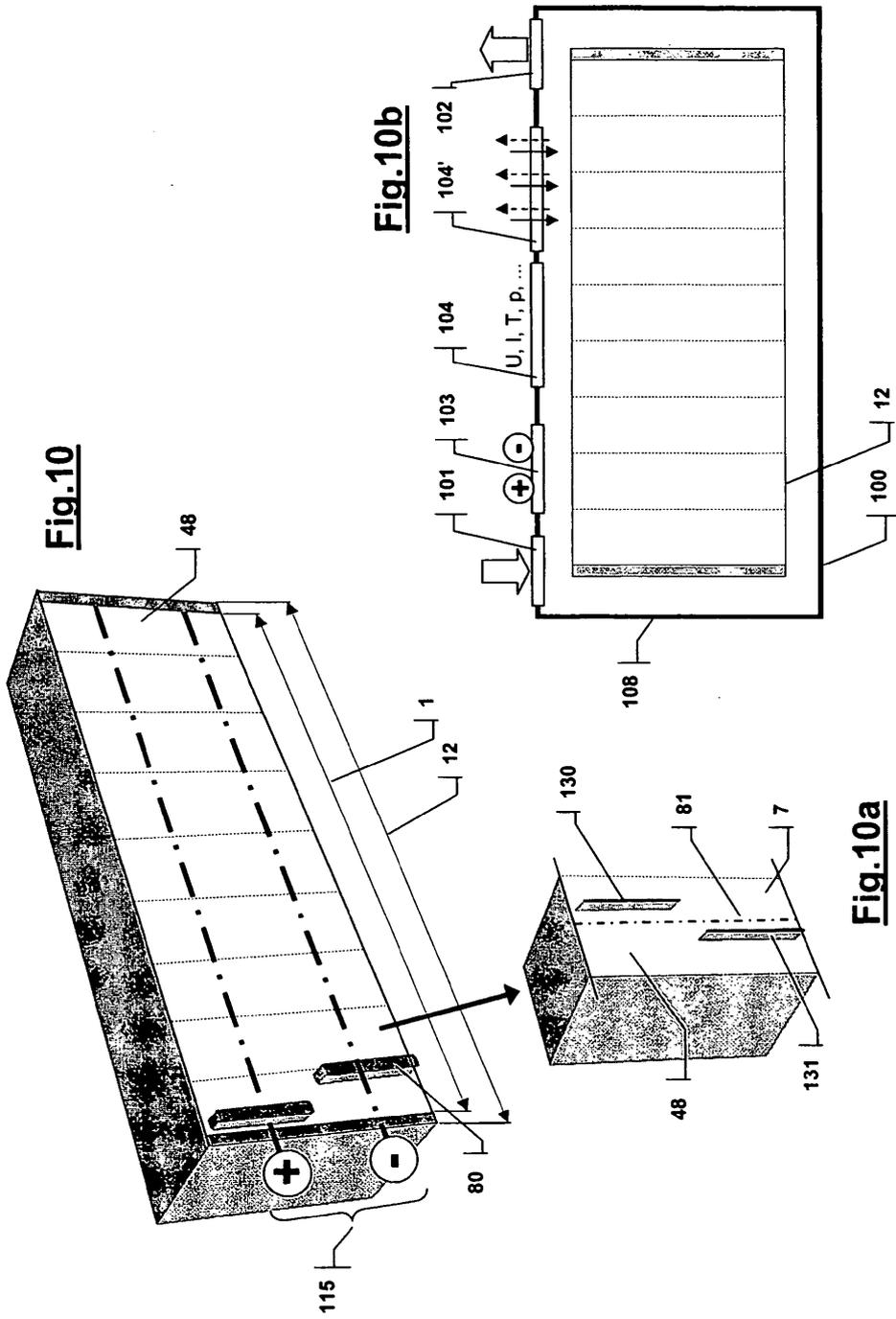
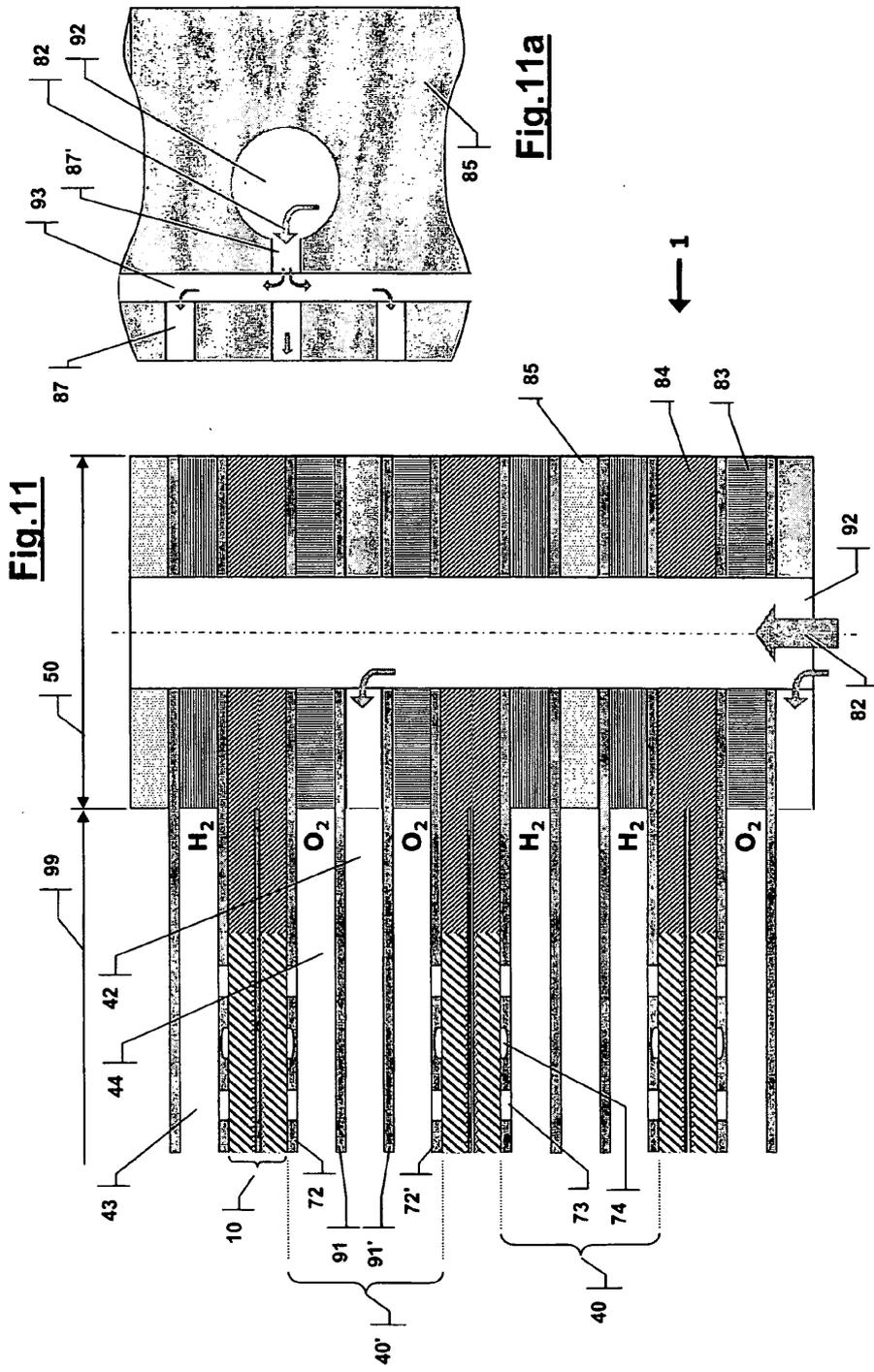
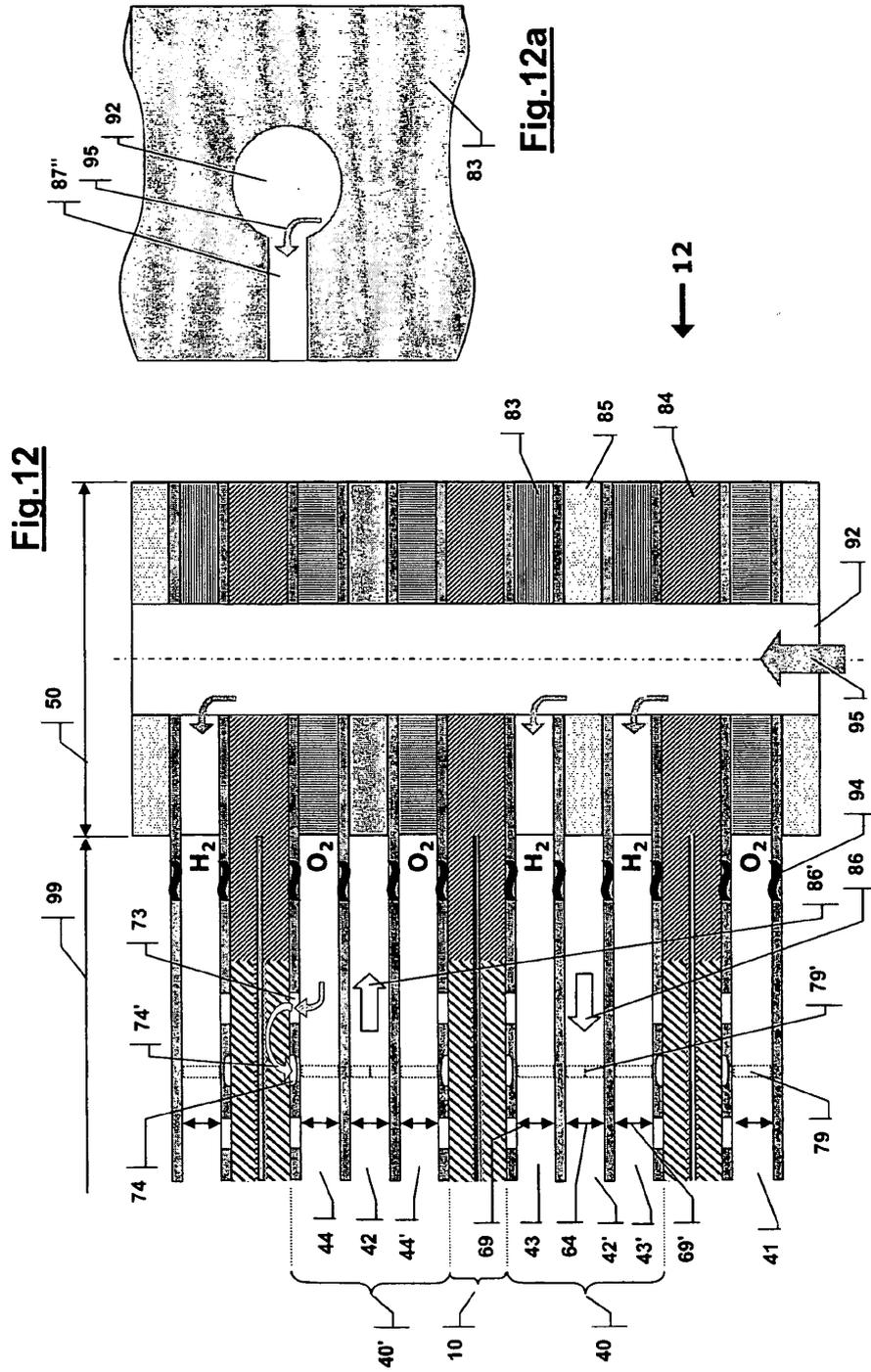


Fig.9a









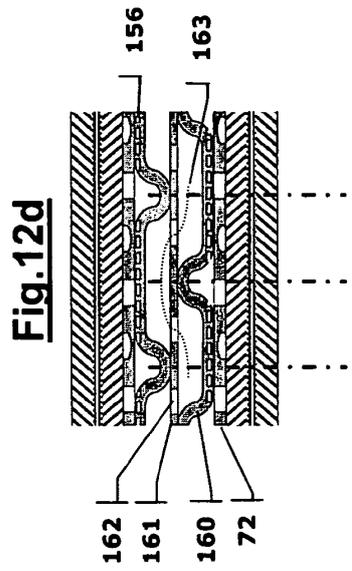


Fig. 12d

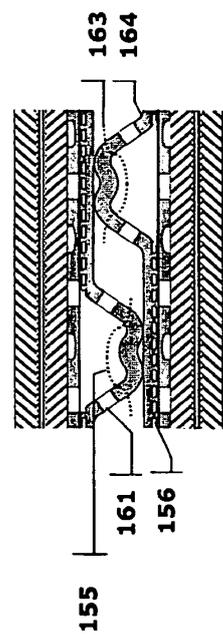


Fig. 12e

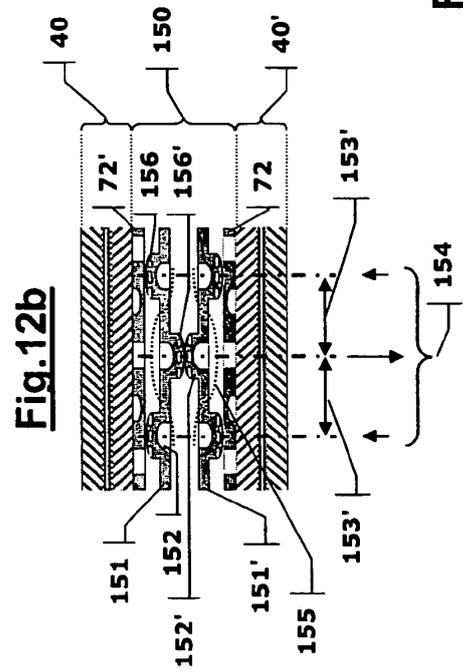


Fig. 12b

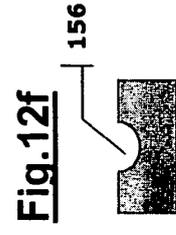


Fig. 12f

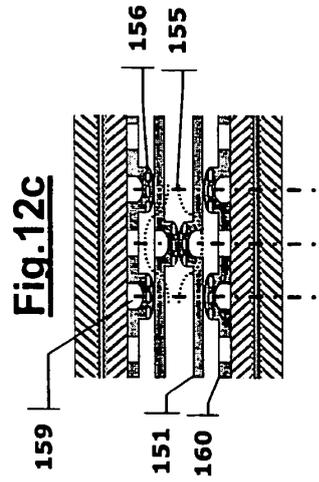


Fig. 12c

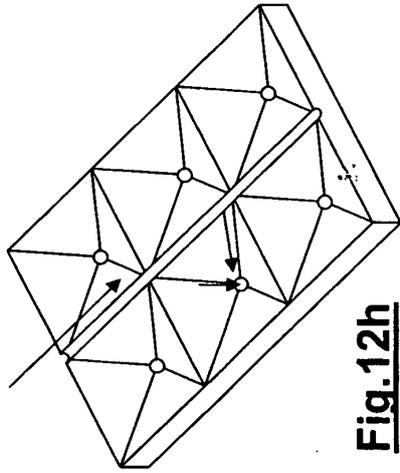


Fig. 12h

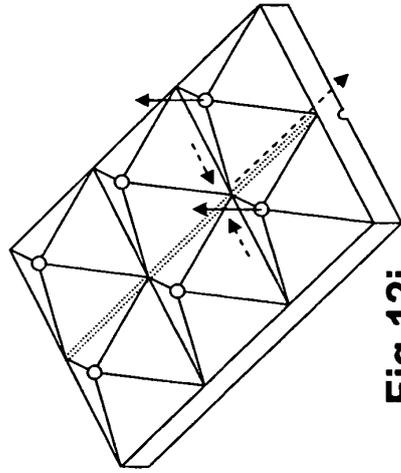
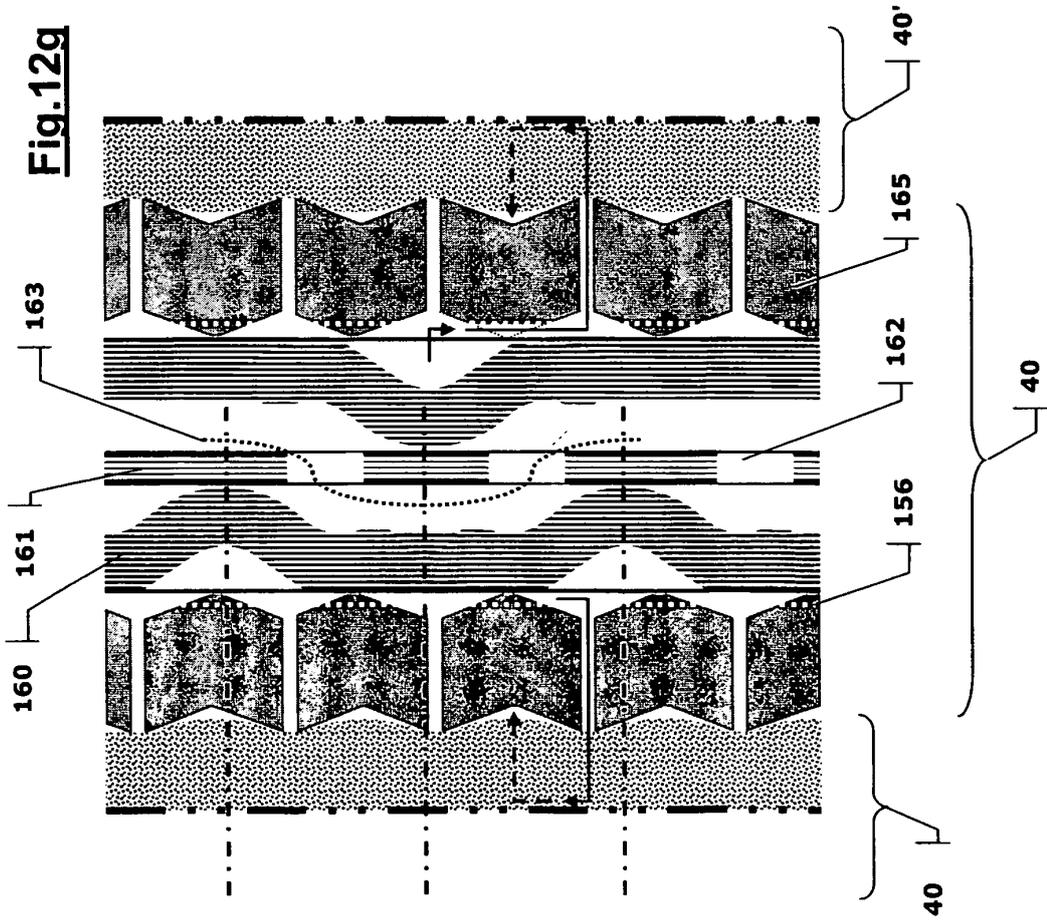


Fig. 12i



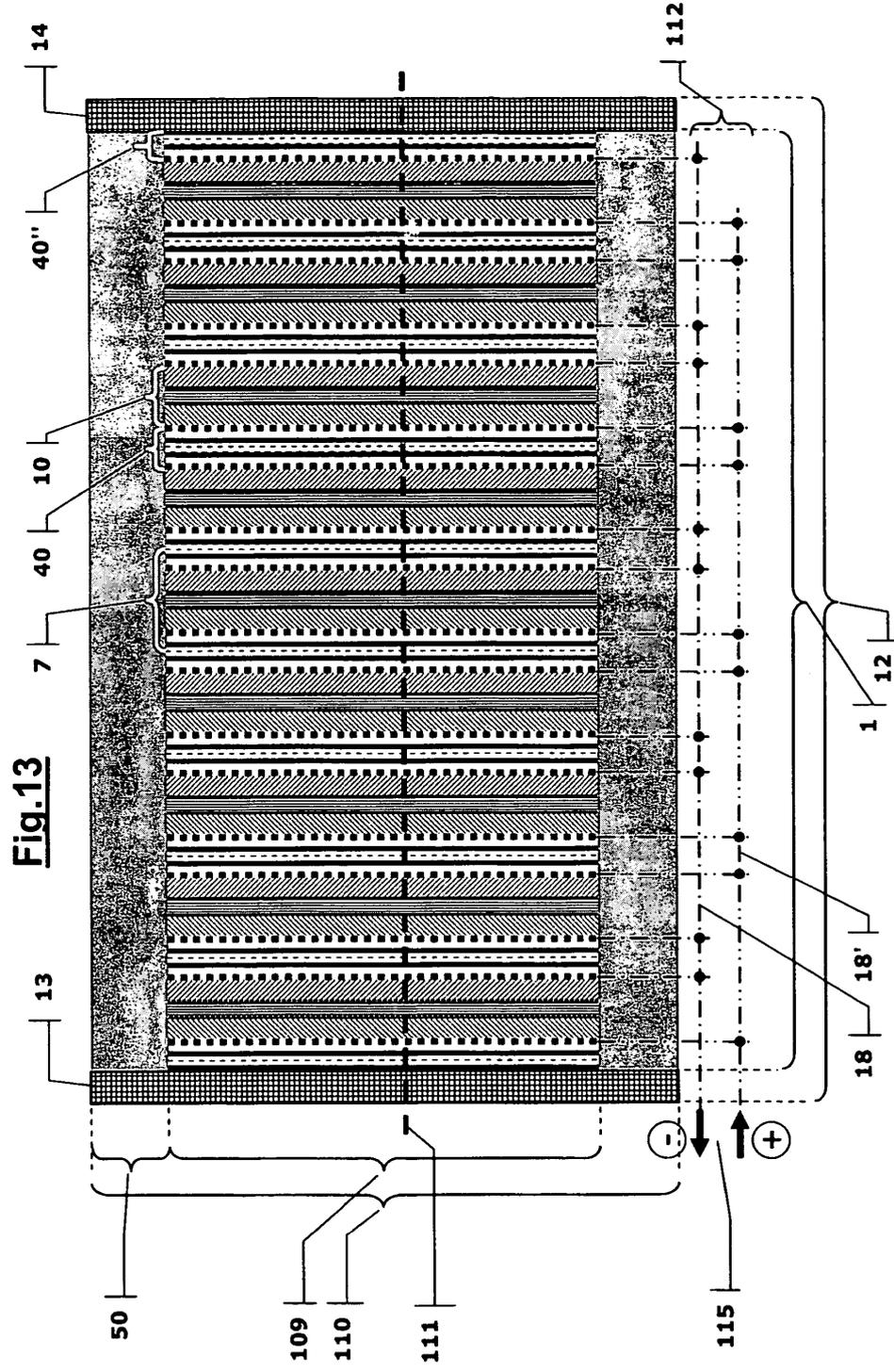


Fig. 13b

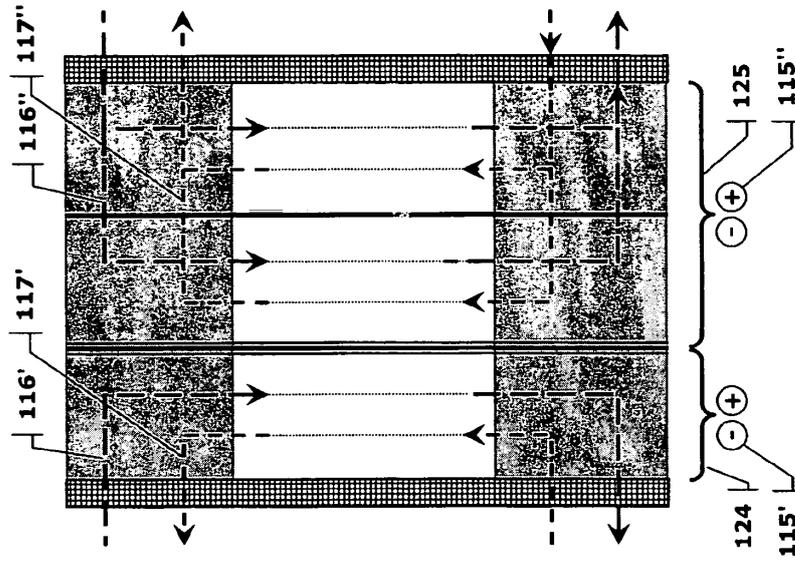
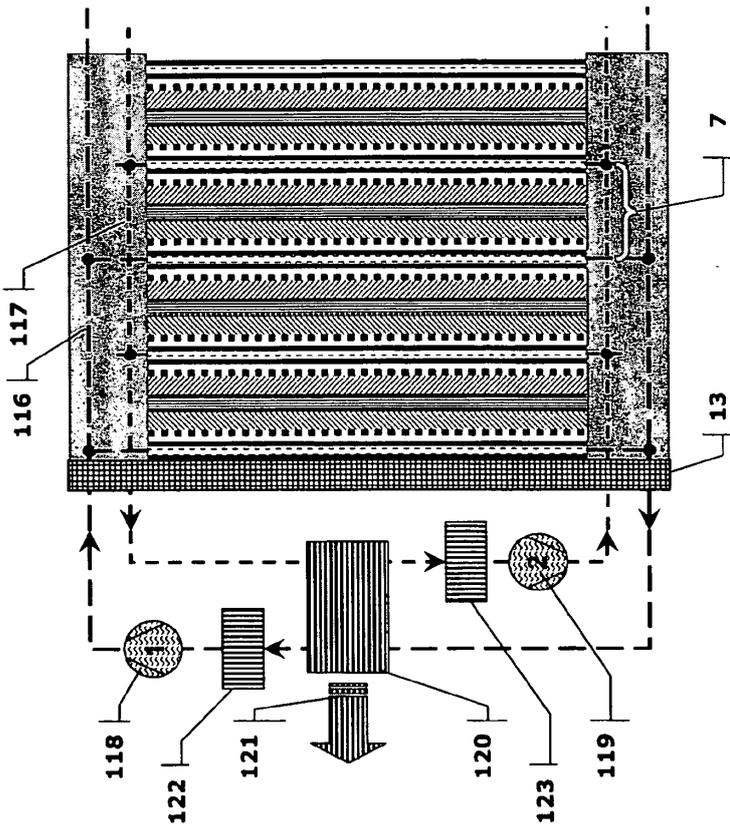
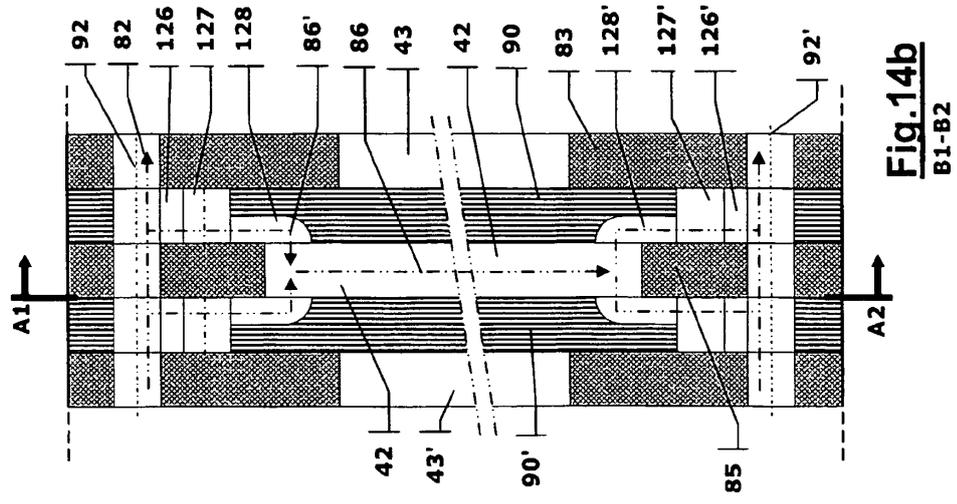
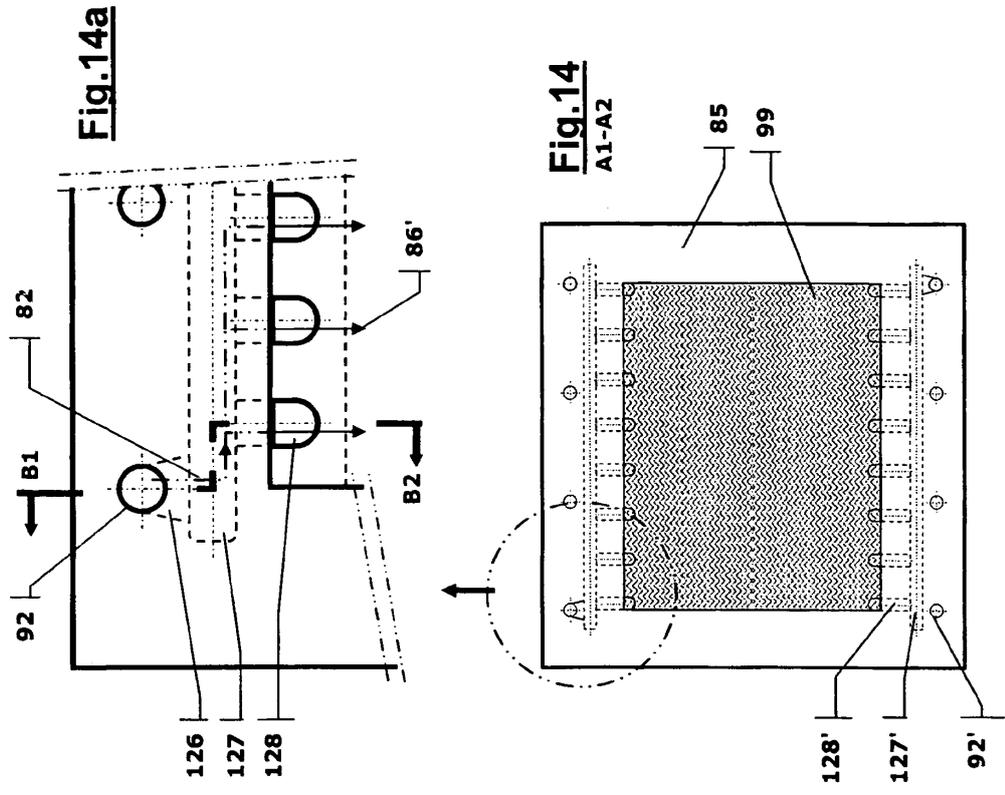
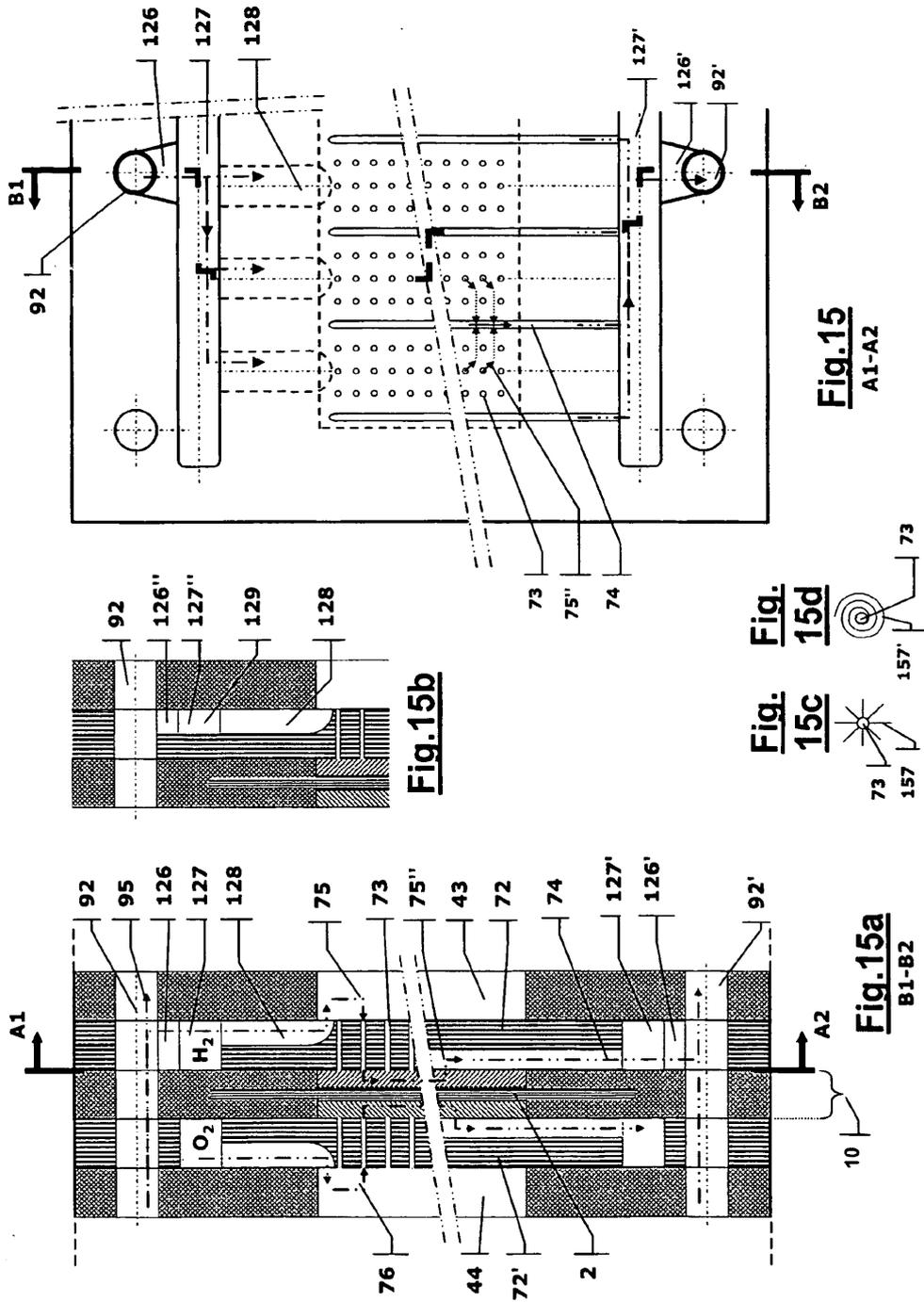


Fig. 13a







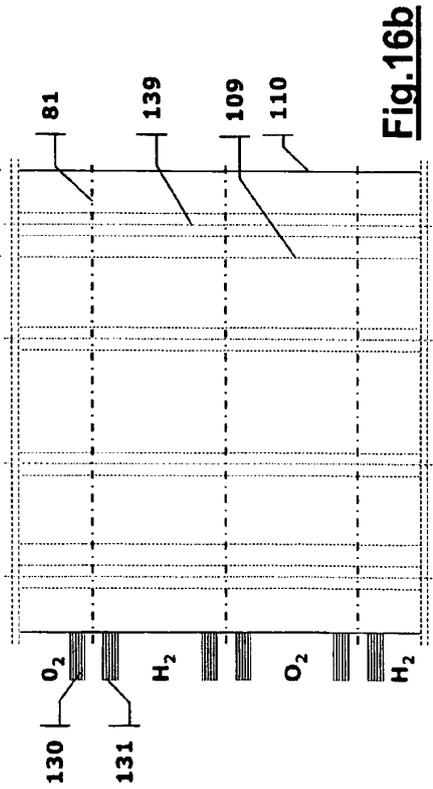
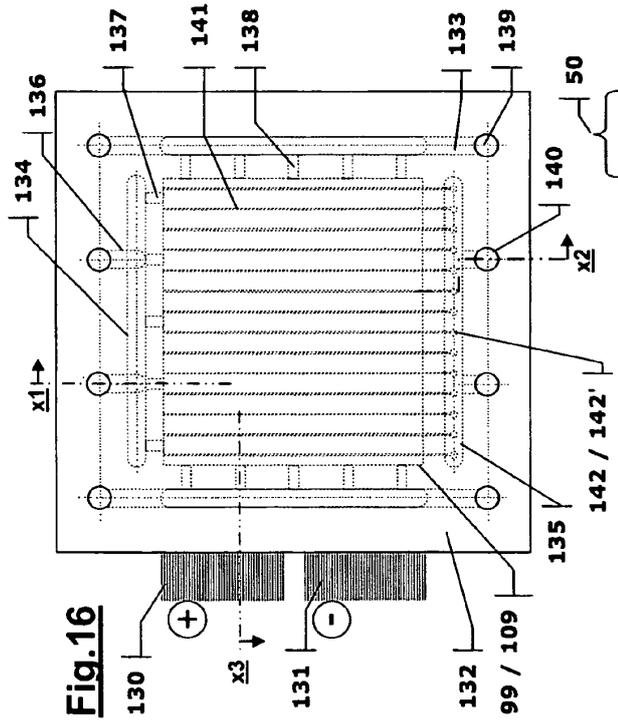
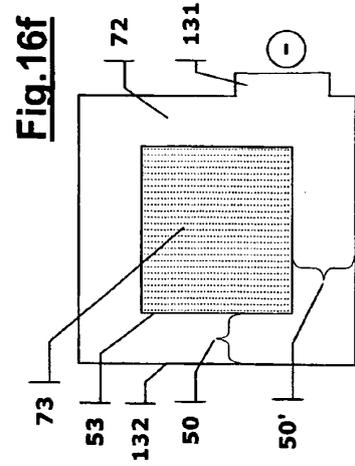
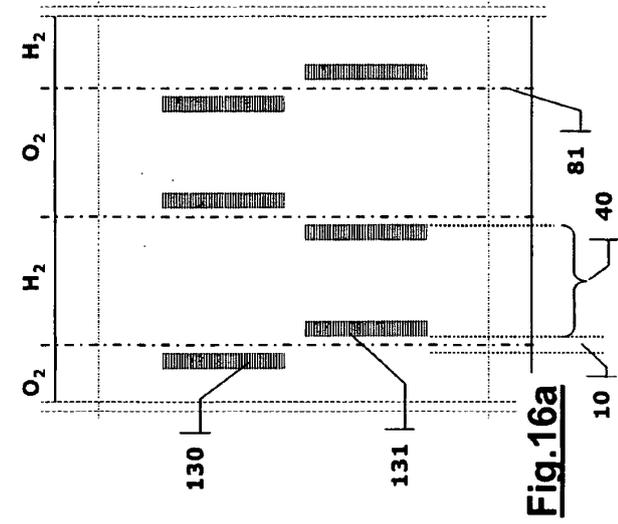


Fig. 16b

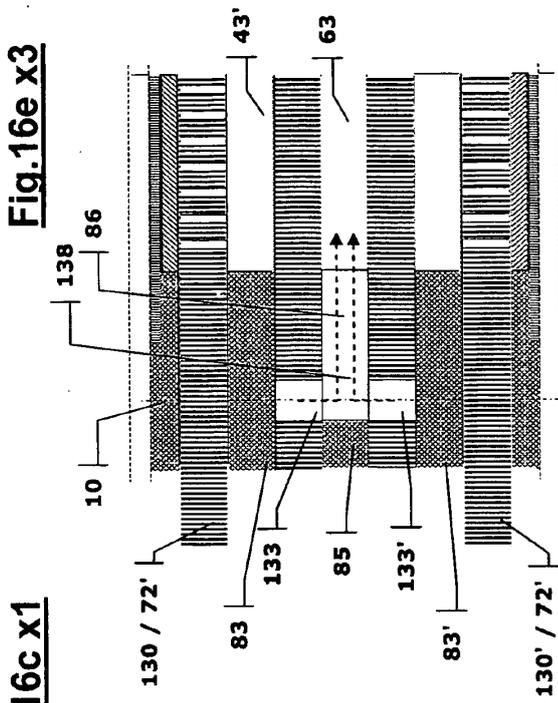


Fig.16c x1

Fig.16e x3

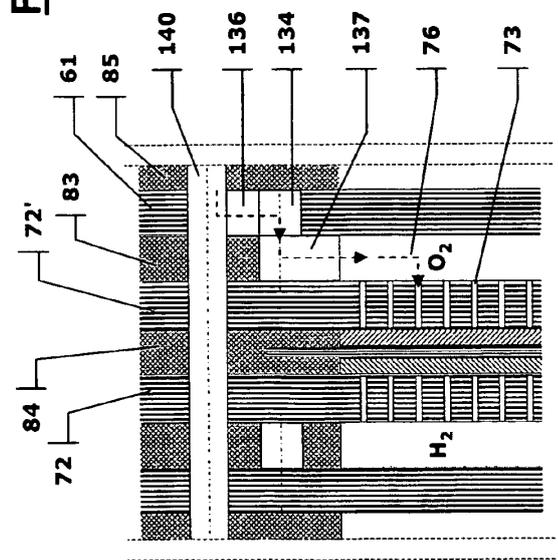


Fig.16d x2

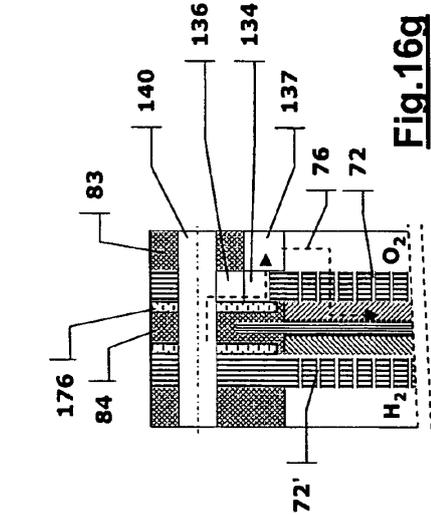


Fig.16g

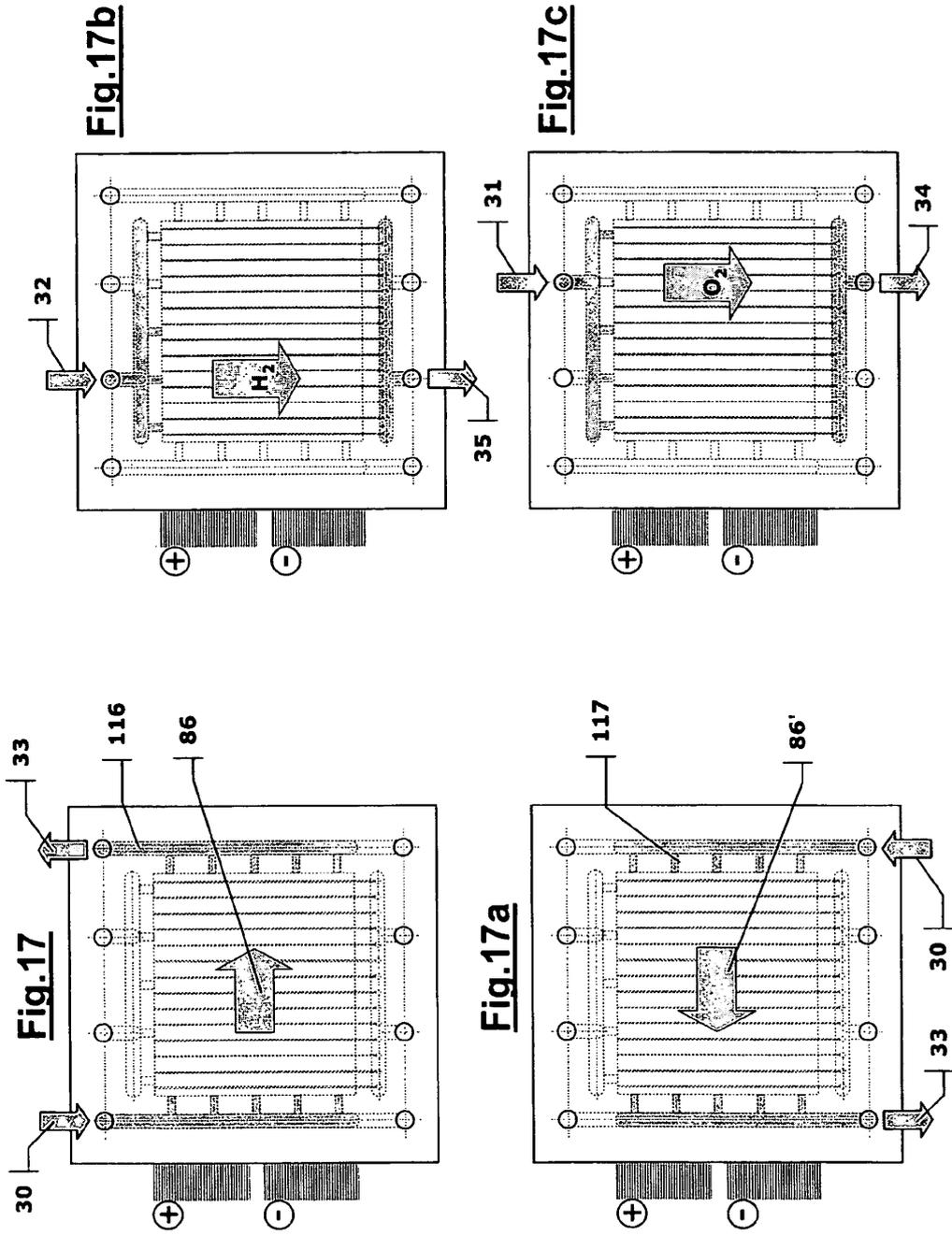


Fig.19

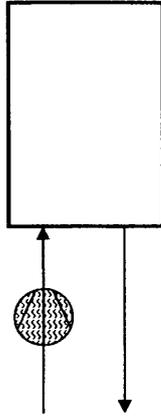


Fig.18

