

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 739**

51 Int. Cl.:

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M 8/2465 (2006.01)

H01M 8/249 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2017 PCT/EP2017/079306**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2018 WO18091522**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2017 E 17807756 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024 EP 3520162**

54 Título: **Módulo de pila de combustible, sistema de pila de combustible y procedimiento de funcionamiento**

30 Prioridad:
18.11.2016 EP 16002468

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2024

73 Titular/es:
**SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:
**BEIE, HANS-JÜRGEN;
BRANDT, TORSTEN;
BÄRNREUTHER, FRANK;
HOFFMANN, JOACHIM;
MATTEJAT, ARNO y
VOITLEIN, OTTMAR**

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 985 739 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

Módulo de pila de combustible, sistema de pila de combustible y procedimiento de funcionamiento

5 La presente invención hace referencia a un módulo de pila de combustible que comprende una unidad de pila de combustible y una unidad de suministro de medios de funcionamiento para suministrar medios de funcionamiento a la unidad de pila de combustible según el concepto general de la reivindicación de la patente 1. Un módulo de pila de combustible de esta clase se conoce, por ejemplo, de la solicitud WO 03/030291 A2.

La invención hace referencia además a un sistema de pila de combustible con múltiples módulos de pila de combustible de este tipo según la reivindicación 10 y a un procedimiento de funcionamiento según las reivindicaciones 11 y 13.

10 Los sistemas de pilas de combustible de diseño modular ya se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. Un tipo de aplicación muy ventajosa es la generación silenciosa y respetuosa con el medio ambiente de energía eléctrica en aplicaciones marítimas, por ejemplo, a bordo de buques, especialmente submarinos, o vehículos submarinos sin tripulación.

15 En este caso se utilizan módulos de pilas de combustible, que por lo general presentan una potencia eléctrica nominal de al menos 5 kW.

Este tipo de módulos de pilas de combustible se conocen, por ejemplo, de las solicitudes WO 03/030291 A2, WO 2005/073075 A1 y del folleto de la empresa Siemens AG, con el título: "PEM Fuel Cells for Submarines" ("Pilas de combustible PEM para submarinos"), E10001-A930-A35-V3-7600, Siemens AG 2001, portada.

20 Las pilas de combustible o módulos de pilas de combustible también se conocen de la solicitud US 2005/129999 A1, que trata el problema de la distribución desigual del combustible a las distintas pilas de combustible durante el arranque, o de la solicitud DE 10 2010 028961 A1, que revela un sistema modular de pilas de combustible; en donde un sistema central de conductos de medios está dispuesto al menos parcialmente dentro de una estructura de soporte y en donde cada una de las unidades de pilas de combustible está conectada al sistema central de conductos mediante al menos un conducto de conexión. En la solicitud DE 10 2004 003670 A1 se revela otra
25 disposición de pilas de combustible con múltiples módulos de pilas de combustible interconectados mediante un módulo distribuidor.

30 Los módulos de pilas de combustible están conectados a un suministro común de medios de funcionamiento (por ejemplo, a un tanque de almacenamiento común de oxígeno, hidrógeno y nitrógeno) para el suministro de medios de funcionamiento (por ejemplo, hidrógeno, oxígeno, agua de refrigeración, nitrógeno). Los módulos de pilas de combustible también suelen estar conectados eléctricamente en serie para alcanzar el nivel de tensión de salida deseado. Alternativamente, también se pueden conectar individualmente a un controlador CC/CC.

35 El módulo de pila de combustible presenta una unidad de pila de combustible y una unidad de suministro de medios de funcionamiento para suministrar a la unidad de pila de combustible los medios de funcionamiento, en donde la unidad de pila de combustible y la unidad de suministro de medios de funcionamiento están conectadas entre sí a través de una placa de conexión dispuesta entre las dos unidades.

40 La unidad de pilas de combustible presenta además una placa de extremo, en donde entre la placa de conexión y la placa de extremo está dispuesta al menos una pila de pilas de combustible y una pila de pilas de humidificación. La placa de extremo y la placa de conexión se sujetan entre sí mediante tensores y mantienen así las pilas unidas. Preferentemente se utiliza una pila de pilas de combustible en cascada (es decir, varias pilas secundarias conectadas en cascada en el lado del medio) para un funcionamiento del módulo de pilas de combustible lo más libre de gases de escape posible.

45 La unidad de suministro de medios de funcionamiento también está conectada con la placa de conexión y presenta una placa de conexión con conexiones de corriente eléctrica para aprovechar una corriente eléctrica generada en las pilas de combustible desde el exterior del módulo de pila de combustible así como conexiones de medios de funcionamiento para el suministro y extracción de medios de funcionamiento hacia o desde el módulo de pila de combustible.

50 La unidad de suministro de medios de funcionamiento comprende componentes auxiliares para el funcionamiento del módulo de pila de combustible, en particular, válvulas para conectar y desconectar el suministro (externo) de medios de funcionamiento, sensores de presión, sensores de temperatura y/o separadores de agua. Los sensores y actuadores del módulo de pila de combustible están conectados con un dispositivo de control y regulación a distancia a través de correspondientes líneas de control y señalización.

En este caso se debe garantizar una alta disponibilidad del sistema de pilas de combustible y, por lo tanto, también de los módulos individuales. En caso de un defecto en una pila de combustible, en los módulos de pila de combustible descritos anteriormente, por lo general se retira todo el módulo del sistema de pila de combustible y, si es necesario, se sustituye por un módulo intacto. Para ello, todo el sistema de pila de combustible, es decir, todos los módulos de pila de combustible, se lleva a un estado seguro mediante un procedimiento de desconexión (controlado por un dispositivo de control y regulación superior). Después de sustituir el módulo defectuoso, todo el sistema de pila de combustible se vuelve a poner en funcionamiento mediante un procedimiento de conexión.

El objeto de la presente invención consiste en aumentar aún más la disponibilidad del sistema de pila de combustible o de los módulos de pila de combustible.

La solución de dicho objeto se logra mediante un módulo de pila de combustible según la reivindicación 1, sistema de pilas de combustible con múltiples módulos de pila de combustible de este tipo según la reivindicación 10 y un procedimiento de funcionamiento para un sistema de pilas de combustible según las reivindicaciones 11 y 13. Las configuraciones ventajosas son objeto de las respectivas reivindicaciones relacionadas.

Un módulo de pila de combustible conforme a la invención comprende una unidad de pila de combustible y una unidad de suministro de medios de funcionamiento para el suministro de medios de funcionamiento a la unidad de pila de combustible; en donde la unidad de pila de combustible presenta al menos una pila de pilas de combustible, preferentemente una pila en cascada de pilas de combustible; en donde la unidad de suministro de medios de funcionamiento presenta conexiones de corriente eléctrica para aprovechar una corriente generada en las pilas de combustible desde el exterior del módulo de pila de combustible y conexiones de medios de funcionamiento para el suministro y extracción de medios de funcionamiento hacia o desde el módulo de pila de combustible; en donde la unidad de pila de combustible y la unidad de suministro de medios de funcionamiento se pueden separar entre sí; y que comprende un dispositivo de control y/o regulación del módulo dispuesto sobre o en el módulo de pila de combustible, que está diseñado para llevar la unidad de pila de combustible a un estado seguro mediante un procedimiento de desconexión antes de que se desconecte de la unidad de suministro de medios de funcionamiento y/o para poner la unidad de pila de combustible en funcionamiento mediante un procedimiento de conexión después de que se haya conectado a la unidad de suministro de medios de funcionamiento.

Por un estado "seguro" se entiende un estado en el que, por un lado, no existen tensiones de contacto peligrosas (por ejemplo, tensiones inferiores a los 120 V CC) en la unidad de pila de combustible y, por otro lado, en el que las concentraciones de los medios de funcionamiento caen por debajo de un valor límite predeterminado (por ejemplo, concentración de hidrógeno inferior al 4 % en volumen), de modo que la separación de la unidad de pilas de combustible de la unidad de suministro de medios de funcionamiento y, por lo tanto, el contacto entre las pilas de combustible y el aire ambiente no provoque la conformación de una mezcla explosiva de combustible y oxígeno.

El término "puesta en funcionamiento" aquí significa que se inicia una reacción electroquímica controlada en las pilas de combustible suministrando medio de funcionamiento a la unidad de pila de combustible y se genera una tensión de salida en la unidad de pila de combustible.

En caso de un defecto de una pila de combustible, la unidad de pila de combustible se puede retirar de forma segura de la unidad de suministro de medios de funcionamiento y reemplazar. Sin embargo, la unidad de suministro de medios de funcionamiento puede permanecer instalada en un sistema de pila de combustible durante la sustitución. En particular, las conexiones de la unidad de suministro de medios de funcionamiento al suministro de medios de funcionamiento del sistema de pila de combustible y las conexiones de corriente eléctrica no tienen que estar separadas. Por lo tanto, no es necesario apagar y reiniciar el sistema de pila de combustible para sustituir la unidad de pila de combustible. De esta manera, se puede reducir el tiempo y el esfuerzo necesarios para reparar el módulo de pila de combustible o el sistema de pila de combustible y, por lo tanto, se puede aumentar su disponibilidad.

El dispositivo de control y/o regulación del módulo dispuesto sobre o dentro del módulo de pila de combustible permite prescindir de un cableado complejo hasta un dispositivo de control y/o regulación superior y permite un control y/o regulación en gran medida autónomo del módulo de la pila de combustible, independientemente de un dispositivo de control y/o regulación de nivel superior.

De manera preferida, el dispositivo de control y/o regulación del módulo está unido de forma desmontable a la unidad de pila de combustible o a la unidad de suministro de medios de funcionamiento y está conectado con actuadores o sensores montados respectivamente, mediante líneas de control y/o de señalización que están unidas de forma desmontable con la unidad de suministro de medios de funcionamiento y/o con la unidad de pila de combustible. Por lo tanto, el dispositivo de control y/o regulación del módulo también se puede sustituir con facilidad en caso de algún defecto.

El procedimiento de desconexión comprende ventajosamente la descarga y la inertización de las pilas de combustible. "Inertizar" significa aquí evacuar y llenar los espacios de gas de las pilas de combustible con un gas

inerte (preferentemente nitrógeno) y/o lavar con un gas inerte hasta que la concentración de combustible caiga por debajo de un valor límite predeterminado.

Ventajosamente, el módulo de pila de combustible puede comprender una resistencia eléctrica conmutable para la descarga eléctrica de la unidad de pila de combustible, preferentemente, como parte del proceso de desconexión.

5 Preferentemente, el procedimiento de conexión comprende al menos uno, preferentemente todos, de los siguientes pasos:

- comprobar una correcta conexión de los sensores y actuadores al dispositivo de control y/o regulación del módulo;
- comprobar una correcta conexión de los conductores de corriente (por ejemplo, barras colectoras) para la conducción de la corriente eléctrica generada por la unidad de pila de combustible;

10 - llenar los espacios de refrigerante de la unidad de pila de combustible (2) con refrigerante;

- llenar los espacios de gas de funcionamiento de la unidad de pila de combustible con un gas inerte, preferentemente nitrógeno, después de una evacuación, preferentemente múltiple, y/o lavado con gas inerte, preferentemente nitrógeno;

- comprobar la estanqueidad (preferentemente tanto dentro del módulo como exteriormente);

15 - llenar los espacios de gas de funcionamiento de la unidad de pila de combustible con gases de funcionamiento (reactivos);

- comprobar la reacción electroquímica de las pilas de combustible, preferentemente, utilizando las tensiones de circuito abierto.

20 Un procedimiento para llenar con medios de funcionamiento los espacios de medios de funcionamiento de la unidad de pila de combustible se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente europea aún no publicada de la solicitante número 16163367.2.

25 Además, el módulo de pila de combustible presenta uno o más elementos de control para iniciar el procedimiento de desconexión y/o el procedimiento de conexión y/o uno o más elementos de visualización para indicar la finalización exitosa del procedimiento de desconexión y/o el procedimiento de conexión. El elemento de control puede ser, por ejemplo, un botón, un interruptor o un elemento de una pantalla táctil (Touchscreen). El elemento indicador puede ser, por ejemplo, un generador de señales ópticas o acústicas o un elemento de visualización. Por lo tanto, una persona puede iniciar de forma particularmente sencilla el proceso de desconexión o conexión in situ en el módulo de pila de combustible y recibir una notificación sobre cuándo puede desconectar de forma segura la unidad de pila de combustible de la unidad de suministro de medios de funcionamiento o desde cuando el módulo de pila de combustible está listo para funcionar nuevamente después de conectar la unidad de pila de combustible y la unidad de suministro de medios de funcionamiento.

35 De acuerdo con una configuración constructiva muy sencilla, la unidad de pila de combustible y la unidad de suministro de medios de funcionamiento están conectadas entre sí a través de una placa de conexión dispuesta entre las dos unidades, en donde la placa de conexión comprende una primera placa parcial y una segunda placa parcial, que son desmontables entre sí para separar la unidad de pila de combustible de la unidad de suministro de medio de funcionamiento.

40 De acuerdo con una configuración constructiva muy sencilla, la unidad de pila de combustible está conectada con la segunda placa parcial y presenta una placa de extremo, en donde entre la segunda placa parcial y la placa de extremo está dispuesta la, al menos una, pila de pilas de combustible y en donde la segunda placa parcial y la placa de extremo están sujetas entre sí de tal manera que mantienen unida la pila de pilas de combustible.

Según otra configuración constructiva muy sencilla, la unidad de suministro de medios de funcionamiento está conectada con la primera placa parcial y presenta una placa de conexión que presenta las conexiones de medios de funcionamiento, preferentemente también las conexiones de corriente eléctrica.

45 Para humidificar los gases de funcionamiento antes de su alimentación a las pilas de combustible, se puede disponer una pila de pilas de humidificación entre la segunda placa parcial y la placa de extremo, en donde la segunda placa parcial y la placa de extremo están sujetas de tal manera que en simultáneo mantienen unidas tanto la pila de pilas de combustible como la pila de pilas de humidificación.

Para una fácil conexión de los conductos de suministro y descarga de las pilas de combustible y eventualmente de las pilas de humidificación de la unidad de pilas de combustible a la unidad de suministro de medios de funcionamiento, los conductos de medios de funcionamiento se extienden preferentemente en la dirección de apilamiento de las pilas de combustible a través de las dos placas parciales.

5 Para un control preciso de las pilas de combustible, el módulo de pilas de combustible también comprende preferentemente un dispositivo de control de la tensión de las pilas que está unido de forma desmontable a la unidad de pilas de combustible y está conectado a las pilas de combustible de la unidad de pilas de combustible a través de líneas de señalización que se pueden separar de la unidad de pilas de combustible. De este modo, el dispositivo de control de la tensión de las pilas también se puede reemplazar fácilmente en caso de algún defecto.

10 Un sistema de pila de combustible según la invención comprende una pluralidad de módulos de pila de combustible descritos anteriormente, que están conectados a un suministro común de medios de funcionamiento para el suministro de medios de funcionamiento.

15 De acuerdo con una configuración ventajosa de este sistema de pila de combustible, para sustituir una unidad de pila de combustible de un módulo de pila de combustible mientras el sistema de pila de combustible está en funcionamiento, la unidad de pila de combustible de este módulo de pila de combustible se puede desconectar de la unidad de suministro de medios de funcionamiento separando las dos placas parciales, aunque la unidad de suministro de medios de funcionamiento permanece conectada al sistema de pila de combustible.

20 En un procedimiento según la presente invención para el funcionamiento de un sistema de pila de combustible con una pluralidad de módulos de pila de combustible descritos anteriormente, que se alimentan con medios de funcionamiento desde un suministro común de medios de funcionamiento, para reemplazar una unidad de pila de combustible de un módulo de pila de combustible mientras el sistema de pila de combustible está en funcionamiento, la unidad de pila de combustible de este módulo de pila de combustible se lleva a un estado seguro mediante el procedimiento de desconexión y, a continuación, se desconecta de la unidad de suministro de medios de funcionamiento; en donde la unidad de suministro de medios de funcionamiento permanece conectada al sistema de pila de combustible tras la desconexión de la unidad de pila de combustible de la unidad de suministro de medios de funcionamiento.

25 En otro procedimiento según la presente invención para el funcionamiento de un sistema de pila de combustible con una pluralidad de módulos de pila de combustible descritos anteriormente, que se alimentan con medios de funcionamiento desde un suministro común de medios de funcionamiento, para reemplazar una unidad de pila de combustible mientras el sistema de pila de combustible está en funcionamiento y la unidad de suministro de medios de funcionamiento está conectada al sistema de pila de combustible, la unidad de pila de combustible se conecta a la unidad de suministro de medios de funcionamiento y se pone en funcionamiento mediante el procedimiento de conexión.

30 Para sustituir una unidad de pila de combustible de un módulo de pila de combustible, resulta especialmente ventajoso ejecutar los dos procedimientos descritos anteriormente uno tras otro.

35 Preferentemente, para sustituir una unidad de pila de combustible de un módulo de pila de combustible mientras el sistema de pila de combustible está en funcionamiento, la unidad de pila de combustible de este módulo de pila de combustible se desconecta de la unidad de suministro de medios de funcionamiento separando las dos placas parciales descritas anteriormente, aunque la unidad de suministro de medios de funcionamiento permanece conectada al sistema de pila de combustible después de que la unidad de pila de combustible se haya desconectado de la unidad de suministro de medios de funcionamiento.

La presente invención, así como otras configuraciones ventajosas de la presente invención, de acuerdo con las características de las reivindicaciones relacionadas, se explican en detalle a continuación mediante los ejemplos de ejecución de las figuras. Las figuras muestran:

45 Figura 1: un módulo de pila de combustible conocido del estado de la técnica.

Figura 2: un sistema de pila de combustible conocido del estado de la técnica.

Figura 3: un módulo de pila de combustible según la invención en una representación esquemática simplificada en estado montado.

Figura 4: el módulo de pila de combustible de la figura 3 en estado separado.

Figura 5: una vista en planta del dispositivo de control y/o regulación del módulo de pila de combustible de las figuras 3 y 4.

Figura 6: un sistema de pila de combustible conforme a la invención.

5 Figura 7: una vista en perspectiva de un módulo de pila de combustible conforme a la presente invención, en una representación detallada.

Figura 8: una segunda vista en perspectiva del módulo de pila de combustible de la figura 7.

Figura 9: una secuencia de proceso durante un procedimiento de desconexión de un módulo de pila de combustible.

Figura 10: una secuencia de proceso durante un procedimiento de conexión de un módulo de pila de combustible.

10 La figura 1 muestra una representación esquemática simplificada de un módulo de pila de combustible 1 conocido del estado de la técnica, que presenta una unidad de pila de combustible 2 y una unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 para alimentar la unidad de pila de combustible 2 con los medios de funcionamiento.

15 Como está representado, el módulo de pila de combustible 1 presenta preferentemente exactamente una unidad de pila de combustible 2 y exactamente una unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 asociada sólo a esta unidad de pila de combustible 2, es decir, la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 sólo sirve para alimentar con medios de funcionamiento a la unidad de pila de combustible 2 asociada.

Sin embargo, también es posible, por ejemplo, que el módulo de pila de combustible 1 presente exactamente una unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 y dos o más unidades de pilas de combustible 2 asociadas únicamente a ésta y alimentadas con medios de funcionamiento.

20 La unidad de pila de combustible 2 comprende una pila 5 de pilas de combustible PEM (membrana polimérica electrolítica) 5' y una pila 6 de pilas de humidificación 6'. La pila 5 está dispuesta en cascada y presenta dos pilas parciales con una placa estabilizadora 15 dispuesta entre ellas. La conexión en cascada permite que las pilas de combustible funcionen con emisiones muy bajas de gas de escape.

La unidad de pila de combustible 2 y la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 están conectadas entre sí a través de una placa de conexión 4 dispuesta entre las dos unidades.

25 La unidad de pila de combustible 2 presenta además una placa de extremo 7, en donde entre la placa de conexión 2 y la placa de extremo 7 están dispuestas las pilas 5, 6. La placa de extremo 7 y la placa de conexión 4 se sujetan entre sí mediante tensores no representados en detalle y mantienen así las pilas 5, 6 unidas.

30 La unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 también está conectada con la placa de conexión 4 y presenta una placa de conexión 9 con conexiones de corriente eléctrica 10 para aprovechar una corriente eléctrica generada en las pilas de combustible 5' desde el exterior del módulo de pila de combustible 1, conexiones de sensores 11 así como conexiones de medios de funcionamiento 13 para el suministro y extracción de medios de funcionamiento (oxígeno, hidrógeno y nitrógeno) hacia o desde el módulo de pila de combustible 1.

Otra placa intermedia 14 delimita junto con las placas 4, 7 la pila de pilas de humidificación 6 o la pila de pilas de combustible 5.

35 Las placas 4, 14, 15 presentan una pluralidad de conductos de medios de funcionamiento, no representados en la figura 1, que se extienden a través de las placas. Las placas 4, 7 cierran la unidad de pila de combustible 2 desde el exterior.

40 La unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 comprende componentes auxiliares para el funcionamiento del módulo de pila de combustible 1, en particular, válvulas para conectar y desconectar el suministro (externo) de medios de funcionamiento, sensores de presión, sensores de temperatura y/o separadores de agua.

45 Los sensores y actuadores del módulo de pila de combustible 1, no representados aquí en detalle, están conectados con un dispositivo de control y regulación superior a través de correspondientes conexiones en la placa de conexión 9 o placa de extremo 7 y líneas de señalización y control. A modo de ejemplo se muestran únicamente las conexiones de sensores 13. No se muestran las barras colectoras que se extienden a lo largo del exterior de la unidad de pila de combustible 2 y conducen la electricidad generada por las pilas de combustible a la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3.

La figura 2 muestra un sistema de pila de combustible 100 con múltiples módulos de pila de combustible 1 según la figura 1. Los módulos de pila de combustible 1 están conectados a un suministro común de hidrógeno 20 y a un suministro común de oxígeno 21 a través de las conexiones 13 para el suministro de medios de funcionamiento desde el exterior. De manera similar, también se pueden conectar, por ejemplo, a un suministro común de nitrógeno o a un suministro de agua de refrigeración. Para controlar y/o regular todos los módulos de pilas de combustible 1 se utiliza un dispositivo de control y/o regulación superior 200 y para ello está conectado, por ejemplo, con las entradas de sensores 11 (véase la figura 1).

Para reemplazar una pila de combustible 5' defectuosa de un módulo de pila de combustible 1, todo el módulo 1 se debe separar del sistema de pila de combustible 100 usando las conexiones 10, 11, 13 y reemplazar. Para ello se debe desconectar y volver a conectar todo el sistema de pila de combustible 100. Para reinstalar un módulo de pila de combustible 1, también se debe desconectar y volver a conectar todo el sistema de pila de combustible 100.

La figura 3 muestra un módulo de pila de combustible 1 según la invención, en donde los mismos componentes están provistos de los mismos números de referencia que en la figura 1. A diferencia del módulo de pila de combustible 1 de la figura 1, la placa de conexión 4 comprende una primera placa parcial 4a y una segunda placa parcial 4b, que son desmontables entre sí para separar la unidad de pila de combustible 2 de la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3.

Para ello, la unidad de pila de combustible 2 está conectada con la segunda placa parcial 4b y las pilas 5, 6 están dispuestas entre la segunda placa parcial y la placa de extremo 7. La segunda placa parcial 4b y la placa de extremo 7 están sujetas entre sí de tal manera que mantienen unida la pila 5. La unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 está conectada con la primera placa parcial 4a.

Por lo tanto, la unidad de pila de combustible se puede cambiar muy fácilmente, en donde la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 permanece conectada al sistema de pila de combustible 100 con sus conexiones 10, 13.

No se muestran las barras colectoras que se extienden a lo largo del exterior de la unidad de pila de combustible 2 y conducen la electricidad generada por las pilas de combustible 5' a la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3. Dichas barras colectoras se pueden separar o volver a conectar a barras colectoras en la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3, por ejemplo, mediante conexiones enchufables.

Tampoco se muestran elementos para conectar de manera desmontable las dos placas parciales 4a, 4b ni una junta entre estas dos placas parciales. Estas pueden estar constituidas, por ejemplo, por uniones roscadas dispuestas en el borde exterior de las placas parciales 4a, 4b. Los orificios necesarios para esto pueden estar dispuestos, por ejemplo, en una zona de borde de las placas parciales 4a, 4b, que sobresale de un borde exterior de las pilas de combustible 5' o de las pilas de humidificación 6'.

Para una fácil conexión de los conductos de suministro y descarga de las pilas de combustible 5' y las pilas de humidificación 6' de la unidad de pilas de combustible 2 a la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3, los conductos de medios de funcionamiento se extienden de una manera no mostrada en la dirección de apilamiento de las pilas 5', 6', a través de las dos placas parciales 4a, 4b.

El módulo de pila de combustible comprende un dispositivo de control y/o regulación del módulo propio 30 que está unido de forma desmontable a la unidad de pila de combustible 2 y está conectado con actuadores o sensores montados respectivamente, mediante líneas de control y/o de señalización no mostradas en detalle que están unidas de manera desmontable con la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 y/o con la unidad de pila de combustible 2. El dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 también se puede sustituir con facilidad en caso de algún defecto. El dispositivo de control y/o regulación del módulo asume funciones esenciales del dispositivo de control y/o regulación superior 200 de la figura 2, de modo que se puede prescindir de salidas de sensor en la placa de conexión 9.

El dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 está diseñado para usar un procedimiento de desconexión para llevar la unidad de pila de combustible 2 a un estado seguro antes de desconectarla de la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 y usar un procedimiento de conexión para volver a poner en funcionamiento la unidad de pila de combustible 2 después de conectarla a la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3.

El módulo de pila de combustible 1 comprende una resistencia eléctrica conmutable 31 para la descarga eléctrica de la unidad de pila de combustible 2 como parte del procedimiento de desconexión.

Para un control preciso de las pilas de combustible 5', el módulo de pilas de combustible 1 también comprende un dispositivo de control de la tensión de las pilas 32 que está unido de forma desmontable a la unidad de pilas de combustible 2 y está conectado a las pilas de combustible 5 de la unidad de pilas de combustible 2 a través de

líneas de señalización que se pueden separar de la unidad de pilas de combustible 2. De este modo, el dispositivo de control de la tensión de las pilas 32 también se puede reemplazar fácilmente en caso de algún defecto.

5 Como se muestra en una vista en planta del dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 en la figura 5, el procedimiento de encendido, éste presenta en su exterior un primer elemento de control 41 (por ejemplo, un botón) para iniciar el proceso de desconexión y un segundo elemento de control 42 (por ejemplo, un botón) para iniciar el proceso de conexión. Además, presenta un primer elemento indicador 43 (por ejemplo, una lámpara de señalización) para indicar la finalización exitosa del procedimiento de desconexión y un segundo elemento indicador 44 (por ejemplo, una lámpara de señalización) para indicar la finalización exitosa del procedimiento de conexión.

10 Una persona puede iniciar de forma particularmente sencilla el proceso de desconexión o conexión in situ en el módulo de pila de combustible 1 y recibir una notificación sobre cuándo puede separar de forma segura la unidad de pila de combustible 2 de la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 o desde cuando el módulo de pila de combustible 1 está listo para funcionar nuevamente después de conectar la unidad de pila de combustible 2 y la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3.

15 El módulo de pila de combustible 1 suele presentar una potencia eléctrica nominal de al menos 5 kW para aplicaciones marítimas.

En lugar de una pila 5 en cascada también puede estar presente una pila sin cascada.

20 La figura 4 muestra el módulo de pila de combustible 1 de la figura 3 en un estado en el que la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3, la unidad de pila de combustible 2, el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 y el dispositivo de supervisión de la tensión de la pila 32 están separados entre sí. También se pueden observar los conductos de medios de funcionamiento 34 que atraviesan las placas parciales 4a, 4b. Entre las placas parciales 4a, 4b se pueden colocar juntas (no mostradas en detalle) para sellar los conductos de medios de funcionamiento 34. Además, se muestran esquemáticamente tensores 35 para sujetar la placa parcial 4b con la placa de extremo 7.

25 La figura 5 muestra una vista en planta del exterior del dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 con los elementos de control 41, 42 y los elementos indicadores 43, 44. También se pueden observar una pantalla táctil 45 para mostrar informaciones del estado y conexiones de conector 46 para conectar conectores para líneas de señalización y control, así como para la comunicación de bus a un dispositivo de control y/o regulación de nivel superior.

30 Como se muestra en referencia a un sistema de pila de combustible 100 en la figura 6, en el caso de un defecto en una pila de combustible 5', la unidad de pila de combustible 2 se puede separar de la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 y reemplazar, en donde la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 permanece conectada al sistema de pila de combustible 100. Esto puede suceder mientras el sistema de pila de combustible 100 está en funcionamiento. No es necesario desconectar y después reconectar todo el sistema de pila de combustible 100 cuando se reemplaza una unidad de pila de combustible 2 individual.

35 Las figuras 7 y 8 muestran en dos vistas en perspectiva diferentes un módulo de pila de combustible 1 según la invención en estado separado en detalle. En comparación con el módulo de pila de combustible 1 de las figuras 3 a 5, los correspondientes componentes están provistos de los mismos símbolos de referencia. Para simplificar la ilustración, sólo se muestran los orificios 51 de las conexiones en la placa de conexión 9.

40 También se pueden ver barras colectoras 52 que se extienden a lo largo de la unidad de pila de combustible 2, que se pueden conectar o desconectar de líneas de conexión eléctricas en la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 a través de acoplamientos de enchufe 50. El dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 presenta ahora una pantalla táctil 55 en lugar de elementos indicadores y de control separados. También se muestran tensores 55 para sujetar las placas 4b y 7 para mantener juntas las pilas 5 y 6.

45 Las dos placas parciales 4a, 4b también pueden presentar acoplamientos rápidos en los conductos de medio de funcionamiento 34 que las atraviesan.

Además, se muestran los orificios 56 dispuestos en el borde exterior de las placas parciales 4a, 4b para conexiones roscadas a fin de conectar de manera desmontable la unidad de pila de combustible 2 con la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3.

50 La figura 9 muestra una secuencia de proceso 60 para separar una unidad de pila de combustible 2 de una unidad de suministro de medios de funcionamiento 3. La secuencia del proceso se explica mediante los ejemplos de ejecución de las figuras 3 a 6.

ES 2 985 739 T3

5 El procedimiento comienza durante el funcionamiento del sistema de pila de combustible 100 en un paso 61 con una orden de desconexión por parte de un operador mediante el elemento de control 41, alternativamente también directamente mediante el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 o el dispositivo de control y regulación de nivel superior 200. Esta orden de desconexión es detectada por el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30.

10 A continuación se inicia y ejecuta automáticamente un proceso de desconexión mediante el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30. Para ello, el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 primero separa las pilas de combustible 5' de las conexiones de potencia 10 (y, por tanto, eléctricamente del sistema de pilas de combustible 100) mediante un interruptor en un paso 62 y conecta la resistencia de descarga 31 a las pilas de combustible 5' del módulo de pilas de combustible 1 para que se desconecten después de que se hayan desconectado los reactivos y se hayan manipulado los espacios de gas de servicio.

15 En un siguiente paso 63, el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 ejecuta una inertización de las pilas de combustible 5'. El "Inertizar" comprende aquí evacuar y llenar (eventualmente varias veces) los espacios de gas de las pilas de combustible con nitrógeno y/o lavar con nitrógeno hasta que la concentración de hidrógeno caiga por debajo de un límite predeterminado.

A continuación, en un paso 64, se vacían los espacios de refrigerante de la unidad de pila de combustible 2.

El dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 señala una finalización exitosa del procedimiento de desconexión a un operador en un paso 65 activando apropiadamente el elemento indicador 43.

20 El operador puede entonces en un paso 66 separar el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30, la unidad de pila de combustible 2 y la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3.

La figura 10 muestra una secuencia de proceso 70 para una conexión de una unidad de pila de combustible 2 de una unidad de suministro de medios de funcionamiento 3. La secuencia del proceso también se explica mediante los ejemplos de ejecución de las figuras 3 a 6.

25 El procedimiento comienza durante el funcionamiento del sistema de pila de combustible 100 en un paso 71 con una conexión mecánica de la unidad de pila de combustible 2 y la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3 por parte de un operador. Además, el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 está conectado eléctrica y mecánicamente a la unidad de pila de combustible 2 y a la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3.

A continuación, en un paso 72, el operador genera una orden de conexión accionando el elemento de control 42. Esta orden de conexión es detectada por el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30.

30 A continuación se inicia y ejecuta automáticamente un proceso de conexión mediante el dispositivo de control y/o regulación del módulo 30.

En este caso, en un primer paso 73 se comprueba la correcta conexión de sensores y válvulas al dispositivo de control y/o regulación del módulo 30.

35 En otro paso 74, se comprueba una correcta conexión de los conductores de corriente (por ejemplo, barras colectoras) que transportan la corriente generada por las pilas de combustible.

40 Después, en un paso 75, los espacios de refrigerante de la unidad de pila de combustible 2 se llenan con refrigerante (por ejemplo, agua desionizada), que se suministra al módulo de pila de combustible 1 desde el exterior (por ejemplo, a través de un dispositivo auxiliar como en la solicitud de patente europea nº 16163367.2 de la solicitante aún no publicada o directamente a través de un suministro de medios de funcionamiento del sistema de pila de combustible conectado) de la unidad de suministro de medios de funcionamiento 3. Esto también puede comprender una posterior ventilación y/o desgasificación de los espacios de refrigerante.

45 Posteriormente, en un paso 76, los espacios de gas operativos de las pilas de combustible 5 se preparan adecuadamente con gas inerte, evacuación y/o purga para ejecutar una prueba de mantenimiento de presión/prueba de fugas en un paso 77 con diferentes grados de llenado de los espacios de gas de la unidad de pila de combustible 2 (por ejemplo, a través de un dispositivo auxiliar como en la solicitud de patente europea aún no publicada nº 16163367.2 de la solicitante o directamente a través de un suministro de medios de funcionamiento del sistema de pila de combustible conectado).

A continuación se pueden añadir los reactivos en un paso 78 y se puede comprobar la reacción electroquímica, preferentemente, utilizando las tensiones de circuito abierto.

ES 2 985 739 T3

Aquí, en un paso 73, los espacios de refrigerante del dispositivo de control y/o regulación del módulo 30 señalan a un operador en un paso 79 una finalización exitosa del proceso de conexión activando correspondientemente el elemento indicador 44.

5 Después en un paso 80, el módulo de pila de combustible 2 se puede conectar al sistema de pila de combustible 100.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Módulo de pila de combustible (1) que comprende una unidad de pila de combustible (2) y una unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) para suministrar medios de funcionamiento a la unidad de pila de combustible (2); en donde la unidad de pila de combustible (2) presenta al menos una pila (5) de pilas de combustible (5'), preferentemente una pila (5) en cascada de pilas de combustible (5'); en donde la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) presenta conexiones de corriente eléctrica (10) para aprovechar una corriente generada en las pilas de combustible (5') desde el exterior del módulo de pila de combustible (1) y conexiones de medios de funcionamiento (13) para el suministro y extracción de medios de funcionamiento hacia o desde el módulo de pila de combustible (2); en donde la unidad de pila de combustible (2) y la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) se pueden separar entre sí; en donde el módulo de pila de combustible (1) comprende un dispositivo de control y/o regulación del módulo (30) dispuesto sobre o en el módulo de pila de combustible (1), que está diseñado para llevar la unidad de pila de combustible (2) a un estado seguro mediante un procedimiento de desconexión antes de que se desconecte de la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) y/o para poner la unidad de pila de combustible (2) en funcionamiento mediante un procedimiento de conexión después de que se haya conectado a la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3).
- 20 2. Módulo de pila de combustible (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de control y/o regulación del módulo (30) está unido de forma desmontable a la unidad de pila de combustible (2) o a la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3); y está conectado con actuadores o sensores montados respectivamente, mediante líneas de control y/o de señalización que están unidas de manera desmontable con la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) y/o con la unidad de pila de combustible (2).
3. Módulo de pila de combustible (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende una resistencia eléctrica conmutable (31) para la descarga eléctrica de la unidad de pila de combustible (2).
- 25 4. Módulo de pila de combustible (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque presenta uno o más elementos de control (41, 42) para iniciar el procedimiento de desconexión y/o el procedimiento de conexión y/o uno o más elementos indicadores (43, 44) para indicar la finalización exitosa del procedimiento de desconexión y/o el procedimiento de conexión.
- 30 5. Módulo de pila de combustible (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la unidad de pila de combustible (2) y la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) están conectadas entre sí a través de una placa de conexión (4) dispuesta entre las dos unidades, en donde la placa de conexión (4) comprende una primera placa parcial (4a) y una segunda placa parcial (4b), que son desmontables entre sí para separar la unidad de pila de combustible (2) de la unidad de suministro de medio de funcionamiento (3).
- 35 6. Módulo de pila de combustible (1) según la reivindicación 5, caracterizado porque la unidad de pila de combustible (2) está conectada con la segunda placa parcial (4b) y presenta una placa de extremo (7), en donde entre la segunda placa parcial (4) y la placa de extremo (7) está dispuesta la, al menos una, pila (5) de pilas de combustible (5') y en donde la segunda placa parcial (4b) y la placa de extremo (7) están sujetas entre sí de tal manera que mantienen unida la pila (5) de pilas de combustible (5').
- 40 7. Módulo de pila de combustible (1) según una de las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizado porque la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) está conectada con la primera placa parcial (4a) y comprende una placa de conexión (9) que presenta las conexiones de medios de funcionamiento (13), preferentemente, también las conexiones de corriente eléctrica (10).
- 45 8. Módulo de pila de combustible (1) según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque entre la segunda placa parcial (4b) y la placa de extremo (7) está dispuesta una pila (6) de pilas de humidificación (6'), en donde la segunda placa parcial (4b) y la placa de extremo (7) están sujetas entre sí de tal de manera que mantienen unidas simultáneamente tanto la pila (5) de pilas de combustible (5') como la pila (6) de pilas de humidificación (6').
9. Módulo de pila de combustible (1) según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque a través de las dos placas parciales (4a, 4b) se extienden conductos de medio de funcionamiento (34).
- 50 10. Sistema de pila de combustible (100) con múltiples módulos de pila de combustible (1) según una de las reivindicaciones precedentes, que están conectados a una fuente de medios de funcionamiento común (20, 21) para el suministro de medios de funcionamiento.
11. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de pilas de combustible (100) con una pluralidad de módulos de pila de combustible (1), cada uno según una de las reivindicaciones 1 a 9, que se alimentan con medos de funcionamiento desde un suministro común de medios de funcionamiento (20, 21); en donde para reemplazar

- 5 una unidad de pila de combustible (2) de un módulo de pila de combustible (1) mientras el sistema de pila de combustible (100) está en funcionamiento, la unidad de pila de combustible (2) de este módulo de pila de combustible (1) se lleva a un estado seguro mediante el procedimiento de desconexión y, a continuación, se desconecta de la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3); en donde la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) permanece conectada al sistema de pila de combustible (100) tras la desconexión de la unidad de pila de combustible (2) de la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3).
12. Procedimiento (1) según la reivindicación 11, caracterizado porque el procedimiento de parada comprende la descarga y la inertización de las pilas de combustible (5').
- 10 13. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de pilas de combustible (100) con múltiples módulos de pilas de combustible (1), cada uno según una de las reivindicaciones 1 a 9, que se alimentan con medios de funcionamiento desde un suministro común de medios de funcionamiento (20, 21), en donde durante el funcionamiento en curso del sistema de pila de combustible (100) y la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) está conectada al sistema de pila de combustible (100), la unidad de pila de combustible (2) está conectada con la unidad de suministro de medios de funcionamiento (3) y se pone en funcionamiento utilizando el procedimiento de conexión.
- 15 14. Procedimiento (1) según la reivindicación 13, caracterizado porque el procedimiento de conexión comprende al menos uno, preferentemente todos, de los siguientes pasos:
- comprobar la correcta conexión de los sensores y actuadores al dispositivo de control y/o regulación del módulo (30);
 - 20 - comprobar la correcta conexión de los conductores de corriente (52) para la conducción de una corriente eléctrica generada por la unidad de pila de combustible (2);
 - llenar los espacios de refrigerante de la unidad de pila de combustible (2) con refrigerante;
 - llenar los espacios de gas de funcionamiento de la unidad de pila de combustible (2) con un gas inerte;
 - prueba de estanqueidad;
 - 25 - llenar los espacios de gas de funcionamiento de la unidad de pila de combustible (2) con gases de funcionamiento;
 - comprobar la reacción electroquímica de las pilas de combustible (5'), preferentemente, utilizando las tensiones de circuito abierto.
- 30 15. Procedimiento (1) según una de las reivindicaciones 11 a 14, en donde para sustituir una unidad de pila de combustible (2) de un módulo de pila de combustible (1), primero se ejecuta el procedimiento según una de las reivindicaciones 11 y 12 y después, el procedimiento según una de las reivindicaciones 13 y 14.

FIG 1
Estado de la técnica

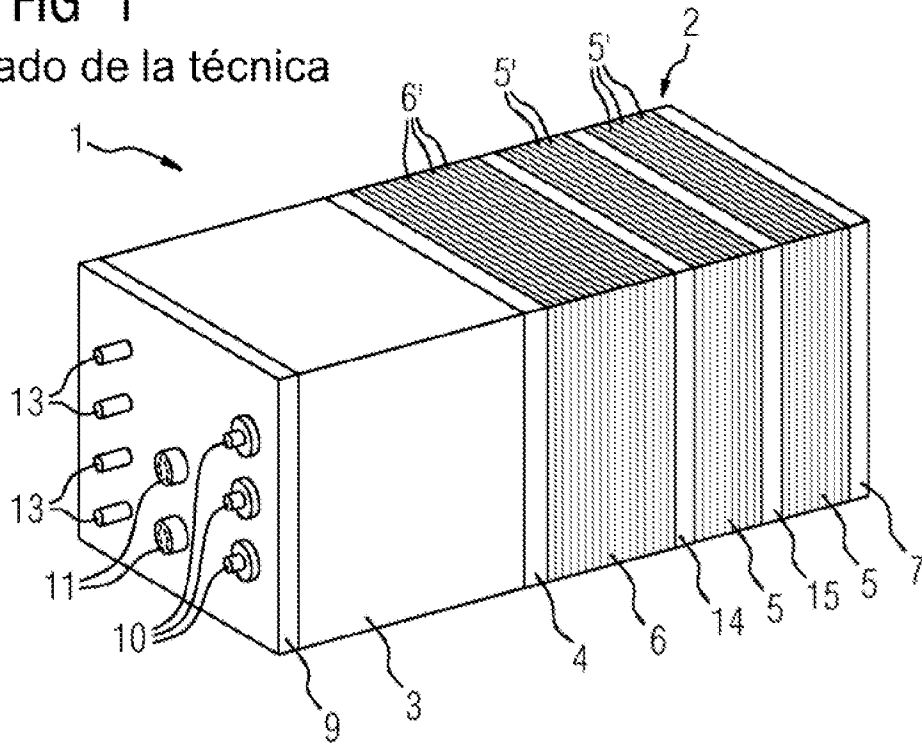


FIG 2
Estado de la técnica

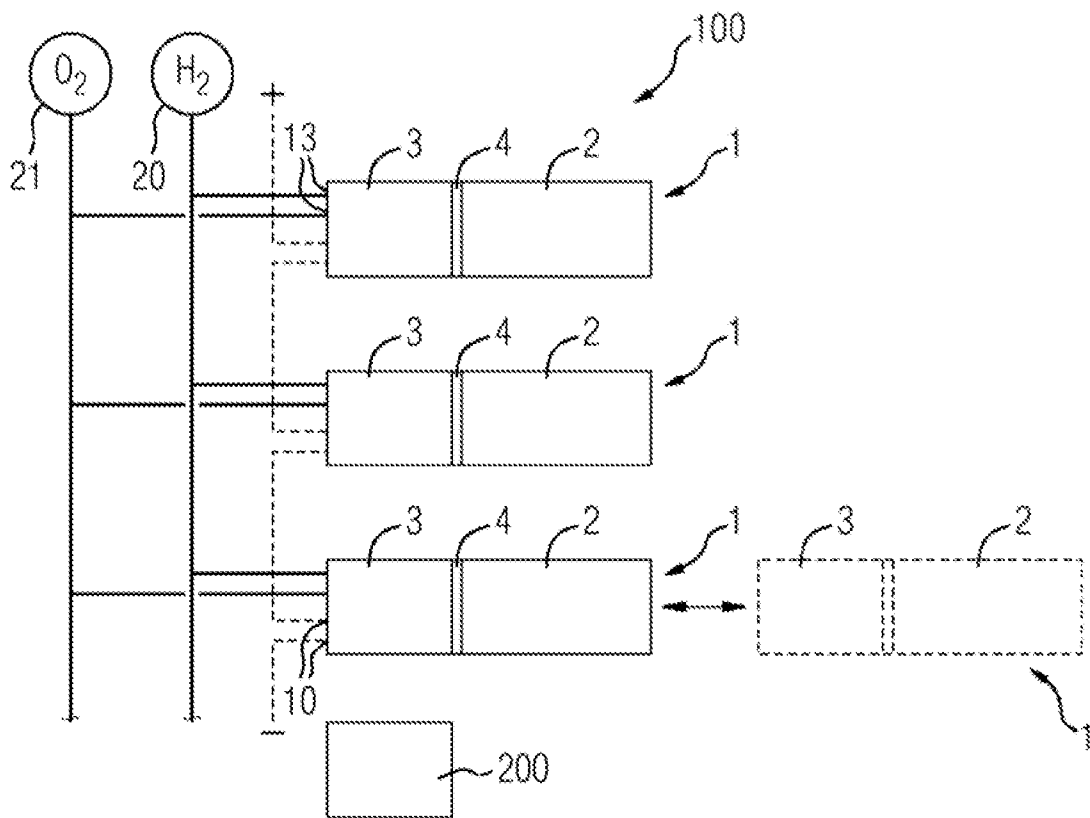


FIG 3

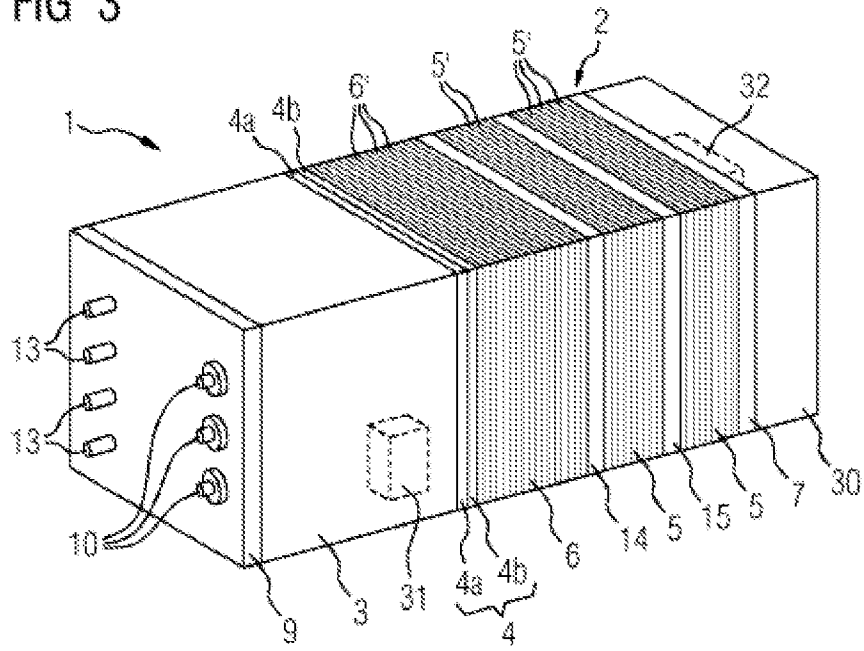


FIG 4

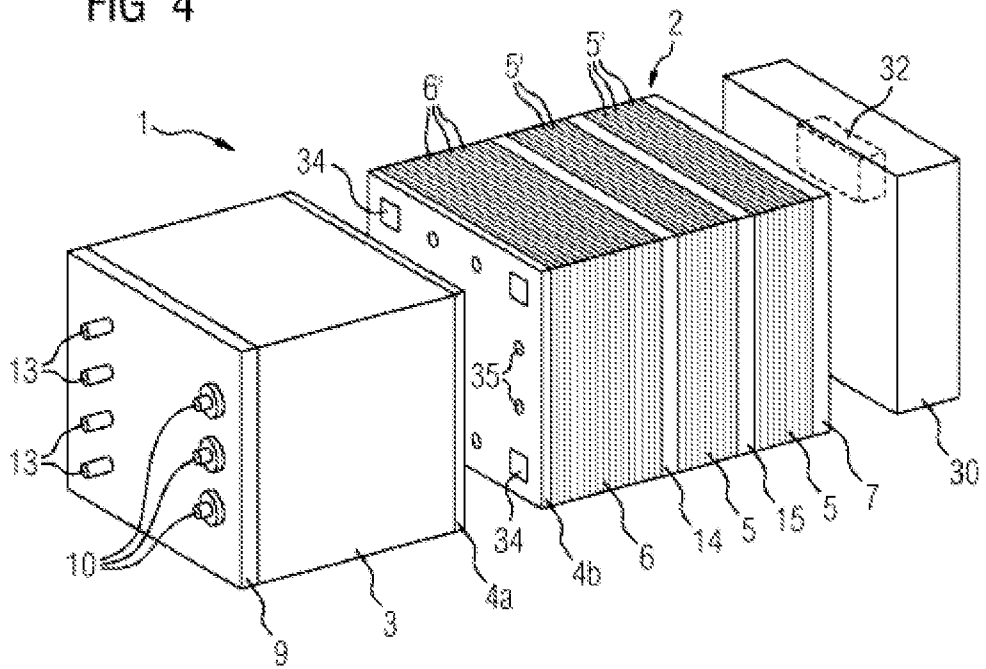


FIG 5

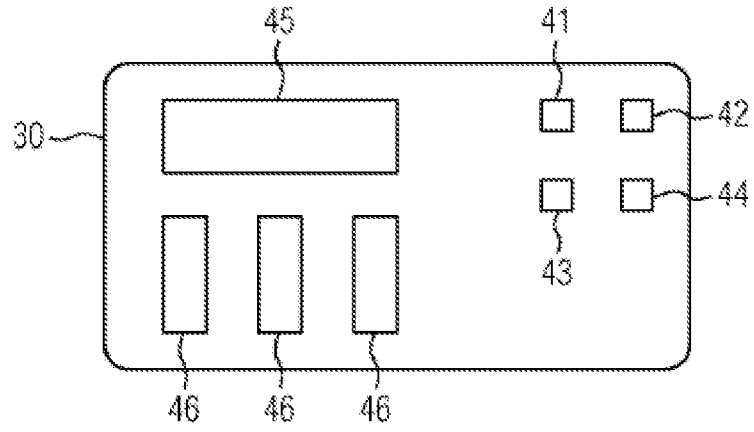


FIG 6

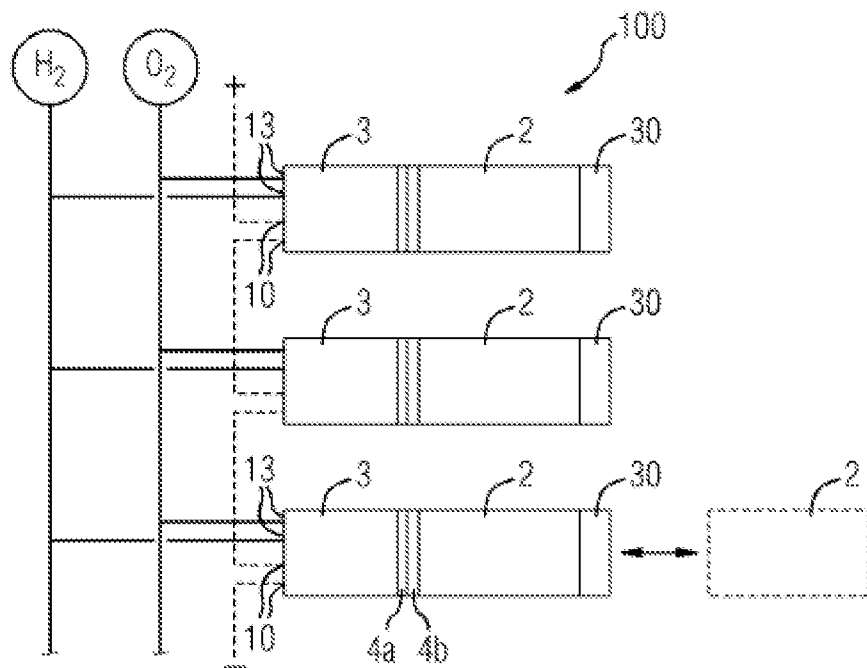


FIG 7

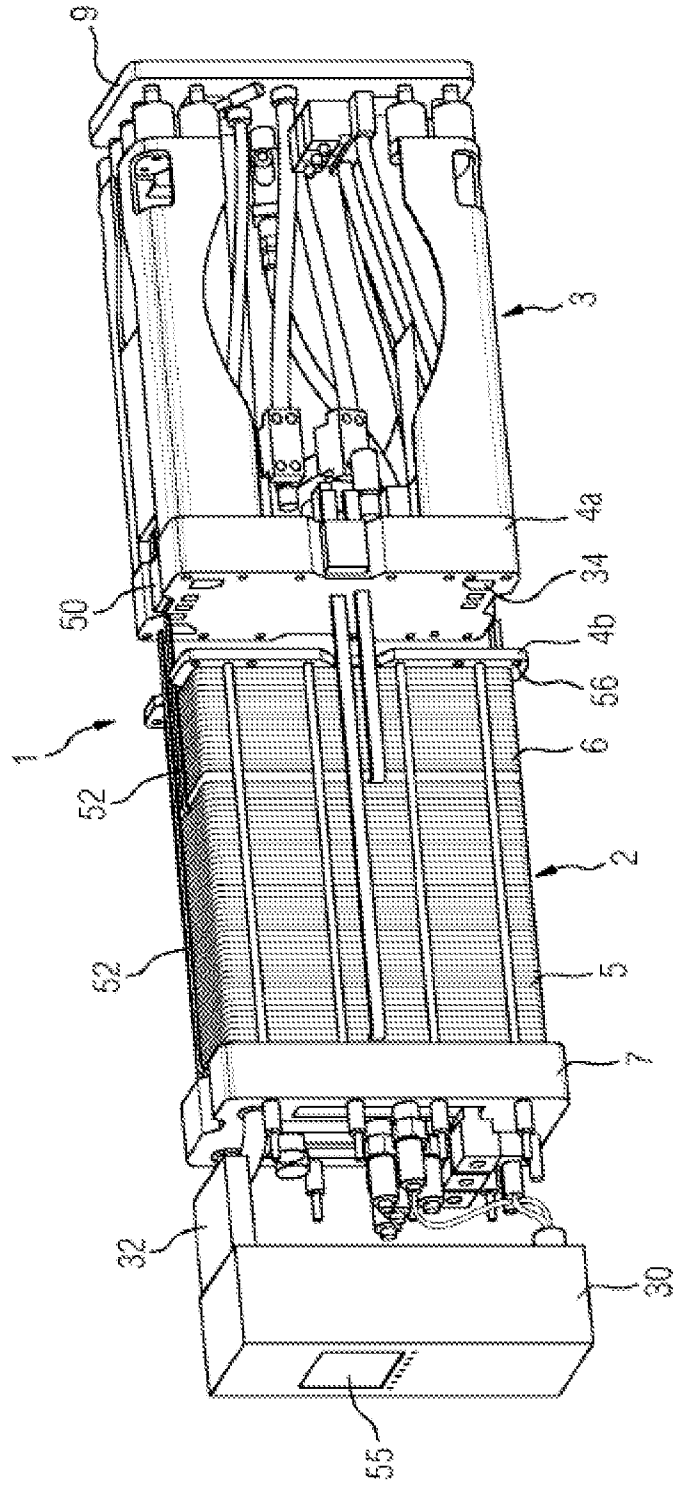


FIG 8

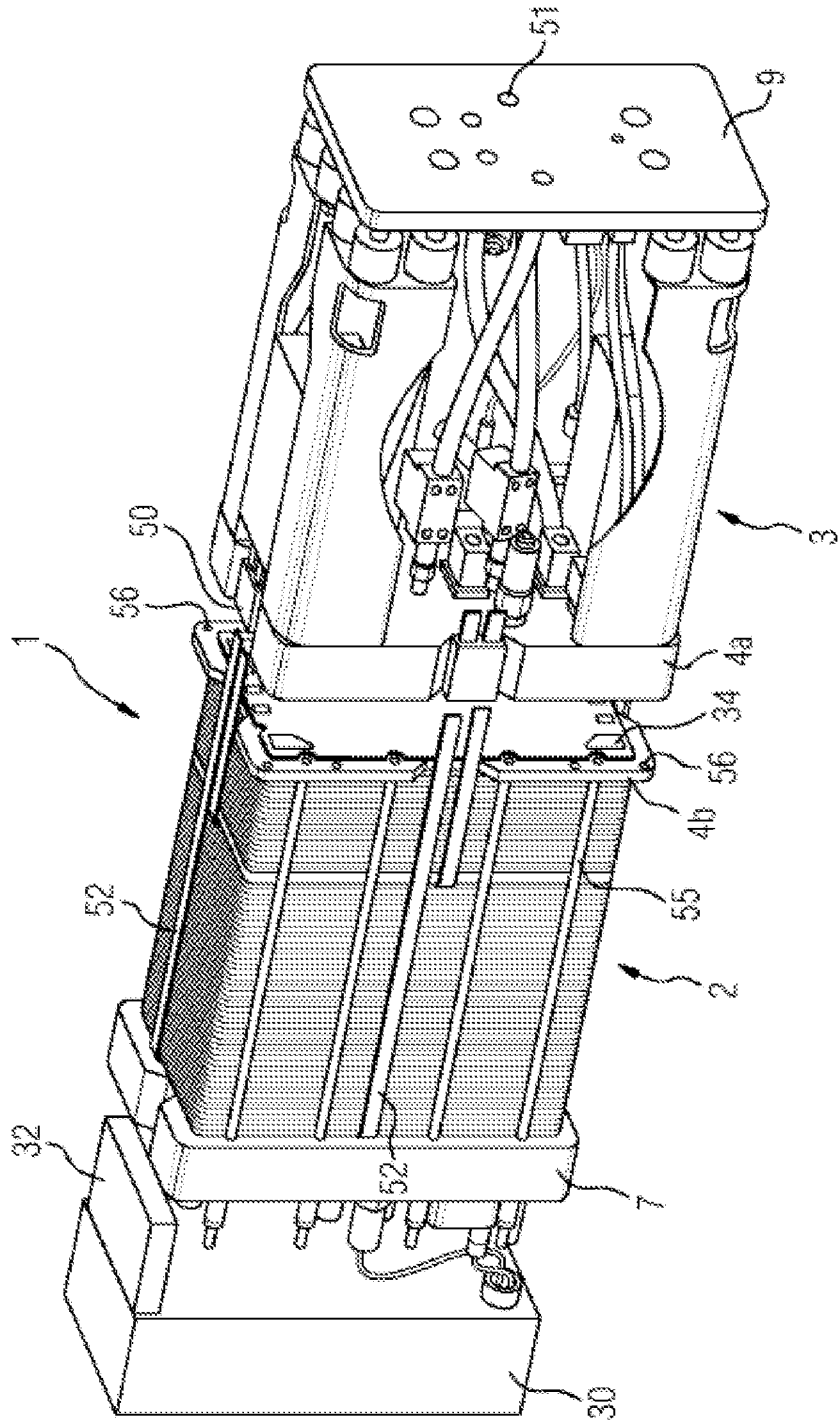


FIG 9

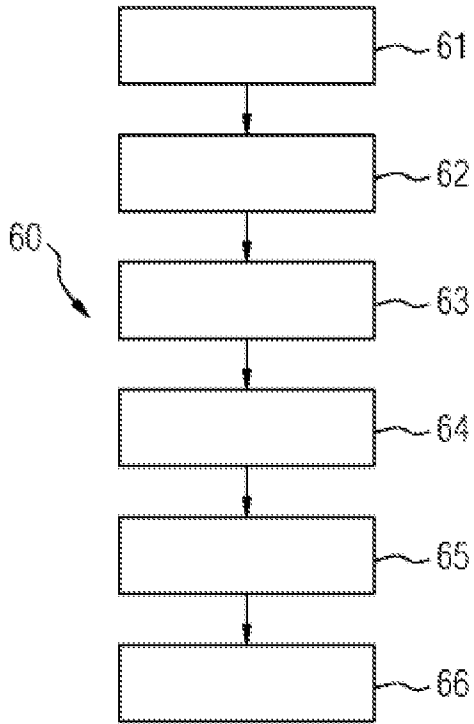


FIG 10

