

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 479**

51 Int. Cl.:

H01M (2006.01)
H01M (2006.01)
H01M 8/0271 (2006.01)
H01M 8/1018 (2006.01)
C25B 13/02 (2006.01)
C25B 13/04 (2006.01)
H01M (2006.01)
H02N 2/18 (2006.01)
C25B 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2012 PCT/EP2012/074648**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13087507**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2012 E 12799549 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 2791392**

54 Título: **Célula de combustible interna controlable**

30 Prioridad:

14.12.2011 DE 102011088613

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.12.2017

73 Titular/es:

**HELMUT-SCHMIDT-UNIVERSITÄT/ UNIVERSITÄT
DER BUNDESWEHR HAMBURG (50.0%)
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg, DE y
HAMBURG INNOVATION GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

SCHULZ, DETLEF

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 647 479 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 interna controlable

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una célula de combustible controlable y a una celda para electrólisis de alta presión controlable y, en particular, a una célula de combustible controlable y a una celda para electrólisis de alta presión con una dinámica mejorada y fiabilidad operativa.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las células de combustible se utilizan para proporcionar un suministro de energía eficaz con una alta eficacia. Sin embargo, las células de combustible en uso en la actualidad tienen una disponibilidad relativamente baja, que está muy por debajo de la disponibilidad de otras instalaciones productoras de energía, por ejemplo, instalaciones generadoras de energía producida por condensación o instalaciones de energía eólica. Además, las células de combustible en uso en la actualidad tienen una dinámica relativamente pobre, en particular con una carga elevada y/o en el caso de un cortocircuito. Por lo tanto, para las células de combustible se debe usar una tecnología de protección compleja. Por lo general, las células de combustible deben dimensionarse más grandes para poder garantizar un suministro de energía de sobrecarga a corto plazo y, por lo tanto, tendrán un mayor peso y una densidad de potencia comparativamente menor al mismo nivel de potencia máxima. Además, la membrana de la célula de combustible no puede apagarse con la suficiente rapidez cuando hay una carga de corriente persistentemente alta que podría deteriorar la membrana de la célula de combustible.

Se conocen varios tipos de células de combustible de la técnica anterior, por ejemplo, células de combustible alcalinas (AFC), células de combustible de membrana de electrolito polimérico (PEFC) o células de combustible de ácido fosfórico (PAFC) para el intervalo de baja temperatura y/o células de combustible de carbonato fundido (MCFC) o células de combustible de cerámica de óxido sólido (SOFC) para el intervalo de alta temperatura. Dichas células de combustible se describen, por ejemplo, en K. Heuck, K. D. Dettmann, D. Schulz: Elektrische Energieversorgung [Electrical Power Supply], 8ª edición, Wiesbaden, Vieweg, 2010, página 22. Además, el documento DE 112007000 666 T5 describe un dispositivo y un procedimiento para monitorizar el estado interno de una célula de combustible, en el que los valores medidos se registran mediante sensores para la medición de corrientes de electrodo, por ejemplo. Además, el documento US 6.949.920 B2 describe un aparato para la medición de la densidad de corriente de las células de combustible, en el que los valores medidos se recogen en los electrodos de las células de combustible.

RESUMEN DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es proporcionar una controlabilidad mejorada de la célula de combustible.

40

La presente invención se refiere a una unidad de membrana de célula de combustible, dicha célula de combustible que tiene una unidad de membrana de célula de combustible y una celda para electrólisis de alta presión con una unidad de membrana de célula de combustible de acuerdo con las reivindicaciones independientes, en la que se incorporan realizaciones ejemplares en las reivindicaciones dependientes.

45

De acuerdo con una realización ejemplar de la invención, se proporciona una unidad de membrana de célula de combustible para usar entre un ánodo y un cátodo de una célula de combustible, en la que la unidad de membrana de la célula de combustible proporciona una membrana de célula de combustible y un actuador, que está conectado a la membrana de célula de combustible, en la que el actuador está diseñado para controlar una distribución de densidad de corriente en la membrana de la célula de combustible.

50

Por lo tanto, la célula de combustible puede verse influida directamente sobre la membrana por un control, por ejemplo, un control de las propiedades del electrolito, como son la conductividad, la consistencia o la transición de fase de líquido a sólido. De esta forma, la reacción sobre la membrana de la célula de combustible puede verse influida por la introducción de un elemento de control adicional en, o sobre, la membrana de la célula de combustible. La unidad de control y/o el elemento de control en forma de actuador pueden implementarse opcionalmente de forma mecánica, eléctrica, magnética, óptica, hidráulica o neumática. El rendimiento operativo de la célula de combustible puede mejorarse con dicho control directo sobre la membrana que actúa de inmediato. En particular, la vida útil de la célula de combustible puede aumentarse debido al control interno, en particular porque la célula de combustible puede apagarse rápidamente en estados operativos críticos. Además, la disponibilidad de la célula de

60

combustible también se incrementa debido a que la célula de combustible no necesita apagarse hasta más tarde en un caso de carga o en un caso de sobrecarga eléctrica y, por lo tanto, hay más tiempo disponible para el suministro eléctrico. Además, también hay un aumento en la dinámica porque la célula de combustible se puede dimensionar para una velocidad de reacción mayor debido a esta capacidad de conmutación interna y puede suministrar 5 amplitudes de corriente más altas en el intervalo de milisegundos muy rápidamente incluso cuando hay un fuerte aumento en la carga eléctrica.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el actuador tiene una estructura de rejilla adecuada para generar un campo eléctrico y/o un campo magnético. 10

Por lo tanto, la membrana de la célula de combustible puede controlarse mediante un efecto de campo eléctrico y/o magnético. Las estructuras correspondientes para generar un campo eléctrico y/o magnético en particular pueden mantenerse relativamente pequeñas, de modo que, esencialmente, no hay un aumento en el volumen estructural de 15 la célula de combustible.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el actuador tiene una rejilla horizontal y una rejilla vertical. De acuerdo con una realización de la invención, la rejilla horizontal está dispuesta de modo que se hace girar esencialmente 90° con respecto a la rejilla vertical. Debe señalarse aquí que la rejilla horizontal y la rejilla vertical 20 también pueden formar un ángulo distinto de 90° entre sí.

Por lo tanto, es posible un control uniforme de la membrana sobre la zona de membrana correspondiente. Las estructuras de rejilla se pueden implementar con relativa facilidad en y/o sobre una membrana de célula de combustible. 25

De acuerdo con una realización de la invención, la rejilla horizontal y la rejilla vertical se encuentran directamente una sobre la otra.

Por lo tanto, se puede conseguir una altura de diseño relativamente pequeña. En particular, en una disposición en la membrana o entre dos membranas parciales, la combinación de una rejilla horizontal y una rejilla vertical se puede 30 prefabricar fácilmente. Debe entenderse aquí que la rejilla horizontal y la rejilla vertical pueden estar aisladas entre sí, independientemente de si están en contacto directo entre sí, de modo que la rejilla horizontal y la rejilla vertical se puedan controlar por separado una de la otra.

De acuerdo con una realización de la invención, al menos una parte de la estructura de la rejilla está incrustada en la membrana de la célula de combustible. 35

Por lo tanto, la membrana se puede controlar en su interior. Debe señalarse aquí que la rejilla horizontal o la rejilla vertical, o incluso ambas rejillas, pueden estar incrustadas dentro de la membrana de la célula de combustible. La 40 rejilla horizontal y la rejilla vertical también pueden estar una sobre otra y también pueden estar separadas una de otra dentro de la membrana de la célula de combustible. Se entiende que la rejilla horizontal y la rejilla vertical se extienden esencialmente en paralelo a las superficies principales de la membrana de la célula de combustible, es decir, a las superficies orientadas hacia el ánodo y/o el cátodo.

De acuerdo con una realización de la invención, la rejilla horizontal y la rejilla vertical están dispuestas en superficies opuestas a la membrana de la célula de combustible. 45

Por lo tanto, la membrana de la célula de combustible puede estar provista de una estructura de rejilla horizontal correspondiente y/o una estructura de rejilla vertical de forma relativamente fácil y puede controlarse sobre sus 50 superficies mediante esta estructura de rejilla.

De acuerdo con una realización de la invención, el actuador tiene un elemento piezoeléctrico diseñado para generar un campo eléctrico y/o un campo magnético cuando actúa sobre la presión para controlar la membrana de la célula de combustible. 55

Por lo tanto, es posible generar una tensión y/o una corriente en el actuador mediante la aplicación de presión, de modo que es posible generar un campo eléctrico y/o un campo magnético en y/o sobre la membrana de la célula de combustible. El elemento piezoeléctrico puede actuar con una fuerza desde el exterior de la membrana, pero también es posible aplicar una presión directamente al elemento piezoeléctrico mediante dispositivos secundarios 60 como un sistema neumático o hidráulico, por ejemplo, para generar la tensión y/o corriente correspondientes.

De acuerdo con una realización de la invención, al menos una entre la rejilla horizontal y/o la rejilla vertical se materializa como una rejilla que tiene una pluralidad de elementos piezoeléctricos conectados en paralelo.

5 Por lo tanto, es posible generar un campo eléctrico y/o magnético uniforme que se corresponda con la distribución de la pluralidad de elementos piezoeléctricos. En contraste con la rejilla descrita anteriormente, que puede conectarse eléctricamente mediante una conexión de tensión y/o corriente continua, por ejemplo, la rejilla horizontal y/o la rejilla vertical pueden controlarse neumática o hidráulicamente, por ejemplo, mediante una pluralidad de elementos piezoeléctricos conectados en paralelo, de modo que las conexiones de corriente eléctrica desde el exterior hasta la rejilla de la pluralidad de elementos piezoeléctricos conectados en paralelo no son absolutamente necesarias.

10 De acuerdo con una realización de la invención, el actuador tiene una capa semiconductor y una fibra óptica, en el que la fibra óptica está diseñada para generar un campo eléctrico y/o un campo magnético que controlan la membrana de la célula de combustible en una estructura pn del semiconductor debido al efecto fotoeléctrico.

15 Por lo tanto, el actuador se puede controlar fácilmente mediante activación óptica y no necesariamente tiene que tener conexiones eléctricas. El actuador en particular puede activarse con una estructura de fibra óptica simple, eléctricamente aislada, que genera una tensión, por ejemplo, mediante pulsos de luz externos y/o señales de luz en el semiconductor debido al efecto fotoeléctrico. La activación puede realizarse a través de la luz tradicional, pero también a través de luz coherente como la luz láser, por ejemplo.

20 De acuerdo con una realización de la invención, el actuador tiene al menos una estructura de transistor de efecto de campo, que está diseñada para controlar un campo eléctrico y/o un campo magnético para controlar la membrana de la célula de combustible por medio de una puerta.

25 Por lo tanto, se puede conseguir un control rápido de la membrana de la célula de combustible, pero solo con un rendimiento del control bajo. La estructura del transistor de efecto de campo puede ser en particular una estructura de transistor de efecto de campo con capa aislante.

30 De acuerdo con una realización de la invención, una célula de combustible que tiene un ánodo, un cátodo y una unidad de membrana de la célula de combustible dispuesta entre el ánodo y el cátodo se suministra en la forma descrita anteriormente para funcionar con un flujo de energía, en primer lugar, químicamente a, en segundo lugar, eléctricamente.

35 De acuerdo con una realización de la invención, una célula para celda para electrólisis de alta presión con un ánodo, un cátodo y una unidad de membrana de la célula de combustible dispuesta entre el ánodo y el cátodo en la forma descrita anteriormente está disponible para funcionar con un flujo de energía, en primer lugar, químicamente a, en segundo lugar, eléctricamente.

40 Por lo tanto, es posible proporcionar no solo una célula de combustible, sino también en el procedimiento de reacción opuesto, una celda para electrólisis de alta presión con una alta dinámica y una controlabilidad mejorada.

45 Puede considerarse entonces que la idea de la invención mejora el control de una célula de combustible y/o una celda para electrólisis de alta presión en la medida en que la célula de combustible se controla directamente en, o sobre de, la membrana de la célula de combustible de manera que se pueden descartar, o al menor reducir, unos tiempos de reacción más largos que provocan una pérdida de la dinámica.

50 Debe señalarse que las realizaciones de la invención descritas a continuación se refieren igualmente a la unidad de membrana de célula de combustible, a la célula de combustible y también a la celda para electrólisis de alta presión.

Por supuesto, las características individuales también pueden combinarse entre sí, de modo que también se pueden conseguir efectos ventajosos hasta cierto punto, que van más allá de la suma de los efectos individuales.

55 Estos y otros aspectos de la presente invención se explicarán y se ilustrarán por referencia a las realizaciones ejemplares descritas a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 Las realizaciones ejemplares se describen a continuación en referencia a los siguientes dibujos.

adicionales. En la disposición ilustrada en la Fig. 2, una unidad de control está conectada a la estructura de la rejilla y, en particular, a un dispositivo de activación 41 que activa la rejilla horizontal está conectado a la rejilla horizontal 31, que puede activarse por consiguiente mediante este dispositivo de activación. Por lo tanto, puede enviarse una señal desde el dispositivo de activación 41 de la rejilla horizontal a la rejilla horizontal. De forma similar, la rejilla vertical 32 está conectada a un dispositivo de activación 42 de la rejilla vertical, de modo que se puede enviar una señal correspondiente para activar la rejilla vertical desde el dispositivo de activación 42 a la rejilla vertical 32. De esta manera, las dos rejillas 31, 32 pueden activarse por separado una de otra para poder realizar la activación de la membrana de la célula de combustible. El gas de combustión correspondiente se dirige hacia las placas conductoras de gas, que también se conocen como separadores de carbono, a la célula de combustible, de modo que la combustión puede tener lugar sobre el ánodo 4 y el cátodo 5, es decir, la membrana de la célula de combustible 1, esta combustión provoca a una tensión en el ánodo 4 y/o el cátodo 5 que se puede usar para suministrar un consumidor eléctrico 50. En la Fig. 2, este consumidor se identifica con una resistencia de carga RL. La tensión puede medirse usando un voltímetro 43 en el ánodo 4 y/o el cátodo 5 que monitoriza la célula de combustible. Del mismo modo, la corriente puede ser determinada por un amperímetro 44 correspondiente. Además, una velocidad di/dt puede determinarse mediante un dispositivo correspondiente 45. La longitud de la célula de combustible se indica con L. Para detectar procesos dinámicos, por ejemplo, incluidos los cortocircuitos, la velocidad de aumento de corriente di/dt debe medirse además de la corriente y la tensión. Cuando hay un incremento en la corriente, es decir, un aumento de corriente, la distribución de la densidad de corriente en la membrana de la célula de combustible puede hacerse más uniforme con el actuador mediante una variable de control externa. Para hacerlo, se usa el actuador 20, en forma de la estructura de la rejilla 30 en la Fig. 2. Sin embargo, el porcentaje de carga de corriente en la celda I_z también se puede determinar a partir de la expansión de la longitud L de la célula de combustible de acuerdo con $I_z = k \cdot L$ con el factor k. El factor k depende de la realización de la célula de combustible y del tipo de enfriamiento. Sin embargo, el porcentaje de carga de corriente también puede determinarse a partir de un aumento de la temperatura T en la célula de combustible con el factor m como $I_z = m \cdot T$. El factor m depende de la realización de la célula de combustible y del tipo de enfriamiento. Por lo tanto, con una disposición como la que se muestra en la Fig. 2, es posible responder rápidamente a un cambio en los valores medidos de la tensión de salida, la corriente de salida y/o la velocidad de subida de la corriente. Esta respuesta corresponde a una "amplificación de potencia" a través de una distribución dinámica de la densidad de corriente en la membrana de la célula de combustible. De esta forma, ya no es necesario sobredimensionar la célula de combustible para poder transportar la alta densidad de la corriente local. El control de la distribución de densidad de corriente se puede conseguir generando un campo eléctrico o magnético, por ejemplo. La célula de combustible puede monitorizarse mediante la monitorización de la corriente de salida, la tensión de salida y la velocidad de aumento de la corriente.

La Fig. 3 muestra una realización de la invención en la que la rejilla de la membrana consiste en dos componentes, concretamente, una rejilla vertical 32 y una rejilla horizontal 31. La rejilla correspondiente se puede controlar a través de las conexiones correspondientes a la rejilla vertical en la parte superior e inferior y/o a la derecha e izquierda de la rejilla horizontal. Estas dos rejillas pueden colocarse una encima de la otra y desplazarse un ángulo de 90° entre sí, por ejemplo. Sin embargo, también se pueden usar otros ángulos. Las barras de la rejilla también pueden tener una curvatura o una forma de onda, pero eso no se muestra en las figuras.

Las Figs. 4a, 4b y 4c describen realizaciones correspondientes con una disposición de la rejilla horizontal 31 y/o la rejilla vertical 32 con respecto a la membrana de la célula de combustible 10. De acuerdo con la Fig. 4a, la rejilla horizontal y la rejilla vertical pueden estar dispuestas en dos lados opuestos de la membrana de la célula de combustible 10. Mediante las conexiones correspondientes, las dos rejillas, que están dispuestas de modo que estén desplazadas una de otra un ángulo de 90° u otros ángulos, también pueden controlarse mediante las conexiones correspondientes. La Fig. 4b muestra una disposición en la que las dos rejillas 31 y 32 están dispuestas una encima de la otra. Sin embargo, debe entenderse que estas dos rejillas pueden estar eléctricamente aisladas entre sí para que se puedan controlar por separado una de la otra. La distribución de la densidad de corriente en la membrana de la célula de combustible puede modificarse a través del campo eléctrico generado y, de este modo, controlado. La Fig. 4c muestra otra realización en la que la rejilla horizontal 31 y la rejilla vertical 32 están dispuestas dentro de la membrana de la célula de combustible 10. Con esta disposición, la rejilla horizontal y la rejilla vertical pueden estar dispuestas una encima de la otra pero aisladas entre sí y espaciadas una distancia una de la otra. El diseño estructural de la disposición en rejilla y la membrana de la célula de combustible 10 se ilustra en las Figs. 5a a 5c.

Las Figs. 5a a 5c muestran una vista en sección y/o una vista lateral a través de las disposiciones que se muestran en las Figs. 4a a 4c con una rejilla vertical y una rejilla horizontal y una membrana de célula de combustible. En la Fig. 5a, la rejilla horizontal 31 y la rejilla vertical 32 están situadas en dos lados opuestos de la membrana de la célula de combustible 10. Con un control correspondiente de la estructura de la rejilla 20, esto permite que se genere un campo magnético y/o eléctrico dentro de la membrana de la célula de combustible 10, lo cual dirige el control de la distribución de la densidad de corriente en la membrana 10. Sin embargo, las dos rejillas 31 y 32 también pueden

estar dispuestas en un lado de la membrana de la célula de combustible 10 como se muestra en la Fig. 5b. El actuador, es decir, la estructura de la rejilla 30, está dispuesto en uno de los dos lados de la membrana de la célula de combustible. Además, la rejilla vertical 32 y la rejilla horizontal 31 también pueden estar dispuestas dentro de la membrana de la célula de combustible 10, de modo que la estructura de la rejilla 30 está completamente incrustada en la membrana de la célula de combustible 10. En la disposición que se muestra en la Fig. 5c, las dos rejillas 31 y 32 están espaciadas una de otra, pero también pueden descansar directamente una sobre otra, teniendo en cuenta cualquier aislamiento que pueda ser opcionalmente necesario.

Sin embargo, el actuador o el elemento de control también pueden implementarse de alguna manera que no sea mediante una rejilla conductora como se explica a continuación.

La Fig. 6a muestra un diseño estructural de una disposición de semiconductor que se aplica como una capa semiconductor 24 a la membrana de la célula de combustible 10. Esta capa semiconductor 24 puede diseñarse como una estructura de transistor de efecto de campo, cuya vista en sección se muestra en detalle en la Fig. 6b. Se aplica una estructura correspondiente a la capa semiconductor 24 que consiste en una fuente S, una puerta G y un drenaje D. Se puede establecer una conductividad correspondiente del transistor controlando la puerta 27, de modo que se pueda crear un flujo de corriente mediante la activación de la puerta 27 para generar un campo eléctrico y/o un campo magnético. De esta manera, el actuador en forma de la capa semiconductor, en particular en forma de una estructura de transistor 26, puede controlarse mediante una tensión de control relativamente baja a través de la puerta. La estructura del transistor de efecto de campo puede materializarse, en particular, como una estructura de transistor de efecto de campo con capa aislante. La capa semiconductor puede materializarse por deposición de vapor, por ejemplo, como una capa delgada con un espesor de 10 μm , por ejemplo, o como una capa cortada laminada con un espesor de 100 μm , por ejemplo.

La Fig. 7a muestra otra realización de la invención en la que se aplica una capa semiconductor 24 a la membrana de la célula de combustible 10; en la realización que se muestra, esta capa puede ser una capa fotosensible, por ejemplo. Se puede aplicar una capa óptica 25 para controlar la capa semiconductor 24 fotosensible. La Figura 7b muestra una estructura de capas correspondiente. La capa semiconductor 24 se aplica a la membrana de la célula de combustible 10 en forma de una estratificación de una capa dopada con n 24n y una capa dopada con p 24p, de manera que una capa de fibra óptica 25 está dispuesta encima de esta capa semiconductor 24. Mediante la irradiación de luz correspondiente, se genera una tensión mediante un efecto fotoeléctrico y se puede usar para activar de modo que la estratificación de la capa semiconductor 24 y la fibra óptica 25 forman el actuador con el que se puede controlar la distribución de densidad de la corriente de la membrana de la célula de combustible 10.

Sin embargo, el actuador también puede estar configurado como un elemento piezoeléctrico que tiene una tensión para generar un campo eléctrico, por ejemplo, bajo la correspondiente aplicación de presión. Dicha disposición se muestra en la Fig. 8. La Fig. 8 muestra una rejilla vertical 32 comprendida por una pluralidad de elementos piezoeléctricos 21, 22, 23 conectados en paralelo, así como una rejilla horizontal 31 comprendida por una pluralidad de elementos piezoeléctricos 21, 22, 23 conectados en paralelo. Los elementos piezoeléctricos pueden conectarse no solo en paralelo sino también en serie, como se indica en la Fig. 8. Un actuador 20 que puede suministrar un campo eléctrico mediante la aplicación de una presión correspondiente puede suministrarse de esta manera y puede usarse para controlar la distribución de densidad de corriente en la membrana de la célula de combustible.

Las Figs. 9a a 9c muestran diseños básicos de cómo puede estar dispuesto un actuador correspondiente, en particular un actuador de acuerdo con la Fig. 6a, 7a y 8 en relación con la membrana de la célula de combustible 10. La Fig. 9a muestra la aplicación de un actuador a las dos caras laterales principales de la membrana de la célula de combustible. Alternativamente, sin embargo, un actuador correspondiente también puede estar dispuesto en un solo lado de la membrana 10, como se muestra en la Fig. 9b. Además, el actuador 20 también puede estar dispuesto en el interior de la membrana de la célula de combustible 10, en particular en forma de elementos piezoeléctricos, una capa semiconductor con fibra óptica o también una capa semiconductor de transistores, como se ilustra en la Fig. 9c. Debe señalarse que un actuador no necesita estar necesariamente orientado con las superficies principales de la membrana de la célula de combustible, sino que también puede actuar a través de los bordes.

El control de las propiedades del electrolito a través de la conductividad, la consistencia y la transición de fase se puede conseguir a través de dicha disposición de un actuador directamente sobre la membrana de la célula de combustible y/o en la membrana de la célula de combustible de acuerdo con la invención. Debe señalarse que, como alternativa, dicho actuador también puede implementarse de otras formas, por ejemplo, como un actuador hecho de plástico, metal o un material semiconductor y/o una combinación de dichos materiales. Alternativamente, dicho elemento de control también puede ser materializado como una rejilla metálica de memoria. El actuador puede diseñarse de forma mecánica, micromecánica, eléctrica, magnética, óptica, hidráulica o neumática. Además,

puede controlarse a través de un cambio de temperatura. Por lo tanto, el rendimiento operativo de la célula de combustible se mejora con el control directo de la membrana, que actúa de inmediato. En particular, la vida útil de la célula de combustible aumenta cuando se controla internamente y se puede apagar rápidamente en estados operativos críticos, por ejemplo, a una temperatura de membrana alta. Además, la disponibilidad de la célula de combustible aumenta porque no es necesario apagarla hasta más tarde en caso de carga y/o en caso de una sobrecarga eléctrica o electrónica y, por lo tanto, está disponible para suministrar electricidad durante un período de tiempo más prolongado. Además, la dinámica también se incrementa porque se puede conseguir una velocidad de reacción más alta. Además, la tecnología de protección de una célula de combustible se puede simplificar enormemente porque la célula de combustible puede suministrar una amplitud de corriente mayor durante un corto período de tiempo en caso de fallo y, por lo tanto, se puede usar un dispositivo de protección contra sobrecorriente para proteger la célula de combustible. La célula de combustible también puede suministrar corrientes más elevadas, denominadas corrientes de sobrecarga, durante un período breve de tiempo debido a este nuevo tipo de control, y así todo el sistema puede diseñarse con dimensiones más pequeñas, de modo que una célula de combustible de esta realización tiene un peso menor y, por lo tanto, una mayor densidad de potencia a la misma potencia máxima.

15 Debido al hecho de que la membrana se puede apagar más rápidamente, se puede aumentar la fiabilidad operativa general, en particular porque la célula de combustible puede funcionar de una manera más controlada a temperaturas más altas y el riesgo de peligro se puede minimizar debido a la opción de apagado rápido.

20 Debe señalarse que el término "comprende" no descarta otros elementos, ni el término "un" o "uno" descarta otros elementos.

Los números de referencia utilizados en este documento se usan solamente para aumentar la comprensión y de ningún modo deben considerarse como restrictivos, y el alcance de protección de la invención está definido por las reivindicaciones.

25

Lista de números de referencia:

1	unidad de membrana de la célula de combustible
30 2	célula de combustible
4	ánodo
5	cátodo
6	placas conductoras de gas
10	membrana de célula de combustible
35 11	superficie de la membrana
12	superficie de la membrana
20	actuador
21	elemento piezoeléctrico
22	elemento piezoeléctrico
40 23	elemento piezoeléctrico
24	capa semiconductor
24p	zona semiconductor dopada con p
24n	capa semiconductor dopada con n
25	fibra óptica
45 26	estructura del transistor de efecto de campo
27	puerta de un transistor de efecto de campo
30	estructura de la rejilla
31	rejilla horizontal
32	rejilla vertical
50 41	control de la rejilla horizontal
42	control de la rejilla vertical
43	medición de la tensión
44	medición de la corriente
45	medición di/dt
55 50	carga, consumidor
S	fuentes
D	drenaje
G	puerta
U	tensión
60 I	corriente

P potencia
L longitud de la célula de combustible
RL resistencia de carga, consumidor
p.u. por unidad

5

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de membrana de célula de combustible para usar entre un ánodo (4) y un cátodo (5) en una célula de combustible (2), en la que la unidad de membrana de la célula de combustible (1) comprende:
 5 una membrana de célula de combustible (10),
 un actuador (20), que está conectado a la membrana de la célula de combustible y está diseñado para controlar una distribución de densidad de corriente en la membrana de la célula de combustible.
2. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el
 10 actuador (20) comprende una rejilla (30) para generar al menos uno entre un campo eléctrico y un campo magnético.
3. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en la que el actuador (20) comprende una rejilla horizontal (31) y una rejilla vertical (32), en la que la rejilla horizontal está dispuesta de manera que está girada esencialmente 90° en relación con la rejilla vertical.
 15
4. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con la reivindicación 3, en la que la rejilla horizontal (32) y la rejilla vertical (32) descansan directamente una encima de la otra.
5. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las
 20 reivindicaciones 2 a 4, en la que al menos una parte de la estructura de la rejilla (30, 31, 32) está incrustada en la membrana de la célula de combustible (10).
6. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con la reivindicación 3, en la que la rejilla horizontal (31) y la rejilla vertical (32) están dispuestas en superficies opuestas (11, 12) de la membrana de la
 25 célula de combustible (10).
7. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el actuador (20) comprende un elemento piezoeléctrico (21, 22, 23) que está diseñado para generar, al menos uno, entre un campo eléctrico y un campo magnético bajo la influencia de la
 30 presión para controlar la membrana de la célula de combustible (10).
8. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en la que al menos una entre la rejilla horizontal (31) y la rejilla vertical (32) está construida como una rejilla que tiene una pluralidad de elementos piezoeléctricos (21, 22, 23) conectados en paralelo.
 35
9. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el actuador (20) comprende una capa semiconductor (24) y una fibra óptica (25), de manera que la fibra óptica está diseñada para generar al menos uno entre un campo eléctrico y un campo magnético en una estructura p-n del semiconductor con el efecto fotoeléctrico que controla la membrana de la célula
 40 de combustible (10).
10. La unidad de membrana de la célula de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el actuador (20) comprende al menos una estructura de transistor de efecto de campo (26) que está diseñada para controlar al menos uno entre un campo eléctrico y un campo magnético a través
 45 de una puerta (27) que controla la membrana de la célula de combustible (10).
11. La célula de combustible que comprende
 un ánodo (4),
 50 un cátodo (5),
 una unidad de membrana de la célula de combustible (1) dispuesta entre el ánodo y el cátodo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 para el funcionamiento con el flujo de energía en primer lugar, químicamente a, en segundo lugar, eléctricamente.
- 55 12. Una celda para electrólisis de alta presión que comprende
 un ánodo (4),
 un cátodo (5),
 una unidad de membrana de la célula de combustible (1) dispuesta entre el ánodo y el cátodo de acuerdo con una
 60 cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 para el funcionamiento con el flujo de energía en primer lugar,

eléctricamente a, en segundo lugar, químicamente.

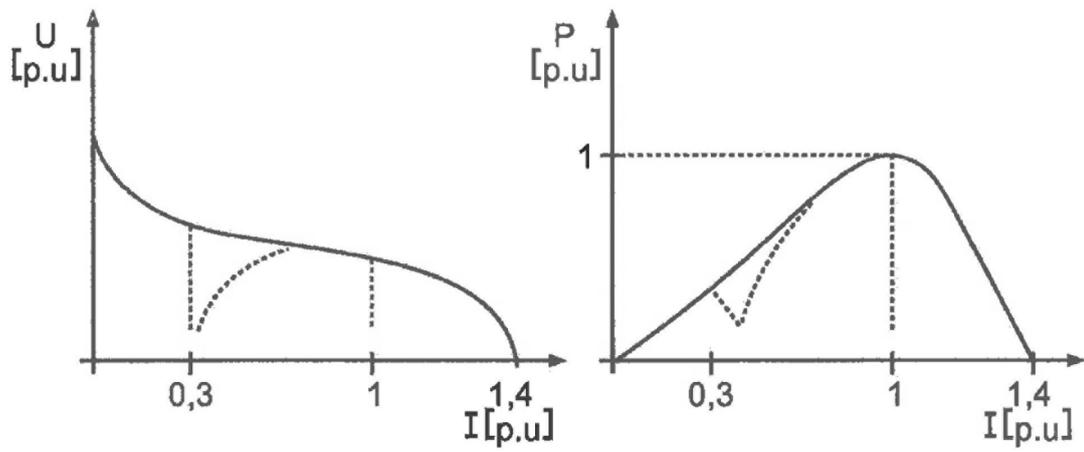


Fig. 1

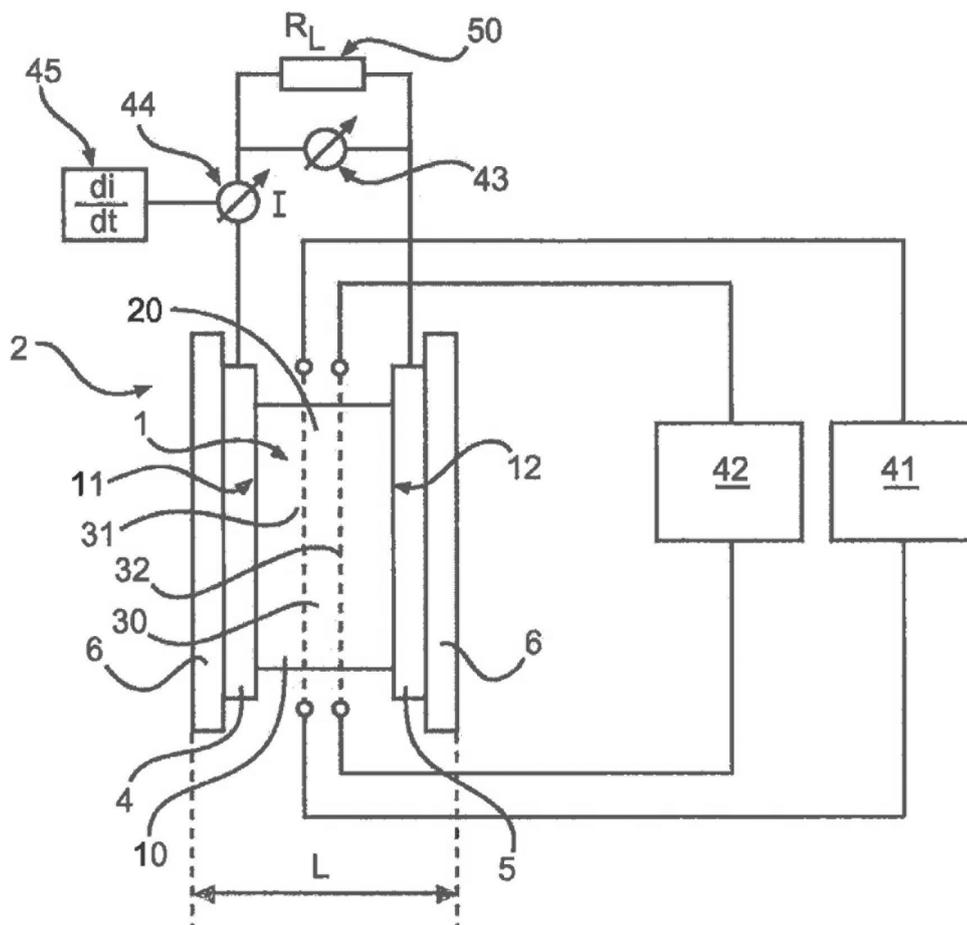
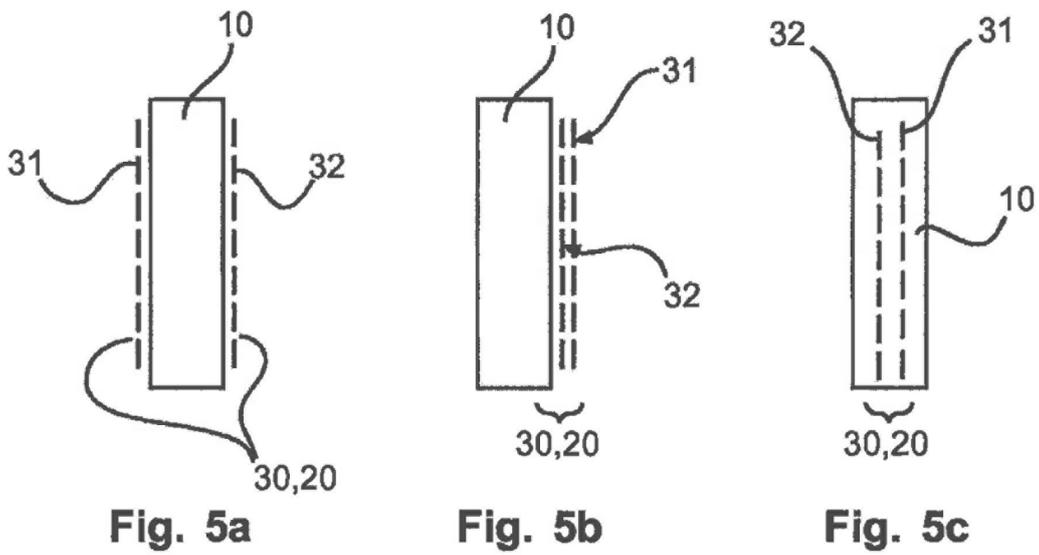
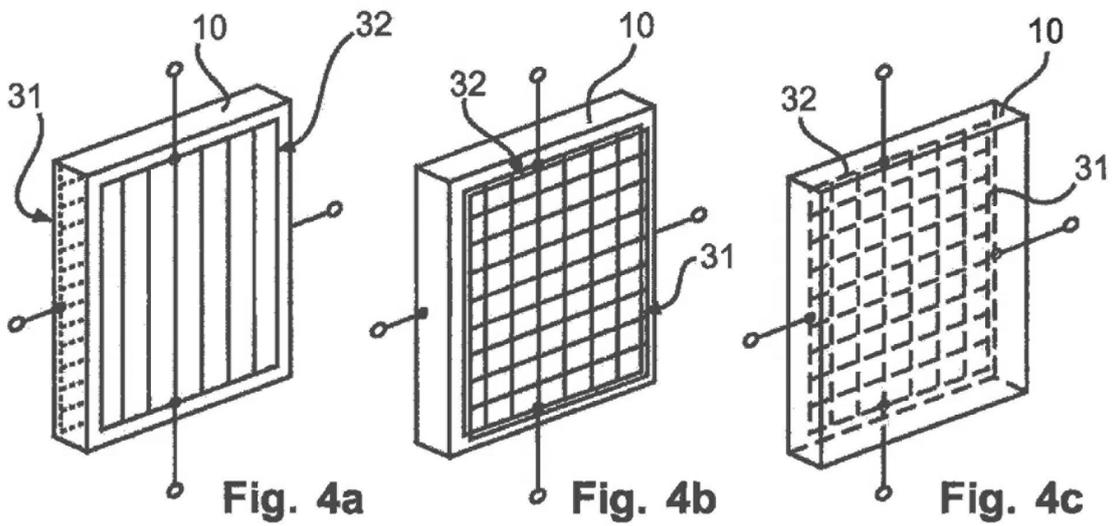
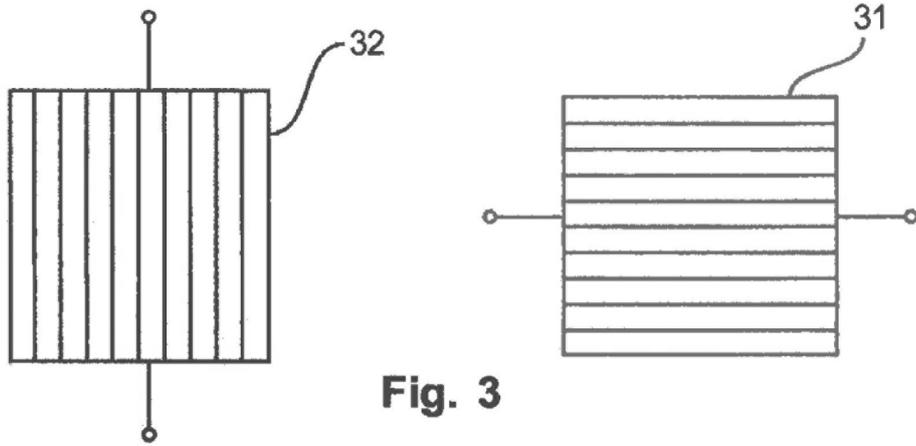


Fig. 2



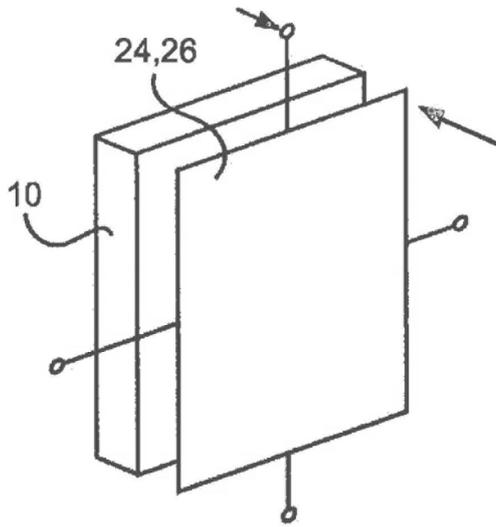


Fig. 6a

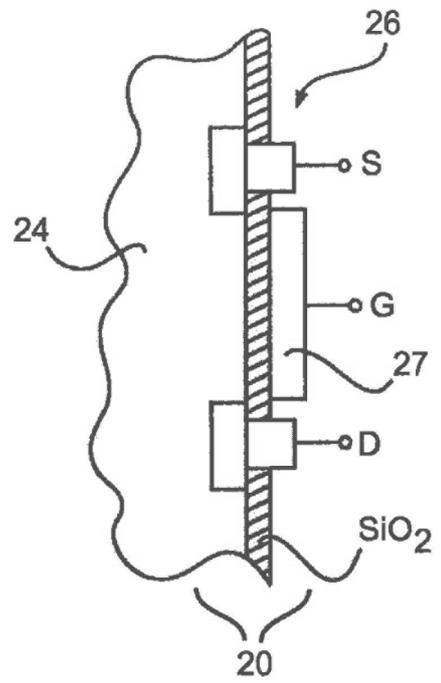


Fig. 6b

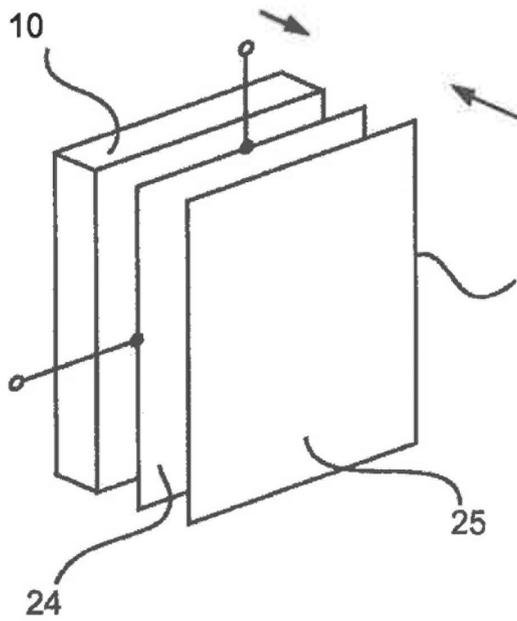


Fig. 7a

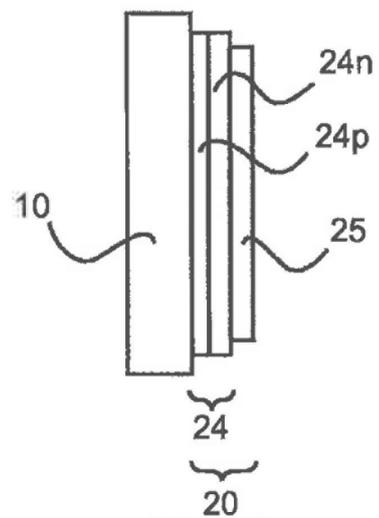


Fig. 7b

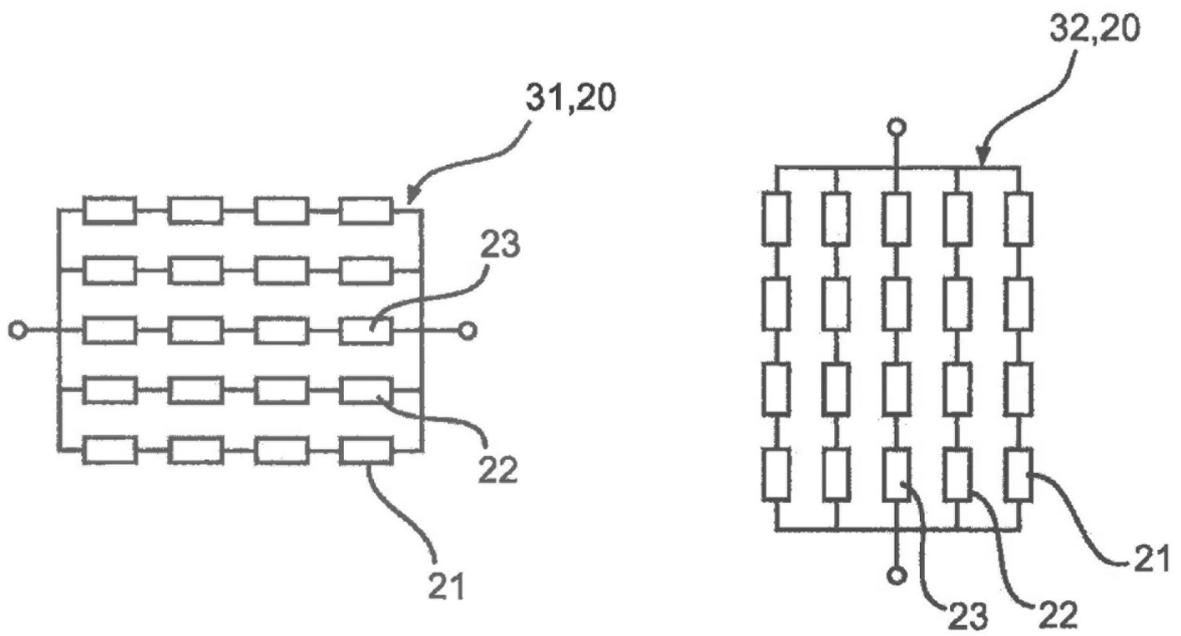


Fig. 8

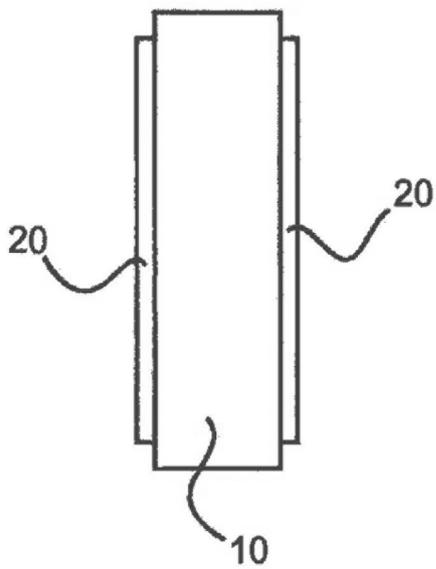


Fig. 9a

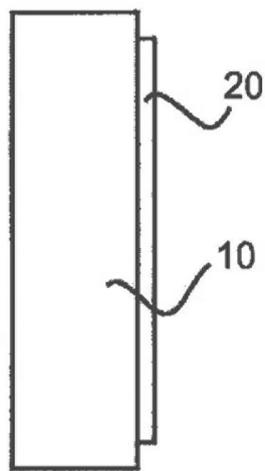


Fig. 9b

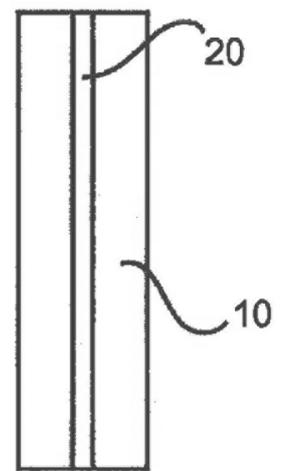


Fig. 9c