

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 753**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07100089 .7**
96 Fecha de presentación: **04.01.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1837941**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.09.2007**

54 Título: **Método para localizar un abastecimiento deficiente de gas operacional de una celda de combustible en una instalación de celda de combustible**

30 Prioridad:
17.03.2006 DE 102006012403

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
**Coerlin, Detlev;
Stühler, Walter y
Voitlein, Ottmar**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 376 753 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

Método para localizar un abastecimiento deficiente de gas operacional de una celda de combustible en una instalación de celda de combustible

5 La invención se refiere a un método para localizar un abastecimiento deficiente de gas operacional de una celda de combustible en una instalación de celda de combustible según la reivindicación 1 de patente.

10 En una celda de combustible se genera corriente eléctrica con un alto grado de eficacia por el enlace electroquímico de hidrógeno (H₂) y oxígeno (O₂) en un electrolito para producir agua (H₂O). La conversión industrial de este principio de la celda de combustible ha conducido a diferentes soluciones y de hecho con diferentes electrolitos y temperaturas de operación entre 60°C y 1000°C. Dependiendo de su temperatura de operación, las celdas de combustible se dividen en celdas de combustible de baja, media y alta temperatura, las cuales se distinguen entre sí a su vez por diferentes formas industriales de realización.

15 Una celda de combustible individual suministra un voltaje de operación de máximo cerca de 1,1 V. Por consiguiente una gran cantidad de celdas de combustible se agrupan en una instalación de celda de combustible, en el caso de celdas de combustible tubulares, por ejemplo en un haz de tubos, o en el caso de celdas de combustible planas en una pila que es parte componente de un bloque de celdas de combustible. Mediante la conexión en serie de las celdas de combustible de la instalación, el voltaje de operación de la instalación de celda de combustible puede ser de 100 V y más.

20 Una celda de combustible tiene un electrolito que, dependiendo de la realización industrial, es permeable a los iones de hidrógeno o de oxígeno. En un lado de electrolito colinda un ánodo y a su vez éste colinda con un espacio de gas de ánodo. En el otro lado del electrolito el cátodo colinda con la celda de combustible, a la cual se encuentra adyacente el espacio de gas de cátodo de la celda de combustible. Mediante una tarjeta de circuito impreso que conecta eléctricamente el ánodo de una primera celda de combustible con el cátodo de una celda de combustible adyacente a esta primera celda de combustible - o una conexión eléctrica constituida de manera diferente por un, así llamado, interconector - se hace posible una conexión en serie de varias celdas de combustible.

25 Durante la operación, a una celda de combustible se introduce un gas que contiene hidrógeno - en lo sucesivo llamado gas combustible - y un gas que contiene oxígeno - en lo sucesivo llamado gas de oxidación. Estos dos gases se denominan en lo sucesivo gases operacionales. Como gas combustible se usan, por ejemplo, metano, gas natural, gas pobre de hulla o también hidrógeno puro (H₂). Como gas de oxidación por lo regular se usa aire, pero también oxígeno puro (O₂). Para operar la celda de combustible el gas combustible se conduce al espacio de gas de ánodo de la celda de combustible, desde donde llega al electrolito a través del ánodo permeable a gas. El gas de oxidación se conduce al espacio de gas del cátodo de la celda de combustible y avanza desde allí también hacia el electrolito a través del cátodo igualmente permeable al gas. Dependiendo de la permeabilidad del electrolito para los iones de oxígeno o de hidrógeno, los iones de oxígeno pueden reunirse desde el gas de oxidación, y los iones de hidrógeno del gas combustible, en uno u otro lado del electrolito, por lo cual entonces se genera corriente y calor gracias al enlace electroquímico de hidrógeno y oxígeno para dar agua.

40 De la EP 1 487 044 A2 se conoce un método para determinar una fuga de gas entre ambos espacios de gas de las celdas de combustible en el que, en un primer paso, el espacio del gas del ánodo de las celdas de combustible se carga con un gas combustible y el espacio de gas del cátodo de las celdas de combustible se carga con un gas de oxidación. En un segundo paso se interrumpe la introducción de gas operacional a ambos espacios de gas y el espacio del gas del ánodo se purga con un gas inerte. En tal caso se monitorea la evolución temporal del voltaje de celda de las celdas de combustible. Aquí una celda defectuosa se caracteriza por una caída ostensiblemente más rápida del voltaje de celda en comparación con la celda de combustible intacta.

45 De la EP 1 444 746 B1 se conoce un método para determinar una fuga de gas entre ambos espacios de gas de las celdas de combustible, el cual se diferencia del método conocido por la EP 1 487 044 A2 en que en lugar del espacio de gas del ánodo, se purga el espacio de gas del cátodo.

50 Al operar una instalación de celda de combustible con celdas de combustible cuyos espacios de gas se abastecen en paralelo con los gases operacionales, los espacios de gas de las celdas de combustible deben abastecerse lo más uniformemente posible con los gases operacionales. Si una de las celdas de combustible se abastece peor con un gas operacional que las otras celdas de combustible, esto conduce a que el voltaje de celda de esta celda de combustible se encuentra ostensiblemente por debajo de la otra. Condiciones de operación de este tipo pueden conducir a largo plazo a una conductividad reducida irreversible de la celda de combustible abastecida de manera incompleta.

Para un abastecimiento uniforme de gas de operación, todas las celdas de combustible deben tener una resistencia a la corriente igual. Si una celda de combustible tiene una resistencia a la corriente más grande en comparación con

5 las otras celdas de combustible, esto puede conducir a un abastecimiento deficiente de gas operacional de la celda de combustible. Una resistencia a la corriente divergente y con esta, un abastecimiento deficiente de gas de operación a una celda de combustible puede causarse, por ejemplo, por deformaciones en la estructura mecánica de la instalación de celda de combustible, por lo cual se llega, por ejemplo, a una disminución del corte transversal de los canales de abastecimiento o de escape del gas operacional. Otra causa de una resistencia de corriente discrepante y con esto de un abastecimiento desigual de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible son los depósitos de materiales ajenos en la celda de combustible. Un abastecimiento deficiente de gas operacional también pueden, sin embargo, basarse en los defectos de la estructura de la unidad de electrodos – membrana. Entre estos se cuentan, por ejemplo, poros defectuosos en la capa limítrofe de 3 fases de electrodos, catalizador y membrana, la formación de películas de agua entre electrodos y membrana o una hidrofilia deficiente.

10 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención indicar un método con el cual puede localizarse un abastecimiento deficiente de gas operacional a una celda de combustible en una instalación de celda de combustible.

Este objetivo se logra mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1 de la patente. Modalidades ventajosas del método son respectivamente objetivo de las reivindicaciones dependientes.

15 El método de acuerdo con la invención prevé que

a) se cargue el espacio del gas del ánodo de las celdas de combustible con un gas combustible y se cargue el espacio de gas del cátodo de la cantidad de celdas de combustible con un gas de oxidación,

b) se interrumpa la introducción del gas operacional a ambos espacios de gas de las celdas de combustible,

c) se purgue uno de los dos espacios de gas de las celdas de combustible con un gas inerte,

20 d) se monitoree la evaluación temporal del voltaje de celda de las celdas de combustible.

Si el espacio del gas del ánodo de las celdas de combustible se carga con un gas combustible y el espacio de gas del cátodo de las celdas de combustible se carga con un gas de oxidación, en todas las celdas de combustible se genera un determinado voltaje de celda. Si se interrumpe la introducción de gas operacional a ambos espacios de gas de las celdas de combustible y se purga uno de los dos espacios de gas de las celdas de combustible con un gas inerte, entonces el voltaje de celda se reduce lentamente. La razón de esto es que al purgar con el gas inerte, el gas operacional aún presente en el espacio de gas se desplaza por el gas inerte y se aparta del espacio de gas y con esto ya no está disponible para una reacción electroquímica con el gas operacional presente en el espacio de gas no purgado. Reduciendo el gas operacional en el espacio de gas purgado desciende el voltaje de salida de la celda de combustible.

30 Tal como se ha comprobado, en una celda de combustible defectuosa, es decir en una celda de combustible con un abastecimiento deficiente de gas operacional en el lado purgado por el gas inerte, dura más que en una celda de combustible intacta que el gas inerte pueda desplazar el gas operacional, es decir que el voltaje de salida de una celda de combustible defectuosa descienda ostensiblemente más lento que el de una celda de combustible intacta.

35 Una celda de combustible defectuosa es detectable de esta manera por un descenso más lento del voltaje de salida. De esta manera, monitoreando el voltaje de celda de las celdas de combustible es verificable unívocamente cuál de las celdas de combustible presenta un defecto en el abastecimiento de gas operacional. A cierta escala, a partir de la diferencia de tiempo en el descenso del voltaje de celda en comparación con una celda de combustible intacta incluso puede concluirse sobre el tamaño del defecto.

40 Para un monitoreo confiable de las celdas de combustible sobre un abastecimiento deficiente de gas operacional puede ser suficiente ya la comparación de los tiempos en los que el voltaje de celda de las celdas individuales de combustible o respectivamente de un grupo de celdas de combustible ha caído desde un primer valor al inicio del purgado a un segundo valor. Una celda de combustible abastecida de manera deficiente se distingue entonces, en comparación con una celda de combustible intacta, por un tiempo más largo para la caída al segundo valor.

45 Como alternativa puede ser suficiente ya cuando los valores del voltaje de celda de las celdas de combustible individuales o respectivamente de un grupo de celdas de combustible se comparan al cabo de un tiempo predeterminado después del inicio de la purgada con el gas inerte. Una celda de combustible abastecida de manera deficiente se caracteriza entonces, en comparación con una celda de combustible intacta, por un gran valor del voltaje de celda al cabo del tiempo predeterminado.

50 Según si el lado del gas combustible o el lado del gas de oxidación deban investigarse por un abastecimiento deficiente, se purga el espacio del gas del ánodo o se purga con el gas inerte el espacio de gas del cátodo de las celdas de combustible. El método aquí es adecuado no solo para localizar un abastecimiento defectuoso ya

conocido de una celda de combustible dentro de una instalación de celda de combustible, sino también para detectar por primera vez el abastecimiento defectuoso.

5 Es particularmente ventajoso cuando el método se realiza en operación sin carga de las celdas de combustible. Como operación sin carga se denomina el estado de las celdas de combustible en el que están separadas de una carga operacional o de una resistencia de descarga. De esta manera, durante la operación sin carga esencialmente no fluye corriente por la instalación de celda de combustible. De esta manera, al interrumpirse la introducción de gas operacional se forma, por una parte, el voltaje sin carga relativamente alto como voltaje de celda en las celdas de combustible y, por otra parte, disminuye más lento el voltaje de celda de las celdas de combustible, por lo cual puede detectarse y localizarse más fácil una celda de combustible defectuosa.

10 Por el otro lado, el tiempo para la caída del voltaje de celda puede abreviarse a su vez purgando continuamente el espacio de gas durante el monitoreo de la evolución temporal del voltaje de celda. De esa manera, se acelera el desplazamiento y la evacuación del gas operacional en el espacio de gas y con esto se abrevia el tiempo para la caída del voltaje de celda.

15 De esta manera, las celdas de combustible pueden verificarse directamente después del montaje incluso sin carga operacional en un abastecimiento correcto de gas operacional. Además, antes de una nueva operación pueden verificarse celdas de combustibles puestas temporalmente fuera de operación para un correcto abastecimiento de gas operacional y de esta manera puede evitarse un peligro potencial de celdas de combustible.

20 De manera ventajosa se realiza el método después de una operación regular de la instalación de celda de combustible. El primer paso del método, más precisamente cuando el espacio del gas de ánodo se carga con gas combustible y el espacio de gas de cátodo se carga con gas de oxidación, sucede ya en operación regular de la instalación de celda de combustible. De esta manera, el método puede iniciarse muy fácilmente y sin modificación de estado de la instalación de celda de combustible a partir de la operación regular corriente. También es posible realizar el método durante la operación regular, en cuyo caso se interrumpe la operación regular de la instalación de celda de combustible durante la reducción del voltaje de la instalación durante la realización del método.

25 Con particularmente poco esfuerzo se realiza el método como método de desconexión para la instalación de celda de combustible. En esta modalidad de la invención, la realización del método significa apenas un esfuerzo adicional frente a la desconexión regular de la instalación, puesto que para desconectar se interrumpe la introducción de gas operacional a las celdas de combustible y por lo regular las celdas de combustible se purgan con un gas inerte.

30 En otra modalidad ventajosa del método, la presión de gas dentro de ambos espacios del gas de las celdas de combustible se lleva a un valor predeterminado antes de purgar con el gas inerte. Las celdas de combustible se operan con una presión de gas operacional relativamente alta, por ejemplo entre 2 y 3 bar (presión absoluta). Para realizar el método de la invención, no solo no se requiere una presión de gas operacional tan alta sino que incluso es desventajosa ya que de esta manera se necesita relativamente mucho tiempo para reducir el voltaje de celda. Sin embargo es posible abreviar este tiempo despresurizando los espacios de gas de las celdas de combustible antes de purgar con el gas inerte, por ejemplo. El ajuste de las presiones de gas operacional en los espacios de gas a un valor predeterminado tiene además la ventaja de que, independientemente de una presión de gas operacional eventualmente fluctuante, el método puede realizarse a presiones conocidas, para las que existen valores experimentales. Esto facilita el cálculo de la dimensión de un defecto eventualmente existente.

40 En una modalidad ventajosa de la invención en calidad de gas inerte se usa nitrógeno (N₂). El nitrógeno es particularmente económico y no conduce a daño alguno de los materiales dentro de una celda de combustible.

45 El monitoreo del voltaje de celda debe efectuarse de acuerdo con la exactitud deseada de la localización del abastecimiento deficiente. En un monitoreo del voltaje de celda de cada una de las celdas de combustible individuales de la instalación de celda de combustible es posible una localización exacta de una celda de combustible defectuosa. Incluso en el caso de un monitoreo grueso, por ejemplo mediante monitoreo del voltaje de salida de las celdas en grupos de respectivamente varias celdas de combustible, puede detectarse y delimitarse un abastecimiento deficiente. De esta manera se reduce considerablemente el esfuerzo de medición frente a un monitoreo de celda individual.

La invención y otras modalidades de la invención según las características de las reivindicaciones dependientes se explican con más detalle en las figuras a continuación por medio de ejemplos de realización.

50 FIG 1 muestra un dispositivo de celdas de combustible para la realización del método;

FIG 2 muestra un diagrama de flujo para el desarrollo del método;

FIG 3 muestra la evolución del voltaje de celda de dos celdas de combustible, una intacta y una defectuosa, durante la realización del método;

La FIG 1 muestra en representación esquemática un dispositivo de celdas de combustible 1 que comprende una instalación de celda de combustible 2 con una cantidad de celdas de combustible, de las cuales debido a su mayor visibilidad solo se representan tres celdas de combustible 3, 4, 5. Las celdas de combustible son celdas de combustible planas que se apilan en una pila de celdas de combustible.

El dispositivo de celdas de combustible comprende además una válvula de entrada de gas de oxidación 6, una válvula de entrada de gas combustible 7, una válvula de salida de gas de oxidación 8, una válvula de salida de gas combustible 9, una primera válvula de entrada de gas inerte 10 para el lado de gas de oxidación de las celdas de combustible y una segunda válvula de entrada de gas inerte 11 para el lado de gas combustible de las celdas de combustible. Además, el dispositivo de las celdas de combustible comprende un dispositivo de monitoreo de voltaje de celda 12 y una unidad de evaluación 14 en forma de un ordenador con un monitor conectado.

Por la válvula de entrada del gas de oxidación 6 está destinado a introducirse oxígeno puro (O_2) como gas de oxidación hacia los espacios de gas del cátodo de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 2 y por la válvula de salida de gas de oxidación 8 está destinado a evacuarse el oxígeno residual, en cuyo caso el oxígeno (O_2) puede circular de manera paralela por los espacios de gas del ánodo de todas las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 2.

Por la válvula de entrada de gas combustible 7 está destinado a introducirse hidrógeno puro (H_2) como gas combustible hacia los espacios de gas del ánodo de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 2 y por la válvula de salida del gas combustible 9 está destinado a evacuarse el hidrógeno residual, en cuyo caso el hidrógeno (H_2) puede circular de manera paralela por los espacios de gas de ánodo de todas las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 2.

Por la primera válvula de entrada de gas inerte 10 puede introducirse nitrógeno (N_2) como gas inerte a los espacios de gas de cátodo de las celdas de combustible y por la segunda válvula de entrada de gas inerte 11 puede introducirse nitrógeno (N_2) a los espacios de gas de ánodo de las celdas de combustible.

La FIG 2 muestra un diagrama de flujo de un métodos para localizar una celda de combustible con un abastecimiento deficiente de gas operacional dentro de la instalación de celda de combustible 2. En un primer paso de proceso 21, durante la operación regular de la instalación de celda de combustible 2, el espacio del gas del ánodo de las celdas de combustible se cargan con hidrógeno puro y el espacio de gas del cátodo de las celdas de combustible se cargan con oxígeno puro.

En un paso de proceso siguiente 22, la instalación de celda de combustible 1 se separa eléctricamente de una carga operacional no mostrada en la figura 1 – por ejemplo de la tracción de un vehículo – y se lleva a operación sin carga-

A continuación, en un paso de proceso 23, se interrumpe la introducción de gas operacional a los espacios de gas de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 2 cerrando la válvula de gas de oxidación 6 y la válvula de gas combustible 7 del dispositivo de celdas de combustible 1. Las válvulas de entrada de gas inerte 10, 11 del dispositivo de las celdas de combustible se encuentran igualmente cerradas en este punto del tiempo. De esta manera en las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 2 aparece el voltaje de celda sin carga.

En el paso de proceso 24 a continuación, abriendo la válvula de salida de gas combustible, se despresuriza la presión de gas dentro del espacio de gas del ánodo de las celdas de combustible desde una presión operacional de 2,3 bar de hidrógeno a 1,6 bar (presión absoluta respectivamente). Igualmente abriendo la válvula de gas de oxidación 8 se despresuriza la presión de gas del oxígeno que se encuentra en el espacio de gas del cátodo y se lleva desde una presión operacional 2,6 bar a 1,6 bar. A continuación se cierran la válvula de salida del gas combustible 9 y la válvula de salida del gas de oxidación 8 de tal modo que se clausuran herméticamente los espacios de gas del ánodo y los espacios de gas del cátodo de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 1.

Para verificar un abastecimiento deficiente de gas operacional en el lado del gas del cátodo o del gas de oxidación de las celdas de combustible en el siguiente paso del método 25 se abre la válvula de entrada de gas inerte 10 y se purga el espacio de gas del cátodo de las celdas de combustible con nitrógeno (N_2). En tal caso el nitrógeno entra con una presión de 2 bar a los espacios de gas de cátodo de las celdas de combustible. Durante la purga se monitorean los voltajes de celda de las celdas de combustible.

ES 2 376 753 T3

Después de iniciar la purga se reducen los voltajes de celda de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 2, puesto que el nitrógeno con el tiempo desplaza el oxígeno de los espacios de gas de cátodo y se evacúa y de esta manera siempre hay menos oxígeno disponible para la reacción electroquímica con el hidrógeno.

5 Durante la purga de los espacios de gas de cátodo con nitrógeno y la descarga de las celdas de combustible, se registra y se monitorea el voltaje de celda de las celdas de combustible mediante líneas de medición 13 de manera permanente por el dispositivo de monitoreo del voltaje de celda 12. Los valores de los voltajes de las celdas de combustible se transmiten por el dispositivo de monitoreo de las celdas de combustible 12 a la unidad de evaluación 14, que almacena estos valores a intervalos periódicos y además los emite a un monitor.

10 En el último paso de proceso 26 los espacios de gas de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 1 se anegan con nitrógeno. Después del cierre a continuación de la válvula de entrada de gas inerte 10, de esta manera se clausuran herméticamente frente al mundo externo los espacios de gas de las celdas de combustible de la instalación de celda de combustible 1.

15 Para una verificación de los espacios de gas de ánodo de las celdas de combustible fundamentalmente es válido el mismo desarrollo del método, aunque en cuyo caso en lugar de los espacios de gas del cátodo se purgan con nitrógeno los espacios de gas del ánodo de las celdas de combustible.

La FIG 3 muestra para el desarrollo del método expuesto previamente la evolución temporal de los voltajes de celda U3, U4, U5 de las celdas de combustible 3, 4, 5 bajo el supuesto que las celdas de combustible 3 y 4 se abastecen con gas operacional de manera correcta, la celda de combustible 5 por el contrario se abastece con gas operacional de manera deficiente.

20 En el lapso de tiempo desde el punto de tiempo t1 hasta el punto de tiempo t2, de acuerdo con el paso de proceso 21 en las celdas de combustible 3, 4, 5 el espacio del gas del ánodo se carga con hidrógeno y el espacio de gas del cátodo se carga con oxígeno. En el punto de tiempo t2 de acuerdo con el paso de proceso 22 se interrumpe la introducción de gas operacional a los espacios de gas y de acuerdo con el paso de proceso 23 las celdas de combustible se llevan a operación sin carga. De esta manera se incrementa el voltaje de celda de las celdas de combustible 3, 4, 5 al voltaje sin carga UL. Además, en el punto de tiempo t2 de acuerdo con el paso de proceso 24 se inicia la purga con nitrógeno N₂ de los espacios de cátodo de las celdas de combustible 3,4 ,5.

30 Después de iniciar la purga en el punto de tiempo t2 se reduce el voltaje de celda U3, U4 de las celdas de combustible intactas 3, 4 hasta el punto de tiempo t3 o t4 a aproximadamente la mitad del voltaje sin carga UL, en cuyo caso t3 y t4 coinciden aproximadamente de manera simultánea. A diferencia de esto se reduce el voltaje de celda U5 de la celda de combustible 5 después del inicio de la purga esencialmente más lento que el voltaje de celda de las celdas intactas 3, 4 y dura hasta el punto de tiempo t5 para que el voltaje de celda U5 de celda de combustible defectuosa 5 se haya reducido a la mitad del voltaje sin carga UL. Puesto que los lapsos de tiempo $\Delta t3 = t3 - t2$ y $\Delta t4 = t4 - t2$ son esencialmente más pequeños que el lapso de tiempo $\Delta t5 = t5 - t2$, puede sacarse la conclusión sobre un defecto en la celda de combustible 5.

35 Como alternativa naturalmente también puede recurrirse al valor de los voltajes de celda de las celdas de combustible 3, 4, 5 después de transcurrir un determinado lapso de tiempo después del inicio de la purga, por ejemplo hacia el punto de tiempo t3, como criterio para establecer si una celda de combustible está intacta o defectuosa. La celda de combustible defectuosa 5 tiene por ejemplo hacia el punto de tiempo t3 un valor del voltaje de celda esencialmente más grande en comparación con las celdas de combustible intactas.

40 De manera conveniente la purga se efectúa de tal modo que el voltaje de celda de las celdas de combustible intactas después del inicio de la purga cae dentro de 4 a 6 minutos del voltaje de celda sin carga UL a la mitad del voltaje de celdas sin carga (es decir $\Delta t3 = 4$ a 6 min). En los ensayos, una velocidad de descarga tal ha demostrado ser particularmente favorable para detectar un defecto.

REIVINDICACIONES

1. Método para localizar un abastecimiento deficiente de gas operacional a una celda de combustible (3,4,5) en una instalación de celda de combustible (2) con una cantidad de celdas de combustible, en el cual
- 5 a) el espacio del gas del ánodo de la cantidad de celdas de combustible (3,4,5) se carga con un gas combustible (H_2) y el espacio del gas de cátodo de la cantidad de celdas de combustible (3,4,5) se carga con un gas de oxidación (O_2),
- b) se interrumpe el suministro de gas operacional a ambos espacios de gas de las celdas de combustible (3,4,5),
- c) uno de los dos espacios de gas de las celdas de combustible (3,4,5) se purga con un gas inerte (N_2),
- 10 d) la evaluación temporal del voltaje de celda (U_3, U_4, U_5) de las celdas de combustible (3,4,5) se monitorea y se identifica una celda de combustible (3,4,5) abastecida de manera deficiente por una caída más lenta del voltaje de celda en comparación con una celda de combustible intacta (3,4,5).
2. Método según la reivindicación 1, en el que al monitorear la evolución temporal del voltaje de celda (U_3, U_4, U_5) de las celdas de combustible (3,4,5) se comparan los tiempos ($\Delta t_3, \Delta t_4, \Delta t_5$) en los que el voltaje de celda (U_3, U_4, U_5) de las celdas de combustible individuales o respectivamente de un grupo de celdas de combustible ha caído desde un primer valor (UL) al inicio del purgado con el gas inerte (N_2) a un segundo valor ($0,5*UL$).
- 15 3. Método según la reivindicación 1, en el que al monitorear la evolución temporal del voltaje de celda (U_3, U_4, U_5) de las celdas de combustible (3,4,5) los valores del voltaje de celda de las celdas de combustible individuales o respectivamente de un grupo de celdas de combustible se comparan al transcurrir un tiempo predeterminado (Δt_3) después de iniciar el purgado con el gas inerte (N_2).
- 20 4. Método según una de las reivindicaciones precedentes, realizado a operación de las celdas de combustible sin carga.
5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que durante el monitoreo de la evolución temporal del voltaje de celda el espacio del gas se purga continuamente.
- 25 6. Método según una de las reivindicaciones precedentes, realizado de acuerdo con una operación regular de la instalación de celda de combustible (2), en cuyo caso la carga del espacio de gas del ánodo con el gas combustible (H_2) y del espacio del gas del cátodo con gas de oxidación (O_2) se efectúa durante la operación regular.
7. Método según una de las reivindicaciones precedentes, realizado como método de desconexión para la instalación de la celda de combustible (2).
- 30 8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la presión del gas dentro de ambos espacios de gas de las celdas de combustible (3,4,5) se lleva a un valor predeterminado antes de purgar con el gas inerte (N_2).
9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que se monitorea individualmente el voltaje de celda (U_3, U_4, U_5) de cada una de las celdas (3,4,5).
10. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el voltaje de celda de las celdas se monitorea en grupos de varias celdas.
- 35 11. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que como gas inerte se usa nitrógeno (N_2).
12. Método según una de las reivindicaciones precedentes, aplicado a celdas de combustible que están diseñadas para la operación con oxígeno puro (O_2) y con hidrógeno puro (H_2).
13. Método según una de las reivindicaciones precedentes, aplicado a celdas de combustible PEM.

FIG 1

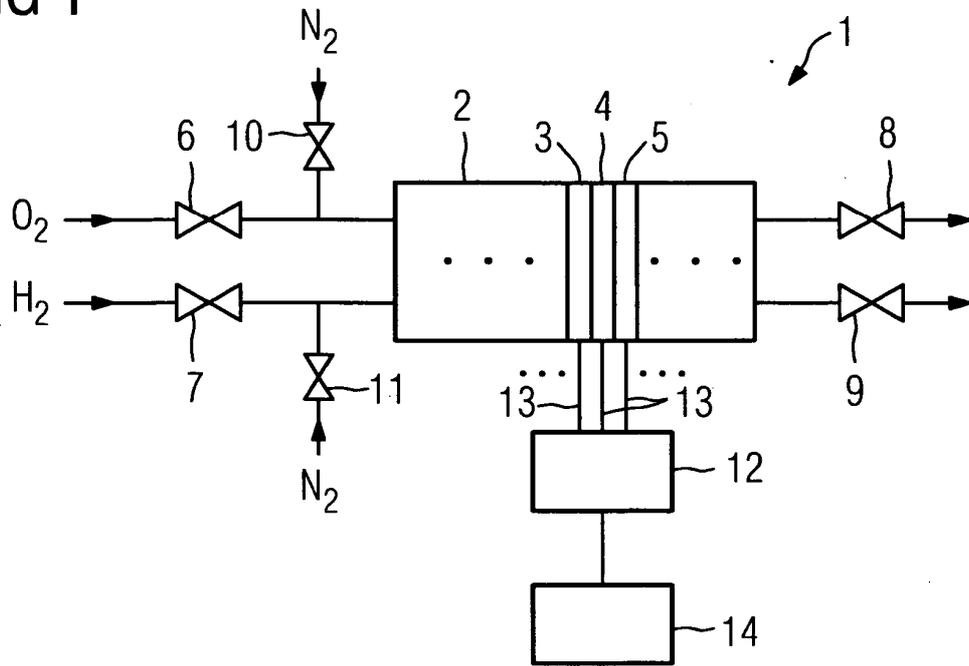


FIG 2

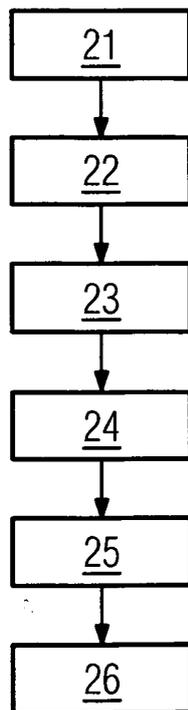


FIG 3

