

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 719 273**

51) Int. Cl.:

H01M 8/02	(2006.01) H01M 8/1048	(2006.01)
H01M 8/04	(2006.01) H01M	(2006.01)
H01M 8/10	(2006.01) H01M 8/0637	(2006.01)
H01M 8/0289	(2006.01) H01M	(2006.01)
C01B 3/38	(2006.01) H01M 8/1018	(2006.01)
H01M	(2006.01)	
H01M 8/103	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2007 PCT/EP2007/004686**
- 87) Fecha y número de publicación internacional: **04.12.2008 WO08145148**
- 96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2007 E 07725582 (6)**
- 97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 2153485**

54) Título: **Sistema de celda de combustible que funciona con gas licuado**

45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.07.2019

73) Titular/es:
**TRUMA GERÄTETECHNIK GMBH & CO. KG
(100.0%)
Wernher-von-Braun-Strasse 12
85640 Putzbrunn, DE**

72) Inventor/es:
**SCHIEGL, ANDREAS y
FRANK, REINHARD**

74) Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 719 273 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

Sistema de celda de combustible que funciona con gas licuado

La invención se refiere a un sistema de celda de combustible que puede funcionar con gas licuado.

5 Las celdas de combustible, para la generación de energía eléctrica y térmica, necesitan como reactivos hidrógeno y oxígeno (del aire). Se conocen distintos procedimientos de reformado, tales como por ejemplo reformado con vapor, reformado autotérmico, oxidación parcial o craqueo, en los que se genera gas que contiene hidrógeno mediante la conversión de hidrocarburos gaseosos y líquidos. Estos procedimientos son generalmente muy complejos y requieren un alto gasto en aparatos y técnico de regulación. Por regla general, presentan una pluralidad de componentes individuales tales como por ejemplo reactores de reformado, etapas de desplazamiento, etapas de depuración fina de gas, intercambiadores de calor y evaporadores.

10 Además, son conocidas celdas de combustible de óxido sólido de alta temperatura (SOFC) y celdas de combustible de carbonato fundido (MCFC), en las que hidrocarburos gaseosos y líquidos se convierten en energía eléctrica directamente o con intercalación de una denominada etapa de prerreformado a temperaturas de 600 °C - 1000 °C y con la adición de oxígeno (del aire). Desventajas de estos sistemas son una baja ciclabilidad térmica, largos tiempos de calentamiento y enfriamiento así como muy altos requisitos en cuanto a los materiales empleados.

Los sistemas de celda de combustible se emplean desde hace algún tiempo también como sistemas de APU (Auxiliary Power Unit) para el suministro de alimentación de a bordo en vehículos recreativos. Igualmente es conocido emplear sistemas de celda de combustible de este tipo también como generadores de corriente o sistemas de acoplamiento de fuerza-calor para el suministro de energía descentralizado.

20 En el documento US 2002/0182458 A1 se describe un sistema de celda de combustible en el que, además de otros combustibles, puede alimentarse también propano como combustible. El combustible se procesa en un reformador diseñado como reactor autotérmico y se convierte en un gas de reformado que contiene hidrógeno. El gas de reformado se conduce entonces a través de un intercambiador de calor a una cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible.

25 Por el documento DE 103 28 960 A1, el documento EP 1 439 082 A1 y el documento US 2002/0160239 A1 se conocen otros sistemas de celda de combustible.

También en el documento WO 2007/031082 A1, el documento WO 01/48846 A1 así como el documento US 2005/0136304 A1 se describen sistemas de celda de combustible.

30 En el documento US 3.488.226 se describe un procedimiento para la generación de hidrógeno así como su uso en celdas de combustible de carbonato fundido. La etapa de reformado para generar hidrógeno puede tener lugar en un catalizador, que está dispuesto en la cámara de ánodo de la celda de combustible.

Por el documento US 5.302.470 se conoce otro sistema de celda de combustible. En el documento EP 1 881 056 A1 o el documento JP 2006-318721 se describe el empleo de gas licuado para una celda de combustible.

35 La invención se basa en el objetivo de indicar un sistema de celda de combustible que permita la generación de energía directa de un combustible, sin que tenga de dedicarse un alto gasto en aparatos para el reformado del combustible.

40 El objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un sistema de celda de combustible según la reivindicación 1. Además, la presente invención comprende un uso del sistema de celda de combustible de acuerdo con la reivindicación 6, un procedimiento para hacer funcionar el sistema de celda de combustible de acuerdo con la reivindicación 8, un procedimiento para poner en marcha un sistema de celda de combustible de acuerdo con la reivindicación 10 y un procedimiento para poner en marcha un sistema de celda de combustible de acuerdo con la reivindicación 11 así como un procedimiento para parar el sistema de celda de combustible de acuerdo con la reivindicación 13.

45 Un sistema de celda de combustible de acuerdo con la invención presenta una celda de combustible con una membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (HT-PEM), una reserva de gas licuado así como una conducción de alimentación de gas licuado para introducir el gas licuado desde la reserva de gas licuado en una cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible.

50 Se indica por lo tanto una celda de combustible que permite una conversión en energía eléctrica directa del gas licuado gaseoso sin una gran complejidad en cuanto a aparatos y a temperaturas de funcionamiento moderadas. Mediante el uso de celdas de combustible de membrana de electrolito polimérico puede conseguirse una alta

capacidad de ciclo de puesta en marcha-parada. Igualmente, son ventajosos tiempos de puesta en marcha y parada cortos así como bajos requisitos de material debido a las temperaturas de funcionamiento reducidas.

5 La celda de combustible puede componerse de una celda de combustible individual o de una pluralidad de celdas de combustible individuales, que están dispuestas en forma de una pila. La estructura fundamental de una celda de combustible es conocida y por lo tanto no ha de explicarse en detalle en este punto. La celda de combustible puede hacerse funcionar bajo presión o en condiciones aproximadamente atmosféricas. Esto último reduce considerablemente la demanda energética de los sistemas periféricos (bombas de aire y de gas). La construcción tiene lugar con materiales que satisfacen los requisitos de temperatura, por ejemplo con placas bipolares de metal o materiales compuestos de plástico-plástico.

10 El gas licuado se alimenta sin proceso de reformado costoso directamente a la cámara de reacción de ánodo, donde puede convertirse en energía eléctrica. Puede ser únicamente necesario prever un equipo de desulfuración entre la reserva de gas licuado y la celda de combustible, para desulfurar el gas licuado alimentado. Allí puede tener lugar también una separación de agentes odorizantes.

Como gas licuado son adecuados propano, butano o una mezcla de propano y butano.

15 A la corriente de gas licuado puede añadirse antes de la entrada en la cámara de reacción de ánodo vapor de agua. La adición de vapor de agua puede ser ventajosa, en cambio, no es obligatoriamente necesaria en función del diseño del sistema de celda de combustible. Un catalizador previsto en la cámara de reacción de ánodo, por ejemplo sobre o en un electrodo de difusión de gas es adecuado para convertir el gas licuado y para generar, entre otros, iones hidrógeno.

20 El porcentaje de hidrógeno, en la reacción de celdas de combustible electroquímicas conocidas con alimentación de oxígeno (de aire) en la cámara de reacción de cátodo se convierte en energía eléctrica y térmica así como el producto de reacción agua. Se ha comprobado que el rendimiento de corriente y tensión depende de la temperatura de funcionamiento. Cuanto mayor es el valor de la temperatura, más corriente puede cederse a tensión de funcionamiento constante por la celda de combustible.

25 La membrana de electrolito polimérico de alta temperatura se hace funcionar en un intervalo de temperatura de temperatura ambiente a por encima de 300 °C, preferentemente en un intervalo de 150 °C a 250 °C. Esta separa la cámara de reacción de ánodo de una cámara de reacción de cátodo de la celda de combustible, a la que ha de alimentarse aire ambiente u oxígeno.

30 Como materiales para la HT-PEM se usan con prioridad membranas de polímero de PBI (polibenzimidazol) dopado con ácido fosfórico. Sin embargo, son adecuados también otros plásticos que en este intervalo de temperatura presentan una alta estabilidad térmica y son conductores de protones o pueden hacerse capaces de conducir protones mediante adición/dopado correspondiente.

35 La HT-PEM presenta al menos en el lado dirigido a la cámara de reacción de ánodo una capa de catalizador que porta un catalizador, que con o sin adición de vapor de agua permite una descomposición del gas licuado en hidrógeno o iones hidrógeno y constituyentes adicionales. Como catalizadores pueden servir todos los tipos de metales nobles y no nobles, que en el intervalo de temperatura mencionado permite esta descomposición del gas licuado con la adición de vapor de agua en hidrógeno o iones hidrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono o hidrocarburos de cadena más corta. Son adecuados por ejemplo catalizadores que contienen platino. Como materiales adicionales son concebibles, entre otros, Pd, Ru, Fe, Ni, Au, Ag, Rh, Ir, Co, W, Mo, Ce, Cu, Zn, Al, Zr o aleaciones de los mismos con o sin Pt.

40 El gas licuado que afluye a la cámara de reacción de ánodo puede mezclarse previamente con vapor de agua. Para este fin puede estar previsto un equipo de evaporación para evaporar agua, una conducción de alimentación de vapor de agua para evacuar el vapor de agua del equipo de evaporación y un sitio de mezclado situado aguas arriba de la cámara de reacción de ánodo, en la que la conducción de alimentación de vapor de agua y la conducción de alimentación de gas licuado están acopladas y en la que el vapor de agua que afluye desde el equipo de evaporación puede mezclarse con el gas licuado.

En el equipo de evaporación se genera por lo tanto el vapor de agua que se añade al gas licuado antes de la entrada en la cámara de reacción de ánodo.

50 Puede estar previsto un equipo calefactor adicional para calentar la celda de combustible, pudiendo ser el equipo calefactor adicional un equipo separado de la celda de combustible o estando integrado directamente en la celda de combustible. El equipo calefactor adicional sirve para llevar a una temperatura adecuada a la celda de combustible al ponerse en marcha el sistema. Igualmente, el equipo calefactor adicional puede usarse también durante el funcionamiento para mantener la celda de combustible a la temperatura de funcionamiento necesaria.

ES 2 719 273 T3

Como combustible para el equipo calefactor adicional tal como también en cambio para el equipo de evaporación, puede alimentarse directamente gas licuado desde la reserva de gas licuado.

5 De manera complementaria o alternativa puede estar prevista en cambio también una conducción de retorno de descarga de gas de ánodo, para conducir la descarga de gas de ánodo que sale de la cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible. La descarga de gas de ánodo contiene una mezcla de dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno no utilizado o gas licuado que ha reaccionado. Esto significa que la descarga de gas de ánodo contiene sustancias aún térmicamente utilizables o combustibles, que pueden usarse por ejemplo en el equipo calefactor adicional o el equipo de evaporación.

10 Con este fin, el retorno de descarga de gas de ánodo puede conducirse a un quemador previsto en el equipo de evaporación quemador y/o al equipo calefactor adicional, donde las sustancias combustibles aún presentes (hidrógeno, gas licuado, monóxido de carbono, hidrocarburos de cadena corta) pueden quemarse.

15 Igualmente, la descarga de gas de ánodo puede conducirse a través de la conducción de retorno de descarga de gas de ánodo también de nuevo al lado de entrada de ánodo de la celda de combustible, donde, en determinadas circunstancias después de la adición de vapor de agua, se introduce de nuevo en la cámara de reacción de ánodo. El gas licuado aún no utilizado y el vapor de agua pueden conducirse por lo tanto varias veces a través de la celda de combustible, para hacer reaccionar por completo al menos el gas licuado por último.

Tal como ya se expuso anteriormente, de manera complementaria o alternativa, el quemador del equipo de evaporación y/o el equipo calefactor adicional pueden electrificarse también con gas licuado desde la reserva de gas licuado.

20 El sistema de celda de combustible de acuerdo con la invención puede usarse en un vehículo, por ejemplo un vehículo recreativo tal como una casa rodante o caravana, siendo el equipo calefactor adicional de la celda de combustible al mismo tiempo también constituyente de un dispositivo calefactor para calentar un espacio interior del vehículo.

25 El dispositivo calefactor puede hacerse funcionar de manera correspondiente, tal como el equipo calefactor adicional, con gas licuado.

Por lo tanto, existe la posibilidad de usar un calentamiento de gas licuado en sí conocido en particular en vehículos recreativos al mismo tiempo también como equipo calefactor adicional para la celda de combustible. Un equipo calefactor adicional, independiente, para la celda de combustible no es entonces necesario.

30 Un campo de aplicación preferido del sistema en una magnitud de potencia eléctrica de pocos vatios a algunos kilovatios es un empleo como sistema de APU para el suministro de alimentación de a bordo en vehículos recreativos así como el empleo como generador de corriente autárquico o sistema de acoplamiento de fuerza-calor para el suministro de energía descentralizado.

35 un procedimiento para hacer funcionar un sistema de celda de combustible se caracteriza por que la celda de combustible es una celda de combustible de membrana de electrolito polimérico de alta temperatura y por que una cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible se alimenta con gas licuado, en particular con una mezcla de gas licuado y vapor de agua. El gas licuado se introduce, aparte de una desulfuración que dado el caso ha de llevarse a cabo previamente, directamente desde la reserva de gas licuado en la celda de combustible. Por lo tanto no es necesario un reformado separado del combustible en una unidad de reformado propia.

40 Un procedimiento para poner en marcha un sistema de celda de combustible de HT-PEM se caracteriza por las etapas:

- alimentar gas licuado a la celda de combustible;
- hacer pasar el gas licuado a través de una cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible;
- conducir el gas licuado o descarga de gas de ánodo que sale de la cámara de reacción de ánodo a un equipo calefactor adicional previsto sobre o en la celda de combustible y/o a un equipo de evaporación;
- 45 - con ayuda del gas licuado y/o descarga de gas de ánodo calentar la celda de combustible mediante el equipo calefactor adicional y/o calentar el equipo de evaporación para generar vapor de agua;
- alimentar el vapor de agua al gas licuado alimentado a la celda de combustible y mezclar el vapor de agua con el gas licuado;
- alimentar la mezcla de vapor de agua y gas licuado a la cámara de reacción de ánodo;
- 50 - alimentar aire a una cámara de reacción de cátodo de la celda de combustible;
- aplicar una carga eléctrica para hacer funcionar la celda de combustible.

En este procedimiento, el gas licuado se conduce a través de la celda de combustible de HT-PEM y se quema en el equipo calefactor adicional así como en el equipo de evaporación con suministro de aire. Mediante el calor de escape del equipo calefactor adicional se lleva la celda de combustible hasta la temperatura de funcionamiento. Simultáneamente tiene lugar el calentamiento del equipo de evaporación. En cuanto el equipo de evaporación

5 evapora agua, se añade el vapor de agua generado al gas licuado alimentado a la celda de combustible y se introduce en la cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible. Al mismo tiempo se suministra aire a la celda de combustible calentada por el equipo calefactor adicional en el lado de cátodo, para, en el caso de un requisito de carga en cuanto a la celda de combustible, poner en marcha la reacción electrolítica con la mezcla de gas licuado-vapor de agua.

10 En este procedimiento no tienen que cambiarse las corrientes de medio. Más bien, en particular la corriente de gas licuado puede conducirse permanentemente a través de la celda de combustible. El gas licuado o descarga de gas de ánodo que sale en la celda de combustible se quema por el equipo de evaporación y el equipo calefactor adicional, de modo que nada de gas licuado puede abandonar el sistema de celda de combustible.

15 En otro procedimiento para poner en marcha el sistema de celda de combustible de HT-PEM, el gas licuado se conduce desde la reserva de gas licuado directamente al equipo calefactor adicional y/o al equipo de evaporación, para, por un lado, calentar la celda de combustible y, por otro lado, generar vapor de agua por el equipo de evaporación. Cuando la celda de combustible ha alcanzado una temperatura predeterminada, el gas licuado se introduce desde la reserva de gas licuado también directamente en la cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible. A este respecto, puede añadirse vapor de agua desde el equipo de evaporación. En el caso de un

20 requisito de carga en cuanto a la celda de combustible se pone en marcha la reacción electrolítica.

En el funcionamiento de la celda de combustible, en función del diseño del sistema o bien puede conducirse además directamente gas licuado al equipo calefactor adicional y el equipo de evaporación, para proporcionar la energía calorífica necesaria. Igualmente es posible interrumpir el suministro directo y en lugar de eso conducir la descarga de gas de ánodo que sales en la celda de combustible al equipo calefactor adicional y al equipo de evaporación. La

25 descarga de gas de ánodo contiene aún por regla general también materiales combustibles en cantidad suficiente (gas licuado, hidrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos de cadena corta) y puede usarse por lo tanto como combustible.

Un procedimiento para parar un sistema de celda de combustible de acuerdo con la invención presenta las etapas:

- 30
- interrumpir la alimentación de gas licuado;
 - alimentar además la descarga de gas de ánodo que sale de una cámara de reacción de ánodo de la celda de combustible a un equipo de evaporación para generar vapor de agua;
 - alimentar el vapor de agua a la cámara de reacción de ánodo.

Después de la interrupción del suministro de gas licuado se utiliza térmicamente la mezcla de gases que aún se encuentra en el sistema (hidrógeno residual, dióxido de carbono, monóxido de carbono o hidrocarburos de cadena

35 corta así como vapor de agua) en el equipo de evaporación, mediante lo cual se genera además vapor de agua. El vapor de agua alimentado todavía a la celda de combustible desplaza la mezcla de gases residual del sistema. En cuanto queda paralizada la reacción electrolítica en la celda de combustible y posteriormente el proceso de combustión en los quemadores del equipo de evaporación y del equipo calefactor adicional, pueden lavarse las conducciones que conducen gas y la celda de combustible con aire o en una gas inerte y enfriarse el sistema.

40 Estas y otras ventajas y características de la invención se explican en detalle a continuación por medio de un Ejemplo con ayuda de las Figuras adjuntas. Muestran:

La Figura 1 un sistema de celda de combustible de acuerdo con la invención en representación esquemática; y

la Figura 2 la estructura esquemática de una celda de combustible de membrana de electrolito polimérico de alta temperatura empleada en el sistema de celda de combustible.

45 La Figura 1 muestra esquemáticamente la estructura del sistema de celda de combustible.

Un tanque de líquido 1 que sirve como reserva de líquido, por ejemplo una botella de vidrio o un depósito, contiene gas licuado tal como por ejemplo propano, butano o una mezcla de los mismos.

El gas licuado se extrae al tanque de gas licuado 1 y se conduce a través de un equipo de desulfuración 2. En este tiene lugar la separación de agentes odorizantes y otros compuestos de azufre contenidos en el gas licuado.

50 Después, el gas licuado desulfurado se introduce a través de una conducción de alimentación de gas licuado 1a en una celda de combustible 3. En el caso de la celda de combustible 3 se trata de una denominada celda de

combustible de membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (HT-PEM-BZ), que trabaja en un intervalo de temperatura hasta por encima de 300 °C, preferentemente en el intervalo de 150 °C a 250 °C. La estructura de la celda de combustible 3 es en sí conocida; no obstante se explica en detalle posteriormente también por medio de la Figura 2.

5 Está previsto además un equipo de evaporación 4, que evapora el agua que se alimenta desde un tanque de agua 5. El vapor de agua generado por el equipo de evaporación 4 se introduce a continuación a través de una conducción de alimentación de vapor de agua 4a igualmente a la celda de combustible 3 y antes de la entrada en la celda de combustible 3 se mezcla en un sitio de mezclado 6 con el gas licuado. De esta manera, en el funcionamiento entra una mezcla de gas licuado-vapor de agua en la celda de combustible 3.

10 La Figura 2 muestra esquemáticamente la estructura de la celda de combustible 3.

Entre una cámara de reacción de ánodo 7 y una cámara de reacción de cátodo 8 está dispuesta una membrana de electrolito polimérico de alta temperatura 9. Como material para la membrana 9 se usan con prioridad membranas de polímero de PBI (polibenzimidazol) dopado con ácido fosfórico. Sin embargo, son adecuados también otros plásticos que en este intervalo de temperatura presentan una estabilidad térmica alta, son conductores de protones o pueden hacerse capaces de conducir protones mediante adición/dopado correspondiente.

Sobre la membrana 9 está aplicada por ambos lados una capa de catalizador 10. Como catalizadores pueden servir distintos tipos de metales nobles y no nobles, tal como ya se describió anteriormente.

Sobre las capas de catalizador 10 están dispuestos en cada caso de manera conocida electrodos de difusión de gas 11.

20 Las capas de catalizador 10 o los catalizadores en sí pueden estar integrados también en los electrodos de difusión de gas 11. A este respecto, es posible también una estructura diferente en el lado del ánodo por un lado y en el lado del cátodo por otro lado. Por ejemplo, pueden usarse también diferentes materiales en ambos lados. La estructura mostrada en la Figura 2 sirve por lo tanto únicamente para explicar un ejemplo y no ha de entenderse de manera limitante.

25 A la cámara de reacción de ánodo 7 se alimenta la mezcla de gas licuado-vapor de agua. Por el contrario, se introduce aire de reacción en la cámara de reacción de cátodo 8.

La corriente de medio que abandona la cámara de reacción de ánodo 7 se denomina corriente de descarga de gas de ánodo 12 y puede presentar una mezcla de dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua, hidrógeno no utilizado y gas licuado sin reaccionar. En el lado del cátodo, una mezcla de aire de escape y agua de reacción en forma de vapor de agua sale de la cámara de reacción de cátodo 8.

La celda de combustible 3 puede componerse de una celda individual o de un sistema de varias celdas individuales, en particular una pila de celdas de combustible. Naturalmente, la mezcla de gas licuado-hidrógeno puede alimentarse dado el caso a todas las células individuales de una pila de celdas de combustible.

35 Tal como muestra la Figura 1, la corriente de descarga de gas de ánodo 12 de una celda de combustible 3 puede usarse adicionalmente de varias maneras.

Por un lado, la corriente de descarga de gas de ánodo 12 puede recircularse a través de una unidad de retorno 13, por ejemplo una bomba, puede reconducirse a la entrada de ánodo de la celda de combustible 3. A este respecto, puede añadirse vapor de agua nuevo o gas licuado adicional. De esta manera, el gas licuado puede conducirse varias veces a través de la celda de combustible 3, para consumir poco a poco también el gas licuado aún no utilizado.

Igualmente es posible utilizar la corriente de descarga de gas de ánodo para proporcionar calor en el equipo de evaporación 4 como combustible. Los constituyentes combustibles de la descarga de gas de ánodo bastan generalmente para proporcionar suficiente energía calorífica para la generación del vapor de agua.

45 Además, es posible suministrar un equipo calefactor adicional 14 con la corriente de descarga de gas de ánodo 12 como combustible. Con ayuda del equipo calefactor adicional 14, se mantiene la celda de combustible 3 a la temperatura de funcionamiento o se precalienta para la puesta en marcha hasta una temperatura determinada. El equipo calefactor adicional 14 puede estar realizado tanto como elemento constructivo separado y también como constituyente integrado de la celda de combustible 3. La reacción de combustión puede tener lugar de manera catalítica o de manera convencional.

50 El sitio de mezclado 6 puede estar dispuesto en el espacio antes de la celda de combustible 3. Igualmente es posible

prever el sitio de mezclado 6 en la celda de combustible 3, sin embargo aún aguas arriba de la cámara de reacción de ánodo 7. A este respecto, depende únicamente de que pueda introducirse una mezcla de gas licuado-vapor de agua en la cámara de reacción de ánodo 7. Dado el caso, a esta mezcla puede añadirse también aún, tal como se describe anteriormente, descarga de gas de ánodo.

- 5 El sistema se completa mediante un dispositivo de condensador no representado, en el que el agua contenida en las corrientes de aire de escape y gas de escape se recircula y se alimenta al recipiente de reserva de agua o tanque de agua 5. Asimismo, no están representados ventiladores y/o bombas para el suministro de aire, gas y agua así como dado el caso un ventilador de refrigeración para la celda de combustible 3 y diversos subsistemas eléctricos tales como por ejemplo transformadores de tensión para la alimentación de la corriente generada por la celda de combustible 3 en una batería.
- 10 Asimismo, en las Figuras no se muestra un control de sistema superior con técnica de medición, control y regulación correspondiente.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de celda de combustible, con

- una celda de combustible (3) con una membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (9);
- una reserva de gas licuado (1);

5 - una conducción de alimentación de gas licuado (1a) para introducir el gas licuado desde la reserva de gas licuado (1) directamente en la cámara de reacción de ánodo (7) de la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3)

10 en el que la membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (9) al menos en el lado dirigido a la cámara de reacción de ánodo (7) presenta una capa de catalizador (10), que presenta un catalizador para descomponer el gas licuado en hidrógeno o iones hidrógeno y constituyentes adicionales.

2. Sistema de celda de combustible según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el catalizador, con la adición de vapor de agua, sirve para descomponer el gas licuado en hidrógeno o iones hidrógeno y constituyentes adicionales.

3. Sistema de celda de combustible según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por**

- un equipo de evaporación (4) para evaporar agua;
- una conducción de alimentación de vapor de agua (4a) para evacuar el vapor de agua del equipo de evaporación (4); y por
- un sitio de mezclado (6) situado aguas arriba de la cámara de reacción de ánodo (7), en el que están acopladas la conducción de alimentación de vapor de agua (4a) y la conducción de alimentación de gas licuado (1a) y en el que se mezcla el vapor de agua que afluye desde el equipo de evaporación (4) con el gas licuado.

4. Sistema de celda de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** está previsto un equipo calefactor adicional (14) para calentar la celda de combustible (3), en el que el equipo calefactor adicional (14) es un equipo separado de la celda de combustible (3) o está integrado en la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3).

5. Sistema de celda de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** está prevista una conducción de retorno de descarga de gas de ánodo (12), para conducir la descarga de gas de ánodo que sale de la cámara de reacción de ánodo (7) de la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) a

- un lado de entrada de ánodo de la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) para el retorno a la cámara de reacción de ánodo (7);
- un quemador previsto en el equipo de evaporación (4); y/o al
- equipo calefactor adicional (14).

6. Uso de un sistema de celda de combustible según una de las reivindicaciones 4 a 5 en un vehículo, **caracterizado por que** está previsto un dispositivo calefactor para calentar un espacio interior del vehículo y por que el dispositivo calefactor presenta el equipo calefactor adicional (14).

7. Uso de un sistema de celda de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el sistema de celda de combustible sirve como sistema de suministro de alimentación de a bordo en un vehículo recreativo o como sistema para un suministro de energía descentralizado.

8. Procedimiento para hacer funcionar un sistema de celda de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que**

- la celda de combustible (3) es una celda de combustible de membrana de electrolito polimérico de alta temperatura;
- la cámara de reacción de ánodo (7) de la celda de combustible (3) se alimenta con gas licuado; y por que
- el gas licuado se descompone por un catalizador en hidrógeno o iones hidrógeno y constituyentes adicionales, en el que el catalizador está presente en una capa de catalizador, que está formada al menos en el lado dirigido a la cámara de reacción de ánodo (7) de la membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (9).

9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la cámara de reacción de ánodo (7) se alimenta con una mezcla de gas licuado y vapor de agua.

10. Procedimiento para poner en marcha un sistema de celda de combustible (3), que está equipado con una celda de combustible con membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (9), con las etapas:

- alimentar gas licuado a la celda de combustible de membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (3);
- 5 - hacer pasar el gas licuado a través de una cámara de reacción de ánodo (9) de la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3);
- conducir el gas licuado que sale de la cámara de reacción de ánodo (7) o conducir la descarga de gas de ánodo que sale de la cámara de reacción de ánodo (7) a un equipo calefactor adicional (14) previsto sobre o en la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) y/o a un equipo de evaporación (4);
- 10 - mediante la combustión del gas licuado y/o de la descarga de gas de ánodo calentar la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) mediante el equipo calefactor adicional (14) y/o calentar el equipo de evaporación (4) para generar vapor de agua;
- alimentar el vapor de agua al gas licuado alimentado a la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) y mezclar el vapor de agua con el gas licuado;
- 15 - alimentar la mezcla de vapor de agua y gas licuado a la cámara de reacción de ánodo (7);
- alimentar aire a una cámara de reacción de cátodo (8) de la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3);
- aplicar una carga eléctrica para hacer funcionar la celda de combustible (3).

11. Procedimiento para poner en marcha un sistema de celda de combustible (3), que está equipado con una celda de combustible con membrana de electrolito polimérico de alta temperatura (9), con las etapas:

- 20 - alimentar gas licuado desde una reserva de gas licuado (1) a un equipo calefactor adicional (14) previsto sobre o en la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) y a un equipo de evaporación (4);
- mediante la combustión del gas licuado calentar la celda de combustible (3) mediante el equipo calefactor adicional (14) y/o calentar el equipo de evaporación (4) para generar vapor de agua;
- 25 - tras alcanzar una temperatura predeterminada en la celda de combustible (3) alimentar gas licuado desde la reserva de gas licuado (1) a una cámara de reacción de ánodo (7) de la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3);
- alimentar el vapor de agua al gas licuado alimentado a la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) y mezclar el vapor de agua con el gas licuado;
- alimentar la mezcla de vapor de agua y gas licuado a la cámara de reacción de ánodo (7);
- 30 - alimentar aire a una cámara de reacción de cátodo (8) de la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3);
- aplicar una carga eléctrica para hacer funcionar la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3).

35 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** después de ponerse en marcha la celda de combustible de electrolito polimérico de alta temperatura (3) se interrumpe el suministro directo de gas licuado desde la reserva de gas licuado (1) al equipo calefactor adicional (14) y/o al equipo de evaporación (4) y por que en lugar de eso la descarga de gas de ánodo (12) que sale de la cámara de reacción de ánodo (7) se alimenta al equipo calefactor adicional (14) y/o al equipo de evaporación (4).

40 13. Procedimiento para parar un sistema de celda de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 5, con las etapas

- interrumpir la alimentación de gas licuado a la cámara de reacción de ánodo (7);
- alimentar además la descarga de gas de ánodo (12) que sale de la cámara de reacción de ánodo (7) de la celda de combustible (3) a un equipo de evaporación (4) para generar vapor de agua;
- alimentar el vapor de agua a la cámara de reacción de ánodo (7).

45 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por que**, cuando la reacción electrolítica en la celda de combustible (3) se ha paralizado, se lavan las conducciones de conducción de gas y la cámara de reacción de ánodo (7) con aire y/o un gas inerte.

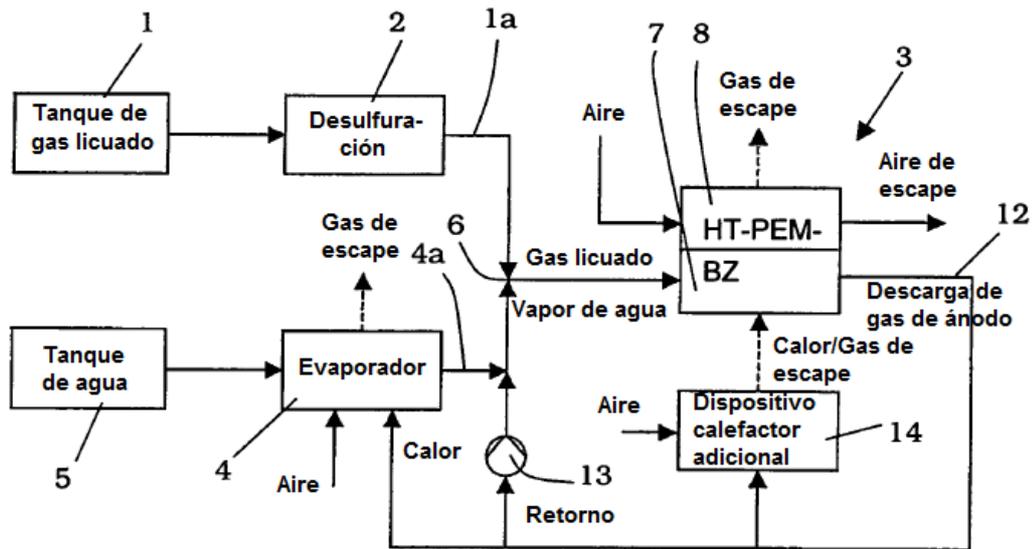


Fig. 1

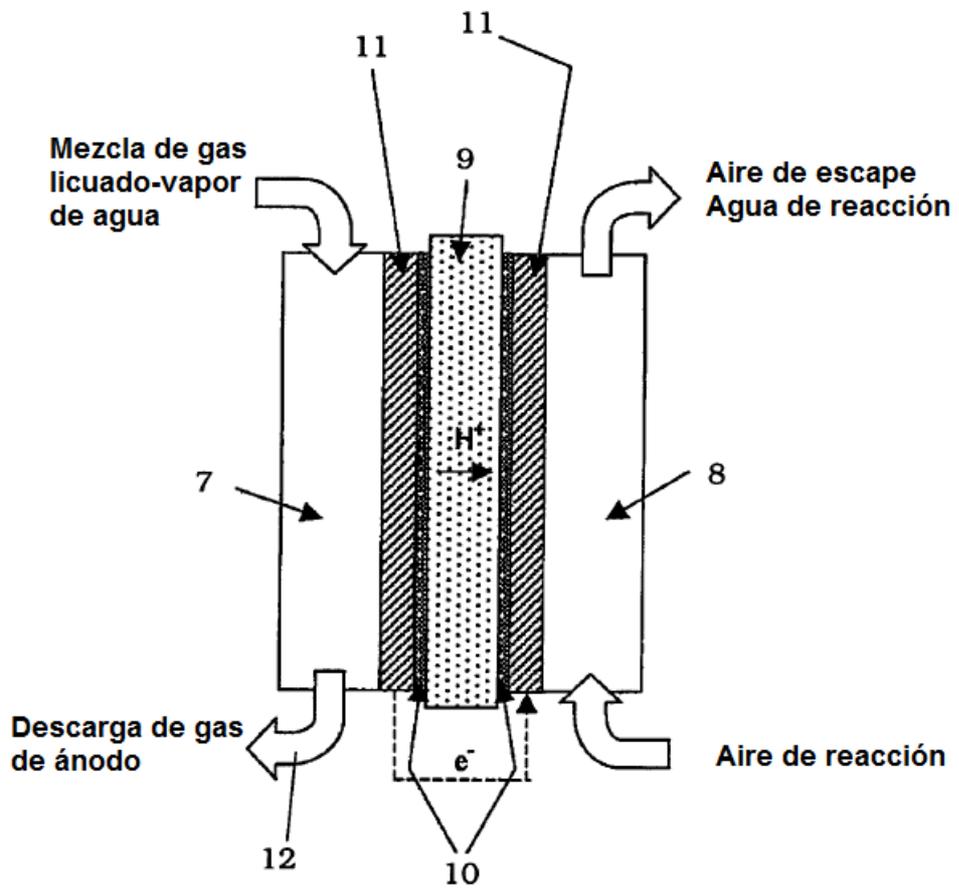


Fig. 2