

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 240**

51 Int. Cl.:

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M 8/0444 (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M 8/249 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2016** E 16157879 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018** EP 3211700

54 Título: **Instalación de células de combustible con detección de fugas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2018

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:

BRANDT, TORSTEN;
BRAUNECKER, MICHAEL;
HOFFMANN, JOACHIM;
LOCHNER, TORSTEN;
MATTEJAT, ARNO y
STÜHLER, WALTER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 683 240 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

Instalación de células de combustible con detección de fugas

La invención se refiere a una instalación de células de combustible con varios módulos de células de combustible, que funcionan con los reactantes hidrógeno y oxígeno. Los módulos de células de combustible pueden consistir en 5 células de combustible individuales o en varias (pila de células de combustible).

Del documento WO2015024785 (A1) se conoce una pila de células de combustible que consiste en una cantidad de células de combustible, que presenta una entrada y una salida de hidrógeno, así como una entrada y una salida de oxígeno. La pila de células de combustible está conmutada a través de su entrada y salida de hidrógeno en un 10 circuito de hidrógeno, en el cual, a través de una válvula de alimentación puede dejarse entrar hidrógeno y a través de una válvula de evacuación puede dejarse salir. Con su entrada y salida de oxígeno la pila de células de combustible está conmutada además de ello en un circuito de oxígeno, en el cual a través de otra válvula de alimentación puede dejarse entrar oxígeno y a través de otra válvula de evacuación puede dejarse salir. El circuito de hidrógeno y el circuito de oxígeno comprenden respectivamente una bomba de circulación con un control de 15 bomba asignado, para controlar o para regular el funcionamiento de circulación del lado de oxígeno y del lado de hidrógeno, independientemente entre sí. El funcionamiento de circulación puede usarse en particular en varias células de combustible alimentadas en paralelo de la pila de células de combustible.

Del documento DE 102007040836 (A1) se conoce una instalación de células de combustible de estructura en cascada con varias células de combustible y/o grupos de células de combustible, presentando cada una de las 20 células de combustible un primer espacio de gas para un primer gas de proceso con un primer reactante, en particular hidrógeno, y un segundo espacio de gas para un segundo gas de proceso con un segundo reactante, en particular oxígeno, entre los cuales hay dispuesto un electrolito que deja pasar iones, en particular una membrana de polímero-electrolito (PEM). Si se forma en la membrana una fuga, entonces se produce un intercambio de gases y de esta manera una reacción térmica directa de los reactantes hidrógeno y oxígeno. Para proteger en caso de una fuga en la membrana de una célula de combustible, ésta misma frente a daños como consecuencia de ello y 25 mantener alejada la mezcla de gases de hidrógeno-oxígeno de las siguientes células de combustible o grupos de células de combustible y de esta manera también proteger las mismas, en las conexiones de conducción entre las células de combustible o grupos de células de combustible, es decir, en sus salidas de hidrógeno, hay dispuestos respectivamente sensores de oxígeno. En caso de superarse un valor límite predeterminado para la proporción de oxígeno se interrumpen el suministro de hidrógeno y de oxígeno hacia el primer grupo de células de combustible y 30 de esta manera a la totalidad de la instalación de células de combustible.

De manera alternativa a la detección de oxígeno la mezcla de gases de hidrógeno-oxígeno puede hacerse reaccionar catalíticamente. En este caso por un lado se destruye la mezcla de gases, lo cual mantiene 35 particularmente seguras las células posteriores frente a daños térmicos; por otro lado la mezcla de gases puede detectarse debido al calor de reacción resultante mediante medición de la temperatura. Cuando continua funcionando la instalación de células de combustible queda no obstante el problema de que la célula de combustible defectuosa en la zona de la fuga ya no funciona electroquímicamente y se reduce la tensión de células de combustible.

Del documento JPH06223850 (A) se conoce una célula de combustible PEM de funcionamiento con hidrógeno y oxígeno, en cuyo caso en la salida de oxígeno hay dispuesto un detector de hidrógeno. En caso de detección el 40 detector de hidrógeno genera una señal, con la cual se interrumpe a través de una válvula de apertura/cierre controlable el suministro de hidrógeno para la célula de combustible.

Del documento JP4923426 (B) se conoce una célula de combustible de funcionamiento con hidrógeno y oxígeno, en cuyo caso el hidrógeno se conduce por un circuito. Una unidad de control obtiene valores de medición de la tensión eléctrica, de la temperatura, de las presiones de entrada, así como de la concentración de hidrógeno en la salida de 45 oxígeno de la célula de combustible y controla a través de las válvulas la diferencia de presión entre el lado de ánodos y de cátodos, de manera que la concentración de hidrógeno se mantiene en la salida de oxígeno por debajo de un primer valor umbral. Si se alcanza un segundo valor umbral, entonces se genera una alarma. Al alcanzarse un tercer valor umbral finalmente se desconecta la instalación de células de combustible.

El documento US2004018404 (A1) divulga una célula de combustible de funcionamiento con hidrógeno y aire. Una 50 unidad de control obtiene como valores de medición la presión del hidrógeno suministrado, la presión y el flujo del aire suministrado, la corriente generada, así como el contenido de hidrógeno medido con un sensor de hidrógeno, en la salida de aire, y controla un regulador de corriente y el suministro de hidrógeno y aire. En dependencia del estado de funcionamiento de la célula de combustible está previsto un determinado intervalo de tolerancia para el contenido de hidrógeno en la salida de oxígeno, dentro del cual se regulan la diferencia de presión, el flujo y la corriente.

55

La invención se basa en la tarea de indicar una instalación de células de combustible de funcionamiento con hidrógeno y oxígeno con varias células de combustible y/o grupos de células de combustible, que también en caso de una fuga puede continuar funcionando de manera segura.

5 Según la invención la tarea se soluciona mediante la instalación de células de combustible que se define en la reivindicación 1, de la cual se indican perfeccionamientos ventajosos en las reivindicaciones secundarias.

Es por tanto objeto de la invención una instalación de células de combustible con varios módulos de células de combustible, los cuales funcionan con los reactantes hidrógeno y oxígeno y que presentan para cada uno de los dos reactantes respectivamente una entrada y una salida, a través de las cuales están conectados en paralelo en dos circuitos separados de los dos reactantes, en los cuales puede introducirse respectivamente el correspondiente reactante a través de una válvula de alimentación y hacerse salir a través de una válvula de eliminación, estando los módulos de células de combustible conectados por sus entradas y sus salidas a través de válvulas de apertura/cierre controlables con los circuitos de reactante, y habiendo conectados en las salidas para al menos uno de los dos reactantes, sensores para la detección del correspondiente otro reactante, que en caso de un contenido que supera un valor umbral predeterminado del correspondiente otro reactante generan señales, para separar a través de las válvulas de apertura/cierre los módulos de células de combustible, en cuyas salidas se detectó la superación del valor umbral, de los dos circuitos de reactante.

Tan pronto como se detecta por lo tanto en uno de los módulos de células de combustible una fuga, este módulo se separa tanto por el lado de la entrada, como también por el lado de la salida, de la alimentación del reactante, de manera que queda excluido un arrastre del reactante extraño que penetra debido a la fuga, en los otros módulos de células de combustible. Además de la supresión del proceso de células de combustible químicas, el módulo de células de combustible en cuestión ha de separarse también eléctricamente del resto de los módulos, siempre y cuando éstos no estén ya desacoplados a través de diodos en lo que al funcionamiento se refiere. Los módulos de células de combustible intactos continúan alimentándose desde los circuitos de reactantes, siendo necesaria en este caso eventualmente solo una adaptación de la potencia. Ésta no se produce sin embargo para cada módulo de células de combustible individual, sino a través de la regulación conjunta de los circuitos de los reactantes.

La supervisión de las fugas puede producirse básicamente por ambos lados de los módulos de células de combustible, es decir, para ambos reactantes. De manera preferente los sensores están colocados sin embargo solo en las salidas para uno de los dos reactantes, cuya presión está ajustada entonces mediante regulación de presión correspondiente en los circuitos de reactante de manera ligeramente más baja que la de los otros reactantes.

30 Dado que la viscosidad del oxígeno es mayor que la del hidrógeno, y debido a ello en caso de fallo sale más hidrógeno a través de la fuga que oxígeno, se ajusta preferentemente más alta la presión en el circuito de oxígeno que en el circuito de hidrógeno, y la salida de hidrógeno de los módulos de células de combustible se vigilan en lo que a presencia del oxígeno se refiere.

Los sensores que sirven para la vigilancia de las fugas están dispuestos de manera ventajosa entre las salidas de los módulos de células de combustible y las válvulas de apertura/cierre, a través de las cuales están conectadas las salidas con los correspondientes circuitos de reactante. De esta manera se logra que en caso de detección el módulo de células de combustible afectado pueda separarse del circuito de los reactantes, antes de que el reactante extraño alcance éste. Esto es ventajoso en particular, cuando la detección, como por ejemplo en el caso de la combustión catalítica del hidrógeno y detección del desarrollo de calor, se produce de manera demorada, o el módulo de células de combustible se separa en primer lugar por el lado de entrada y solo tras una demora por el lado de salida de los circuitos de los reactantes, para que el módulo de células de combustible desconectado entonces quede sin presión. En cuanto que se prevé un volumen de gas lo suficientemente grande entre el lugar de detección con el sensor y el lugar de la separación con la válvula de apertura/cierre, es posible una demora de desconexión casi cualquiera sin poner en riesgo los otros módulos de células de combustible.

45 Los sensores pueden estar configurados para la detección libre de destrucción del correspondiente otro reactante. Forman parte de éstos además de los sensores de funcionamiento óptico, los cuales miden la concentración de los reactantes a medir mediante su absorción específica de longitud de onda, en particular también los detectores con capacidad de conducción térmica, en cuyo caso el esfuerzo de técnica de medición es reducido y que son adecuados en particular para la medición de mezclas de gases de dos componentes.

50 Dado que en caso de fuga una desconexión de los módulos de células de combustible afectadas se produce solo cuando la concentración de gas del reactante extraño detectado supera un valor umbral predeterminado, pueden acceder proporciones, aunque solo sean muy reducidas, del reactante extraño, al correspondiente circuito a proteger y eventualmente aumentar durante un tiempo más largo, no siendo detectables ya específicamente sin mayor problema para los módulos de células de combustible defectuosos. Para evitar este problema hay dispuesto según un perfeccionamiento ventajoso de la instalación de células de combustible según la invención en el circuito del reactante vigilado por los sensores, en una sección tras la última salida y antes de la primera entrada de un módulo de células de combustible, una instalación para la combustión catalítica del hidrógeno. De manera alternativa los

sensores en los módulos de células de combustible pueden estar configurados en sí mismos para la combustión catalítica del hidrógeno, detectándose la presencia del reactante extraño mediante la medición del aumento de la temperatura debido al calor de combustión.

5 Como ya se ha mencionado arriba, en el caso de la desconexión de un módulo de células de combustible defectuoso, los módulos de células de combustible intactos continúan alimentándose desde los circuitos de los reactantes, siendo necesaria eventualmente una adaptación de la potencia, pero que no se produce individualmente para cada módulo de células de combustible individual, sino a través de la regulación general de los circuitos de los reactantes. Para este fin los circuitos de reactante comprenden respectivamente una bomba de circulación con control de bomba asignado, estando configurados los controles de bomba para controlar la potencia de la correspondiente bomba de circulación en dependencia de una información sobre la cantidad de los módulos de células de combustible conectadas a los circuitos de reactante, actualizándose esta información en dependencia de las señales generadas por los sensores.

Para una explicación más detallada de la invención se hace referencia en lo sucesivo a las figuras del dibujo; en detalle muestran correspondientemente en representación esquemática:

15 La Fig. 1 un primer ejemplo de realización de la instalación de células de combustible según la invención y

La Fig. 2 un segundo ejemplo de realización de la instalación de células de combustible según la invención.

Las mismas referencias tienen en las diferentes figuras el mismo significado.

La Fig. 1 muestra una instalación de células de combustible con varios módulos de células de combustible 1, 2, 3, los cuales funcionan con los reactantes hidrógeno H_2 y oxígeno O_2 . Como se muestra mediante el ejemplo del módulo de células de combustible 1, todos los módulos de células de combustible 1, 2, 3 presentan para el reactante hidrógeno una entrada 4 y una salida 5 y para el reactante oxígeno una entrada 6 y una salida 7. Los módulos de células de combustible 1, 2, 3 están conectados en paralelo a través de la entrada 4 y la salida 5 en un circuito de hidrógeno 8 y a través de la entrada 6 y la salida 7 en paralelo en un circuito de oxígeno. El hidrógeno puede introducirse a través de una válvula de alimentación 10 controlable en el circuito 8 y evacuarse a través de una válvula de eliminación 11 del circuito 8. En correspondencia con ello, el oxígeno puede introducirse a través de una válvula de alimentación 12 controlable en el circuito 9 y evacuarse a través de una válvula de eliminación 13 del circuito 9. Cada circuito de reactante 8, 9 contiene una bomba de circulación controlable (compresor) 14, 15 para el transporte del correspondiente reactante a través de los módulos de células de combustible 1, 2, 3 conectados en paralelo. Los controles de bomba 16, 17 asignados a las bombas 14, 15 sirven para el ajuste de los flujos y de las presiones en los circuitos de reactante 8, 9. Por lo demás se remite en lo que se refiere al funcionamiento de circulación, al documento WO2015024785 (A1) mencionado inicialmente, del cual se conoce la alimentación de una pila de células de combustible con reactante desde dos circuitos de gas separados.

Como se muestra por su parte en el ejemplo del módulo de células de combustible 1, cada uno de los módulos de células de combustible 1, 2, 3 está conectado por sus entradas 4, 6 y salidas 5, 7 a través de válvulas de apertura/cierre 18, 19, 20, 21 controlables con el correspondiente circuito de reactante 8, 9. En el ejemplo mostrado en la Fig. 1, en cada uno de los módulos de células de combustible 1, 2, 3 hay conectado en la salida 5 para el reactante hidrógeno un sensor 22 para la detección de la presencia del correspondiente otro reactante, en este caso oxígeno. El sensor 22 mismo o una instalación de evaluación 23 postconectada, que puede sumarse al sensor, y puede ser al igual que los controles de bomba 16, 17 parte de un control 24 superior para la instalación de células de combustible, genera en caso de detección de un contenido de oxígeno que supera un valor umbral predeterminado, una señal 25, para separar a través de las válvulas de apertura/cierre 18, 19, 20, 21 el correspondiente módulo de células de combustible, por ejemplo 1, en cuya salida 5 se detectó la superación del valor umbral, de los dos sistemas de circulación de reactante 8, 9. La señal 25 puede usarse también para separar el módulo de células de combustible 1 defectuoso a través de conmutadores no mostrados en este caso, eléctricamente de los restantes módulos 2, 3 o de la carga eléctrica.

En cuanto que para la sección de conducción entre el sensor 22 y la posterior válvula de apertura/cierre 19 está previsto un volumen de gas 26 lo suficientemente alto, se asegura que también en caso de una separación ocurrida de forma demorada el reactante extraño, en este caso oxígeno, no accede al circuito de hidrógeno 8. En caso de que aún así accedan pequeñas cantidades de oxígeno al circuito de hidrógeno 8, se eliminan en una instalación 27 para la combustión catalítica del hidrógeno. Esta instalación 27 está dispuesta en una sección del circuito de hidrógeno 8, la cual, visto en dirección de circulación, se encuentra tras la última salida 5 del último módulo de células de combustible 3 y delante de la salida 4 del primer módulo de células de combustible 3.

Los controles de bomba 16, 17 contienen en una memoria no mostrada en este caso, informaciones sobre la cantidad de los módulos de células de combustible 1, 2, 3 conectados con los circuitos de reactante 8, 9, para controlar en dependencia de ello la potencia de las bombas. En la generación de la señal 25 para cerrar las válvulas

de apertura/cierre 18, 19, 20, 21, se actualiza esta información en la memoria, de manera que el rendimiento de las bombas se adapta a las condiciones modificadas. Lo mismo es válido también para la alimentación no mostrada en este caso de los módulos de células de combustible 1, 2, 3 con agente refrigerante, adaptándose la potencia de enfriamiento.

5 El ejemplo de realización mostrado en la Fig. 2 de la instalación de células de combustible según la invención se diferencia del mostrado en la Fig. 1 debido a que también se vigilan las salidas de oxígeno 7 mediante sensores 28 adicionales en lo que a la presencia del otro reactante se trata, en este caso hidrógeno. Cuando uno de los sensores 22, 28 detecta una superación de valor umbral en el caso del correspondiente reactante extraño detectado, la instalación de evaluación 23 genera la señal 25 para separar el módulo de células de combustible afectado, por ejemplo 1, de los circuitos de reactante 8, 9. Siempre y cuando los sensores 22, 28 dispongan de instalaciones de evaluación propias para la detección de la superación del valor umbral, cada sensor 22, 28 puede generar la señal 25 por sí mismo.

10 En el ejemplo de realización mostrado, está prevista una instalación 29 para la combustión catalítica de hidrógeno también en el circuito de oxígeno 9. De manera alternativa los sensores 22, 28 pueden estar configurados por sí mismos para la combustión catalítica del hidrógeno y para la detección del desarrollo de calor resultante en este caso.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de células de combustible con varios módulos de células de combustible (1, 2, 3), los cuales funcionan con los reactantes hidrógeno y oxígeno y presentan para cada uno de los dos reactantes respectivamente una entrada (4, 6) y una salida (5, 7), a través de las cuales están conectados en paralelo en dos circuitos (8, 9) separados, de los dos reactantes, en los cuales puede introducirse respectivamente el correspondiente reactante a través de una válvula de alimentación (10, 12) y hacerse salir a través de una válvula de eliminación (11, 13), estando los módulos de células de combustible (1, 2, 3) conectados por sus entradas (4, 6) y salidas (5, 7) a través de válvulas de apertura/cierre (18, 19, 21, 22) controlables con los circuitos de reactante (8, 9), y habiendo conectados en las salidas (5, 7) para al menos uno de los dos reactantes, sensores (22, 28) para la detección del correspondiente otro reactante, que en caso de detección de un contenido que supera un valor umbral predeterminado del correspondiente otro reactante, generan señales (25), para separar a través de las válvulas de apertura/cierre (18, 19, 21, 22) los módulos de células de combustible (1, 2, 3), en cuyas salidas (5, 7) se detectó la superación del valor umbral, de los dos circuitos de reactante (8, 9).
2. Instalación de células de combustible según la reivindicación 1, **caracterizada por que** los sensores (22) están conectados solo a las salidas (5) para uno de los dos reactantes, y la presión en el circuito (8) de este un reactante es menor que la presión en el circuito (9) del otro reactante.
3. Instalación de células de combustible según la reivindicación 2, **caracterizada por que** uno de los reactantes es hidrógeno y el otro reactante oxígeno.
4. Instalación de células de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los sensores (22, 28) están dispuestos entre las salidas (5, 7) y las válvulas de apertura/cierre (19, 21) que conectan éstas con los correspondientes circuitos de reactante (8, 9).
5. Instalación de células de combustible según la reivindicación 4, **caracterizada por que** entre los sensores (22) y las válvulas de apertura/cierre (19), las cuales conectan las salidas (5) controladas por los sensores (22) con el circuito de reactante (8), hay previsto correspondientemente un volumen de gas (26) de tamaño predeterminado.
6. Instalación de células de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los sensores (22) están configurados para la detección libre de destrucción del correspondiente otro reactante.
7. Instalación de células de combustible según la reivindicación 6, **caracterizada por que** en el circuito (8, 9) del reactante controlado por los sensores (22, 28) hay dispuesta en una sección tras la última salida (5, 7) y delante de la primera entrada (6, 4) de un módulo de células de combustible (3 o 1), una instalación (27, 29) para la combustión catalítica del hidrógeno.
8. Instalación de células de combustible según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** los sensores (22, 28) están configurados para la combustión catalítica del hidrógeno y la detección del desarrollo de calor.
9. Instalación de células de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los circuitos de reactante (8, 9) comprenden respectivamente una bomba de circulación (14, 15) con un control de bomba (16, 17) asignado, que los controles de bomba (16, 17) están configurados para controlar la potencia de las bombas de circulación (14, 15) en dependencia de una información sobre la cantidad de los módulos de células de combustible (1, 2, 3) conectados actualmente a los circuitos de reactante (8, 9) y que esta información se actualiza en dependencia de las señales (25) generadas por los sensores (22, 28).

40

Fig. 1

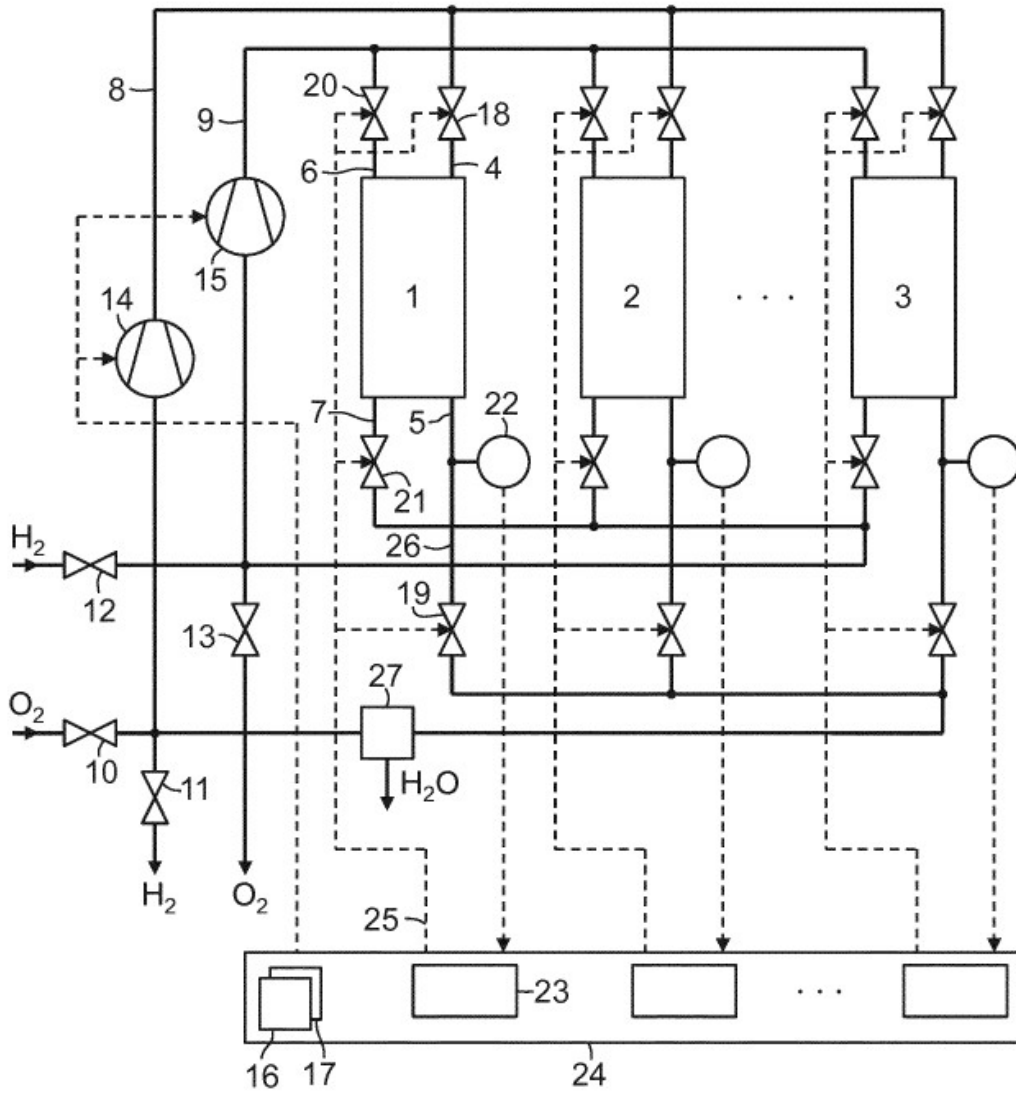


Fig. 2

