

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 776**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/00 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07830706 .3**
96 Fecha de presentación: **22.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2086042**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.08.2009**

54 Título: **Sistema de pila de combustible**

30 Prioridad:
27.10.2006 JP 2006292418

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:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, TOYOTA-CHO
TOYOTA-SHI, AICHI 471-8571, JP

72 Inventor/es:
MANABE, Kota;
IMANISHI, Hiroyuki y
OGAWA, Tomoya

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 376 776 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 pila de combustible

Campo técnico

5 La presente invención hace referencia a un sistema de pila de combustible capaz de elevar con rapidez la temperatura de una pila de combustible mediante una operación de baja eficiencia.

Arte previo

10 Una pila de combustible de tipo polímero sólido, para ser montada en un vehículo de pila de combustible o similar, genera energía eléctrica mediante una reacción química entre hidrógeno en un gas combustible suministrado a un ánodo y oxígeno en un gas oxidante suministrado a un cátodo. En este tipo de pila de combustible, un rango de temperatura óptimo para la generación de energía eléctrica, por lo general, es de entre 70 y 80°. A veces se requiere mucho tiempo desde el arranque de la pila de combustible hasta alcanzar este rango de temperatura, según el entorno de utilización.

15 En vista de tal situación, en un sistema de pila de combustible revelado en la solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N° 2002-313388, se realiza una operación de baja eficiencia para elevar con rapidez la temperatura de la pila de combustible. Aquí, la operación de baja eficiencia es una operación que tiene una gran pérdida de energía en comparación con una operación habitual, en otras palabras, una operación de descenso de la eficiencia en la generación de energía eléctrica de la pila de combustible en comparación con la operación habitual, para incrementar la energía térmica en comparación con la operación habitual. Después, en este sistema de pila de combustible, cuando una temperatura de solución de enfriamiento es de 0° o menos, la operación de baja eficiencia se realiza constantemente para reducir el tiempo de calentamiento de la pila de combustible.

25 La patente JP2003317765 revela un sistema de pila de combustible que está configurado para realizar una operación de baja eficiencia que tiene una gran pérdida de energía en comparación con una operación habitual a una temperatura baja predeterminada, para elevar la temperatura de una pila de combustible en un corto período de tiempo en comparación con la operación habitual, donde el sistema de pila de combustible comprende un controlador que detiene la operación de baja eficiencia y ejecuta la operación habitual, en un caso donde se establecen condiciones predeterminadas a una temperatura baja predeterminada. Este sistema no prevé la posibilidad de inhibir completamente la operación de baja eficiencia bajo ciertas condiciones, cuando sus desventajas superan sus ventajas.

Revelación de la invención

30 Sin embargo, cuando el sistema de pila de combustible realiza la operación de baja eficiencia de forma constante, puede generarse una desventaja durante el mantenimiento de la operación de baja eficiencia, y se requiere su mejoramiento.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de pila de combustible que pueda evitar tal desventaja para mejorar la estabilidad de operación del sistema.

35 Para alcanzar el objetivo antes expuesto, el sistema de pila de combustible de la presente invención está configurado para realizar una operación de baja eficiencia que tiene una gran pérdida de energía en comparación con una operación habitual, a una temperatura baja predeterminada, para elevar la temperatura de una pila de combustible en un período de tiempo corto en comparación con la operación habitual. El sistema de pila de combustible incluye un controlador, y el controlador inhibe la operación de baja eficiencia para ejecutar la operación habitual, en un caso donde se establecen condiciones predeterminadas a la temperatura baja predeterminada.

40 Cuando se asume una desventaja generada durante el mantenimiento de la operación de baja eficiencia, es decir, cuando se establecen las condiciones predeterminadas, la operación de baja eficiencia puede pasar a la operación habitual. En consecuencia, puede evitarse la desventaja generada durante el mantenimiento de la operación de baja eficiencia, y mejorar la seguridad de la operación del sistema.

45 Según un modo preferente de la presente invención, las condiciones predeterminadas incluyen un tiempo en el que la energía generada de la pila de combustible mediante la operación de baja eficiencia no puede consumirse.

En tal caso, la operación de baja eficiencia no puede mantenerse. La operación de baja eficiencia pasa a la operación habitual para reducir la cantidad de energía a ser generada por la pila de combustible, de este modo la operación del sistema puede producirse de manera estable.

Según otro modo de realización preferente de la presente invención, el sistema de pila de combustible también puede incluir un dispositivo de acumulación de energía para acumular la energía generada por la pila de combustible. Las condiciones predeterminadas incluyen, de manera preferente, al menos una de un tiempo en el que la energía generada por la pila de combustible mediante la operación de baja eficiencia no puede acumularse en el dispositivo de acumulación de energía, y un tiempo en el que la cantidad de energía acumulada en el dispositivo de acumulación de energía es mayor que una cantidad predeterminada.

Esto se debe a que aún en tal caso, cuando se mantiene la operación de baja eficiencia, no hay ningún lugar a donde se dirija la energía generada por la pila de combustible.

Según un modo preferente de la presente invención, las condiciones predeterminadas pueden incluir un tiempo en que se genera una inundación en la pila de combustible.

Por ejemplo, cuando la cantidad de un gas reactivo a ser suministrado a la pila de combustible es reducida para realizar la operación de baja eficiencia, no se promueve la descarga de agua generada por la reacción de generación de energía de la pila de combustible. Por lo tanto, puede generarse la inundación en la pila de combustible para bajar la tensión. Según la constitución descrita de la presente invención con anterioridad, cuando se genera la inundación, la operación de baja eficiencia pasa a la operación habitual, de modo tal que puede promoverse la descarga de agua generada, y suprimirse la caída de tensión.

Preferentemente, el controlador puede inhibir la operación de baja eficiencia para detener la generación de energía de la pila de combustible, en un caso donde se acepta una solicitud de detención de la generación de energía de la pila de combustible.

En consecuencia, en un caso donde hay, por ejemplo, una solicitud de operación intermitente de la pila de combustible, o una solicitud de detención de la generación de energía debido a una operación de apagado o anomalía del sistema, puede detenerse la generación de energía de la pila de combustible.

De manera preferente, el controlador puede ejercer control para ejecutar la operación de baja eficiencia durante el arranque de la pila de combustible.

Además, cuando se produce la operación de baja eficiencia, el gas de hidrógeno se descarga del lado del ánodo en la pila de combustible, y el hidrógeno (principalmente hidrógeno que se bombea) a veces se descarga del lado del cátodo. La descarga de un gas oxidante, incluyendo hidrógeno, como se realiza a la atmósfera no es preferente desde el punto de vista ambiental.

Por lo tanto, según un modo de realización preferente de la presente invención, el sistema de pila de combustible también comprende: un pasaje de suministro a través del cual fluye un gas oxidante que va a ser suministrado a la pila de combustible; un pasaje de descarga a través del cual fluye el gas oxidante descargado de la pila de combustible; un pasaje de derivación que conecta el pasaje de suministro con el pasaje de descarga, de modo tal que el gas oxidante pase por la pila de combustible; y una válvula de paso que abre y cierra el pasaje de derivación. De manera preferente, el controlador abre la válvula de paso durante la operación de baja eficiencia y cierra la válvula de paso durante la operación habitual.

En consecuencia, durante la operación de baja eficiencia, el hidrógeno que puede contenerse en el gas de oxidación, puede diluirse mediante el gas oxidante que se ha derivado. Por lo tanto, el gas oxidante puede descargarse de manera apropiada del pasaje de descarga a la atmósfera. Por otro lado, durante la operación habitual, el gas oxidante no tiene que desviarse de la pila de combustible, de modo tal que el gas oxidante puede suministrarse de manera apropiada a la pila de combustible.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de pila de combustible según una realización;

La figura 2 es un gráfico que muestra una relación entre una corriente FC y una tensión FC según la realización;

Las figuras 3A y 3B son diagramas que muestran el mecanismo de generación de hidrógeno que se bombea según la realización;

La figura 3A muestra una reacción de la pila durante la operación habitual, y la figura 3B muestra una reacción de la pila durante la operación de baja eficiencia; y

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un flujo de procesamiento durante el arranque de un sistema de pila de combustible según la presente invención.

Mejor modo de realizar la invención

5 Un sistema de pila de combustible según la realización preferente de la presente invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos adjuntos. En primer lugar, se describirá el perfil general del sistema de pila de combustible según la presente invención, y después se describirán las condiciones en un caso donde se inhibe una operación de baja eficiencia y se pasa a una operación habitual.

10 Tal como se muestra en la figura 1, un sistema de pila de combustible 1 puede montarse en un vehículo tal como un vehículo híbrido de pila de combustible (FCHV), un vehículo eléctrico o un vehículo híbrido. Sin embargo, el sistema de pila de combustible 1 puede aplicarse no sólo al vehículo sino también a cualquier tipo de cuerpo móvil (por ejemplo, un barco, aeroplano, robot o similar) o a una fuente de energía fija.

15 El sistema de pila de combustible 1 incluye una pila de combustible 2; un sistema de tuberías de gas oxidante 3 que suministra aire como gas oxidante a la pila de combustible 2; un sistema de tuberías de gas combustible 4, que suministra un gas de hidrógeno como gas combustible a la pila de combustible 2; un sistema de tuberías refrigerante 5 que suministra un refrigerante a la pila de combustible 2 para enfriar la pila de combustible 2; un sistema de energía 6 que carga y descarga la energía del sistema 1; y un controlador 7, que controla el sistema en su conjunto.

20 La pila de combustible 2 está constituida por, por ejemplo, una pila de combustible con un electrolito polimérico sólido, y tiene una estructura de apilado en la cual se encuentran laminadas un gran número de células elementales. La célula elemental tiene un electrodo de aire (un cátodo) sobre una superficie de un electrolito constituido por una membrana de intercambio de iones, y un electrodo de combustible (un ánodo) sobre la otra superficie, y también tiene un par de separadores de modo tal que formen una lámina entre el electrodo de aire y el electrodo de combustible. El gas oxidante se suministra al canal de gas oxidante 2a de un separador, y el gas combustible se suministra al canal de gas de combustible 2b del otro separador. La pila de combustible 2 genera una energía mediante una reacción electromecánica entre el gas combustible suministrado y el gas oxidante suministrado. La reacción electromecánica en la pila de combustible 2 es una reacción generadora de calor y la temperatura del electrolito polimérico sólido de la pila de combustible 2 es de entre aproximadamente 60 y 80°C.

30 El sistema de tuberías de gas oxidante 3 incluye un pasaje de suministro 11 a través del cual fluye el gas oxidante a ser suministrado a la pila de combustible 2, un pasaje de descarga 12 a través del cual fluye un gas oxidante descargado de la pila de combustible 2; y un pasaje de derivación 17 a través del cual el gas oxidante se deriva por la pila de combustible 2 para fluir. El pasaje de suministro 11 se comunica con el pasaje de descarga 12 a través del canal de gas oxidante 2a. El gas oxidante puede contener hidrógeno que se bombea generado del lado del electrodo de aire de la pila de combustible 2 (los detalles se describirán más adelante). Además, el gas oxidante contiene el contenido de agua generado por la reacción de pila de la pila de combustible 2, y por lo tanto tiene un estado sumamente húmedo.

35 El pasaje de suministro 11 tiene un compresor 14 (una máquina de suministro) que toma aire exterior a través de un filtro de aire 13, y un humidificador 15 que humedece el gas oxidante suministrado bajo presión a la pila de combustible 2 por parte del compresor 14. El humidificador 15 realiza el intercambio del contenido de aire entre el gas oxidante que fluye por el pasaje de suministro 11, y que tiene un estado de baja humedad, y el gas oxidante que fluye a través del pasaje de descarga 12 y tiene un estado de alta humedad. En consecuencia, el gas oxidante a ser suministrado a la pila de combustible 2 se humedece de manera apropiada.

40 La contrapresión del gas oxidante a ser suministrado a la pila de combustible 2 se ajusta mediante una válvula de regulación de contrapresión 16, provista en el pasaje de descarga 12 alrededor de una salida del cátodo. Un sensor de presión P1 que detecta una presión en el pasaje de descarga 12 se proporciona cerca de la válvula de regulación de contrapresión 16. El gas oxidante se descarga, finalmente, como un gas de escape del sistema a la atmósfera, a través de la válvula reguladora de contrapresión 16 y el humidificador 15.

45 El pasaje de derivación 17 conecta el pasaje de suministro 11 al pasaje de descarga 12. Una parte de conexión del lado de suministro B entre el pasaje de derivación 17 y el pasaje de suministro 11, se encuentra entre el compresor 14 y el humidificador 15. Además, una parte de conexión del lado de descarga C entre el pasaje de derivación 17 y el pasaje de suministro 12, se encuentra en el lado inferior del humidificador 15. El pasaje de derivación 17 está provisto de una válvula de paso 18 que es una válvula de apertura/ cierre (válvula de cierre) activada por un motor, solenoide o similar. La válvula de paso 18 está conectada al controlador 7 para abrir y cerrar el pasaje de derivación 17. En la siguiente descripción, el gas oxidante a ser derivado al lado aguas abajo del pasaje de derivación 17, a través de la válvula de paso 18 mediante la apertura de la válvula de paso 18, generalmente se indicará como "aire de derivación".

El sistema de tuberías de gas combustible 4 tiene una fuente de suministro de hidrógeno 21; un pasaje de suministro 22 a través del cual fluye el gas de hidrógeno que se va a suministrar desde la fuente de suministro de hidrógeno 21 a la pila de combustible 2; un pasaje de circulación 23 para retornar, a una parte de unión A del pasaje de suministro 22, un gas de hidrógeno (el gas de combustible) descargado de la pila de combustible 2; una bomba 24 que
 5 alimenta el gas de hidrógeno bajo presión en el pasaje de circulación 22; y un pasaje de purgado 25, ramificado y conectado al pasaje de circulación 23. Una válvula de la fuente de suministro 26 se abre, por donde el gas de hidrógeno, descargado de la fuente de suministro de hidrógeno 21 hacia el pasaje de suministro 22, se suministra a la pila de combustible 2 a través de una válvula de regulación de presión 27, otra válvula de reducción de presión y una válvula de cierre 28. El pasaje de purga 25 tiene una válvula de purgado 33 para la descarga de gas de
 10 hidrógeno a una pipeta de hidrógeno (no se muestra).

El sistema de tubería refrigerante 5 tiene un canal refrigerante 41 que se comunica con un canal de enfriamiento 2c en la pila de combustible 2; una bomba de enfriamiento 42 proporcionada en el canal refrigerante 41; un radiador 43 que enfría el refrigerante descargado de la pila de combustible 2; un canal de derivación 44 que pasa por el radiador 43; y una válvula interruptora 45 que establece la circulación del agua de enfriamiento por el radiador 43 y el canal de derivación 44. El canal refrigerante 41 tiene un sensor de temperatura 46 provisto cerca de la entrada del refrigerante de la pila de combustible 2, y un sensor de temperatura 47 provisto cerca de la salida del refrigerante de la pila de combustible 2. La temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura 47 refleja la temperatura interna (en adelante, "temperatura de la pila de combustible 2") de la pila de combustible 2. La bomba de enfriamiento 42 es impulsada por un motor para hacer circular el refrigerante en el canal refrigerante 41 en la pila de combustible 2.
 15
 20

El sistema de alimentación 6 incluye un convertidor CC/CC de alta tensión 61, una batería 62 y un inversor de tracción 63, un motor de tracción 64 y diferentes inversores auxiliares 65, 66 y 67. El convertidor CC/CC de alta tensión 61 es un convertidor de tensión de corriente continua. El convertidor CC/CC de alta tensión 61 tiene una función de ajuste de una entrada de tensión de corriente continua de la batería 62, para enviar la tensión al inversor de tracción 63, y una función de ajuste de la entrada de tensión de corriente continua de la pila de combustible 2 o el motor de tracción 64 para enviar la tensión a la batería 62. La carga/ descarga de la batería 62 se realiza a través de estas funciones del convertidor CC/CC de alta tensión 61. Además, la tensión de salida de la pila de combustible 2 es controlada por el convertidor CC/CC de alta tensión 61. La cantidad de energía acumulada en la batería 62 es detectada por un sensor SOC 68.
 25

El inversor de tracción 63 convierte una corriente continua en una corriente alterna trifásica para suministrar la corriente al motor de tracción 64. El motor de tracción 64 (un dispositivo de generación de potencia) es, por ejemplo, un motor de corriente alterna trifásica. El motor de tracción 64 constituye, por ejemplo, la principal fuente de potencia de un vehículo 100 en el cual se montará el sistema de pila de combustible 1, y está conectado a ruedas 101L, 101R del vehículo 100. Los inversores auxiliares 65, 66 y 67 controlan la propulsión de los motores del compresor 14, la bomba 24 y la bomba de enfriamiento 42, respectivamente.
 30
 35

La sección de control 7 está constituida como un microordenador que incluye una CPU, una memoria ROM y una memoria RAM. La CPU ejecuta los cálculos deseados conforme a un programa de control para realizar diferentes tareas de procesamiento y control tal como el control de una operación habitual y el control de una operación de baja eficiencia, descritas más adelante. La memoria ROM almacena el programa de control o los datos de control a ser procesados por la CPU. La memoria RAM es utilizada como cualquier tipo de área de trabajo, principalmente para el procesamiento de control.
 40

El controlador 7 ingresa señales de detección de varios sensores tal como cualquier tipo de sensor de presión (P1), sensores de temperatura (46, 47), un sensor de temperatura del aire exterior 51, que detecta la temperatura del aire exterior del entorno donde se encuentra el sistema de pila de combustible 1, el sensor SOC 68 y cualquier tipo de sensor, tal como un sensor del grado de apertura del acelerador que detecta el grado de apertura del acelerador del vehículo 100. El controlador 7 envía señales de control a los elementos constituyentes (la máquina de suministro 14, la válvula reguladora de contrapresión 16, la válvula de paso 18 y similares) en base a la entrada. El controlador 7 realiza una operación con una baja eficiencia de generación de potencia mediante la utilización de diferentes mapas almacenados en la memoria ROM, en un caso donde la pila de combustible 2 necesita ser calentada durante el arranque a baja temperatura o caso similar. Además, el controlador 7 inhibe la operación de baja eficiencia en condiciones predeterminadas.
 45
 50

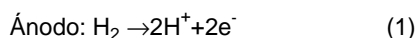
La figura 2 es un diagrama que muestra una relación entre una corriente de salida (en adelante, "corriente FC") de la pila de combustible 2 y una tensión de salida (en adelante, "tensión FC"). En la figura 2, una línea continua muestra un caso donde el sistema de pila de combustible 1 realiza una operación (en adelante, "operación habitual") con una eficiencia de generación de energía comparativamente alta, y una línea discontinua que muestra un caso donde el sistema de pila de combustible 1 realiza una operación (en adelante, "operación de baja eficiencia"), con una eficiencia de generación de energía relativamente baja. Cabe destacar que al menos un sistema de tuberías de gas oxidante 3, y el sistema de tuberías de gas combustible 4 son controlados por el controlador 7 para realizar la operación habitual y la operación de baja eficiencia.
 55

Para realizar la operación habitual del sistema de pila de combustible 1, la pila de combustible funciona en un estado en el cual la relación estequiométrica del aire se fija en 1,0 o más (un valor teórico), de modo tal que se suprime una pérdida de energía para obtener la alta eficiencia de generación de energía (véase la parte de línea continua de la figura 2). Aquí, la relación estequiométrica del aire es una relación de exceso de oxígeno que indica un grado de exceso de oxígeno a ser suministrado, con respecto al oxígeno requerido para la reacción con el hidrógeno sin ningún exceso ni deficiencia.

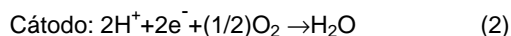
Para realizar la operación habitual del sistema de pila de combustible 2, la pila de combustible funciona en un estado en el cual la relación estequiométrica del aire se fija en 1,0 o más (un valor teórico), de modo tal que se suprime una pérdida de energía para obtener la alta eficiencia de generación de energía (véase la parte de línea continua de la figura 2). Cuando la relación estequiométrica del aire se fija en una relación baja para realizar la operación de baja eficiencia, un contenido de pérdida de energía (es decir, contenido de pérdida de calor), se incrementa de manera positiva en energía que puede derivarse mediante la reacción entre hidrógeno y oxígeno. Por lo tanto, cuando se realiza la operación de baja eficiencia, la temperatura de la pila de combustible 2 puede elevarse en un corto período de tiempo en comparación con la operación habitual, y el tiempo de calentamiento de la pila puede reducirse. Por otro lado, sin embargo, cuando se realiza la operación de baja eficiencia, el hidrógeno que se bombea es generado en el electrodo de aire de la pila de combustible 2.

Las figuras 3A y 3B son diagramas que muestran el mecanismo de generación de hidrógeno que se bombea. La figura 3A muestra una reacción de la pila durante la operación habitual, y la figura 3B muestra una reacción de la pila durante la operación de baja eficiencia.

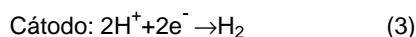
Cada célula elemental 80 de la pila de combustible 2 incluye una membrana electrolítica 81 y un ánodo y un cátodo entre los cuales se encuentra esta membrana electrolítica 81. El gas combustible que contiene hidrógeno (H_2) es suministrado al ánodo y el gas oxidante que contiene oxígeno (O_2) es suministrado al cátodo. Cuando el gas combustible es suministrado al ánodo, se produce la reacción de la siguiente fórmula (1), y el hidrógeno es separado de forma electrónica de los iones de hidrógeno. Los iones de hidrógeno formados en el ánodo pasan a través de la membrana electrolítica 81 hacia el cátodo, mientras que los electrones pasan a través de un circuito externo del ánodo hacia el cátodo.



Durante la operación habitual que se muestra en la figura 3A, es decir, cuando el gas oxidante ha sido lo suficientemente suministrado al cátodo (la relación estequiométrica del aire ≥ 1.0), se produce la reacción de la fórmula (2) para generar agua a partir del oxígeno, los iones de hidrógeno y los electrones.



Durante la operación de baja eficiencia que se muestra en la figura 3B, es decir, cuando el gas oxidante ha sido lo suficientemente suministrado al cátodo (la relación estequiométrica < 1.0), se produce la reacción de la fórmula (3) conforme a la cantidad de escasez de gas oxidante, y los iones de hidrógeno se unen nuevamente a los electrones para formar hidrógeno. El hidrógeno formado se descarga del cátodo junto con el gas oxidante. Cabe destacar que el hidrógeno formado en el cátodo mediante la nueva unión de los iones de hidrógeno y los electrones, es decir, un gas ánodo formado en el cátodo, se conocerá como un hidrógeno que se bombea.



Como se indica con anterioridad, en un estado en el cual el suministro de gas oxidante al cátodo es insuficiente, el gas oxidante incluye el hidrógeno que se bombea.

Por lo tanto, cuando el sistema de pila de combustible 1 realiza la operación de baja eficiencia, el controlador 7 controla la válvula de paso 18 para que se abra, para que una parte del gas oxidante a ser suministrada por el compresor 13 se ramifique al pasaje de derivación 17. Este aire de derivación ramificado diluye la concentración de hidrógeno en el gas oxidante, de modo tal que el gas oxidante que tiene la concentración de hidrógeno reducida a un rango seguro se descarga del sistema a través del pasaje de descarga 12.

Aquí, la operación de baja eficiencia se realiza, de manera preferente, durante el arranque del sistema de pila de combustible 1 con el fin de calentar la pila de combustible 2, y se realiza en particular sólo durante el arranque a baja temperatura. Por ejemplo, cuando la temperatura de aire exterior detectada por el sensor de temperatura de aire exterior 51, durante el arranque del sistema de pila de combustible 1, es una temperatura baja predeterminada (por ejemplo, $0^\circ C$ o menos), se realiza la operación de baja eficiencia del sistema de pila de combustible 1. Después de esto, cuando se completa el calentamiento de la pila de combustible 2, el sistema de pila de combustible 1 cambia de la operación de baja eficiencia a la operación habitual. La válvula de paso 18 se abre durante el arranque del

ES 2 376 776 T3

sistema de pila de combustible 1, el cual realiza la operación de baja eficiencia, y se cierra durante la operación habitual después de la operación de baja eficiencia.

Tal como se muestra en la figura 4, en un caso donde el arranque de operación del sistema de pila de combustible 1 se indica, por ejemplo, por la operación de ENCENDIDO (ON) de un interruptor de encendido, realizada por el conductor del vehículo 100 o similar, el controlador 7 determina si se requiere o no el calentamiento rápido de la pila de combustible 2 (paso S1).

Aquí, se determina, en base a la temperatura detectada por el sensor de temperatura de aire externo 51, si se requiere un calentamiento rápido o no. En un caso donde esta temperatura detectada excede una temperatura baja predeterminada (por ejemplo, 0 °C o menos), se determina que no se requiere calentamiento rápido (paso S1; No) y un modo cambia al modo de operación habitual (paso S4). En cambio, en un caso donde la temperatura detectada es igual o menor a la temperatura baja predeterminada (por ejemplo, 0 °C o menos), se determina que se requiere calentamiento rápido (paso S1; Sí) y el paso cambia al siguiente paso S2.

Se determina en el paso S2 si está activado (ON) el indicador de inhibición de calentamiento rápido. Un caso donde el indicador de inhibición de calentamiento rápido está desactivado (OFF), es un caso donde se supone que cualquier desventaja no es generada en la operación de baja eficiencia consiguiente, incluso si no se inhibe el calentamiento rápido. En este caso (S2: No), la operación de baja eficiencia se arranca en base a la solicitud de calentamiento rápido (S3). Por lo tanto, durante el arranque de la pila de combustible 2, la temperatura de la pila de combustible 2 se eleva con rapidez. En cambio, cuando el indicador de inhibición de calentamiento rápido está activado (ON) (paso S2: Sí), la operación de baja eficiencia se inhibe para ejecutar la operación habitual (S4).

Aquí, las condiciones predeterminadas en las que el indicador de inhibición está activado (ON), incluyen un caso donde hay una gran posibilidad de que se genere una desventaja en la operación del sistema cuando se ejecuta la operación de baja eficiencia. Tales condiciones predeterminadas incluyen las siguientes condiciones (1) a (5):

(1) un tiempo en que la energía generada por la pila de combustible 2 mediante la operación de baja eficiencia no puede consumirse;

(2) un tiempo en que la energía generada por la pila de combustible 2 mediante la operación de baja eficiencia no puede acumularse en la batería 62;

(3) un tiempo en que la cantidad de energía acumulada en la batería 62 es mayor que una cantidad predeterminada;

(4) un tiempo en que se genera inundación en la pila de combustible 2; y

(5) un tiempo en que hay una solicitud de detención de generación de energía de la pila de combustible 2.

Cuando se establece al menos una de estas condiciones (1) a (5), se inhibe la operación de baja eficiencia. A continuación se describirán las condiciones.

Primero, cuando se establece la condición (1), se inhibe la operación de baja eficiencia ya que no hay ningún lugar a donde se dirija la energía generada por la pila de combustible 2. En más detalle, la generación de energía de la pila de combustible 2, necesita ser continuada para mantener la operación de baja eficiencia. Sin embargo, cuando esta energía generada no puede ser consumida por los dispositivos auxiliares y el motor de tracción 64 del sistema de pila de combustible 1, una parte de la energía generada no puede dirigirse a ningún lugar. Por lo tanto, la operación de baja eficiencia no puede mantenerse. Por lo tanto, cuando se establece la condición (1), la operación de baja eficiencia puede inhibirse para ejecutar la operación habitual, de este modo puede deducirse la cantidad de energía a ser generada por la pila de combustible 2.

Puede decirse que las condiciones (2) y (3) son los ejemplos específicos de la condición (1).

Por ejemplo, la batería 62 a veces no puede cargarse con la energía generada de la pila de combustible 2 mediante la operación de baja eficiencia debido a alguna anomalía o fallo de la batería 62. Además, cuando la cantidad de la energía acumulada en la batería 62 excede la cantidad predeterminada, la batería 62 no puede cargarse con la energía generada por la pila de combustible 2. De manera alternativa, incluso si puede cargarse la batería 62, la batería 62 sólo se carga con una pequeña cantidad de energía. Cuando la operación de baja eficiencia continúa, la batería 62 llega a un estado de carga completa, y la batería 62 no puede cargarse más. Cuando la energía que se carga de la batería 62 baja de esta manera, no puede mantenerse la generación de energía de la pila de combustible 62 mediante la operación de baja eficiencia. Por lo tanto, incluso cuando se establecen las condiciones (2) y (3), la operación de baja eficiencia puede inhibirse para ejecutar la operación habitual, de este modo puede deducirse la cantidad de energía a ser generada por la pila de combustible 2.

A continuación se describirá la condición (4).

5 El agua es generada en el lado del cátodo de la pila de combustible 2 mediante la reacción generadora en la pila de combustible 2. Esta agua, habitualmente, es inyectada y transportada por el flujo de gas oxidante, y descargada de la pila de combustible 2. Sin embargo, durante la operación de baja eficiencia, la reacción generadora de energía en la pila de combustible 2 se produce en un estado en el cual la cantidad de gas oxidante a ser suministrada es limitada. Por lo tanto, la descarga del agua generada no se promueve en esta situación. En consecuencia, la inundación (humedad excesiva) que causa la caída de tensión de una celda puede ser generada en especial en el lado del cátodo. Para resolver el problema, cuando se genera la inundación, es decir, se establece la condición (4), se inhibe la operación de baja eficiencia para ejecutar la operación habitual. Por lo tanto, puede eliminarse la inundación, y puede suprimirse la caída de tensión de la celda.

15 Aquí, puede determinarse mediante cualquier tipo de método si se ha generado la inundación o no. Puede determinarse, por ejemplo, por el tiempo de continuación de la operación de baja eficiencia, la temperatura de la pila de combustible 2 y el valor de la corriente durante la generación de energía de la pila de combustible 2. De manera alternativa, el contenido de agua en la pila de combustible 2 se mide, por ejemplo, mediante un proceso de impedancia de corriente alterna, y puede determinarse, si se genera la inundación, si el contenido de agua excede un valor umbral. Además, se calcula la cantidad de agua que queda en la pila de combustible 2 de la detención previa de la operación del sistema, o se mide la tensión de celda de la pila de combustible 2, y de este modo puede determinarse si se ha generado la inundación.

A continuación se describirá la condición (5).

20 Por ejemplo, cuando se indica la detención de la operación de la pila de combustible 1 mediante la operación de apagado (OFF) (en adelante, "operación de apagado") del interruptor de encendido, realizada por el conductor del vehículo, se solicita la detención de generación de energía de la pila de combustible 2. Además, incluso durante una anomalía del sistema de pila de combustible 1 (la generación de diagnóstico o similar), se solicita la detención de generación de energía de la pila de combustible 2. También, incluso cuando hay una solicitud de operación intermitente debido a la detección de una pérdida de hidrógeno, se solicita la detención de generación de energía de la pila de combustible 2.

30 Cabe destacar que la pérdida de hidrógeno es detectada por un sensor de hidrógeno (no se muestra) que detecta la pérdida de hidrógeno del sistema 1. Además, la operación intermitente es un modo de operación en el cual la generación de energía de la pila de combustible 2 se discontinúa de forma temporal durante una operación con una carga pequeña, por ejemplo, durante marcha lenta, durante marcha a baja velocidad, durante freno regenerativo o similar, mientras que la batería 62 suministra energía al motor de tracción 64, y el gas de hidrógeno y gas oxidante son suministrados de manera intermitente a la pila de combustible 2, hasta tal punto que pueda mantenerse una tensión final abierta.

35 La operación de apagado antes mencionada, la anomalía del sistema de pila de combustible 1 y la solicitud de operación intermitente se realizan no sólo durante el arranque del sistema de pila de combustible 1, sino también durante la operación de baja eficiencia después del arranque. Cuando se acepta la solicitud de detención de generación de energía de la pila de combustible 2 debido a la operación de apagado IG-OFF o a la anomalía del sistema de pila de combustible 1, se inhibe la operación de baja eficiencia, y la operación del sistema de pila de combustible 1 se detiene para detener la generación de energía de la pila de combustible 2. Por otro lado, cuando se acepta la solicitud de detención de generación de energía de la pila de combustible 2 debido a la operación intermitente, se inhibe la operación de baja eficiencia para realizar la operación habitual y se ejecuta la operación intermitente.

45 Tal como se ha descrito con anterioridad, según el sistema de pila de combustible 1 de la presente invención, cuando se establece al menos una de las condiciones predeterminadas (1) a (5), se inhibe la operación de baja eficiencia. Por lo tanto, cuando se asume la desventaja causada por el mantenimiento de la operación de baja eficiencia, la desventaja causada por el mantenimiento de la operación de baja eficiencia puede evitarse. Además, cuando se establece al menos una de las condiciones predeterminadas (1) a (4), o cuando hay una solicitud de operación intermitente (referencia: la condición (5)), la operación de baja eficiencia puede cambiarse a la operación habitual, y puede mejorarse la seguridad de la operación del sistema.

50

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Sistema de pila de combustible (1) configurado para realizar una operación de baja eficiencia que tiene una gran pérdida de energía en comparación con una operación habitual, a una temperatura baja predeterminada para elevar la temperatura de una pila de combustible (2) en un corto período de tiempo en comparación con la operación habitual, y **caracterizado porque** comprende:
- un controlador (7) configurado para inhibir la operación de baja eficiencia para ejecutar la operación habitual, en un caso donde se establecen condiciones predeterminadas a la temperatura baja predeterminada.
- 10 **2.** Sistema de pila de combustible (1) según la reivindicación 1, en donde las condiciones predeterminadas incluyen un tiempo cuando la energía generada de la pila de combustible (2) mediante la operación de baja eficiencia no puede consumirse.
- 3.** Sistema de pila de combustible (1) según la reivindicación 1 ó 2, que además comprende:
- 15 un dispositivo de acumulación de energía configurado para acumular la energía generada por la pila de combustible (2), en donde las condiciones predeterminadas incluyen al menos una de un tiempo en el que la energía generada por la pila de combustible (2) mediante la operación de baja eficiencia no puede acumularse en el dispositivo de acumulación de energía, y un tiempo en el que la cantidad de energía acumulada en el dispositivo de acumulación de energía (6) es mayor que una cantidad predeterminada.
- 4.** Sistema de pila de combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde las condiciones predeterminadas incluyen un tiempo en el cual se genera inundación en la pila de combustible (2).
- 20 **5.** Sistema de pila de combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el controlador (7) está configurado para inhibir la operación de baja eficiencia y detener la generación de energía de la pila de combustible (2), en un caso donde se acepta una solicitud de detención de generación de energía de la pila de combustible (2).
- 6.** Sistema de pila de combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el controlador (7) está configurado para estar a cargo del control para ejecutar la operación de baja eficiencia durante el arranque de la pila de combustible (2).
- 25 **7.** Sistema de pila de combustible (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que además comprende:
- un pasaje de suministro (11) para el suministro de gas oxidante a los flujos de la pila de combustible (2);
- un pasaje de descarga (12) para descargar un gas oxidante de los flujos de la pila de combustible (2);
- un pasaje de derivación (17) que conecta el pasaje de suministro (11) al pasaje de descarga (12), de modo tal que el gas de oxidación se deriva a la pila de combustible (2) mientras fluye; y
- 30 una válvula de paso (18) para la apertura y cierre del pasaje de derivación (17),
- en donde el controlador (7) está configurado para abrir la válvula de paso (18) durante la operación de baja eficiencia y cerrar la válvula de paso (18) durante la operación habitual.
- 8.** Sistema de pila de combustible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que además comprende:
- un sistema de tuberías de gas oxidante (3) para el suministro de gas oxidante a la pila de combustible (2); y
- 35 un sistema de tuberías de gas combustible (4) para el suministro de gas combustible a la pila de combustible (2),
- en donde el controlador (7) está configurado para controlar al menos un sistema de tuberías de gas oxidante (3) y el sistema de tuberías de gas combustible (4) para realizar la operación habitual y la operación de baja eficiencia.
- 9.** Método de control del sistema de pila de combustible, en donde, a una temperatura baja predeterminada, el sistema de pila de combustible realiza una operación de baja eficiencia que tiene una gran pérdida de energía en comparación con una operación habitual, **caracterizado porque**, incluso a dicha temperatura baja predeterminada, dicha operación de baja eficiencia se inhibe desde el arranque, y se realiza en su lugar dicha operación habitual, en un caso donde se establecen condiciones predeterminadas.
- 40

FIG.1

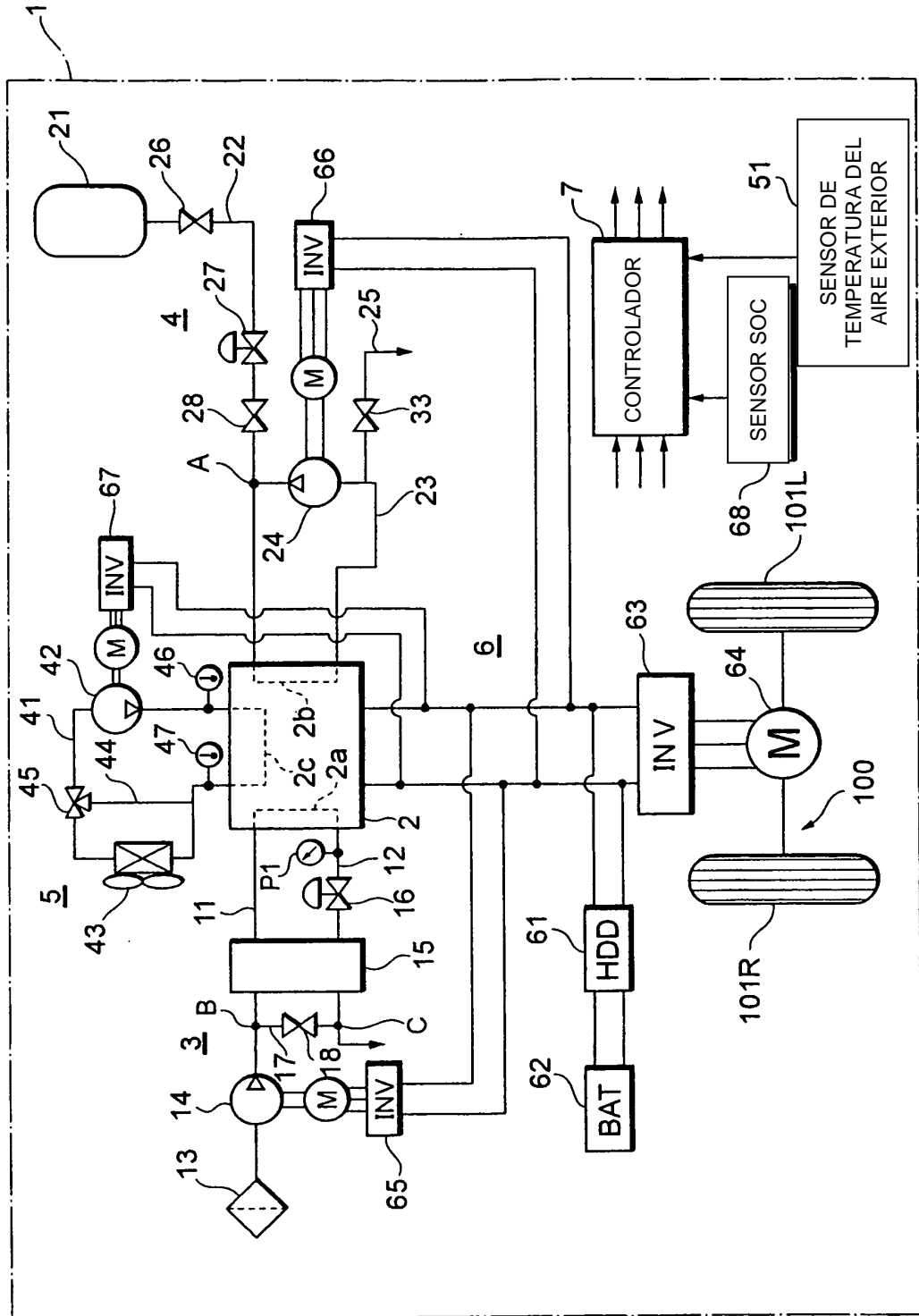


FIG.2

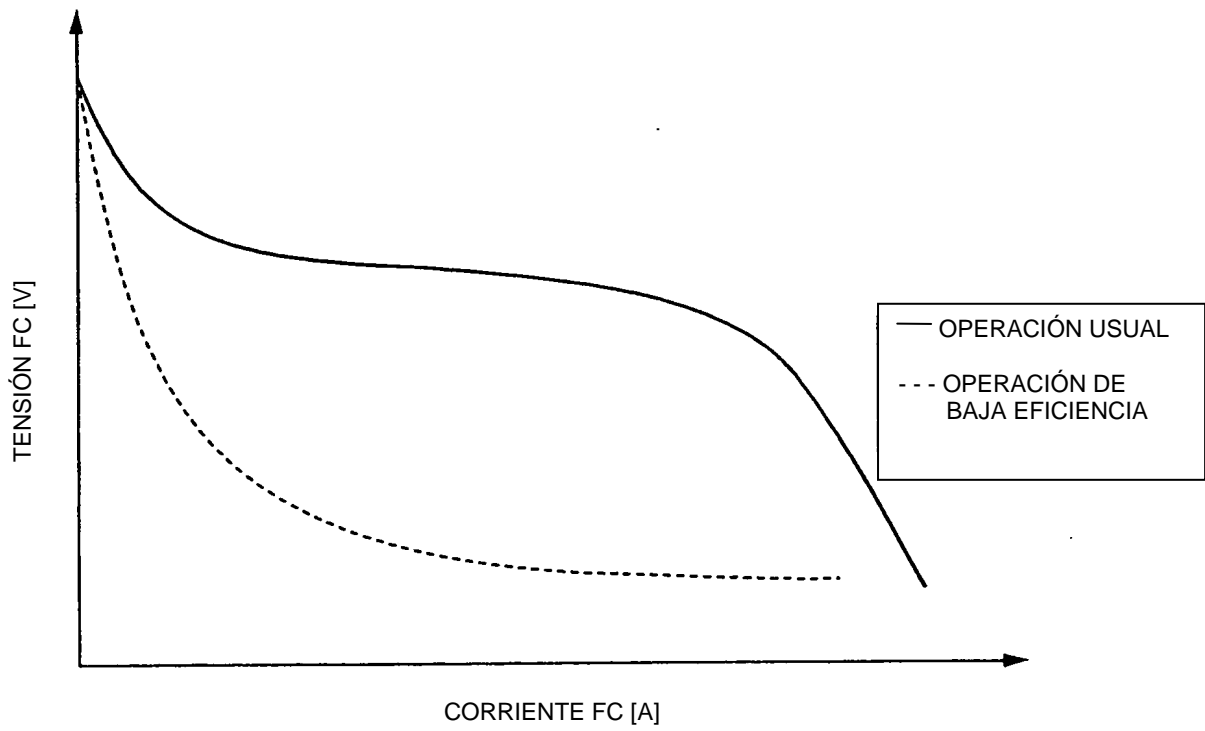


FIG.3A

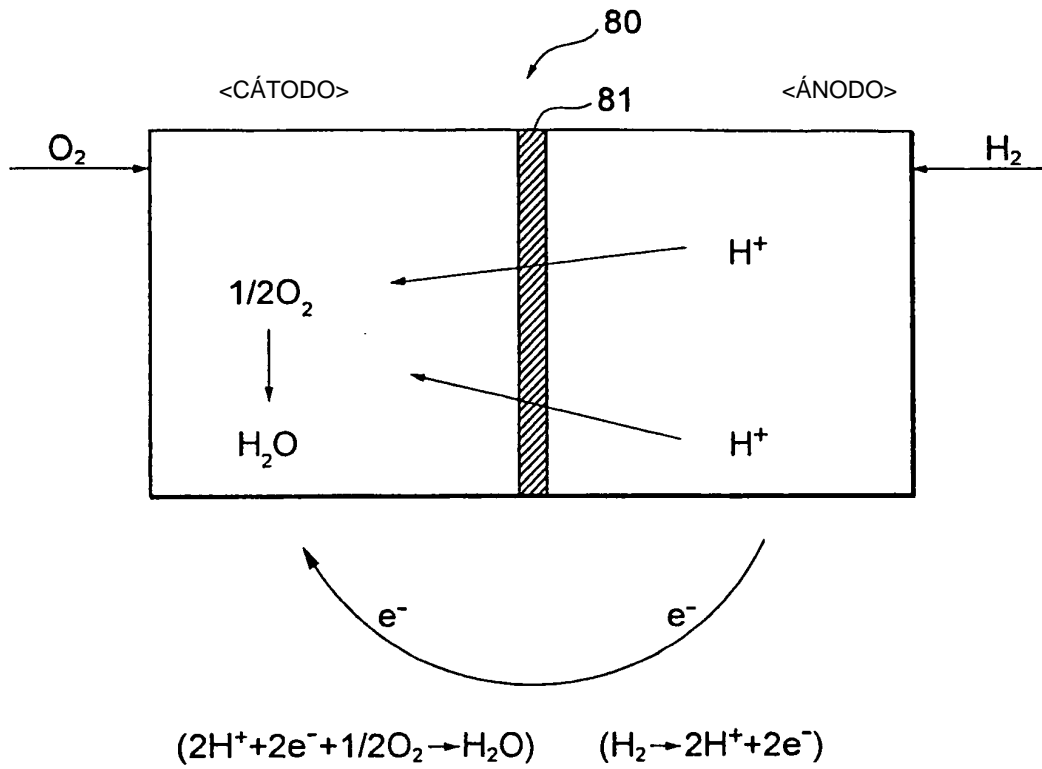


FIG.3B

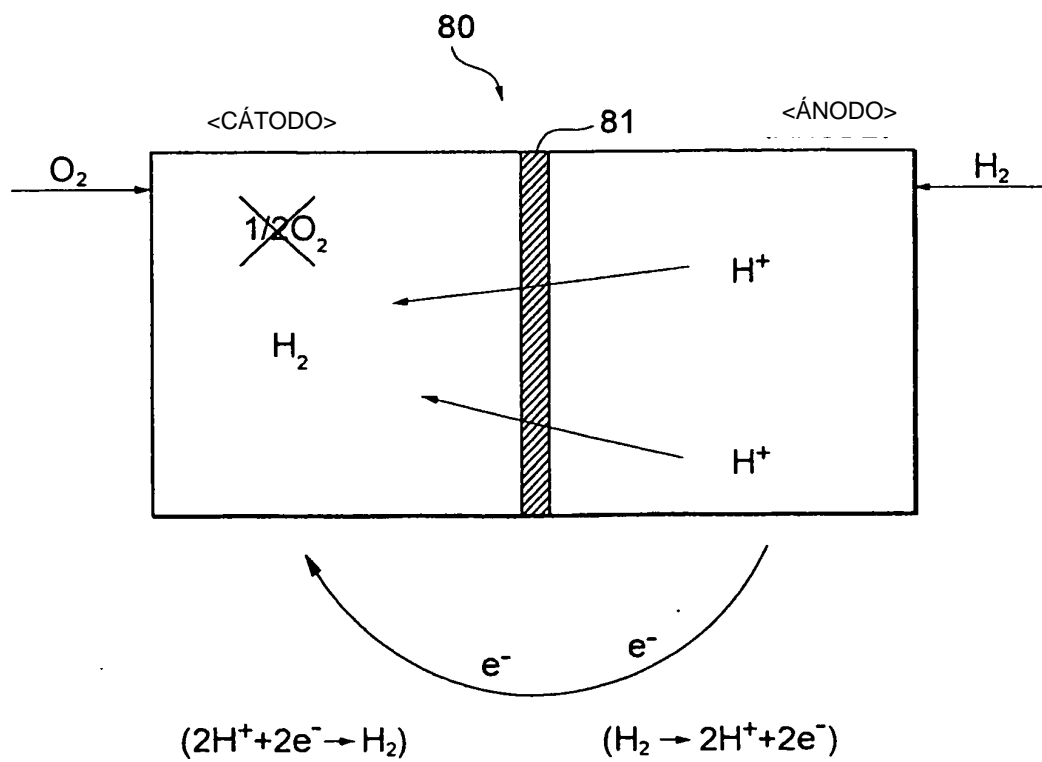


FIG.4

