



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 325 978**

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

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **01401611 .7**

(96) Fecha de presentación : **19.06.2001**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1168476**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2002**

(54) Título: **Sistema de generación de potencia de célula de combustible y método de funcionamiento.**

(30) Prioridad: **20.06.2000 JP 2000-185355**  
**20.06.2000 JP 2000-185356**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.09.2009**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.09.2009**

(73) Titular/es: **Kurita Water Industries Ltd.**  
**4-7, Nishi-Shinjuku 3-chome**  
**Shinjuku-ku, Tokyo, JP**

(72) Inventor/es: **Misumi, Yoshiteru**

(74) Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 325 978 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 generación de potencia de célula de combustible y método de funcionamiento.

**5 Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de generación de potencia que usa una célula de combustible que genera un gas de combustible que contiene un gas de hidrógeno reformando combustible tal como un gas natural con vapor, y genera potencia haciendo reaccionar el gas de combustible con un gas de oxidación, tal como oxígeno en el aire, mediante reacción electroquímica, y un método de funcionamiento para el sistema.

Esta solicitud se basa en las solicitudes de patente japonesa nº 2000-185355 y 2000-185356, cuyos contenidos se incorporan aquí mediante referencia.

**Descripción de la técnica relacionada**

Un sistema de generación de potencia de célula de combustible usa típicamente refrigerante, que ajusta la temperatura en el interior de una pila de célula de combustible, con el fin de mantener alta la eficiencia de generación de potencia de la célula de combustible. El refrigerante se somete normalmente a una desmineralización antes de su uso.

La figura 6 ejemplifica un sistema de generación de potencia de célula de combustible, que comprende una unidad 1 de célula de combustible, un tanque 2 de almacenamiento de agua para agua que sirve como refrigerante para la unidad 1 de célula de combustible, un sistema 3 de tratamiento de agua que realiza la purificación del agua en el tanque 2 de almacenamiento de agua y suministra el agua resultante como refrigerante a la unidad 1 de célula de combustible, un intercambiador 4 de calor para recuperar el calor de escape que calienta agua usando el calor de escape de la unidad 1 de célula de combustible, un tanque 5 de almacenamiento de agua caliente que retiene agua caliente obtenida usando el intercambiador 4 de calor, y una trayectoria 42 de suministro de agua auxiliar que suministra agua auxiliar al tanque 2 de almacenamiento de agua.

La unidad 1 de célula de combustible tiene un intercambiador 17 de calor para recuperar el agua condensada en el gas de escape que recupera vapor en el gas de escape como agua condensada.

El sistema 3 de tratamiento de agua tiene un equipo 19 de purificación de agua tal como un desmineralizador de intercambio de iones, y una bomba P1 de alimentación de agua.

El tanque 5 de almacenamiento de agua caliente está construido de un modo tal como para ser capaz de alimentar agua caliente en el tanque a un equipo de uso de calor (no mostrado).

En el sistema de generación de potencia de célula de combustible, la unidad 1 de célula de combustible genera un gas de combustible que contiene un gas de hidrógeno reformando combustible tal como gas natural con vapor y genera potencia haciendo reaccionar el gas de combustible con un gas de oxidación, tal como oxígeno atmosférico, por reacción electroquímica, y el intercambiador 17 de calor condensa el vapor en el gas de escape enfriándolo, recupera el agua condensada y la retiene en el tanque 2 de almacenamiento de agua. Se suministra agua auxiliar, tal como agua corriente, adentro del tanque 2 de almacenamiento de agua a través de la trayectoria 42 de suministro de agua auxiliar.

Los iones (iones carbonato, iones de metales o similares) o un material sólido, que se originan a partir de agua auxiliar, tal como agua corriente, se alimentan al tanque 2 de almacenamiento de agua como impurezas, y el agua de suministro en el tanque 2 de almacenamiento de agua es suministrada a la unidad 1 de célula de combustible como refrigerante después de que las impurezas sean retiradas mediante el equipo 19 de purificación de agua del sistema 3 de tratamiento de agua. Esto puede impedir la aparición de formación de costra o similar en una trayectoria de circulación de refrigerante.

Debido a que se aplica una gran carga al equipo 19 de purificación de agua en el sistema de generación de potencia de célula de combustible, sin embargo, el equipo 19 de purificación de agua en uso puede ser complejo y grande, teniendo de este modo como resultado un gran aumento en coste de equipo. En un caso en el que se usa un desmineralizador de intercambio de iones, por ejemplo, el coste de funcionamiento, tal como un coste de regeneración, aumenta.

La figura 7 muestra otro ejemplo del sistema de generación de potencia de célula de combustible. El sistema comprende un equipo 61 de generación de potencia de célula de combustible que genera potencia haciendo reaccionar gas de combustible que contiene un gas de hidrógeno con un gas de oxidación por reacción electroquímica, un tanque 52 de almacenamiento de agua caliente que retiene agua caliente calentada usando el calor generado al mismo tiempo que la potencia es generada por el equipo 61 de generación de potencia, y una trayectoria 69 de suministro de agua auxiliar que suministra agua auxiliar, tal como agua corriente, al tanque 52 de almacenamiento de agua caliente.

## ES 2 325 978 T3

El equipo 61 de generación de potencia de célula de combustible tiene una pila 53 de célula de combustible, una trayectoria 64 de circulación de refrigerante que regula la temperatura de la pila 53 de célula de combustible, un intercambiador 65 de calor para recuperar el agua que se condensa y recupera vapor en el gas de escape descargado desde la pila 53 de célula de combustible, un tanque 56 de almacenamiento de agua que retiene agua de suministro recuperada por el intercambiador 65 de calor, un equipo 57 de purificación de agua que purifica el agua de suministro en el tanque 56 de almacenamiento de agua y suministra el agua purificada como refrigerante a la trayectoria 64 de circulación de refrigerante, un intercambiador 58 de calor que calienta y hace que el agua se caliente usando el refrigerante, y una trayectoria 70 de suministro de agua auxiliar que suministra agua auxiliar, tal como agua corriente, al tanque 56 de almacenamiento de agua.

La pila 53 de célula de combustible está diseñada para tener un electrolito 73 intercalado entre un ánodo 71 y un cátodo 72. Unas placas 74 y 75 de electrodo están provistas respectivamente entre el ánodo 71 y el electrolito 73 y entre el cátodo 72 y el electrolito 73.

Un desmineralizador de intercambio de iones o similar, que retira impurezas del agua de suministro del tanque 56 de almacenamiento de agua, se usa como equipo 57 de purificación de agua.

El tanque 52 de almacenamiento de agua caliente puede suministrar agua caliente en el tanque para el equipo de uso de calor (no mostrado).

El sistema de generación de potencia de célula de combustible permite que un reformador (no mostrado) reforme combustible tal como un gas natural con vapor, generando de este modo un gas de combustible que contiene un gas de hidrógeno, suministra el gas de combustible al ánodo 71 a través de una trayectoria 76 de suministro de gas de combustible, y suministra un gas de oxidación, tal como aire, al cátodo 72 a través de una trayectoria 77 de suministro de gas de oxidación, de modo que el gas de combustible reacciona con el gas de oxidación electroquímicamente, generando por ello potencia.

El gas de escape basado en combustible, procedente del reformador, se descarga al exterior del sistema por mediación del intercambiador 65 de calor a través de una trayectoria 78 de escape. El gas de escape basado en oxidante, procedente del cátodo 72, se desplaza a través de una trayectoria 79 de escape, se combina con gas de escape basado en combustible en la trayectoria 78 de escape, y se descarga al exterior del sistema por mediación del intercambiador 65 de calor.

A medida que el refrigerante circula por la trayectoria 64 de circulación de refrigerante, la pila 53 de célula de combustible se enfría para mantener la temperatura preestablecida. En este momento, el refrigerante se calienta hasta una temperatura alta (normalmente de 60 a 80°C) y se lleva adentro del intercambiador 58 de calor.

En el intercambiador 58 de calor, el refrigerante caliente calienta el agua en el tanque 52 de almacenamiento de agua caliente y la calienta hasta aproximadamente 50 a 60°C. El refrigerante que ha pasado a través del intercambiador 58 de calor se lleva adentro del intercambiador 65 a través de la trayectoria 66, y entonces se lleva adentro del tanque 56 de almacenamiento de agua a través de la trayectoria 67.

En el intercambiador 65, el vapor en el gas de escape basado en combustible y el gas de escape basado en oxidante en la trayectoria 78 de escape es enfriado y condensado por el refrigerante, y el agua condensada es recuperada adentro del tanque 56 de almacenamiento de agua a través de la trayectoria 62. Cuando el agua de suministro en el tanque 56 de almacenamiento de agua se vuelve insuficiente, se proporciona agua auxiliar tal como agua corriente como complemento a través de la trayectoria 70 de suministro de agua auxiliar.

Iones carbonato o iones de metales por ejemplo, originados a partir de agua auxiliar, tal como agua corriente, se alimentan a agua de suministro en el tanque 56 de almacenamiento de agua como impurezas, y el agua de suministro es suministrada a la trayectoria 64 de circulación de refrigerante en la pila 53 de célula de combustible como refrigerante a través de una trayectoria 63 de suministro después de que las impurezas sean retiradas por el equipo 57 de purificación de agua. Esto puede impedir la aparición de formación de costra o similar en la trayectoria 64 de circulación de refrigerante.

Debido a que se aplica una gran carga al equipo 57 de purificación de agua en el sistema de generación de potencia de célula de combustible, sin embargo, el equipo 57 de purificación de agua en uso puede ser complejo y grande, aumentando de este modo el coste del equipo. Hay otro problema aparte, que es que el coste de funcionamiento, tal como el coste de regeneración para una resina de intercambio de iones, aumenta.

El documento US 5268240 divulga un sistema de generación de potencia de célula de combustible montado en sistema de unidades que comprende una unidad de reformador de combustible, una unidad de agua de enfriamiento, una unidad de elevación de temperatura y una unidad de control. El documento US 5335628 divulga un sistema integrado de célula de combustible/caldera.

## Sumario de la invención

De acuerdo con esto, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de generación de potencia de célula de combustible y por lo tanto un método de funcionamiento, que puede reducir el coste de equipo y el coste de funcionamiento.

Para conseguir el objeto anterior, de acuerdo con el primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de generación de potencia de célula de combustible que comprende una unidad de célula de combustible que tiene un sistema de circulación de refrigerante; un tanque de almacenamiento de agua para suministrar agua para ser servida como refrigerante para la unidad de célula de combustible; un sistema de tratamiento de agua para purificar el agua de suministro en el tanque de almacenamiento de agua y suministrar el agua de suministro purificada como refrigerante a la unidad de célula de combustible; medios de calentamiento para calentar agua; un tanque de almacenamiento de agua caliente para agua caliente adquirida por los medios de calentamiento; y un sistema de suministro de agua condensada para suministrar el tanque de almacenamiento de agua con agua condensada que se obtiene condensando vapor del agua caliente en el tanque de almacenamiento de agua caliente.

Como el sistema de generación de potencia de célula de combustible de la invención tiene el sistema de suministro de agua condensada que suministra el tanque de almacenamiento de agua con agua condensada que se obtiene condensando vapor del agua caliente en el tanque de almacenamiento de agua caliente, es posible suministrar agua condensada o agua destilada que contiene una impureza, tal como iones o un material sólido, que tiene una baja concentración, al tanque de almacenamiento de agua como agua auxiliar, reduciendo por ello una carga de desmineralización o similar aplicada al sistema de tratamiento de agua.

Es posible por lo tanto fijar en un nivel bajo la capacidad del sistema de tratamiento de agua y restringir a un nivel bajo el coste de equipo y el coste de funcionamiento.

Los medios de calentamiento pueden estar contruidos de una manera tal como para ser capaces de calentar agua usando calor generado al mismo tiempo que la unidad de célula de combustible genera potencia.

Esta estructura puede proporcionar agua caliente usando el calor de escape generado por la unidad de célula de combustible, asegurando de este modo una mejora de la eficiencia energética.

El sistema de suministro de agua condensada puede tener un intercambiador de calor para condensar vapor del agua caliente en el tanque de almacenamiento de agua caliente enfriando ese vapor con agua auxiliar para ser suministrada al tanque de almacenamiento de agua caliente y recuperando el agua condensada, y una trayectoria de suministro de agua condensada para suministrar el agua condensada recuperada por dicho intercambiador de calor al tanque de almacenamiento de agua.

Esta estructura elimina la necesidad de un medio separado de enfriamiento en el momento en el que el sistema de suministro de agua condensada condensa vapor, restringiendo de este modo adicionalmente el coste de funcionamiento.

El tanque de almacenamiento de agua caliente puede estar provisto, en el interior, de una tabique para definir una pluralidad de espacios en el tanque de almacenamiento de agua caliente de una manera tal que el agua caliente calentada por los medios de calentamiento se lleva adentro de uno de los espacios y el vapor del agua caliente en ese espacio se suministra al sistema de suministro de agua condensada.

Esta estructura puede impedir que entre agua en los otros espacios al espacio cuyo vapor ha de ser suministrado al sistema de suministro de agua condensada, mantener alta la temperatura del agua caliente en ese espacio, y aumentar la presión de vapor en ese espacio.

Por lo tanto es posible aumentar el contenido de vapor en el gas que se lleva adentro del sistema de suministro de agua condensada, mejorando de este modo la eficiencia en recuperar el agua condensada.

Esto puede aumentar la cantidad del agua condensada que tiene una baja concentración de impurezas que se ha de suministrar al tanque de almacenamiento de agua, reduciendo de este modo una carga de desmineralización o similar aplicada al sistema de tratamiento de agua. Esto lleva a una reducción adicional en coste de equipo y coste de funcionamiento.

El sistema de generación de potencia de célula de combustible anteriormente descrito se puede hacer funcionar usando un método que alimenta el tanque de almacenamiento de agua con agua condensada que se obtiene condensando vapor del agua caliente en el tanque de almacenamiento de agua caliente.

De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de generación de potencia de célula de combustible que comprende un equipo de generación de potencia de célula de combustible para generar potencia haciendo reaccionar un gas de combustible que contiene un gas de hidrógeno con un gas de oxidación por reacción electroquímica; un tanque de almacenamiento de agua caliente para agua caliente calentada por calor generado cuando se genera potencia por el equipo de generación de potencia de célula de combustible; y una trayectoria de suministro de

agua auxiliar para suministrar agua auxiliar al tanque de almacenamiento de agua caliente. El equipo de generación de potencia de célula de combustible tiene una pila de célula de combustible, una trayectoria de circulación de refrigerante para regular una temperatura de la pila de célula de combustible, un intercambiador de calor para condensar vapor en un gas de escape descargado desde la pila de célula de combustible y recuperar el agua condensada, un sistema de

5 tratamiento de agua para purificar agua de suministro recuperada por el intercambiador de calor y suministrar el agua de suministro purificada como refrigerante a la trayectoria de circulación de refrigerante, y medios de calentamiento para calentar agua para proporcionar agua caliente usando el refrigerante. El intercambiador de calor condensa el vapor en el gas de escape enfriando el vapor con el agua auxiliar que fluye en la trayectoria de suministro de agua auxiliar.

10 Para hacer funcionar el sistema de generación de potencia de célula de combustible, es posible emplear un método que permite que el intercambiador de calor condense el vapor en el gas de escape enfriando el vapor con el agua auxiliar que fluye en la trayectoria de suministro de agua auxiliar.

15 Esta estructura puede proporcionar agua condensada usando agua auxiliar que tiene una temperatura menor comparada con un sistema de generación de potencia de célula de combustible que tiene un intercambiador de calor que condensa vapor en el gas de escape con refrigerante cuya temperatura se vuelve relativamente alta.

Es posible por lo tanto mejorar la eficiencia en enfriar vapor en el gas de escape para aumentar por ello la cantidad de recuperación del agua condensada o agua destilada cuyas impurezas, tales como iones, están presentes en

20 concentraciones bajas. Esto puede recudir una carga de desmineralización o similar aplicada al equipo de purificación de agua.

Esto permite fijar en un nivel bajo la capacidad del equipo de purificación de agua, haciendo posible de este modo reducir el coste de equipo y el coste de funcionamiento para el equipo de purificación de agua, y disminuye el espacio

25 para este equipo.

Como la cantidad de recuperación de agua condensada se puede aumentar, el coste necesario para agua auxiliar se puede restringir adicionalmente.

### 30 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama estructural que ilustra una primera realización de un sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la invención;

35 la figura 2 es un diagrama estructural que muestra una unidad de célula de combustible en el sistema de generación de potencia de célula de combustible mostrado en la figura 1;

la figura 3 es un diagrama estructural que ilustra una segunda realización del sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la invención;

40 la figura 4 es un diagrama estructural que ilustra una tercera realización del sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la invención;

la figura 5 es un diagrama estructural que ilustra una cuarta realización del sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la invención;

45 la figura 6 es un diagrama estructural que ejemplifica un sistema convencional de generación de potencia de célula de combustible; y

50 la figura 7 es un diagrama estructural que ejemplifica otro sistema convencional de generación de potencia de célula de combustible.

### **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

55 Las figuras 1 y 2 ilustran una primera realización de un sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la invención. El sistema de generación de potencia de célula de combustible comprende una unidad 1 de célula de combustible, un tanque 2 de almacenamiento de agua para agua de suministro para servir como refrigerante para la unidad 1 de célula de combustible, un sistema 3 de tratamiento de agua que realiza la purificación del agua de suministro en el tanque 2 de almacenamiento de agua y suministra el agua resultante como refrigerante a la unidad 1 de

60 célula de combustible, un intercambiador 4 de calor para recuperar el calor de escape como medios de calentamiento que calienta agua usando el calor de escape de la unidad 1 de célula de combustible, un tanque 5 de almacenamiento de agua caliente que retiene agua caliente obtenida usando el intercambiador 4 de calor, y un sistema 6 de suministro de agua condensada que alienta el tanque 2 de almacenamiento de agua con agua condensada obtenida condensando vapor del agua caliente en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente.

65 Como se muestra en la figura 2, la unidad 1 de célula de combustible comprende esencialmente una pila 11 de célula de combustible, un reformador 12 que reforma combustible con vapor, una trayectoria 13 de circulación de refrigerante en la que circula el refrigerante que enfría la pila 11 de célula de combustible, un separador 14 de vapor

## ES 2 325 978 T3

como fuente para suministrar vapor que es usado por el reformador 12, un intercambiador 15 de calor que enfría el refrigerante, una trayectoria 16 de circulación en la que hay agua intrasistema cuyo calor es intercambiado con el calor del refrigerante en el intercambiador 15 de calor, y un intercambiador 17 de calor para recuperar el agua condensada en el gas de escape que condensa vapor en el gas de escape descargado de la unidad 1 de célula de combustible y recupera el agua condensada.

La pila 11 de célula de combustible está construida así como para tener un ánodo 21 y un cátodo 22 intercalando un electrolito 23. Unas placas 24 y 25 de electrodo están provistas respectivamente entre el ánodo 21 y el electrolito 23 y entre el cátodo 22 y el electrolito 23.

El separador 14 de vapor, provisto en la trayectoria 13 de circulación de refrigerante, puede separar vapor del refrigerante.

El reformador 12 puede reformar combustible suministrado a través de una trayectoria 26 de suministro de combustible con vapor suministrado desde el separador 14 de vapor a través de una trayectoria 27 de suministro de vapor, produciendo por ello un gas de combustible que contiene hidrógeno.

El intercambiador 17 de calor, que está provisto en la trayectoria 16 de circulación de agua intrasistema, puede condensar vapor en el gas de escape descargado a través de unas trayectorias 28 y 29 de escape desde el reformador 12 y el cátodo 22 enfriando el vapor con el agua intrasistema y recuperar el agua condensada.

Como se muestra en la figura 1, el sistema 3 de tratamiento de agua tiene un equipo 19 de purificación de agua y una bomba P1 de alimentación de agua.

Un equipo de purificación que elimina una impureza tal como iones o un material sólido se usa como equipo 19 de purificación de agua. Por ejemplo, como equipo 19 de purificación de agua se pueden usar un desmineralizador de intercambio de iones que usa resinas de intercambio de iones, un desmineralizador que usa una membrana de ósmosis inversa, y un equipo que usa una membrana de ultrafiltración.

Como se muestra en las figuras 1 y 2, el intercambiador 4 de calor para recuperar el calor de escape, que está provisto en la trayectoria 16 de circulación de agua intrasistema, puede calentar agua suministrada desde el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente a través de una trayectoria 30a de suministro de una trayectoria 30 de circulación de agua caliente usando el agua intrasistema.

El tanque 5 de almacenamiento de agua caliente está diseñado para ser capaz de alimentar agua caliente del tanque a equipo de uso de calor (no mostrado).

Como se muestra en la figura 1, una trayectoria 36 de suministro de agua auxiliar que suministra agua auxiliar está conectada al tanque 5 de almacenamiento de agua caliente. Cuando la cantidad de agua en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente se vuelve insuficiente debido al suministro de agua caliente al equipo de uso de calor (no ilustrado), se puede suministrar agua auxiliar adentro del tanque 5 de almacenamiento de agua caliente.

El sistema 6 de suministro de agua condensada tiene un intercambiador 7 de calor para recuperar el agua condensada que condensa y recupera vapor procedente del agua caliente en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente, y una trayectoria 8 de suministro de agua condensada que suministra el agua condensada recuperada por el intercambiador 7 de calor al tanque 2 de almacenamiento de agua.

El intercambiador 7 de calor está provisto en la trayectoria 36 de suministro de agua auxiliar que suministra agua auxiliar adentro del tanque 5 de almacenamiento de agua caliente. El intercambiador 7 de calor puede condensar vapor en el gas en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente, que se lleva afuera a través de una trayectoria 37 de salida conectada a la porción superior del tanque 5, con agua auxiliar que fluye en la trayectoria 36 de suministro de agua auxiliar, y recuperar el agua resultante como agua condensada.

Lo siguiente discutirá cómo usar el sistema de generación de potencia de célula de combustible.

Como se muestra en la figura 2, el sistema de generación de potencia de célula de combustible alimenta combustible, tal como un gas natural desulfurado o nafta, al reformador 12 a través de la trayectoria 26 de suministro de combustible, y reforma el combustible con vapor suministrado desde el separador 14 de vapor a través de la trayectoria 27 de suministro de vapor, generando por ello un gas de combustible que contiene hidrógeno.

El gas de combustible se suministra al ánodo 21 de la pila 11 de célula de combustible por mediación de una unidad de conversión de monóxido de carbono o similar (no mostrada) a través de una trayectoria 31 de suministro de gas de combustible y un gas de oxidación tal como aire se suministra al cátodo 22 a través de una trayectoria 32 de suministro de gas de oxidación. El gas de combustible reacciona con el gas de oxidación electroquímicamente, generando de este modo potencia.

El gas de escape basado en combustible procedente del reformador 12 se descarga al exterior del sistema por mediación del intercambiador 17 de calor a través de la trayectoria 28 de escape. El gas de escape basado en oxidante

## ES 2 325 978 T3

procedente del cátodo 22 se combina con el gas de escape basado en combustible en la trayectoria 28 de escape a través de la trayectoria 29 de escape y se descarga al exterior del sistema por mediación del intercambiador 17 de calor.

- 5 A medida que el refrigerante circula por la trayectoria 13 de circulación de refrigerante, la pila 11 de célula de combustible se enfría para mantener una temperatura predeterminada. En este momento, el refrigerante se calienta a alta temperatura y se lleva adentro del separador 14 de vapor.

10 El separador 14 de vapor separa vapor del refrigerante y alimenta parte del vapor al reformador 12 a través de la trayectoria 27 de suministro de vapor.

15 El refrigerante que ha pasado a través del separador 14 de vapor se enfría en el intercambiador 15 de calor a través del intercambio de calor con el agua intrasistema que fluye por la trayectoria 16 de circulación de agua intrasistema, y entonces se suministra a la pila 11 de célula de combustible de nuevo. Después de ello, el proceso de circulación se repite.

20 El agua intrasistema que fluye por la trayectoria 16 de circulación de agua intrasistema enfría el refrigerante en el intercambiador 15 de calor y enfría el gas de escape basado en combustible y el gas de escape basado en oxidante en la trayectoria 28 de escape, condensando de este modo el vapor en el gas de escape.

El agua condensada que ha sido recuperada por el intercambiador 17 de calor se alimenta al tanque 2 de almacenamiento de agua a través de una trayectoria 33 de recuperación de agua condensada.

25 En el intercambiador 4 de calor, el agua intrasistema calentada por los intercambiadores 15 y 17 de calor calienta el agua que se suministra desde el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente con una bomba P2 de alimentación de agua a través de la trayectoria 30a de suministro. El agua caliente calentada se suministra a través de una trayectoria 30b de retorno al tanque 5 de almacenamiento de agua caliente.

30 En resumen, el intercambiador 4 de calor calienta agua con el agua intrasistema, calentada por el refrigerante que se ha calentado con el calor (calor de escape) generado cuando la pila 11 de célula de combustible genera potencia.

35 Cuando la cantidad de agua en el tanque 5 de almacenamiento de agua se vuelve insuficiente debido al suministro de agua caliente al equipo de uso de calor, no ilustrado, se suministra agua auxiliar, tal como agua corriente, al tanque 5 de almacenamiento de agua caliente a través de la trayectoria 36 de suministro de agua auxiliar.

Parte del refrigerante que fluye por la trayectoria 13 de circulación de refrigerante es separado como vapor por el separador 14 de vapor y se lleva afuera de la trayectoria 13 de circulación de refrigerante a través de la trayectoria 27 de suministro de vapor. Es necesario por lo tanto complementar el refrigerante insuficiente.

40 De acuerdo con ello, el agua de suministro en el tanque 2 de almacenamiento de agua se suministra al equipo 19 de purificación de agua usando la bomba P1 de alimentación de agua, las impurezas se retiran del agua de suministro allí, y el agua purificada resultante se suministra como refrigerante a la trayectoria 13 de circulación de refrigerante a través de una trayectoria 35 de suministro de refrigerante.

45 De acuerdo con el sistema de generación de potencia de célula de combustible de la realización, cuando el complemento del refrigerante reduce la cantidad de agua en el tanque 2 de almacenamiento de agua, se proporciona agua complementaria adentro del tanque 2 de almacenamiento de agua como sigue usando el sistema 6 de suministro de agua condensada.

50 Como el agua en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente está caliente, la presión de vapor en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente es alta y el gas en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente que se lleva afuera a través de la trayectoria 37 de salida contiene mucho vapor.

55 A medida que el gas que contiene vapor se lleva hasta el intercambiador 7 de calor a través de la trayectoria 37 de salida, el vapor en el gas es enfriado y condensado por el agua auxiliar (agua corriente o similar) que fluye en la trayectoria 36 de suministro de agua auxiliar.

60 El agua condensada es suministrada como agua auxiliar al tanque 2 de almacenamiento de agua a través de la trayectoria 8 de suministro de agua condensada. Como el agua condensada es agua destilada cuyas impurezas tales como iones tienen una concentración muy baja, la cantidad de impurezas alimentadas adentro del tanque 2 de almacenamiento de agua se minimiza y la concentración de las impurezas en el tanque 2 de almacenamiento de agua se vuelve más baja. Esto reduce una carga de desmineralización o similar aplicada al equipo 19 de purificación de agua.

65 Es posible por lo tanto fijar en un nivel bajo la capacidad del equipo 19 de purificación de agua. Esto puede contribuir a reducir el coste del equipo necesario para el sistema 3 de tratamiento de agua y a contener en un nivel bajo el coste de funcionamiento, tal como el coste de reciclar la resina de intercambio de iones.

## ES 2 325 978 T3

Reducir la capacidad requerida del equipo 19 de purificación de agua permite diseñar más pequeño el equipo 19, reduciendo de este modo el espacio para este equipo.

5 Como el intercambiador 4 de calor está diseñado de una manera tal como para calentar agua usando, como calor de escape, el calor generado cuando la unidad 1 de célula de combustible genera potencia, se puede proporcionar agua caliente usando efectivamente el calor de escape. Esto puede mejorar la eficiencia energética.

10 El intercambiador 7 de calor se construye así como para ser capaz de condensar vapor en el gas en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente enfriando el vapor con el agua auxiliar que fluye en la trayectoria 36 de suministro de agua auxiliar. Esta estructura elimina la necesidad de un medio separado de enfriamiento mientras se condensa vapor en el sistema 6 de suministro de agua condensada, llevando de este modo a una reducción adicional en coste de funcionamiento.

15 La figura 3 ilustra una segunda realización del sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la invención, que tiene un tabique 20 provisto en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente para separar el interior del tanque 5 en dos espacios o espacios 5a y 5b superior e inferior.

20 El tabique 20 sirve para mantener alta la temperatura del agua caliente en el espacio superior 5a para aumentar la cantidad de vapor que se va a llevar adentro del intercambiador 7 de calor. El tabique 20 tiene una lumbrera 20a de ventilación que permite la ventilación de agua caliente entre el espacio superior 5a y el espacio inferior 5b.

El diámetro interior de la lumbrera 20a de ventilación se fija así como para restringir el flujo de agua en el espacio inferior 5b adentro del espacio superior 5a.

25 El tabique 20 puede estar formado de metal, tal como acero inoxidable, o una resina sintética, tal como cloruro de polivinilo. Particularmente, es preferible usar una resina sintética que tiene una excelente propiedad de aislamiento térmico.

30 Una trayectoria 40a de suministro y una trayectoria 40b de retorno de una trayectoria 40 de circulación de agua caliente están conectadas respectivamente a la porción inferior y a la porción superior del tanque 5 de almacenamiento de agua caliente, de modo que, después de que el agua calentada por el intercambiador 4 de calor se lleva adentro del espacio superior 5a a través de la trayectoria 40b de retorno, el agua fluye hasta el espacio inferior 5b por mediación de la lumbrera 20a de ventilación y fluye adentro de la trayectoria 40a de suministro desde el espacio inferior 5b.

35 Una trayectoria 38 de suministro de agua auxiliar que alimenta agua auxiliar adentro del espacio inferior 5b está conectada a la porción inferior del tanque 5 de almacenamiento de agua caliente, de modo que, cuando la cantidad de agua en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente se vuelve insuficiente debido al suministro de agua caliente a un equipo de uso de calor (no mostrado), se puede suministrar agua auxiliar adentro del espacio inferior 5b.

40 En el sistema de generación de potencia de célula de combustible, agua caliente a alta temperatura que ha sido calentada por el intercambiador 4 de calor y es devuelta al tanque 5 de almacenamiento de agua caliente a través de la trayectoria 40b de retorno se lleva adentro del espacio superior 5a situado por encima del tabique 20.

45 El vapor que se origina de la vaporización del agua caliente a alta temperatura llevada adentro del espacio superior 5a se suministra al intercambiador 7 de calor a través de la trayectoria 37 de salida.

El agua caliente en el espacio superior 5a fluye adentro del espacio inferior 5b desde la lumbrera 20a de ventilación de acuerdo con el flujo de circulación en la trayectoria 40 de circulación de agua caliente, y fluye hasta el intercambiador 4 de calor a través de la trayectoria 40a de suministro.

50 El agua caliente en el tanque 5 de almacenamiento es enfriada por el aire exterior de manera que su temperatura cae gradualmente. Sin embargo, debido a que el espacio superior 5a corresponde al lado aguas arriba del flujo de agua caliente en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente y el tabique 20 impide el flujo del agua caliente adentro del espacio superior 5a desde el espacio inferior 5b, la temperatura del agua caliente en el espacio superior 5a se mantiene relativamente alta.

55 El sistema de generación de potencia de célula de combustible de la segunda realización, como el sistema de generación de potencia de célula de combustible de la primera realización, puede reducir la concentración de impurezas en el agua de suministro que se ha de suministrar al equipo 19 de agua purificada, reduciendo de este modo la carga aplicada al equipo 19 de agua purificada y permitiendo que el equipo se confeccione más pequeño, bajando de este modo el coste de equipo y el coste de funcionamiento.

60 De acuerdo con la realización, la provisión del tabique 20 que define los espacios superior e inferior 5a y 5b en el tanque 5 de almacenamiento de agua caliente puede impedir que el agua caliente de temperatura relativamente baja en el espacio inferior 5b se mezcle con el agua caliente de temperatura alta en el espacio superior 5a. Es posible por lo tanto mantener la temperatura del agua caliente en el espacio superior 5a alta y aumentar la presión de vapor en el espacio superior 5a.



## ES 2 325 978 T3

Esto puede aumentar el contenido de vapor en el gas que se lleva adentro del intercambiador 7 de calor, mejorando de este modo la eficiencia de recuperación del agua condensada en el intercambiador 7 de calor.

Es posible por lo tanto aumentar la cantidad de suministro del agua condensada o agua destilada que tiene una concentración baja de impureza al tanque 2 de almacenamiento de agua, bajando de este modo la concentración de impureza en el tanque 2 de almacenamiento de agua y reduciendo la carga de desmineralización o similar aplicada al equipo 19 de purificación de agua.

Esto puede permitir que la capacidad del equipo 19 de purificación de agua se fije en un nivel bajo, llevando de este modo a costes más bajos de equipo y de funcionamiento.

Aunque el intercambiador 4 de calor que usa el calor de escape procedente de la unidad 1 de célula de combustible está provisto como unos medios de calentamiento en el sistema de generación de potencia de célula de combustible de la realización, los medios de calentamiento que calientan agua que se va a suministrar al equipo de uso de calor no están limitados al tipo que usa el calor de escape procedente de la unidad 1 de célula de combustible.

Como se muestra en la figura 4, por ejemplo, un calentador 41 que calienta agua en el tanque 5 de almacenamiento se puede proporcionar en el tanque 5 en lugar del intercambiador 4 de calor.

Aunque el sistema de generación de potencia de célula de combustible ilustrado de la realización tiene la estructura que usa agua de suministro recuperada por el intercambiador 17 de calor como refrigerante, el sistema de generación de potencia de célula de combustible de la invención no está limitado a este tipo sino que puede tener una estructura que no recupera vapor en el gas de escape y usa agua condensada procedente del sistema 6 de suministro de agua condensada o agua auxiliar, tal como agua corriente, como agua de suministro.

Debido a que el sistema de generación de potencia de célula de combustible de la invención puede mantener la concentración de impureza en el agua de suministro que se va a suministrar al sistema de tratamiento de agua a un nivel bajo, se puede eliminar el sistema de tratamiento de agua.

Adicionalmente, la trayectoria de circulación de refrigerante se puede diseñar de una manera tal que el refrigerante se lleva adentro del tanque 2 de almacenamiento de agua a través de la trayectoria 33 de recuperación de agua condensada después de pasar la pila 11 de célula de combustible y el separado 14 de vapor.

La figura 5 ilustra una cuarta realización del sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la invención. El sistema de generación de potencia de célula de combustible comprende un equipo 51 de generación de potencia de célula de combustible que genera potencia haciendo reaccionar el gas de combustible con un gas de oxidación electroquímicamente, un tanque 52 de almacenamiento de agua caliente que retiene agua caliente calentada usando el calor producido mientras se genera potencia, y una trayectoria 59 de suministro de agua auxiliar que suministra agua auxiliar, tal como agua corriente, al tanque 52 de almacenamiento de agua caliente.

El equipo 51 de generación de potencia de célula de combustible tiene una pila 53 de célula de combustible, una trayectoria 54 de circulación de refrigerante que regula la temperatura de la pila 53 de célula de combustible, un intercambiador 55 de calor para recuperar agua que condensa y recupera vapor en el gas de escape descargado desde la pila 53 de célula de combustible, un tanque 56 de almacenamiento de agua que retiene agua de suministro recuperada por el intercambiador 55 de calor, un equipo 57 de purificación de agua que purifica el agua de suministro en el tanque 56 de almacenamiento de agua y suministra el agua purificada como refrigerante a la trayectoria 54 de circulación de refrigerante, un intercambiador 58 de calor como medios de calentamiento que calienta agua usando el refrigerante para proporcionar agua caliente, y una trayectoria 60 de suministro de agua auxiliar que alimenta agua auxiliar, tal como agua corriente, al tanque 56 de almacenamiento de agua.

La pila 53 de célula de combustible está construida de tal modo que tiene un ánodo 71 y un cátodo 72 que intercalan un electrolito 73. Placas 74 y 75 de electrodo están provistas respectivamente entre el ánodo 71 y el electrolito 73 y entre el cátodo 72 y el electrolito 73.

Un desmineralizador de intercambio de iones o similar, que retira una impureza del agua de suministro procedente del tanque 56 de almacenamiento de agua, se usa como equipo 57 de purificación de agua.

El tanque 52 de almacenamiento de agua caliente puede suministrar agua caliente en el tanque a equipo de uso de calor (no mostrado).

En el sistema de generación de potencia de célula de combustible de la realización, el intercambiador 55 de calor está provisto en la trayectoria 59 de suministro de agua auxiliar y puede condensar vapor en el gas de escape descargado desde el ánodo 71 y el cátodo 72 a través de trayectorias 78 y 79 de escape enfriando el vapor con agua auxiliar y recuperar el agua condensada.

Lo siguiente discutirá cómo usar el sistema de generación de potencia de célula de combustible.

## ES 2 325 978 T3

En el sistema de generación de potencia de célula de combustible, un reformador (no mostrado) reforma combustible tal como un gas natural en vapor, generando de este modo un gas de combustible que contiene un gas de hidrógeno, el gas de combustible se suministra al ánodo 71 a través de una trayectoria 76 de suministro de gas de combustible, un gas de oxidación tal como aire se suministra al cátodo 72 a través de una trayectoria 77 de suministro de gas de oxidación, y el gas de combustible reacciona con gas de oxidación electroquímicamente, generando por ello potencia.

El gas de escape basado en combustible procedente del reformador se descarga al exterior del sistema por mediación del intercambiador 55 de calor a través de la trayectoria 78 de escape. El gas de escape basado en oxidante procedente del cátodo 72 se combina con el gas de escape basado en combustible en la trayectoria 78 de escape a través de la trayectoria 79 de escape, y se descarga al exterior del sistema por mediación del intercambiador 55 de calor.

A medida que el refrigerante circula por la trayectoria 54 de circulación de refrigerante, la pila 53 de célula de combustible se enfría para mantener una temperatura predeterminada. En este momento, el refrigerante se calienta hasta una temperatura alta (normalmente de 60 a 80°C) y se lleva adentro del intercambiador 58 de calor.

En el intercambiador 58 de calor, el agua en el tanque 52 de almacenamiento de agua caliente se calienta para volverse agua caliente de aproximadamente 50 a 60°C mediante el refrigerante a alta temperatura cuya temperatura cae a su vez hasta aproximadamente 50 a 60°C.

El refrigerante que ha pasado el intercambiador 58 de calor es alimentado a través de una trayectoria 68 al tanque 56 de almacenamiento de agua.

Cuando la cantidad de agua en el tanque 56 de almacenamiento de agua se vuelve insuficiente, se suministra agua auxiliar, tal como agua corriente, al tanque 56 de almacenamiento de agua a través de la trayectoria 60 de suministro de agua auxiliar.

Cuando la cantidad de agua en el tanque 52 de almacenamiento de agua caliente se vuelve insuficiente debido al suministro de agua caliente al equipo de uso de calor (no ilustrado), se suministra agua auxiliar, tal como agua corriente, al tanque 52 de almacenamiento de agua caliente a través de la trayectoria 59 de suministro de agua auxiliar. La temperatura del agua corriente es normalmente de 5 a 25°C.

En el intercambiador 55 de calor, el vapor en el gas de escape basado en combustible y el gas de escape basado en oxidante en la trayectoria 78 de escape se enfría con el agua auxiliar que fluye por la trayectoria 59 de suministro de agua auxiliar que se ha de condensar y el agua condensada se recupera adentro del tanque 56 de almacenamiento de agua a través de una trayectoria 62.

A medida que una impureza, tal como iones carbonato o iones de metales, originados a partir del agua auxiliar, tal como agua corriente, se mezcla en agua de suministro en el tanque 56 de almacenamiento de agua, el agua de suministro se suministra a través de una trayectoria 80 al equipo 57 de purificación de agua para retirar sus impurezas y se conecta entonces a la trayectoria 54 de circulación de refrigerante en la pila 53 de célula de combustible como refrigerante a través de una trayectoria 63 de suministro.

El sistema de generación de potencia de célula de combustible de la realización tiene el intercambiador 55 de calor provisto en la trayectoria 59 de suministro de agua auxiliar de manera que el vapor en el gas de escape descargado a través de las trayectorias 78 y 79 de escape se puede enfriar y condensar con agua auxiliar que fluye por la trayectoria 59 de suministro de agua auxiliar. Por lo tanto, este sistema puede condensar vapor usando agua auxiliar a baja temperatura, en comparación con un sistema de generación de potencia de célula de combustible (véase la figura 7) que puede condensar vapor en el gas de escape con refrigerante cuya temperatura se vuelve relativamente alta.

Es posible por lo tanto mejorar la eficiencia de enfriamiento de vapor en el gas de escape para aumentar por ello la cantidad de recuperación de agua condensada, que es agua destilada cuyas impurezas, tales como iones, tienen una concentración baja.

Esta estructura puede bajar la concentración de impureza en el tanque 56 de almacenamiento de agua, reduciendo de este modo la carga de desmineralización o similar aplicada al equipo 57 de purificación de agua.

Es posible por lo tanto fijar en un nivel bajo la capacidad demandada del equipo 57 de purificación de agua, reduciendo de este modo el coste de equipo necesario para el equipo 57 de purificación de agua y restringir costes de funcionamiento, tales como el coste de regeneración para una resina de intercambio de iones.

Como la capacidad del equipo 57 de purificación de agua se puede fijar en un nivel bajo, el equipo se puede confeccionar más pequeño, reduciendo de este modo el espacio requerido para el equipo.

Debido a que la cantidad de recuperación de agua condensada se puede aumentar, es posible reducir la cantidad de agua auxiliar que se ha de suministrar al tanque 56 de almacenamiento de agua a través de la trayectoria 60 de suministro de agua auxiliar. Esto puede llevar a una reducción del coste que se necesita para el agua auxiliar.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de generación de potencia de célula de combustible, que comprende:

una unidad (1) de combustible que tiene un sistema (13) de circulación de refrigerante,

un tanque (2) de almacenamiento de agua para suministrar agua para servir como refrigerante para dicha unidad (1) de célula de combustible,

un sistema (3) de tratamiento de agua para purificar dicho agua de suministro en dicho tanque (2) de almacenamiento de agua y suministrar dicho agua de suministro purificada como refrigerante a dicha unidad (1) de célula de combustible,

un dispositivo (4) de calentamiento para calentar agua,

un tanque (5) de almacenamiento de agua caliente para almacenar agua caliente adquirida por dicho dispositivo (4) de calentamiento, y

un sistema (6) de suministro de agua condensada para alimentar dicho tanque (2) de almacenamiento de agua con agua condensada obtenida condensando vapor procedente de dicho agua caliente en dicho tanque (5) de almacenamiento de agua caliente;

en el que dicho sistema (6) de suministro de agua condensada tiene un intercambiador (7) de calor para condensar vapor procedente de dicho agua caliente en dicho tanque (5) de almacenamiento de agua caliente enfriando el vapor con agua auxiliar que se ha de suministrar a dicho tanque (5) de almacenamiento de agua caliente y recuperar dicho agua condensada; y una trayectoria (8) de suministro de agua condensada para suministrar dicho agua condensada recuperada por dicho intercambiador (7) de calor a dicho tanque (2) de almacenamiento de agua.

2. El sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo (4) de calentamiento está construido de una manera tal como para ser capaz de calentar agua usando calor generado cuando dicha unidad (1) de célula de combustible genera potencia.

3. El sistema de generación de potencia de célula de combustible de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho tanque (5) de almacenamiento de agua caliente está provisto, en el interior, de un tabique (20) para definir una pluralidad de espacios en dicho tanque (5) de almacenamiento de agua caliente de una manera tal que dicho agua caliente calentada por dicho dispositivo (4) de calentamiento se lleva adentro de uno de dichos espacios (5a) y vapor procedente de dicho agua caliente en ese espacio (5a) se suministra a dicho sistema (6) de suministro de agua condensada.

4. Un método para accionar un sistema de generación de potencia de célula de combustible, que comprende una unidad (1) de célula de combustible que tiene un sistema (13) de circulación de refrigerante, un tanque (2) de almacenamiento de agua para suministrar agua para servir como refrigerante para dicha unidad (1) de célula de combustible, un sistema (3) de tratamiento de agua para purificar dicho agua de suministro en dicho tanque (2) de almacenamiento de agua y suministrar dicho agua de suministro purificada como refrigerante a dicha unidad (1) de célula de combustible, un dispositivo (4) de calentamiento para calentar agua, y un tanque (5) de almacenamiento de agua caliente para almacenar agua caliente adquirida por dicho dispositivo (4) de calentamiento; comprendiendo dicho método los pasos de:

condensar vapor procedente de dicho agua caliente en dicho tanque (5) de almacenamiento de agua caliente enfriando el vapor con agua auxiliar que se ha de suministrar a dicho tanque de almacenamiento de agua caliente, obteniendo por ello agua condensada, y

suministrar dicho agua condensada a dicho tanque (2) de almacenamiento de agua.

FIG. 1

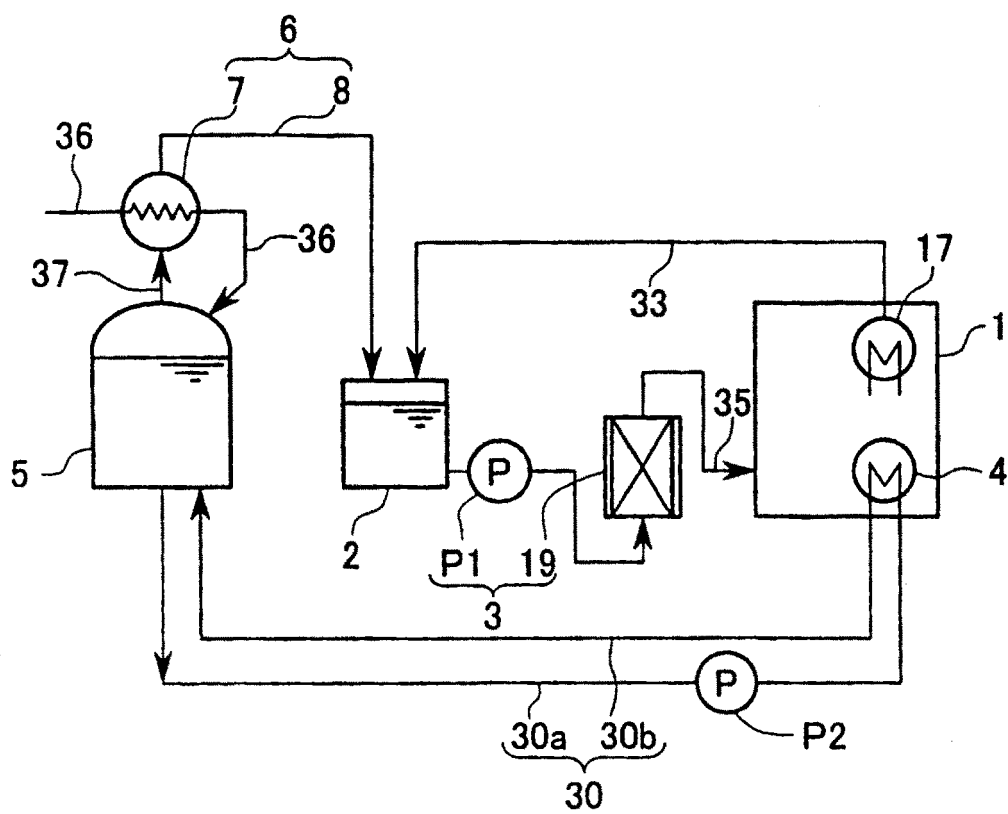


FIG. 2

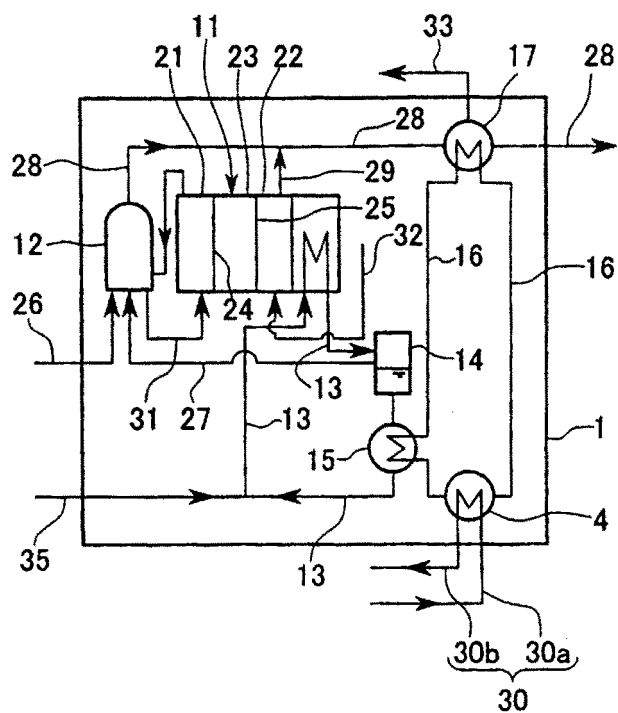


FIG. 3

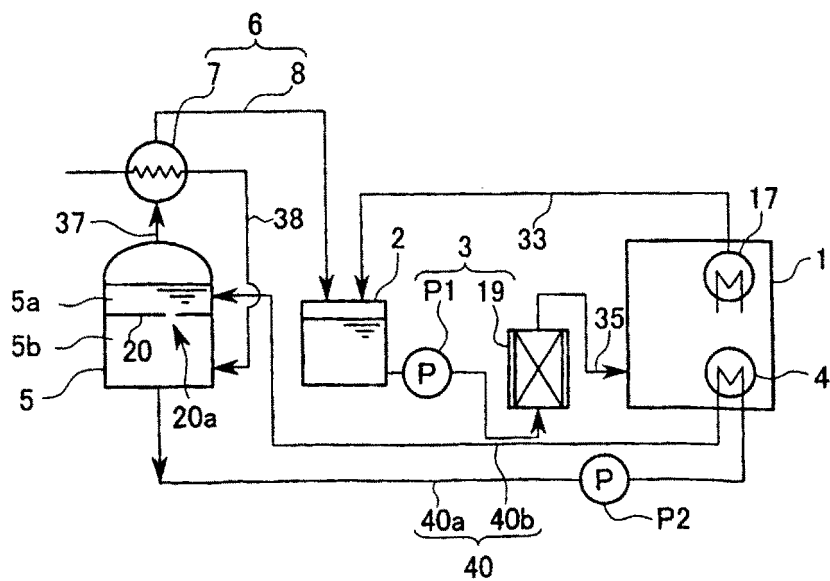


FIG. 4

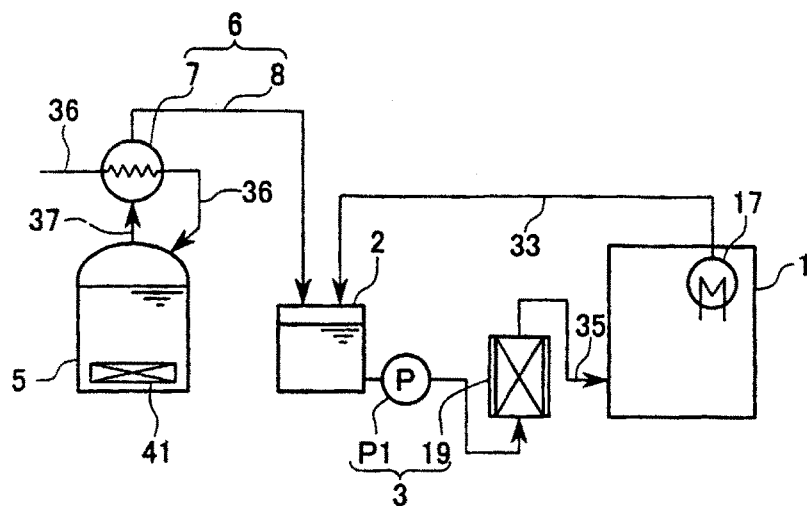


FIG. 5

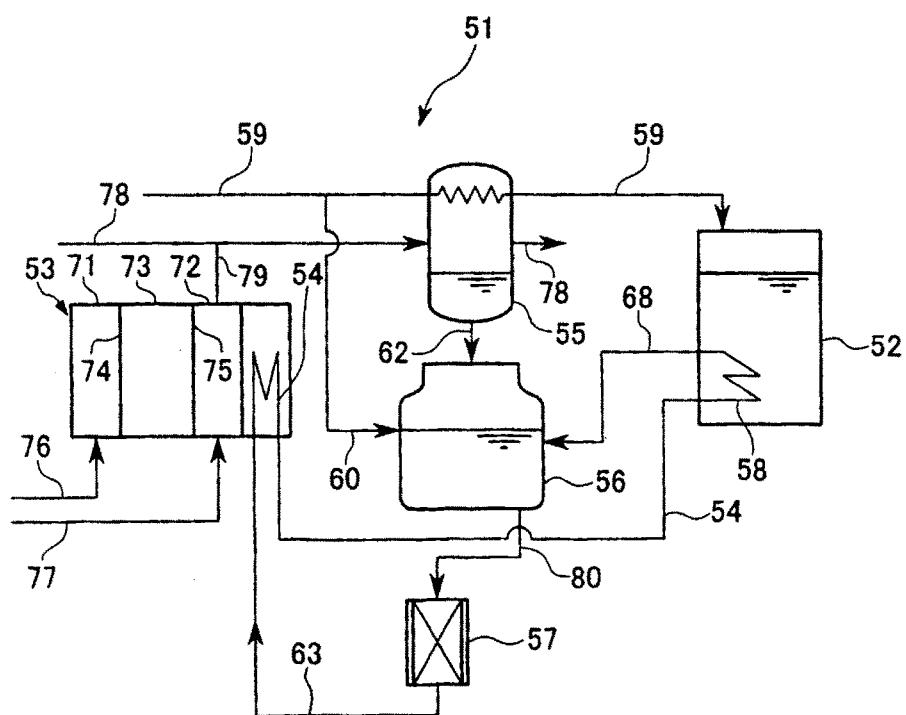


FIG. 6

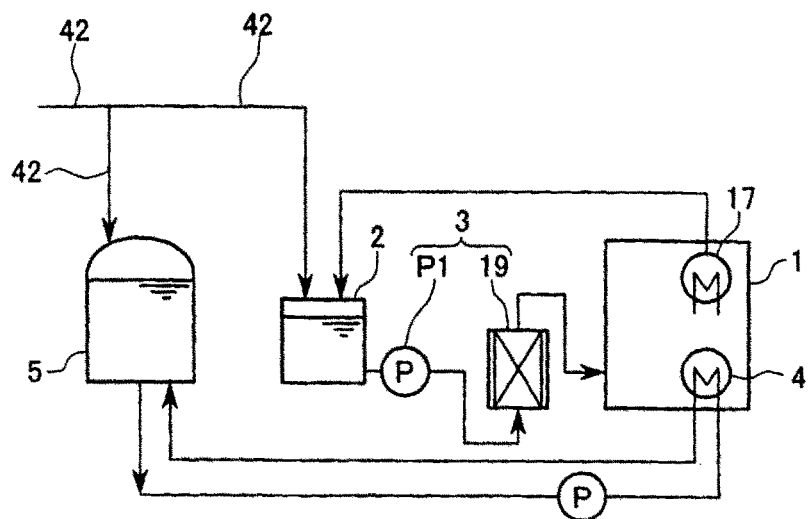


FIG. 7

