

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 625**

51 Int. Cl.:

F24H 9/20 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2014 E 14184130 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2848875**

54 Título: **Sistema de suministro de agua caliente y método de control para el mismo**

30 Prioridad:

11.09.2013 JP 2013188216

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

21.05.2018

73 Titular/es:

**mitsubishi heavy industries thermal
systems, ltd. (100.0%)
16-5, Konan 2-Chome, Minato-ku
Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**TERAOKA, MASAHIRO y
MAENO, MASASHI**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 668 625 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 suministro de agua caliente y método de control para el mismo

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema de suministro de agua caliente provisto de una unidad de calentamiento y uno o más depósitos de almacenamiento de agua caliente que secuencialmente almacenan agua de alta temperatura producida por la unidad de calentamiento, formando estratificación de temperatura desde el lado superior de la misma, y a un método de control para ello.

Estado de la técnica

Como se ha descrito antes, un sistema de suministro de agua caliente provisto de uno o más depósitos de almacenamiento de caliente que se conectan a una unidad de calentamiento mediante una tubería de agua de baja temperatura y una tubería de agua de alta temperatura y que secuencialmente almacenan agua de alta temperatura producida por la unidad de calentamiento formando estratificación de temperatura desde el lado superior de la misma, una pluralidad de sensores de temperatura se proporcionan para disponerse en la dirección vertical en el depósito de almacenamiento de agua caliente, y con el sensor de temperatura que se dispone en la posición más inferior en su interior y que funciona como un primer sensor de temperatura que detecta la temporización cuando el agua caliente a una temperatura establecida se almacena a un nivel de 100 % en el depósito, se determina, basándose en un valor detectado desde este primer sensor de temperatura, que el agua caliente en la temperatura establecida se almacena en el nivel del 100 % durante una operación de calentamiento inicial y una operación de calentamiento adicional, controlando por tanto la operación de la unidad de calentamiento.

Por ejemplo, la Bibliografía 1 de Patente divulga un sistema de suministro de agua caliente en el que una pluralidad de sensores de temperatura se proporcionan para disponerse en la dirección vertical en un depósito de almacenamiento de agua caliente, y cuando el valor detectado desde cada sensor de temperatura está en o por debajo de una temperatura establecida, la unidad de calentamiento se inicia, y cuando el valor detectado desde cada sensor de temperatura supera la temperatura establecida, la unidad de calentamiento se detiene.

Lista de citas

Bibliografía de Patente

PLT 1

Solicitud de Patente Japonesa sin examinar, N.º de Publicación 2002-349965 US 2007/179678 A1 divulga un sistema y un método de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 4.

Objeto de la invención

Problema técnico

Como se ha descrito antes, en el sistema de suministro de agua caliente del tipo en el que el agua de alta temperatura producida por una unidad de calentamiento se almacena secuencialmente para formar estratificación de temperatura desde la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente, en general, cuando el valor detectado desde el sensor de temperatura dispuesto en la posición más inferior en el depósito de almacenamiento de agua caliente está en o por encima de una temperatura establecida, se determina que el 100 % del almacenamiento de agua caliente se completa. En regulaciones europeas relacionadas con estos tipos de sistemas de suministro de agua caliente, en un estado no operativo después de completarse el 100 % de almacenamiento de agua caliente, se estipula que la temperatura establecida debe mantenerse durante 48 horas mediante una operación de mantenimiento de temperatura (operación de calentamiento adicional).

Normalmente, cuando el agua se deja sin suministro después de completarse el 100 % de almacenamiento de agua caliente, debido a la disipación de calor natural y la transferencia de calor, la diferencia de temperatura entre una parte de alta temperatura y una parte de baja temperatura se vuelve menor debido a una caída de temperatura en la parte de alta temperatura y a una elevación de temperatura en la parte de baja temperatura, y la anchura de la capa de temperatura se expande. En este estado, si la operación de calentamiento adicional se realiza para mantener la temperatura, se determina que la operación de calentamiento adicional se completa usando dicho sensor de temperatura que detecta la terminación del 100 % del almacenamiento de agua caliente, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente es inferior que la temperatura calentada inicialmente, y a su vez la cantidad de calor acumulado disminuye. Como resultado, cuando se descarga el agua caliente, no es posible suministrar agua caliente con la temperatura alta que se estableció inicialmente.

Por otro lado, si la operación de calentamiento adicional se lleva a cabo innecesariamente para evitar una caída de

temperatura del agua de alta temperatura, con efectos debido a una elevación de temperatura de la parte de baja temperatura, también existen problemas tal como una caída de eficacia de la unidad de calentamiento, una caída en el COP (coeficiente de rendimiento), etc. En otras palabras, el mantenimiento de la temperatura del agua de alta temperatura y el mantenimiento del COP de la unidad de calentamiento están en una relación mutuamente conflictiva.

La presente invención se realiza a la luz de estas circunstancias, y un objeto de la misma es proporcionar un sistema de suministro de agua caliente que puede asegurar una cierta cantidad de calor almacenado incluso durante la operación de mantenimiento de temperatura y que pueda suministrar agua caliente con una alta temperatura cerca de la temperatura establecida inicial, así como un método de control para ello.

Solución al problema

Para solucionar los problemas antes descritos, el sistema de suministro de agua caliente de la presente invención y el método de control para ello emplean las siguientes soluciones.

Un sistema de suministro de agua caliente de acuerdo con la presente invención comprende: una unidad de calentamiento que produce agua de alta temperatura mediante el calentamiento de agua de baja temperatura; y al menos un depósito de almacenamiento de agua caliente que se conecta a la unidad de calentamiento mediante una tubería de agua de baja temperatura y una tubería de agua de alta temperatura y que secuencialmente almacena el agua de alta temperatura producida en la unidad de calentamiento, formando una estratificación de temperatura desde un lado superior del depósito de almacenamiento de agua caliente, en el que el sistema de suministro de agua caliente es capaz de mantener la temperatura del agua caliente almacenada en el depósito de almacenamiento de agua caliente después de completar el almacenamiento de agua caliente a una temperatura establecida, en el que una pluralidad de sensores de temperatura se proporcionan para estar mutuamente separados en una dirección vertical en el depósito de almacenamiento de agua caliente, y el sensor de temperatura proporcionado en el nivel más inferior en su interior es un primer sensor de temperatura que detecta una situación en la que el agua caliente con la temperatura establecida se almacena a un nivel del 100 %, el sistema de suministro de agua caliente comprendiendo además: una unidad de control que controla la operación y detención de la unidad de calentamiento durante una operación de calentamiento inicial y una operación de calentamiento adicional basándose en un valor detectado desde el primer sensor de temperatura, en el que, durante la operación de calentamiento adicional, cuando el valor detectado desde el primer sensor de temperatura alcanza una temperatura establecida, la unidad de control corrige la temperatura establecida del primer sensor de temperatura basándose en una diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre un valor detectado ($\Delta T'$) desde un segundo sensor de temperatura proporcionado sobre el primer sensor de temperatura y un valor detectado (ΔT) que el segundo sensor de temperatura detecta durante la operación de calentamiento inicial, y la unidad de control controla la operación y detención de la unidad de calentamiento con el valor corregido que funciona como una temperatura objetivo.

De acuerdo con la presente invención, la pluralidad de sensores de temperatura se proporcionan para estar mutuamente separados en la dirección vertical en el depósito de almacenamiento de agua caliente, el sensor de temperatura proporcionado en la posición más inferior del mismo es un primer sensor de temperatura que detecta que el agua caliente en la temperatura establecida se almacena a un nivel del 100 %, y la operación y detención de la unidad de calentamiento se controlan durante la operación de calentamiento inicial y la operación de calentamiento adicional basándose en el valor detectado desde el primer sensor de temperatura. Además, una unidad de control se proporciona, y durante la operación de calentamiento adicional, cuando el valor detectado desde el primer sensor de temperatura alcanza la temperatura establecida, la unidad de control corrige la temperatura establecida del primer sensor de temperatura basándose en la diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre el valor detectado ($\Delta T'$) desde el segundo sensor de temperatura que se proporciona sobre este y el valor detectado (ΔT) que el segundo sensor de temperatura detectó durante la operación de calentamiento inicial, y controla la operación y detención de la unidad de calentamiento con este valor corregido que funciona como valor objetivo. Así, durante la operación de calentamiento inicial y la operación de calentamiento adicional, la operación y detención de la unidad de calentamiento se controlan basándose en el valor detectado desde el primer sensor de temperatura, y el 100 % de almacenamiento de agua caliente y el mantenimiento de temperatura posterior (sostenimiento de temperatura) se realizan. Sin embargo, en el estado no operativo después de completarse el 100 % de almacenamiento de agua caliente, debido a la disipación de calor natural y la transferencia de calor, la diferencia de temperatura entre la parte de alta temperatura y la parte de baja temperatura se vuelve menor, y la anchura de la capa de temperatura se vuelve mayor. Por tanto, la operación de calentamiento adicional se realiza en este estado para mantener la temperatura. Cuando se determina que el calentamiento adicional se completa basándose en el valor detectado desde el primer sensor de temperatura que detecta el 100 % de almacenamiento de agua caliente, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente se vuelve menor que la temperatura de calentamiento inicial, conduciendo a una reducción de la cantidad de calor almacenado. Así, durante la operación de calentamiento adicional, cuando el primer sensor de temperatura alcanza la temperatura establecida, la temperatura establecida del primer sensor de temperatura se corrige basándose en la diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre el valor detectado ($\Delta T'$) desde el segundo sensor de temperatura proporcionado sobre este y el valor detectado (ΔT) que detectó el segundo sensor de temperatura durante la operación de calentamiento inicial, y la unidad de calentamiento se opera y detiene con este valor corregido que

funciona como un valor objetivo. Por consiguiente, es posible reducir la cantidad de la caída en la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente. Al hacer esto, la caída en la cantidad de calor almacenado durante el tiempo de parada, tras completar el 100 % de almacenamiento de agua caliente, pueden suprimirse, y cuando se descarga el agua caliente, el agua caliente con una temperatura mayor
 5 cerca de la temperatura establecida puede suministrarse.

Opcionalmente, en el sistema de suministro de agua caliente antes descrito de acuerdo con la presente invención, el valor corregido se calcula por una ecuación (1) mostrada a continuación:

10
$$\text{temperatura establecida} + (\Delta T - \Delta T') / \alpha \quad (1)$$

donde α es un coeficiente arbitrario.

15 Por consiguiente, el valor corregido se calcula desde "temperatura establecida + $(\Delta T - \Delta T') / \alpha$ (donde α es un coeficiente arbitrario)". Así, durante la operación de calentamiento adicional, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente puede someterse a calentamiento adicional a una temperatura entre el valor detectado inicial (ΔT) detectado durante la operación de calentamiento inicial y el valor detectado ($\Delta T'$) detectado durante la operación de calentamiento adicional. Al hacer esto, la cantidad de la caída en la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente durante el
 20 tiempo de mantenimiento de temperatura puede reducirse considerablemente, y el agua caliente a una mayor temperatura puede suministrarse. Además, una caída en el COP (coeficiente de rendimiento) de la unidad de calentamiento debido a un calentamiento adicional excesivo puede suprimirse.

25 Opcionalmente, en el sistema de suministro de agua caliente descrito antes de acuerdo con la presente invención, en la ecuación (1) para calcular el valor corregido, el coeficiente α se establece en 2.

30 Por consiguiente, en la Ecuación (1) para calcular el valor corregido, el coeficiente α se establece en 2. Así, durante la operación de calentamiento adicional, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente puede controlarse y mantenerse a una temperatura sustancialmente a medio camino entre el valor detectado inicial (ΔT) detectado durante la operación de calentamiento inicial y el valor detectado ($\Delta T'$) detectado durante la operación de calentamiento adicional. Por tanto, el equilibrio puede lograrse entre el mantenimiento de la temperatura del agua caliente y el mantenimiento del COP de la unidad de calentamiento, que están en una relación mutuamente conflictiva, y es posible realizar un control para suprimir las
 35 respectivas reducciones de los mismos a niveles moderados.

La invención también se refiere a un método de control de un sistema de suministro de agua caliente, en el que el sistema de suministro de agua caliente comprende: una unidad de calentamiento que produce agua de alta temperatura mediante el calentamiento de agua de baja temperatura; y al menos un depósito de almacenamiento de agua caliente que se conecta a la unidad de calentamiento mediante una tubería de agua de baja temperatura y una
 40 tubería de agua de alta temperatura y que almacena secuencialmente el agua de alta temperatura producida en la unidad de calentamiento, formando una estratificación de temperatura desde un lado superior del depósito de almacenamiento de agua caliente, el sistema de suministro de agua caliente siendo capaz de mantener la temperatura del agua caliente almacenada en el depósito de almacenamiento de agua caliente después de completar el almacenamiento de agua caliente a una temperatura establecida, en el que el sistema de suministro de
 45 agua caliente tiene una pluralidad de sensores de temperatura proporcionados para estar mutuamente separados en una dirección vertical en el depósito de almacenamiento de agua caliente, y el sensor de temperatura proporcionado en el nivel más inferior en su interior es un primer sensor de temperatura que detecta una situación en la que el agua caliente con la temperatura establecida se almacena a un nivel del 100 %, comprendiendo el método del control del sistema de suministro de agua caliente:

50 una etapa de controlar la operación y detención de la unidad de calentamiento durante una operación de calentamiento y una operación de calentamiento adicional basándose en un valor detectado desde el primer sensor de temperatura, y corregir la temperatura establecida del primer sensor de temperatura basándose en una diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre un valor detectado ($\Delta T'$) de un segundo sensor de temperatura proporcionado sobre el primer sensor de temperatura y un valor detectado (ΔT) que detecta el segundo sensor de temperatura durante la operación de calentamiento inicial, la corrección se realiza durante la operación de calentamiento adicional y cuando el valor detectado desde el primer sensor de temperatura alcanza una temperatura establecida, y controlando el funcionamiento y detención de la unidad de calentamiento con el valor
 55 corregido que funciona como una temperatura objetivo.

60 De acuerdo con la presente invención, durante la operación de calentamiento inicial y la operación de calentamiento adicional, la operación y detención de la unidad de calentamiento se controlan basándose en el valor detectado desde el primer sensor de temperatura, y el 100 % de almacenamiento de agua caliente y el posterior mantenimiento de temperatura (sostenimiento de temperatura) se realizan. En el estado no operativo después de completar el
 65 100 % de almacenamiento de agua caliente, debido a la disipación de calor natural y la transferencia de calor, la diferencia de temperatura entre la parte de alta temperatura y la parte de baja temperatura se vuelve menor, y la

anchura de la capa de temperatura se vuelve mayor. Por tanto, en este estado, cuando la operación de calentamiento adicional se realiza para mantener la temperatura, y se determina que la operación de calentamiento adicional se completa basándose en el valor detectado desde el primer de sensor de temperatura que detecta el 100 % de almacenamiento de agua caliente, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente se vuelve menor que la temperatura inicial de calentamiento inicial, y a su vez la cantidad de calor almacenado termina siendo inferior. Así, durante la operación de calentamiento adicional, cuando el primer sensor de temperatura alcanza la temperatura establecida, la temperatura establecida del primer sensor de temperatura se corrige basándose en la diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre el valor detectado ($\Delta T'$) desde el segundo sensor de temperatura proporcionado sobre este y el valor detectado (ΔT) que detectó el segundo sensor de temperatura durante la operación de calentamiento inicial, y la unidad de calentamiento se opera y detiene con este valor corregido que funciona como valor objetivo, haciendo posible reducir la cantidad de la caída en la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente. Por consiguiente, es posible suprimir una caída en la cantidad de calor almacenado durante un tiempo no operativo después de completar el 100 % de almacenamiento de agua caliente, y cuando se descarga el agua caliente, es posible suministrar agua caliente con una temperatura mayor cerca de la temperatura establecida.

Efectos ventajosos de la invención

En un sistema de suministro de agua caliente, en un estado de mantenimiento de temperatura, cuando una operación de calentamiento adicional se realiza para mantener la temperatura, y cuando se determina que el calentamiento adicional se completa basándose en el valor detectado desde el primer sensor de temperatura que detecta el 100 % de almacenamiento de agua caliente, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente se vuelve menor que la temperatura inicial de calentamiento inicial, y a su vez la cantidad del calor almacenado se reduce. Para realizar una mejora en este fenómeno, con el sistema de suministro de agua caliente y método de control para ello de la presente invención, durante la operación de calentamiento adicional, cuando el primer sensor de temperatura alcanza la temperatura establecida, la temperatura establecida del primer sensor de temperatura se corrige basándose en la diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre el valor detectado ($\Delta T'$) desde el segundo sensor de temperatura proporcionado sobre este y el valor detectado (ΔT) que detectó el segundo sensor de temperatura durante la operación de calentamiento inicial, y la unidad de calentamiento se opera y detiene con este valor corregido que funciona como temperatura objetivo, haciendo posible reducir la cantidad de la caída en la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente. Como resultado, es posible suprimir una caída en la cantidad de calor almacenado durante un tiempo no operativo después de completar el 100 % de almacenamiento de agua caliente, y cuando se descarga el agua caliente, es posible suministrar agua caliente con una temperatura mayor cerca de la temperatura establecida originalmente.

Descripción de las figuras

{Fig. 1}
La Fig. 1 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema de suministro de agua caliente de acuerdo con una realización de la presente invención.
{Fig. 2}
La Fig. 2 es un diagrama explicativo que muestra el cambio en la temperatura del agua caliente en un depósito de almacenamiento de agua caliente durante una operación de calentamiento inicial y una operación de calentamiento adicional realizada mediante el anterior sistema de suministro de agua caliente.

Descripción detallada de la invención

Una realización de la presente invención se describirá a continuación en referencia a la Fig. 1 y la Fig. 2.
La Fig. 1 es un diagrama que muestra la configuración de un sistema de suministro de agua caliente de acuerdo con una realización de la presente invención.
En el sistema de suministro de agua caliente 1 de esta realización, una unidad de calentamiento que usa una bomba de calor de ciclo súper crítica, en la que se emplea refrigerante CO₂, se ilustra como un ejemplo de la unidad de calentamiento 2. La unidad de calentamiento 2 no se limita a la bomba de calor de esta realización, y los dispositivos con otras configuraciones, tal como calderas, células de combustible, etc., pueden usarse por supuesto.
La unidad de calentamiento de bomba de calor (unidad de calentamiento) 2 incluye un circuito circulante de refrigerante de ciclo cerrado 9 en el que un compresor 3 que comprime refrigerante, un intercambiador de calor de agua/refrigerante (refrigerador de gas) 4 que funciona como refrigerador de gas para provocar intercambio de calor entre el refrigerante y el agua, un medio de reducción de presión 5 formado de una válvula de expansión electrónica o similar que reduce la presión del refrigerante, y un evaporador 7 que provoca la evaporación del refrigerante por medio del intercambio de calor con aire exterior que se hace fluir mediante un ventilador 6 se conectan en este orden por medio de una tubería de refrigerante 8. En este caso, la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 se asume que es una bomba de calor de ciclo súper crítica que se rellena con refrigerante CO₂ como el medio de

trabajo, pero puede ser cualquier tipo conocido de unidad de calentamiento.

Además, el intercambiador de calor de agua/refrigerante (refrigerador de gas) 4 es uno que produce agua de alta temperatura mediante intercambio de calor entre el gas refrigerante de alta presión y alta temperatura que fluye en un canal de flujo refrigerante 4A y el agua que fluye en un canal de flujo de agua 4B y tiene una configuración en la que el gas refrigerante que fluye a través del canal de flujo refrigerante 4A y el agua que fluye a través del canal de flujo de agua 4B sufren un intercambio de calor de flujo inverso.

Por otro lado, la unidad de suministro de agua caliente 10 incluye un depósito de almacenamiento de agua caliente 11 que tiene una capacidad necesaria para almacenar agua caliente producida por la unidad de calentamiento de bomba de calor 2, y un circuito de agua 12 en el que el agua en el canal de flujo de agua 4B del intercambiador de calor de agua/refrigerante 4 de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 circula por medio de este depósito de almacenamiento de agua caliente 11. Este depósito de almacenamiento de agua caliente 11 se configura para almacenar agua caliente para formar una estratificación de temperatura extrayendo agua de baja temperatura desde la parte inferior del mismo y suministrándola a la unidad de calentamiento 2, y a su vez suministrando agua de alta temperatura producida por la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 a la parte superior del depósito.

El depósito de almacenamiento de agua caliente 11 puede tener una configuración en la que una pluralidad de depósitos con unos tamaños comparativamente pequeños y pequeñas capacidades se conectan en serie entre sí mediante tuberías de conexión. En este caso, el depósito de almacenamiento de agua caliente al que una tubería de agua de alta temperatura desde la unidad de calentamiento 2 se conecta funciona como el depósito más corriente arriba, y una tubería de descarga de agua caliente que conduce a un lado de carga se conecta a la parte superior de este depósito de almacenamiento de agua caliente. Además, en este caso, el sistema se configura por lo que la parte inferior de este depósito de almacenamiento de agua caliente y la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente en el lado corriente abajo del mismo se conectan con una tubería de conexión por lo que una pluralidad de depósitos de almacenamiento de agua caliente se conectan secuencialmente juntos en serie, y una tubería de suministro de agua y una tubería de agua de baja temperatura que conduce a la unidad de calentamiento 2 se conectan a la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente más corriente abajo. Este depósito de almacenamiento de agua caliente 11 puede ser un tipo conocido de depósito.

El circuito de agua 12 se forma de, entre otros componentes, los siguientes elementos: una tubería de agua de baja temperatura 13 que suministra agua de baja temperatura desde la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 al canal de flujo de agua 4B en el intercambiador de calor de agua/refrigerante 4; una bomba de agua 14 proporcionada en la tubería de agua de baja temperatura 13; una tubería de agua de alta temperatura 15 que suministra el agua de alta temperatura producida por el intercambiador de calor de agua/refrigerante 4 a la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11; una tubería de suministro de agua 16 para suministrar agua al depósito de almacenamiento de agua caliente 11; una tubería de descarga de agua caliente 17 para suministrar agua de alta temperatura almacenada en el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 al lado de carga; una tubería de desviación 18 proporcionada entre la tubería de suministro de agua 16 y la tubería de descarga de agua caliente 17; una válvula de mezcla de tipo de detección de temperatura 19 que mezcla el agua desde la tubería de desviación 18 y el agua de alta temperatura desde el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 para formar agua caliente de una temperatura prescrita y que suministra esta agua caliente al lado de carga; y un respiradero de aire 20 a través del que el aire atrapado en el circuito de agua 12 se ventila al exterior.

Una pluralidad de sensores de temperatura 21A, 21B y 21N se proporciona en el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 a lo largo de la dirección vertical del mismo. En la pluralidad de sensores de temperatura 21A, 21B y 21N, el sensor de temperatura 21A es un primer sensor de temperatura que se proporciona a un nivel del 100 % de almacenamiento de agua caliente, el sensor de temperatura 21B es un segundo sensor de temperatura que se proporciona en, por ejemplo, un nivel del 60 % de almacenamiento de agua caliente, y el sensor de temperatura 21N es un tercer sensor de temperatura que se proporciona, por ejemplo, a un nivel del 20 % de almacenamiento de agua caliente, y los valores detectados desde los sensores de temperatura 21A, 21B y 21N se introducen a una unidad de control 22. Ya que el número de estos sensores de temperatura no es necesariamente tres, es posible usar una configuración en la que N sensores de temperatura, donde N es 2 o más, se proporcionan con una separación adecuada entre ellos.

La unidad de control 22 controla las velocidades rotativas del compresor 3 en la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 basándose en los valores detectados desde los sensores de temperatura 23 y 24 proporcionados en la tubería de agua de baja temperatura 13 y la tubería de agua de alta temperatura 15 durante la operación del sistema de suministro de agua caliente 1 para controlar por tanto la capacidad de producción de agua caliente, y así producir el agua de alta temperatura con una temperatura establecida. Además, la unidad de control 22 controla la operación/detención de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 durante la operación del sistema de suministro de agua caliente 1 basándose en los valores detectados desde los sensores de temperatura 21A, 21B y 21N, para realizar una llamada operación de calentamiento inicial y una operación de calentamiento adicional.

Al usar electricidad nocturna, que es generalmente económica, para realizar la operación de calentamiento inicial por

la noche, el sistema de suministro de agua caliente 1 opera por lo que el agua de alta temperatura con la temperatura establecida se almacena en el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 hasta el nivel del 100 % de almacenamiento de agua caliente, y consume esta agua de alta temperatura durante un periodo de consumo descargándola al lado de carga por medio de la tubería de descarga de agua caliente 17. Sin embargo, cuando el agua caliente se deja sin usar después de completarse la operación de calentamiento inicial, la temperatura del agua de alta temperatura en el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 cae debido a una disipación de calor natural y transferencia de calor, o cuando hay agua de alta temperatura insuficiente debido al consumo del agua de alta temperatura, la operación de calentamiento adicional se realiza como sea necesario.

En los estándares europeos (EN16147), se estipula que la temperatura establecida debe mantenerse durante 48 horas realizando una operación de mantenimiento de temperatura (operación de calentamiento adicional) durante el periodo no operativo después de completar el 100 % del almacenamiento de agua caliente. Con esta estipulación, al operar la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 en la temperatura establecida y detener la operación de las mismas en la temperatura establecida usando la unidad de control 22, basándose en el valor detectado desde el primer sensor de temperatura 21A proporcionado en el nivel del 100 % de almacenamiento de agua caliente, es posible mantener la temperatura establecida en la posición de instalación del primero sensor de temperatura 21A. Por tanto, es posible satisfacer fácilmente el anterior requisito.

Sin embargo, debido a la disipación de calor natural, la transferencia de calor, etc., la diferencia de temperatura entre la parte de temperatura alta y la parte de baja temperatura se vuelve menor debido a una caída en temperatura en la parte de alta temperatura y una elevación de temperatura en la parte de baja temperatura. Además, en condiciones donde la anchura de la capa de temperatura se expande, en el caso en el que la operación de mantenimiento de temperatura antes descrita (operación de calentamiento adicional) se realiza, y se determina que el calentamiento adicional se completa examinando el valor detectado desde el primer sensor de temperatura 21A únicamente, como se muestra en la Fig. 2, en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11, la temperatura del agua caliente que era la temperatura establecida inicial mostrada por la línea continua A después de completar el calentamiento inicial cae gradualmente, como se muestra por la línea discontinua B, y la cantidad de calor almacenado termina siendo inferior. Como resultado de esto, cuando se descarga agua caliente, no se vuelve posible suministrar agua de alta temperatura con la temperatura establecida.

Así, en esta realización, un medio de corrección 25 se proporciona en la unidad de control 22, y durante la operación de mantenimiento de temperatura antes descrita (operación de calentamiento adicional), la temperatura establecida del primer sensor de temperatura 21A proporcionado en el nivel del 100 % de almacenamiento de agua caliente se corrige para controlar la operación/detención de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 con este valor corregido que funciona como una nueva temperatura objetivo. El medio de corrección 25 corrige la temperatura establecida del primer sensor de temperatura 21A usando el valor detectado desde un sensor de temperatura proporcionado sobre el primer sensor de temperatura 21A (en el caso de esta realización, el sensor de temperatura 21B o 21N, pero si un número mayor de otros sensores de temperatura se proporcionan, puede ser uno cualquiera de ellos; aquí, se describe un ejemplo del caso en donde el segundo sensor de temperatura 21B se usa).

Más específicamente, como se muestra en la Fig. 2, la temperatura establecida del primer sensor de temperatura 21A se corrige basándose en la diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre el valor detectado (ΔT) detectado durante la operación de calentamiento inicial por el segundo sensor de temperatura 21B proporcionado sobre el primer sensor de temperatura 21A y el valor detectado ($\Delta T'$) desde el segundo sensor de temperatura 21B, que se proporciona sobre este, cuando el valor detectado desde el primer sensor de temperatura 21A durante la operación de mantenimiento de temperatura (operación de calentamiento adicional) alcanza la temperatura establecida. Así, la operación/detención de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 se controla por la unidad de control 22 con este valor corregido que funciona como una nueva temperatura objetivo.

El valor corregido se calcula usando la ecuación (1) a continuación:

$$\text{valor corregido} = \text{temperatura establecida} + (\Delta T - \Delta T')/\alpha, \text{ donde } \alpha \text{ es un coeficiente arbitrario (1)}$$

En la ecuación (1) anterior, el coeficiente α es preferentemente 2. El motivo de esto es que, al controlar la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 en una temperatura intermedia entre el valor inicial detectado (ΔT) detectado durante la operación de calentamiento inicial y el valor detectado ($\Delta T'$) detectado durante la operación de calentamiento adicional y el mantenimiento allí, como se muestra por la línea de cadena de dos puntos C en la Fig. 2, el equilibrio se logra entre el mantenimiento de la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 en una temperatura cerca de la temperatura establecida y manteniendo el COP (coeficiente de rendimiento) de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 en un alto COP mediante la operación de calentamiento adicional, que están mutuamente en una relación conflictiva, para lograr el control para suprimir las reducciones respectivas de los mismos a niveles moderados.

Con la configuración antes descrita, esta realización tiene los siguientes efectos ventajosos.

En el sistema de suministro de agua caliente 1 antes descrito, y el método de control para ello, es posible producir agua de alta temperatura operando la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 para provocar gas refrigerante de alta presión y alta temperatura que fluye en el canal de flujo de refrigerante 4A del intercambiador de calor de agua/refrigerante (refrigerador de gas) 4, y provocando que el agua de baja temperatura desde el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 fluya en el canal de flujo de agua 4B para provocar el intercambio de calor entre ellos, calentando así el agua de baja temperatura con el gas refrigerante de alta presión y alta temperatura. Al suministrar esta agua de alta temperatura a la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 y secuencialmente almacenando agua caliente formando la estratificación de temperatura, es posible almacenar una cantidad requerida de agua de alta temperatura.

Cuando la pluralidad de sensores de temperaturas 21N, 21B y 21A proporcionados en la dirección vertical en el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 secuencialmente detectan la temperatura establecida (por ejemplo, 90 °C), que indica que el agua caliente de la temperatura establecida a (90 °C) se almacena hasta las posiciones de instalación de los respectivos sensores de temperatura, es posible determinar la cantidad almacenada de agua de alta temperatura. Además, la finalización del calentamiento inicial se determina detectando la temperatura establecida con el primer sensor de temperatura 21A que se proporciona en el nivel del 100 % de almacenamiento de agua caliente, y la operación de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 se detiene.

Después de completarse el calentamiento inicial, un modo de mantenimiento de calor se inicia, y cuando la temperatura del agua caliente cae a una temperatura establecida debido a la disipación de calor natural y la transferencia de calor desde la parte superior del depósito a la parte inferior del mismo, la operación de mantenimiento de temperatura (operación de calentamiento adicional) se realiza. En este momento, la unidad de control 22 corrige la temperatura establecida del primer sensor de temperatura 21A usando los medios de corrección 25, basándose en la ecuación (1) anterior ($temperatura\ establecida + (\Delta T - \Delta T')/\alpha$), y controla la operación y detención de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 con el valor corregido que funciona como una nueva temperatura objetivo. Al hacer esto, en comparación con el caso donde la finalización del calentamiento adicional se determina usando solo el valor detectado (temperatura establecida) del primer sensor de temperatura 21A, la caída en la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 puede realizarse pequeña en comparación con el estado mostrado por la línea discontinua B con el estado mostrado por la línea de cadena de dos puntos C.

Así, con esta realización, durante la operación de calentamiento adicional para mantener la temperatura después de completarse el 100 % de almacenamiento de agua caliente, cuando el primer sensor de temperatura 21A alcanza la temperatura establecida, basándose en la diferencia de temperatura ($\Delta T - \Delta T'$) entre el valor detectado ($\Delta T'$) desde el segundo sensor de temperatura 21B proporcionado sobre este y el valor detectado (ΔT) que detectó el segundo sensor de temperatura 21B durante la operación de calentamiento inicial, la temperatura establecida del primer sensor de temperatura 21A se corrige, y la operación de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 se controla con este valor corregido que funciona como la temperatura objetivo.

Al hacer esto, como se muestra en la Fig. 2, la cantidad de la caída en la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 puede reducirse desde " $\Delta T - \Delta T'$ " a una diferencia de temperatura menor. Como resultado, la caída en la cantidad de calor almacenado durante el periodo de parada después de completarse el 100 % de almacenamiento de agua caliente se suprime, y cuando se descarga el agua caliente, es posible suministrar agua caliente con una temperatura mayor que está cerca de la temperatura establecida originalmente.

En otras palabras, el valor corregido antes descrito se obtiene mediante el medio de corrección 25 basándose en la ecuación (1) anterior ($temperatura\ establecida + (\Delta T - \Delta T')/\alpha$, donde α es un coeficiente arbitrario). Así, durante la operación de calentamiento adicional, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 puede someterse a un calentamiento adicional a una temperatura entre el valor inicial detectado (ΔT) detectado durante la operación de calentamiento inicial y el valor detectado ($\Delta T'$) detectado durante la operación de calentamiento adicional. Así, mientras se mantiene la temperatura, la cantidad de la caída en la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 puede reducirse al máximo, haciendo posible suministrar agua caliente a temperatura superior. Además, también es posible suprimir una caída en el COP (coeficiente de rendimiento) de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 debido a un calentamiento adicional excesivo.

En la ecuación (1) para calcular el valor corregido antes descrito, el coeficiente α se establece en 2. Por tanto, durante la operación de calentamiento adicional, la temperatura del agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente 11 puede controlarse en y mantenerse en una temperatura intermedia sustancialmente a medio camino entre el valor inicial detectado (ΔT) detectado durante la operación de calentamiento inicial y el valor detectado ($\Delta T'$) detectado durante la operación de calentamiento adicional. Al hacer esto, se logra el equilibrio entre el mantenimiento de la temperatura del agua caliente y el mantenimiento del COP de la unidad de calentamiento de bomba de calor 2, que están en una relación mutuamente conflictiva, y es posible realizar el control para suprimir las reducciones respectivas de los mismos a niveles moderados.

La presente invención no se limita a la invención de acuerdo con la realización antes descrita. Por ejemplo, la unidad de calentamiento de bomba de calor 2 en la realización antes descrita puede ser un dispositivo de bomba de calor del tipo de compresión de dos fases, para lograr un mayor rendimiento, y la unidad de suministro de agua caliente 10 puede ser del tipo de bajo demanda que suministra agua caliente instantáneamente.

5

Lista de signos de referencia

- 1 sistema de suministro de agua caliente
- 2 unidad de calentamiento de bomba de calor (unidad de calentamiento)
- 10 5 intercambiador de calor de agua/refrigerante (refrigerador de gas)
- 10 10 unidad de suministro de agua caliente
- 11 depósito de almacenamiento de agua caliente
- 12 circuito de agua
- 13 tubería de agua de baja temperatura
- 15 14 bomba de agua
- 15 15 tubería de agua de alta temperatura
- 21A sensor de temperatura (primer sensor de temperatura)
- 21B sensor de temperatura (segundo sensor de temperatura)
- 21N sensor de temperatura
- 20 22 unidad de control
- 25 25 medio de corrección

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de agua caliente (1) que comprende:

5 una unidad de calentamiento (2) configurada para producir agua de alta temperatura calentando agua de baja temperatura; y
 al menos un depósito de almacenamiento de agua caliente (11) que se conecta a la unidad de calentamiento (2) por medio de una tubería de agua de baja temperatura (13) y una tubería de agua de alta temperatura (15) y que se configura para almacenar secuencialmente el agua de alta temperatura producida en la unidad de calentamiento (2), formando una estratificación de temperatura desde un lado superior del depósito de almacenamiento de agua caliente (11),
 10 en el que el sistema de suministro de agua caliente es capaz de mantener la temperatura del agua caliente almacenada en el depósito de almacenamiento de agua caliente (11) después de completar el almacenamiento de agua caliente en una temperatura establecida,
 15 en el que una pluralidad de sensores de temperatura (21A, 21B, 21N) se proporcionan para estar mutuamente separados en una dirección vertical en el depósito de almacenamiento de agua caliente (11), y el sensor de temperatura (21A) proporcionado en el nivel más inferior en su interior es un primer sensor de temperatura que detecta una situación en la que el agua caliente con la temperatura establecida se almacena a un nivel del 100 %,
 20 comprendiendo además el sistema de suministro de agua caliente:

una unidad de control (22) que se configura para controlar la operación y detención de la unidad de calentamiento (2) durante una operación de calentamiento inicial y una operación de calentamiento adicional basándose en el valor detectado desde el primer sensor de temperatura (21A), **caracterizado por que** durante la operación de calentamiento adicional, cuando el valor detectado desde el primer sensor de temperatura (21A) alcanza una temperatura establecida, la unidad de control (22) se configura para corregir la temperatura establecida del primer sensor de temperatura basándose en una diferencia de temperatura $\Delta T - \Delta T'$ entre un valor detectado $\Delta T'$ desde un segundo sensor de temperatura (21B, 21N) proporcionado sobre el primer sensor de temperatura y un valor detectado ΔT que detecta el segundo sensor de temperatura durante la operación de calentamiento inicial, y la unidad de control (22) se configura para controlar la operación y detención de la unidad de calentamiento con el valor corregido que funciona como una temperatura objetivo.

2. El sistema de suministro de agua caliente (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que valor corregido se calcula por una ecuación (1) mostrada a continuación:

$$\text{temperatura establecida} + (\Delta T - \Delta T') / \alpha \quad (1)$$

donde α es un coeficiente arbitrario.

3. El sistema de suministro de agua caliente (1) de acuerdo con la reivindicación 2 en el que, en la ecuación (1) para calcular el valor corregido, el coeficiente α se establece en 2.

4. Un método de control de un sistema de suministro de agua caliente (1), en el que el sistema de suministro de agua caliente comprende:

una unidad de calentamiento (2) que produce agua de alta temperatura calentando agua de baja temperatura; y al menos un depósito de almacenamiento de agua caliente (11) que se conecta a la unidad de calentamiento por medio de una tubería de agua de baja temperatura (13) y una tubería de agua de alta temperatura (15) y que almacena secuencialmente el agua de alta temperatura producida en la unidad de calentamiento, formando una estratificación de temperatura desde un lado superior del depósito de almacenamiento de agua caliente (11), siendo capaz del sistema de suministro de agua caliente de mantener la temperatura del agua caliente almacenada en el depósito de almacenamiento de agua caliente (11) después de completar el almacenamiento de agua caliente a una temperatura establecida,
 50 en el que el sistema de suministro de agua caliente tiene una pluralidad de sensores de temperatura (21A, 21B, 21N) proporcionados para estar mutuamente separados en dirección vertical, en el depósito de almacenamiento de agua caliente (11), y el sensor de temperatura (21A) proporcionado en el nivel más inferior en su interior es un primer sensor de temperatura que detecta una situación en la que el agua caliente con la temperatura establecida se almacena a un nivel del 100 %,
 55 comprendiendo el método de control del sistema de suministro de agua caliente:

una etapa de controlar la operación y detención de la unidad de calentamiento (2) durante una operación de calentamiento inicial y una operación de calentamiento adicional basándose en un valor detectado desde el primer sensor de temperatura (21A), **caracterizado por que** el método comprende además la etapa de corregir la temperatura establecida del primer sensor de temperatura (21A) basándose en una diferencia de temperatura $\Delta T - \Delta T'$ entre un valor detectado $\Delta T'$ de un segundo sensor de temperatura (21B, 21N)

5 proporcionado sobre el primer sensor de temperatura y un valor detectado ΔT que detecta el segundo sensor de temperatura durante la operación de calentamiento inicial, la corrección se realiza durante la operación de calentamiento adicional y cuando el valor detectado desde el primer de sensor de temperatura (21A) alcanza la temperatura establecida, y controlando la operación y detención de la unidad de calentamiento con el valor corregido que funciona como una temperatura objetivo.

FIG. 1

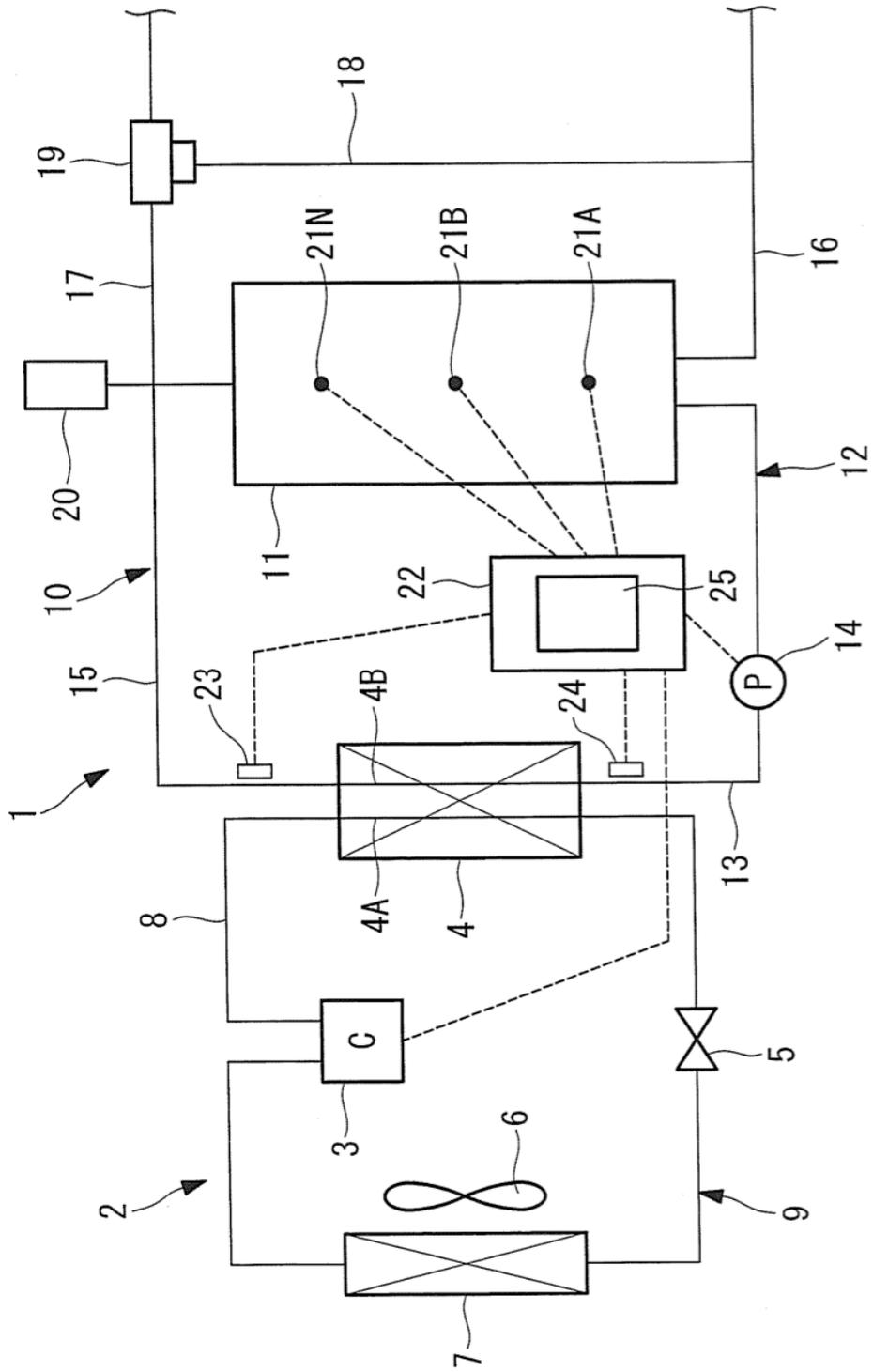


FIG. 2

