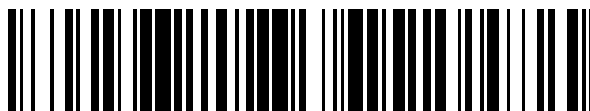


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 750**

51 Int. Cl.:

F24H 4/04 (2006.01)

F24H 9/20 (2006.01)

F24D 17/02 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2014** **E 14186060 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018** **EP 2853839**

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

30 Prioridad:

27.09.2013 JP 2013201574

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

26.03.2018

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 2 660 750 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 del mismo

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema de suministro de agua caliente que incluye al menos un depósito de almacenamiento de agua caliente que almacena secuencialmente agua a alta temperatura producida en una máquina de fuente de calor mientras forma estratificación de temperatura desde un lado de parte superior, y un método de control del mismo.

Estado de la técnica

En un sistema de suministro de agua caliente que incluye al menos un depósito de almacenamiento de agua caliente que está conectado a una máquina de fuente de calor a través de un tubo de agua a baja temperatura y un tubo de agua de alta temperatura, y almacena, secuencialmente, el agua a alta temperatura producida en la máquina de fuente de calor mientras se forma estratificación de temperatura desde un lado de la parte superior como se ha descrito anteriormente, una operación de retención de calor (una operación de ebullición adicional) para mantener agua tibia en el depósito de almacenamiento de agua caliente a una temperatura determinada se realiza después de finalizar el almacenamiento al 100 % en el depósito de almacenamiento de agua caliente. Sin embargo, al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional), el agua tibia a baja temperatura calentada de manera insuficiente puede verse desde la máquina de fuente de calor durante el arranque. Cuando el agua tibia se mezcla con el agua a alta temperatura de la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente, la estratificación de temperatura puede verse alterada.

Para hacer frente al problema anterior, PTL 1 propone un sistema en el que cuando el agua tibia vertida desde una máquina de fuente de calor tiene una temperatura baja al inicio de una operación de retención de calor, el agua tibia se descarga hacia el exterior del sistema o se deriva a un sistema de agua a baja temperatura a través de un circuito de derivación mediante una válvula de conmutación, y cuando la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor alcanza una temperatura establecida o más, la válvula de conmutación se conmuta para hacer que el agua a alta temperatura de la máquina de fuente de calor fluya hacia la parte superior de un depósito de almacenamiento de agua caliente.

Mientras tanto, PTL 2 propone un sistema en el que cuando se almacena calor formando estratificación de temperatura en un depósito de almacenamiento de calor utilizando agua como medio, se calcula el número de Arquímedes Ar de agua que vuelve al depósito de almacenamiento de calor y una cantidad de alimentación de agua por la bomba de alimentación de agua a un acondicionador de aire se controla de manera que el número de Arquímedes Ar se aproxime a un número de Arquímedes de referencia preestablecido, de manera que el almacenamiento de calor esté habilitado y evite la alteración de la estratificación de temperatura del agua en el depósito de almacenamiento de calor.

El PTL 3 divulga un sistema de suministro de agua caliente según el preámbulo de la reivindicación 1 y un método según el preámbulo de la reivindicación 4.

45 Lista de referencias

Literatura de patente

- {PTL 1} la publicación de patente japonesa N.º 5069955
- {PTL 2} solicitud de patente japonesa no examinada, publicación N.º Hei10-148374
- {PTL 3} EP 1298395

Objeto de la invención

55 Problema técnico

Como se ha descrito anteriormente, cuando la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor alcanza una temperatura establecida o más al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional), la válvula de conmutación se conmuta para hacer que el agua a alta temperatura desde la máquina de fuente de calor fluya hacia la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente. Por consiguiente, se puede evitar una alteración de la estratificación de temperatura y se puede evitar una disminución de la temperatura de agua caliente en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente. Sin embargo, en este caso antes de que la temperatura del agua caliente de la máquina de fuente de calor alcance la temperatura establecida o más, el agua tibia cuya temperatura ha aumentado cerca de la temperatura establecida se deriva al lado del sistema de agua a baja temperatura a través del circuito de derivación.

Como resultado, en el caso de un sistema que tiene una configuración en la que el circuito de derivación está conectado a un sistema de suministro de agua que conduce al depósito de almacenamiento de agua caliente, una parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente o un tubo de agua a baja temperatura que va desde el depósito de almacenamiento de agua caliente hasta la máquina de fuente de calor, el agua a baja temperatura cuya temperatura ha aumentado se suministra a la máquina de fuente de calor. Por consiguiente, en la máquina de fuente de calor del tipo de bomba de calor, la eficacia se reduce desventajosamente, y el COP (coeficiente de rendimiento) también se reduce desventajosamente.

Por lo tanto, existe una demanda de una técnica capaz de minimizar las influencias sobre la alteración de la estratificación de temperatura en el depósito de almacenamiento de agua caliente, y la disminución en el COP de la máquina de fuente de calor, y conseguir un vertido estable del agua a alta temperatura a un lado de la carga, y al mantenimiento de un COP alto para la máquina de fuente de calor al mismo tiempo.

La presente invención se ha realizado a la vista de tales circunstancias y un objetivo de las mismas consiste en proporcionar un sistema de suministro de agua caliente que pueda minimizar las influencias respectivas sobre la estratificación de temperatura en un depósito de almacenamiento de agua caliente, y el COP de una máquina de fuente de calor en el inicio de una operación de retención de calor (una operación de ebullición adicional), el agua a alta temperatura de vertido estable y mantener un COP alto para la máquina de fuente de calor y un método de control de la misma.

Solución al problema

Un primer aspecto de la presente invención consiste en un sistema de suministro de agua caliente como se define en la reivindicación 1.

Según la configuración, al inicio de la operación de retención de calor (una operación de ebullición adicional), el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor se deriva al sistema de agua a baja temperatura a través del circuito de derivación, y se mezcla con agua a baja temperatura en el sistema de agua a baja temperatura sin formar estratificación en una región que tiene un gran valor R. por consiguiente, se suprime un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura y se evita la mezcla del agua tibia que tiene una temperatura baja en el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente para impedir una alteración de la estratificación de temperatura. Por otro lado, el agua tibia derivada al lado del circuito de derivación se conmuta al lado del depósito de almacenamiento de agua caliente utilizando el valor R, que es el valor característico de la mezcla del depósito de almacenamiento de agua caliente estratificado por temperatura como el índice (una región donde el valor R es igual o menor que un valor predeterminado). La estratificación de temperatura por el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente se mantiene de ese modo, de manera que el agua a alta temperatura que tiene una temperatura dada o más puede verterse siempre al lado de la carga en el momento del vertido. Por lo tanto, al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional), las influencias sobre la estratificación de la temperatura en el depósito de almacenamiento de agua caliente y el COP de la máquina de fuente de calor pueden minimizarse, respectivamente. El agua a alta temperatura se puede verter de manera estable al lado de la carga, y se puede mantener un COP alto para la máquina de fuente de calor.

Además, el circuito de derivación puede conectarse a uno cualquiera de los tubos de suministro de agua que conducen al depósito de almacenamiento de agua caliente, a una región de agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente y al tubo de agua a baja temperatura del depósito de almacenamiento de agua caliente a la máquina de fuente de calor, que constituye el sistema de agua a baja temperatura.

Según la configuración, el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor se inyecta y se mezcla con el agua a baja temperatura en uno cualquiera de los tubos de suministro de agua que conducen al depósito de almacenamiento de agua caliente, la región de agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente, y el tubo de agua a baja temperatura que va desde la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente. Un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura puede, de ese modo, ser suprimido. Por consiguiente, se suprime una disminución de la eficacia que se produce cuando el agua a baja temperatura que tiene una temperatura alta se suministra a un intercambiador de calor de agua/refrigerante en la máquina de fuente de calor, particularmente, una máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor, de modo que pueda mantenerse un COP alto para la máquina de fuente de calor.

Además, la válvula de conmutación puede conmutarse al lado del depósito de almacenamiento de agua caliente en un punto donde el valor R de un caso en el que el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor se hace fluir al depósito de almacenamiento de agua caliente desde la parte inferior, y un valor R de un caso en el que el agua tibia se hace fluir hacia el depósito de almacenamiento de agua caliente desde la parte superior se cruzan entre sí en un estado en el que se almacena agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente, y el agua a alta temperatura que tiene una temperatura establecida se almacenan en la parte superior.

Según la configuración, al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional), la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor es baja, y el agua tibia que tiene una temperatura baja desde la máquina de fuente de calor y el agua a baja temperatura en el sistema de agua a baja temperatura se mezclan entre sí sin formar estratificación en la región que tiene un gran valor R. Por lo tanto, se puede minimizar un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura. Por otro lado, la válvula de conmutación se conmuta en un punto donde el valor R anterior y un valor R obtenido cuando la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor aumenta lo suficiente como para formar la estratificación de temperatura sin mezclarse con el agua a alta temperatura en el depósito de almacenamiento de agua caliente se cruzan entre sí. El agua tibia que se vierte desde la máquina de fuente de calor se hace fluir, de ese modo, hacia la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente, de modo que se puede impedir una alteración de la estratificación de temperatura. Por lo tanto, la válvula de conmutación puede conmutarse en un momento en el que la influencia causada cuando el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor se hace fluir al depósito de almacenamiento de agua caliente desde la parte superior y la influencia causada cuando el agua tibia se hace fluir hacia el depósito de almacenamiento de agua caliente desde la parte inferior puede minimizarse al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional). Por consiguiente, el agua a alta temperatura se puede verter de manera estable al lado de la carga mientras se mantiene la estratificación de temperatura mediante el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente. Asimismo se puede mantener un COP alto para la máquina de fuente de calor.

Un segundo aspecto de la presente invención consiste en un método para controlar un sistema de suministro de agua caliente como se define en la reivindicación 4.

Según el segundo aspecto, al inicio de la operación de retención de calor (una operación de ebullición adicional), el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor se deriva al sistema de agua a baja temperatura a través del circuito de derivación y se mezcla con agua a baja temperatura en el sistema de agua a baja temperatura sin formar estratificación en una región que tiene un gran valor R. Por consiguiente, se suprime un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura, y se evita la mezcla del agua tibia que tiene una temperatura baja en el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente para impedir una alteración de la estratificación de la temperatura. Por otro lado, el agua tibia derivada al lado del circuito de derivación se conmuta al lado del depósito de almacenamiento de agua caliente utilizando el valor R, que es el valor característico de la mezcla del depósito de almacenamiento de agua caliente estratificado por temperatura como el índice (una región donde el valor R es igual o menor que un valor predeterminado). La estratificación de la temperatura por el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente se mantiene de ese modo, de manera que el agua a alta temperatura que tiene una temperatura dada o más puede verterse siempre al lado de la carga en el momento del vertido. Por lo tanto, al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional), las influencias sobre la estratificación de la temperatura en el depósito de almacenamiento de agua caliente y el COP de la máquina de fuente de calor pueden minimizarse, respectivamente. El agua a alta temperatura puede verterse de manera estable al lado de la carga, y se puede mantener un COP alto para la máquina de fuente de calor.

Efectos ventajosos de la invención

Según el sistema de suministro de agua caliente y el método de control del mismo según la presente invención, al inicio de la operación de retención de calor, el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor se deriva al sistema de agua a baja temperatura a través del circuito de derivación, y se mezcla con el agua a baja temperatura en el sistema de agua a baja temperatura sin formar estratificación en la región que tiene un gran valor R. Por consiguiente, se suprime un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura, y se evita la mezcla del agua tibia que tiene una temperatura baja en el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente para impedir una alteración de la estratificación de la temperatura. Por otro lado, el agua tibia derivada al lado del circuito de derivación se conmuta al lado del depósito de almacenamiento de agua caliente utilizando el valor R, que es el valor característico de la mezcla del depósito de almacenamiento de agua caliente estratificado por temperatura, como el índice (la región donde el valor R es igual o menor que un valor predeterminado). La estratificación de temperatura por el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente se mantiene de ese modo, de manera que el agua a alta temperatura que tiene una temperatura dada o más puede verterse siempre al lado de la carga en el momento del vertido. Por lo tanto, al inicio de la operación de retención de calor, las influencias sobre la estratificación de temperatura en el depósito de almacenamiento de agua caliente y el COP de la máquina de fuente de calor pueden minimizarse, respectivamente. El agua a alta temperatura puede verterse de manera estable al lado de la carga y se puede mantener un COP alto para la máquina de fuente de calor.

Descripción de las figuras

{Figura 1.} La figura 1 es un diagrama de configuración de sistema de un sistema de suministro de agua caliente según una realización de la presente invención.

{Figura 2.} Las figuras 2 son vistas explicativas que ilustran un estado de arranque del sistema de suministro de agua caliente.

{Figura 3. }La figura 3 es una vista explicativa que ilustra las características cuando el agua tibia fluye al agua en un depósito de almacenamiento de agua caliente.

{Figura 4.} Las figuras 4 son vistas que ilustran una relación entre una temperatura de entrada y un valor R cuando el agua vertida desde una máquina de fuente de calor fluye a un depósito de almacenamiento de agua caliente donde se almacena el agua a alta temperatura en una parte superior y el agua a baja temperatura se almacena en una parte inferior desde la parte superior, y cuando el agua fluye hacia el depósito de almacenamiento de agua caliente desde la parte inferior.

Descripción detallada de la invención

A continuación, una realización de la presente invención se describe con referencia a las figuras 1 a 4.

La figura 1 muestra un diagrama de configuración del sistema de un sistema de suministro de agua caliente según una realización de la presente invención.

En un sistema de suministro de agua caliente 1 de la presente realización, una bomba de calor de ciclo supercrítico que usa un refrigerante de CO₂ se usa como una máquina de fuente de calor 2 como ejemplo. La máquina de fuente de calor 2 no está limitada a la bomba de calor de la presente realización y, desde luego, puede ser otros componentes tales como una caldera y una pila de combustible.

La máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor (la máquina de fuente de calor) 2 incluye un circuito de refrigerante de ciclo cerrado 9 en el que un compresor 3, un intercambiador de calor de agua/refrigerante (un refrigerador de gas) 4, un medio de descompresión 5 y un evaporador 7 están conectados, secuencialmente, a través de un tubo de refrigerante 8. El compresor 3 comprime un refrigerante. El intercambiador de calor de agua/refrigerante 4 funciona como un refrigerador de gas y realiza un intercambio de calor entre el refrigerante y el agua. El medio de descompresión 5 está compuesto por una válvula de expansión electrónica o similar para descomprimir el refrigerante. El evaporador 7 evapora el refrigerante mediante el intercambio de calor con aire exterior extraído por un ventilador 6. Mientras que la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 es la bomba de calor de ciclo supercrítico llena con el refrigerante CO₂ como medio de trabajo, se puede usar una técnica conocida como la propia bomba de calor.

El intercambiador de calor de agua/refrigerante (el refrigerador de gas) 4 genera agua a alta temperatura realizando intercambio de calor entre un gas refrigerante de alta temperatura y alta presión que fluye a través de un canal de flujo de refrigerante 4A, y agua que fluye a través de un canal de flujo de agua 4B. El gas refrigerante que fluye a través del canal de flujo de refrigerante 4A, y el agua que fluye a través del canal de flujo de agua 4B fluyen de manera contracorriente para intercambiarse térmicamente.

Por otro lado, una unidad de suministro de agua 10 caliente incluye un depósito de almacenamiento de agua 11 caliente con un volumen requerido que almacena agua tibia producida en la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2, y un circuito de agua 12 que transporta agua al canal de flujo de agua 4B del intercambiador de calor de agua/refrigerante 4 de la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 a través del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente. El depósito de almacenamiento de agua 11 caliente está configurado para almacenar agua a fin de formar estratificación de temperatura eliminando y suministrando agua a baja temperatura desde una parte inferior del depósito a la máquina de fuente de calor 2, y suministrando, secuencialmente, agua a alta temperatura producida en la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 desde una parte superior del depósito.

El depósito de almacenamiento de agua 11 caliente también puede estar compuesto por una pluralidad de depósitos relativamente pequeños con un volumen pequeño conectado en serie entre sí a través de un tubo de conexión. En este caso, un depósito de almacenamiento de agua caliente, al que está conectado un tubo de agua a alta temperatura que va desde la máquina de fuente de calor 2, se emplea como un depósito más corriente arriba. Un tubo de vertido de agua caliente que lleva al lado de carga está conectado a una parte superior del depósito de almacenamiento de agua caliente, y una parte inferior del depósito de almacenamiento de agua caliente y una parte superior de un depósito de almacenamiento de agua caliente están conectados a través de un tubo de conexión. La pluralidad de depósitos de almacenamiento de agua caliente se conecta de manera secuencial en serie. Un tubo de agua de baja temperatura que conduce a la máquina de fuente de calor 2 y un tubo de suministro de agua están conectados a una parte inferior de un depósito de almacenamiento de agua caliente más corriente abajo. Se puede emplear una técnica conocida como el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente.

El circuito de agua 12 incluye un tubo de agua a baja temperatura 13, una bomba de agua 14, un tubo de agua a alta temperatura 15, un tubo de suministro de agua 16, un tubo de vertido de agua 17 caliente, un tubo de derivación 18, una válvula de mezcla 19 termostática y una salida de aire 20. El tubo de agua a baja temperatura 13 suministra el agua a baja temperatura desde la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente al canal de flujo de agua 4B del intercambiador de calor de agua/refrigerante 4. La bomba de agua 14 está proporcionada en el tubo de agua a baja temperatura 13. El tubo de agua a alta temperatura 15 suministra el agua a alta temperatura generada en el intercambiador de calor de agua/refrigerante 4 a la parte superior del depósito de almacenamiento de

agua 11 caliente. El tubo de suministro de agua 16 suministra agua al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente. El tubo de vertido de agua 17 caliente vierte el agua a alta temperatura almacenada en el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente al lado de la carga. El tubo de derivación 18 está proporcionado entre el tubo de suministro de agua 16 y el tubo de vertido de agua 17 caliente. La válvula de mezcla 19 termostática mezcla la
 5 agua del tubo de derivación 18 y el agua a alta temperatura del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente para obtener agua tibia que tenga una temperatura predeterminada, y suministra el agua tibia al lado de la carga. La salida de aire 20 descarga aire mezclado en el circuito de agua 12 hacia el exterior.

Una pluralidad de sensores de temperatura 21A, 21B y 21N también se proporciona en el depósito de
 10 almacenamiento de agua 11 caliente a lo largo de su dirección vertical. Fuera de la pluralidad de sensores de temperatura 21A, 21B y 21N, el sensor de temperatura 21A es un primer sensor de temperatura proporcionado en una posición de almacenamiento del 100 %, siendo el sensor de temperatura 21B un segundo sensor de temperatura proporcionado, por ejemplo, en una posición de almacenamiento del 60 %, y siendo el sensor de temperatura 21N un tercer sensor de temperatura proporcionado, por ejemplo, en una posición de almacenamiento del 20 %. Los valores de detección de los sensores de temperatura 21A, 21B y 21N respectivos se introducen en
 15 una unidad de control 22. El número de los sensores de temperatura no está limitado a tres, y se pueden proporcionar de dos a N sensores de temperatura en un intervalo apropiado.

La unidad de control 22 controla una capacidad de producción de agua tibia para producir agua a alta temperatura que tenga una temperatura establecida controlando las velocidades de rotación del compresor 3 de la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 basándose en los valores de detección de sensores de temperatura 23 y 24 instalados en el tubo de agua a baja temperatura 13 y el tubo de agua a alta temperatura 15 durante el funcionamiento del sistema de suministro de agua 1 caliente. La unidad de control 22 también realiza el control para detener las operaciones de la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 y la bomba de agua
 20 14 para realizar la denominada operación de ebullición y operación de ebullición adicional basándose en los valores de detección de los sensores de temperatura 21A, 21B y 21N durante el funcionamiento del sistema de suministro de agua 1 caliente.

En el sistema 1 de suministro de agua caliente como se ha descrito anteriormente, el agua a alta temperatura que
 30 tiene una temperatura establecida se almacena en el depósito de almacenamiento de agua caliente 11 hasta la posición de almacenamiento del 100 % realizando la operación de ebullición en la noche usando energía de medianoche que es, generalmente, de bajo coste. El agua a alta temperatura se consume vertiendo el agua a alta temperatura hacia el lado de la carga a través del tubo de vertido de agua 17 caliente durante un período de consumo. Sin embargo, cuando la temperatura del agua a alta temperatura en el depósito de almacenamiento de
 35 agua 11 caliente se reduce por disipación de calor natural o transferencia de calor con el agua a alta temperatura que queda después de la finalización de la operación de ebullición o cuando la cantidad del agua a alta temperatura se vuelve insuficiente al consumir el agua a alta temperatura, se realiza una operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional) según las necesidades.

Además, en el sistema de suministro de agua 1 caliente anterior, la bomba de agua 14 se inicia primero, y la velocidad de rotación aumenta gradualmente para descargar el agua en el circuito de agua 12 hacia el exterior en el momento de la iniciación (arranque) de la operación como se muestra en la figura 2A. Después de eso, el compresor de la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 se inicia con retraso y la velocidad de rotación aumenta hasta un valor objetivo como se muestra en la figura 2B. Por consiguiente, la temperatura de vertido desde la
 45 máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 aumenta gradualmente, y alcanza una temperatura objetivo como se muestra en la figura 2C. Cuando el agua tibia que tiene baja temperatura vertida desde la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 inmediatamente después del inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional) como se ha descrito anteriormente fluye directamente al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, alterándose la estratificación de temperatura del agua a alta temperatura almacenada en el mismo.

Por lo tanto, una válvula de conmutación de tres vías (una válvula de conmutación) 25 está proporcionada en el tubo de agua a alta temperatura 15 que va desde la máquina de fuente de calor 2 de modo que el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor 2 puede impedirse al tubo de suministro de agua
 55 16 a través de la válvula de conmutación de tres vías (la válvula de conmutación) 25 y un circuito de derivación 26. El circuito de derivación 26 también puede conectarse a una región de agua a baja temperatura en una parte inferior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, o el lado corriente arriba de la bomba de agua 14 en el tubo de agua a baja temperatura 13 que va desde el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente a la máquina de fuente de calor 2.

La conmutación de la válvula de conmutación de tres vías 25 desde el circuito de derivación 26 al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente no se realiza simplemente detectando que la temperatura del agua tibia alcanza una temperatura establecida. En cambio, se proporciona una sección de control de válvula 27 en la unidad de control 22 de manera que la válvula de conmutación de tres vías 25 se conmuta al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente utilizando un valor R, que es un valor característico de mezcla para determinar la formación del
 65 estratificación de temperatura en el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente estratificado por temperatura,

ES 2 660 750 T3

como un índice.

Es decir, el valor R es un valor característico obtenido cuando el agua tibia se hace fluir hacia el agua en el depósito desde la parte superior como se muestra en la figura 3. El valor R se calcula mediante la siguiente expresión (1) que indica la relación de una profundidad de la región de mezcla completa L a una profundidad L_0 del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente estratificado por temperatura. La profundidad de la región de mezcla completa L se calcula mediante la siguiente expresión (2).

$$R=L/L_0 \text{ (1)}$$

$$L=m \cdot Ar^{0.5} \cdot ds \text{ (2)}$$

donde m es el parámetro que depende de una estructura de conexión de tubo (por ejemplo, en el caso de un tipo de conexión horizontal de tubo circular, el parámetro es 0,7, en el caso de un tipo de conexión vertical de tubo circular, el parámetro es 1,3, y en el caso de un tipo de disco horizontal (placa deflectora), el parámetro es 1,8), Ar es el número de Arquímedes, y ds es el diámetro del tubo o la distancia entre los discos.

El número de Arquímedes Ar se expresa mediante la siguiente expresión (3).

$$Ar=ds \cdot g \cdot |p_0 - p_l| / p \cdot 1/u^2 \text{ (3)}$$

donde g es la aceleración gravitacional (m/s^2), ρ es la densidad de agua de entrada a baja temperatura (kg/m^3), ρ_0 es la densidad de temperatura del agua en el depósito de almacenamiento de agua caliente (kg/m^3) y u es la velocidad del flujo de entrada al agua (m/s) ($u=f/A$ (f es la velocidad de flujo (m^3/s), y A es el área de la sección de entrada del depósito (m^2)).

Cuando el valor R es grande, el agua entrante se mezcla con el agua en el depósito. Cuando el valor R es pequeño, 0,4 o menos, el agua entrante no se mezcla con el agua en el depósito y forma la estratificación de la temperatura.

En la presente realización, como se muestra en las figuras 4, el agua a alta temperatura, por ejemplo, de 80 °C se almacena en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, y el agua a baja temperatura, por ejemplo, de 10 °C se almacena en la parte inferior. En este estado, el agua a baja temperatura en la parte inferior se suministra a la máquina de fuente de calor 2 al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional). Cuando el agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor 2 tiene una baja temperatura, el agua tibia se hace fluir hacia la región de agua a baja temperatura del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente desde la parte inferior a través del circuito de derivación 26. La válvula de conmutación de tres vías 25 se conmuta en un punto donde el valor R de un caso en el que se hace fluir el agua tibia hacia el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente desde la parte inferior, y un valor R de un caso en el que el agua tibia se hace a fluir al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente desde la parte superior se cruza entre sí como se muestra en la figura 4B usando un valor R, que es un valor característico de la mezcla del depósito de almacenamiento de agua caliente estratificado por temperatura 11 basándose en la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor 2, como un índice.

Debido a la configuración descrita anteriormente, la presente realización produce los siguientes efectos.

En el sistema de suministro de agua 1 caliente anterior y un método de control del mismo, la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 son operadas para transportar el gas refrigerante de alta temperatura y alta presión al canal de flujo de refrigerante 4A del intercambiador de calor de agua/refrigerante (el refrigerador de gas) 4, y para transportar el agua a baja temperatura desde el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente al canal de flujo de agua 4B. El gas refrigerante de alta temperatura y alta presión y el agua a baja temperatura se intercambian calor entre sí para calentar el agua a baja temperatura mediante el gas refrigerante de alta temperatura y alta presión. Por consiguiente, se puede generar agua a alta temperatura. Al suministrar el agua a alta temperatura a la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, y al almacenar, secuencialmente, el agua a alta temperatura para formar la estratificación de temperatura, el agua a alta temperatura puede almacenarse en una cantidad requerida.

En cuanto a la cantidad de almacenamiento del agua a alta temperatura, se puede determinar que el agua tibia que tiene una temperatura establecida (por ejemplo, 80 °C) se ha almacenado hasta las posiciones de instalación de la pluralidad de sensores de temperatura 21N, 21B y 21A proporcionados a lo largo de la dirección vertical del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente cuando los sensores de temperatura detectan, secuencialmente, la temperatura establecida (80 °C). Cuando el primer sensor de temperatura 21A proporcionado en la posición de almacenamiento del 100 % detecta la temperatura establecida, se determina la finalización de la ebullición. Las operaciones de la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 y la bomba de agua 14 se detienen de este modo.

Después de finalizar la ebullición, el sistema asume un estado de retención de calor. Cuando la temperatura del

agua tibia se reduce a una temperatura establecida mediante la disipación de calor natural o la transferencia de calor desde la parte superior a la parte inferior del depósito, se realiza la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional). En este punto, el compresor 3 de la máquina de fuente de calor 2 se inicia con retraso al inicio de la operación de retención de calor, y la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor 2
 5 permanece baja hasta que la velocidad de rotación alcanza una velocidad objetivo como se muestra en las figuras 2. Por lo tanto, la sección de control de válvula 27 de la unidad de control 22 conmuta la válvula de conmutación de tres vías 25 al circuito de derivación 26 para derivar el agua tibia que tiene una baja temperatura a un sistema de agua a baja temperatura. Por lo tanto, el agua tibia se deriva a la región de agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente a través del tubo de suministro de agua 16. Por
 10 consiguiente, se evita que el agua tibia que tiene una baja temperatura fluya al agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente.

Dado que el agua tibia que tiene una baja temperatura derivada a la región de agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente tiene una temperatura baja y tiene un gran valor R, el
 15 agua tibia se mezcla bien con el agua en el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente sin formar estratificación, y suprime un aumento de temperatura en la región de agua a baja temperatura tanto como sea posible. Por otro lado, la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor 2 aumenta con el tiempo después del inicio de la operación, como se muestra en la figura 2C. En la presente realización, la válvula de conmutación de tres vías 25 se conmuta al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente en el punto donde el
 20 valor R del caso en el que se hace fluir el agua tibia hacia el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente desde la parte inferior y el valor R del caso en el que se hace fluir el agua tibia hacia el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente desde la parte superior se cruza entre sí como se muestra en la figura 4B usando el valor R, que es el valor característico de la mezcla del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente estratificado por temperatura basado en la temperatura del agua tibia, como el índice. El agua tibia vertida desde la máquina de
 25 fuente de calor 2 se hace fluir, de este modo, hacia la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente. Aunque la válvula de conmutación de tres vías 25 se conmuta, preferentemente, antes del inicio del control de temperatura vertida como se muestra en las figuras. 2, la presente invención no está limitada a la misma. La válvula de conmutación de tres vías 25 también puede conmutarse después del inicio del control de temperatura de vertido.

Como se ha descrito anteriormente, en la presente realización, al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional), el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor 2 se deriva al sistema de agua a baja temperatura a través del circuito de derivación 26, y se mezcla con
 35 agua a baja temperatura en el sistema de agua a baja temperatura sin formar estratificación en una región que tiene un gran valor R. Por consiguiente, se suprime un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura, y se evita la mezcla del agua tibia que tiene una temperatura baja en el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente para impedir una alteración de la estratificación de la temperatura. Por otra parte, el agua tibia derivada al circuito de derivación 26 por la válvula de conmutación de tres
 40 vías 25 se conmuta al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente utilizando el valor R, que es el valor característico de la mezcla del depósito de almacenamiento del agua 11 caliente estratificada en temperatura, como el índice (una región donde el valor R es igual o menor que un valor predeterminado). La estratificación de la temperatura por el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente se mantiene, de ese modo, de manera que el agua a alta temperatura que tiene una temperatura dada o más puede verse siempre de manera estable al lado de la carga en el momento del vertido.

Es decir, inmediatamente después del inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional), la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 es
 45 baja y el agua tibia que tiene una temperatura baja desde la máquina de fuente de calor 2 y el agua a baja temperatura en el sistema de agua a baja temperatura se mezclan entre sí sin formar estratificación en la región que tiene un gran valor R. Por lo tanto, se puede minimizar un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura. Por otro lado, la válvula de conmutación 25 se conmuta en un punto donde el valor R anterior y un valor R obtenido cuando la temperatura del agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor 2 aumenta lo suficiente como para formar la estratificación de temperatura sin mezclarse con el agua a alta temperatura en el
 50 depósito de almacenamiento de agua 11 caliente se cruzan entre sí. El agua tibia vertida desde la máquina de fuente de calor 2 se hace fluir, de ese modo, hacia la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, de modo que se pueda impedir una alteración de la estratificación de temperatura.

Por lo tanto, la válvula de conmutación 25 puede conmutarse en un momento en el que la influencia causada cuando el agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor 2 se hace fluir al depósito
 60 de almacenamiento de agua 11 caliente desde la parte superior, y la influencia causada cuando se hace fluir el agua tibia al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente desde la parte inferior puede minimizarse al inicio de la operación de retención de calor (la operación de ebullición adicional). Por consiguiente, el agua a alta temperatura puede verse de manera estable al lado de la carga mientras se mantiene la estratificación de temperatura mediante el agua a alta temperatura en la parte superior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente. Una
 65 disminución en la eficiencia en el lado de la máquina de fuente de calor causada cuando el agua a baja temperatura cuya temperatura ha aumentado se suministra a la máquina de fuente de calor 2, también se puede evitar, de modo

que se pueda mantener un alto COP para la máquina de fuente de calor 2.

5 El circuito de derivación 26 que va desde la válvula de conmutación de tres vías 25 está conectado a uno cualquiera del tubo de suministro de agua 16 que conduce al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, la región de agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente y el tubo de agua a baja temperatura 13 que va desde el depósito de almacenamiento de agua 11 caliente a la máquina de fuente de calor 2, que constituyen el sistema de agua a baja temperatura. El agua tibia que tiene una temperatura baja vertida desde la máquina de fuente de calor 2 se inyecta y mezcla con el agua a baja temperatura en uno cualquiera del tubo de suministro de agua 16 que conduce al depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, la región de agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente, y el tubo de agua a baja temperatura 13 que va desde la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua 11 caliente. De este modo puede suprimirse un aumento de temperatura en el sistema de agua a baja temperatura. Por consiguiente, una disminución en la eficiencia causada cuando el agua a baja temperatura que tiene una alta temperatura se suministra al intercambiador de calor de agua/refrigerante 4 en la máquina de fuente de calor 2, particularmente, la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2, se suprime, por lo que se puede mantener un COP alto para la máquina de fuente de calor 2.

20 La presente invención no está limitada a la realización anterior y puede cambiarse según sea apropiado sin apartarse del alcance de la invención según se ha definido por las reivindicaciones. Por ejemplo, en la realización anterior, se puede emplear una máquina de bomba de calor de tipo de compresión de dos etapas como la máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor 2 para mejorar la capacidad y se puede emplear una unidad de suministro de tipo de agua 10 caliente instantánea. Aunque el ejemplo de usar la válvula de conmutación de tres vías como la válvula de conmutación 25 se ha descrito en la realización anterior, la válvula de conmutación 25 no está limitada a la misma. La válvula de conmutación de tres vías puede reemplazarse por dos válvulas electromagnéticas.

25

Lista de signos de referencia

- 1 Sistema de suministro de agua caliente
- 2 Máquina de fuente de calor de tipo bomba de calor (máquina de fuente de calor)
- 30 10 Unidad de suministro de agua caliente
- 11 Depósito de almacenamiento de agua caliente
- 12 Circuito de agua
- 13 Tubo de agua a baja temperatura
- 14 Bomba de agua
- 35 15 Tubo de agua a alta temperatura
- 16 Tubo de suministro de agua
- 22 Unidad de control
- 25 Válvula de conmutación
- 26 Circuito de derivación
- 40 27 Sección de control de válvula

REIVINDICACIONES

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

- 5 una máquina de fuente de calor (2) que calienta agua a baja temperatura para producir agua a alta temperatura y que vierte agua a alta temperatura, un tubo de agua a baja temperatura (13) y un tubo de agua a alta temperatura (15),
 al menos un depósito de almacenamiento de agua (11) caliente que está conectado a la máquina de fuente de calor (2) a través del tubo de agua a baja temperatura (13) y el tubo de agua a alta temperatura (15) y que
 10 almacena, secuencialmente, el agua a alta temperatura producida en la máquina de fuente de calor (2) formando estratificación de temperatura desde un lado de parte superior, y que está configurado para mantener una temperatura establecida después de finalizar el almacenamiento de agua a alta temperatura que tiene la temperatura establecida en el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente,
 comprendiendo el sistema además
 15 un sistema de agua a baja temperatura que incluye tubo de suministro de agua (16) que conduce al depósito de almacenamiento de agua (11) caliente,
 una válvula de conmutación (25) proporcionada en el tubo de agua a alta temperatura (15),

un circuito de derivación (26) que está conectado al sistema de agua a baja temperatura y a la válvula de conmutación (25) para derivar agua a alta temperatura vertida desde la máquina de fuente de calor (2) al sistema de agua a baja temperatura por la válvula de conmutación (25) cuando el agua a alta temperatura tiene una temperatura baja al inicio de una operación de retención de calor para mantener el agua a alta temperatura almacenada en el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente a una temperatura dada; y
 una sección de control de válvula (27) configurada para conmutar la válvula de conmutación (25) para dirigir el agua a alta temperatura vertida desde la máquina de fuente de calor (2) bien al tubo a alta temperatura (15) o bien al
 20 circuito de derivación (26),
 estando el sistema de suministro de agua caliente **caracterizado por que** la sección de control de válvula (27) está configurada para conmutar la válvula de conmutación (25) basándose en un valor R, siendo el valor R un valor característico de mezcla para determinar la formación de la estratificación de temperatura en el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente estratificado por temperatura y calculada mediante la fórmula $R=L/L_0$, que
 30 indica la relación de una profundidad de la región de mezcla completa (L) a una profundidad L_0 del depósito de almacenamiento (11) caliente estratificado por temperatura, donde $L=m \times Ar^{0.5} \times ds$, donde m es el parámetro que depende de una estructura de conexión de tubo, Ar es el número de Arquímedes y ds es el diámetro del tubo.

35 2. El sistema de suministro de agua caliente según la reivindicación 1, en el que el circuito de derivación (26) está conectado a uno cualquiera del tubo de suministro de agua (16) que conduce al depósito de almacenamiento de agua (11) caliente, una región de agua a baja temperatura en una parte inferior del depósito de almacenamiento de agua (11) caliente, y el tubo de agua a baja temperatura (13) que conduce desde el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente a la máquina de fuente de calor (2) que constituye el sistema de agua a baja temperatura.

40 3. El sistema de suministro de agua caliente según la reivindicación 1 o 2, en el que la sección de control de válvula (27) está configurada para conmutar la válvula de conmutación (25) en un punto donde un valor R de un caso en el que el agua a alta temperatura que tiene una temperatura baja vertida de la máquina de fuente de calor (2) se hace fluir hacia el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente desde la parte inferior, y un valor R de un caso en el
 45 que el agua a alta temperatura se hace fluir hacia el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente de la parte superior coinciden entre sí en un estado en el que se almacena agua a baja temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de agua (11) caliente, y el agua a alta temperatura que tiene una temperatura establecida se almacena en la parte superior.

50 4. Un método para controlar un sistema de suministro de agua (1) caliente que comprende:

- una máquina de fuente de calor (2) que calienta agua a baja temperatura para producir agua a alta temperatura y que vierte agua a alta temperatura, un tubo de agua a baja temperatura (13) y un tubo de agua a alta temperatura (15), al menos un depósito de almacenamiento de agua (11) caliente que está conectado a la
 55 máquina de fuente de calor (2) a través del tubo de agua a baja temperatura (13) y el tubo de agua a alta temperatura (15) y almacena, secuencialmente, el agua a alta temperatura producida en la máquina de fuente de calor (2) formando estratificación de temperatura desde un lado de parte superior, y mantiene una temperatura establecida después de finalizar el almacenamiento de agua a alta temperatura que tiene la temperatura establecida en el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente, un sistema de agua a baja temperatura que
 60 incluye un tubo de suministro de agua (16) que conduce al depósito de almacenamiento de agua (11) caliente, una válvula de conmutación (25) proporcionada en el tubo de agua a alta temperatura (15), y un circuito de derivación (26) que está conectado al sistema de agua a baja temperatura y a la válvula de conmutación (25) para derivar agua a alta temperatura vertida desde la máquina de fuente de calor (2) al sistema de agua a baja temperatura por la válvula de conmutación (25) cuando el agua a alta temperatura tiene una temperatura baja al
 65 inicio de una operación de retención de calor para mantener el agua a alta temperatura almacenada en el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente a una temperatura dada, y una sección de control de válvula

(27) configurada para conmutar la válvula de conmutación (25) para dirigir agua de alta temperatura vertida desde la máquina de fuente de calor (2) bien hacia el tubo a alta temperatura (15) o bien al circuito de derivación (26), estando el método **caracterizado por que** comprende: dirigir un flujo de salida del agua a alta temperatura vertida bien hacia el tubo de agua a alta temperatura (15) o al circuito de derivación (26) conmutando la válvula de conmutación (25) basándose en un valor R que es un valor característico de la mezcla para determinar la formación de la estratificación de temperatura en el depósito de almacenamiento de agua (11) caliente estratificado por temperatura y calculado mediante la fórmula $R=L/L_0$, indicando la relación de una profundidad de la región de mezcla completa (L) a una profundidad L_0 del depósito de almacenamiento (11) caliente estratificado por temperatura, donde $L= m \times Ar^{-0.5} \times ds$, donde m es el parámetro que depende de una estructura de conexión de tubo, Ar es el número de Arquímedes, y ds es el diámetro del tubo.

FIG. 1

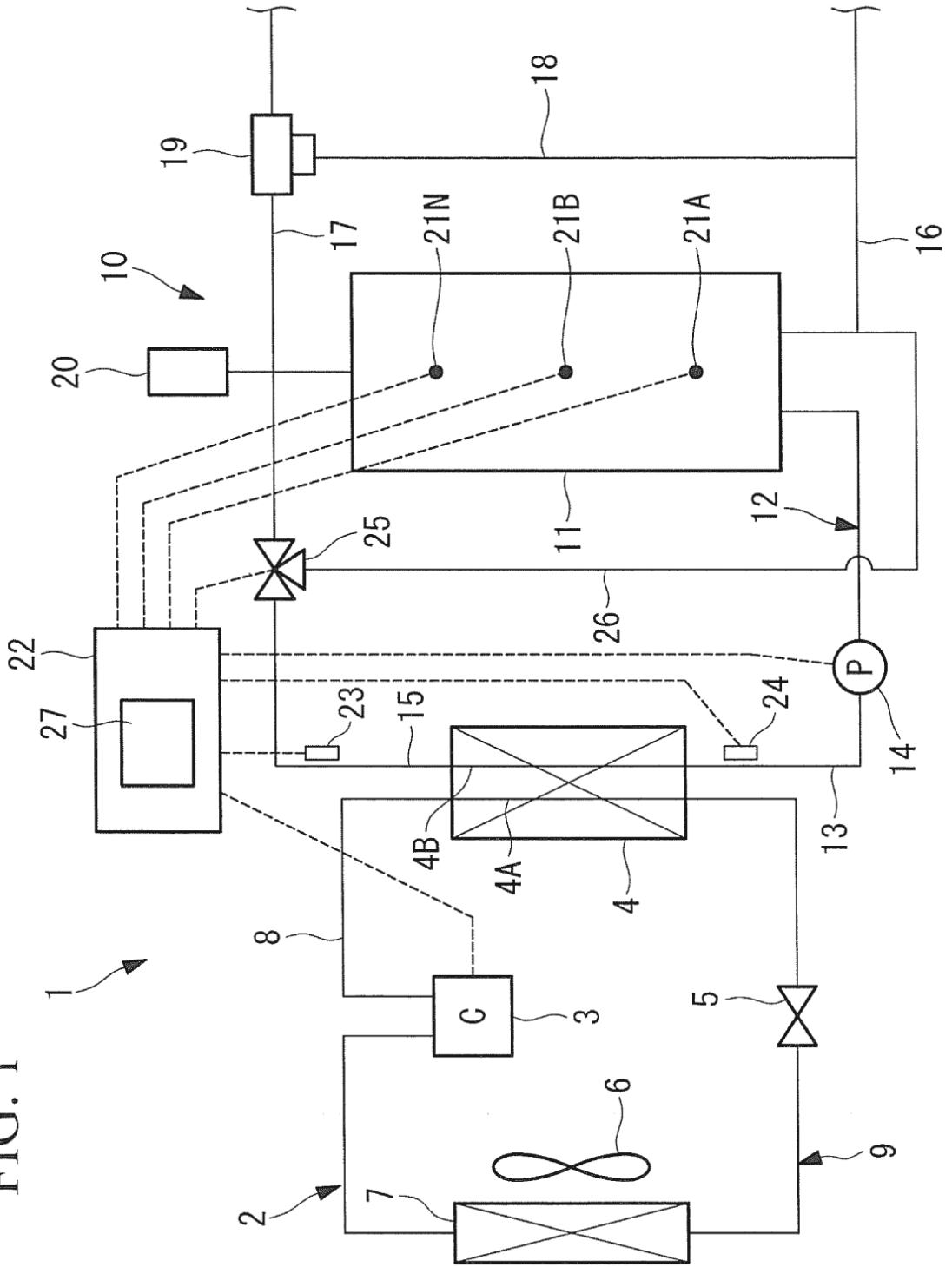


FIG. 2

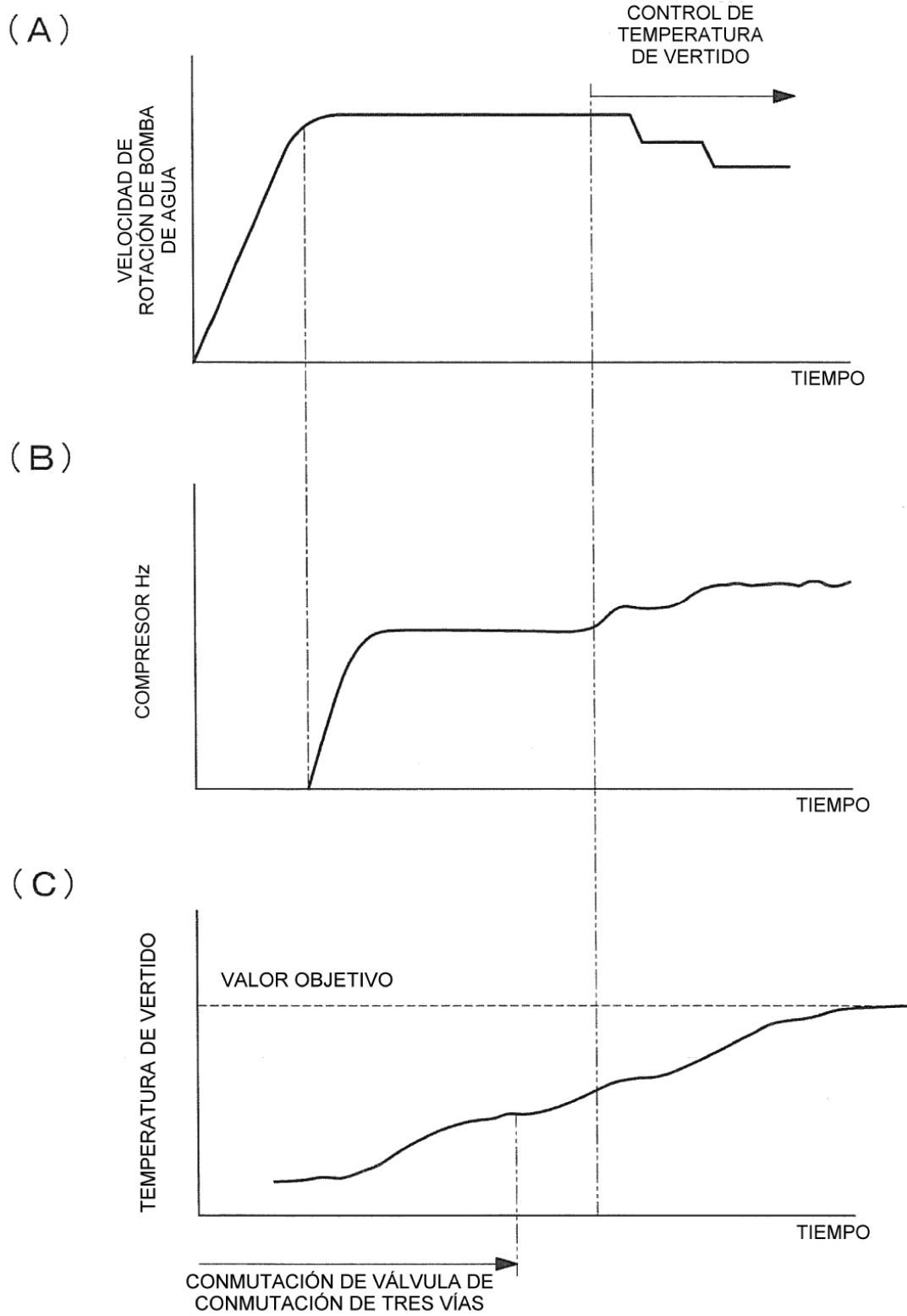


FIG. 3

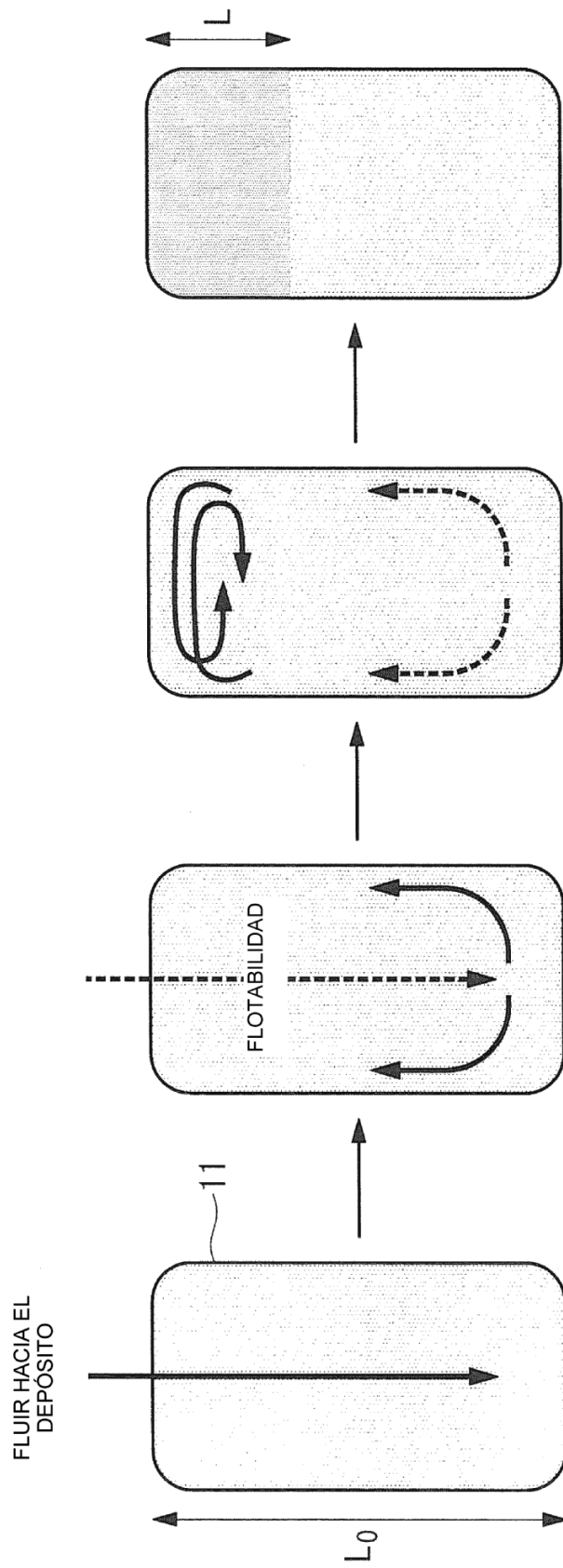


FIG. 4

