

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 578**

51 Int. Cl.:

F22D 1/32 (2006.01)
F01K 7/44 (2006.01)
F22D 5/34 (2006.01)
F01K 7/40 (2006.01)
F22D 1/34 (2006.01)
F22G 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2015 PCT/SE2015/051103**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16064332**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2015 E 15853256 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3209937**

54 Título: **Sistema de caldera de vapor y procedimiento para controlar un sistema de caldera de vapor**

30 Prioridad:
22.10.2014 SE 1451259

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.03.2020

73 Titular/es:
**VALMET AKTIEBOLAG (100.0%)
851 94 Sundsvall, SE**

72 Inventor/es:
**JOHANSSON, CHRISTIAN;
SUNDBECK, HANS y
OLOFSSON, JAN**

74 Agente/Representante:
GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro María

ES 2 745 578 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 caldera de vapor y procedimiento para controlar un sistema de caldera de vapor

5 Materia de la invención

La presente invención se describe en la reivindicación 1 y se refiere a un sistema de caldera de vapor que comprende una caldera de vapor para generar vapor a partir del agua de alimentación y un condensador para transferir calor del vapor al agua de alimentación. El sistema de caldera de vapor comprende además un primer conducto de agua de alimentación para conectar el condensador a una fuente de agua de alimentación para suministrar agua de alimentación al condensador, un segundo conducto de agua de alimentación que conecta el condensador a la caldera de vapor para alimentar agua de alimentación del condensador a la caldera de vapor y un primer conducto de vapor que conecta la caldera de vapor y el condensador para suministrar vapor al condensador desde la caldera de vapor. El sistema de caldera de vapor también comprende un depósito de condensado dispuesto para recoger el condensado generado por el vapor en el condensador y un primer conducto de condensado para conectar el depósito de condensado a una unidad de atemperación.

La invención también se describe en la reivindicación 3 y también se refiere a un procedimiento para controlar un sistema de caldera de vapor, el cual sistema de caldera de vapor comprende una caldera de vapor, un condensador, un primer conducto de agua de alimentación para conectar el condensador a una fuente de agua de alimentación, un segundo conducto de agua de alimentación que conecta el condensador a la caldera de vapor, un primer conducto de vapor que conecta la caldera de vapor y el condensador, un depósito de condensado y un primer conducto de condensado para conectar el depósito de condensado a una unidad de atemperación. El procedimiento comprende las etapas de suministrar agua de alimentación al condensador a través del primer conducto de agua de alimentación, suministrar agua de alimentación desde el condensador a la caldera de vapor a través del segundo conducto de agua de alimentación, utilizar la caldera de vapor para generar vapor a partir del agua de alimentación, suministrar vapor desde la caldera de vapor al condensador a través del primer conducto de vapor, utilizar el condensador para transferir calor del vapor al agua de alimentación para precalentar el agua de alimentación y generar condensado del vapor, y recoger el condensado en el depósito de condensado.

30

Antecedentes de la invención

Un sistema de caldera de vapor comprende una caldera de vapor adaptada para vaporizar agua de alimentación para generar vapor. El vapor puede usarse para muchos propósitos diferentes, por ejemplo, para generar movimiento giratorio en una turbina.

35

Es preferible utilizar sistemas de caldera de vapor con alta eficiencia térmica. Una forma de aumentar la eficiencia térmica de un sistema de caldera de vapor es incorporar sobrecalentadores en el sistema. El vapor saturado de la caldera de vapor es guiado a través de los sobrecalentadores para generar vapor sobrecalentado con alta energía interna. También es más probable que el vapor sobrecalentado se mantenga por encima de la temperatura de condensación del vapor de agua, lo que reduce el riesgo de daños por corrosión en el sistema de caldera y en cualquier aplicación conectada al mismo.

40

De manera ventajosa, la temperatura del vapor sobrecalentado se regula mediante uno o más atemperadores dispuestos entre los sobrecalentadores. Los atemperadores aseguran que la temperatura del vapor sobrecalentado permanezca dentro de un intervalo predeterminado. Un tipo de atemperador de uso común es el atemperador de agua de pulverización. El atemperador de agua de pulverización utiliza agua de pulverización para regular la temperatura del vapor sobrecalentado.

45

Es importante usar agua de pulverización pura para evitar la contaminación del vapor sobrecalentado. El documento GB 686.008 se refiere a un procedimiento de producción de condensado para usar como agua de pulverización en un atemperador. El vapor saturado producido en una caldera es guiado a un condensador, en el cual el agua de alimentación suministrada desde un depósito de agua de alimentación se utiliza como refrigerante para la generación de condensado a partir del vapor saturado. El condensado se recoge en un tanque de condensado y se entrega al atemperador o se devuelve al depósito de agua de alimentación. Este sistema se conoce como sistema de atemperación de agua de pulverización Dolezal.

50

Otra forma de aumentar la eficiencia térmica de un sistema de caldera de vapor es precalentar el agua de alimentación antes de que entre en el tambor de vapor. Por ejemplo, se conoce el uso de uno o más economizadores para precalentar el agua de alimentación. Un tipo común de economizador utiliza gases calientes resultantes de la combustión de la caldera de vapor para precalentar el agua de alimentación. Un problema asociado con este tipo de economizador es que una temperatura baja del agua de alimentación puede provocar daños por corrosión en el punto de rocío en el economizador. La corrosión en el punto de rocío ocurre cuando los ácidos y compuestos corrosivos de los gases de combustión se condensan en las superficies de calentamiento del

60

economizador. Los documentos US2012/255303 A1 y GB 686054 A también describen calderas de vapor del estado de la técnica.

Objeto de la invención

Un primer objeto de la invención es proporcionar un sistema de caldera de vapor compacto y térmicamente eficiente.

Un segundo objeto de la invención es proporcionar un procedimiento para el control eficiente de dicho sistema de caldera de vapor.

Definiciones

La expresión "conectado a, conectada a" no siempre significa conectado directamente a. Los elementos conectados pueden conectarse por medio de elementos intermedios.

Una "caldera de vapor", tal como se define en la presente memoria descriptiva, comprende un tambor de vapor en el que se separan el vapor y el agua de la caldera. El tambor de vapor puede estar dispuesto adyacente a una o más partes de la caldera de vapor, por ejemplo, un horno, o a una distancia de las otras partes de la caldera de vapor.

Un "conducto" es un dispositivo adecuado para transportar un fluido. Un conducto puede consistir en un único elemento o comprender una pluralidad de elementos conectados.

El agua que fluye desde una fuente de agua de alimentación hacia el tambor de vapor se denomina "agua de alimentación" mientras que el agua que circula en la caldera de vapor a través del tambor de vapor y los tubos de agua de la caldera se denomina "agua de caldera".

Breve descripción de la invención

El primer objeto de la invención se logra con un sistema de caldera según se define en el preámbulo de la presente solicitud. El sistema de caldera de acuerdo con la invención comprende además un segundo conducto de condensado conectado al depósito de condensado para alimentar el condensado fuera del depósito de condensado y una primera válvula reguladora dispuesta para regular el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado.

La primera válvula reguladora permite el ajuste del nivel de condensado en el depósito de condensado, de modo que el nivel de condensado puede controlarse independientemente del caudal de condensado a través del primer conducto de condensado dispuesto para suministrar condensado a la unidad de atemperación.

Un condensador de acuerdo con la invención comprende un sistema interno de conducción de agua de alimentación que comprende al menos un conducto interno de agua de alimentación que conecta el primer y el segundo conducto de agua de alimentación. El sistema interno de conducción de agua de alimentación se extiende al menos parcialmente a través de un depósito de condensado, en el que las superficies del sistema interno de conducción de agua de alimentación pueden exponerse al vapor de la caldera de vapor, de modo que el calor del vapor se transfiere al agua de alimentación que fluye a través del sistema interno de conducción de agua de alimentación. El depósito de condensado también está dispuesto para recoger el condensado generado por el vapor. Cuanto mayor sea el nivel de condensado en el depósito de condensado, menor será la superficie del sistema interno de conducción de agua de alimentación expuesta al vapor y menor será la velocidad de transferencia de calor del vapor al agua de alimentación. Esto significa que el nivel de condensado en el depósito de condensado se puede utilizar para regular la velocidad de transferencia de calor en el condensador. En consecuencia, el control independiente del nivel de condensado en el depósito de condensado permite un control de transferencia de calor independiente y, por lo tanto, permite un control independiente de la temperatura del agua de alimentación que sale del condensador.

Por lo tanto, el condensador en el sistema de caldera de vapor de acuerdo con la invención actúa no solo como un medio para suministrar condensado a la unidad de atemperación, sino también como un medio para precalentar y regular la temperatura del agua de alimentación. Esto permite un sistema de caldera de vapor compacto y térmicamente eficiente.

Se pueden conectar uno o más tanques de condensado al segundo conducto de condensado entre la primera válvula reguladora y el depósito de condensado en el condensador. Es decir, cada tanque de condensado está conectado al depósito de condensado y está dispuesto para recoger el condensado del condensador.

La primera válvula reguladora está conectada adecuadamente al segundo conducto de condensado. Sin embargo, la primera válvula reguladora también puede estar conectada a un medio separado conectado al segundo conducto de condensado, estando dicho medio separado adaptado para guiar el condensado hacia o desde el segundo conducto de condensado.

5 El hecho de que el sistema de caldera de vapor de acuerdo con la invención permita un control independiente de la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación lo hace adecuado para su uso con una unidad economizadora. La unidad economizadora se conecta de forma adecuada al segundo conducto de agua de alimentación entre la caldera de vapor y el condensador. Una unidad economizadora de acuerdo con la invención puede comprender cualquier número de economizadores. El control independiente del nivel de condensado en el depósito de condensado permite garantizar que la temperatura del agua de alimentación que entra en la unidad economizadora se mantenga por encima de una temperatura inferior predeterminada. Eso permite garantizar que no se produzca corrosión en el punto de rocío en la unidad economizadora. La temperatura del agua de alimentación que entra en la unidad economizadora también puede mantenerse por debajo de una temperatura superior predeterminada para minimizar el riesgo de generación de vapor en el economizador, es decir, la velocidad de transferencia de calor del vapor al agua de alimentación en el condensador se puede reducir cuando la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación se aproxima a la temperatura superior predeterminada.

15 De manera ventajosa, el sistema de caldera de vapor comprende al menos un sensor de temperatura adaptado para medir al menos un parámetro indicativo de la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación, y una unidad de control acoplada al sensor de temperatura y a la primera válvula reguladora, la cual unidad de control está adaptada para controlar la primera válvula reguladora, al menos parcialmente, en función de la información recopilada por el sensor de temperatura. En aquellas realizaciones en las que el sistema de caldera comprende una unidad economizadora, la temperatura del agua de alimentación se mide preferiblemente en un punto corriente arriba y/o cerca de la entrada a la unidad economizadora.

25 De manera ventajosa, el sistema de caldera de vapor comprende al menos un sensor de nivel de condensado adaptado para medir al menos un parámetro indicativo del nivel de condensado en el depósito de condensado, y la unidad de control está adaptada, de manera ventajosa, para controlar la primera válvula reguladora al menos parcialmente en función de la información recopilada por el sensor de nivel de condensado. Los sensores de nivel de condensado adecuados son, por ejemplo, sensores de presión hidrostática y sensores de nivel de radar.

30 De manera ventajosa, el sistema de caldera de vapor comprende al menos uno de dichos sensores de temperatura y al menos uno de dichos sensores de nivel de condensado, y la unidad de control está adaptada, de manera ventajosa, para recopilar información de ambos sensores y usar dicha información para controlar la primera válvula reguladora.

35 El segundo conducto de condensado y la primera válvula reguladora se usan para regular el nivel de condensado en el depósito de condensado. El segundo conducto de condensado puede estar dispuesto para conducir el condensado desde el depósito de condensado a una o más partes del sistema de caldera de vapor y/o fuera del sistema de caldera de vapor. Por ejemplo, el segundo conducto de condensado puede disponerse para suministrar condensado a la caldera de vapor, preferiblemente al tambor de vapor en la caldera de vapor. Esta realización es ventajosa porque permite una reducción del flujo de agua de alimentación desde la fuente de agua de alimentación al tambor de vapor. El segundo conducto de condensado también puede estar dispuesto para conducir el condensado a la fuente de agua de alimentación. El segundo conducto de condensado también puede estar dispuesto para guiar parte del condensado a la caldera de vapor y parte del condensado a la fuente de agua de alimentación.

45 El fondo del depósito de condensado está dispuesto, de manera ventajosa, para que el condensado pueda fluir por gravedad a la(s) parte(s) indicada(s) del sistema de caldera de vapor o fuera del sistema de caldera de vapor. Por ejemplo, el depósito de condensado está ubicado, de manera ventajosa, sobre el tambor de vapor en la caldera de vapor cuando el segundo conducto de condensado está dispuesto para guiar el condensado desde el depósito de condensado al tambor de vapor. También es posible usar una o más bombas para mover el condensado a través del segundo conducto de condensado.

50 El segundo conducto de condensado está conectado, de manera ventajosa, al fondo o cerca del fondo del depósito de condensado. Esta disposición aumenta el alcance del nivel de condensado.

55 El sistema de caldera de acuerdo con la invención resulta particularmente adecuado para su uso con una unidad de atemperación de agua de pulverización, puesto que el agua condensada es suficientemente pura para inyectarse como refrigerante en el vapor sobrecalentado. Sin embargo, la invención también es compatible con otros tipos de unidades de atemperación.

60 El sistema de caldera de vapor puede comprender más de un condensador. Estos condensadores pueden disponerse de muchas maneras diferentes en el sistema de caldera de vapor y utilizar conductos, unidades de control, válvulas reguladoras y sensores separados o comunes.

65 En una realización, el sistema de caldera de vapor comprende dos condensadores conectados a la misma caldera

de vapor por medio de primeros conductos de vapor separados. Los condensadores están conectados a los mismos primer y segundo conductos de agua de alimentación y a los mismos primer y segundo conductos de condensado. El sistema de caldera de vapor puede comprender una primera válvula reguladora única dispuesta para regular el flujo de condensado a los condensadores o dos primeras válvulas reguladoras, estando cada primera válvula reguladora adaptada para regular el flujo de condensado desde un condensador respectivo.

El segundo objeto de la invención se logra con un procedimiento para controlar un sistema de caldera de vapor tal como se define en el preámbulo de la presente solicitud. El procedimiento comprende además la etapa de controlar un flujo de condensado desde el depósito de condensado a través de un segundo conducto de condensado conectado al depósito de condensado por medio de una primera válvula reguladora.

Tal como se mencionó anteriormente, esta disposición permite un control independiente de la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación y, por lo tanto, permite un control eficiente de un sistema de caldera de vapor compacto y térmicamente eficiente en el que el condensador también actúa como precalentador del agua de alimentación.

De manera ventajosa, el procedimiento comprende la etapa de regular el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado para asegurar que la temperatura del agua de alimentación en un punto específico en el segundo conducto de agua de alimentación se mantenga por encima de una temperatura inferior predeterminada. Esta etapa resulta particularmente ventajosa cuando el sistema de caldera de vapor comprende una unidad economizadora conectada al segundo conducto de agua de alimentación entre el condensador y la caldera de vapor, ya que permite garantizar que la temperatura del agua de alimentación que entra en la unidad economizadora se mantenga por encima de una temperatura que pueda provocar corrosión en el punto de rocío en la unidad economizadora.

El procedimiento también puede comprender la etapa de regular el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado para asegurar que la temperatura del agua de alimentación en dicho punto específico en el segundo conducto de agua de alimentación se mantenga por debajo de una temperatura superior predeterminada. Cuando la temperatura medida del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación se aproxima a la temperatura superior predeterminada, la unidad de control usa la primera válvula reguladora para aumentar el nivel de condensado en el depósito de condensado y así reducir la velocidad de transferencia de calor en el condensador. Esta realización resulta particularmente ventajosa cuando el sistema de caldera de vapor comprende una unidad economizadora conectada al segundo conducto de agua de alimentación, puesto que reduce el riesgo de ebullición en la unidad economizadora.

En estas realizaciones, la temperatura se mide, de manera ventajosa, en un punto corriente arriba y/o cerca de la entrada a la unidad economizadora.

El procedimiento también puede comprender la etapa de regular el flujo de condensado a través de dicho segundo conducto de condensado para asegurar que el nivel de condensado en el depósito de condensado se mantenga dentro de un intervalo predeterminado. Por ejemplo, puede ser deseable asegurarse de que el nivel de condensado en el depósito de condensado permanezca por encima de un nivel mínimo para garantizar que haya suficiente condensado en el depósito de condensado para la unidad de atemperación. También puede ser deseable asegurarse de que el nivel de condensado permanezca por debajo de un nivel máximo predeterminado, para asegurar que alguna parte del sistema interno de conducción de agua de alimentación permanezca expuesta y, por lo tanto, mantenga al menos una velocidad mínima de transferencia de calor en el condensador.

De manera ventajosa, el procedimiento comprende las etapas de medir continuamente al menos un parámetro indicativo de la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación, y controlar la primera válvula reguladora al menos parcialmente en función de los valores de los parámetros medidos. Esta etapa permite un control automatizado y preciso de la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación. En aquellas realizaciones en las que el segundo conducto de agua de alimentación está conectado a una unidad economizadora, la temperatura se mide, de manera ventajosa, en un punto corriente arriba y/o cerca de la entrada a la unidad economizadora.

De manera ventajosa, el procedimiento comprende las etapas de medir continuamente al menos un parámetro indicativo del nivel de condensado en el depósito de condensado y controlar la primera válvula reguladora al menos parcialmente en función de dichos valores de los parámetros medidos. Estas mediciones pueden usarse para asegurar que el nivel de condensado permanezca dentro de un intervalo predeterminado.

En algunas realizaciones, el sistema de caldera de vapor puede comprender más de un sensor y los sensores pueden adaptarse para medir una pluralidad de parámetros diferentes. Por ejemplo, el procedimiento puede comprender las etapas de medir continuamente el nivel de condensado en el depósito de condensado y la temperatura en el segundo conducto de agua de alimentación y ajustar la primera válvula reguladora al menos en parte en función de la información recibida de uno o ambos sensores.

5 El procedimiento también puede comprender la etapa de guiar el condensado a través del segundo conducto de condensado a una o más partes adecuadas dentro y/o fuera del sistema de caldera de vapor, por ejemplo a la caldera de vapor, a la fuente de agua de alimentación y/o a un depósito de condensado separado conectado a la fuente de agua de alimentación.

10 El sistema de caldera de vapor de acuerdo con la invención comprende al menos uno de cada conducto. El experto en la materia entiende que un solo conducto puede reemplazarse por dos o más conductos que tengan el mismo propósito. Por ejemplo, se puede usar más de un primer conducto de agua de alimentación para conectar el condensador a la fuente de agua de alimentación y se puede usar más de un segundo conducto de agua de alimentación para conectar el condensador a la caldera de vapor. También es posible usar más del primer conducto de vapor para conectar la caldera de vapor y el condensador y usar más de un segundo conducto de condensado (y, por lo tanto, más de una primera válvula reguladora) para conectar el depósito de condensado con una o más partes del sistema de caldera de vapor y/o la fuente de agua de alimentación.

15 El experto en la materia también entiende que pueden conectarse conductos y dispositivos adicionales al sistema de caldera de vapor de acuerdo con la invención.

20 Dibujos

A continuación, la invención se describirá con referencia a los siguientes dibujos, en los que se usan números similares para designar características similares y en los que:

25 La Figura 1 es un dibujo esquemático de una primera realización de un sistema de caldera de vapor de acuerdo con la invención;

La Figura 2 es una vista lateral esquemática de un condensador en el sistema de caldera de vapor de la Figura 1;

30 La Figura 3 es un dibujo esquemático de una segunda realización de un sistema de caldera de vapor de acuerdo con la invención;

La Figura 4 es un dibujo esquemático de una tercera realización de un sistema de caldera de vapor de acuerdo con la invención.

35 **Descripción detallada de la invención**

La Figura 1 muestra una primera realización del sistema de caldera de vapor 1 de acuerdo con la invención.

40 El sistema de caldera 1 comprende un condensador 2 y un primer conducto de agua de alimentación 3 para conectar el condensador a una fuente de agua de alimentación 4. El agua de alimentación se suministra por medio de una bomba de agua de alimentación 27 desde la fuente de agua de alimentación 4 al condensador 2 a través del primer conducto de agua de alimentación 3.

45 El agua de alimentación fluye a través de un sistema interno de conducción de agua de alimentación 7 en el condensador 2 y desde allí a una caldera de vapor 5 a través de un segundo conducto de agua de alimentación 6. El agua de alimentación se precalienta en el condensador 2 por medio de un flujo de vapor saturado desde la caldera de vapor 5 a través de un primer conducto de vapor 8 hasta el condensador 2.

50 Una unidad economizadora 9 se conecta al segundo conducto de agua de alimentación 6 entre la caldera de vapor 5 y el condensador 2. En esta realización, la unidad economizadora 9 comprende un primer y un segundo economizador 9a, 9b. En realizaciones alternativas, la unidad economizadora 9 puede comprender un economizador único o más de dos economizadores. La unidad economizadora 9 utiliza gases de combustión calientes de la caldera de vapor 5 para elevar la temperatura del agua de alimentación que fluye a través de la misma. Los gases de combustión se suministran a través de un conducto de gas de combustión 10.

60 El agua de alimentación puede precalentarse en el condensador 2 para garantizar que los ácidos y compuestos corrosivos en los gases de combustión no se condensen cuando los gases de combustión se enfrían en la unidad economizadora 9. Si es posible, la temperatura del agua de alimentación también se mantiene a una temperatura por debajo de una temperatura superior predeterminada para reducir el riesgo de ebullición en la unidad economizadora 9. Es decir, la velocidad de transferencia de calor del vapor al agua de alimentación en el condensador puede reducirse si la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación se acerca a la temperatura superior predeterminada.

Después de eso, el agua de alimentación se alimenta a un tambor de vapor 24 en la caldera de vapor 5. La caldera de vapor 5 comprende, además, un horno (no mostrado) y una red de tubos de agua de la caldera (no mostrada) conectados al tambor de vapor 24 y dispuestos de manera que el agua de la caldera que fluye a través de los tubos de agua de la caldera pueda absorber el calor generado por la quema de combustible en el horno. La quema de combustible en la caldera de vapor 5 da como resultado la generación de gases de combustión, que se envían a la unidad economizadora 9 a través del conducto de gases de combustión 10. El agua de la caldera fluye desde el tambor de vapor 24 a través de los tubos de agua de la caldera, absorbe el calor del horno y vuelve al tambor de vapor 24, en donde el vapor saturado se separa del agua de la caldera.

Parte del vapor saturado se alimenta a través de un segundo conducto de vapor 11 a través de tres sobrecalentadores 12 dispuestos en serie a lo largo del segundo conducto de vapor 11. Los sobrecalentadores 12 se usan para aumentar aún más la temperatura del vapor para generar vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado se suministra luego a una aplicación adecuada, tal como una turbina de vapor (no mostrada). En realizaciones alternativas, el sistema de caldera de vapor puede comprender cualquier número adecuado de sobrecalentadores.

Parte del vapor saturado fluye desde el tambor de vapor 24 y a través del primer conducto de vapor 8 al condensador 2. El agua de alimentación que fluye a través del condensador 2 absorbe el calor del vapor. El vapor se condensa y el condensado se acumula en un depósito de condensado 22 (véase la Figura 2).

El depósito de condensado 22 se conecta a una unidad de atemperación de agua de pulverización 13 por medio de un primer conducto de condensado 14. La unidad de atemperación de agua de pulverización 13 comprende dos atemperadores de agua de pulverización 13a, 13b. Los atemperadores de agua de pulverización 13a, 13b se conectan al segundo conducto de vapor 11 entre los sobrecalentadores 12 y están adaptados para inyectar un refrigerante en forma de agua de pulverización en el vapor sobrecalentado. La unidad de atemperación de agua de pulverización 13 permite la regulación de la temperatura del vapor sobrecalentado.

El primer conducto de condensado 14 tiene dos ramificaciones para suministrar condensado a los atemperadores de agua de pulverización 13a, 13b. Cada ramificación está provista de una segunda válvula reguladora 16a, 16b para regular el flujo de condensado a los atemperadores de agua de pulverización 13a, 13b. Una unidad de control 18 se acopla a las segundas válvulas reguladoras 16a, 16b y a tres sensores de temperatura 17a, 17b, 17c dispuestos para medir la temperatura del vapor sobrecalentado. La unidad de control 18 está adaptada para controlar las segundas válvulas reguladoras 16a, 16b y, por lo tanto, el flujo de condensado a través del primer conducto de condensado 14, en función de los valores de temperatura recibidos de los sensores de temperatura 17a, 17b, 17c.

[El depósito de condensado 22 también se conecta al tambor de vapor 24 en la caldera de vapor 5 por medio de un segundo conducto de condensado 15. Una primera válvula reguladora 19 se conecta al segundo conducto de condensado 15. La primera válvula reguladora 19 se acopla a la unidad de control 18, que utiliza la primera válvula reguladora 19 para regular el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado 15 y, por lo tanto, el nivel de condensado en el depósito de condensado 22 (véase la Figura 2) en función de la información recibida de un sensor de nivel de condensado 20 en el depósito de condensado y de un sensor de temperatura 26 conectado al segundo conducto de agua de alimentación 6 entre el condensador 2 y la unidad economizadora 9.

La Figura 2 es una vista lateral esquemática del condensador 2 de la Figura 1, en el que algunas partes se han eliminado por motivos de claridad.

El condensador 2 comprende un primer compartimento 21 conectado al primer conducto de agua de alimentación 3 y dispuesto para recibir agua de alimentación desde la fuente de agua de alimentación 20 (véase la Figura 1). El condensador 2 comprende, además, un depósito de condensado 22 conectado al primer conducto de vapor 8 y dispuesto para recibir vapor saturado del tambor de vapor 24 en la caldera de vapor 5 (véase la Figura 1). El condensador 2 también comprende un segundo compartimento 23 conectado al segundo conducto de agua de alimentación 6 para suministrar agua de alimentación precalentada a la caldera de vapor 5 (véase la Figura 1). El primer y segundo compartimentos 21, 23 se conectan por medio del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7, que comprende una pluralidad de conductos, que se extienden a través del depósito de condensado 22 y están adaptados para suministrar agua de alimentación desde el primer al segundo compartimento 21, 23.

El agua de alimentación desde el primer conducto de agua de alimentación 3 fluye hacia el primer compartimento 21 y desde allí a través del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7 hacia el segundo compartimento 23 y luego hacia el segundo conducto de agua de alimentación 6. El calor se transfiere en el condensador 2 del vapor saturado al agua de alimentación que fluye a través del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7, precalentando así el agua de alimentación mientras se genera condensado a partir del vapor, que se recoge en el depósito de condensado 22.

El primer conducto de condensado 14 y el segundo conducto de condensado 15 se conectan al fondo del depósito de condensado 22. Esta disposición permite el vaciado completo del depósito de condensado 22 y aumenta el alcance del nivel de condensado.

El nivel de condensado en el depósito de condensado 22 se mide por medio de un sensor de nivel de condensado 20 (mostrado esquemáticamente). El sensor de nivel de condensado 20 se controla por medio de la unidad de control 18 (véase la Figura 1).

5 A continuación, se describirá una primera realización del procedimiento de acuerdo con la invención con referencia a las Figuras 1 y 2.

10 El agua de alimentación se alimenta desde la fuente de agua de alimentación 4 al primer compartimento 21 en el condensador 2 a través del primer conducto de agua de alimentación 3. El agua de alimentación fluye desde el primer compartimento 21 al segundo compartimento 23 a través del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7. El agua de alimentación se precalienta a medida que fluye a través del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7 por el calor transferido desde el vapor en el depósito de condensado 22. El agua de alimentación precalentada se guía a través del segundo conducto de agua de alimentación 6 a la unidad economizadora 9, en donde la temperatura del agua de alimentación se eleva aún más por medio de gases de combustión calientes del horno en la caldera de vapor 5. El agua de alimentación fluye a través del segundo conducto de agua de alimentación 6 hacia la caldera de vapor 5 donde es recogida en el tambor de vapor 24. El tambor de vapor 24 suministra agua de la caldera a los tubos de agua de la caldera (no mostrados) y el calor del horno (no mostrado) evapora parte del agua de la caldera, después de lo cual el agua de la caldera y el vapor regresan al tambor de vapor 24 en donde el vapor saturado se separa del agua de la caldera. Parte del vapor saturado se suministra a una o más aplicaciones a través del segundo conducto de vapor 11 y parte del vapor saturado se suministra al depósito de condensado 22 en el condensador 2 a través del primer conducto de vapor 8. El calor del vapor saturado se transfiere desde el vapor en el depósito de condensado 22 al agua de alimentación que fluye a través del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7. El agua de alimentación actúa así como refrigerante para el vapor y el vapor condensado se recoge en el depósito de condensado 22. Parte del condensado se suministra a la unidad de atemperación de agua de pulverización 13 a través del primer conducto de condensado 14.

30 La velocidad de transferencia de calor en el condensador 2 depende del nivel de condensado en el depósito de condensado 22. Un aumento del nivel de condensado reduce el área superficial del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7 expuesto al vapor mientras que una disminución del nivel de condensado aumenta el área superficial del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7 expuesto al vapor. Un nivel de condensado más alto da como resultado una velocidad de transferencia de calor más baja, mientras que un nivel de condensado más bajo da como resultado una velocidad de transferencia de calor más alta.

35 a unidad de control 18 usa la primera válvula reguladora 19 en el segundo conducto de condensado 15 para regular el flujo de condensado fuera del depósito de condensado 22 a través del segundo conducto de condensado 15. Es decir, el nivel de condensado en el depósito de condensado 22 se puede ajustar independientemente de la necesidad de condensado en la unidad de atemperación de agua de pulverización 13.

40 La unidad de control 18 se acopla al sensor de nivel de condensado 20 y al sensor de temperatura 26 y recibe continuamente información relacionada con el nivel de condensado en el depósito de condensado 22 y la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación 6. La unidad de control 18 controla la primera válvula reguladora 19 en función de esta información. Si el sensor de temperatura 26 registra una temperatura del agua de alimentación por debajo de una temperatura inferior predeterminada (lo que indica que la temperatura del agua de alimentación se acerca o ha alcanzado una temperatura que puede provocar daños por corrosión en la unidad economizadora 9), entonces la unidad de control 18 utiliza la primera válvula reguladora 19 para aumentar el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado 15, lo que da como resultado un nivel de condensado más bajo en el depósito de condensado 22 y un aumento de la velocidad de transferencia de calor del vapor al agua de alimentación. De manera similar, si el sensor de temperatura 26 registra una temperatura del agua de alimentación por encima de una temperatura superior predeterminada (lo que indica que la temperatura del agua de alimentación se acerca o ha alcanzado una temperatura que puede conducir a la generación de vapor en la unidad economizadora 9), entonces la unidad de control 18 usa la primera válvula reguladora para reducir el flujo de condensado a través de la segunda unidad de condensado 15 y elevar el nivel de condensado en el depósito de condensado 22, a fin de reducir la velocidad de transferencia de calor del vapor al agua de alimentación.

60 La unidad de control 18 también está adaptada para garantizar que el nivel de condensado en el depósito de condensado 22 permanezca por debajo de un nivel máximo predeterminado. El nivel máximo puede estar, por ejemplo, en un nivel en el que la totalidad o la mayor parte del sistema interno de conducción de agua de alimentación 7 esté cubierto por condensado. Cuando el nivel de condensado alcanza el nivel máximo, la unidad de control 18 puede aumentar el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado 15. La unidad de control 18 también puede adaptarse para garantizar que el nivel de condensado en el depósito de condensado 22 permanezca por encima de un nivel mínimo predeterminado, a fin de garantizar que la cantidad de condensado en el depósito de condensado 22 es suficiente para enfriar el vapor sobrecalentado en los atemperadores de agua de

pulverización 13a, 13b. Cuando el nivel de condensado cae por debajo del nivel mínimo, la unidad de control 18 reduce el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado 15.

La Figura 3 muestra una segunda realización de un sistema de caldera de vapor 1 de acuerdo con la invención.

La principal diferencia entre las realizaciones primera y segunda del primer y segundo sistema de caldera de vapor 1 es que el segundo conducto de condensado 15 en la segunda realización está conectado a la fuente de agua de alimentación 4, de modo que el exceso de condensado en el condensador 2 se devuelve a la fuente de agua de alimentación 4.

La Figura 4 muestra una tercera realización de un sistema de caldera de vapor 1 de acuerdo con la invención. El sistema de caldera de vapor 1 de la Figura 4 comprende un condensador adicional 42.

Los condensadores 2, 42 están conectados a los mismos primer y segundo conductos de agua 3, 6 y al mismo primer conducto de condensado 14. Los condensadores 2, 42 se conectan a la caldera de vapor 5 por medio de los respectivos conductos de vapor 8, 48.

Los condensadores 2, 42 también están conectados a un segundo conducto de condensado común 15. El sistema de caldera de vapor de la Figura 4 comprende, además, dos primeras válvulas reguladoras 19 para regular el flujo de condensado a través del segundo conducto de condensado 15. Las válvulas reguladoras 19 están dispuestas en ramificaciones respectivas del segundo conducto de condensado 15. Cada ramificación está conectada a un condensador respectivo 2, 42, de modo que cada primera válvula reguladora 19 puede usarse para regular el flujo de condensado desde un depósito de condensado respectivo. Las primeras válvulas reguladoras 19 se controlan por medio de la unidad de control 18 en función de la información recibida del sensor de temperatura 26 y los sensores de nivel de condensado 20, 44.

De manera alternativa, en una realización que no se muestra en las Figuras, un sistema de caldera de vapor puede comprender dos condensadores conectados a un segundo conducto de condensado común, en el que una primera válvula reguladora única está dispuesta en el segundo conducto de condensado común para controlar el flujo de condensado de ambos condensadores.

El experto en la materia entiende que el alcance de la protección proporcionada por las reivindicaciones no se limita a las realizaciones descritas anteriormente. Las realizaciones se pueden combinar y modificar de muchas maneras sin apartarse del ámbito de protección. Por ejemplo, la unidad de control puede comprender una pluralidad de unidades de control separadas, en donde una unidad de control está adaptada para controlar la primera válvula reguladora y la otra unidad de control está adaptada para controlar las segundas válvulas reguladoras. El segundo conducto de condensado de la Figura 1 puede conectarse a cualquier parte adecuada dentro del sistema de condensado de vapor y puede incorporar dos o más condensadores.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de caldera de vapor (1) que comprende:

- 5 - una caldera de vapor (5) que genera vapor a partir del agua de alimentación;
- un condensador (2; 42) que transfiere calor de dicho vapor a dicha agua de alimentación;
- un primer conducto de agua de alimentación (3) que conecta dicho condensador (2; 42) a una fuente de agua de alimentación (4) para suministrar agua de alimentación a dicho condensador (2; 42);
- 10 - un segundo conducto de agua de alimentación (6) que conecta dicho condensador (2) a dicha caldera de vapor (5) para alimentar agua de alimentación desde dicho condensador (2) a dicha caldera de vapor (5);
- un primer conducto de vapor (8; 48) que conecta dicha caldera de vapor (5) y dicho condensador (2; 42) para suministrar vapor a dicho condensador (2; 42) desde dicha caldera de vapor (5);
- un depósito de condensado (22) dispuesto para recoger el condensado generado a partir de dicho vapor en dicho condensador (2; 42);
- 15 - un primer conducto de condensado (14) que conecta dicho depósito de condensado (22) a una unidad de atemperación (13);

comprendiendo además dicho sistema de caldera(1):

- 20 - un segundo conducto de condensado (15) conectado a dicho depósito de condensado (22) y directamente a un tambor de vapor (24) en dicha caldera de vapor (5) para alimentar condensado fuera dicho depósito de condensado (22) y dentro de dicho tambor de vapor (24);
- una primera válvula reguladora (19) dispuesta para regular el flujo de condensado a través de dicho segundo conducto de condensado (15);
- 25 - una unidad economizadora (9) conectada al segundo conducto de agua de alimentación (6) entre dicha caldera de vapor (5) y dicho condensador (2; 42);
- al menos un sensor de temperatura (26) adaptado para medir al menos un parámetro indicativo de la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación (6);
- una unidad de control (18) adaptada para controlar dicha primera válvula reguladora (19) al menos parcialmente en función de la información recogida por dicho sensor de temperatura (26); y
- 30 - al menos un sensor de nivel de condensado (20; 44) adaptado para medir al menos un parámetro indicativo del nivel de condensado en el depósito de condensado (22),
- dicha unidad de control (18) está acoplada al menos a un sensor de temperatura (26) y al menos a un sensor de nivel de condensado (20; 44);

estando dicha unidad de control (18) adaptada para controlar dicha primera válvula reguladora (19) al menos parcialmente en función de la información recopilada por dicho sensor de nivel de condensado (20; 44).

40 2. Sistema de caldera de vapor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo dicho sistema de caldera de vapor (1) más de un condensador (2; 42).

45 3. Procedimiento para controlar un sistema de caldera de vapor (1), comprendiendo dicho sistema de caldera de vapor (1) una caldera de vapor (5), un condensador (2; 42), un primer conducto de agua de alimentación (3) que conecta dicho condensador (2; 42) a una fuente de agua de alimentación (4), un segundo conducto de agua de alimentación (6) que conecta dicho condensador (2; 42) a dicha caldera de vapor (5), un sensor de temperatura (26) conectado a dicho segundo conducto de agua de alimentación (6) entre el condensador (2) y la unidad economizadora (9) y conectado a la unidad de control (18), un primer conducto de vapor (8; 48) que conecta dicha caldera de vapor (5) y dicho condensador (2; 42), un depósito de condensado (22), un primer conducto de condensado (14) que conecta dicho depósito de condensado (22) a una unidad de atemperación (13), y una unidad economizadora (9) conectada al segundo conducto de agua de alimentación (6) entre dicha caldera de vapor (5) y dicho condensador (2; 42), comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- 55 - suministrar agua de alimentación a dicho condensador (2; 42) a través de dicho primer conducto de agua de alimentación (3);
- suministrar agua de alimentación desde dicho condensador (2; 42) a dicha caldera de vapor (5) a través de dicho segundo conducto de agua de alimentación (6);
- utilizar dicha caldera de vapor (5) para generar vapor a partir de dicha agua de alimentación;
- suministrar vapor desde dicha caldera de vapor (5) a dicho condensador (2; 42) a través de dicho primer conducto de vapor (8; 48);
- 60 - utilizar dicho condensador (2; 42) para transferir calor de dicho vapor a dicha agua de alimentación para precalentar dicha agua de alimentación y generar condensado a partir de dicho vapor;
- recoger dicho condensado en dicho depósito de condensado (22);

en el que

65 una primera válvula reguladora (19) se acopla a una unidad de control (18),

dicha unidad de control (18) utiliza la primera válvula reguladora (19) para controlar un flujo de condensado desde dicho depósito de condensado (22) y hacia un tambor de vapor (24) en dicha caldera de vapor (5) a través de un segundo conducto de condensado (15) conectado a dicho depósito de condensado (22) y directamente a dicho tambor de vapor (24) y, por lo tanto, el nivel de condensado en el depósito de condensado (22) está en función de la información recibida de un sensor de nivel de condensado (20) en el depósito de condensado (22) y de un sensor de temperatura (26); en el que la velocidad de transferencia de calor en el condensador (2; 42) depende del nivel de condensado en el depósito de condensado (22).

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- medir continuamente al menos un parámetro indicativo de la temperatura del agua de alimentación en el segundo conducto de agua de alimentación (6); y
- controlar dicha primera válvula reguladora (19) al menos parcialmente en función de dichas mediciones.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- medir continuamente al menos un parámetro indicativo del nivel de condensado en dicho depósito de condensado (22); y
- controlar dicha primera válvula reguladora (19) al menos parcialmente en función de dichas mediciones.

6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3-5, que comprende la etapa de regular el flujo de condensado a través de dicho segundo conducto de condensado (15) para asegurar que la temperatura del agua de alimentación en un punto específico en el segundo conducto de agua de alimentación (6) se mantenga por encima de una temperatura inferior predeterminada.

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende la etapa de regular el flujo de condensado a través de dicho segundo conducto de condensado (15) para mantener la temperatura del agua de alimentación en dicho punto específico en el segundo conducto de agua de alimentación (6) por debajo de una temperatura superior predeterminada.

8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3-7, que comprende la etapa de regular el flujo de condensado a través de dicho segundo conducto de condensado (15) para asegurar que el nivel de condensado en el depósito de condensado (22) se mantenga dentro de un intervalo predeterminado.

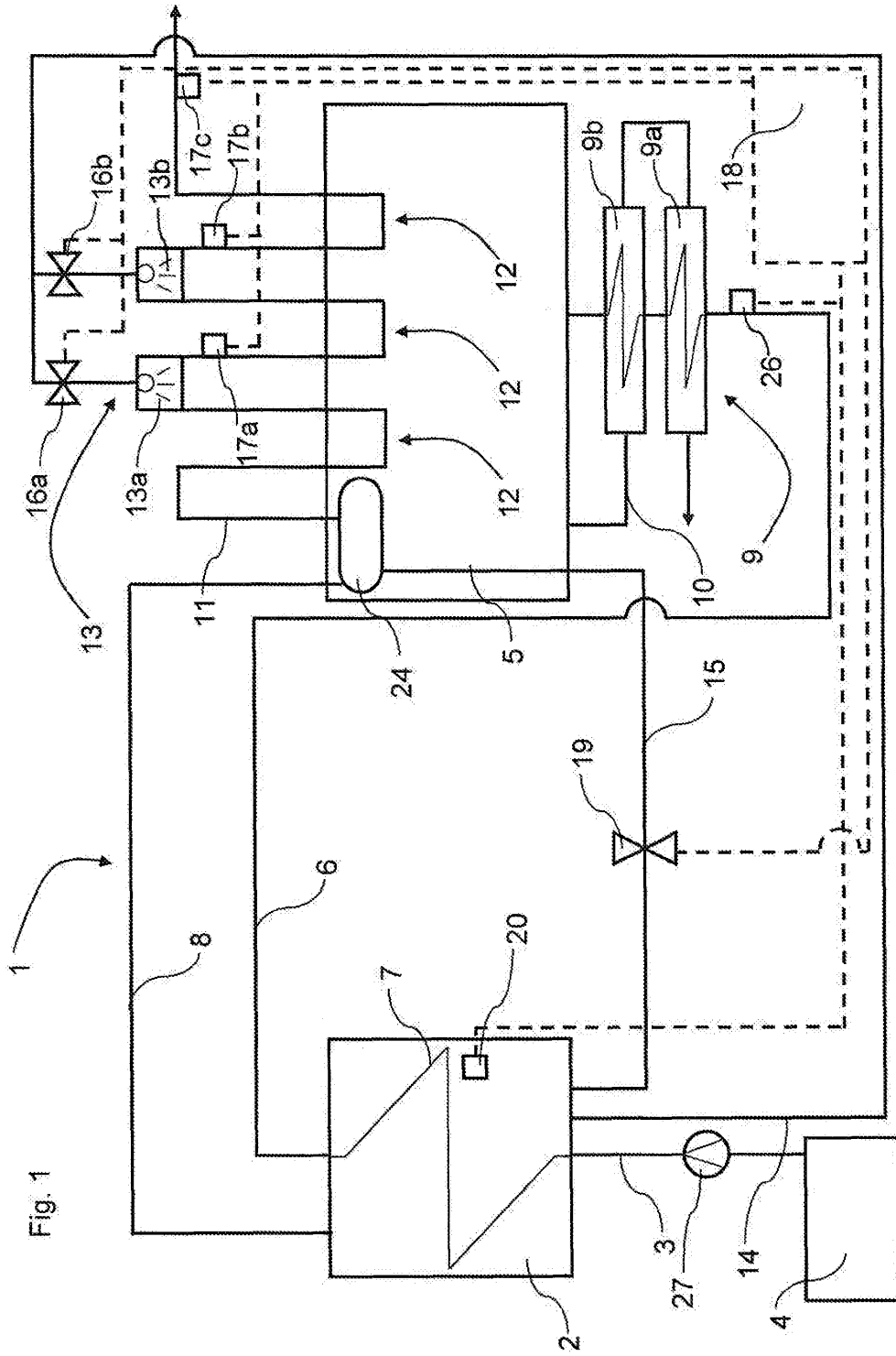


Fig. 1

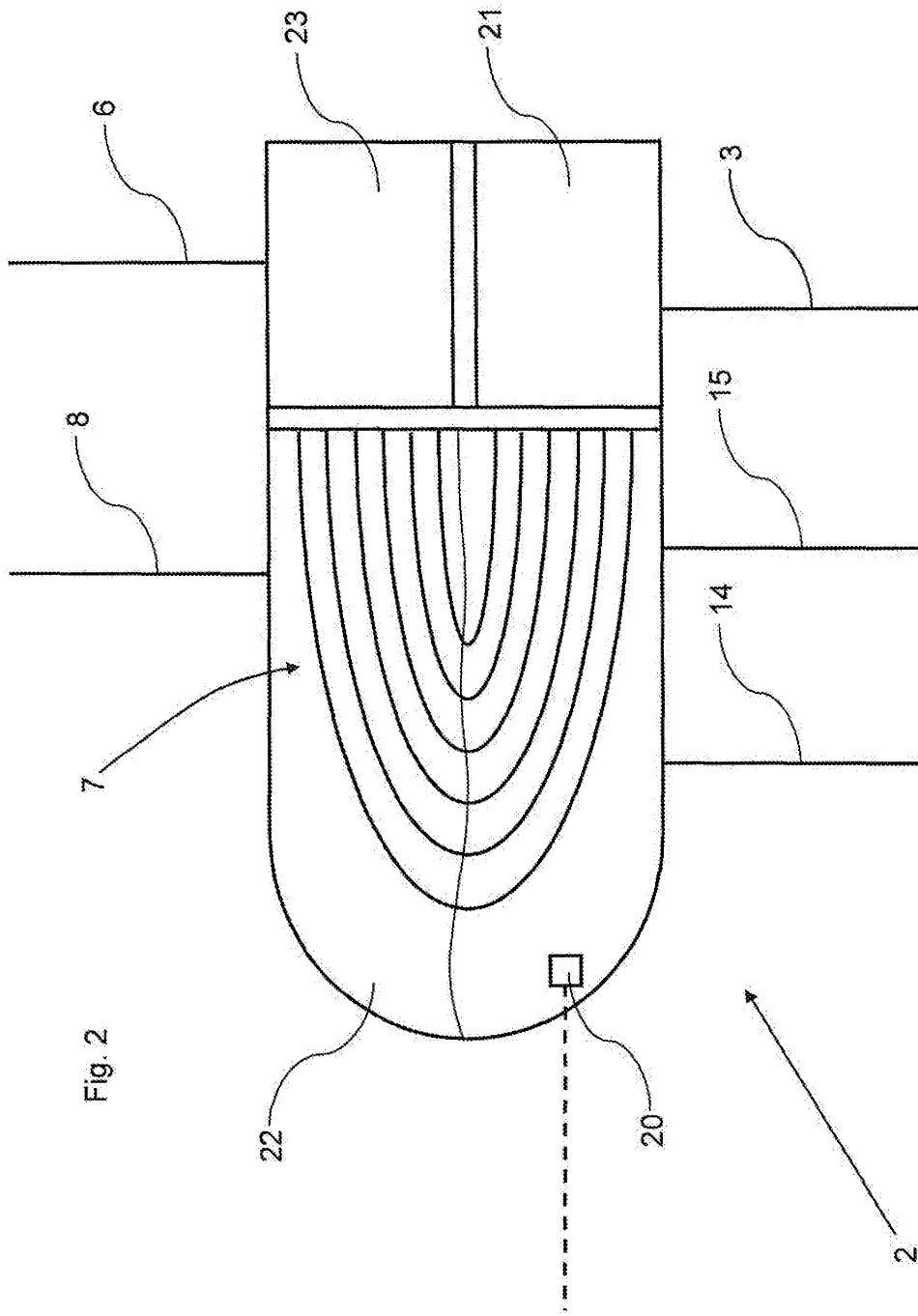


Fig. 2

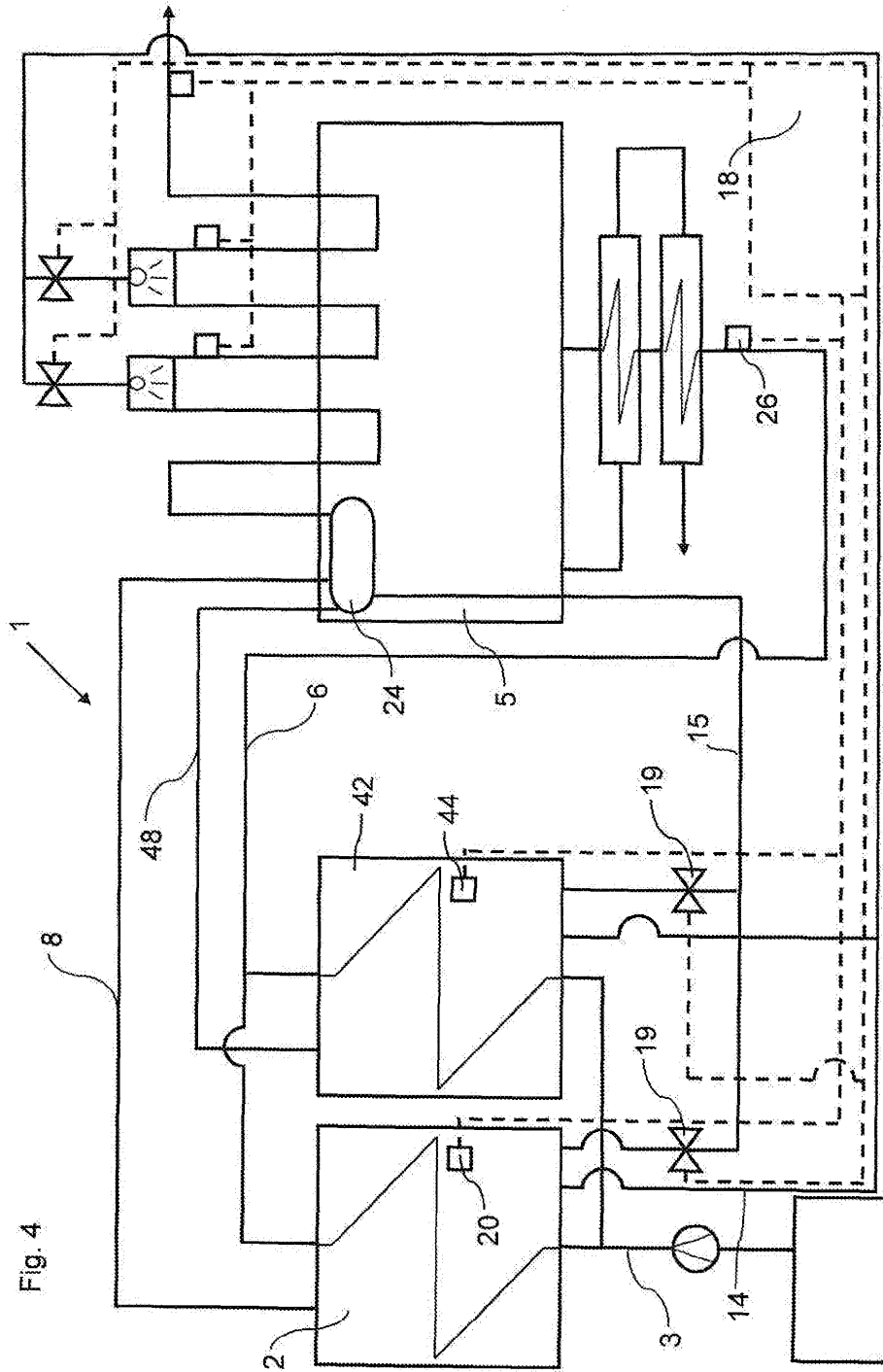


Fig. 4