

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 906**

51 Int. Cl.:

F22D 11/00 (2006.01)

F22D 1/00 (2006.01)

F22B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2016 PCT/EP2016/067169**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.01.2018 WO18014941**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2016 E 16741612 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3472515**

54 Título: **Generador de vapor vertical por recuperación de calor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2021

73 Titular/es:
**SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:
**BRÜCKNER, JAN y
THOMAS, FRANK**

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 819 906 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

Generador de vapor vertical por recuperación de calor

La invención se refiere a un generador de vapor vertical por recuperación de calor de acuerdo con la reivindicación 1.

5 Los generadores de vapor por recuperación de calor se emplean hoy en día en muchas centrales eléctricas, para aumentar el rendimiento de la instalación. Los perfeccionamientos actuales van dirigidos a desarrollar junto al diseño de caldera horizontal habitual una caldera vertical eficiente. Una reflexión consiste en realizar los tres niveles de presión como sistema de circulación forzada, para poder renunciar de este modo a los tambores voluminosos y macizos en comparación con el diseño de caldera horizontal presente también en la zona de presión media y baja. Por ello además también toda la estructura de acero de la caldera puede realizarse más delgada y asequible.

10 Ejemplos de generadores de vapor vertical por recuperación de calor se divulgan en los documentos WO2015/039831 A2 y WO96/36792 A1.

15 Las investigaciones termohidráulicas, en particular del vaporizador de baja presión de circulación forzada han mostrado que no puede alcanzarse una circulación estable de los vaporizadores en todo el margen de carga con la configuración de superficies de calentamiento utilizadas habitualmente hoy en día para el precalentamiento de condensado y de agua de alimentación, en los que tiene lugar el precalentamiento de agua de alimentación del sistema de baja presión tiene lugar exclusivamente en el precalentador de condensado.

El objetivo de la invención es facilitar un generador de vapor vertical por recuperación de calor mejorado.

20 Este objetivo se consigue con el generador de vapor vertical por recuperación de calor con las características de la reivindicación 1. Otras formas de realización ventajosas adicionales se desprenden de las reivindicaciones dependientes.

25 Se ha demostrado que puede alcanzarse una circulación estable de las superficies de calentamiento de vaporizador también en las presiones bajas existentes en la baja presión, cuando el precalentador y el vaporizador se dotan de tubos en un paso sin compensación de presión adicional y en la zona del precalentador se genera una pérdida de presión suficientemente alta. Habitualmente esto puede conseguirse porque los tubos de esta superficie de calentamiento en la zona de entrada, en la que exclusivamente circula medio subenfriado en todo el margen de carga, se realizan con diámetros internos reducidos. Las primeras estimaciones dieron como resultado también que esta pérdida de presión de estrangulación necesaria, que es necesaria para una circulación estable del vaporizador de baja presión, podría alcanzarse mediante un circuito combinado de este tipo. Para ello sin embargo, a diferencia de las soluciones conocidas hoy en día, es necesaria una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión. Sin embargo, si ahora la alimentación del vaporizador de baja presión ya no se efectúa mediante el medio en circulación procedente del precalentador de condensado, sino que se realiza mediante un circuito de precalentamiento propio, análogamente al precalentador de condensado debe garantizarse que en ningún lugar dentro de los tubos del precalentador de baja presión caiga la temperatura del medio en circulación por debajo de una temperatura diseñada relevante para el sistema. Solo de este modo puede garantizarse que los tubos durante el funcionamiento no se sometan a corrosión.

35 Por tanto, de acuerdo con la invención está previsto que el generador de vapor vertical por recuperación de calor, cuyos niveles de baja presión están configurados como sistema de circulación forzada, comprenda un precalentador de condensado con al menos una superficie de calentamiento de precalentador de condensado dispuesta en un canal de gas caliente por el que circula gas caliente y por la que circula un medio en circulación, un precalentador de baja presión con al menos una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión dispuesta en el canal de gas caliente y por la que circula medio en circulación, así como un vaporizador de baja presión con al menos una superficie de calentamiento de vaporizador de baja presión dispuesta en el canal de gas caliente y por la que circula medio en circulación, en donde por la al menos una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión y la al menos una superficie de calentamiento de vaporizador de baja presión en un paso sucesivamente y sin compensación de presión adicional circula el medio en circulación. Preferentemente, a este respecto, una primera de las al menos una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión en el canal de gas caliente está dispuesta en la dirección de gas caliente después de una primera de la al menos una superficie de calentamiento de precalentador de condensado. Como alternativa sin embargo las superficies de calentamiento de baja presión y de precalentador de condensado en el canal de gas caliente pueden estar dispuestas también en gran medida en la misma zona (por ejemplo, entrecruzados unas en otras).

50 Con respecto a las soluciones conocidas, en las que el precalentamiento del agua de alimentación - denominado el medio en circulación que circula por las superficies de calentamiento del sistema de baja presión - tiene lugar exclusivamente en el precalentador de condensado, en la presente invención está previsto un precalentador de baja presión (economizador de baja presión) con superficies de calentamiento de precalentador de baja presión

- correspondientes. Para ello preferentemente se selecciona una disposición de dos partes de estas superficies de calentamiento, por un lado, detrás del precalentador de condensado en la salida de canal de gas de humo, y por otro lado en una vista adecuada según la termodinámica entre las superficies de calentamiento de un precalentador de condensado de dos partes. Mediante la disposición del precalentador de baja presión en la sección más fría del canal de gas de humo se garantiza que no tenga lugar una vaporización del medio en circulación en los tubos provistos allí de diámetros internos reducidos, de modo que puede alcanzarse una estabilidad de flujo estático y dinámico. La disposición de la segunda superficie de calentamiento de precalentador de baja presión en un lugar adecuado entre las dos superficies de calentamiento de precalentador de condensado garantiza el precalentamiento necesario del agua de alimentación para el sistema de baja presión.
- 5
- 10 En una configuración ventajosa de acuerdo con la invención se facilita una disposición, que cumple con los requisitos, concretamente una temperatura mínima del medio en circulación en la entrada del precalentador de baja presión, sin que aparezcan a este respecto desventajas económicas u operacionales adicionales. Para ello, para la alimentación del sistema de baja presión el medio en circulación en la entrada del precalentador de condensado se extrae por tanto de la primera superficie de calentamiento de precalentador de condensado.
- 15 De manera ventajosa esta extracción se realiza a través de una derivación y una válvula de regulación correspondiente detrás o aguas abajo de la integración del caudal másico de circulación de precalentador de condensado, que regula la temperatura de entrada del medio en circulación en el precalentador de condensado. Con ello se garantiza que la temperatura del medio en circulación en la entrada de la primera superficie de calentamiento de precalentador de baja presión presente la misma temperatura que en la entrada de la primera superficie de calentamiento de precalentador de condensado. A ambos sistemas, es decir, el precalentador de condensador como también el nivel de baja presión, se les aplica la misma temperatura de entrada. Por consiguiente queda garantizado que tampoco en el sistema de baja presión no se alcance una temperatura mínima del medio en circulación por motivos de anticorrosión.
- 20

Con la realización preferida puede garantizarse sin equipamiento adicional que en la entrada del precalentador de baja presión el medio en circulación alimentado presente casi la misma temperatura que en la entrada del precalentador de condensado. Se omite una regulación de temperatura propia para el medio en circulación en la entrada del precalentador de baja presión. La regulación de la temperatura de fluido en la entrada del precalentador de condensado, que se garantiza habitualmente mediante el circuito de circulación adicional del precalentador de condensado, proporciona por consiguiente al mismo tiempo también la temperatura de entrada necesaria del medio en circulación desde el punto de vista de la anticorrosión en el precalentador de baja presión. Por consiguiente, en particular en el funcionamiento de aceite de las turbinas de gas se garantiza también en la zona de entrada del precalentador de baja presión se garantice una temperatura elevada del medio en circulación.

25

30

En una configuración de acuerdo con la invención adicional un circuito de circulación autónomo se integra en el sistema de baja presión, que consta de precalentador de baja presión y vaporizador de baja presión y además el vaporizador de baja presión se sobrealimenta. El agua todavía no vaporizada y separada del vapor en un separador de agua-vapor que se encuentra al nivel de temperatura de ebullición, se hace retornar entonces a través de una bomba de circulación de baja presión hacia la entrada del precalentador de baja presión y se añade al agua de alimentación fría. Mediante la selección adecuada del grado de sobrealimentación del vaporizador de baja presión y la cantidad de circulación unida a ello la temperatura mínima necesaria del medio en circulación puede regularse de manera ajustada en la entrada de la primera superficie de calentamiento de precalentador de baja presión. Una ventaja de esta variante de realización consiste en que, debido a la sobrealimentación, existe un caudal de vaporización comparativamente alto, que influye favorablemente a su vez en las propiedades de estabilidad de la corriente en el vaporizador de baja presión. No obstante, esta realización con respecto a la variante de realización especialmente preferida tiene la desventaja de que en este caso es necesario un equipamiento adicional (como bomba de circulación, válvulas de regulación etc.) para el circuito de circulación. Además, en esta forma de realización en toda la zona operacional, en la salida del vaporizador de baja presión en ningún momento no puede alcanzarse un sobrecalentamiento del medio en circulación, dado que el vaporizador de baja presión fundamentalmente en el funcionamiento en húmedo debe hacerse funcionar con un grado de sobrealimentación necesario para regular la temperatura mínima del medio en circulación en la entrada del precalentador de baja presión.

35

40

45

La invención va a explicarse ahora a modo de ejemplo mediante las siguientes figuras. Muestran:

- 50 figura 1 esquemáticamente un ejemplo de realización preferido de acuerdo con la invención de los niveles de baja presión de un generador de vapor vertical por recuperación de calor,
- figura 2 esquemáticamente un ejemplo de realización de acuerdo con la invención de un generador de vapor vertical por recuperación de calor con superficies de calentamiento distribuidas,
- figura 3-4 esquemáticamente dos ejemplos de realización de acuerdo con la invención adicionales.

55 La figura 1 muestra esquemáticamente la variante de realización preferida para garantizar la estabilidad de flujo de un sistema de baja presión de circulación forzada de un generador de vapor vertical por recuperación de calor. Este comprende un precalentador de condensado con una superficie de calentamiento de precalentador de condensado 20 dispuesto en un canal de gas caliente 1 por el que circula gas caliente y por el que circula un medio en circulación

(S), un precalentador de baja presión con una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión 30 dispuesta en el canal de gas caliente 1 y por la que circula medio en circulación S, así como una superficie de calentamiento de vaporizador de baja presión 40 dispuesta en el canal de gas caliente 1 y por la que circula medio en circulación S. La superficie de calentamiento de precalentador de baja presión 30 y la superficie de calentamiento de vaporizador de baja presión 40 están configuradas en este caso de modo que por ellas en un paso sucesivamente y sin compensación de presión adicional circula medio en circulación S. Además, la superficie de calentamiento de precalentador de baja presión 30 está dispuesta en el canal de gas caliente 1 en la dirección de gas caliente después de la superficie de calentamiento de precalentador de condensado 20.

Además, en un primer conducto de alimentación 24 del medio en circulación S hacia el precalentador de condensado está prevista una derivación 50 para la alimentación del precalentador de baja presión con una parte del medio en circulación S. Además, después de la derivación 50 en un segundo conducto de alimentación 34 hacia el precalentador de baja presión está prevista una válvula de regulación 35 que regula la cantidad del medio en circulación S derivado hacia el precalentador de baja presión. Además, en este caso para el precalentador de condensado está prevista una bomba de circulación 23, que a través de los conductos 25 y 27 y un primer punto de conexión 26 hace retornar el medio en circulación calentado en las superficies de calentamiento de precalentador de condensado al primer conducto de alimentación 24, en donde el primer punto de conexión 26 en el primer conducto de alimentación 24 está dispuesto antes de la derivación 50.

La figura 2 muestra un perfeccionamiento de la forma de realización anteriormente descrita de un generador de vapor vertical por recuperación de calor, no obstante con un precalentador de condensado de las dos superficies de calentamiento de precalentador de condensado 21 y 22 dispuestas en el canal de gas caliente 1 separadas espacialmente y por las que circula medio en circulación S sucesivamente. Además, en este caso el generador de vapor por recuperación de calor presenta un precalentador de baja presión, con dos superficies de calentamiento de precalentador de baja presión 31 y 32 dispuestas en el canal de gas caliente 1 separadas espacialmente y por las que circula medio en circulación S sucesivamente, así como un vaporizador de baja presión con al menos una superficie de calentamiento de vaporizador de baja presión 40 dispuesta en el canal de gas caliente 1 y por el que circula medio en circulación S a continuación de las superficies de calentamiento de precalentador de baja presión. De acuerdo con la invención está previsto que la primera superficie de calentamiento de precalentador de baja presión 31 por la que circula medio en circulación S está dispuesta en el canal de gas caliente 1 en la dirección de gas caliente detrás de la primera superficie de calentamiento de precalentador de condensado 21 y la segunda superficie de calentamiento de precalentador de baja presión 32 por la que circula medio en circulación S a continuación está dispuesta en la dirección de gas caliente entre la primera y la segunda superficie de calentamiento de precalentador de condensado 21 y 22. Además en un conducto de alimentación 24 del medio en circulación S al precalentador de condensado está prevista una derivación 50 para la alimentación del precalentador de baja presión con una parte del medio en circulación S, en donde la cantidad del medio en circulación S derivado se regula mediante una válvula de regulación 35. Al estar previsto para el precalentador de condensado además una bomba de circulación 23, para hacer retornar a través de un conducto 27 y un punto de conexión 26 hacia el conducto de alimentación 24 el medio en circulación calentado en las superficies de calentamiento de precalentador de condensado, y la derivación 50 está dispuesta aguas abajo de la conexión 26, ahora está disponibles para ambos sistemas un medio en circulación con casi el mismo nivel de temperatura.

La figura 3 y figura 4 muestran una configuración alternativa de un generador de vapor vertical por recuperación de calor. A diferencia de la realización mostrada en la figura 1 o figura 2 en este caso también para el circuito de precalentador de baja presión y de vaporizador de baja presión está prevista una bomba de circulación de baja presión 52 para hacer retornar a través de un separador de agua-vapor 60, un conducto de retorno 51 y un punto de conexión 53 hacia el segundo conducto de alimentación 34 el medio en circulación S que circula a través de las superficies de precalentador de baja presión y de vaporizador de baja presión y no vaporizado. Con ayuda de una sobrealimentación de vaporizador adecuada el caudal másico de circulación guiado a través de la bomba de circulación de baja presión 52 y el conducto de retorno 51 puede regularse precisamente de modo que se alcanza la temperatura deseada del medio en circulación S en la entrada en la primera superficie de calentamiento de precalentador de baja presión.

REIVINDICACIONES

1. Generador de vapor vertical por recuperación de calor cuyos niveles de baja presión están configurados como sistema de circulación forzada, que comprende

- 5 - un precalentador de condensado con al menos una superficie de calentamiento de precalentador de condensado (20,21,22) dispuesta en un canal de gas caliente (1) por el que circula gas caliente (H) y por el que circula un medio en circulación (S),
- un precalentador de baja presión con al menos una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión (30,31,32) dispuesta en el canal de gas caliente (1) y por la que circula medio en circulación (S),
- 10 - un vaporizador de baja presión con al menos una superficie de calentamiento de vaporizador de baja presión (40) dispuesta en el canal de gas caliente (1) y por la que circula medio en circulación (S),
- en donde por la al menos una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión (30,31,32) y la al menos una superficie de calentamiento de vaporizador de baja presión (40) en un paso sucesivamente y sin compensación de presión adicional circula medio en circulación (S) y en donde una primera (30,31) de la al menos una superficie de calentamiento de precalentador de baja presión en el canal de gas caliente (1) está dispuesta en la zona de la salida de canal de gas caliente y en la dirección de gas caliente después de una primera (20,21) de la al menos una superficie de calentamiento de precalentador de condensado o en la dirección de gas caliente en gran medida en la misma zona que la primera (20,21) de la al menos una superficie de calentamiento de precalentador de condensado.

2. Generador de vapor vertical por recuperación de calor según la reivindicación 1,

- 20 **caracterizado por que** el precalentador de condensado comprende dos superficies de calentamiento de precalentador de condensado (21,22) dispuestas en el canal de gas caliente (1) separadas espacialmente y por las que circula medio en circulación (S) sucesivamente y el precalentador de baja presión comprende dos superficies de calentamiento de precalentador de baja presión (31,32) dispuestas separadas espacialmente en el canal de gas caliente (1) y por las que circula medio en circulación (S) sucesivamente, en donde la primera superficie de calentamiento de precalentador de baja presión (31) por la que circula medio en circulación (S) está dispuesta en el canal de gas caliente (1) en la dirección de gas caliente después de la primera superficie de calentamiento de precalentador de condensado (21) y la segunda superficie de calentamiento de precalentador de baja presión (32) por la que circula medio en circulación (S) a continuación está dispuesta en la dirección de gas caliente entre la primera y la segunda superficie de calentamiento de precalentador de condensado (21,22).

3. Generador de vapor vertical por recuperación de calor según la reivindicación 1 o 2,

- 35 **caracterizado por que** en un primer conducto de alimentación (24) del medio en circulación (S) hacia el precalentador de condensado está prevista una derivación (50) para la alimentación del precalentador de baja presión con una parte del medio en circulación (S).

4. Generador de vapor vertical por recuperación de calor según la reivindicación 3,

- 40 **caracterizado por que** después de la derivación (50) en un segundo conducto de alimentación (34) hacia el precalentador de baja presión está prevista una válvula de regulación (35) que regula la cantidad del medio en circulación (S) derivado hacia el precalentador de baja presión.

5. Generador de vapor vertical por recuperación de calor según la reivindicación 3 o 4,

- 45 **caracterizado por que** para el precalentador de condensado está prevista además una bomba de circulación (23), que a través de conductos (25,27) y un primer punto de conexión (26) hace retornar el medio en circulación calentado en las superficies de calentamiento de precalentador de condensado hacia el primer conducto de alimentación (24), en donde el primer punto de conexión (26) está dispuesto en el primer conducto de alimentación (24) antes de la derivación (50).

6. Generador de vapor vertical por recuperación de calor según la reivindicación 1 o 2,

- 50 **caracterizado por que** para el precalentador de baja presión y el vaporizador de baja presión está prevista una bomba de circulación de baja presión (52), que a través de un separador de agua-vapor (60), un conducto de retorno (51) y un segundo punto de conexión (53) hace retornar el medio en circulación (S) que circula a través de las superficies de calentamiento de precalentador de baja presión y de vaporizador de baja presión (30,31,32,40) y no vaporizado hacia un segundo conducto de alimentación (34) hacia el precalentador de baja presión.

FIG 1

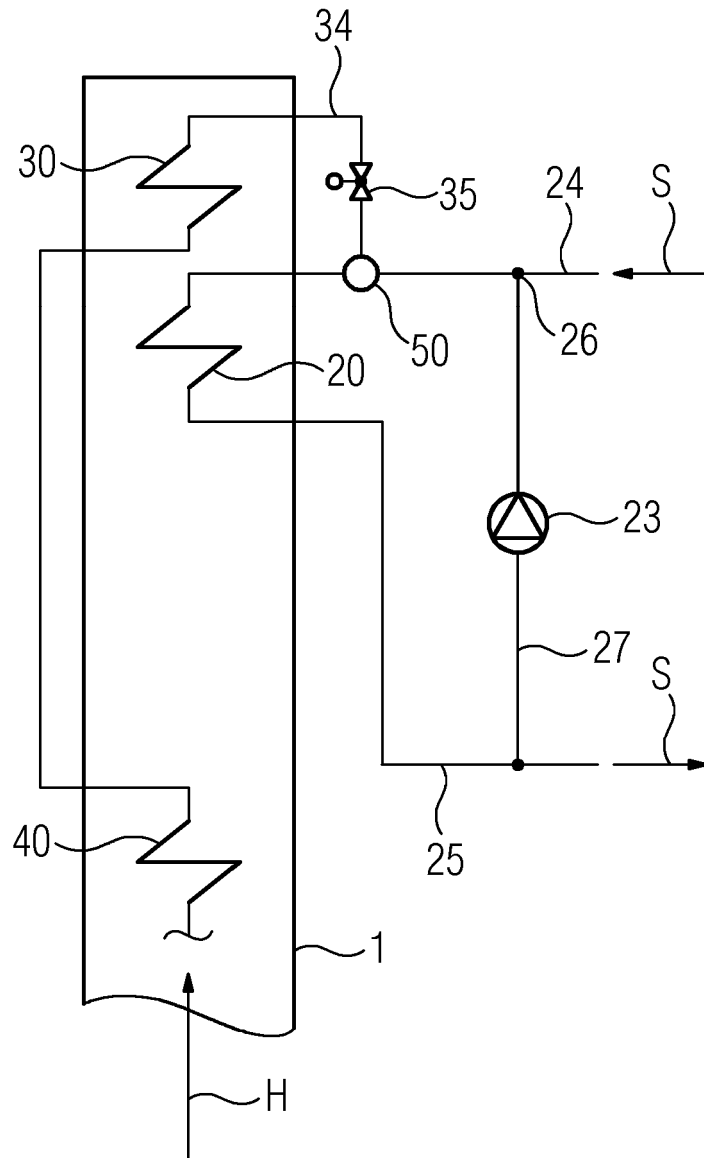


FIG 2

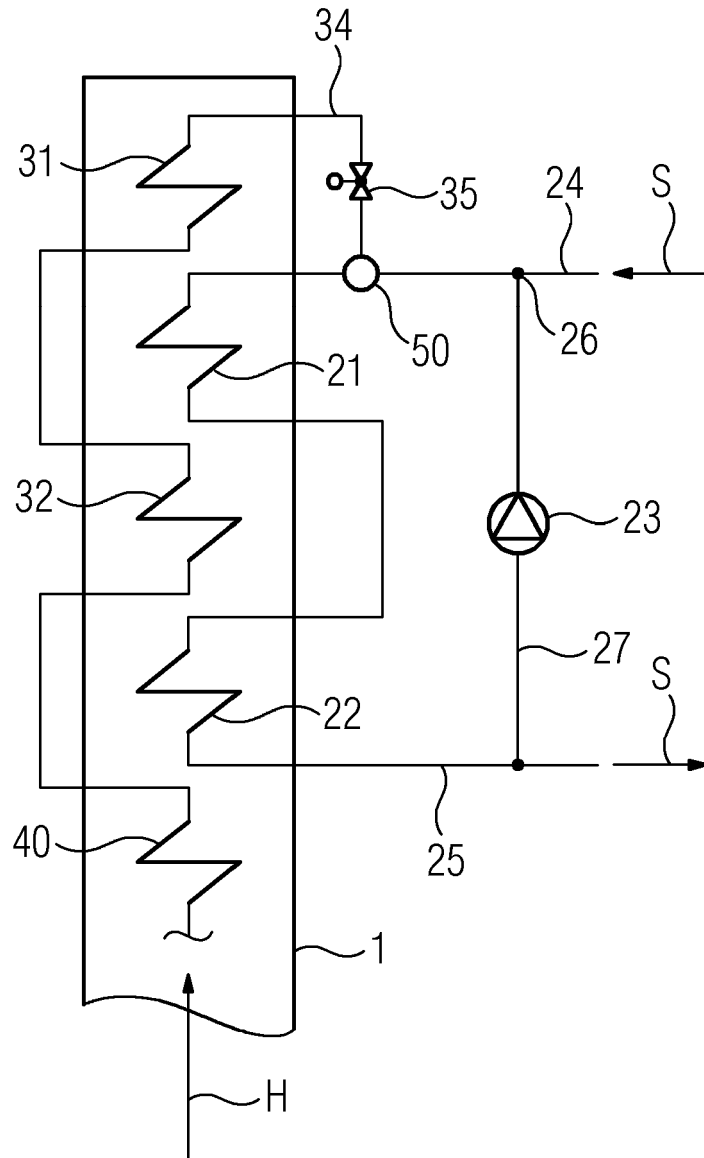


FIG 3

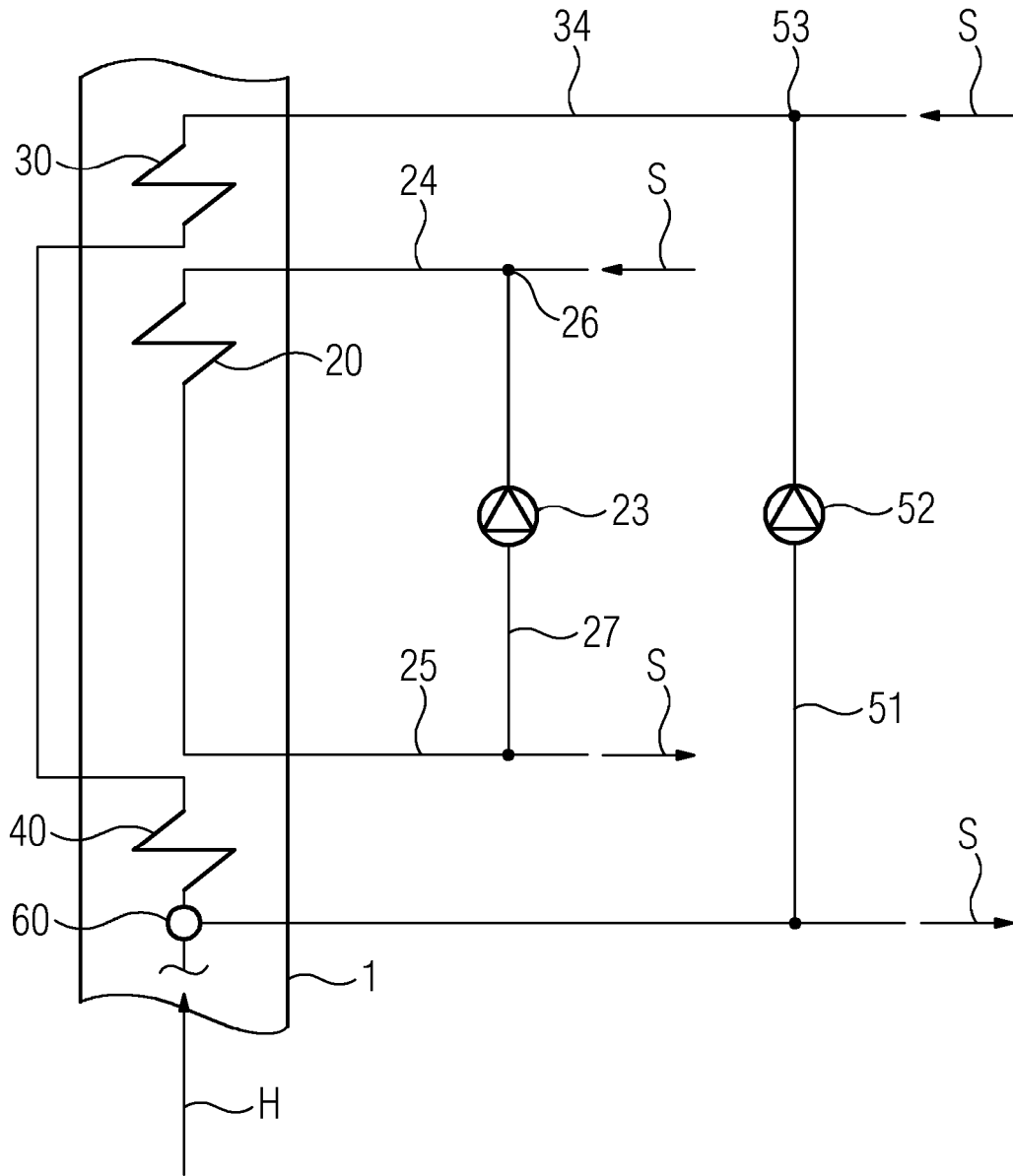


FIG 4

