

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 155**

51 Int. Cl.:

F22B 15/00 (2006.01)

F22B 21/00 (2006.01)

F22B 37/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2009 PCT/EP2009/061521**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.03.2010 WO10029033**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2009 E 09782665 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2324285**

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

30 Prioridad:

09.09.2008 EP 08015864

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

29.05.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BRÜCKNER, JAN;
FRANKE, JOACHIM;
SCHMIDT, HOLGER y
THOMAS, FRANK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 614 155 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 de recuperación de calor

5 La invención se refiere a un generador de vapor de recuperación de calor con un número de tubos evaporadores conectados en paralelo en el lado del medio de flujo, a continuación de los cuales está montado mediante un sistema de separación de agua un número de tubos recalentadores, comprendiendo el sistema de separación de agua un número de elementos de separación de agua, que están montados respectivamente cada uno a continuación de un número de tubos evaporadores y/o delante de un número de tubos recalentadores, comprendiendo cada uno de los elementos de separación de agua una pieza de tubo de entrada conectada con los tubos evaporadores montados respectivamente delante que, visto en su dirección longitudinal, se transforma en una
10 pieza de tubo de desviación de agua, derivando en la zona de transformación un número de piezas de tubo de evacuación, que están conectadas con un colector de entrada de los tubos recalentadores montados respectivamente a continuación.

15 Un generador de vapor de recuperación de calor es un intercambiador de calor que recupera calor de un flujo de gas caliente. Los generadores de vapor de recuperación de calor se usan por ejemplo en centrales térmicas de ciclo combinado, en las que los gases de escape calientes de una o varias turbinas de gas se conducen a un generador de vapor de recuperación de calor. El vapor generado en este se usa a continuación para el accionamiento de una turbina de vapor. Esta combinación produce energía eléctrica de una forma mucho más eficiente que solo una turbina de gas o de vapor.

20 Los generadores de vapor de recuperación de calor son clasificables con ayuda de múltiples criterios. Basándose en la dirección de flujo del flujo de gas, los generadores de vapor de recuperación de calor pueden dividirse por ejemplo en tipos de construcción verticales y horizontales. Además, existen generadores de vapor con una pluralidad de etapas de presión con diferentes estados térmicos de la mezcla de agua y vapor respectivamente contenida.

25 Los generadores de vapor pueden estar concebidos en general como generadores de vapor de circulación natural, circulación forzada o de circulación de paso continuo. En un generador de vapor de paso continuo, el calentamiento de los tubos evaporadores conduce a una evaporación total del medio de flujo en los tubos evaporadores en un paso. El medio de flujo, habitualmente agua, se alimenta tras su evaporación a los tubos recalentadores montados a continuación de los tubos evaporadores y se recalienta allí. La posición del punto final de evaporación, es decir, el punto de la transformación de un flujo con humedad residual en un flujo puro de vapor es variable y depende del modo de funcionamiento. En el funcionamiento a plena carga de un generador de vapor de paso continuo de este tipo, el punto final de evaporación está situado por ejemplo en una zona final de los tubos evaporadores, de modo que el recalentamiento del medio de flujo evaporado comienza ya en los tubos evaporadores.
30

35 A diferencia de un generador de vapor de circulación natural o forzada, un generador de vapor de paso continuo no está sometido a ninguna limitación de la presión, de modo que puede concebirse para presiones de vapor vivo muy por encima de la presión crítica de agua ($p_{crit.} \approx 221$ bar), a la que no pueden coexistir al mismo tiempo agua y vapor a ninguna temperatura, por lo que tampoco es posible una separación de fases.

40 Para garantizar un enfriamiento seguro de los tubos evaporadores, un generador de vapor de paso continuo de este tipo se hace funcionar en el funcionamiento a baja carga o durante el arranque habitualmente con un flujo mínimo de medio de flujo en los tubos evaporadores. Por lo tanto, el flujo mínimo de medio de flujo previsto según el funcionamiento en los tubos evaporadores no se evapora por completo durante el arranque o en el funcionamiento a baja carga en los tubos evaporadores, de modo que en un modo de funcionamiento de este tipo, al final de los tubos evaporadores aún quedan partes de medio de flujo no evaporado, es decir, una mezcla de agua y vapor.

45 Puesto que los tubos recalentadores montados a continuación de los tubos evaporadores del generador de vapor de paso continuo habitualmente no están concebidos para un paso comparativamente grande de medio de flujo no evaporado, los generadores de vapor de paso continuo están concebidos habitualmente de tal modo que también durante el arranque y en el funcionamiento a baja carga se evita con seguridad una entrada excesiva de agua en los tubos recalentadores. Para ello, los tubos evaporadores están conectados habitualmente mediante un sistema de separación de agua con los tubos recalentadores montados a continuación de los mismos. El separador de agua provoca aquí una separación en agua y en vapor de la mezcla de agua y vapor que sale durante el arranque o en el funcionamiento a baja carga de los tubos evaporadores. El vapor se alimenta a los tubos recalentadores montados a continuación del sistema de separación de agua, mientras que el agua separada se alimenta por ejemplo mediante una bomba de circulación nuevamente a los tubos evaporadores o se puede evacuar a través de un dispositivo de expansión.
50

55 El sistema de separación de agua puede comprender aquí múltiples elementos de separación de agua, que están integrados directamente en los tubos. En particular, cada uno de los tubos evaporadores conectados en paralelo puede tener asignado un elemento de separación de agua. Los elementos de separación de agua pueden seguir

estando realizados como llamados elementos de separación de agua en forma de T. Cada elemento de separación de agua en forma de T comprende respectivamente una pieza de tubo de entrada conectada con el tubo evaporador montado delante de la misma que, vista en su dirección longitudinal, se transforma en una pieza de tubo de desviación de agua, derivando en la zona de transformación una pieza de tubo de evacuación conectada con el tubo recalentador montado a continuación.

Gracias a este tipo de construcción, el elemento de separación de agua en forma de T está concebido para una separación por inercia de la mezcla de agua y vapor que entra desde el tubo evaporador montado delante en la pieza de tubo de entrada. Debido a su inercia comparativamente mayor, la parte de agua del medio de flujo que fluye en la pieza de tubo de entrada sigue fluyendo en el punto de transformación preferentemente en una prolongación axial de la pieza de tubo de entrada y llega por lo tanto a la pieza de tubo de desviación de agua y desde allí habitualmente a un recipiente colector conectado. La parte de vapor de la mezcla de agua y vapor que fluye en la pieza de tubo de entrada puede seguir, por el contrario, mejor una desviación forzada por su inercia comparativamente menor y fluye por lo tanto por la pieza de tubo de evacuación a la pieza de tubo de recalentamiento montada a continuación. Un generador de vapor de recuperación de calor concebido para el funcionamiento de paso continuo de este tipo de construcción se conoce por ejemplo por los documentos EP 1 701 090 A1 y EP 1 701 091 A1.

En un generador de vapor de paso continuo con un sistema de separación de agua concebido de este modo, gracias a la integración descentralizada de la separación de agua en los tubos individuales del sistema de tubos del generador de vapor de paso continuo, la separación de agua puede realizarse sin recogida previa del medio de flujo que sale de los tubos evaporadores. De este modo también es posible una transmisión directa del medio de flujo a un colector de entrada de los tubos recalentadores montados a continuación.

Además, debido la construcción, la transmisión de medio de flujo a los tubos recalentadores no está limitada al vapor, sino que ahora también puede transmitirse una mezcla de agua y vapor a los tubos recalentadores, sobrealimentándose los elementos de separación de agua. De este modo, el punto final de evaporación puede desplazarse en caso necesario al interior de los tubos recalentadores. De este modo puede conseguirse una flexibilidad especialmente elevada en el funcionamiento, también en el funcionamiento de arranque o a baja carga del generador de vapor de paso continuo. En particular, puede regularse la temperatura del vapor vivo en unos límites comparativamente grandes influyéndose en la cantidad del agua de alimentación.

No obstante, en los sistemas de este tipo ha de tenerse en cuenta que por la integración de la función de separación de agua en el interior de los tubos individuales se necesita precisamente en la zona del sistema de separación un número comparativamente elevado de piezas de tubo o elementos tubulares individuales.

Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de indicar un generador de vapor de recuperación de calor del tipo arriba indicado, que manteniendo una flexibilidad especialmente elevada en el funcionamiento conlleve un esfuerzo de construcción y reparación comparativamente reducido.

Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención estando dispuesto un elemento distribuidor en el lado del vapor, entre el elemento de separación de agua correspondiente y el colector de entrada de la superficie de calefacción dispuesta a continuación.

La invención parte del razonamiento de que debido a la separación de agua descentralizada, que en el tipo de construcción arriba descrito se realiza por separado en cada uno de los tubos evaporadores conectados en paralelo, un número comparativamente elevado de elementos de separación de agua en forma de T puede conducir a problemas de construcción en la aplicación a escala industrial. Por los problemas de espacio que puede conllevar la necesidad de alojar un número tan grande de elementos de separación de agua, un tipo de construcción de este tipo puede conllevar por el gran esfuerzo de construcción que va unido al mismo, también costes adicionales considerables y restricciones de los parámetros geométricos del generador de vapor de recuperación de calor.

Una reducción del esfuerzo constructivo del generador de vapor de recuperación de calor podría conseguirse mediante una concepción más sencilla del sistema de separación de agua. Para ello puede reducirse el número de los elementos de separación de agua usados. No obstante, para conseguir las ventajas de una separación de agua descentralizada, como por ejemplo la posibilidad de hacer pasar una mezcla de agua y vapor, debería mantenerse el tipo de construcción básico en forma de elementos de separación de agua en forma de T. La combinación de los dos conceptos anteriormente indicados puede conseguirse mediante la recogida del medio de flujo de respectivamente una pluralidad de tubos evaporadores en respectivamente un elemento de separación de agua.

No obstante, por un número reducido de elementos de separación de agua en forma de T, una transmisión directa en el lado del vapor a los colectores de entrada de los tubos recalentadores montados a continuación puede conducir a faltas de homogeneidad en la distribución entre los distintos tubos recalentadores. Para conseguir por lo tanto tras la salida del vapor o de la mezcla de agua y vapor del elemento de separación de agua en forma de T una

distribución homogénea entre los tubos recalentadores montados a continuación, está dispuesto un elemento distribuidor en el lado del vapor entre el elemento de separación de agua correspondiente y el colector de entrada.

5 De forma ventajosa, los parámetros geométricos de un número de tubos de salida se han elegido de tal modo que queda garantizada una distribución homogénea del flujo en el colector de entrada de los tubos recalentadores respectivamente montados a continuación. De este modo se consigue ya una entrada homogénea en el colector de entrada, que sigue correspondientemente en los tubos recalentadores montados a continuación. Los tubos de salida pueden presentar por ejemplo los mismos diámetros y pueden conducir a distancias regulares y uno paralelo al otro al interior del colector de entrada.

10 En una configuración ventajosa, el elemento distribuidor está concebido como distribuidor en estrella, es decir, comprende una placa deflectora, un tubo de entrada dispuesto en perpendicular a la placa deflectora y un número de tubos de salida dispuestos en forma de estrella alrededor de la placa deflectora en el plano de la misma. El agua que entra topa contra la placa deflectora y se distribuye de forma simétrica en perpendicular a la dirección de entrada y se conduce a los tubos de salida. En una configuración especialmente ventajosa, la placa deflectora es circular y los tubos de salida están dispuestos de forma concéntrica respecto al centro de la placa deflectora a distancias iguales de los tubos de salida respectivamente adyacentes. De este modo queda garantizada una distribución especialmente homogénea entre los distintos tubos de salida.

15 De forma ventajosa están previstos entre 5 y 20 tubos de salida por elemento distribuidor. Con un número más reducido ya no podría garantizarse una homogeneización suficiente de la entrada de vapor o de mezcla de agua y vapor en el colector de entrada, mientras que un número más elevado podría ser problemático en cuanto a la configuración geométrica del elemento distribuidor, en particular cuando este está concebido como distribuidor en estrella.

20 En caso de una realización del sistema de separación de agua como separadores en forma de T, existe la posibilidad de la sobrealimentación, es decir, la transmisión de la mezcla de agua y vapor a los tubos recalentadores. Unos flujos irregulares que se generan eventualmente en el proceso de evaporación se propagan por lo tanto a los elementos de separación de agua en forma de T y a los tubos recalentadores montados a continuación.

25 Los flujos turbulentos de este tipo pueden producirse en particular en forma de llamados slugs, que son causados por las diferentes velocidades de flujo del medio de flujo evaporado y no evaporado en los tubos. Se forma un movimiento a modo de ola, que provoca un caudal pulsante, que puede conducir a cargas mecánicas y térmicas de los elementos de separación de agua y también de los tubos recalentadores montados a continuación. Para evitarlo, deberían tomarse medidas contra la propagación posterior de las turbulencias de los tubos evaporadores a los elementos de separación de agua en forma de T y los tubos recalentadores montados a continuación. Esto debería hacerse aún antes de la entrada de la mezcla de agua y vapor en los elementos de separación de agua en forma de T. Para ello, en una configuración ventajosa está previsto respectivamente un amortiguador de turbulencias de flujo en las piezas de tubo de entrada de un número de elementos de separación de agua.

30 Las turbulencias en el sistema de tubos se generan entre otras cosas porque fluyen dos fases diferentes del medio de flujo, una en paralelo a la otra, por el sistema de tubos. En la superficie límite de las dos fases se producen remolinos en caso de haber velocidades de flujo muy diferentes, que conducen a un desplazamiento local rápido de la superficie límite entre las dos fases en forma de un movimiento a modo de ola.

35 En caso de un flujo turbulento especialmente fuerte, estas olas pueden volverse tan grandes que cierran toda la sección transversal del tubo formándose los llamados slugs, es decir, zonas con medio de flujo no evaporado y una masa grande, alternándose con zonas llenadas principalmente con vapor, con una masa sustancialmente inferior. Estos slugs generan una carga mecánica pulsante de todo el sistema de tubos. Para destruir estos slugs de forma selectiva y restablecer un flujo uniforme, los amortiguadores de turbulencias de flujo comprenden en una configuración ventajosa respectivamente un número de compartimentos, que cierran respectivamente una parte de la sección transversal del tubo. Los slugs se rompen en los compartimentos, se retiene una parte del agua y se distribuye en la zona dispuesta a continuación del slug, dominada sobre todo por vapor. Por lo tanto, se produce un alisado de las olas y se establece un funcionamiento sin pulsaciones gracias al alisado de los movimientos de las olas.

40 Para disponer los componentes necesarios para romper los slugs de forma funcional en los tubos montados delante de los elementos de separación de agua, debería conocerse la dirección en la que están dirigidos los movimientos de las olas que entran en los amortiguadores de turbulencias de flujo, además de ser predecibles. En particular, deberían suprimirse posibles movimientos de rotación de la mezcla de agua y vapor que entra, puesto que estos podrían dificultar el funcionamiento de los amortiguadores de turbulencias de flujo. Para ello, los amortiguadores de turbulencias de flujo presentan en la pared interior del tubo de forma ventajosa un número de perfiles guía orientados en la dirección principal del flujo del medio de flujo. Gracias a los perfiles guía se detiene un eventual movimiento de rotación de la mezcla de agua y vapor y la mezcla de agua y vapor se introduce en los

amortiguadores de turbulencias de flujo en una posición geométrica tal que estos pueden cumplir conforme a lo previsto con su función.

5 Para permitir una construcción especialmente sencilla de los amortiguadores de turbulencias de flujo, los amortiguadores de turbulencias de flujo pueden introducirse directamente en la fabricación de los tubos. Para ello, los amortiguadores de turbulencias de flujo están hechos de forma ventajosa de un material con una composición igual so similar al material de los tubos. Esto impide, además, una sollicitación mecánica excesiva de los tubos, que se formaría en caso de usarse materiales distintos para los tubos y los amortiguadores de turbulencias de flujo y/o los perfiles guía por las diferentes propiedades de dilatación térmica.

10 Las ventajas conseguidas con la invención son en particular que gracias a la disposición de un elemento distribuidor adicional en el lado del vapor entre el elemento de separación de agua correspondiente y el colector de entrada de las superficies de calefacción de los recalentadores montado a continuación se consigue una distribución homogénea del medio de flujo entre los tubos recalentadores, incluso con un número sustancialmente más reducido de los elementos de separación de agua. Es gracias a estas medidas que se abre la posibilidad de la reducción del número de elementos de separación de agua. Esto significa un esfuerzo de fabricación sustancialmente menor y una complejidad comparativamente menor del sistema de tubos del generador de vapor de recuperación de calor y se puede conseguir una flexibilidad especialmente elevada en el funcionamiento, también en el funcionamiento de arranque o a baja carga.

Con ayuda de un dibujo se explicará más detalladamente un ejemplo de realización de la invención. Allí muestran:

- 20 la Figura 1 el evaporador de un generador de vapor de recuperación de calor con recorrido de gases de humo horizontal en vista lateral,
- la Figura 2 el evaporador de un generador de vapor de recuperación de calor de la Figura 1 en una vista en planta desde arriba,
- la Figura 3 el evaporador de un generador de vapor de recuperación de calor de las Figuras 1 y 2 visto en la dirección del recorrido de gases de humo,
- 25 la Figura 4 el evaporador de un generador de vapor de recuperación de calor von recorrido de gases de humo vertical en vista lateral, Y
- la Figura 5 un elemento de separación de agua en forma de T.

Las piezas iguales están provistas de los mismos signos de referencia en todas las figuras.

30 La Figura 1 muestra la representación esquemática de un generador de vapor de recuperación de calor 1 con recorrido de gases de humo horizontal. El medio de flujo M se alimenta al sistema de tubos desde una bomba elevadora montada delante del mismo no detalladamente representada. En primer lugar entra en un número de colectores de entrada evaporadores 2, que se encargan de la distribución del medio de flujo M entre cuatro superficies de calefacción evaporadoras con tubos evaporadores 4, en los que tiene lugar a continuación una evaporación del medio de flujo. Dado el caso, también pueden estar montadas previamente otras superficie de calefacción evaporadoras o las superficies de calefacción pueden estar dispuestas en distintas configuraciones geométricas en el canal de gas de calentamiento.

40 Desemboca respectivamente un número de tubos evaporadores 4 en una pieza de tubo de transformación 10 común a través de un primer colector de salida evaporador 6 y un segundo colector de salida 8, estando dispuesto a continuación el elemento de separación de agua en forma de T 12. El elemento de separación de agua en forma de T comprende una pieza de tubo de entrada 14 que, visto en su dirección longitudinal, se transforma en una pieza de tubo de desviación de agua 16, derivando en la zona de transformación una pieza de tubo de evacuación 18. La pieza de tubo de desviación de agua 16 desemboca en un conducto de purga 20, a continuación del cual está montado un recipiente colector 22 en el exterior del canal de gases de humo. Con el recipiente colector 22 está conectada una válvula de salida 24, mediante la cual el agua evacuada puede desecharse o volver a alimentarse al circuito de evaporación.

50 El medio de flujo M entra a través de la pieza de tubo de entrada 14 en el elemento de separación de agua en forma de T 12. La parte de agua W fluye por su inercia de masa a la pieza de tubo de desviación de agua 16 montado a continuación visto en la dirección longitudinal. El vapor D, por el contrario, sigue por su menor masa la desviación a la pieza de tubo de evacuación 18 forzada por las condiciones de las presiones. A continuación de la pieza de tubo de evacuación 18 están montados los tubos recalentadores 26 en dos superficies de calefacción recalentadoras a través de un colector de entrada recalentador 28. Los tubos recalentadores 26 desembocan finalmente en un colector de salida recalentador 30. Allí se recoge el vapor D y se alimenta a través de la salida de vapor 32 a su posterior uso; habitualmente está previsto un dispositivo no detalladamente mostrado en la Figura 1, como por ejemplo una turbina de gas.

En caso necesario, la válvula de salida 24 puede cerrarse provocándose así una sobrealimentación de los elementos de separación de agua en forma de T 12. De este modo entra agua W aún no evaporada en los tubos

recalentadores 26, de modo que estos pueden usarse para seguir evaporando, es decir, el punto final de evaporación puede desplazarse al interior de los tubos recalentadores, lo que permite una flexibilidad comparativamente mayor en el funcionamiento del generador de vapor de recuperación de calor 1.

5 Para permitir una construcción especialmente sencilla del generador de vapor de recuperación de calor 1, debería usarse un número comparativamente reducido de elementos de separación de agua en forma de T 12. Para compensar las faltas de homogeneidad que se forman de este modo respecto a la distribución entre los tubos recalentadores y llegar a permitir, por lo tanto, una configuración de este tipo, entre los elementos de separación de agua en forma de T están intercalados elementos distribuidores 34 a modo de distribuidores en estrella. Estos hacen que haya una distribución previa del medio de flujo M en caso de una sobrealimentación de los elementos de separación de agua en forma de T 12 entre los colectores de entrada recalentadores 28.

El funcionamiento de los elementos distribuidores 34 en forma de distribuidores en estrella se ve en la vista en planta desde arriba del generador de vapor de recuperación de calor 1 según la Figura 2. Además, pueden verse los primeros y segundos colectores de salida evaporadores 6, 8, así como los elementos de separación de agua en forma de T 12, el conducto de purga 20 y el recipiente colector 22.

15 En los elementos distribuidores 34 realizados como distribuidores en estrella, el medio de flujo M topa contra la placa deflectora circular y rebota desde allí a tubos de salida 36 dispuestos allí en forma de estrella, de forma concéntrica y simétrica. Gracias a la disposición simétrica de los ocho tubos de salida 36 del ejemplo de realización mostrado, se hace pasar a cada tubo de salida 36 aproximadamente la misma cantidad de medio de flujo M. Estos desembocan a distancias iguales en los colectores de entrada recalentadores 28, de modo que ya tiene lugar una distribución previa del medio de flujo M a lo largo de toda la anchura de los colectores de entrada recalentadores 28.

20 La posterior introducción desde el colector de entrada recalentador 28 a los tubos recalentadores 26 se ve claramente con ayuda de la Figura 3, que muestra el generador de vapor de recuperación de calor 1 desde la dirección de la entrada de los gases de humo. Pueden verse el segundo colector de salida evaporador 8, además los elementos de separación de agua en forma de T 12, el conducto de purga 20, el recipiente colector 22 con la válvula de salida 24, así como los elementos distribuidores 34 con los tubos de salida 36, que desembocan en los colectores de entrada recalentadores 28.

30 La Figura 3 muestra aquí claramente las ventajas de la distribución previa: Gracias a los elementos distribuidores 34, el medio de flujo M se distribuye mediante los respectivamente ocho tubos de salida ya homogéneamente a lo largo de toda la anchura de cada colector de entrada recalentador 28. En caso de una introducción directa del medio de flujo M mediante un único conducto por elemento de separación de agua en forma de T 12, el medio de flujo M no podría distribuirse homogéneamente entre los colectores de entrada recalentadores 28, puesto que estos no son adecuados para una distribución homogénea de este tipo desde por ejemplo un solo conducto de alimentación, debido a la anchura de la superficie de calefacción recalentadora.

35 La Figura 4 muestra una forma de realización alternativa, es decir, un generador de vapor de recuperación de calor 1 con una dirección de gases de humo vertical en una vista lateral. Los componentes y la función de los mismos son sustancialmente idénticos con los del generador de vapor mostrado en las Figuras 1 a 3; solo los tubos evaporadores 4 y los tubos recalentadores 26 están dispuestos en la dirección horizontal. Los tubos evaporadores 4 pasan en espiras varias veces por el canal de gas de calentamiento.

40 Gracias al número más reducido de elementos de separación de agua en forma de T 12, cada uno de estos elementos está dimensionado de forma comparativamente más grande. Para evitar una carga mecánica comparativamente grande de estos elementos de separación de agua en forma de T y de los tubos recalentadores 4 montados a continuación de los mismos en caso de una solicitación más grande con medio de flujo M, en una zona montada delante de los elementos de separación de agua en forma de T 12 están previstos amortiguadores de turbulencias de flujo 38. Estos pueden estar fijados por ejemplo en una zona de salida de los tubos evaporadores 4; en el ejemplo de realización mostrado, están introducidos en la pieza de tubo de entrada 14 del elemento de separación de agua en forma de T 12, que se muestra de forma aislada en la Figura 5.

45 Los amortiguadores de turbulencias de flujo 38 pueden comprender por ejemplo un número de compartimentos o perfiles guía, que pueden estar hechos del mismo material que la pieza de tubo de entrada 14. Además, respecto a sus parámetros geométricos, pueden estar adaptados a las condiciones de flujo locales previstas en el funcionamiento.

50 Gracias al amortiguador de turbulencias de flujo 38 se reducen slugs y otros flujos turbulentos y se reduce la carga mecánica de los componentes montados a continuación. Por lo tanto, en particular en las zonas acodadas en la dirección perpendicular de la pieza de tubo de evacuación 18 y de la pieza de tubo de desviación de agua 16 es posible un funcionamiento sin pulsaciones, también en caso de un dimensionado comparativamente grande de los elementos de separación de agua en forma de T 12.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Generador de vapor de recuperación de calor (1) con un número de tubos evaporadores (4) conectados en paralelo en el lado del medio de flujo, a continuación de los cuales está montado mediante un sistema de separación de agua un número de tubos recalentadores (26), comprendiendo el sistema de separación de agua un número de elementos de separación de agua (12), de los que está montado respectivamente cada uno a continuación de un número de tubos evaporadores (4) y/o delante de un número de tubos recalentadores (26), comprendiendo cada uno de los elementos de separación de agua (12) una pieza de tubo de entrada (14) conectada con los tubos evaporadores (4) montados respectivamente delante, la cual, visto en su dirección longitudinal, se transforma en una pieza de tubo de desviación de agua (16), derivando en la zona de transformación un número de piezas de tubo de evacuación (18), **caracterizado por que** las piezas de tubo de evacuación (18) están conectadas con un colector de entrada (28) de los tubos recalentadores (26) respectivamente montados a continuación y estando dispuesto un elemento distribuidor (34) en el lado del vapor, entre el elemento de separación de agua (12) correspondiente y el colector de entrada (28).
- 10
- 15 2. Generador de vapor de recuperación de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el elemento distribuidor (34) correspondiente comprende una placa deflectora, un tubo de entrada dispuesto en perpendicular a la placa deflectora y un número de tubos de salida (36) dispuestos en forma de estrella alrededor de la placa deflectora en el plano de la misma.
- 20 3. Generador de vapor de recuperación de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la placa deflectora es circular y los tubos de salida (36) están dispuestos de forma concéntrica respecto al centro de la placa deflectora a distancias iguales de los tubos de salida (36) adyacentes correspondientes.
- 25 4. Generador de vapor de recuperación de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento distribuidor (34) correspondiente comprende entre cinco y 20 tubos de salida (36).
5. Generador de vapor de recuperación de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que en las piezas de tubo de entrada (14) de un número de elementos de separación de agua (12) está previsto respectivamente un amortiguador de turbulencias de flujo (38).
- 30 6. Generador de vapor de recuperación de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el amortiguador de turbulencias de flujo (38) comprende respectivamente un número de compartimentos, que cierran respectivamente una parte de la sección transversal del tubo.
7. Generador de vapor de recuperación de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que el amortiguador de turbulencias de flujo (38) presenta en la pared interior del tubo un número de perfiles guía orientados en la dirección principal del flujo del medio de flujo.
- 35 8. Generador de vapor de recuperación de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, en el que los amortiguadores de turbulencias de flujo (38) están hechos de un material con una composición igual o similar al material de los tubos.

FIG 1

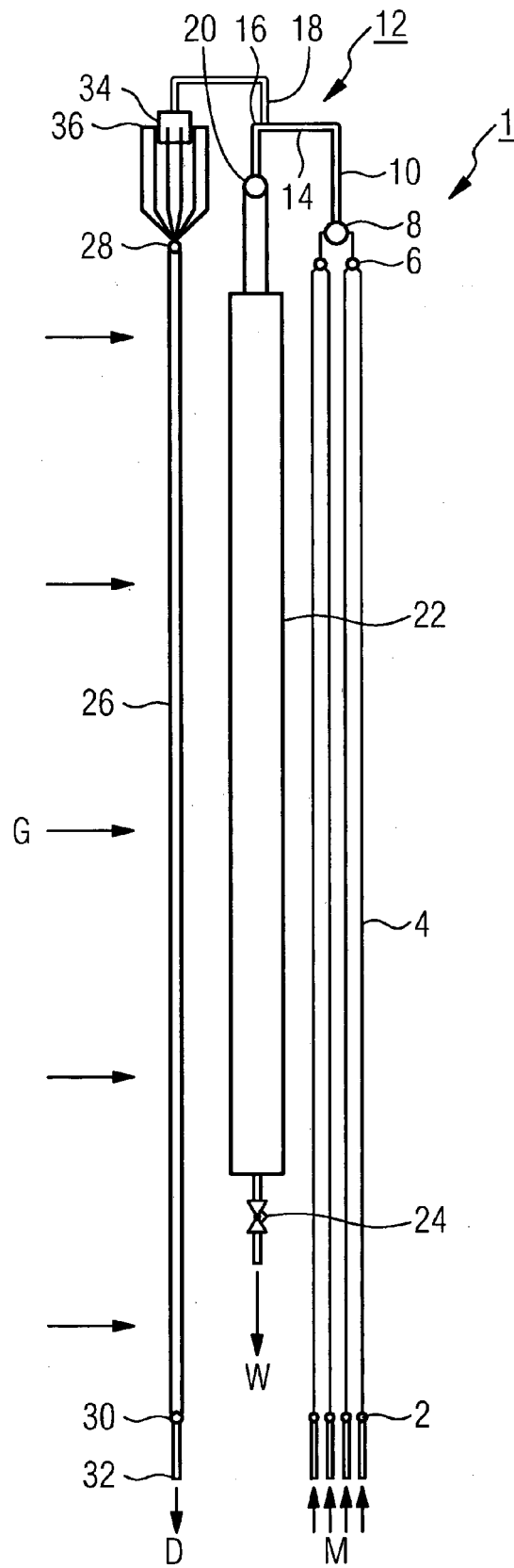


FIG 2

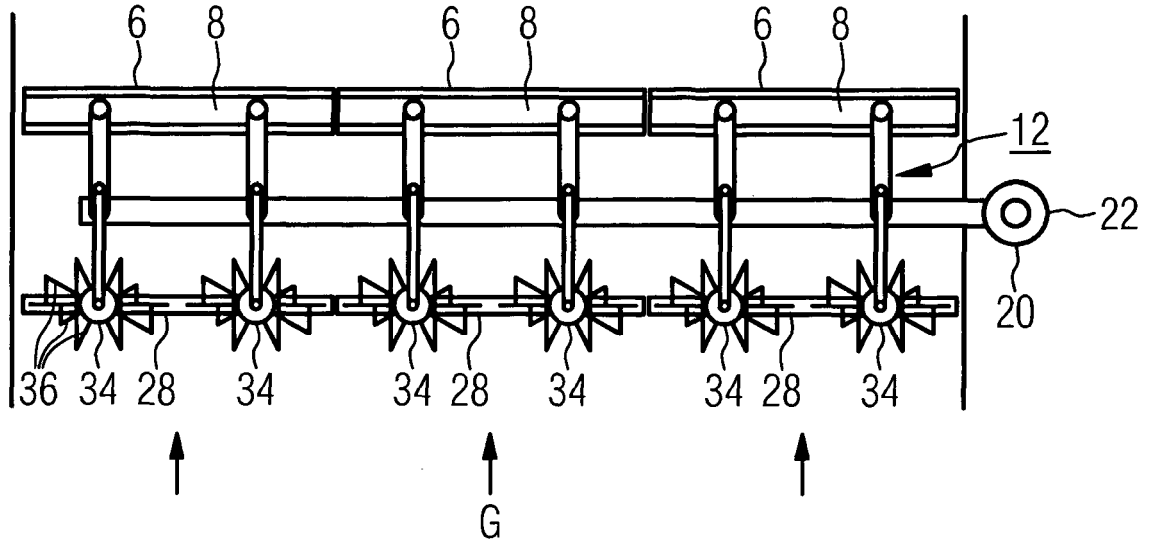


FIG 3

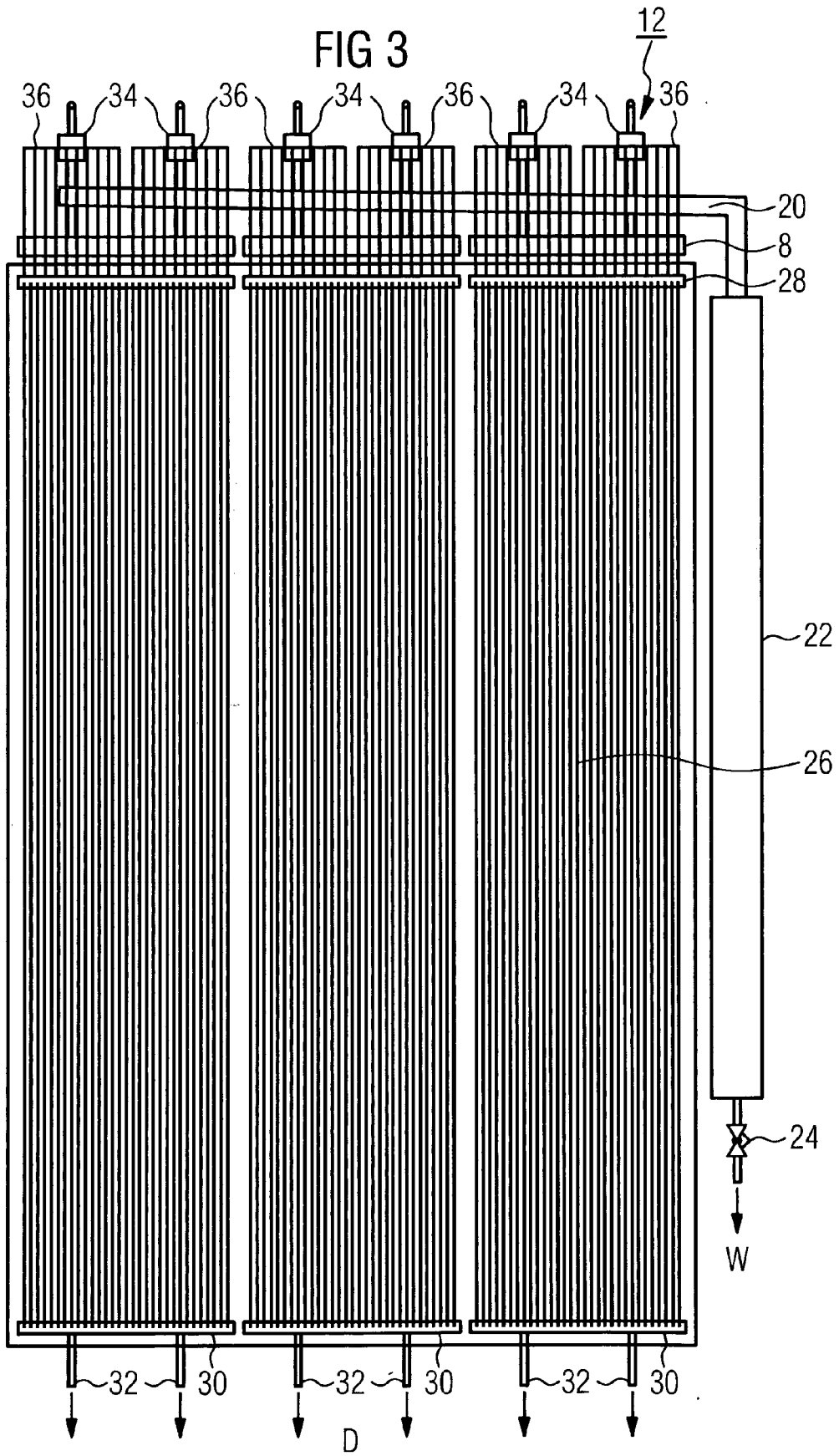


FIG 4

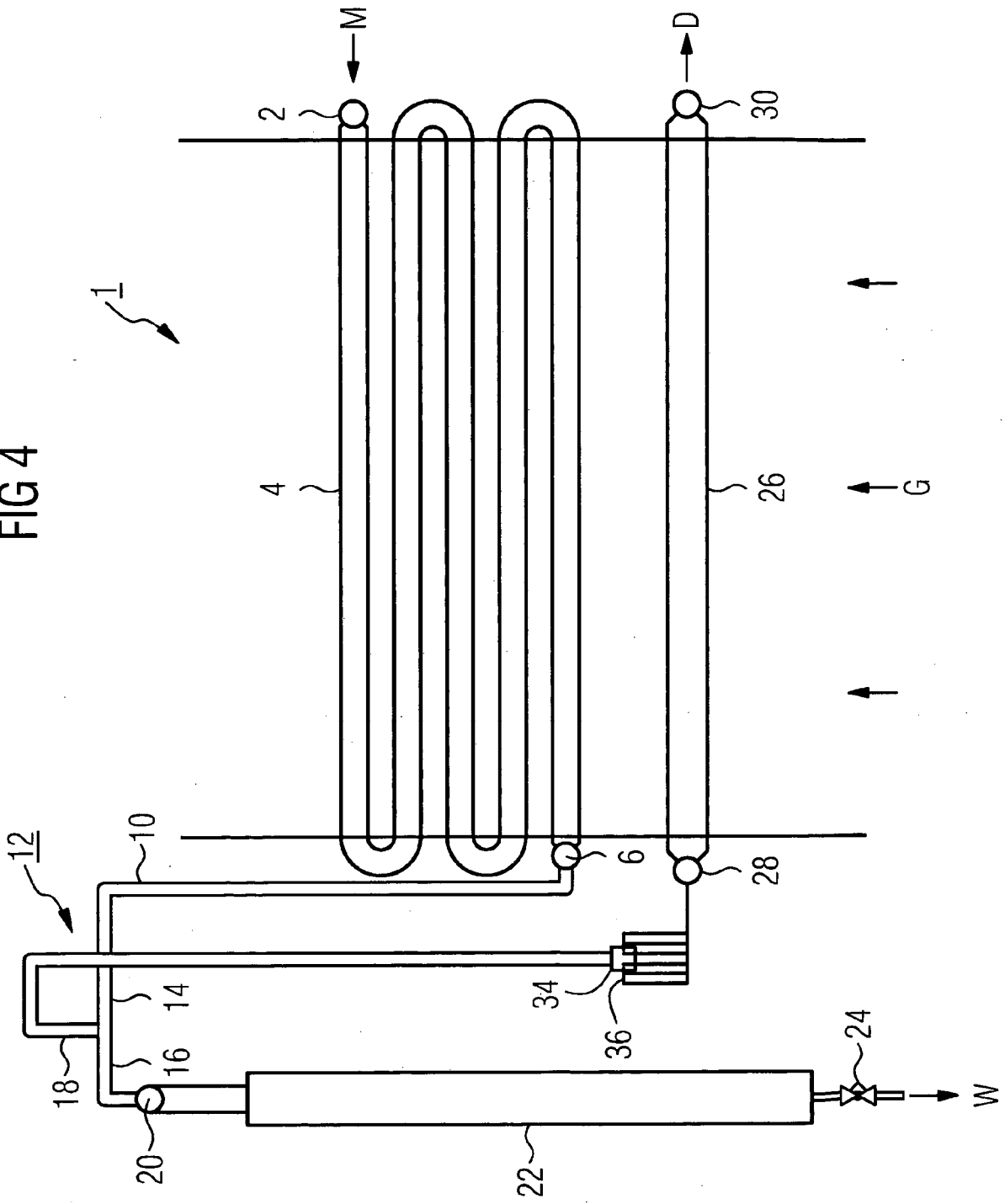


FIG 5

