

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 995**

51 Int. Cl.:

**F28D 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.05.2011 PCT/GB2011/050991**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2011 WO2011148178**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2011 E 11729653 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2577206**

54 Título: **Unidad de intercambio de calor**

30 Prioridad:

**26.05.2010 GB 201008806**

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

**02.06.2017**

73 Titular/es:

**HEAT RECOVERY SOLUTIONS LIMITED (100.0%)  
Boundary House, Boston Road  
London W7 2QE, GB**

72 Inventor/es:

**WICKHAM, MARK**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 614 995 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

Unidad de intercambio de calor

5 La presente invención se refiere a una unidad de intercambio de calor dispuesta para recuperar energía de gas de escape y un método de reacondicionamiento de una unidad de fuente de calor de proceso ejemplificada por una turbina de gas de ciclo sencillo, para convertirla en ciclo combinado. En particular, pero no exclusivamente, la invención se refiere a una unidad de intercambio de calor asociada con una central eléctrica, que es normalmente una turbina de gas y/o motor de gas/diesel o similar, dispuesta para extraer calor del gas de escape.

10 Los intercambiadores de calor usados para recuperar calor de tal gas de escape de central eléctrica a menudo son algo grandes y voluminosos en su diseño. Por consiguiente, a menudo se diseñan para transportarse en forma de componente y ensamblarse *in situ*. Adicionalmente, no están optimizados de manera eficaz para el espacio y la conexión sencilla a la turbina de gas o motor de gas/diesel. Estas limitaciones de diseño llevan al requisito de superficie cubierta adicional y aumento de costes de transporte, montaje, pruebas, y mantenimiento. Estas dificultades a veces llevan a que los operarios opten por ciclo sencillo (sin recuperación de calor), que es considerablemente menos eficaz que un ciclo combinado y en el que gas de escape caliente se purga directamente a la atmósfera. Históricamente, las centrales eléctricas de ciclo sencillo pueden haberse instalado cuando había menos preocupaciones medioambientales y el consumo de combustible no era crítico.

20 También se reconocen problemas adicionales en la industria. La distribución de flujo irregular en el gas de escape de central eléctrica suministrado al intercambiador de calor (por ejemplo una velocidad de flujo hacia delante de 120 m/s a un reflujo de 20 m/s en el mismo conducto) puede provocar daños a los tubos de intercambio de calor, revestimientos, amortiguadores, quemadores y otros equipos de la planta. El daño puede provocarse por vibración excesiva, oscilaciones, o similares. El remedio estándar ha sido proporcionar conductos más largos con una sección transversal aumentada para permitir que las velocidades superiores se reduzcan de manera natural con la distancia. De nuevo, sin embargo esto da como resultado en el uso ineficaz del espacio y costes aumentados. Alternativamente los componentes pueden hacerse significativamente más fuertes y más duraderos, pero esto requiere materiales y fabricación más caros y aumenta el peso.

30 A veces es deseable que los intercambiadores de calor conviertan energía de calor adicional, en comparación con la cantidad de calor presente en el escape que sale de la central eléctrica, para aumentar la producción del proceso de intercambio de calor. En sistemas usados en la actualidad esto a menudo se logra mediante un quemador de conducto, que calienta los gases de escape calientes adicionalmente después de que han salido de la central eléctrica y antes de que entren en el intercambiador de calor. La cantidad de producción adicional que puede ganarse de este modo está limitada sin embargo; los gases de escape ya están a una temperatura relativamente alta que puede ser próxima a la tolerancia de temperatura máxima del intercambiador de calor, revestimientos y componentes internos.

35 El documento US 3.302.705 (A) da a conocer un intercambiador de calor que comprende un colector principal, una carga flotante y conductos tubulares que interconectan el colector principal y de retorno flotante. El colector principal incluye una cámara que se divide en una zona de entrada y una zona de salida. Se proporcionan medios de conducto de entrada para alimentar de fluido a la zona de entrada; y medios de conducto de salida eliminan fluido de la zona de salida. El colector de retorno flotante incluye una cámara. Al menos un conducto tubular conecta la zona de entrada de la cámara del colector principal a la cámara del colector de retorno flotante; y al menos otro conducto tubular conecta la cámara del colector de retorno flotante a la zona de salida de la cámara del colector principal.

45 El documento GB 962.561 (A) da a conocer estufas de calentamiento de aire u otros gases en los que un recuperador para medios gaseosos comprende un cilindro exterior en el que están montados tubos verticales que se extienden entre conductos colectores y distribuidores anulares, disponiéndose los tubos en dos o más anillos concéntricos en los que los tubos de un anillo están circunferencialmente al tresbolillo con respecto a los del anillo o anillos adyacente(s) y se calientan mediante gases de combustión de un quemador de aceite o gas. Los gases de combustión se proyectan tangencialmente al interior del cilindro a través de una entrada y se extraen a través de una salida axial. El gas que va a calentarse se suministra a través de la entrada al espacio entre elementos curvados, y tras el paso por tubos fluye a una salida que está situada en una tubería y está conectada al conducto colector mediante un tubo flexible que absorbe la expansión térmica. El cilindro se compone de mampostería encerrada por una cubierta de chapa de acero.

50 El documento US-2.091.119 da a conocer un intercambiador de calor según el preámbulo de la reivindicación 1.

55 Según un primer aspecto de la invención se proporciona una unidad de intercambio de calor adaptada para poder conectarse a una turbina de gas y dispuesta, en uso, para recuperar energía del gas de escape de una turbina de gas a la que la unidad está unida, comprendiendo la unidad de intercambio de calor un conducto de entrada que en uso está en conexión de fluidos con la turbina de gas y un conducto de intercambio de calor conectado al conducto de entrada en la que el conducto de entrada y el conducto de intercambio de calor tienen ejes longitudinales sustancialmente perpendiculares de modo que en uso se entrega gas al conducto de intercambio de calor en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del conducto de intercambio de calor y el conducto de

- 5 entrada de gas se posiciona de modo que se introduce gas tangencialmente al interior del conducto de intercambio de calor. El conducto de intercambio de calor comprende una cámara de disipación de velocidad, un conducto central que es uno de un conducto de mantenimiento y un conducto de derivación, una cámara de intercambio de calor dispuesta alrededor del conducto central, y un conjunto de intercambio de calor helicoidal situado dentro de la cámara de intercambio de calor para recuperar calor del gas de escape. El gas de escape se entrega a través del conducto de entrada de gas a una parte de la zona de perímetro interior de la cámara de disipación de velocidad en la que corrientes de gas que circulan a alta velocidad disipan su energía cinética de manera controlada antes de moverse a través del conducto de intercambio de calor y sobre el conjunto de intercambio de calor helicoidal.
- 10 El conducto de mantenimiento puede de manera conveniente sustituir a un conducto de derivación cuando éste no se requiere (por ejemplo cuando la unidad de intercambio de calor es un generador de vapor). El conducto de mantenimiento puede permitir que el mantenimiento y/o la inspección se lleven a cabo en el sistema de intercambio de calor en un entorno controlado, sin necesidad de que la unidad de intercambio de calor esté situada dentro de un edificio. El conducto de mantenimiento puede dimensionarse para permitir que una persona acceda al mismo; por ejemplo puede dimensionarse para permitir que una persona entre en el conducto de mantenimiento e inspeccione el interior del mismo.
- 15 Según un segundo aspecto de la invención, descrito pero no reivindicado, pueden situarse al menos dos conjuntos de intercambio de calor dentro del conducto de intercambio de calor y entre los al menos dos conjuntos de intercambio de calor hay un mecanismo de calentamiento.
- El mecanismo de calentamiento puede ser por ejemplo un quemador o elementos eléctricos.
- 20 Una disposición tal puede permitir la conversión de calor potenciada. Esto puede ser particularmente útil cuando puede requerirse un aumento en la conversión de calor a pesar de una pérdida potencial en la eficacia que surge del consumo de combustible adicional en el mecanismo de calentamiento.
- Se apreciará que uno cualquiera de los aspectos primero y segundo puede combinarse con uno o ambos de los otros aspectos. Teniendo esto en cuenta, las siguientes realizaciones pueden combinarse con uno o más de los aspectos descritos anteriormente, en los que las características descritas en dichas realizaciones también están presentes en dicho aspecto o combinación de aspectos.
- 25 Cuando se proporciona un conducto de mantenimiento, este puede ser sustancialmente cilíndrico. En vista del conjunto de intercambio de calor, esto puede proporcionar una solución de uso eficiente del espacio por la que el conducto de mantenimiento proporciona suficiente espacio para el acceso, pero que no necesita un aumento innecesario en el tamaño de la unidad de intercambio de calor.
- 30 En algunas realizaciones el conducto de intercambio de calor y el conducto de mantenimiento son sustancialmente coaxiales. De nuevo, esto puede proporcionar una solución de uso eficiente del espacio por la que el conducto de intercambio de calor y el conjunto de intercambio de calor necesitan solamente el aumento requerido mínimo en el tamaño de la unidad de intercambio de calor.
- 35 En algunas realizaciones se proporcionan tuberías y colectores para el suministro a y/o salida del conjunto de intercambio de calor en el conducto de mantenimiento.
- En algunas realizaciones el conducto de mantenimiento proporciona el acceso a las tuberías y colectores para su inspección y mantenimiento. De este modo, la inspección y el mantenimiento pueden llevarse a cabo en un entorno controlado (por ejemplo sin que inclemencias meteorológicas dificulten el trabajo). Adicionalmente el conducto de mantenimiento puede significar que el acceso a las tuberías y colectores mejore significativamente.
- 40 En algunas realizaciones el conducto de mantenimiento está dotado de medios de acceso vertical para pasar sustancialmente la altura completa del conducto de mantenimiento. Por tanto puede proporcionarse una escalera o ascensor por ejemplo dentro del conducto de mantenimiento para ayudar con la inspección y/o el mantenimiento.
- 45 En algunas realizaciones el conducto de mantenimiento proporciona soporte estructural para la unidad de intercambio de calor. Esto puede reducir o eliminar la carga estructural colocada en el conducto de intercambio de calor, que puede facilitar la flexibilidad con respecto a materiales usados y el diseño de la unidad de intercambio de calor global.
- 50 En algunas realizaciones el conducto de mantenimiento actúa como un deflector para el gas que entra a través del conducto de entrada de gas, para alterar la distribución de flujo de gas. Esto puede ayudar a mejorar la distribución de flujo de gas.
- En algunas realizaciones el conducto de entrada de gas está dotado de al menos un quemador de conducto. Esto puede permitir la conversión de calor potenciada en la unidad de intercambio de calor.
- El conducto de entrada de gas posicionado para introducir el gas tangencialmente a una parte del perímetro interior del conducto de intercambio de calor mejora la distribución de flujo y reduce la contrapresión. Específicamente la

entrada de gas tangencial crea corrientes de gas que circulan a alta velocidad que disipan su energía cinética de manera controlada, antes de moverse a través del conducto de intercambio de calor.

5 En algunas realizaciones los conjuntos de intercambio de calor primero y segundo y el mecanismo de calentamiento se posicionan de modo que el gas de escape cae a una temperatura entre 250°C y 350°C antes de alcanzar el mecanismo de calentamiento. En algunas realizaciones los dos conjuntos de intercambio de calor y el mecanismo de calentamiento se posicionan de modo que el gas de escape cae a una temperatura de aproximadamente 300°C antes de alcanzar el mecanismo de calentamiento.

10 Tales disposiciones pueden proporcionar un sistema eficaz. Una gran cantidad de la energía térmica portada por el gas que entra a través del conducto de entrada de gas de escape se recupera mediante el primer conjunto de intercambio de calor. A continuación, a las temperaturas descritas, el gas todavía puede estar lo suficientemente caliente (con el contenido de oxígeno dado en el gas) para permitir la combustión en el mecanismo de calentamiento. El mecanismo de calentamiento puede entonces recalentar el gas para aproximarse a la tolerancia de temperatura segura máxima de la unidad de intercambio de calor, los revestimientos y los elementos internos, con lo que el segundo conjunto de calor recupera la energía térmica del gas recalentado. El primer conjunto de 15 intercambio de calor también puede ayudar a eliminar el flujo turbulento del gas de escape para que el flujo sea más regular cuando alcanza el o cada mecanismo de calentamiento. El experto en la técnica apreciará que el flujo turbulento puede provocar problemas con tales mecanismos de calentamiento y potencialmente extinguir las llamas de los mismos.

20 En algunas realizaciones el mecanismo de calentamiento eleva la temperatura del gas de escape a entre 700°C y 800°C. En algunas realizaciones el mecanismo de calentamiento eleva la temperatura del gas de escape a aproximadamente 760°C. Estas temperaturas pueden ser próximas a la tolerancia de temperatura máxima de materiales tales como acero inoxidable que puede usarse en la unidad de intercambio de calor.

25 En algunas realizaciones el mecanismo de calentamiento es un quemador de anillo. En vista de su forma un quemador de anillo puede ser particularmente apropiado cuando el conducto de intercambio de calor es cilíndrico (tiene una sección transversal circular).

En algunas realizaciones el conducto de entrada de gas no está dotado de un quemador. Esto puede permitir que el conducto de entrada de gas sea más corto, por tanto disminuyendo potencialmente la distancia entre la fuente del gas de escape y la unidad de intercambio de calor, haciendo que todo el sistema sea más eficiente en espacio.

El conjunto de intercambio de calor helicoidal permite un recorrido compacto de tubos.

30 En algunas realizaciones el gas de escape se produce mediante una turbina de gas.

35 En algunas realizaciones la unidad de intercambio de calor es un generador de vapor de un solo paso. Tal como se apreciará, realizaciones de la presente invención pueden proporcionar una solución de uso eficiente del espacio para la recuperación de calor. El uso con un generador de vapor de un solo paso (que también es una tecnología de uso eficiente de espacio) puede por tanto ser ventajoso para que el sistema global tenga un uso del espacio pequeño.

En algunas realizaciones la unidad de intercambio de calor es sustancialmente resistente a la intemperie. Esto puede ser ventajoso porque entonces puede que no sea necesario alojar la unidad de intercambio de calor dentro de un edificio. Adicionalmente esto puede hacer que la inspección y el mantenimiento de la unidad de intercambio de calor sean más fáciles y seguros.

40 En algunas realizaciones la unidad de intercambio de calor tiene un diámetro de aproximadamente entre 2,6 m y 8m.

En algunas realizaciones el conducto de intercambio de calor es sustancialmente cilíndrico. Esto puede ser especialmente adecuado en vista del uso, en algunas realizaciones, de uno o más conjuntos de intercambio de calor helicoidales, y puede proporcionar una solución de uso eficiente del espacio.

45 En algunas realizaciones, cuando está instalado, el conducto de intercambio de calor se dispone de manera sustancialmente vertical. Esto puede hacer que el conducto de intercambio de calor (y la unidad de intercambio de calor en general) sea más adecuado para sustituir cualquier chimenea de escape existente. Adicionalmente puede reducir el uso del espacio del conducto de intercambio de calor.

Se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo solamente, con referencia a las figuras en las que:-

La figura 1 es una vista en perspectiva de una unidad de intercambio de calor de la técnica anterior;

50 La figura 2 es una vista en perspectiva en corte transversal que muestra una realización de la invención;

La figura 3 es una vista en planta de una realización similar a la mostrada en la figura 2;

La figura 4 es una vista en perspectiva en corte transversal de otra realización de la invención;

La figura 5 es una vista lateral en corte transversal de la realización de la figura 4;

La figura 6 es una vista en planta de una realización similar a la mostrada en las figuras 4 y 5.

La figura 7 es una vista lateral en corte transversal de otra realización de la invención.

La figura 8 es una vista en perspectiva en corte transversal de la realización de la figura 7; y

5 La figura 9 es una vista lateral en corte transversal de otra realización de la invención.

Con referencia a la figura 1, una unidad de intercambiador de calor de la técnica anterior generalmente se proporciona en 100. La unidad de intercambiador de calor 100 es para la recuperación de calor de los gases de escape de una turbina de gas (no mostrada). El calor recuperado se usa para producir vapor a alta presión para accionar una turbina de vapor de generación de electricidad (no mostrada).

10 La unidad de intercambiador de calor 100 tiene una entrada de gas de escape 102. La entrada de gas de escape se suministra con gas de escape desde una turbina de gas (no mostrada) pero otras realizaciones pueden usar otro tipo de potencia o gas de escape de planta de proceso. De vez en cuando, la unidad de intercambiador de calor 100 no está operativa o está produciéndose demasiado gas de escape para procesarse mediante la unidad de intercambio de calor 100. En estas ocasiones, una válvula de desviación (no mostrada) puede accionarse para desviar parte o  
15 todo el gas de escape que entra en la entrada de gas de escape 102, al interior de una derivación de gas de escape 104. Cuando, sin embargo, la unidad de intercambio de calor 100 está operativa, se permite que el gas de escape, mediante la válvula de desviación, continúe más allá de la derivación de gas de escape 104, con lo que pasa un quemador de conducto (no mostrado). El quemador de conducto puede usarse para calentar el gas de escape para potenciar la conversión de calor más tarde en el proceso. Más allá del quemador de conducto hay una cámara de desarrollo de llamas 106 en la que se calienta el gas de escape. La cámara de desarrollo de llamas 106 alimenta una cámara de intercambio de calor 108, que aloja un conjunto de tuberías de intercambio de calor tubulares (no mostradas). Se hace circular agua en las tuberías de intercambio de calor (que forman un conjunto de intercambio de calor), y el calor recuperado del gas de escape mediante la evaporación de agua en las tuberías de intercambio de calor para formar vapor. El vapor se recoge en un tambor de vapor 110 para el uso en accionar una turbina de vapor. Finalmente el gas de escape asciende por una chimenea de escape 112 para liberarse. Normalmente, el conjunto de intercambio de calor está conectado a un sistema de intercambio de calor dispuesto para pasar fluido a través de las tuberías de intercambio de calor. Generalmente, el sistema de intercambio de calor estará mayoritariamente se proporciona fuera de la unidad de intercambio de calor.

30 Se apreciará que la unidad de intercambiador de calor 100 puede ser un dispositivo grande. Esto puede necesitar amplios trabajos de montaje y cimentaciones en el sitio. En vista del gran tamaño del dispositivo, el transporte modular puede ser un requisito del diseño. También puede requerirse un gran edificio para que puedan realizarse la inspección y el mantenimiento sin que las condiciones meteorológicas existentes hagan que esto sea difícil y/o peligroso.

35 En algunos sistemas de la técnica anterior, especialmente cuando una unidad de intercambiador de calor 100 o similar sería demasiado grande o cara, se omite completamente un intercambiador de calor. Cuando no hay ningún intercambiador de calor (es decir el gas de escape se purga a la atmósfera) el proceso se describe como de ciclo sencillo. Esto puede ser relativamente ineficaz y dañino para el medioambiente (a diferencia de un ciclo combinado en el que los gases de escape se procesan para la recuperación de calor). En un proceso de ciclo sencillo el gas de escape habitualmente se hace pasar directamente a una chimenea de escape, derrochando así toda la energía  
40 térmica que se almacena en ese gas.

Las realizaciones de la presente invención pueden ofrecer ventajas sobre sistemas tales como la unidad de intercambiador de calor 100. Adicionalmente, realizaciones de la presente invención pueden ser particularmente adecuadas para el uso en sustituir una chimenea de escape preexistente en un proceso de ciclo sencillo para crear un proceso de ciclo combinado.

45 Debe entenderse que aunque se describe por conveniencia que las realizaciones de la presente invención procesan gas de escape caliente de turbinas de gas, esto no pretende ser limitativo. Las realizaciones de la presente invención podrían usarse en la recuperación de calor de otros sistemas tales como motores alternativos y hornos de proceso o de hecho cualquier otro tipo de fuente de alimentación.

50 También debe entenderse que se indica que algunas realizaciones de la invención son adecuadas para la producción de vapor que va a usarse en la generación de energía, mientras que se indica que otras realizaciones son adecuadas para calentar fluidos de proceso de fase única tales como aceite o agua que va a usarse en aplicaciones de calentamiento. A pesar de ello muchas de las características descritas son universales y el experto en la técnica podría adaptar fácilmente las enseñanzas para su uso en cualquier tecnología.

55 Algunas características de las realizaciones son particularmente adecuadas para el uso en sistemas de generación de vapor y estas características se identifican como tales.

Con referencia ahora a la figura 2, una unidad de intercambio de calor según una realización de la invención está generalmente proporcionada en 214. La unidad de intercambio de calor 214 tiene un conducto de intercambio de calor cilíndrico 216. El conducto de intercambio de calor 216 se posiciona de manera sustancialmente vertical y está dotado de un extremo terminal de cono truncado 218 en una zona de extremo distal 220 (la zona de extremo en la que el gas de escape sale del conducto de intercambio de calor) del mismo. En una zona de extremo proximal 221 (la zona de extremo en la que el gas de escape entra en el conducto de intercambio de calor) del mismo, el conducto de intercambio de calor cilíndrico 216 está dotado de un conducto de entrada de gas 222. El conducto de entrada de gas 222 y el conducto de intercambio de calor 216 tienen ejes longitudinales sustancialmente perpendiculares y el conducto de entrada 222 está directamente conectado al conducto de intercambio de calor 216 a través de una abertura 225 en una pared lateral 224 del conducto de intercambio de calor 216. Adicionalmente, el conducto de entrada de gas 222 se posiciona para introducir el gas tangencialmente a una parte del perímetro interior de la pared lateral 224.

La disposición del conducto de entrada de gas 222 y el conducto de intercambio de calor 216 de manera perpendicular y la conexión del conducto de entrada 222 a través de la abertura 225 tal como se describió anteriormente significa que el gas se suministra al conducto de intercambio de calor 216 en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del conducto de intercambio de calor 216. Se apreciará, sin embargo, que esto puede lograrse sin que el conducto de entrada 222 esté directamente conectado al conducto de intercambio de calor 216. Puede ser por ejemplo que se use un conector entre el conducto de entrada de gas 222 y el conducto de intercambio de calor 216, suponiendo que el conector no altera sustancialmente la dirección de flujo de gas al interior del conducto de intercambio de calor 216. Puede por tanto extender la longitud longitudinal del conducto de entrada 222, sin tener necesariamente el mismo tamaño y/o forma de sección transversal y sin ser necesariamente coaxial con la misma. El experto en la técnica apreciará que la función de la disposición, independientemente de las numerosas diferencias sutiles posibles, es suministrar gas al conducto de intercambio de calor 216 en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del conducto de intercambio de calor 216. Esto puede permitir que la unidad de intercambio de calor 214 y su conexión a una unidad de fuente de calor de proceso sea más compacta y de más fácil instalación, especialmente en comparación con sistemas en los que se entrega gas a un conducto de intercambio de calor paralelo a su eje longitudinal.

Posicionado dentro del conducto de intercambio de calor 216, y coaxial con el mismo, hay un conducto de mantenimiento 226. El conducto de mantenimiento 226 comprende secciones cilíndricas proximal 228 y distal 230. La sección cilíndrica proximal 228 tiene un diámetro inferior a la sección cilíndrica distal 230 y las dos están unidas por una sección intermedia en forma de cono truncado 232. La sección cilíndrica proximal 228 está dotada de una puerta (no mostrada) para el acceso al conducto de mantenimiento 226 desde debajo del mismo. El conducto de mantenimiento 226 también está dotado de una escalera interior (no mostrada) que proporciona medios de acceso vertical para pasar sustancialmente la altura completa del conducto de mantenimiento 226.

El conducto de intercambio de calor 216 y la sección cilíndrica proximal 228 del conducto de mantenimiento 226 definen una cámara de disipación de velocidad 234 entre ellos. El conducto de intercambio de calor 216 y sección cilíndrica distal 230 definen una cámara de intercambio de calor 236 entre los mismos. Normalmente un conjunto de intercambio de calor, que es normalmente helicoidal, se posicionaría en la cámara de intercambio de calor 236 que rodea la sección cilíndrica distal 230 del conducto de mantenimiento 226, sin embargo esto se ha omitido por claridad en la figura 2. El conjunto de intercambio de calor, en esta realización, comprende una tubería enrollada de manera helicoidal. El suministro y la salida para el conjunto de intercambio de calor se sitúan dentro del conducto de mantenimiento 226. El conjunto de intercambio de calor y su salida de suministro y conexiones forman parte de un generador de vapor de un solo paso.

La realización de la figura 2 es particularmente adecuada para la generación de vapor en lugar del calentamiento de fluidos de proceso. Esto es porque la propia unidad de intercambio de calor 214 no está dotada de una derivación de gas de escape (en su lugar se ha sustituido con el conducto de mantenimiento 226). Las derivaciones de gases de escape habitualmente no se requieren para la generación de vapor (en la que generalmente no es necesario limitar la cantidad de vapor producido). Una derivación es sin embargo más ventajosa cuando se calientan fluidos de proceso, de modo que puede controlarse el proceso de calentamiento. Se apreciará sin embargo que la presente realización podría adaptarse para el uso con fluidos de proceso si se proporciona una derivación externa a la unidad de intercambio de calor 214 y/o se sustituyera el conducto de mantenimiento con un conducto de derivación.

Con referencia ahora a las figuras 2 y 3, se describe el uso de la realización en cuestión. El conducto de intercambio de calor 216 en uso se posiciona de manera sustancialmente vertical. El conducto de entrada de gas 222 está conectado al escape de una turbina de gas (aunque se apreciará que pueden usarse otras fuentes de calor) para el suministro de gas de escape a la unidad de intercambio de calor 214. El gas de escape se entrega por tanto a la cámara de disipación de velocidad 234 a través del conducto de entrada de gas 222. Debido a que el conducto de entrada de gas 222 se posiciona para introducir el gas tangencialmente a una parte del perímetro interior de la pared lateral 224, crea un efecto de ciclón (tal como puede verse por la trayectoria de las corrientes de gas de escape a modo de ejemplo 238), con lo que corrientes de velocidad superior circulan de manera circunferencial, guiadas por las paredes de la sección cilíndrica proximal 228 y el conducto de intercambio de calor 216. De este modo, la velocidad se disipa de manera natural y las corrientes de velocidad anteriormente superior se mezclan con corrientes más lentas, suministrando una distribución de flujo más uniforme a la cámara de intercambio de calor 236

y el conjunto de intercambio de calor. Esto reduce la contrapresión en el sistema y por consiguiente aumenta la eficiencia. Adicionalmente una distribución de flujo más uniforme reducirá o eliminará daños que de otro modo podrían provocarse en la unidad de intercambio de calor 214. Finalmente las tolerancias de caudal que deben diseñarse en la unidad de intercambio de calor 214 pueden reducirse, reduciendo potencialmente los costes de diseño y fabricación, dimensiones y peso.

Como el gas de escape pasa a través de las primeras bobinas del conjunto de intercambio de calor su distribución de flujo aumenta adicionalmente. El calor del gas de escape se recupera entonces mediante el conjunto de intercambio de calor (convirtiéndose el agua en sus bobinas en vapor). Finalmente el gas de escape sale del conjunto de intercambio de calor 214 a través del extremo terminal 218.

La inspección y el mantenimiento del conjunto de intercambio de calor, el suministro y el retorno al mismo y cualquier colector proporcionado, se hacen más fáciles proporcionando el conducto de mantenimiento 226 y su escalera. El conducto de mantenimiento no sólo proporciona y mejora el acceso, sino que también garantiza que (independientemente de si la unidad de intercambio de calor 214 esté o no situado en un edificio) el trabajo pueda continuar sin que las condiciones meteorológicas existentes dificulten el progreso.

Con referencia ahora a la figura 4, características similares a las ya descritas reciben números de referencia similares en la serie 400. La unidad de intercambio de calor 414 mostrada en la figura 4 es similar a la mostrada en la figura 2. Posee un conducto de intercambio de calor cilíndrico 416. El conducto de intercambio de calor 416 se posiciona de manera sustancialmente vertical y está dotado de un extremo terminal en forma de cono truncado 418 en su zona de extremo distal 420 (la zona de extremo por la que el gas de escape sale del conducto de intercambio de calor) del mismo. En una zona de extremo proximal 221 (la zona de extremo por la que el gas de escape entra en el conducto de intercambio de calor) del mismo, el conducto de intercambio de calor cilíndrico 416 está dotado de un conducto de entrada de gas 422. En el punto en el que el conducto de entrada de gas 422 está conectado al conducto de intercambio de calor 416, es sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal del conducto de intercambio de calor 416. Por tanto, entra a través de la pared lateral 424 del conducto de intercambio de calor 416. Adicionalmente, el conducto de entrada de gas 422 se posiciona para introducir el gas tangencialmente a una parte del perímetro interior de la pared lateral 424.

En lugar del un conducto de mantenimiento 216 que se posiciona dentro del conducto de intercambio de calor 416, se proporciona un conducto de derivación 440 coaxial con y dentro del conducto de intercambio de calor 416. El conducto de derivación 440 es cilíndrico en forma y está suspendido mediante soportes (no mostrados) por encima de una cámara de disipación de velocidad 434 definida por el conducto de intercambio de calor 416 en su zona de extremo proximal 421. El conducto de intercambio de calor 416 y el conducto de derivación 440 definen una cámara de intercambio de calor 436 entre ellos.

Normalmente un conjunto de intercambio de calor, que es normalmente helicoidal, se posicionaría en la cámara de intercambio de calor 436 que rodea el conducto de derivación 440, sin embargo esto se ha omitido por claridad en la figura 4. El conjunto de intercambio de calor y su suministro y retorno forman parte de un sistema de calentamiento de fluido de proceso.

En la base 442 del conducto de derivación 440 hay un conjunto de desviación 444. El conjunto de desviación 444 comprende una serie de árboles que se extienden radialmente 446, que se extienden en intervalos regulares desde el centro del conjunto de desviación 444 a través de la pared lateral 424. Cada árbol 446 está dotado de un par de álabes; álabe de intercambio de calor 448 y álabe de derivación 450 (véase la figura 6), extendiéndose cada uno a ambos lados del árbol 446 y fijados en un ángulo de 90° con respecto al otro. Los álabes 448, 450 en cada árbol 446 se disponen de modo que la rotación de cada árbol 446 en una dirección provoca que los álabes de intercambio de calor 448 se solapen y cierren la cámara de intercambio de calor 436. La rotación en la otra dirección, sin embargo, provoca que los álabes de derivación 450 se solapen y cierren el conducto de derivación 440. Se apreciará que en vista del ángulo fijo de 90° entre los álabes 448, 450, cuando la cámara de intercambio de calor 436 está cerrada, el conducto de derivación 440 está abierto y viceversa. Por tanto el conjunto de desviación 444 permite que el gas fluya por completo a través de la cámara de intercambio de calor 436 o el conducto de derivación 440 o un flujo dividido a través de ambos.

El experto en la técnica apreciará que un intercambiador de calor con conjunto de desviación y conducto de derivación del tipo descrito en el presente documento puede verse en la solicitud de patente del Reino Unido nº. GB0822584.9, que se incorpora en el presente documento a modo de referencia.

La realización de la figura 4 es particularmente adecuada para el calentamiento de fluidos de proceso porque la unidad de intercambio de calor 414 está dotada del conducto de derivación 440. Por tanto el proceso de calentamiento puede controlarse. Se apreciará sin embargo que la presente realización podría usarse en un sistema de generación de vapor en el que para la aplicación particular es deseable que exista un control sobre la cantidad de vapor generado.

Con referencia ahora a las figuras 4 a 6, se describe el uso de la realización en cuestión. En uso, el conducto de intercambio de calor 416 se posiciona de manera sustancialmente vertical. El conducto de entrada de gas 422 está

conectado al escape de una turbina de gas (aunque se apreciará que pueden usarse otras fuentes de calor) para el suministro de gas de escape a la unidad de intercambio de calor 414. Se suministra por tanto gas de escape a la cámara de disipación de velocidad 434 a través del conducto de entrada de gas 422 y una abertura 425 en la pared lateral 424. Debido a que el conducto de entrada de gas 422 se posiciona para introducir el gas tangencialmente a una parte del perímetro interior de la pared lateral 424, crea un efecto de ciclón (tal como puede verse por la trayectoria de las corrientes de gas de escape 438 a modo de ejemplo), con lo que las corrientes de velocidad superior circulan de manera circunferencial, guiadas por la pared lateral 424 del conducto de intercambio de calor 416. De este modo la velocidad se disipa de manera natural y las corrientes de velocidad anteriormente superior se mezclan con corrientes más lentas, suministrando una distribución de flujo más uniforme a la cámara de intercambio de calor 436 y el conjunto de intercambio de calor y/o el conducto de derivación 440.

El conjunto de desviación 444 se controla para determinar si el gas de escape se hace pasar a través de la cámara de intercambio de calor 436 y el conjunto de intercambio de calor (de modo que se produce el calentamiento del fluido de proceso) o a través del conducto de derivación 440 (de modo que se produce poco o ningún calentamiento de fluido de proceso). Se apreciará que el conjunto de desviación también puede controlarse para permitir porcentajes variables del gas de escape a través tanto de la cámara de intercambio de calor 436 como del conducto de derivación 440.

Suponiendo que el conjunto de desviación 444 se controla para permitir que al menos parte del gas de escape entre al interior de la cámara de intercambio de calor 436, su distribución de flujo mejora adicionalmente a medida que pasa a través de las primeras bobinas del conjunto de intercambio de calor. El calor del gas de escape se recupera entonces mediante el conjunto de intercambio de calor (calentándose fluido de proceso en sus bobinas). Finalmente el gas de escape sale del conjunto de intercambio de calor 414 a través del extremo extremo terminal 418. Si el conjunto de desviación 444 se controla para derivar al menos parte del gas de escape, este gas pasa a través del conducto de derivación 440 y sale del conjunto de intercambio de calor 414 a través del extremo terminal 418.

Con referencia ahora a las figuras 7 y 8, características similares a las ya descritas reciben números de referencia similares en la serie 700. La unidad de intercambio de calor 714 mostrada en las figuras 7 y 8 es similar a la mostrada en la figura 4. Posee un conducto de intercambio de calor cilíndrico 716. El conducto de intercambio de calor 716 se posiciona de manera sustancialmente vertical y está dotado de un extremo terminal en forma de cono truncado 718 en su zona de extremo distal 720 (la zona de extremo en la que gas de escape sale del conducto de intercambio de calor) del mismo. En una zona de extremo proximal 721 (la zona de extremo en la que el gas de escape entra en el conducto de intercambio de calor) del mismo, el conducto de intercambio de calor cilíndrico 716 está dotado de un conducto de entrada de gas 722. El conducto de entrada de gas 722 y el conducto de intercambio de calor 716 tienen ejes longitudinales sustancialmente perpendiculares y el conducto de entrada 722 está conectado al conducto de intercambio de calor 716 a través de una abertura 725 en una pared lateral 724 del conducto de intercambio de calor 716. Adicionalmente, el conducto de entrada de gas 722 se posiciona para introducir el gas tangencialmente a una parte del perímetro interior de la pared lateral 724.

Se proporciona un conducto de derivación 740 coaxial con y dentro del conducto de intercambio de calor 716. El conducto de derivación 740 es cilíndrico en forma y está suspendido mediante soportes (no mostrados) por encima de una cámara de disipación de velocidad 734 definida por el conducto de intercambio de calor 716 en su zona de extremo proximal 721. El conducto de intercambio de calor 716 y el conducto de derivación 740 definen una cámara de intercambio de calor 736 entre ellos. Los conjuntos de intercambio de calor primero 752 y segundo 754 se posicionan en la cámara de intercambio de calor 736 que rodea el conducto de derivación 740 (omitido en la figura 8 por claridad). Entre los conjuntos de intercambio de calor primero 752 y segundo 754 hay un quemador de anillo 756 y una cámara de desarrollo de llamas 758 que forma parte de la cámara de intercambio de calor 736. El primer conjunto de intercambio de calor tiene una primera entrada 760 y una primera salida 762. El segundo conjunto de intercambio de calor tiene una segunda entrada 764 (suministrada desde la primera salida 762) y una segunda salida 766.

Los conjuntos de intercambio de calor y sus entradas 760, 764 y salidas 762, 766 forman parte de un sistema de calentamiento de fluido de proceso. En la base 742 del conducto de derivación 740 hay un conjunto de desviación 744 similar al conjunto de desviación 444 descrito anteriormente.

La realización de las figuras 7 y 8 es particularmente adecuada para el calentamiento de fluidos de proceso porque la unidad de intercambio de calor 714 está dotada del conducto de derivación 740. Por tanto, puede controlarse el proceso de calentamiento. Se apreciará sin embargo que la presente realización podría usarse en un sistema de generación de vapor en el que para la aplicación particular es deseable que haya control sobre la cantidad de vapor generado.

La realización es también particularmente adecuada para aplicaciones que pueden requerir conversión de calor potenciada incluso a costa de eficacia reducida. Esto es en vista del quemador de anillo 756, que puede activarse para recalentar el gas de escape en la cámara de desarrollo de fuego 758, habiéndose recuperado calor del gas de escape en el primer conjunto de intercambio de calor 752. El calor del gas recalentado se recupera entonces en el segundo conjunto de intercambio de calor 754.



En la presente realización, los conjuntos de intercambio de calor primero 752 y segundo 754 y el quemador de anillo 756 están dispuestos para optimizar la conversión de calor dado el uso de acero inoxidable para revestir la unidad de recuperación de calor. Normalmente, el acero inoxidable se limita a una temperatura de cocción de 760°C sin el uso de materiales de revestimiento considerablemente más caros o enfriamiento con agua. Por tanto, la optimización puede lograrse por ejemplo cuando el gas de escape a aproximadamente 525°C al entrar en el conducto de entrada de gas 722, se reduce a 300°C mediante el primer conjunto de intercambio de calor 752. En este caso, 300°C es la temperatura mínima aproximada a la que el contenido de oxígeno en el gas de escape es suficiente para permitir la combustión en el quemador de anillo 756. El gas de escape se calienta entonces a aproximadamente 760°C (el límite de temperatura de cocción de acero inoxidable), antes de reducir su temperatura a aproximadamente 200°C en el segundo conjunto de intercambio de calor 754.

Se observará que el uso del quemador de anillo 756 entre los conjuntos de intercambio de calor primero 752 y segundo 754 sólo puede ser posible en vista de la mejor distribución de flujo proporcionada por la cámara de disipación de velocidad 734 y las bobinas del primer 752 conjunto de intercambio de calor.

Con referencia ahora a la figura 9 características similares a las ya descritas reciben números de referencia similares en la serie 900. La unidad de intercambio de calor 914 mostrada en la figura 9 es similar a las otras realizaciones descritas, pero ilustra características adicionales que pueden incorporarse a esas realizaciones.

La primera característica es un quemador (no mostrado) en un conducto de quemador 968. El conducto de quemador 968 se posiciona entre un conducto de entrada de gas 922 y una turbina de gas (no mostrada). El quemador en el conducto de quemador 968 puede controlarse para aumentar la temperatura del gas de escape desde la turbina de gas para potenciar la conversión de calor en la unidad de intercambio de calor 914.

La segunda característica es la provisión de catalizadores en la unidad de intercambio de calor 914 para reducir las emisiones de monóxido de carbono y óxido de nitrógeno. El catalizador de monóxido de carbono 970 se posiciona en la base 972 del conducto de intercambio de calor 916. En este punto, las temperaturas son altas, lo que mejora la conversión de monóxido de carbono. El catalizador de óxido de nitrógeno 974 se posiciona más arriba del conducto de intercambio de calor, donde las temperaturas son inferiores y más adecuadas a la conversión de óxido de nitrógeno. Los catalizadores 972 y 974 se posicionan en zonas del conducto de intercambio de calor 916 que tienen áreas de sección transversal tales que la contrapresión creada por los catalizadores 972 y 974 es menos significativa.

Se apreciará que las realizaciones descritas anteriormente tienen un diseño compacto que puede ser similar en el aspecto exterior y en el tamaño a una chimenea de escape preexistente en un proceso de ciclo sencillo. Puede por tanto provocar una perturbación relativamente pequeña sustituir una chimenea de escape existente con una realización de la presente invención para crear un proceso de ciclo combinado. Adicionalmente, puede ser posible utilizar cimientos de chimenea de escape preexistentes para disminuir la perturbación. Además, cuando el conducto de entrada y el conducto de intercambio de calor tienen ejes longitudinales sustancialmente perpendiculares de modo que en uso se suministra gas al conducto de intercambio de calor en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del conducto de intercambio de calor, puede facilitarse la conexión rápida y fácil de la fuente de gas de escape y el conducto de entrada. El tamaño, forma y diseño de realizaciones de la presente invención también se prestan al premontaje y a la realización de pruebas. Por tanto puede reducirse significativamente el tiempo de instalación en comparación con sistemas de la técnica anterior tales como el mostrado en la figura 1, en el que serían necesarios el montaje *in situ* y la realización de pruebas.

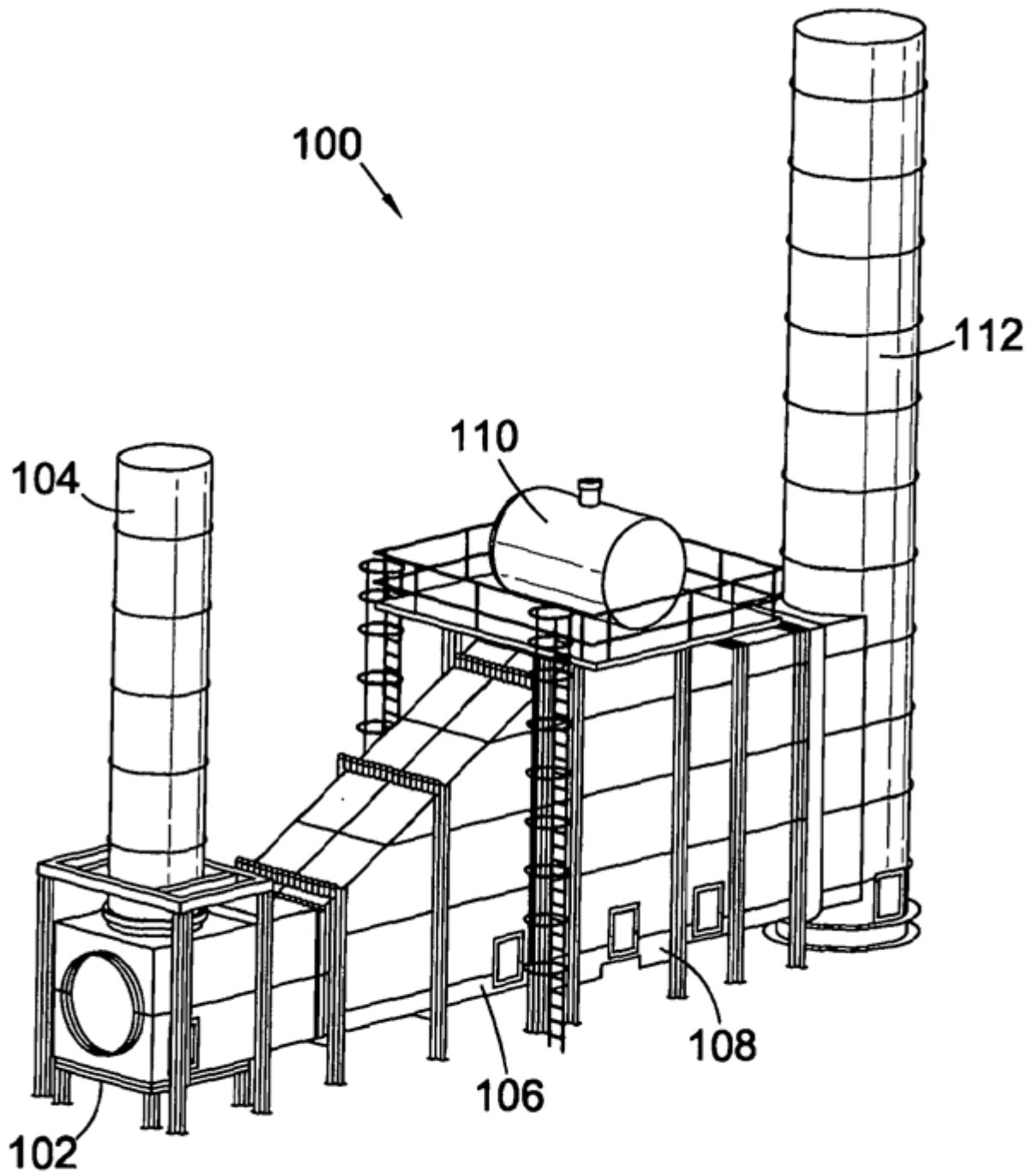
**REIVINDICACIONES**

1. Unidad de intercambio de calor (214) adaptada para poder conectarse a una turbina de gas y disponerse, en uso, para recuperar energía del gas de escape de una turbina de gas a la que está unida la unidad, comprendiendo la unidad de intercambio de calor (214)
  - 5 un conducto de entrada (222) que en uso está en conexión de fluidos con la turbina de gas y
    - un conducto de intercambio de calor (216) conectado al conducto de entrada, en la que el conducto de entrada (222) y el conducto de intercambio de calor (216) tienen ejes longitudinales sustancialmente perpendiculares de modo que en uso se suministra gas al conducto de intercambio de calor (216) en una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del conducto de intercambio de calor (216) y el
 10 conducto de entrada de gas (222) se posiciona de modo que se introduce el gas tangencialmente al interior del conducto de intercambio de calor (216),
      - caracterizado porque el conducto de intercambio de calor (216) comprende
        - una cámara de disipación de velocidad (234),
          - un conducto central que es
 15 uno de un conducto de mantenimiento (226) y un conducto de derivación (440),
            - una cámara de intercambio de calor (236) dispuesta alrededor del conducto central, y
              - un conjunto de intercambio de calor helicoidal (752, 754) situado dentro de la cámara de intercambio de calor (234) para recuperar calor del gas de escape,
 en la que
 20 el gas de escape se suministra a través del conducto de entrada de gas (222) a una parte de la zona de perímetro interior de la cámara de disipación de velocidad (234) en la que corrientes de gas que circulan a alta velocidad disipan su energía cinética de manera controlada antes de moverse a través del conducto de intercambio de calor (216) y sobre el conjunto de intercambio de calor helicoidal (752, 754).
    2. Unidad de intercambio de calor según la reivindicación 1, en la que el conjunto de intercambio de calor comprende una tubería enrollada de manera helicoidal.
    3. Unidad de intercambio de calor (214) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el conjunto de intercambio de calor (752, 754) está complementado por al menos un conjunto de intercambio de calor adicional (752, 754), ambos situados dentro del conducto de intercambio de calor (216) y en la que entre al
 30 menos dos de los conjuntos de intercambio de calor (752, 754) hay un mecanismo de calentamiento dispuesto para calentar el gas de escape que viaja a través del conducto de intercambio de calor (216).
    4. Unidad de intercambio de calor (214) según la reivindicación 3, en la que los dos conjuntos de intercambio de calor (752, 754) y el mecanismo de calentamiento están dispuestos de modo que el gas de escape cuando viaja a través de la unidad de intercambio de calor (214) cae a una temperatura de normalmente entre 250 y 350°C antes de alcanzar el mecanismo de calentamiento.
    - 35 5. Unidad de intercambio de calor (214) según la reivindicación 3, o la reivindicación 4, en la que el mecanismo de calentamiento está dispuesto para elevar la temperatura del gas de escape que viaja a través de la unidad de intercambio de calor (214) a normalmente entre 700 y 800°C.
    6. Unidad de intercambio de calor (214) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en la que el mecanismo de calentamiento es un quemador de anillo (756).
    - 40 7. Unidad de intercambio de calor según la reivindicación 5, en la que el conducto de intercambio de calor (216) tiene un revestimiento de acero inoxidable.
    8. Unidad de intercambio de calor (214) según cualquier reivindicación anterior, en la que el conjunto de intercambio de calor (752, 754) forma parte de un sistema de intercambio de calor y en la que el conducto central es un conducto de mantenimiento (226) y en la que el conducto de mantenimiento (226) está
 45 dispuesto para permitir el acceso para la inspección y/o el mantenimiento de al menos parte del sistema de intercambio de calor.
    9. Unidad de intercambio de calor (214) según la reivindicación 8, en la que el conducto de mantenimiento (226) está dotado de medios de acceso vertical para pasar sustancialmente la altura completa del conducto de mantenimiento (226).
    - 50 10. Unidad de intercambio de calor (214) según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en la que al menos uno

## ES 2 614 995 T3

de las tuberías y colectores para el suministro y la salida de fluido del conjunto de intercambio de calor (752, 754) se proporciona dentro del conducto de mantenimiento (226), y en la que opcionalmente el conducto de mantenimiento (226) proporciona acceso a las tuberías y colectores para al menos uno de inspección y/o mantenimiento.

- 5 11. Unidad de intercambio de calor (214) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en la que el conducto de mantenimiento (226) actúa como un deflector para el gas que entra a través del conducto de entrada de gas (222), para alterar la distribución de flujo de gas.
- 12. Unidad de intercambio de calor (214) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en la que el conducto de mantenimiento (226) es sustancialmente cilíndrico en sección transversal.
- 10 13. Unidad de intercambio de calor (214) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en la que el conducto de mantenimiento (226) proporciona acceso para personas al interior del mismo.
- 14. Unidad de intercambio de calor (214) según cualquier reivindicación anterior, en la que el conducto de intercambio de calor (216) es sustancialmente cilíndrico.
- 15 15. Unidad de intercambio de calor (214) según cualquier reivindicación anterior, en la que la unidad de intercambio de calor (214) es un generador de vapor de un único paso.



**Fig. 1**  
**(TÉCNICA ANTERIOR)**

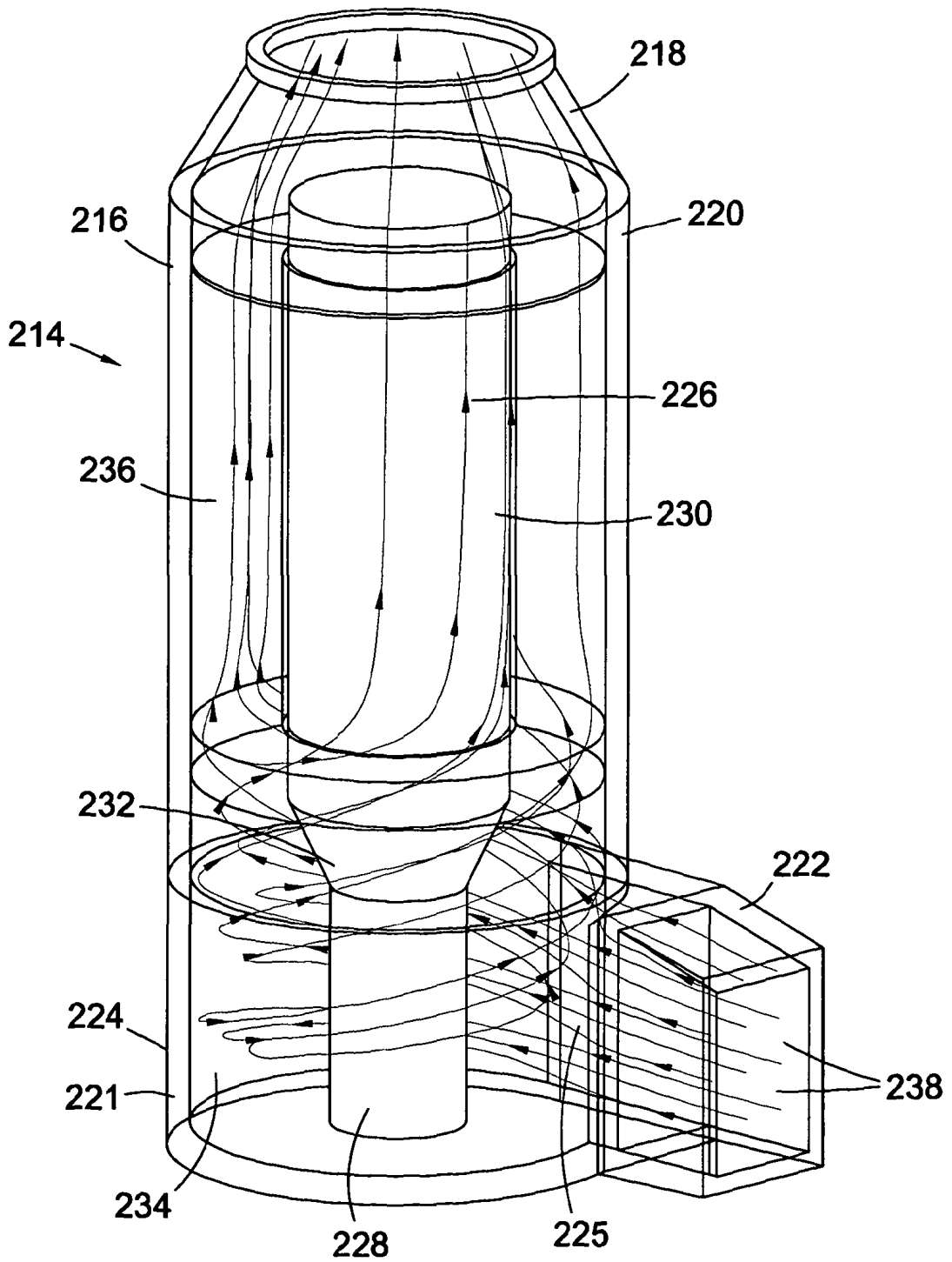


Fig. 2

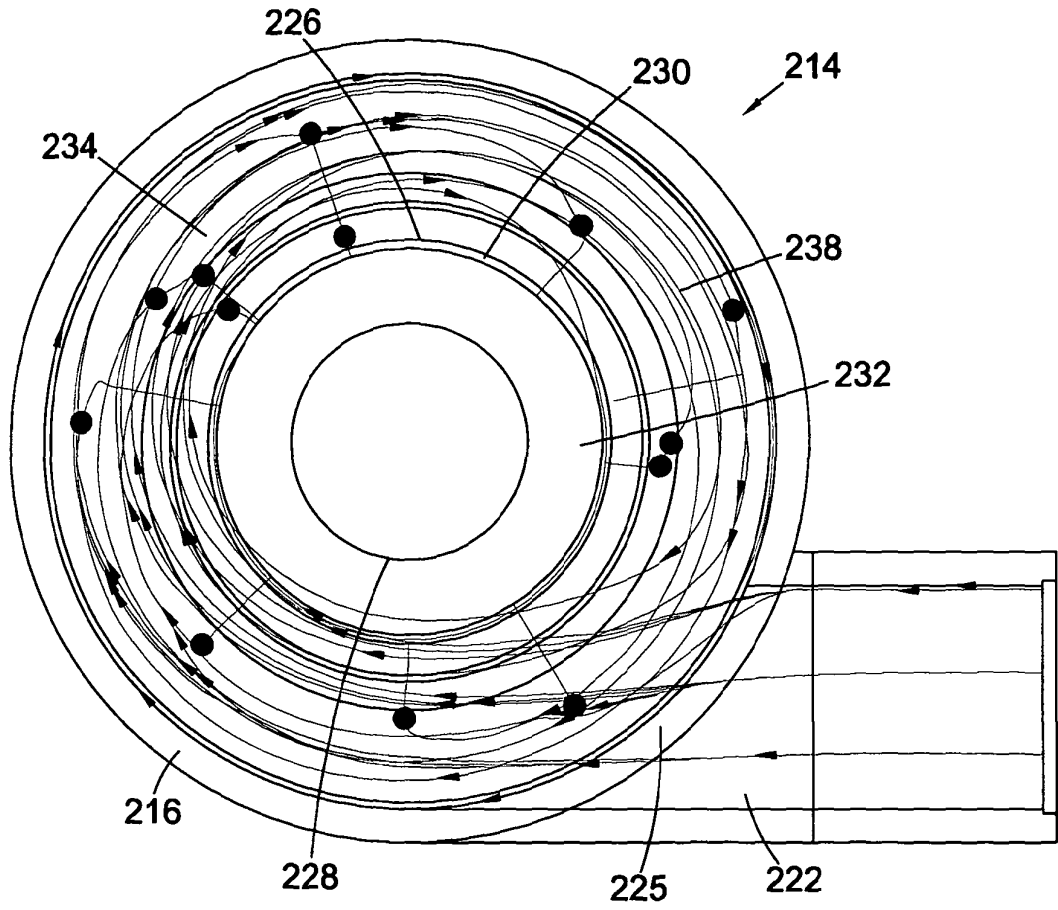


Fig. 3

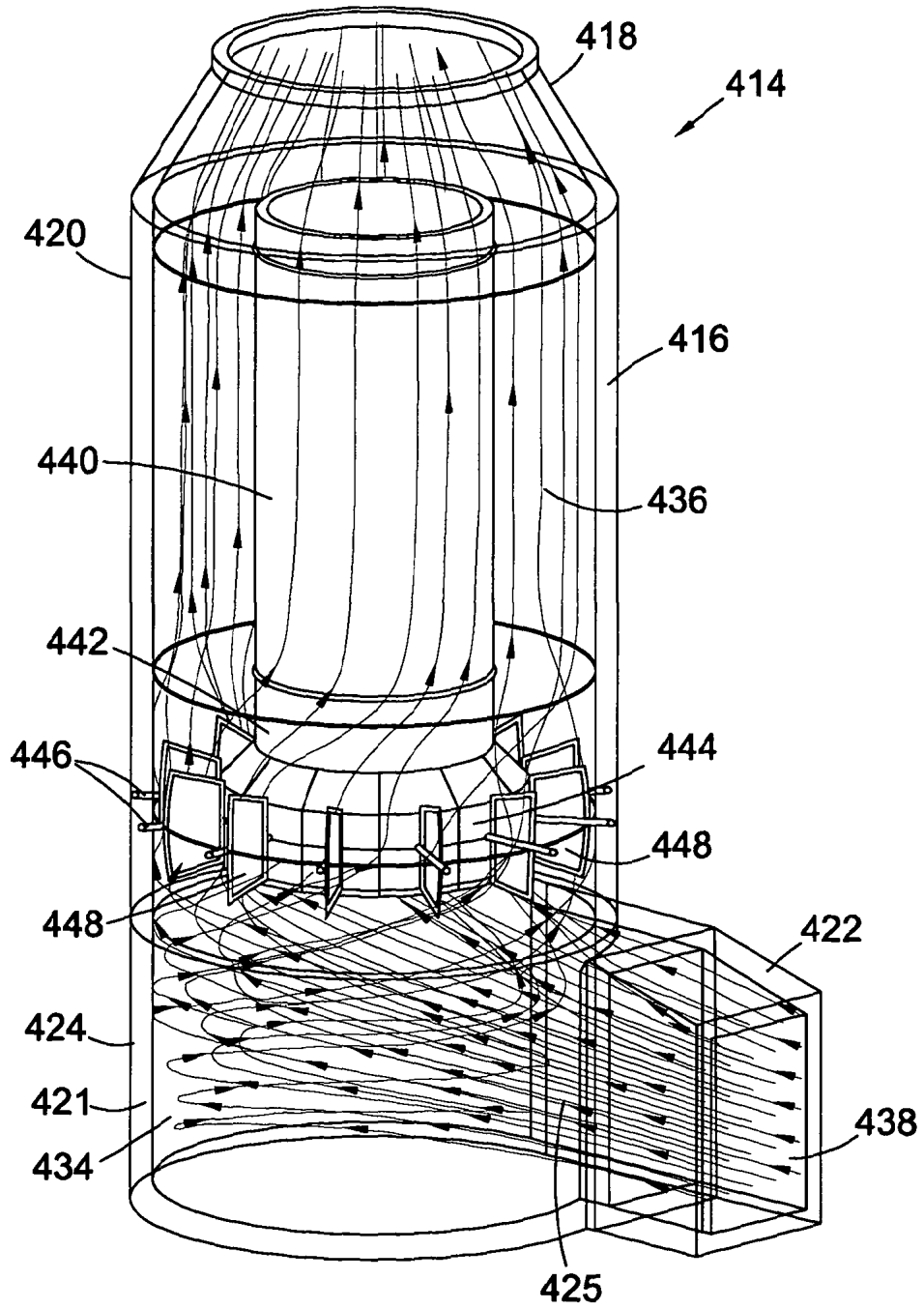


Fig. 4

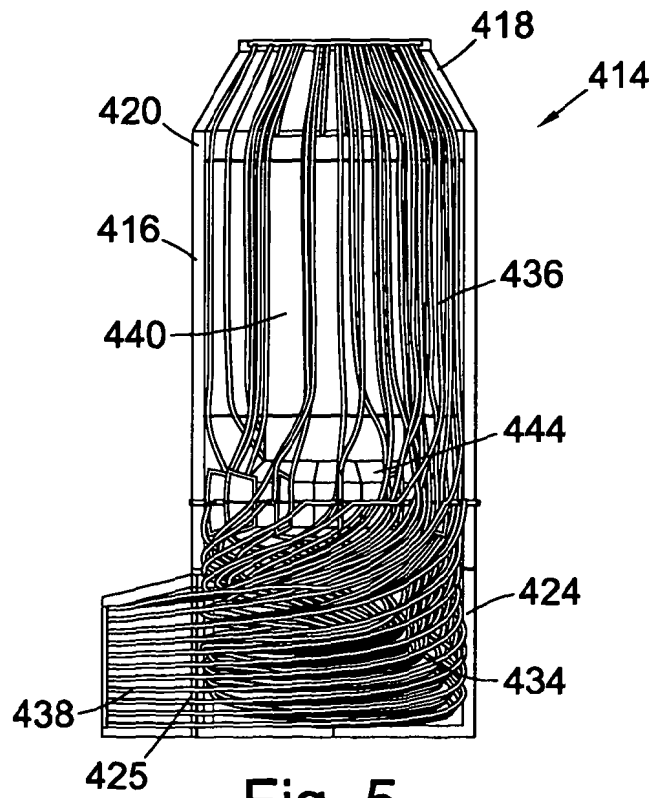


Fig. 5

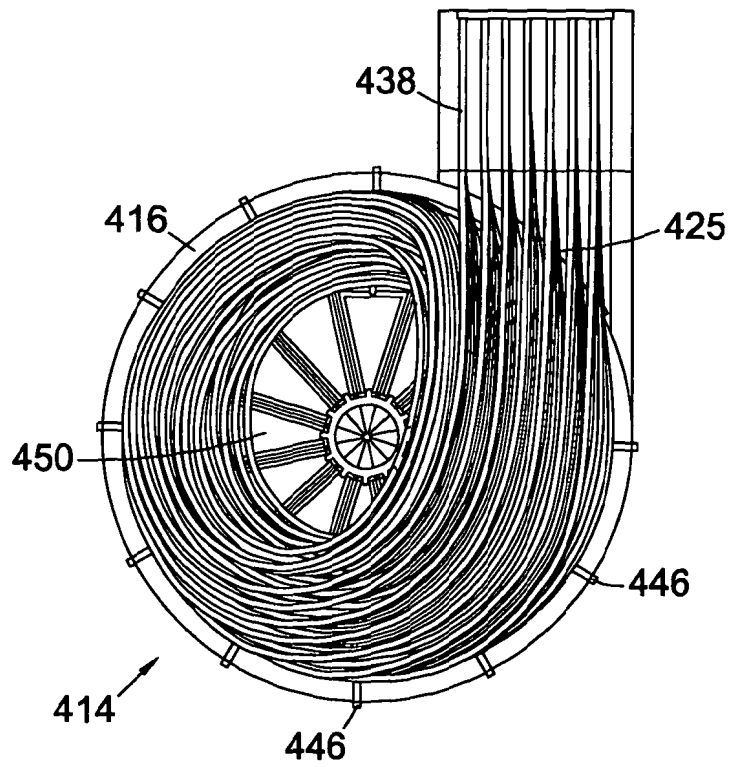


Fig. 6



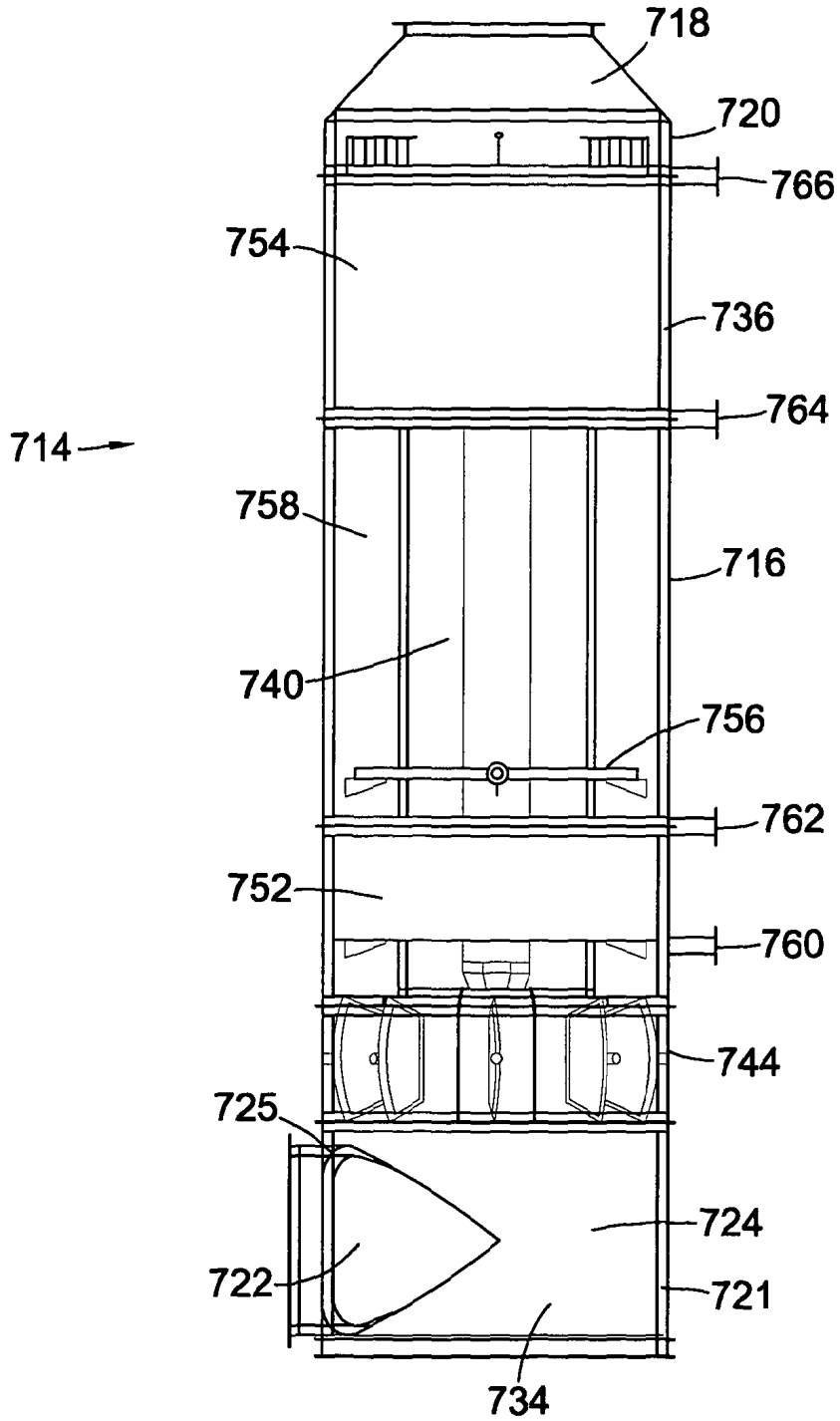


Fig. 7

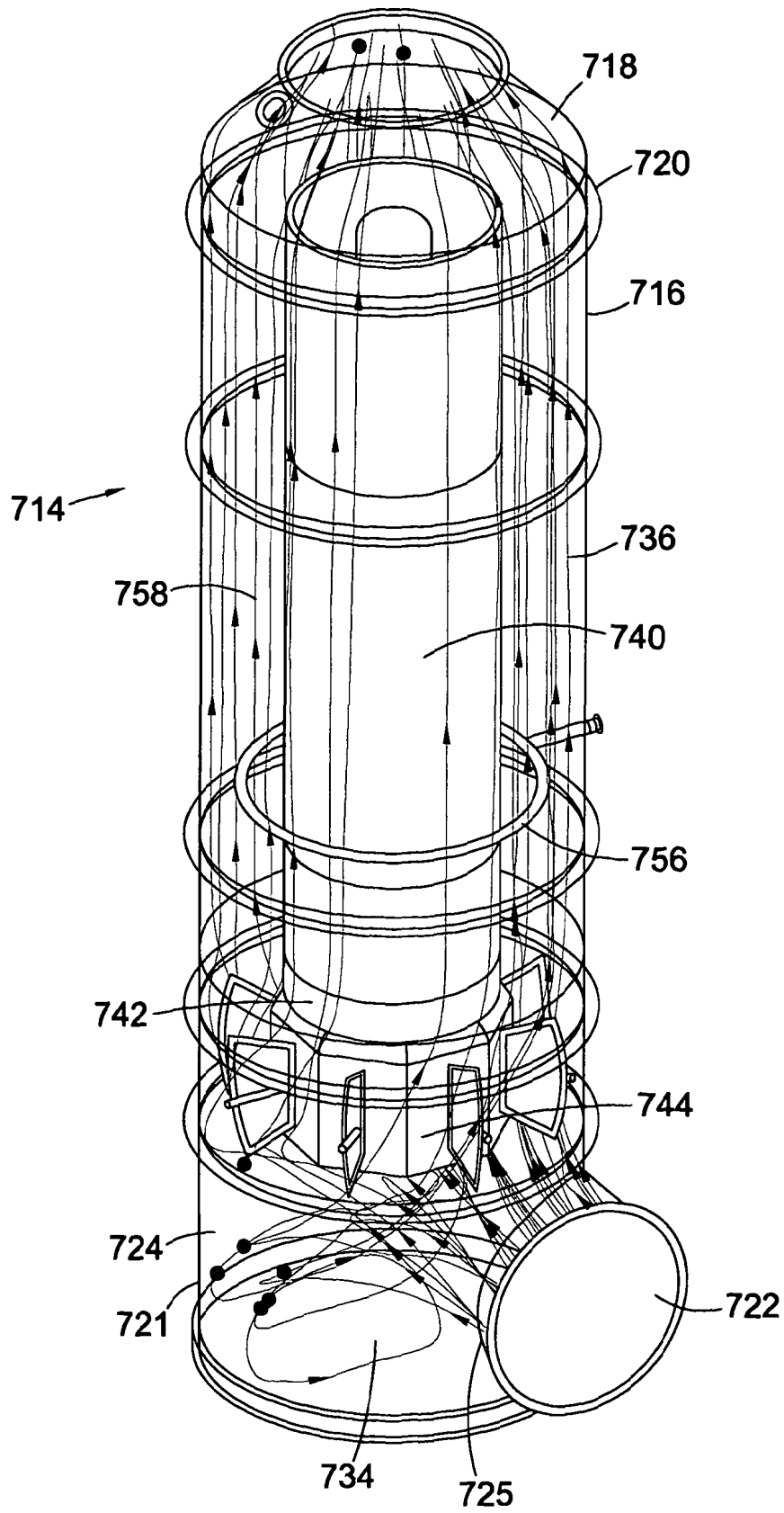


Fig. 8

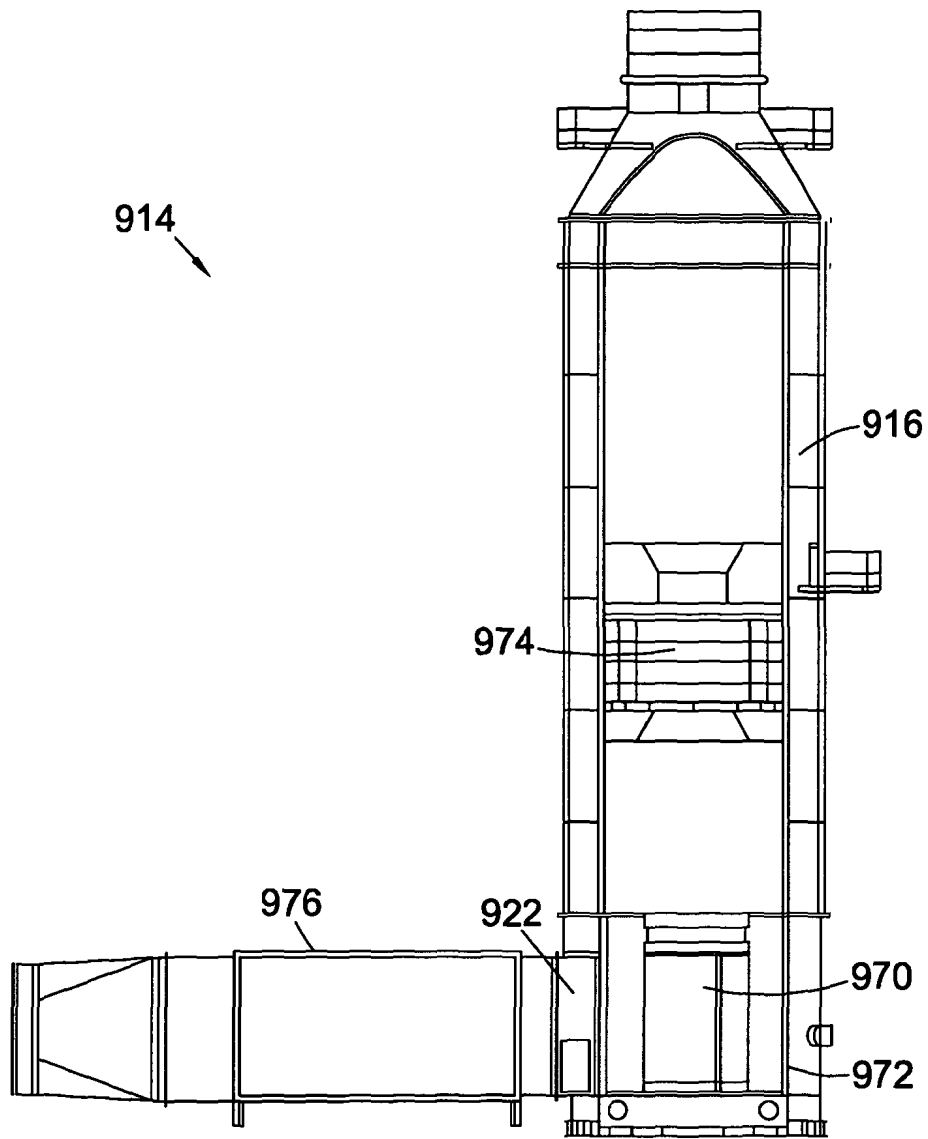


Fig. 9