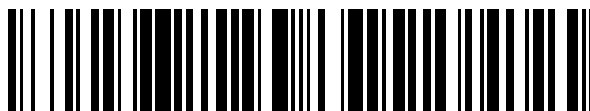


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 630**

51 Int. Cl.:

B01D 1/00 (2006.01)

B01D 5/00 (2006.01)

C02F 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04752800 .5**

96 Fecha de presentación: **19.05.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1626935**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.02.2006**

54 Título: **Aparato de destilación de fluidos que tiene una eficiencia mejorada**

30 Prioridad:
21.05.2003 US 443504

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.04.2012

73 Titular/es:
**NAISIN LEE
900 LOYOLA DRIVE
LOS ALTOS CALIFORNIA 94024, US**

72 Inventor/es:
**LEE, Naisin y
SPORER, Stephen F.**

74 Agente/Representante:
Ponti Sales, Adelaida

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).

ES 2 379 630 T3

DESCRIPCIÓN

Aparato de destilación de fluidos que tiene una eficiencia mejorada

5 **Antecedentes de la invención**

En las patentes US Nos. 4.976.824; 5.030.327, y 5.332.476, se describen varias realizaciones de un sistema de destilación de fluido. En su mayor parte, estas realizaciones proporcionan un funcionamiento eficaz y un rendimiento razonable de agua destilada. Sin embargo, con un diseño mejorado de tal sistema, la operación y el rendimiento pueden ser mejorados, y la presente invención está dirigida a un aparato y procedimiento para proporcionar un aumento en el rendimiento de agua destilada a partir de un sistema mientras que el sistema se mantiene relativamente simple en su construcción.

La patente U.S. No. 5.490.906 describe varias realizaciones de un sistema de destilación de fluido en el que cada forma de realización utiliza un recipiente primario o cámara para agua o fluido a destilar y un recipiente o cámara secundaria de agua. Las dos cámaras son adyacentes entre sí, y la cámara secundaria coopera con la cámara primaria para dirigir el vapor de agua generado en el sistema para viajar a un depósito para la recogida.

Un ejemplo de tal aparato de destilación de fluido fue construido bajo la instrucción de Naisin Lee, un inventor de la presente invención, y se describe en un manuscrito actualizado escrito por B.J. Huang y disponible en la Universidad Nacional de Taiwán, Taipei, anterior a la invención aquí descrita y reivindicada. El aparato de destilación incluye cámaras de calefacción y condensación separadas donde el vapor se condensa en una pluralidad de cámaras verticales.

El documento WO-A1-93/23130 describe un sistema de destilación de fluido mediante una cámara primaria para que el fluido se destile y una cámara secundaria, que coopera con la cámara primaria para dirigir el vapor de agua a un depósito para la recogida.

Por lo tanto, sigue siendo deseable proporcionar un aparato de destilación y procedimientos mejorados adicionales útiles para el agua y otros fluidos. Tal aparato debe ser preferiblemente compacto, proporcionar destilación altamente eficiente, es decir, con mínima entrada de energía por cantidad unitaria de agua destilada producida, y ser escalable desde unidades pequeñas a unidades grandes. Al menos algunos de estos objetivos se cumplen por las invenciones descritas a continuación.

35 **Descripción de la invención**

Aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes y características preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Se describen en este documento aparatos y procedimientos mejorados de destilación de fluido. El aparato puede tomar una variedad de formas, pero tendrá preferiblemente una forma muy compacta que es de fácil fabricación a un coste relativamente bajo, como se describe con más detalle a continuación. El aparato permite la destilación de agua y otros fluidos que se realiza sobre una base altamente eficiente, típicamente con un consumo de energía de 380 kcal/l de agua destilada o menos, preferiblemente 320 kcal/l de agua destilada o menos.

Se describe aquí un aparato que comprende una carcasa que define una cámara de calentamiento y una cámara de condensación. La carcasa es generalmente una sola cubierta o alojamiento que tiene estructura interna para definir las cámaras separadas, pero podría estar menos deseablemente formada a partir de alojamientos separados o estructuras unidas entre sí por tuberías, conductos, y similares. La carcasa define un espacio de vapor por encima y común a las cámaras de calefacción y de condensación y tiene una entrada de la alimentación de fluido en la cámara de condensación.

Un condensador de tubo horizontal, tal como un condensador de tubo helicoidal o espiral, está dispuesto en la cámara de condensación y tiene una entrada de vapor en un extremo superior del mismo y una salida distal limpia en un extremo inferior del mismo. Para mejorar la eficiencia, un rociador de gas, tal como un aireador, está dispuesto dentro de la cámara de condensación para dirigir el aire u otras burbujas de gas hacia arriba a través de la cámara de condensación. Estas burbujas proporcionan dos beneficios distintos. En primer lugar, las burbujas friegan las superficies de transferencia de calor del condensador para mejorar la transferencia de calor. En segundo lugar, las burbujas absorben vapor directamente del fluido de alimentación que está siendo calentado al tiempo que el vapor se condensa en el condensador. El vapor en las burbujas es llevado hacia arriba en el espacio de vapor donde se combina con el vapor de la cámara de calentamiento, que incluirá un elemento de calentamiento eléctrico o de otro tipo para hervir el agua u otro fluido en el mismo.

Los vapores combinados que se acumulan en el espacio de vapor pasan hacia abajo a través del condensador de tubo horizontal, donde los vapores se condensan por intercambio de calor con la alimentación de fluido relativamente frío, típicamente agua fría, que entran en la cámara de condensación. Después de la condensación, el

destilado limpio puede ser recogido de una salida en el extremo inferior del condensador.

Las altas eficiencias logradas por el aparato y los procedimientos de la presente invención se cree que se derivan, al menos en parte, a partir de la interacción entre las burbujas de gas que fluye hacia arriba desde el rociador de gas y las superficies de intercambio de calor dispuestas horizontalmente del condensador de tubos horizontales. En las configuraciones preferidas de espiral y otros paquetes cerrados de los condensadores de tubos horizontales, las burbujas pasarán hacia arriba a través de múltiples pasajes tortuosos donde el flujo direccional está cambiando constantemente y el contacto íntimo entre las burbujas y las superficies expuestas de los condensadores de tubo se mantienen. La capacidad de empaquetar de manera cerrada los tubos horizontales es también una ventaja ya que permite una unidad de destilación muy compacta para ser construida.

Preferiblemente, la carcasa es un cilindro que tiene un eje vertical. La cámara de calentamiento comprende una pared tubular dispuesta coaxialmente con el eje vertical de la carcasa cilíndrica, y la cámara de condensación está dispuesta anularmente alrededor de la pared tubular de la cámara de calentamiento. Así, el condensador de tubo horizontal puede comprender preferentemente un tubo en espiral dispuesto en la cámara de condensación anular, más preferiblemente comprende una pluralidad de tubos enrollados en espiral, dispuestos dentro de la cámara de condensación y que pasa desde el extremo superior al extremo inferior del mismo. La pluralidad de tubos de condensación puede estar unida en la parte inferior en un colector u otra cámara de recogida para recoger el destilado limpio.

En las construcciones preferidas, la cámara de calentamiento y la cámara de condensación se abrirán ambas en sus extremos superiores en el espacio de vapor común, y la cámara de calentamiento se abrirá en su extremo inferior a la cámara de condensación para permitir el flujo del fluido precalentado de la cámara de condensación a la cámara de calentamiento. Más sencillamente, el extremo inferior de la cámara de condensación formará una cámara impelente abierta y al menos una abertura o pasaje será proporcionado en la pared tubular de la cámara de calentamiento para permitir que el fluido fluya. Por lo general, sólo se proporcionará un solo pasaje o abertura en el extremo inferior para permitir el flujo de fluido entre la cámara de condensación y la cámara de calentamiento. De esta manera, el flujo del fluido de entrada debe pasar primero a través de la cámara de condensación antes de entrar en la cámara de calentamiento. El burbujeo de aire o gas se puede proporcionar en cualquier forma convencional. Típicamente, un tubo perforado, por lo general un tubo enrollado perforado, se dispone en un espacio inferior o cámara impelente de la cámara de condensación para pasar las burbujas del rociado a través de ella hacia arriba.

También se describen en este documento los procedimientos de alimentación de un fluido de alimentación a través de una cámara de condensación a una cámara de calentamiento. El fluido de alimentación se hierve en la cámara de calentamiento para formar una primera fase de vapor. Aire u otro gas se burbujan hacia arriba a través de la cámara de condensación para proporcionar una segunda fase de vapor llevado hacia arriba por las burbujas de gas. La primera fase de vapor y la segunda fase de vapor se combinan y se condensan en un condensador de tubo horizontal en la cámara de condensación. Las burbujas de gas mejoran la transferencia de calor entre la alimentación de fluido de entrada y el vapor de condensación para mejorar tanto la condensación y mejorar el precalentamiento de la alimentación de fluido. Un destilado limpio puede ser recogido entonces desde la parte inferior del condensador.

Se describe también aquí un procedimiento mejorado para la destilación de agua. El procedimiento es del tipo donde el agua se hierve para producir vapor y el vapor.

Se describe también aquí un procedimiento mejorado para la destilación de agua. El procedimiento es del tipo donde el agua se hierve para producir vapor y el vapor se condensa en un condensador mediante un intercambio de calor con agua de alimentación. La mejora de la presente invención comprende el rociado del condensador con aire para mejorar la transferencia de calor y producir vapor de agua adicional que se condensa con el vapor. La mejora comprende además opcionalmente condensar el vapor en un intercambiador de calor de tubos horizontales. El procedimiento mejorado produce agua con una eficiencia de destilación muy alta.

El consumo de energía por litro de agua producida por los procedimientos y aparatos de la presente invención es típicamente inferior a 380 kcal/l, preferiblemente por debajo de 320 kcal/l. Tales procedimientos mejorados generalmente utilizar un condensador de tubo horizontal para proporcionar los beneficios mencionados anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una ilustración esquemática de un aparato de destilación construido de acuerdo con los principios de la presente invención que muestra flujos ejemplares de fluido y de gas.

La figura 2 ilustra una realización específica de un aparato construido de acuerdo con los principios de la presente invención con porciones cortadas para ilustrar los componentes internos.

Descripción detallada de la invención

Haciendo referencia a la figura 1, el aparato 10 de acuerdo con la presente invención comprende una carcasa 12 que tiene al menos una cámara de condensación 14 y una cámara de calentamiento 16 en el mismo. Una entrada de alimentación de fluido 18 se proporciona en la cámara de condensación 14, y un elemento de calentamiento por resistencia eléctrica 20, u otro elemento de calentamiento, se proporciona dentro de la cámara de calentamiento 16. La cámara de condensación 14 y la cámara de calentamiento 16 están divididas por un tabique interior 24 pero generalmente están conectadas o abiertas en su extremo superior e inferior para permitir un flujo interno o el movimiento de los fluidos y vapores, como se describirá en detalle más adelante. En particular, un espacio de vapor 26 definido en el extremo superior de la carcasa 12 y una abertura o paso 28 está provisto en la región inferior de la carcasa.

Un condensador de tubo horizontal 30 está dispuesto en la cámara de condensación 14 e incluye una pluralidad de tubos de intercambio de calor generalmente horizontales que sirven para condensar el vapor que entra desde un extremo superior 32 de la misma y para precalentar la entrada de alimentación de fluido que entra a través de la entrada 18. El condensador de tubos horizontales 30 puede tomar una variedad de formas y se muestra esquemáticamente como una estructura generalmente de serpentina que tiene un número de secciones de reversión de flujo. Más generalmente, sin embargo, el condensador se dispone como una bobina helicoidal o espiral, como se describe en más detalle con referencia a la figura 2 a continuación.

Una característica importante de la presente invención es la inclusión de un aire o rociador de gas 38 en o cerca del fondo de la cámara de condensación 14. El burbujeo de gas se introduce a través del rociador 38, y se generan burbujas que pasan hacia arriba a través de la alimentación de fluido en una dirección generalmente en contracorriente con el flujo de fluido, al menos en la parte inferior de la cámara 14. Dado que la alimentación de fluido es calentada por el flujo de vapor a través del condensador de tubo horizontal 30, el vapor se genera en la alimentación de fluido que generalmente se une con las burbujas de gas. Como las burbujas de gas pasan hacia arriba a través de la superficie superior del fluido 40, el vapor se libera en el espacio de vapor 26, junto con vapor de la cámara de calentamiento como se discutirá con más detalle a continuación. Las burbujas también actúan para mejorar la transferencia de calor entre el fluido de alimentación que entra y el vapor que pasa hacia abajo a través del condensador de tubo horizontal 30, como se discutió anteriormente.

La alimentación de fluido, después de haber sido pre-calentada en la cámara de condensación 14, fluye a la cámara de calentamiento, generalmente como indica la flecha 44. El fluido que entra en la cámara de calentamiento 16 se calienta mediante el elemento de calentamiento 20 para provocar la generación de ebullición y el vapor. El vapor generado en la cámara de calentamiento 16 también pasa en el espacio de vapor 26 donde se combina con el vapor del gas rociado en la cámara de condensación. Así, el vapor de la cámara de calentamiento 16, como se indica generalmente por la flecha 46, y el vapor de la condensación de la cámara 14, como se indica generalmente mediante la flecha 48 pasan al extremo superior 32 del condensador de tubo horizontal 30, donde los vapores combinados pasan entonces descienden por el tubo y se condensan por intercambio de calor con la alimentación de fluido. El vapor condensado proporciona un "destilado limpio", que luego puede ser recogido desde la salida 50 del condensador. Un balance ejemplar de masa y de energía se muestra a continuación.

BALANCE DE EJEMPLO DE MASA Y DE ENERGÍA	
Volumen total en la carcasa 12	6 l
Volumen en serpentina 30	3,5 l
Volumen en la cámara de calentamiento 16	15 l
Área de la superficie de las serpentinas 30	0,9 m ²
Caudal de agua	4,6 l/h.
Rociado de flujo de aire	360 l/h.
Potencia específica	318 kcal/l
Eficiencia del condensador	0,2 $\frac{m^3 hr}{l}$

Refiriéndonos ahora a la figura 2, se describirá una realización actualmente preferida del aparato de destilación de la presente invención. Una carcasa cilíndrica 100 está adaptada para contener agua u otro fluido a un nivel 111. El agua u otra alimentación de fluido a destilar 112 se puede introducir en la carcasa 100 a través de una entrada 113. El nivel del fluido 111 en la carcasa puede ser mantenido por un aparato convencional, tal como sensores de nivel y los controles de entrada de alimentación (no mostrados). Un desagüe 114 se proporciona para la eliminación periódica del fluido refrigerante de agua salobre que se recoge en la parte inferior de la carcasa 100 a través del tiempo.

Un espacio de vapor 116 está formado en un extremo superior del interior de la carcasa 100 generalmente sobre la superficie del fluido 111. Una pluralidad de tubos en espiral de condensación 117 (siendo ilustrados cinco) está dispuesta anularmente en la periferia exterior del interior de la carcasa 100. Mientras que los tubos de condensación 117 típicamente tendrán una sección transversal circular, es posible que los tubos puedan tener otras secciones transversales, tales como ovalada, cuadrada, poligonal, o similares. Se prefiere generalmente, sin embargo, que las serpentinas se coloquen de manera que los tubos son generalmente horizontales con el fin de mejorar el contacto con las burbujas de gas rociado como generalmente se ha descrito anteriormente. Los tubos en espiral 117 son, por supuesto, no verdaderamente horizontales y por "horizontal" se quiere decir sólo que los tubos tendrán un ángulo de menos de 45° con relación a la horizontal, por lo general menos de 25°, y más preferiblemente menos de 15°. Un ángulo ejemplar está en el intervalo de 1,5° a 2,5°.

El vapor desde el espacio de vapor 116 se introducirá en los tubos de condensación 117, como se indica mediante las flechas 126 y 130. A medida que el vapor pasa hacia abajo a través de los tubos de condensación 117, el intercambio de calor con la entrada de fluido condensa el vapor produciendo el destilado deseado. El destilado se extrae preferentemente a través de un depósito o colector 118, que combina la salida de cada uno de los tubos de condensación 117 y proporciona una salida común 119 que puede facilitar la extracción del destilado.

El rociado de gas sobre los tubos de intercambio de calor 117 preferiblemente proporcionados por el tubo de inyección de gas 122 que tiene agujeros 123 que producen burbujas 124. Las burbujas pasan hacia arriba a través de los tubos de condensación 117 en una cámara de condensación anular 120. Por conveniencia, las burbujas 124 se muestran en sólo una porción del espacio de condensación. En la operación real, las burbujas pasan hacia arriba a través del toda la cámara de condensación anular 120. También se apreciará que una amplia variedad de otros rociadores de gas se podrían utilizar, incluyendo colectores perforados, piedras porosas, y similares. También se apreciará que el rociado se puede hacer con el aire (en cuyo caso puede ser referido como aireación), o con una amplia variedad de otros gases.

La cámara de calentamiento 127 está definida por una pared tubular 131 que rodea a un elemento de calentamiento 128. El agua de la cámara de condensación 120 pasa al interior de la cámara de calentamiento 127 a través de una abertura 133 en la parte inferior del mismo. El elemento de calentamiento 128 produce burbujas de vapor del fluido 132 que pasan hacia arriba a través de una abertura superior 129 en la cámara de calentamiento en el espacio de vapor 116. El vapor pasa a continuación a las partes superiores de los tubos de condensación, como se indica mediante la flecha 130 y se ha descrito anteriormente.

Opcionalmente, un ventilador (no ilustrado) y otros aparatos de refrigeración serán proporcionados en la parte inferior de la carcasa 100 para enfriar el condensado. Además, opcionalmente, aletas de refrigeración (no mostradas) u otras mejoras de intercambio de calor pueden ser proporcionadas para enfriar aún más eficientemente el condensado.

En realizaciones alternativas (no ilustradas), la(s) línea(s) de condensados y/o la(s) línea(s) de gas de burbujas puede ser conducida a través del espacio de cabeza 130 de la carcasa. Los restantes aspectos de la circulación de agua y gas, sin embargo, generalmente serán los mismos. Si la línea de condensado se lleva a cabo a través del espacio de cabeza, un ventilador opcional y/o aletas de refrigeración opcionales también pueden ser proporcionados en el espacio de cabeza.

Se apreciará que la construcción y el funcionamiento del aparato de destilación de la figura 2 son relativamente sencillos. En particular, el nivel de fluido tanto en la cámara de condensación 120 como en la cámara de calentamiento 131 será el mismo, lo que requiere sólo un único sistema de control de nivel de fluido. El calor en el aparato es provisto principalmente por la cantidad de energía suministrada al elemento de calentamiento 28. La evaporación del agua en las burbujas de gas enfría el agua entrante, y un condensador enfriador condensará más vapor. Así, será deseable un agua de alimentación más fría. La humedad del gas de burbujeo se mantiene preferiblemente a un nivel relativamente bajo, aunque esto será a menudo difícil de controlar.

Aunque lo anterior es una descripción completa de las realizaciones preferidas de la invención, las diversas alternativas, modificaciones y equivalentes pueden ser utilizados. Por lo tanto, la descripción anterior no debe tomarse como una limitación del alcance de la invención que se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de destilación que comprende:

- 5 una carcasa (12) que define una cámara de calentamiento (16), una cámara de condensación (14) que tiene una parte superior y una inferior, un espacio de vapor (26) anterior y común a las cámaras de calefacción y de condensación, y una entrada de alimentación de fluido (18) en la cámara de condensación;
 - 10 un condensador (30) que comprende una pluralidad de tubos espirales de condensación sustancialmente horizontales dispuestos entre el espacio de vapor (26) y la parte inferior de la cámara de condensación (14), en donde la pluralidad de tubos espirales de condensación tienen entradas (32) que reciben vapor desde el espacio de vapor por encima de la cámara de condensación y salidas de destilado (50) en un extremo inferior de la cámara, y
 - 15 un rociador de gas (38) dispuesto en la parte inferior de la cámara de condensación (14) a las burbujas de gas dirigidas hacia arriba a través de la cámara de condensación, en la que las burbujas friegan la pluralidad de tubos espirales de condensación para mejorar la transferencia de calor y absorber el vapor de alimentación de fluido.
2. Aparato de destilación según la reivindicación 1, en el que la carcasa (12) es cilíndrica y tiene un eje vertical.
- 20 3. Aparato de destilación según la reivindicación 2, en el que la cámara de calentamiento (16) comprende una pared tubular dispuesta coaxialmente con el eje vertical de la carcasa.
 - 25 4. Aparato de destilación según la reivindicación 3, en el que la cámara de condensación (14) está dispuesta anularmente alrededor de la pared tubular de la cámara de calentamiento (16).
 - 30 5. Aparato de destilación según la reivindicación 2, en el que la pluralidad de tubos espirales de condensación comprenden al menos un tubo en espiral dispuesto en la cámara de condensación anular (14).
 - 35 6. Aparato de destilación según la reivindicación 1, en el que la alimentación de fluido pasa a través de la cámara de condensación (14) a la cámara de calentamiento (16) de modo que el vapor formado en la cámara de calentamiento se combina con el vapor de las burbujas de gas en el espacio de vapor (26) y los vapores combinados fluyen hacia abajo del condensador (30) para condensarse para producir un destilado limpio.
 - 40 7. Aparato de destilación según la reivindicación 4, en el que la cámara de calentamiento (16) y la cámara de condensación (14) están abiertas en sus extremos superiores en el espacio de vapor (26).
 - 45 8. Aparato de destilación según la reivindicación 7, en el que la cámara de calentamiento (16) está abierta a la cámara de condensación (14) para permitir el flujo de fluido precalentado de la cámara de condensación a la cámara de calentamiento.
 - 50 9. Aparato de destilación según la reivindicación 8, en el que la cámara de calentamiento (16) y la cámara de condensación (14) están abiertas en sus extremos inferiores.
 - 55 10. Aparato de destilación según la reivindicación 4, en el que la cámara de calentamiento (16) y la cámara de condensación (14) están abiertas sólo en sus extremos inferiores.
 - 60 11. Aparato de destilación según la reivindicación 2, en el que el tubo rociador de gas (38) comprende un tubo flexible perforado dispuesto en un espacio inferior de la cámara de condensación (14).
 - 65 12. Procedimiento para la destilación de un alimento fluido, comprendiendo dicho procedimiento:
alimentar la alimentación de fluido a través de una cámara de condensación (14) a una cámara de calentamiento (16);
hervir la alimentación de fluido en la cámara de calentamiento para formar una primera fase de vapor;
rociar un gas (38) hacia arriba a través de la cámara de condensación (14) para producir una segunda fase de vapor en las burbujas del gas;
condensar las fases de vapor combinadas primera y segunda en un condensador (30) que comprende una pluralidad de tubos espirales sustancialmente horizontales de condensación en la cámara de condensación (14), en la que las burbujas de gas mejoran la transferencia de calor entre la alimentación de fluido y el vapor de condensación en el condensador; y
recoger el destilado (50) desde la parte inferior del condensador.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la alimentación de fluido comprende agua.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la energía requerida para destilar el agua es inferior a 380 kcal/l.

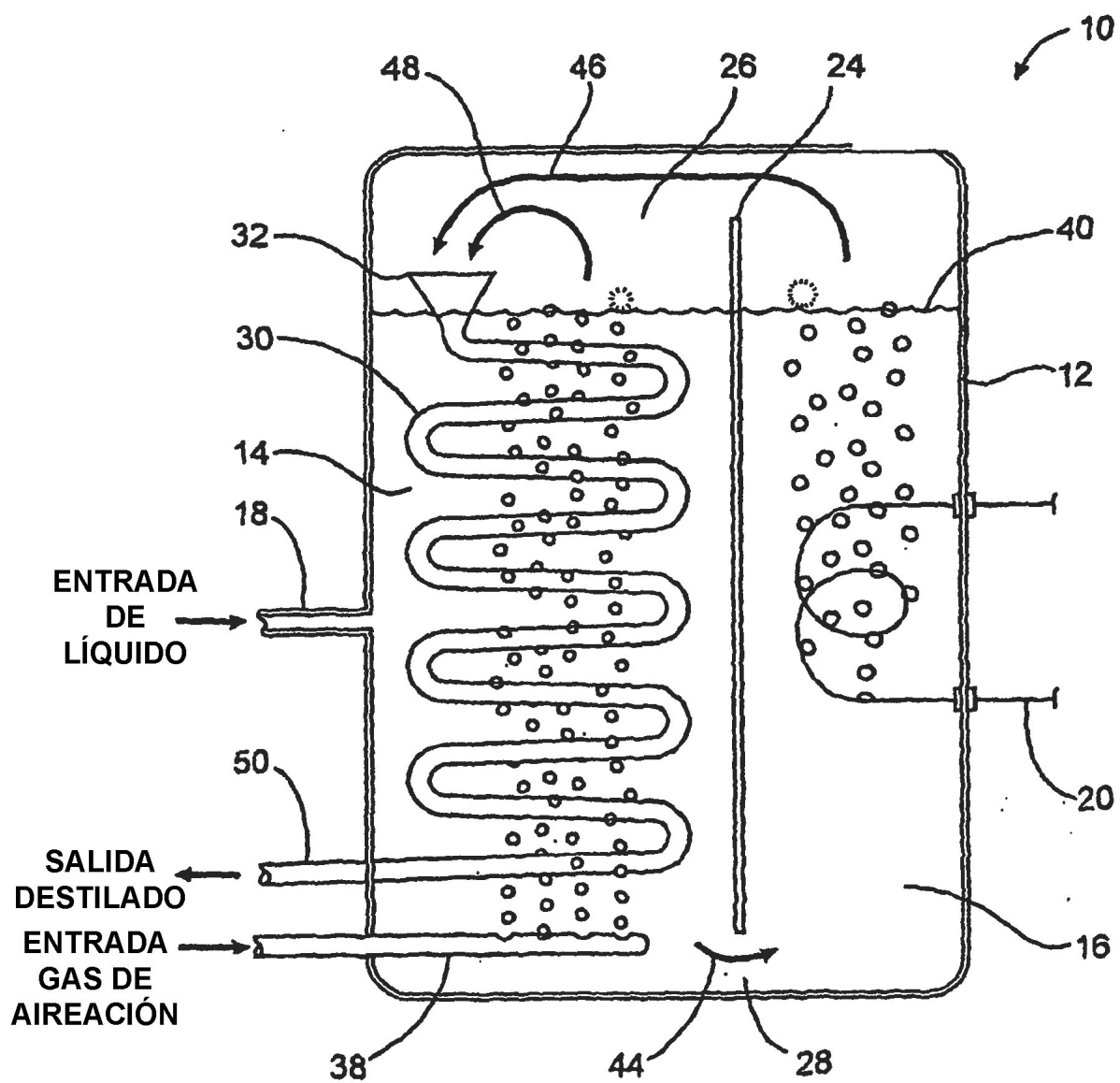


FIG. 1

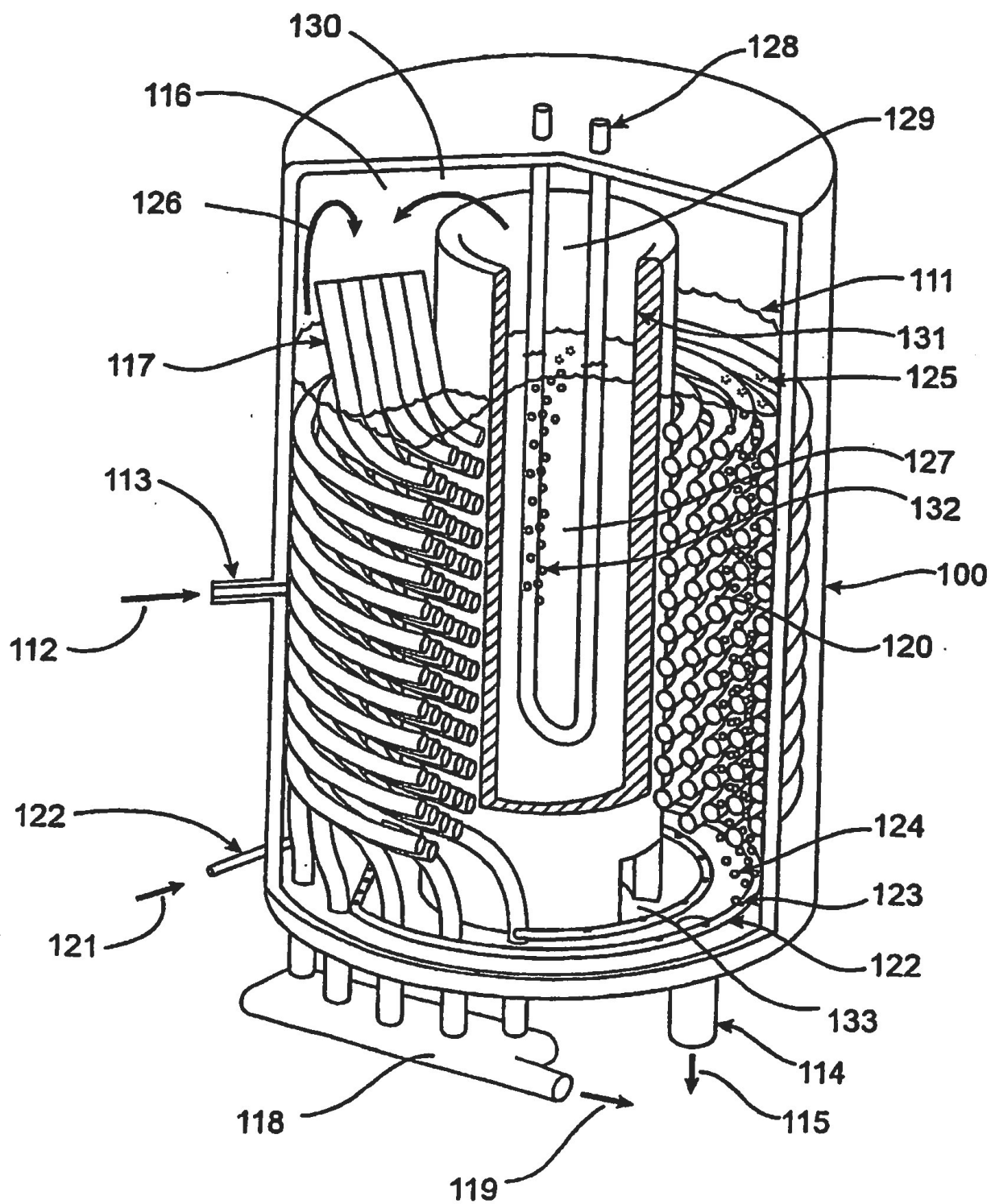


FIG. 2