

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 557**

51 Int. Cl.:

**G21D 1/00** (2006.01)

**F22B 37/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2007** **E 07714545 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 1990806**

54 Título: **Separador vapor-agua**

30 Prioridad:

**28.02.2006 JP 2006053631**

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

**23.03.2016**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)**  
**16-5, Konan 2-chome Minato-ku**  
**Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**SUZUTA, TADAHIKO;**  
**KONDO, YOSHIYUKI;**  
**MIZUTANI, TOSHIYUKI;**  
**SHIMAMURA, KENGO;**  
**HIROTA, NAOAKI y**  
**KATSURA, YOSUKE**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 564 557 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**

Separador vapor-agua

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un separador de vapor-agua que separa un flujo bifásico de vapor y líquido en el vapor y el líquido.

**10 Técnica anterior**

Por ejemplo, un reactor de agua a presión (PWR: Reactor de Agua a Presión), que usa agua ligera como un refrigerante del reactor y un moderador de neutrones, la hace circular como agua a alta temperatura y alta presión, que no llega a ebullición, a través del núcleo de un reactor, envía el agua a alta temperatura y alta presión a un generador de vapor para generar vapor por intercambio de calor y envía el vapor a un generador de turbina para generación de electricidad. El reactor de agua a presión transfiere el calor del agua de enfriamiento primaria a alta temperatura y alta presión a un agua de enfriamiento secundaria mediante el generador de vapor, generando el vapor a partir del agua de enfriamiento secundaria. En el generador de vapor, el agua de enfriamiento primaria fluye dentro de gran número de tubos de transferencia de calor estrechos, y el calor del agua de enfriamiento primaria se transfiere al agua de enfriamiento secundaria que fluye fuera de los tubos de transferencia de calor, generando de esta manera el vapor, lo que provoca que la turbina gire para generar electricidad.

En el generador de vapor, se dispone un cilindro externo del haz de tubos dentro del cilindro hueco sellado con un espacio predeterminado desde la pared interna del mismo, se dispone una pluralidad de tubos de transferencia de calor con forma de U invertida dentro del cilindro externo del haz de tubos, teniendo cada tubo de transferencia de calor su extremo soportado por un soporte de tubo y su parte media soportada por una pluralidad de placas de soporte de tubo que están soportadas mediante varillas de sujeción que se extienden desde el soporte de tubo, y un separador vapor-agua y un separador de humedad están dispuestos en la parte superior.

Por lo tanto, cuanto el agua de enfriamiento primaria se suministra a la pluralidad de tubos de transferencia de calor a través de una cámara de agua dispuesta en la parte inferior del cilindro, y el agua de enfriamiento secundaria se suministra al cilindro desde una tubería de suministro de agua dispuesta en la parte superior del cilindro, se realiza el intercambio de calor entre el agua de enfriamiento primaria (agua caliente) que fluye dentro de la pluralidad de tubos de transferencia de calor y el agua de enfriamiento secundaria (agua fría) que circula por dentro del cilindro, de manera que el agua de enfriamiento secundaria absorbe el calor y se genera el vapor. Cuando el vapor va hacia arriba, el agua se separa del vapor, y el vapor se descarga desde el extremo superior del cilindro mientras que el agua cae hacia abajo.

Un separados de vapor-agua convencional consiste en una pluralidad de elevadores a través de los cuales el vapor se dirige hacia arriba, una paleta giratoria dispuesta dentro del elevador, un cilindro de bajada localizado fuera del elevador para formar un espacio de bajada y una plataforma que tiene un orificio y una purga que está dispuesta enfrentada al extremo superior del elevador y el cilindro de bajada con un espacio predeterminado desde este.

Por lo tanto, el flujo bifásico del vapor y el agua generados por el generador de vapor se introduce en cada elevador por su extremo inferior, moviéndose hacia arriba, y se eleva hacia arriba mientras se hace girar con la paleta giratoria, y el agua se deposita en la cara de la pared interna del elevador y se mueve hacia arriba mientras se convierte en un flujo de película líquida y el vapor se mueve hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador. El vapor se suministra por encima de la plataforma principalmente a través del orificio y la purga, y el agua escapa del elevador a través de una abertura entre el extremo superior del elevador y la plataforma, fluyendo hacia el cilindro de bajada y entonces fluye hacia abajo. Por consiguiente, solo el vapor fluye hacia fuera por encima de la plataforma.

Este tipo de separador de vapor-agua se describe en los documentos de patente 1 y 2 a continuación.

55 Documento de patente 1: solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2001-079323  
Documento de patente 2: solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2001-183489.

Los documentos US 3 961 923 A y EP 0 203 896 A2 desvelan un separador de vapor-agua que comprende un tubo elevador de vapor-agua a través del cual un flujo bifásico de agua y vapor va hacia arriba; una paleta giratoria dispuesta dentro del tubo elevador de vapor-agua; y un cilindro de bajada dispuesta rodeando el tubo elevador de vapor-agua para formar un espacio de bajada anular.

**Divulgación de la invención**

**65 Problema que debe resolver la invención**

Incidentalmente, en el generador de vapor descrito anteriormente, en términos de diseño, un elevador en el lado circunferencial en un separador de vapor-agua tiene que formarse en una curva. Las Figuras 11 y 12 son diagramas esquemáticos de un separador de vapor-agua convencional. En el separador de vapor-agua convencional, como se muestra en la Figura 11, un elevador 001, a través del cual el vapor va hacia arriba, se forma con una parte vertical 003 unida al extremo superior de una parte curva 002 y tiene una paleta giratoria 004 fijada en su interior. Se dispone un cilindro de bajada 005 para formar un espacio de bajada fuera del elevador 001 y se dispone una plataforma 008 que tiene un orificio 006 y una purga 007 por encima del elevador 001 y el cilindro de bajada 005.

En el separador de vapor-agua convencional, aunque un flujo bifásico del vapor y el agua va hacia arriba dentro del elevador 001, la parte curva 002 dispuesta en la parte inferior del elevador 001 provoca el desequilibrio entre la corriente del flujo bifásico, y las gotas de líquido del flujo bifásico entran en contacto con el lado externo de la dirección de curvado en la parte curva 002, formando una película líquida allí. Aunque el flujo bifásico se eleva hacia arriba girando por la paleta giratoria 004, la película líquida crece y la película líquida en el lado externo de la dirección de curvado en la parte curva 002 se hace más gruesa que en el lado interno de la dirección de curvado en la parte curva 002, en el extremo superior del elevador 001.

Entonces, un flujo giratorio del vapor separado entra en contacto con la película líquida para contener una gran cantidad de gotas de líquido y la película líquida con tales gotas líquidas contenidas se descarga por encima de la plataforma. El vapor que contiene grandes cantidades de gotas de líquido provoca una ausencia de capacidad de procesamiento de un separador de humedad, dando como resultado el problema de que no puede generarse vapor apropiadamente separado de buena calidad. También se da el problema de que, aunque la mayor parte del agua que fluye desde el extremo superior del elevador 001 al cilindro de bajada 005 va hacia abajo por el cilindro de bajada 005, debido a que parte de la película líquida se hace más gruesa, parte del agua rebosa por encima del orificio 006 y rebosa fuera del cilindro de bajada 005.

Además, como se muestra en la Figura 12, se provoca un desequilibrio con una velocidad de flujo del flujo bifásico debido a la parte curva 002 dispuesta en la parte inferior del elevador 001, que provoca que el espesor de la película líquida difiera entre el lado externo y el lado interno de la dirección de curvado en la parte curva 002 en el extremo superior del elevador 001. Por lo tanto, hay un problema de que aumenta el arrastre de impurezas debido a un aumento en la velocidad de flujo del vapor descargado a través del orificio 006 y la purga 007.

La presente invención pretende resolver los problemas mencionados anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar un separador de vapor-agua destinado a potenciar la eficacia de separación vapor-agua haciendo que el espesor de una película líquida formada dentro de un elevador de vapor-agua sea uniforme y evitando un rebosamiento de un flujo de la película líquida.

### Medios para resolver el problema

Para conseguir los objetos anteriores, el separador de vapor-agua de acuerdo con la invención de la reivindicación 1 incluye un tubo elevador de vapor-agua a través del cual sube un flujo bifásico de agua y vapor, incluyendo el tubo elevador de vapor-agua una parte curva en una parte inferior y una paleta giratoria dispuesta dentro del tubo elevador de vapor-agua entre la parte curva y el extremo superior del tubo elevador de vapor-agua; un cilindro de bajada dispuesto rodeando el tubo elevador de vapor-agua para formar un espacio de bajada anular; una plataforma que está dispuesta en el lado opuesto a los extremos superiores del tubo elevador de vapor-agua y el cilindro de bajada con un espacio predeterminado desde los mismos y que incluye un orificio dispuesto por encima del tubo elevador de vapor-agua; y una unidad de ajuste de película líquida que está dispuesta en una localización entre la parte curva y la paleta giratoria y que ajusta el espesor de una película líquida formada en una cara interna del tubo elevador de vapor-agua.

En el separador de vapor-agua de acuerdo con la invención de la reivindicación 2, la unidad de ajuste de película líquida incluye un miembro de descarga de flujo de película líquida dispuesto en un lado externo de una dirección de curvado de la parte curva.

En el separador de vapor-agua de acuerdo con la invención de la reivindicación 3, la unidad de ajuste de película líquida incluye un pasaje de flujo de película líquida que guía la película líquida formada sobre un lado externo de una dirección de curvado de la parte curva a un lado interno de la dirección de curvado.

En el separador de vapor-agua de acuerdo con la invención de la reivindicación 4, el pasaje de flujo de película líquida está dispuesto espiralmente fuera del tubo elevador de vapor-agua.

En el separador de vapor-agua de acuerdo con la invención de la reivindicación 5, la unidad de ajuste de película líquida incluye una placa de resistencia que tiene un pasaje de flujo bifásico formado en el centro de la placa de resistencia.

En el separador de vapor-agua de acuerdo con la invención de la reivindicación 6, el orificio está dispuesto en una posición descentrada respecto al tubo elevador de vapor-agua hacia un lado interno de la dirección de curvado de la

parte curva.

5 El separador de vapor-agua de acuerdo con la invención de la reivindicación 7 incluye un tubo elevador de vapor-agua que incluye una parte curva en una parte inferior y a través de la cual un flujo bifásico de agua y vapor va hacia arriba; una paleta giratoria dispuesta dentro del tubo elevador de vapor-agua; un cilindro de bajada dispuesto rodeando el tubo elevador de vapor-agua para formar un espacio de bajada anular; y una plataforma que está dispuesta en el lado opuesto a los extremos superiores del tubo elevador de vapor-agua y el cilindro de bajada con un espacio predeterminado desde los mismos y que incluye un orificio por encima del tubo elevador de vapor-agua, en el que el orificio está dispuesto en una posición descentrada respecto al tubo elevador de vapor-agua hacia el lado interno de una dirección de curvado de la parte curva.

### Efecto de la invención

15 De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 1, se dispone el tubo elevador de vapor-agua que tiene la parte curva en su parte inferior y a través de la cual el flujo bifásico del agua y el vapor fluye hacia arriba, la paleta giratoria está dispuesta dentro del tubo elevador de vapor-agua, el cilindro de bajada de agua está dispuesto para formar el espacio de bajada anular alrededor del tubo elevador de vapor-agua, teniendo la plataforma el orificio sobre el tubo elevador de vapor-agua dispuesta en oposición al extremo superior del tubo elevador de vapor-agua y el cilindro de bajada de agua con el espacio predeterminado entre ellos, y se dispone la unidad de ajuste de película líquida, que ajusta el espesor de la película líquida formada en la cara interna del tubo elevador de vapor-agua. El flujo bifásico del agua y el vapor que se introduce en el tubo elevador de vapor-agua en su extremo inferior fluye hacia arriba y después se eleva hacia arriba girando por la paleta giratoria, y el agua se deposita en la cara interna del tubo elevador de vapor-agua y se eleva hacia arriba mientras se convierte en el flujo de película líquida. En este momento, debido a que la película líquida fluye hacia arriba ajustándose su espesor mediante la unidad de ajuste de película líquida, el agua, sin rebosar, fluye apropiadamente al interior del espacio de bajada del cilindro de bajada de agua y fluye hacia abajo. Por otro lado, el vapor fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del tubo elevador de vapor-agua y se descarga apropiadamente por encima de la plataforma a través del orificio sin absorber el agua en la película líquida. Como resultado, haciendo que el espesor de la película líquida formada dentro del tubo elevador de vapor-agua sea uniforme y evitando el rebosamiento del flujo de película líquida, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 2, implementando la unidad de ajuste de película líquida formando la unidad de descarga de flujo de película líquida en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva en la localización entre la parte curva y la paleta giratoria en el tubo elevador de vapor-agua, aunque el flujo bifásico del agua y el vapor que se introduce en el tubo elevador de vapor-agua en su extremo inferior y fluye hacia arriba entra en contacto con el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva y forma la película líquida allí, debido a que parte del flujo de película líquida se descarga a través de la unidad de descarga de flujo de película líquida, la película líquida fluye hacia arriba sin aumentar su espesor. Por lo tanto, el rebosamiento del agua y la absorción de agua de la película líquida en el vapor se eliminan. De esta manera, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 3, implementando una unidad de ajuste de película líquida formando el pasaje de flujo de película líquida que está localizado entre la parte curva y la paleta giratoria en el tubo elevador de vapor-agua y guía la película líquida formada en el lado exterior de la dirección de curvado de la parte curva al lado interior de la dirección de curvado, aunque el flujo bifásico del agua y el vapor que se introduce en el tubo elevador de vapor-agua en su extremo inferior y fluye hacia arriba entra en contacto con el lado exterior de la dirección de curvado de la parte curva y forma la película líquida allí, debido a que parte del flujo de película líquida se guía a través del pasaje de flujo de película líquida al lado interno de la dirección de curvado, la película líquida fluye hacia arriba sin aumentar su espesor. Por lo tanto, el rebosamiento del agua y la absorción de agua de la película líquida en el vapor se eliminan. De esta manera, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 4, con el pasaje de flujo de película líquida dispuesto espiralmente sobre el exterior del tubo elevador de vapor-agua, parte del flujo de película líquida que pasa a través del pasaje de flujo de película líquida circula en espiral y se guía al lado interno de la dirección de curvado. Por lo tanto, se da potencia de giro al flujo bifásico y todo el vapor se eleva hacia arriba. De esta manera, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 5, implementando la unidad de ajuste de película líquida formando la unidad de descarga de flujo de película líquida en el lado exterior de la dirección de curvado de la parte curva en la localización por encima de la paleta giratoria en el tubo elevador de vapor-agua, aunque el flujo bifásico del agua y el vapor que se introduce en el tubo elevador de vapor-agua en su extremo inferior y fluye hacia arriba entra en contacto con el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva para formar la película líquida allí, la película líquida crece según fluye hacia arriba, y debido a que parte del flujo de película líquida se descarga a través de la unidad de descarga de flujo de película líquida, el rebosamiento del agua y la absorción del agua de la película líquida en el vapor se eliminan. De esta manera, puede mejorarse la

eficacia de separación de vapor-agua.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 6, implementando la unidad de ajuste de película líquida disponiendo la placa de resistencia, con el pasaje de flujo bifásico formado en su centro, en la localización entre la parte curva y la paleta giratoria en el tubo elevador de vapor-agua, aunque el flujo bifásico del agua y el vapor que se introduce en el tubo elevador de vapor-agua y fluye hacia arriba entra en contacto con el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva y forma la película líquida allí, debido a que el crecimiento del flujo de la película líquida se restringe por la placa de resistencia, la película líquida fluye hacia arriba sin aumentar su espesor. Por lo tanto, el rebosamiento del agua y la absorción del agua de la película líquida en el vapor se eliminan. De esta manera, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 7, implementando la unidad de ajuste de película líquida disponiendo la unidad de descarga de flujo de película líquida en el extremo superior del tubo elevador de vapor-agua y ajustando la unidad de descarga de flujo de película líquida de tal manera que el área de abertura en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva es mayor que en el lado interno, aunque el flujo bifásico del agua y el vapor que se introduce en el tubo elevador de vapor-agua y fluye hacia arriba entra en contacto con el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva para formar la película líquida allí, y la película líquida crece según fluye hacia arriba, debido a que el área de abertura de la unidad de descarga de flujo de película líquida en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva es grande, y parte del flujo de película líquida se descarga desde la misma, el rebosamiento del agua y la absorción del agua de la película líquida en el vapor se eliminan. De esta manera, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 8, con el orificio dispuesto excéntricamente, hacia el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva, respecto al tubo elevador de vapor-agua, aunque el flujo de película líquida formado en la parte curva va hacia arriba, el rebosamiento del agua a través del orificio puede evitarse debido a que el orificio está dispuesto de forma excéntrica.

De acuerdo con el separador de vapor-agua de la invención de la reivindicación 9, se dispone el tubo elevador de vapor-agua que tiene la parte curva en su parte inferior y a través del cual el flujo bifásico del agua y el vapor fluye hacia arriba, la paleta giratoria está dispuesta dentro del tubo elevador de vapor-agua, el cilindro de bajada de agua está dispuesto para formar el espacio de bajada anular alrededor el tubo elevador de vapor-agua, la plataforma que tiene el orificio sobre el tubo elevador de vapor-agua se dispone opuesta al extremo superior del tubo elevador de vapor-agua y el cilindro de bajada de agua con el espacio predeterminado desde los mismos, y el orificio está dispuesto excéntricamente, hacia el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva, respecto al tubo elevador de vapor-agua. El flujo bifásico del agua y el vapor que se introduce en el tubo elevador de vapor-agua en su extremo inferior fluye hacia arriba y después se eleva hacia arriba girando por la paleta giratoria, y el agua se deposita en la cara interna del tubo elevador de vapor-agua y se eleva hacia arriba mientras se convierte en el flujo de película líquida. Sin embargo, debido a que el orificio está dispuesto excéntricamente, el agua, sin rebosar, fluye apropiadamente al espacio de bajada del cilindro de bajada de agua y fluye hacia abajo. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

### Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La Figura 1 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

[Fig. 2] La Figura 2 es una vista lateral de un elevador en el separador de vapor-agua de la primera realización.

[Fig. 3] La Figura 3 es un diagrama de configuración esquemático de instalaciones de energía eléctrica que tienen un reactor de agua a presión al cual se aplica un generador de vapor que tiene el separador de vapor-agua de la primera realización.

[Fig. 4] La Figura 4 es un diagrama de configuración esquemático del generador de vapor que tiene el separador de vapor-agua de la primera realización.

[Fig. 5] La Figura 5 es un diagrama esquemático del separador de vapor-agua de la primera realización.

[Fig. 6] La Figura 6 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

[Fig. 7] La Figura 7 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.

[Fig. 8] La Figura 8 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención.

[Fig. 9] La Figura 9 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una quinta realización de la presente invención.

[Fig. 10] La Figura 10 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una sexta realización de la presente invención.

[Fig. 11] La Figura 11 es un diagrama esquemático de un separador de vapor-agua convencional.

[Fig. 12] La Figura 12 es un diagrama esquemático del separador de vapor-agua convencional.

**Explicación de las letras o cifras**

	13	generador de vapor
	31	cilindro
5	32	cilindro externo del haz de tubos
	37	tubo de transferencia de calor
	38	grupo de tubos de transferencia de calor
	45	separador de vapor-agua
	46	separador de humedad
10	47	tubo de suministro de agua
	51,52	elevador (tubo elevador de vapor-agua)
	53	parte vertical
	54	parte curva
	55	paleta giratoria
15	56	cilindro de bajada (cilindro de bajada de agua)
	58	espacio de bajada
	60	plataforma
	61	orificio
	62	purga
20	63, 81, 101, 102	unidad de descarga de flujo de película líquida (unidad de ajuste de película líquida)
	64, 73, 74, 82, 103, 104	rendija
	71	pasaje de flujo de película líquida (unidad de ajuste de película líquida)
	72	cubierta
	92	placa de resistencia (unidad de ajuste de película líquida)

25

**Mejores modos para llevar a cabo la invención**

A continuación se explican en detalle las realizaciones ejemplares de un separador de vapor-agua de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. La presente invención no debe limitarse a estas realizaciones.

30

**Primera realización**

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una primera realización de la presente invención; la Figura 2 es una vista lateral de un elevador en el separador de vapor-agua de la primera realización; la Figura 3 es un diagrama de configuración esquemático de instalaciones de energía eléctrica que tienen un reactor de agua a presión al cual se aplica un generador de vapor que tiene el separador de vapor-agua de la primera realización; la Figura 4 es un diagrama de configuración esquemático del generador de vapor que tiene el separador de vapor-agua de la primera realización; y la Figura 5 es un diagrama esquemático del separador de vapor-agua de la primera realización.

40

El reactor de la primera realización es el reactor de agua a presión (PWR: Reactor de Agua a Presión) que, usando agua ligera como un refrigerante del reactor y un moderador de neutrones, la hace circular como agua a alta temperatura y alta presión, que no llega a ebullición, a través de un núcleo del reactor, envía el agua a alta temperatura y alta presión a un generador de vapor para generar vapor por intercambio de calor y envía el vapor a un generador de turbina para generación de electricidad.

45

En concreto, en las instalaciones de energía eléctrica que tienen el reactor de agua a presión, como se muestra en la Figura 3, un recipiente de contención 11 aloja un reactor de agua a presión 12 y un generador de vapor 13, estando conectados el reactor de agua a presión 12 y el generador de vapor 13 mediante tubos de agua de enfriamiento 14 y 15, y el tubo de agua de enfriamiento 14 está provisto de un presurizador 16, y el tubo de agua de enfriamiento 15 está provisto de una bomba de agua de enfriamiento 17. En este caso, el agua ligera se usa como moderador y agua de enfriamiento primaria y el presurizador 16 le da una alta presión, del orden de 150 a 160 atmósferas, a un sistema de enfriamiento primario, para restringir la ebullición del agua de enfriamiento primaria en el núcleo del reactor. Por lo tanto, en el reactor de agua presurizada 12, el agua ligera como el agua de enfriamiento primaria se calienta mediante uranio poco enriquecido o MOX como combustible, y el agua ligera a alta temperatura se envía al generador de vapor 13 a través del tubo de agua de enfriamiento 14 mientras se mantiene a una alta presión predeterminada por el presurizador 16. En el generador de vapor 13, se realiza el intercambio de calor entre el agua ligera a alta presión y alta temperatura y el agua como agua de enfriamiento secundaria, y el agua ligera enfriada se envía de vuelta al reactor de agua a presión 12 a través del tubo de agua de enfriamiento 15.

60

El generador de vapor 13 se conecta a una turbina 18 y un condensador 19 dispuestos fuera del recipiente de contención 11 mediante los tubos de agua de enfriamiento 20 y 21, y el tubo de agua de enfriamiento 21 está provisto de una bomba de alimentación 22. La turbina 18 está conectada a un generador eléctrico 23 y el condensador 19 está conectado a un tubo de suministro 24 y un tubo de drenaje 25 que suministran y drenan el agua de enfriamiento (por ejemplo agua de mar). Por lo tanto, el vapor generado por el intercambio de calor con el

65

agua ligera a alta presión y alta temperatura en el generador de vapor 13 se envía a la turbina 18 a través del tubo de agua de enfriamiento 20, y el vapor impulsa la turbina 18, de manera que el generador eléctrico 23 genera electricidad. El vapor, después de impulsar la turbina 18, se enfría mediante el condensador 19 y después se envía de vuelta al generador de vapor 13 a través del tubo de agua de enfriamiento 21.

5 En el generador de vapor 13 en las instalaciones de energía eléctrica que tienen el reactor de agua a presión, como se muestra en la Figura 4, se sella un cilindro 31, que tiene una forma cilíndrica hueca y tiene un diámetro algo menor en la parte inferior que en la parte superior. Dentro del cilindro 31, se dispone un cilindro externo del haz de tubos 32 de una forma cilíndrica con un espacio predeterminado desde la pared interna del cilindro 31, y su extremo inferior se extiende hacia la cercanía de una placa tubular 33. El cilindro externo del haz de tubos 32 está soportado por una pluralidad de miembros de soporte 34 en una posición con distancias predeterminadas desde el cilindro 31 en una dirección longitudinal y una dirección circunferencial.

10 En el cilindro externo del haz de tubos 32, una pluralidad de placas de soporte de tubo 35 está dispuesta a las alturas correspondientes a aquellas de los miembros de soporte 34 y están soportadas por una pluralidad de varillas de sujeción 36 que se extienden hacia arriba desde la placa tubular 33. Dentro del cilindro externo del haz de tubos 32, se dispone un grupo de tubos de transferencia de calor 38 que incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor 37 con forma de U invertida. Cada tubo de transferencia de calor 37 tiene su extremo expandido y soportado por una placa tubular 33 y su parte media soportada por la pluralidad de placas de soporte tubulares 35. En este caso, la placa de soporte tubular 35 tiene un gran número de orificios pasantes (no mostrados) formados, y cada tubo de transferencia de calor 37 discurre a través del orificio pasante en un estado sin contacto.

15 Se fija una cámara de agua 39 al extremo inferior del cilindro 31. La cámara de agua 39 está dividida en su interior en una cámara de entrada 41 y una cámara de salida 42 por un mamparo 40, e incluye una boquilla de entrada 43 y una boquilla de salida 44. Cada tubo de transferencia de calor 37 tiene un extremo conectado a la cámara de entrada 41 y el otro extremo conectado a la cámara de salida 42. El tubo de agua de enfriamiento 14 se conecta a la boquilla de entrada 43 mientras que el tubo de agua de enfriamiento 15 se conecta a la boquilla de salida 44.

20 Se disponen un separador de vapor-agua 45, que separa el agua suministrada en vapor y agua caliente, y un separador de humedad 46, que retira la humedad del vapor separado de esta manera para llevarla a un estado cercano a un vapor seco, en la parte superior del cilindro 31. En el cilindro 31, se inserta un tubo de suministro de agua 47 para suministrar el agua de enfriamiento secundaria dentro del cilindro 31 entre el grupo de tubos de transferencia de calor 38 y el separador de vapor-agua 45, y la salida de vapor 48 se forma en el techo del cilindro 31. Se dispone un canal de suministro de agua 49 dentro del cilindro 31, a lo largo del cual el agua de enfriamiento secundaria suministrada desde el tubo de suministro de agua 47 dentro del cilindro 31 fluye hacia abajo entre el cilindro 31 y el cilindro externo del haz de tubos 32, circula hacia arriba en la placa tubular 33, y circula hacia arriba dentro del grupo de tubos de transferencia de calor 38, realizando de esta manera el intercambio de calor con el agua caliente (agua de enfriamiento primaria) que fluye dentro de cada tubo de transferencia de calor 37. El tubo de agua de enfriamiento 21 se conecta al tubo de suministro de agua 47, mientras que el tubo de agua de enfriamiento 20 se conecta a la salida del vapor 48.

25 Por lo tanto, el agua de enfriamiento primaria calentada por el reactor de agua a presión 12 se envía a la cámara de entrada 41 del generador de vapor 13 a través el tubo de agua de enfriamiento 14, circula a través de un gran número de tubos de transferencia de calor, y fluye a la cámara de salida 42. Por otro lado, el agua de enfriamiento secundaria enfriada por el condensador 19 se envía al tubo de suministro de agua 47 del generador de vapor 13 a través el tubo de agua de enfriamiento 21 y discurre a través del canal de suministro de agua 49, realizando el intercambio de calor con el agua caliente (agua de enfriamiento primaria) que fluye en los tubos de transferencia de calor 37. En concreto, dentro del cilindro 31, el intercambio de calor se realiza entre el agua de enfriamiento primaria a alta presión y alta temperatura y el agua de enfriamiento secundaria, y el agua de enfriamiento primaria enfriada se envía desde la cámara de salida 42 de vuelta al reactor de agua a presión 12 a través el tubo de agua de enfriamiento 15. Por otro lado, el agua de enfriamiento secundaria que ha realizado el intercambio de calor con el agua de enfriamiento primaria a alta presión y alta temperatura se dirige hacia arriba dentro del cilindro 31 y se separa por el separador de vapor-agua 45 en el vapor y el agua caliente, y el vapor se envía a la turbina 18 a través del tubo de agua de enfriamiento 20 después de que su humedad se haya retirado por el separador de humedad 46.

30 En el separador de vapor-agua 45 del generador de vapor 13 configurado como se ha descrito anteriormente, como se muestra en la Figura 5, una pluralidad de elevadores (tubos elevadores de vapor-agua) 51 de una forma vertical localizados en el centro y los elevadores (tubos elevadores de vapor-agua) 52 de una forma curva localizados en la periferia se disponen en la parte superior del cilindro externo del haz de tubos 32. En concreto, un trabajador requiere un espacio de trabajo para un trabajo de soldadura y similares en el momento de la producción, entre el elevador 52 localizado en la periferia del cilindro externo del haz de tubos 32 y el cilindro 31, y el extremo inferior del elevador 52 localizado en la periferia del cilindro externo del haz de tubos 32 tiene que tener una forma curva.

35 Sin embargo, en el separador de vapor-agua que tiene el elevador con forma curva 52, cuando un flujo bifásico del vapor y el agua caliente se dirige hacia arriba dentro del elevador 52, se provoca un desequilibrio en la corriente del flujo bifásico, y las gotas de líquido del flujo bifásico entran en contacto con la cara interna de la parte curva,

formando una película líquida comparativamente gruesa allí. Cuando el flujo bifásico se eleva hacia arriba mientras gira, la película líquida generada crece, y se provoca un desequilibrio en el espesor de la película líquida en el extremo superior del elevador 52. Después, un flujo giratorio del vapor separado, al entrar en contacto con la película líquida, contiene una gran cantidad de gotas de líquido, de manera que la eficacia de separación vapor-agua se reduce. Además, debido a que la película líquida se hace más gruesa en el extremo superior del elevador 52, parte del agua caliente, junto con el vapor, rebosa hacia arriba.

Por lo tanto, en la presente realización, el elevador 52 en el que se introduce el flujo bifásico del vapor y el agua caliente está provisto de una unidad de ajuste de película líquida que ajusta el espesor de la película líquida formada en su cara interna.

En concreto, en el separador de vapor-agua 45 de la presente realización, como se muestra en las Figuras 1 y 5, el elevador 52 está configurado de manera que la parte curva 54 está unida integralmente a la parte inferior de la parte vertical 53 por soldadura o similar, y el extremo inferior de la misma se une al cilindro externo del haz de tubos 32, posibilitando que el flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduzca desde la parte inferior de la parte curva 54. El elevador 52 tiene una paleta giratoria (paleta de giro) 55 fijada dentro de la parte vertical 53, capaz de dar potencia de giro al flujo bifásico. Disponiendo un cilindro de bajada (cilindro de bajada de agua) 56 fuera de la parte vertical 53 del elevador 52 para rodear el elevador 52, y soportar el cilindro de bajada 56 mediante la sujeción 57 al cilindro externo del haz de tubos 32, se forma un espacio de bajada anular 58 entre el elevador 52 y el cilindro de bajada 56.

Se dispone una plataforma 60 por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, estando soportada su parte circunferencial por el cilindro externo del haz de tubos 32. En la plataforma 60, se forma un orificio 61 por encima y opuesto al elevador 52, y se forman una pluralidad de purgas 62 adyacentes al orificio 61.

El elevador 52 tiene una unidad de descarga de flujo de película líquida 63 formada, como una unidad de ajuste de película líquida, en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, en la localización entre la parte curva 54 y la paleta giratoria 55. En la presente realización, como se muestra en detalle en la Figura 2, se forma una pluralidad de rendijas 64, como la unidad de descarga de flujo de película líquida 63, horizontalmente en la parte inferior de la parte vertical 53.

Se explica ahora el funcionamiento del separador de vapor-agua 45 de la presente realización, configurado como se ha descrito anteriormente.

El flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduce en el elevador 52 desde su parte inferior, fluye hacia arriba con una potencia de giro por la paleta giratoria 55 y se separa en el líquido cuyo elemento principal es el agua caliente y el líquido cuyo elemento principal es el vapor, debido a una diferencia en el radio de giro, dependiendo de una diferencia en la masa. El líquido de baja masa cuyo elemento principal es el vapor fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un pequeño radio de giro centrado cerca del eje central del elevador 52, y se descarga por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 y las purgas 62. Por otro lado, el líquido de alta masa cuyo elemento principal es el agua caliente fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un radio de giro mayor que el del líquido cuyo elemento principal es el vapor, y se introduce en espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 a través de una abertura entre el elevador 52 y la plataforma 60.

En este momento, el flujo bifásico del vapor y el agua caliente, introducido en la parte curva 54 del elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, formando la película líquida allí. Sin embargo, debido a que se forman rendijas 64 por encima de este lugar, parte del flujo de película líquida se descarga al exterior a través de estas rendijas 64. Por lo tanto, la película líquida no aumenta su espesor. En concreto, aunque la película líquida se forma en la cara interna del elevador 52, la película líquida fluye hacia arriba mientras su espesor en la dirección circunferencial se ajusta para que sea uniforme con la unidad de descarga de flujo de película líquida 63 compuesta por la pluralidad de rendijas 64, de manera que el agua caliente fluye apropiadamente dentro del espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Por otro lado, el vapor fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 y se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61, sin absorber agua debido a que no hay desequilibrio de la película líquida.

Como en el caso anterior, en el separador de vapor-agua de la primera realización, la paleta giratoria 55 se fija dentro del elevador 52 que tiene la parte vertical 53 y la parte curva 54, el espacio de bajada anular 58 se forma disponiendo el cilindro de bajada 56 fuera de la parte vertical 53 del elevador 52, la plataforma 60 se dispone por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde el mismo, se forman el orificio 61 y las purgas 62, y se forma la pluralidad de rendijas horizontales 64, como la unidad de descarga de flujo de película líquida 63, en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, en la localización entre la parte curva 54 del elevador 52 y la paleta giratoria 55.

Por lo tanto, aunque el flujo bifásico del vapor y el agua caliente introducido en el elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 y la película líquida se forma sobre el mismo, parte del flujo de película líquida se descarga al exterior a través de las rendijas 64 de la unidad de descarga de flujo de película líquida 63. Por lo tanto, se ajusta el espesor de la película líquida en la dirección circunferencial para que sea uniforme, de manera que el agua caliente fluye apropiadamente en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Además, no hay desequilibrio de la película líquida, de manera que el vapor que fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber el agua. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

En la presente realización, la unidad de ajuste de película líquida de la presente invención se compone formando la pluralidad de rendijas horizontales 64, como la unidad de descarga de flujo de película líquida 63, en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54. Por lo tanto, es posible ajustar el espesor de la película líquida formada en la cara interna del lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 con una configuración sencilla.

La unidad de descarga de flujo de película líquida 63, como la unidad de ajuste de película líquida, puede componerse de una pluralidad de orificios redondos en lugar de la pluralidad de rendijas horizontales 64 en la realización mencionada anteriormente.

#### Segunda realización

La Figura 6 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. Al miembro que tiene la misma función que el miembro descrito en la realización mencionada anteriormente se le da el mismo número de referencia y se omite la explicación del mismo.

En el separador de vapor-agua 45 de la segunda realización, como se muestra en la Figura 6, el elevador 52 está configurado de manera que la parte curva 54 se una integralmente a la parte inferior de la parte vertical 53, posibilitando que el flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduzca desde la parte inferior de la parte curva 54, y el elevador 52 tiene una paleta giratoria 55 fijada dentro de la parte vertical 53. Disponiendo el cilindro de bajada 56 para rodear la parte vertical 53 del elevador 52, se forma el espacio de bajada anular 58 entre el elevador 52 y el cilindro de bajada 56. La plataforma 60 está dispuesta por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, y se forman el orificio 61 y las purgas 62 sobre la plataforma 60.

En el elevador 52, se forma un pasaje de flujo de película líquida 71 que, como la unidad de ajuste de película líquida, guía la película líquida formada en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 al lado interno de la dirección de curvado, en la localización entre la parte curva 54 y la paleta giratoria 55. En la presente realización, el pasaje de flujo de película líquida 71 está compuesto de una cubierta espiral 72 que se fija fuera de la parte vertical 53 para conectar el lado externo de la dirección de curvado y el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva 54, y una pluralidad de rendijas inferiores 73 y una pluralidad de rendijas superiores 74 que conectan el espacio dentro de la cubierta 72 y el interior del elevador 52.

Se explica ahora el funcionamiento del separador de vapor-agua 45 de la presente realización, configurado como se ha descrito anteriormente.

El flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduce en el elevador 52 desde su parte inferior, fluye hacia arriba mediante una potencia de giro de la paleta giratoria 55, y se separa en el líquido cuyo elemento principal es el agua caliente y el líquido cuyo elemento principal es el vapor, debido a una diferencia en el radio de giro, dependiendo de una diferencia en la masa. El líquido de baja masa cuyo elemento principal es el vapor fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un pequeño radio de giro centrado cerca del eje central del elevador 52, y se descarga por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 y las purgas 62. Por otro lado, el líquido de alta masa cuyo elemento principal es el agua caliente fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un radio de giro mayor que el del líquido cuyo elemento principal es el vapor, y se introduce en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 a través de una abertura entre el elevador 52 y la plataforma 60.

En este momento, el flujo bifásico del vapor y el agua caliente introducidos en la parte curva 54 del elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, formando la película líquida allí. Sin embargo, debido a que el pasaje de flujo de película líquida 71 se forma por encima de este lugar desde el lado externo de la dirección de curvado al lado interno de la dirección de curvado, y parte del flujo de película líquida pasa a través de las rendijas inferiores 73 a la cubierta 72 y se envía de vuelta al elevador 52 a través de las rendijas superiores 74. Por lo tanto, la película líquida en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado no aumenta su espesor. En concreto, aunque la película líquida se forme en la cara interna del elevador 52, parte del flujo de película líquida en el lado externo de la dirección de curvado circula hacia el lado interno de la dirección de curvado a través del pasaje de flujo de película líquida 71, de manera que la película líquida fluye hacia arriba mientras su espesor en la dirección circunferencial se ajusta para que sea uniforme. Por lo tanto, el agua caliente fluye apropiadamente en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo

sin rebosar a través del orificio 61. Por otro lado, el vapor fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 y se descarga apropiadamente en la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber agua debido a que no hay desequilibrio de la película líquida.

5 Como en el caso anterior, en el separador de vapor-agua de la segunda realización, la paleta de giro 55 se fija dentro del elevador 52 que tiene la parte vertical 53 y la parte curva 54, el espacio de bajada anular 58 se forma disponiendo el cilindro de bajada 56 fuera de la parte vertical 53 del elevador 52, la plataforma 60 se dispone por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, se forman el orificio 61 y las purgas 62, y se forma el pasaje de flujo de película líquida 71 que guía a la película líquida en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 al lado interno de la dirección de curvado, en la localización entre la parte curva 54 del elevador 52 y la paleta giratoria 55.

15 Por lo tanto, aunque el flujo bifásico del vapor y el agua caliente introducido en el elevador 52 entre en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 y la película líquida se forme en la misma, parte del flujo de la película líquida discurre hacia el lado interno de la dirección de curvado a través del pasaje de flujo de película líquida 71. Por lo tanto, la película líquida tiene un espesor en la dirección circunferencial ajustado para que sea uniforme, de manera que el agua caliente fluye apropiadamente en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Además, no hay un desequilibrio de la película líquida, de manera que el vapor que fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber el agua. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

25 En la presente realización, la unidad de ajuste de película líquida de la presente invención se implementa por el pasaje de flujo de película líquida 71 que guía la película líquida en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 al lado interno de la dirección de curvado, y el pasaje de flujo de película líquida 71 está compuesto por la cubierta espiral 72 que está fijada fuera de la parte vertical 53 para conectar el lado externo de la dirección de curvado y el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva 54 y la pluralidad de rendijas inferiores 73 y la pluralidad de rendijas superiores 74 que conectan el espacio interno de la cubierta 72 y el interior del elevador 52. Por lo tanto, es posible ajustar el espesor de la película líquida formada sobre la cara interna del lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 y eliminar la descarga del vapor del flujo bifásico que se dirige hacia arriba dentro del elevador 52 hacia el exterior con una configuración sencilla. De esta manera, puede conseguirse la eficacia mejorada del proceso de separación de vapor-agua.

35 Tercera realización

La Figura 7 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. Al miembro que tiene la misma función que la del miembro descrito en las realizaciones mencionadas anteriormente se le da el mismo número de referencia, y se omite una explicación del mismo.

40 En el separador de vapor-agua 45 de la tercera realización, como se muestra en la Figura 7, el elevador 52 está configurado de manera que la parte curva 54 se une integralmente a la parte inferior de la parte vertical 53, posibilitando que el flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduzca desde la parte inferior de la parte curva 54, y el elevador 52 tiene la paleta giratoria 55 fijada dentro de la parte vertical 53. Disponiendo el cilindro de bajada 56 para rodear la parte vertical 53 del elevador 52, se forma el espacio de bajada anular 58 entre el elevador 52 y el cilindro de bajada 56. La plataforma 60 está dispuesta por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, y se forman el orificio 61 y las purgas 62 en la plataforma 60.

50 El elevador 52 tiene una unidad de descarga de flujo de película líquida 81, formada como una unidad de ajuste de película líquida, en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, en la localización por encima de la paleta giratoria 55. En la presente realización, se forma una pluralidad de rendijas 82, como la unidad de descarga de flujo de película líquida 81, horizontalmente en el extremo superior de la parte vertical 53.

55 Se explica ahora el funcionamiento del separador de vapor-agua 45 de la presente realización, configurado como se ha descrito anteriormente.

60 El flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduce en el elevador 52 desde su parte inferior, fluye hacia arriba mediante una potencia de giro de la paleta giratoria 55, y se separa en el líquido cuyo elemento principal es el agua caliente y el líquido cuyo elemento principal es el vapor, debido a una diferencia en el radio de giro, dependiendo de una diferencia en la masa. El líquido de baja masa cuyo elemento principal es el vapor fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un pequeño radio de giro centrado cerca del eje central del elevador 52, y se descarga por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 y las purgas 62. Por otro lado, el líquido de alta masa cuyo elemento principal es el agua caliente fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un radio de giro mayor que el del líquido cuyo elemento principal es el vapor, y se introduce en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 a través una abertura entre el elevador 52 y la plataforma 60.

En este momento, el flujo bifásico del vapor y el agua caliente, introducido en la parte curva 54 del elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, formando la película líquida allí. Aunque la película líquida fluye hacia arriba mientras su espesor crece incluso después de que una potencia de giro por la paleta de giro 55, debido a las rendijas 82, se forme en la parte superior de la parte vertical 53, parte del flujo de película líquida se descarga hacia fuera a través de las rendijas 82. Por lo tanto, la película líquida no aumenta su espesor. En concreto, aunque la película líquida se forma en la cara interna del elevador 52, el espesor de la película líquida en la dirección circunferencial se ajusta para que sea uniforme por la unidad de descarga de flujo de película líquida 81, compuesta de la pluralidad de rendijas 82, de manera que el agua caliente fluye apropiadamente en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Por otro lado, el vapor fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 y se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61, sin absorber el agua, porque no hay desequilibrio de la película líquida.

Como en el caso anterior, en el separador de vapor-agua de la tercera realización, la paleta giratoria 55 se fija dentro del elevador 52 que tiene la parte vertical 53 y la parte curva 54, el espacio de bajada anular 58 se forma disponiendo el cilindro de bajada 56 fuera de la parte vertical 53 del elevador 52, la plataforma 60 se dispone por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde el mismo, se forman el orificio 61 y las purgas 62, y se forma la pluralidad de rendijas horizontales 82, como la unidad de descarga de flujo de película líquida 81, en la parte superior de la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, en la localización por encima de la paleta giratoria 55 en el elevador 52.

Por lo tanto, aunque el flujo bifásico del vapor y el agua caliente introducido en el elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 para formar la película líquida en la misma, y la película líquida formada fluye hacia arriba hasta la parte vertical 53 mientras crece, parte del flujo de película líquida se descarga hacia fuera a través de las rendijas 82 de la unidad de descarga de flujo de película líquida 81. Por lo tanto, el espesor de la película líquida en la dirección circunferencial en la parte superior del elevador 52 se ajusta para que sea uniforme, de manera que el agua caliente fluye apropiadamente en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Además, no hay desequilibrio de la película líquida, de manera que el vapor que fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber el agua. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

En la presente realización, la unidad de ajuste de película líquida de la presente invención se compone formando la pluralidad de rendijas horizontales 82, como la unidad de descarga de flujo de película líquida 81, en la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54. Por lo tanto, es posible ajustar el espesor de la película líquida formada en la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 con una configuración sencilla.

La unidad de descarga de flujo de película líquida 81, como la unidad de ajuste de película líquida, puede estar compuesta de una pluralidad de orificios redondos en lugar de la pluralidad de rendijas horizontales 82 en la realización mencionada anteriormente.

#### Cuarta realización

La Figura 8 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención. Al miembro que tiene la misma función que la del miembro descrito en las realizaciones mencionadas anteriormente se le da el mismo número de referencia, y se omite la explicación del mismo.

En el separador de vapor-agua 45 de la cuarta realización, como se muestra en la Figura 8, el elevador 52 está configurado de manera que la parte curva 54 se une integralmente a la parte inferior de la parte vertical 53, posibilitando que el flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduzca desde la parte inferior de la parte curva 54, y el elevador 52 tiene una paleta giratoria 55 fijada dentro de la parte vertical 53. Disponiendo el cilindro de bajada 56 para rodear la parte vertical 53 del elevador 52, el espacio de bajada anular 58 se forma entre el elevador 52 y el cilindro de bajada 56. La plataforma 60 está dispuesta por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, y se forman el orificio 61 y las purgas 62 en la plataforma 60.

Una placa de resistencia 92 con un pasaje de flujo bifásico 91 formado en su centro se fija al elevador 52, como la unidad de ajuste de película líquida, en la localización entre la parte curva 54 y la paleta giratoria 55.

Se explica ahora el funcionamiento del separador de vapor-agua 45 de la presente realización configurado con se ha descrito anteriormente.

El flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduce en el elevador 52 desde su parte inferior, fluye hacia arriba mediante la potencia de giro de la paleta giratoria 55, y se separa en el líquido cuyo elemento principal es el agua caliente y el líquido cuyo elemento principal es el vapor debido a una diferencia en el radio de giro, dependiendo de

una diferencia en la masa. El líquido de baja masa cuyo elemento principal es el vapor fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un pequeño radio de giro centrado cerca del eje central del elevador 52, y se descarga por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 y las purgas 62. Por otro lado, el líquido de alta masa cuyo elemento principal es el agua caliente fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un radio de giro mayor que el del líquido cuyo elemento principal es el vapor, y se introduce en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 a través una abertura entre el elevador 52 y la plataforma 60.

En este momento, el flujo bifásico del vapor y el agua caliente, introducido en la parte curva 54 del elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, formando la película líquida allí. Sin embargo, debido a que la placa de resistencia 92 está fijada por encima de este lugar y restringe el crecimiento de la película líquida, la película líquida no aumenta de espesor. En concreto, aunque la película líquida se forma en la cara interna del elevador 52, su flujo hacia arriba está bloqueado por la placa de resistencia 92, de manera que el espesor de la película líquida en la dirección circunferencial en la parte vertical 53 del elevador 52 se ajusta para que sea uniforme. Por lo tanto, el agua caliente fluye apropiadamente dentro del espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Por otro lado, el vapor fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 y se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber el agua, porque no hay desequilibrio de la película líquida.

Como en el caso anterior, en el separador de vapor-agua de la cuarta realización, la paleta giratoria 55 se fija dentro del elevador 52 que tiene la parte vertical 53 y la parte curva 54, el espacio de bajada anular 58 se forma disponiendo el cilindro de bajada 56 fuera de la parte vertical 53 del elevador 52, la plataforma 60 se dispone por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, se forman el orificio 61 y las purgas 62, y se fija la placa de resistencia 92 con el pasaje de flujo bifásico 91 formado en su centro, en la localización entre la parte curva 54 del elevador 52 y la paleta giratoria 55.

Por lo tanto, aunque el flujo bifásico del vapor y el agua caliente introducido en el elevador 52 entre en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 y la película líquida se forme en la misma, la película líquida tiene su flujo ascendente bloqueado por la placa de resistencia 92, de manera que el espesor de la película líquida en la dirección circunferencial en la parte vertical 53 del elevador 52 se ajusta para que sea uniforme. Por lo tanto, el agua caliente fluye apropiadamente dentro del espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Además, no hay desequilibrio de la película líquida, de manera que el vapor que fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber el agua. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

En la presente realización, la unidad de ajuste de película líquida de la presente invención está compuesta por la placa de resistencia 92 con el pasaje de flujo bifásico 91 formado en su interior. Por lo tanto, es posible ajustar el espesor de la película líquida formada en la cara interna de la parte vertical 53 en el lado externo de la dirección de curvado y eliminar la descarga del vapor del flujo bifásico que se dirige hacia arriba dentro del elevador 52 hacia el exterior, con una configuración sencilla. De esta manera, puede conseguirse una eficacia mejorada del proceso de separación de vapor-agua.

#### Quinta realización

La Figura 9 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una quinta realización de la presente invención. Al miembro que tiene la misma función que la del miembro descrito en las realizaciones mencionadas anteriormente se le da el mismo número de referencia y se omite una explicación del mismo.

En el separador de vapor-agua 45 de la quinta realización, como se muestra en la Figura 9, el elevador 52 se configura de manera que la parte curva 54 se une integralmente a la parte inferior de la parte vertical 53, posibilitando que el flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduzca desde la parte inferior de la parte curva 54, y el elevador 52 tiene la paleta giratoria 55 fijada dentro de la parte vertical 53. Disponiendo el cilindro de bajada 56 para rodear la parte vertical 53 del elevador 52, el espacio de bajada anular 58 se forma entre el elevador 52 y el cilindro de bajada 56. La plataforma 60 está dispuesta por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, y se forman el orificio 61 y las purgas 62 en la plataforma 60.

El elevador 52 tiene unidades de descarga de flujo de película líquida 101 y 102 formadas, como una unidad de ajuste de película líquida, en la localización por encima de la paleta giratoria 55. Las unidades de descarga de flujo de película líquida 101 y 102 están localizadas en el lado externo y el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva 54, respectivamente, y se ajusta un área de abertura de la unidad de descarga de flujo de película líquida 101 para que sea mayor que el de la unidad de descarga de flujo de película líquida 102. En la presente realización, las unidades de descarga de flujo de película líquida 101 y 102 están compuestas de una pluralidad de rendijas 103 y 104 formadas horizontalmente en el extremo superior de la parte vertical 53, cinco rendijas 103 para la unidad de descarga de flujo de película líquida 101 y tres rendijas 104 para las unidades de descarga de flujo de

película líquida 102.

Se explica ahora el funcionamiento del separador de vapor-agua 45 de la presente invención, configurado como se ha descrito anteriormente.

5 El flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduce en el elevador 52 desde su parte inferior, fluye hacia arriba mediante una potencia de giro por la paleta giratoria 55, y se separa en el líquido cuyo elemento principal es el agua caliente y el líquido cuyo elemento principal es el vapor debido a una diferencia en el radio de giro, dependiendo de una diferencia en la masa. El líquido de baja masa cuyo elemento principal es el vapor fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras que gira con un pequeño radio de giro centrado cerca del eje central del elevador 52, y se descarga por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 y las purgas 62. Por otro lado, el líquido de alta masa cuyo elemento principal es el agua caliente fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un radio de giro mayor que el del líquido cuyo elemento principal es el vapor, y se introduce en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 a través de una abertura entre el elevador 52 y la plataforma 60.

15 En este momento, el flujo bifásico del vapor y el agua caliente, introducido en la parte curva 54 del elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, formando la película líquida allí. Aunque la película líquida fluye hacia arriba mientras su espesor crece, incluso después de que una potencia de giro dada por la paleta giratoria 55, debida a las rendijas 103, se forma en la parte superior de la parte vertical 53, parte del flujo de película líquida se descarga al exterior a través de las rendijas 103. Por lo tanto, la película líquida no aumenta su espesor. En concreto, aunque la película líquida se forma en la cara interna del elevador 52, las rendijas 103 y 104, como las unidades de descarga de flujo de película líquida 101 y 102, se forman en el extremo superior de la parte vertical 53, el área de abertura de la unidad de descarga de flujo de película líquida 101 localizada en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 se ajusta para que sea mayor que el de la unidad de descarga de flujo de película líquida 102 localizada en el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva 54, de manera que parte del flujo de la película líquida fina formada en el lado interno de la dirección de curvado se descarga a través de las rendijas 104, y la mayor parte del flujo de la película líquida gruesa formada en el lado externo de la dirección de curvado se descarga a través de las rendijas 103. Por esta razón, el espesor de la película líquida en la dirección circunferencial en la parte superior de la parte vertical 53 se ajusta para que sea uniforme, de manera que el agua caliente fluye apropiadamente dentro del espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Por otro lado, el vapor fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 y se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber el agua, porque no hay desequilibrio de la película líquida.

35 Como en el caso anterior, en el separador de vapor-agua de la quinta realización, la paleta giratoria 55 se fija dentro del elevador 52 que tiene la parte vertical 53 y la parte curva 54, el espacio de bajada anular 58 se forma disponiendo el cilindro de bajada 56 fuera de la parte vertical 53 del elevador 52, la plataforma 60 se dispone por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, se forman el orificio 61 y las purgas 62, las rendijas 103 y 104, como las unidades de descarga de flujo de película líquida 101 y 102, se forman en la localización por encima de la paleta giratoria 55 en el elevador 52, y el área de abertura de la unidad de descarga de flujo de película líquida 101 localizada en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 se ajusta para que sea mayor que la de la unidad de descarga de flujo de película líquida 102 localizada en el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva 54.

45 Por lo tanto, aunque el flujo bifásico del vapor y el agua caliente introducido en el elevador 52 entra en contacto con la cara interna en el lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 para formar la película líquida allí, y la película líquida formada fluye hacia arriba hacia la parte vertical 53 mientras crece, la mayor parte del flujo de la película líquida gruesa formada en el lado externo de la dirección de curvado se descarga a través de las rendijas 103. Por lo tanto, el espesor de la película líquida en la dirección circunferencial en la parte superior del elevador 52 se ajusta para que sea uniforme, de manera que el agua caliente fluye apropiadamente dentro del espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 y fluye hacia abajo sin rebosar a través del orificio 61. Además, no hay desequilibrio de la película líquida, de manera que el vapor que fluye hacia arriba mientras gira en la parte superior del elevador 52 se descarga apropiadamente por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 sin absorber el agua. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de separación de vapor-agua.

55 Sexta realización

La Figura 10 es un diagrama esquemático de una parte relevante de un separador de vapor-agua de acuerdo con una sexta realización de la presente invención. Al miembro que tiene la misma función que la del miembro descrito en las realizaciones mencionadas anteriormente se le da el mismo número de referencia y se omite la explicación del mismo.

65 En el separador de vapor-agua 45 de la sexta realización, como se muestra en la Figura 10, el elevador 52 está configurado de manera que la parte curva 54 está unida integralmente a la parte inferior de la parte vertical 53, posibilitando que el flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduzca desde la parte inferior de la parte curva 54, y el elevador 52 tiene la paleta giratoria 55 fijada dentro de la parte vertical 53. Disponiendo el cilindro de bajada

56 para rodear la parte vertical 53 del elevador 52, el espacio de bajada anular 58 se forma entre el elevador 52 y el cilindro de bajada 56. La plataforma 60 está dispuesta por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, y se forman el orificio 61 y las purgas 62 en la plataforma 60.

5 El orificio 61 está provisto con su centro  $O_2$  descentrado en una cantidad predeterminada  $d$  hacia el lado interior de la dirección de curvado de la parte curva 54, respecto al centro  $O_1$  del elevador 52.

Se explica ahora el funcionamiento del separador de vapor-agua 45 de la presente realización, configurado como se ha descrito anteriormente.

10 El flujo bifásico del vapor y el agua caliente se introduce en el elevador 52 desde su parte inferior, fluye hacia arriba mediante una potencia de giro por la paleta giratoria 55, y se separa en el líquido cuyo elemento principal es el agua caliente y el líquido cuyo elemento principal es el vapor debido a una diferencia en el radio de giro, dependiendo de una diferencia en la masa. El líquido de baja masa cuyo elemento principal es el vapor fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un pequeño radio de giro centrado cerca del eje central del elevador 52, y se descarga por encima de la plataforma 60 a través del orificio 61 y las purgas 62. Por otro lado, el líquido de alta masa cuyo elemento principal es el agua caliente fluye hacia arriba dentro del elevador 52 mientras gira con un radio de giro mayor que el del líquido cuyo elemento principal es el vapor, y se introduce en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56 a través una abertura entre el elevador 52 y la plataforma 60.

20 En este momento, el flujo bifásico del vapor y el agua caliente, introducido en la parte curva 54 del elevador 52 entra en contacto con la cara interna del lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54, formando la película líquida allí. Aunque la película líquida fluye hacia arriba mientras su espesor crece, incluso después de una potencia de giro dada por la paleta giratoria 55, debido a que el orificio 61 está descentrado hacia el lado interno de la dirección de curvado respecto al elevador 52, el flujo de película líquida no rebosa a través del orificio 61. En concreto, aunque la película líquida se forme en la cara interna del elevador 52 y crezca por encima de la paleta giratoria 55, la plataforma 60 está situada opuesta a la película líquida gruesa formada en el lado externo de la dirección de curvado en el elevador 52 y, por lo tanto, el flujo de película líquida, guiado por la plataforma 60, se introduce en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56, sin rebosar a través del orificio 61.

30 Como en el caso anterior, en el separador de vapor-agua de la sexta realización, la paleta giratoria 55 se fija dentro del elevador 52 que tiene la parte vertical 53 y la parte curva 54, el espacio de bajada anular 58 se forma disponiendo el cilindro de bajada 56 fuera de la parte vertical 53 del elevador 52, la plataforma 60 se dispone por encima del elevador 52 y el cilindro de bajada 56 con un espacio predeterminado desde los mismos, y el orificio 61 está dispuesto en una posición descentrada hacia el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva 54, respecto al elevador 52.

40 Por lo tanto, aunque el flujo bifásico del vapor y el agua caliente introducido en el elevador 52 entre en contacto con la cara interna del lado externo de la dirección de curvado de la parte curva 54 para formar la película líquida allí, y la película líquida formada fluya hacia arriba por la parte vertical 53 mientras crece, el orificio 61 se forma desviado del elevador 52. Por lo tanto, la película líquida gruesa formada en el lado externo de la dirección de curvado se guía mediante la plataforma 60, y se introduce en el espacio de bajada 58 del cilindro de bajada 56. De esta manera, puede evitarse el rebosamiento del agua caliente a través del orificio 61.

45 El orificio 61 está dispuesto en una posición descentrada respecto al elevador 52 hacia el lado interno de la dirección de curvado de la parte curva 54 en la sexta realización, que puede aplicarse a la primera a quinta realizaciones mencionadas anteriormente.

50 Aunque en cada una de las realizaciones descritas anteriormente, el separador de vapor-agua de la presente invención se explica aplicándolo al separador de vapor-agua instalado en el generador de vapor del reactor de agua a presión, la presente invención no se limita a este campo, sino que puede aplicarse al separador de vapor-agua usado en otros campos.

### 55 **Aplicabilidad industrial**

El separador de vapor-agua de acuerdo con la presente invención mejora la eficacia de separación de vapor-agua haciendo que el espesor de la película líquida formada dentro del tubo elevador de vapor-agua sea uniforme y evitando que el flujo de película líquida rebose, y puede aplicarse a cualquier clase de separador de vapor-agua.

**REIVINDICACIONES**

1. Un separador de vapor-agua (45) que comprende
- 5 - un tubo elevador de vapor-agua (52) a través del cual sube un flujo bifásico de agua y vapor, incluyendo el tubo elevador de vapor-agua (52), una parte curva (54) en una parte inferior y una paleta giratoria (55) dispuesta dentro del tubo elevador de vapor-agua, entre la parte curva y un extremo superior del tubo elevador de vapor-agua;
- 10 - un cilindro de bajada (56) dispuesto rodeando el tubo elevador de vapor-agua para formar un espacio de bajada anular (58);
- 15 - una plataforma (60) que está dispuesta en el lado opuesto a los extremos superiores del tubo elevador de vapor-agua y el cilindro de bajada, con un espacio predeterminado desde los mismos, y que incluye un orificio (61) dispuesto por encima del tubo elevador de vapor-agua; y
- 20 - una unidad de ajuste de película líquida (63), **caracterizada por que** la unidad de ajuste de película líquida está dispuesta en una localización entre la parte curva (54) y la paleta giratoria (55), y ajusta un espesor de una película líquida formada en una cara interna del tubo elevador de vapor-agua.
2. El separador de vapor-agua de la reivindicación 1, en el que la unidad de ajuste de película líquida incluye un miembro de descarga de flujo de película líquida (64) dispuesto en un lado externo de una dirección de curvado de la parte curva.
3. El separador de vapor-agua de la reivindicación 1, en el que la unidad de ajuste de película líquida incluye un pasaje de flujo de película líquida (71) que guía la película líquida formada en un lado externo de la dirección de curvado de la parte curva a un lado interno de la dirección de curvado.
4. El separador de vapor-agua de la reivindicación 3, en el que el pasaje de flujo de película líquida está dispuesto en espiral fuera del tubo elevador de vapor-agua.
5. El separador de vapor-agua de la reivindicación 1, en el que la unidad de ajuste de película líquida incluye una placa de resistencia (92) que tiene un pasaje de flujo bifásico formado en un centro de la placa de resistencia (92).
6. El separador de vapor-agua de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el orificio está dispuesto en una posición descentrada respecto al tubo elevador de vapor-agua hacia un lado interno de la dirección de curvado de la parte curva.
7. Un separador de vapor-agua (45) que comprende un tubo elevador de vapor-agua (52) que incluye: una parte curva en una parte inferior (54) y a través de la cual sube un flujo bifásico de agua y vapor; una paleta giratoria (55) dispuesta dentro del tubo elevador de vapor-agua; un cilindro de bajada (56) dispuesto rodeando el tubo elevador de vapor-agua para formar un espacio de bajada anular (58); y una plataforma (60) que está dispuesta en el lado opuesto a los extremos superiores del tubo elevador de vapor-agua y el cilindro de bajada, con un espacio predeterminado desde los mismos, y que incluye un orificio (61) por encima del tubo elevador de vapor-agua,
- 40 **caracterizado por que** el orificio está dispuesto en una posición descentrada respecto al tubo elevador de vapor-agua hacia un lado interno de una dirección de curvado de la parte curva.

FIG.1

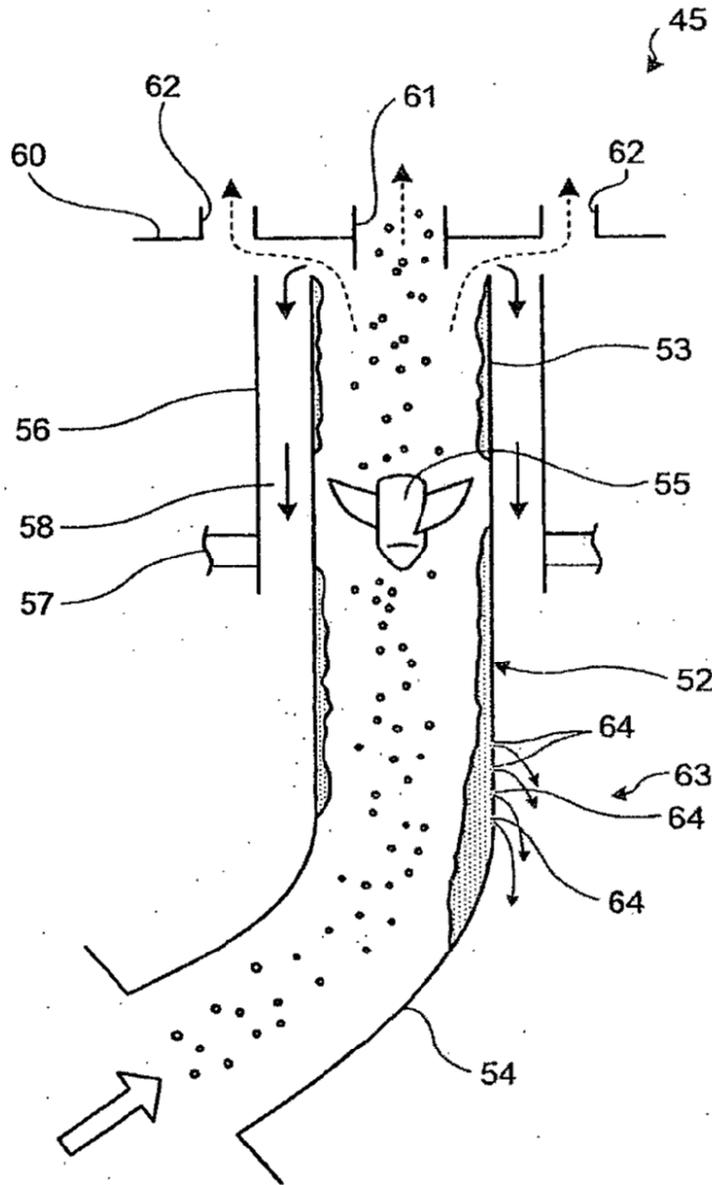


FIG.2

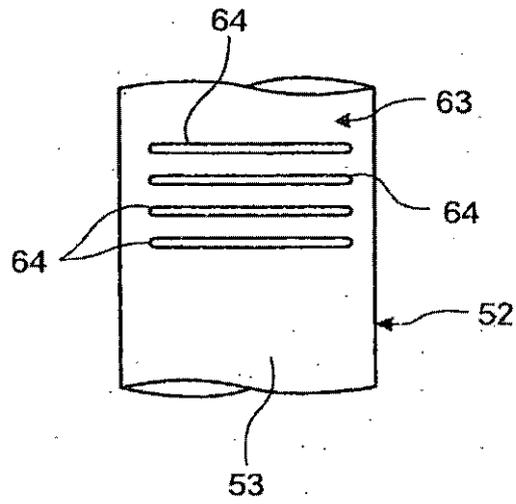


FIG.3

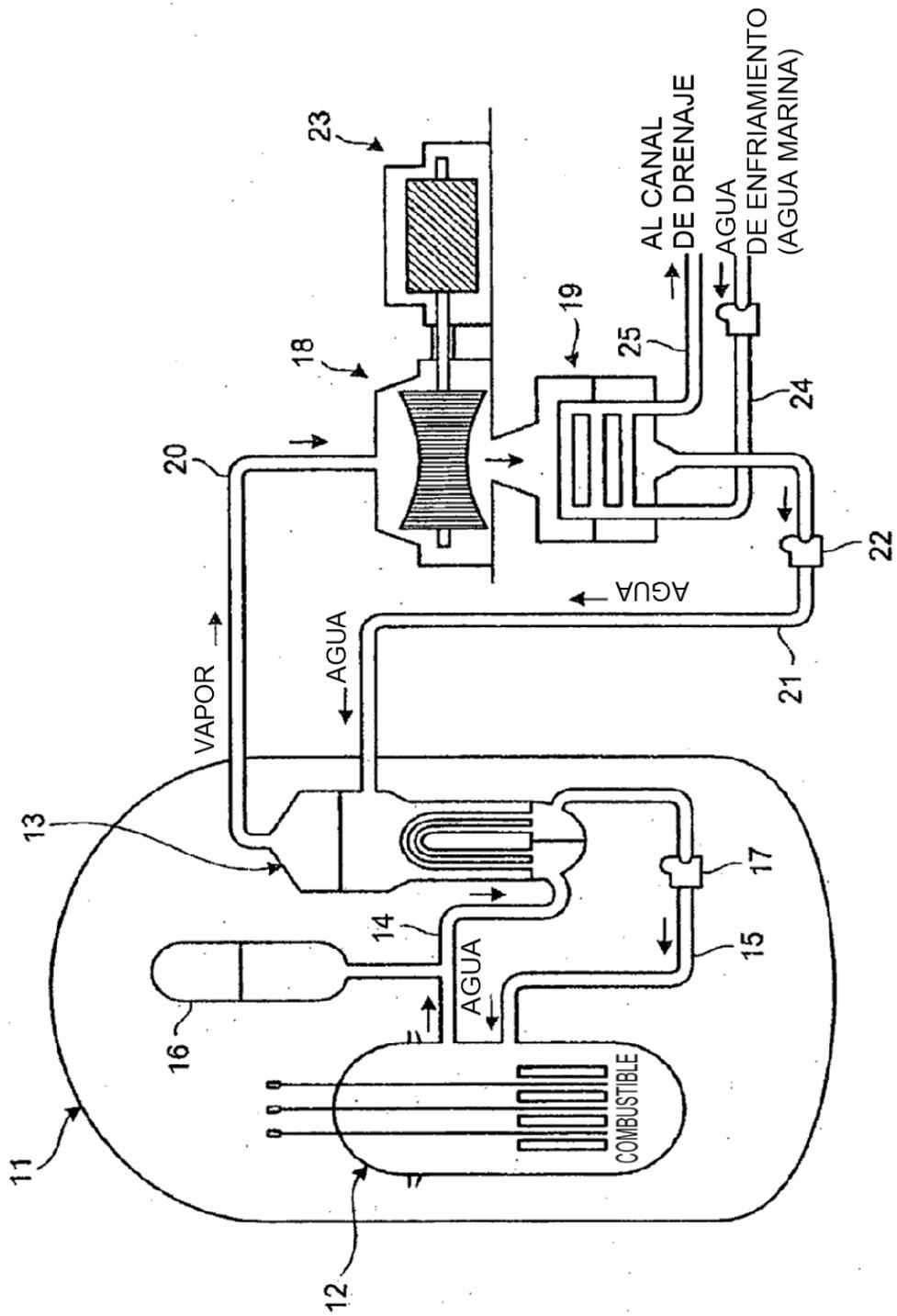


FIG.4

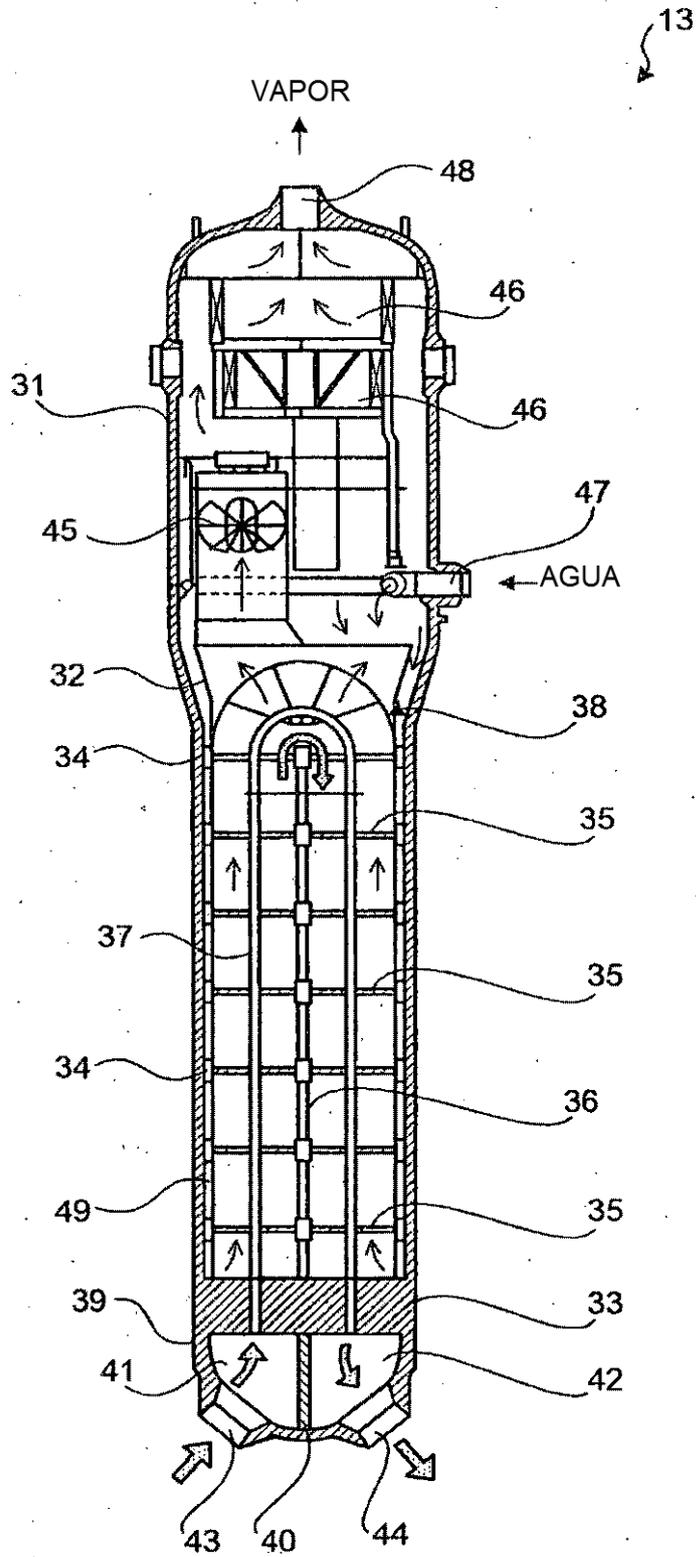


FIG.5

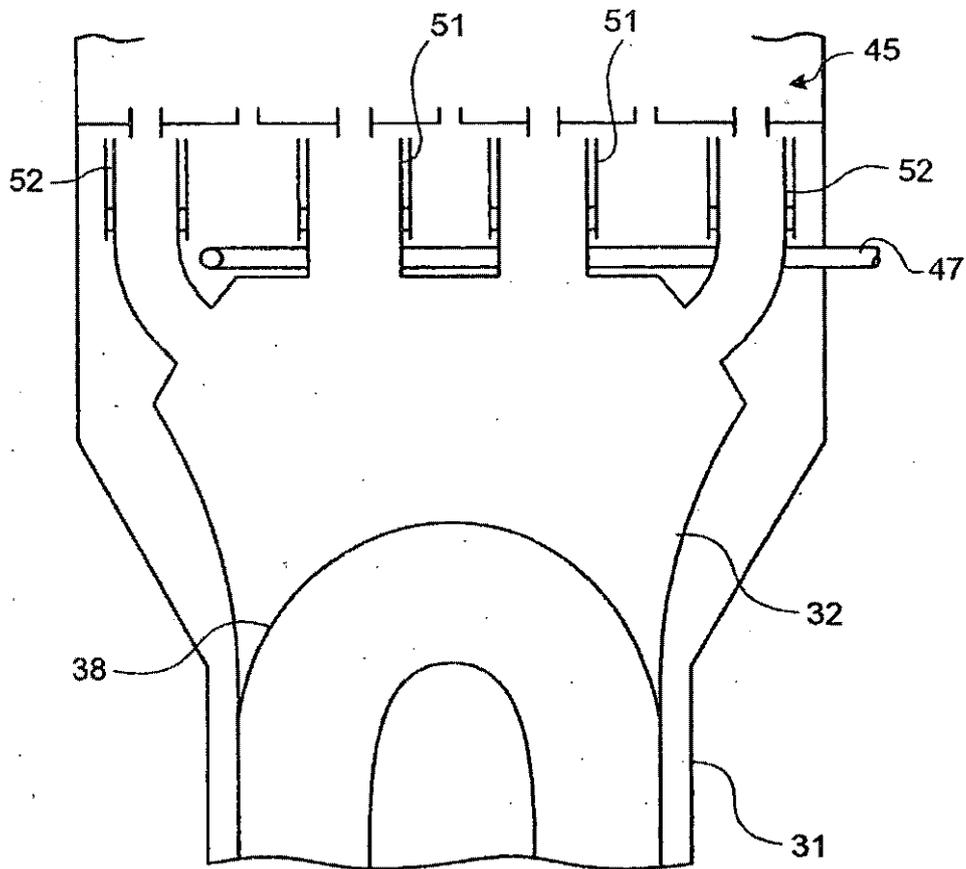


FIG.6

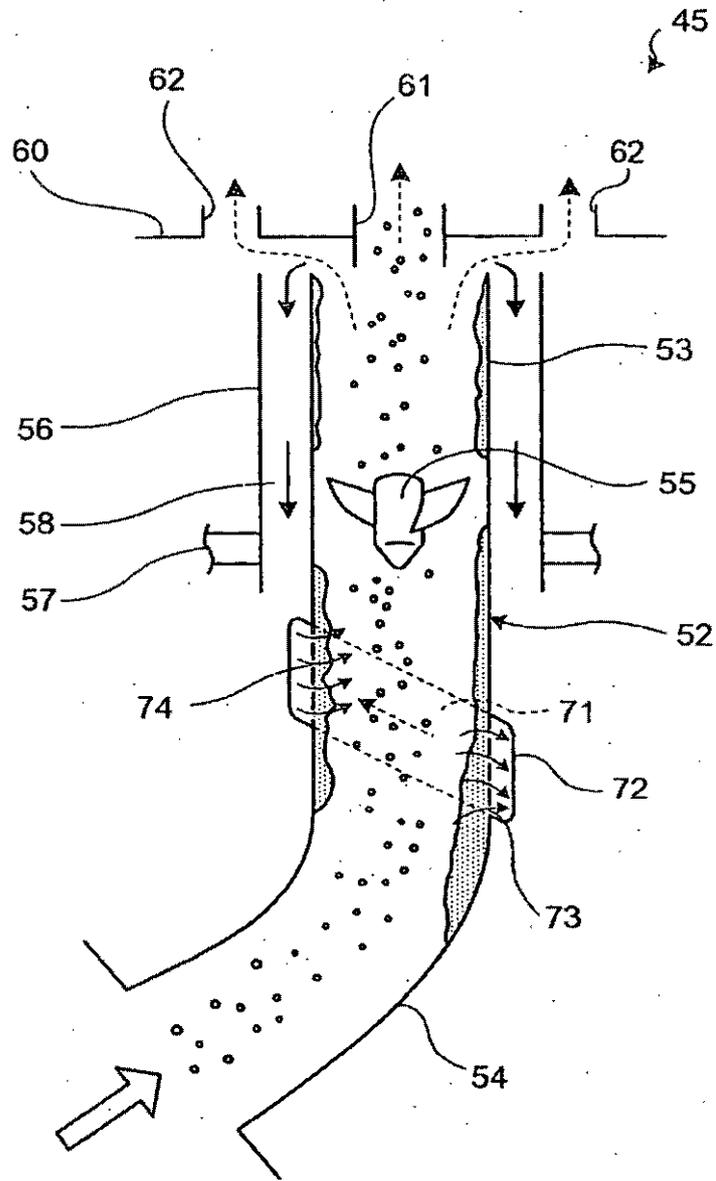


FIG.7

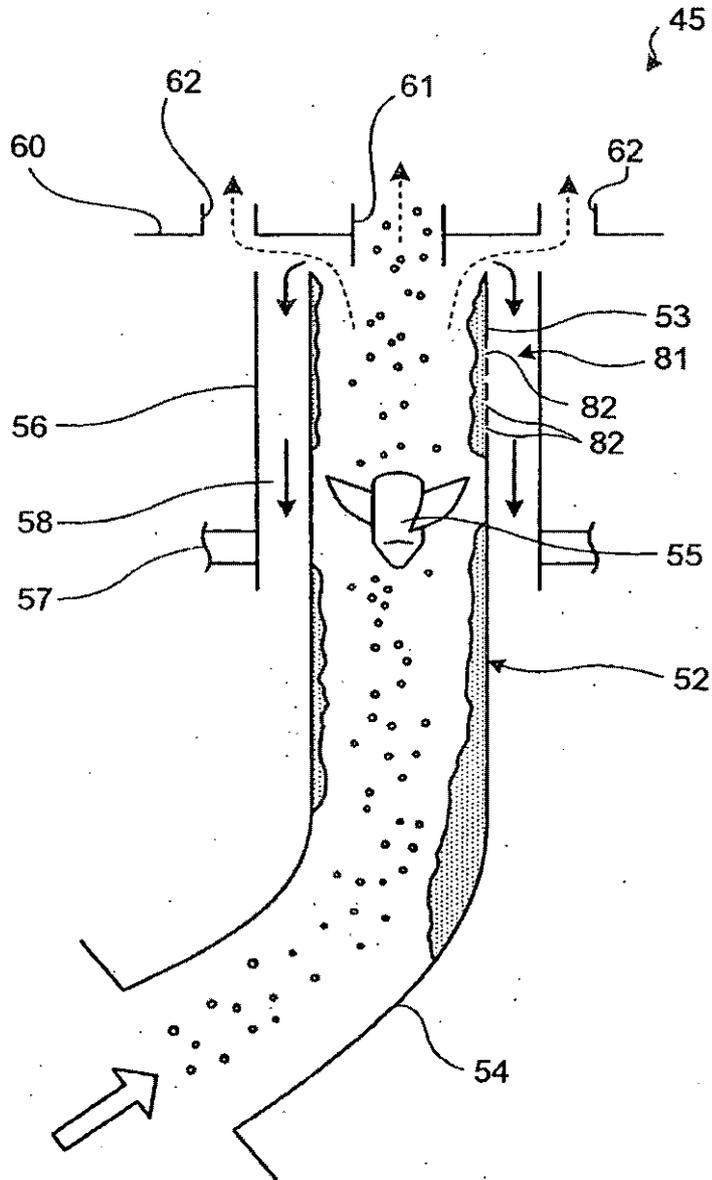


FIG.8

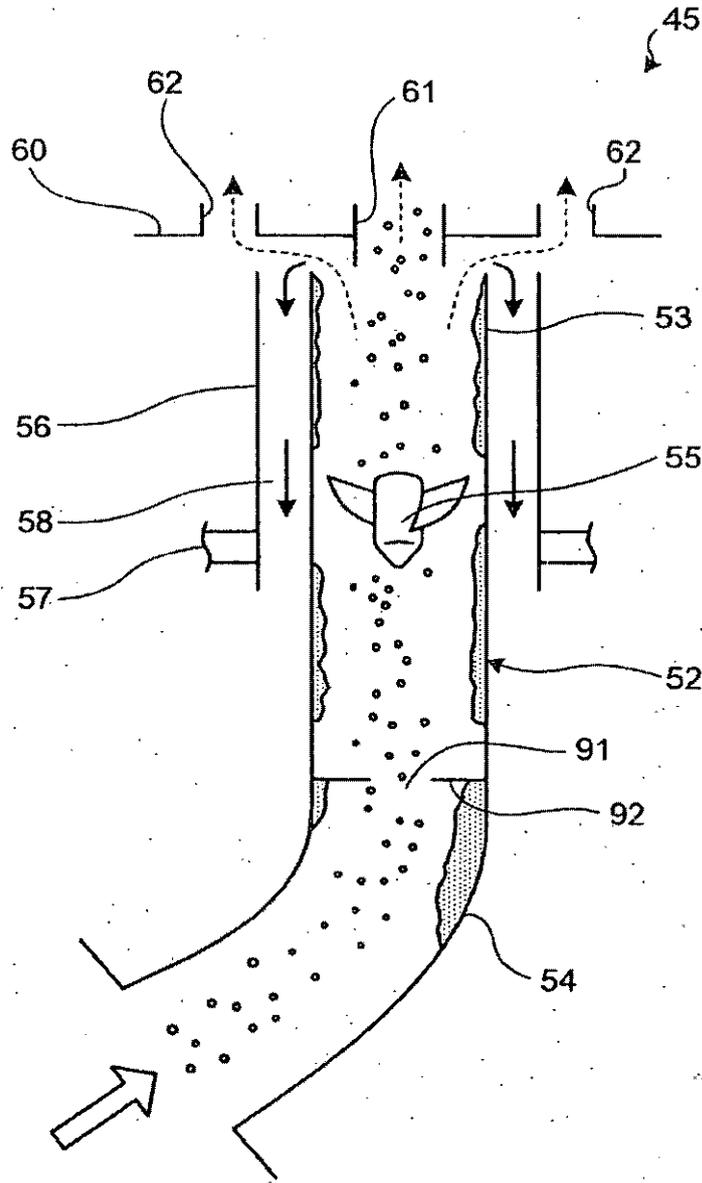


FIG.9

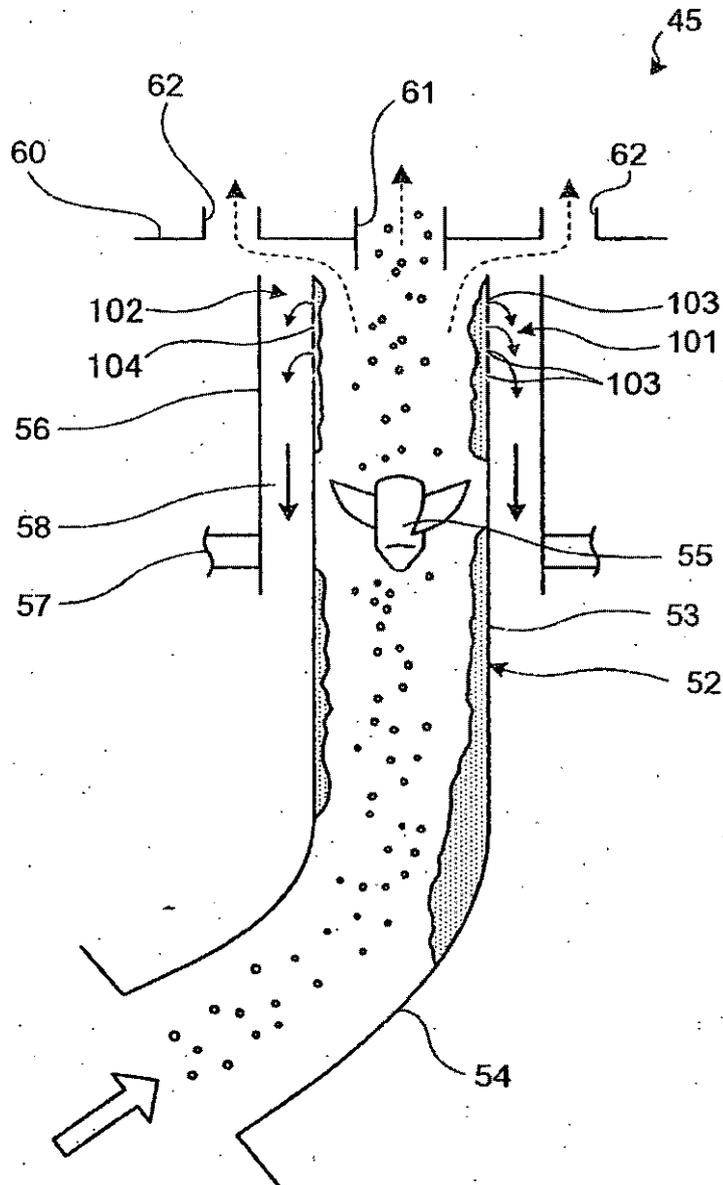


FIG.10

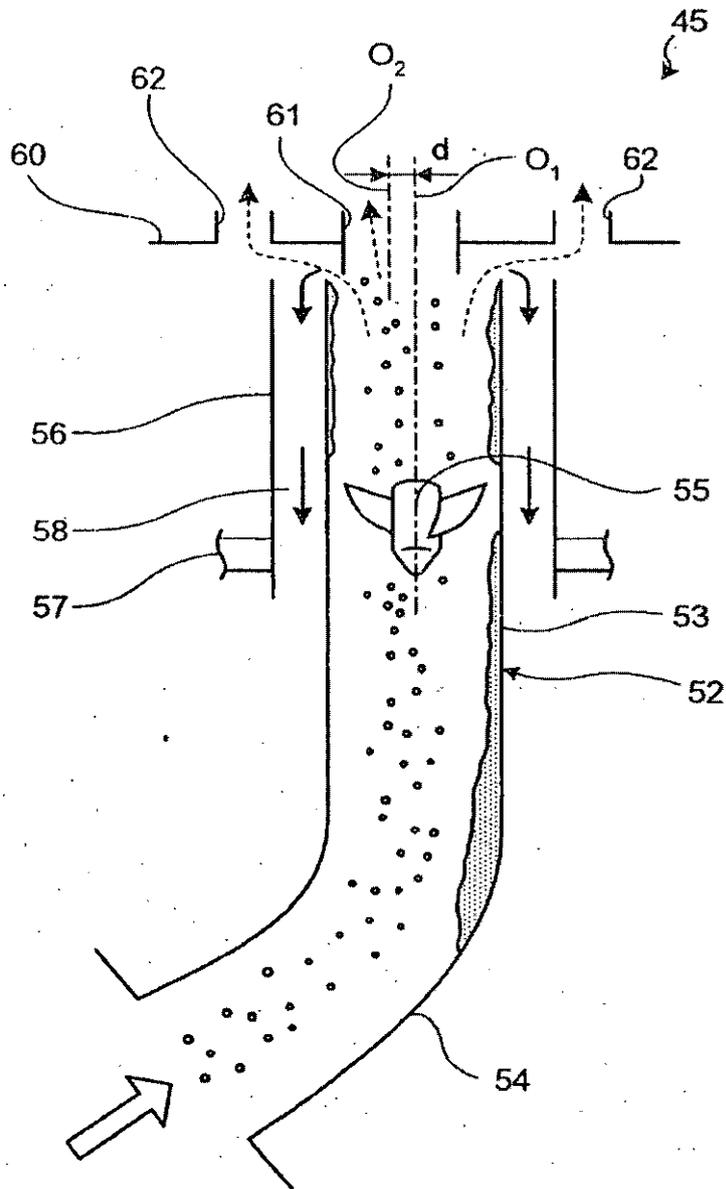


FIG.11

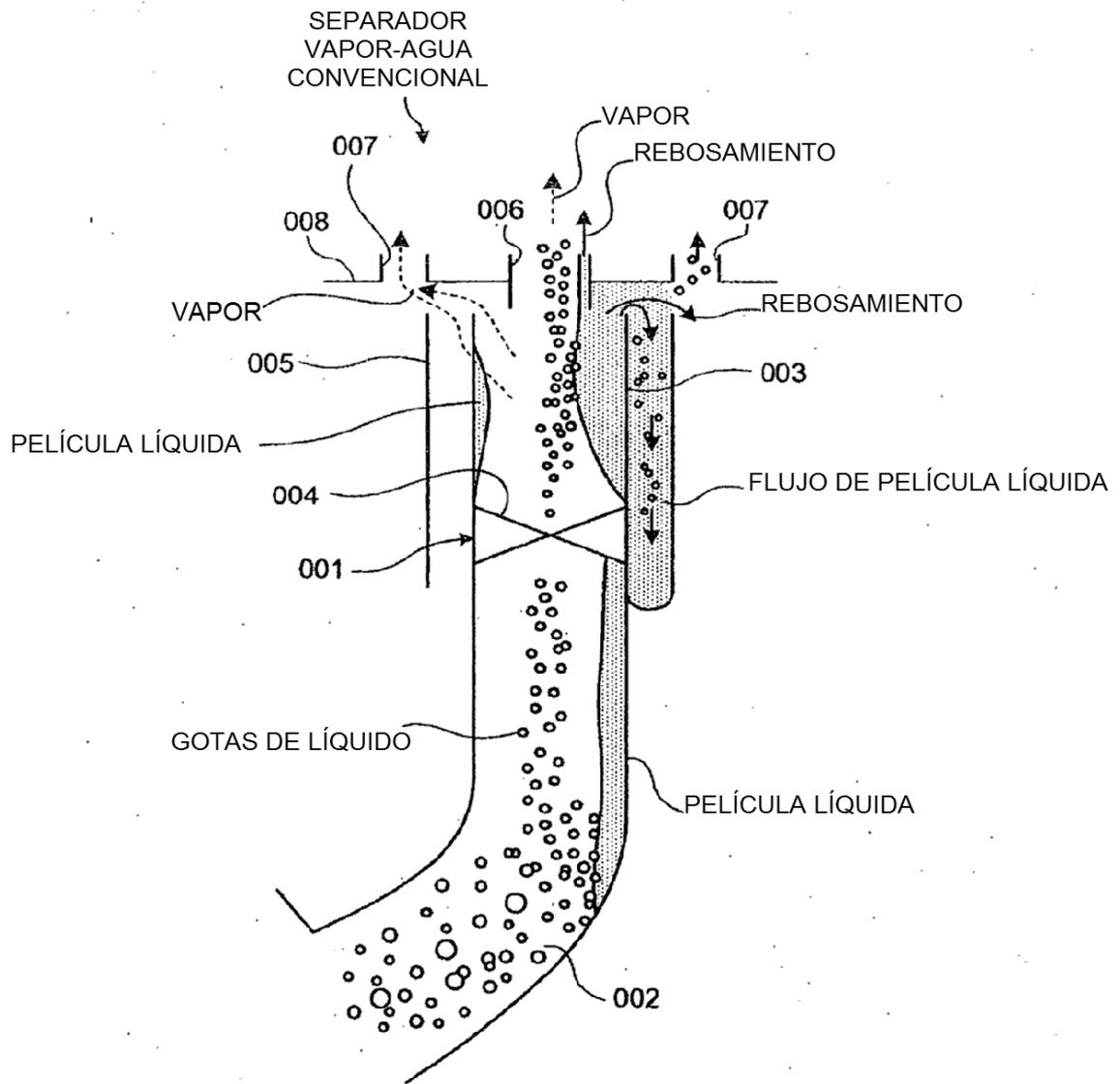


FIG.12

