



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 330 432**

51 Int. Cl.:  
**C02F 1/06** (2006.01)  
**B01D 1/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03817735 .8**  
96 Fecha de presentación : **01.08.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1648829**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.04.2006**

54 Título: **Máquina desaladora.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.12.2009**

73 Titular/es: **Sergio Martins Costa**  
**Avd. dos Navegantes 137, Itapiruba**  
**88780-000 Imbituba SC, BR**

72 Inventor/es: **Costa, Sergio Martins**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 330 432 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**

Máquina desaladora.

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un proceso de destilación que usa evaporadores de tubo vertical en un proceso multiefecto y es aplicable a la desalinización de agua de mar, aguas salobres y en general cualquier agua con sólidos disueltos, para producir agua dulce para plataformas petrolíferas costa afuera, barcos y para algunas localizaciones áridas usando el calor residual rechazado de las máquinas térmicas.

**Antecedentes de la invención**

El proceso de destilación multiefecto (MED) se ha usado en la industria para la evaporación de jugos, para concentrar una sustancia, para la producción de sales y para la destilación de agua salada y marina para la producción de agua dulce.

En el proceso MED, sólo se evapora una parte del concentrado sometido a las superficies de transferencia de calor. Cada efecto trabaja a una presión diferente. El líquido restante de cada efecto, normalmente denominado salmuera, se suministra al plato de líquido del siguiente efecto o etapa, donde parte del mismo se evapora en forma de vapor. El vapor producido en un efecto calentará hasta hervir el líquido transferido al siguiente efecto debido a la diferencia de temperatura entre ellos.

Normalmente los efectos o fases tienen evaporadores localizados en cámaras diferentes, que requieren una tubería para conducir el vapor de una fase a la siguiente, como se muestra en las Patentes de Estados Unidos N° 3884767, 3261766 y 3021265.

El documento DE 29 50 211 A1 describe un dispositivo para obtener agua dulce a partir de agua marina. En este dispositivo conocido previamente, una columna vertical se divide en un número de secciones cilíndricas. Las diferentes secciones tienen evaporadores de película en forma de haces de tubos verticales con o sin una carcasa externa. Un receptáculo se conecta en su parte inferior a la placa del evaporador de la misma sección (en la última sección, sin un evaporador) y se conecta en su parte superior a la placa de tubos inferior del evaporador de la sección superior. Un sistema regulador se dispone en la parte inferior de cada receptáculo para permitir que la salmuera pase desde el receptáculo a un segundo receptáculo, cuyo fondo está constituido por la placa de tubos superior del evaporador de película subyacente. El dispositivo comprende también uno o más cambiadores de calor para precalentar el agua de mar con vapor. Se dispone un condensador final en la columna por debajo de la última fase. En un receptáculo, la salmuera de la sección superior se recoge y un separador lamelar separa gotas de salmuera del vapor. El haz de tubos del evaporador de película y el haz de tubos del cambiador de calor para precalentar el agua de mar se conectan en la parte superior de la misma placa de tubos. El cambiador de calor se dispone centralmente dentro de los evaporadores de película.

**Sumario**

Se pretende mejorar el rendimiento y reducir las dimensiones de esta clase de equipo, por lo que la presente invención se desarrolla ensamblando los diversos evaporadores en disposición concéntrica, usando un cambiador de carcasa y tubos para la primera fase y un haz de tubos para las etapas posteriores, que se inserta uno dentro de otro. Mediante esta disposición constructiva, se consiguen las siguientes ventajas: reducción de material debido a la ausencia de tuberías de vapor; reducción de las pérdidas de fricción con vapor al mínimo; menor tamaño debido a lo compacto de la disposición concéntrica de los evaporadores. No hay pérdida de calor en las fases internas; y eficacia respecto a costes.

Esta unidad puede usarse también para concentrar una mezcla usando un proceso evaporativo a baja temperatura.

Los equipos de fabricación de agua dulce se usan de forma extensiva en plataformas petrolíferas costa afuera y barcos, normalmente usando el calor de los gases de escape de las máquinas térmicas.

Las figuras adjuntas son representativas de cuatro modelos diferentes que muestran sus fases respectivas, usando todas la misma disposición constructiva denominada aquí evaporadores concéntricos. Cuanto mayor sea el número de fases menor será el consumo de energía por volumen producido. La elección del número de fases depende del calor disponible, la tasa de agua dulce deseada y, por supuesto, los costes implicados.

La unidad puede diseñarse para producir cualquier caudal deseado, aunque es habitual que esta clase de equipo tenga un caudal de producción que varía de 5 a 120 m<sup>3</sup>/d.

Las dimensiones de una desaladora de 60 m<sup>3</sup>/d tienen aproximadamente 2,2 m de altura y 1,2 m de diámetro.

## ES 2 330 432 T3

### Descripción de los dibujos

Los diferentes modelos se ejemplificarán ahora con referencia a los dibujos adjuntos descritos brevemente a continuación.

5

Las Figuras 1 a 9 son representativas del modelo de dos fases.

La Figura 1 es una vista en alzado en sección transversal del modelo de dos fases totalmente ensamblado;

10

La Figura 2 es una vista desde arriba de la primera fase del evaporador denominado aquí Carcasa de Anillo y Evaporador de Tubo;

La Figura 3 es una vista en alzado en sección transversal de la Carcasa de Anillo y del Evaporador de Tubo;

15

La Figura 4 es la vista desde arriba de la segunda fase del evaporador, denominada aquí Evaporador de Haz Cilíndrico, que es la fase final;

La Figura 5 es la vista en alzado en sección transversal del Evaporador de Haz Cilíndrico;

20

La Figura 6 es la vista desde abajo del cabezal flotante del Evaporador de Haz Cilíndrico;

La Figura 7 es la vista desde arriba del condensador insertado en la cámara superior;

La Figura 8 es la vista en alzado en sección transversal del condensador;

25

La Figura 9 es la vista frontal del condensador;

Las Figuras 10 a 15 son representativas del modelo de tres fases;

30

La Figura 10 es una vista en alzado en sección transversal del modelo de tres fases totalmente ensamblado;

La Figura 11 es la vista en alzado en sección transversal de la primera fase del modelo de tres fases, o la Carcasa de Anillo y el Evaporador de Tubos;

35

La Figura 12 es el soporte base para la fase intermedia donde A es la vista desde arriba y B es una vista en sección transversal;

La Figura 13 es una vista en alzado en sección transversal de la fase intermedia, denominada aquí Evaporador del Haz de Anillo;

40

La Figura 14 es la vista desde abajo del cabezal flotante del Evaporador del Haz de Anillo;

La Figura 15 es la sección transversal de la Figura 14;

45

La Figura 16 es la vista en alzado en sección transversal del modelo de cuatro fases.

### Descripción detallada de la invención

La siguiente descripción se refiere a las Figuras 1 a 9, relacionadas todas con el modelo de dos fases, cuya filosofía operativa es extensiva a los otros modelos.

La Figura 1 muestra el modelo de dos fases con sus evaporadores ensamblados en la disposición concéntrica donde se observa que la segunda fase (Figura 5) se ensambla dentro de la primera fase (Figura 3), soportada y empernada al reborde 1 (Figura 3). Se usa una junta para evitar fugas. La cámara superior (Figura 7) con el condensador 2 insertado en la misma, se ensambla empernada en el mismo reborde 1.

En las Figuras 2 y 3, se observa que la primera fase está constituida por un cambiador de carcasa y tubos sin parte de los tubos centrales, denominado aquí Carcasa de Anillo y Evaporador de Tubos. La pared interna 3 encierra el agua caliente a través del interior de la carcasa, que retorna para calentar la salida 5.

60

El agua salada se suministra a la primera fase en la boquilla 6, pasando a través de la cámara 7 y se dirige a los tubos de la primera fase 8 que reciben suficiente calor del agua caliente 4 hasta que entran en ebullición. El calor se facilita de manera que sólo parte del agua se vaporiza para evitar excesivas costras en los tubos. Se observa en la Figura 2 que la cámara de vapor por encima del evaporador está ampliada para permitir el paso del vapor hacia la cámara de condensación 9 (Figura 3).

65

La temperatura del agua caliente 4 se calienta a un máximo de 88°C para evitar excesivas costras en los tubos. La temperatura de evaporación operativa varía de 60 a 65°C en la primera fase y de 45 a 50°C en la segunda. Para obtener

## ES 2 330 432 T3

estas temperaturas operativas, la presión debe evacuarse y controlarse en el intervalo de 20,0 a 25,0 kpa abs en la primera fase y en el intervalo de 9,9 a 12,4 kpa abs en la segunda fase. Se obtiene vacío mediante una tobera eyectora 10 (Figura 1) que aspira los gases no condensables tales como aire y dióxido de carbono a través de la salida de vacío de la primera fase 11 y la salida de vacío de la segunda fase 12. El agua salada a una presión diseñada específica 13 (Figura 1) se usa para activar la tobera eyectora.

El agua en ebullición y el vapor suben hacia los tubos 8, salpicando la placa 14 (Figura 3). El vapor fluye hacia los tubos del evaporador de la segunda fase 15 (Figura 1 y 5) denominada aquí Evaporador de Haz Cilíndrico. Al tocar las paredes del tubo, el vapor condensa dando lugar a energía para llevar a ebullición el agua salada en la segunda fase. El condensado producido se recoge en el fondo de la cámara 9 (Figura 3) y se bombea a un tanque de almacenamiento a través de la salida 16, que suministra calor sensible al agua salada entrante 6 a través del haz 17 hacia la cámara 7.

La segunda fase se suministra con el agua salada restante no vaporizada en la primera fase, aspirada por el tubo de paso a baja presión de la segunda fase 18, vertiéndola en el plato 19 y evaporando el vapor. El tubo 18 recoge el agua salada del fondo de una tubería extendida para mantener una columna de agua adecuada para evitar la aspiración de vapor desde la primera fase. En el plato, el agua se dirige al tubo central 20, cayendo en el cabezal flotante 21, suministrando al haz de tubo de la segunda fase 15. El plato 19 y la placa 14 evita que la subida de gotas de agua salada alcance los separadores de partículas 22 (primera fase) y 23 (segunda fase). Tanto la placa 14 como el plato 19 son amovibles para permitir el acceso a las láminas de tubos.

El agua dulce de la segunda fase se obtiene a través de la condensación de vapor en el condensador 2, que se recoge en el recipiente 24. A través de la boquilla de salida 25 (Figura 1), el condensado se bombea al depósito. Dentro de los tubos del condensador circula agua salada fría a través de la boquilla de entrada 26 (Figura 1) que sale por la salida de la boquilla 27. Aquí, una corriente 4 se deriva para suministro a la primera fase. El agua salada de retorno 28 se descarga.

El nivel se mantiene en la primera fase mediante el aliviadero 28. De la misma manera, el nivel de la segunda fase se mantiene mediante el aliviadero 29. El agua salada que supera el aliviadero 29 sale de la unidad a través de la salida 30, aspirándose mediante la tobera eyectora 10 (Figura 1) a la descarga 31 (Figura 1).

El caudal nominal se obtiene mediante la válvula de control 32 y el caudalímetro 33 (Figura 1). Se usan instrumentos como termómetros y manómetros para control operativo y una válvula de alivio de presión de seguridad 34 instalada en la primera fase evita la sobre presión.

Una carcasa de acero fina 35 (Figura 5), denominada aquí armadura, que se ensambla en dos mitades mediante rebordes, encierra el haz de tubos de la segunda fase. El papel de esta armadura es dirigir el vapor a pasar a través de los tubos, evitando que se aspire directamente a la tubería de vacío 11 (Figura 1). El borde soldado 36 (Figura 5) soporta la armadura en la parte superior de la carcasa interna de la primera fase 3. Una junta unida por debajo del borde evita las fugas de vapor.

Un corte 37 (Figura 6) hecho en el fondo de la lámina de tubos y el cabezal flotante 21, permite el paso de la tubería de vapor fijada 11.

La siguiente descripción se refiere a las Figuras 10 a 16 del modelo de tres fases.

El modelo de tres fases (Figura 10) tiene la misma filosofía constructiva que el de dos fases, pero incluyendo una nueva fase intermedia, denominada aquí Haz del Evaporador de Anillo (Figura 13) que se convierte en la segunda fase y se inserta en la primera fase. El evaporador cilíndrico (Figura 5) se convierte ahora en la tercera fase y se inserta en el Haz del Evaporador de Anillo (Figura 13).

La primera fase de este modelo (Figura 11) es similar al modelo de dos fases pero la base 38 (Figura 11) se suelda ahora a las carcasas interna y externa 39 y 40 respectivamente (Figura 11) para tener una impermeabilidad al agua fiable. En el centro de esta base se suelda un soporte 41 (Figura 11 y 12) para mantener y centralizar la fase intermedia (Figura 13).

En este modelo, las líneas de vacío 42 y 43 (Figura 11) y las salidas de destilado 44 y 45 se localizan por debajo de la unidad, para permitir el acceso fácil a la segunda y terceras fases.

El intercambio de calor se realiza a un diferencial de temperatura de 15 a 20°C entre las fases.

El Haz del Evaporador de Anillo tiene una armadura 46 (Figura 13) para dirigir el vapor de la primera fase a su haz 47. El cabezal flotante 48 tiene, de esta manera, también un formato de anillo, como se muestra en la Figura 14 (vista desde abajo) y la Figura 15 (vista en sección). Una carcasa interna 49 encierra y aísla el vapor dentro de esta fase.

Es necesario que el material usado en la unidad sea resistente a corrosión por el agua salada, tal como bronce de aluminio, monel, cobre, níquel y titanio.

El modelo de cuatro fases se representa en una vista en sección en la Figura 16. Ahora, se incluye otro Haz del Evaporador de Anillo como una fase intermedia, que conforma de esta manera el modelo de cuatro fases, y así sucesivamente.

REIVINDICACIONES

5 1. Un aparato de destilación multiefecto para desalar agua que contiene sólidos disueltos, teniendo dicho aparato un evaporador de tubos externos en formato de anillo y que comprende tubos de evaporador verticales (8), teniendo también el aparato un haz cilíndrico central (15) de tubos igualmente verticales, incluyéndose los tubos (8) del evaporador de tubos externos en un primer efecto de un evaporador multiefecto, **caracterizado** también por que los tubos del haz cilíndrico central (15) son tubos del evaporador y se incluyen en un efecto final de un evaporador multiefecto.

10 2. Un aparato de destilación multiefecto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos un haz de evaporador intermedio de tubos del evaporador verticales se localiza entre el evaporador de tubos con forma de anillo externo y el haz de tubos cilíndrico central (15), estando incluido dicho al menos un haz de tubos intermedio en un efecto intermedio de un evaporador multiefecto que es posterior a dicho primer efecto pero anterior a dicho efecto final.

15 3. Un aparato de destilación multiefecto de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cada haz de tubos está soportado por una lámina de tubos superior e inferior y la lámina de tubos superior del haz de evaporador intermedio tiene un diámetro que es un 30% mayor que el diámetro de la lámina de tubos inferior.

20 4. Un aparato de destilación multiefecto de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, en el que se proporciona un soporte para centrar el haz del evaporador intermedio.

25 5. Un aparato de destilación multiefecto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada haz de tubos está soportado por una lámina de tubos superior e inferior y la lámina superior del haz cilíndrico central (15) tiene un diámetro que es un 30% mayor que el diámetro de la lámina de tubos inferior.

30

35

40

45

50

55

60

65

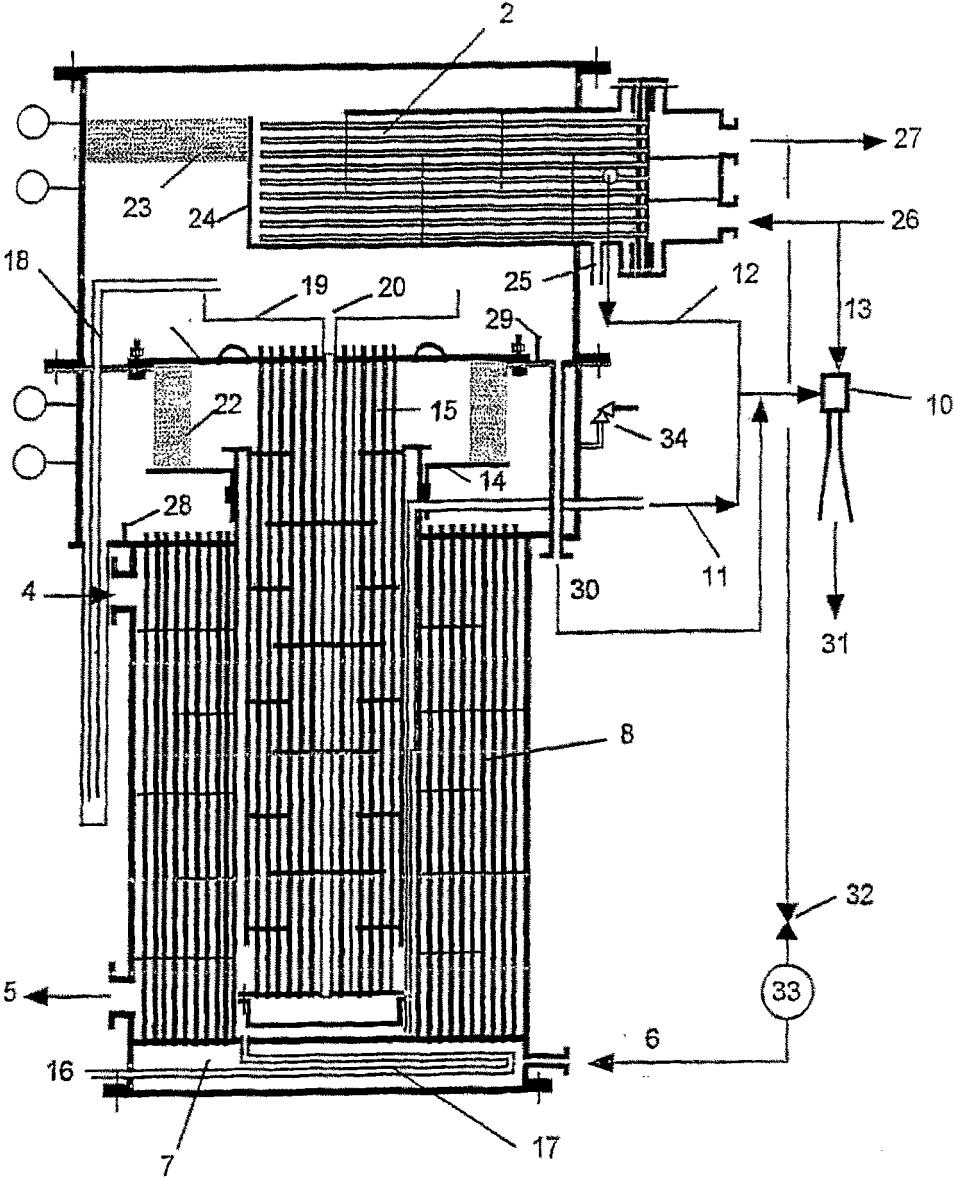


FIG. 1

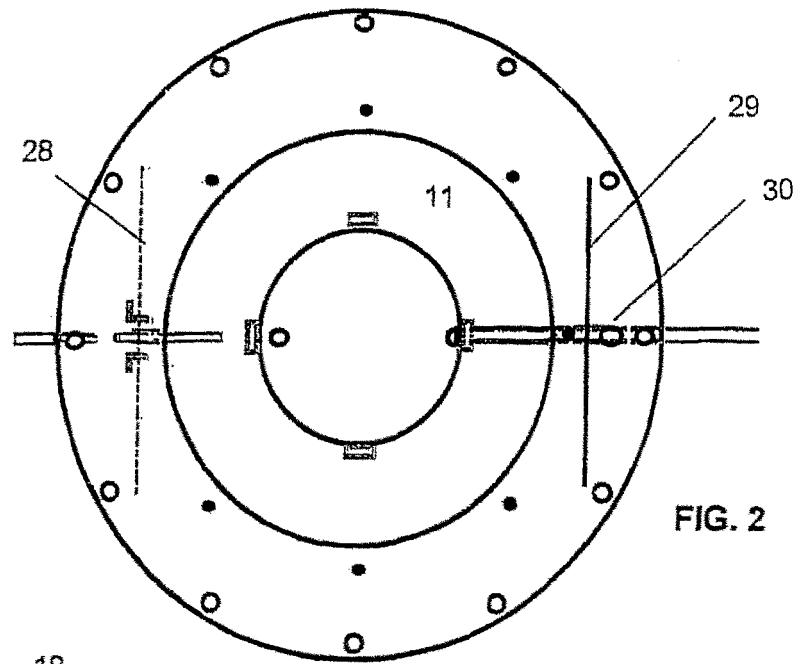


FIG. 2

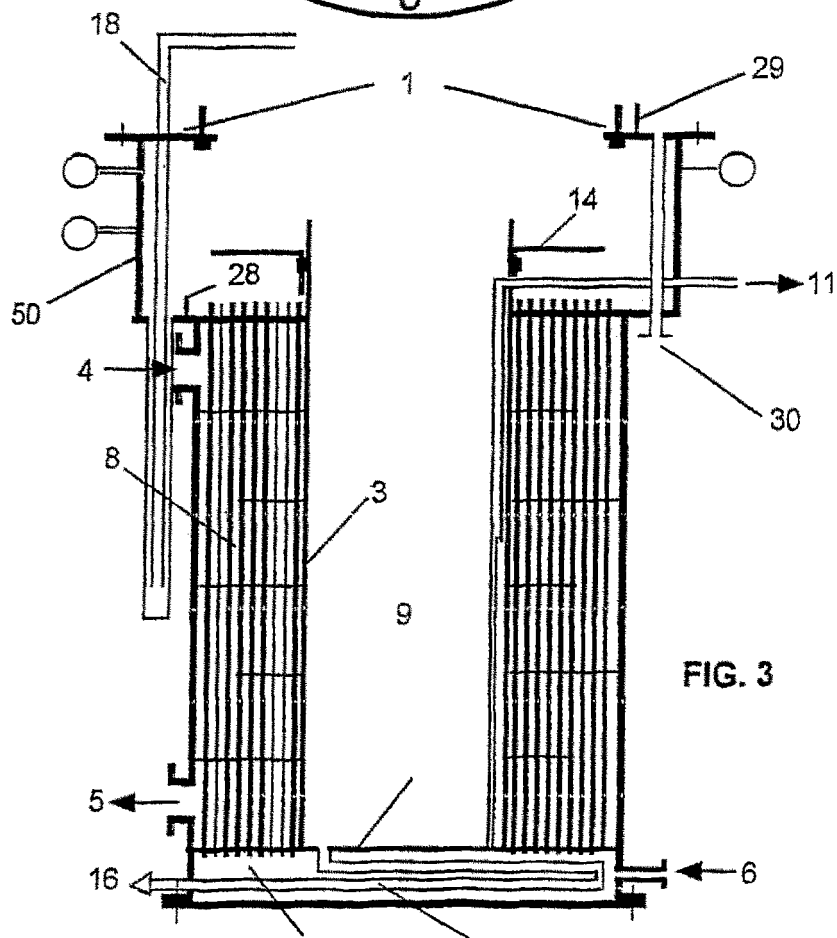
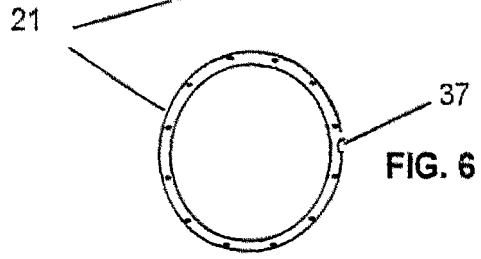
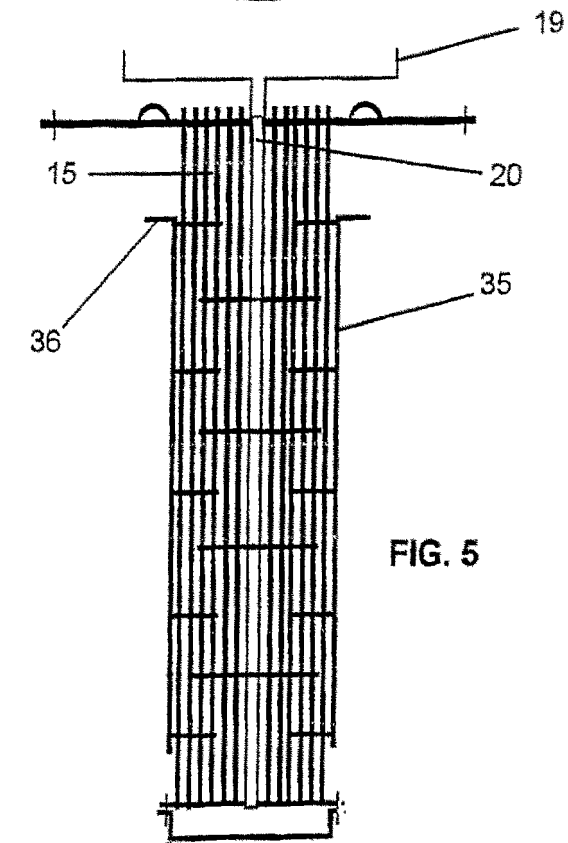
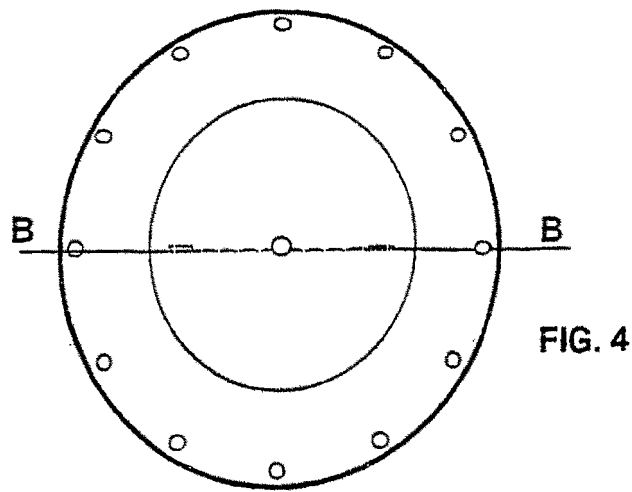
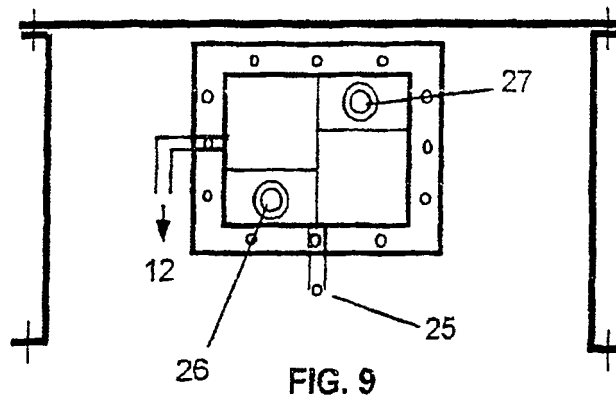
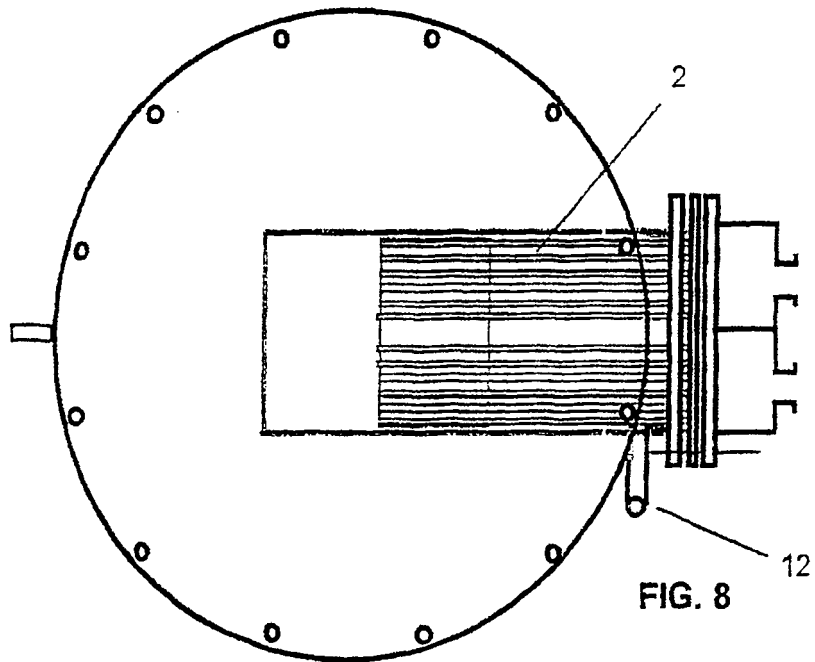
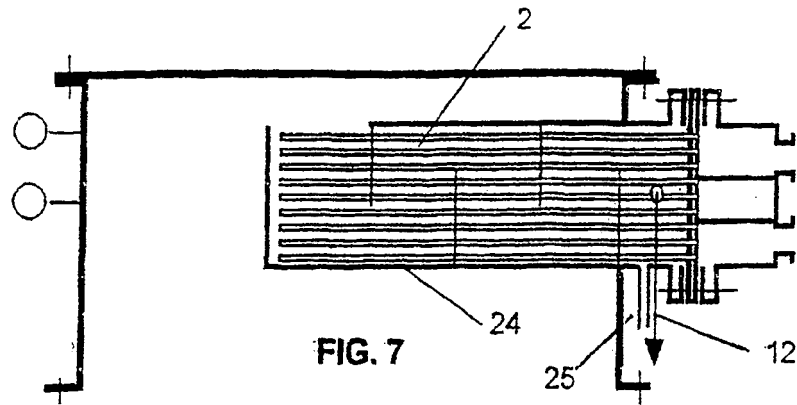


FIG. 3







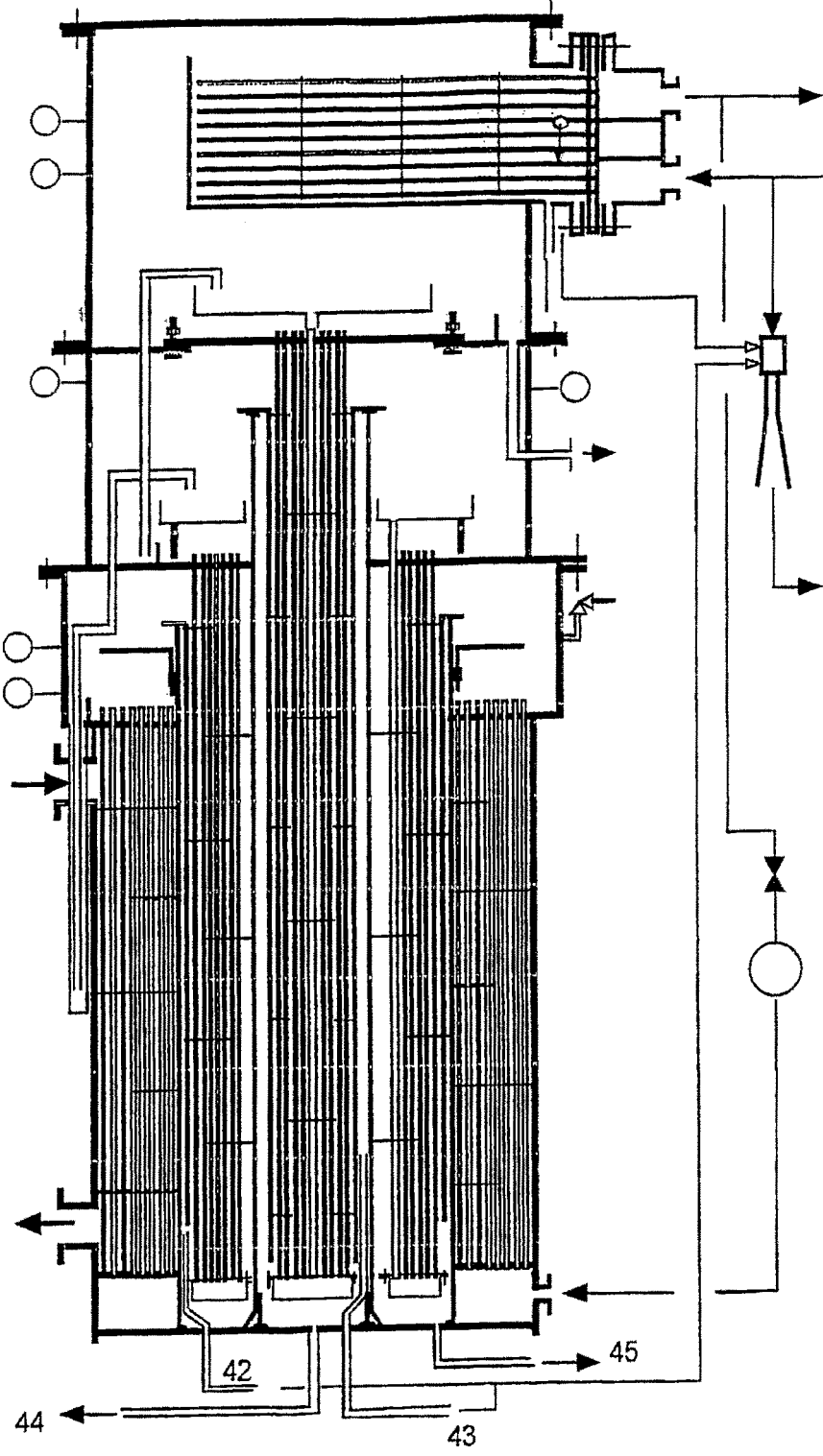


FIG. 10

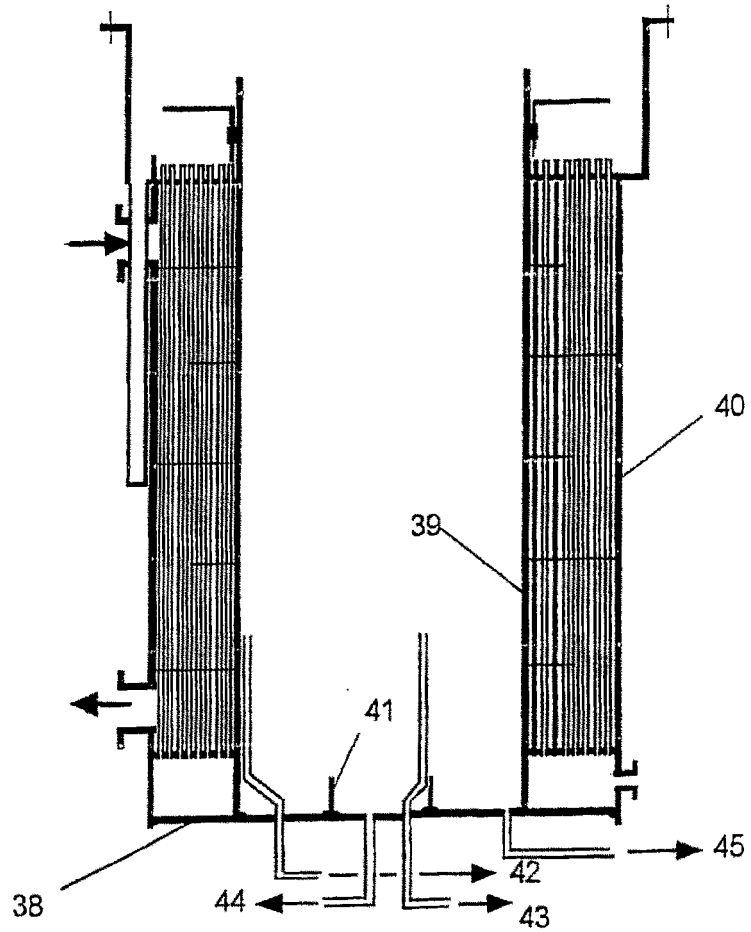


FIG. 11

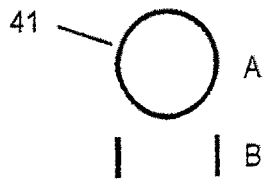
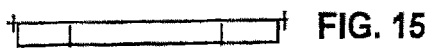
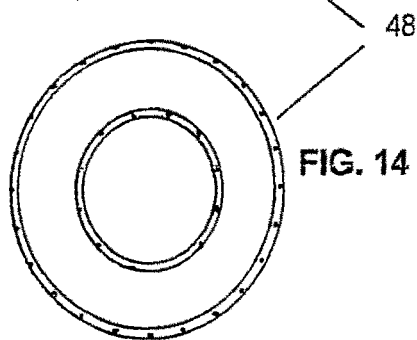
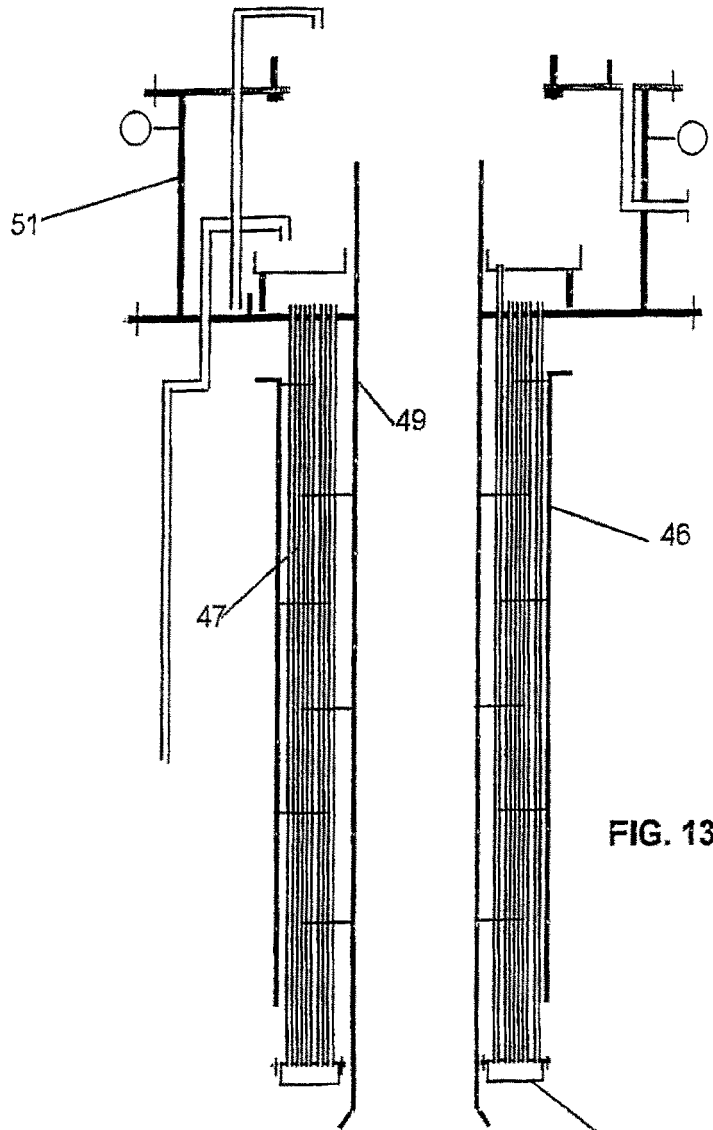


FIG. 12



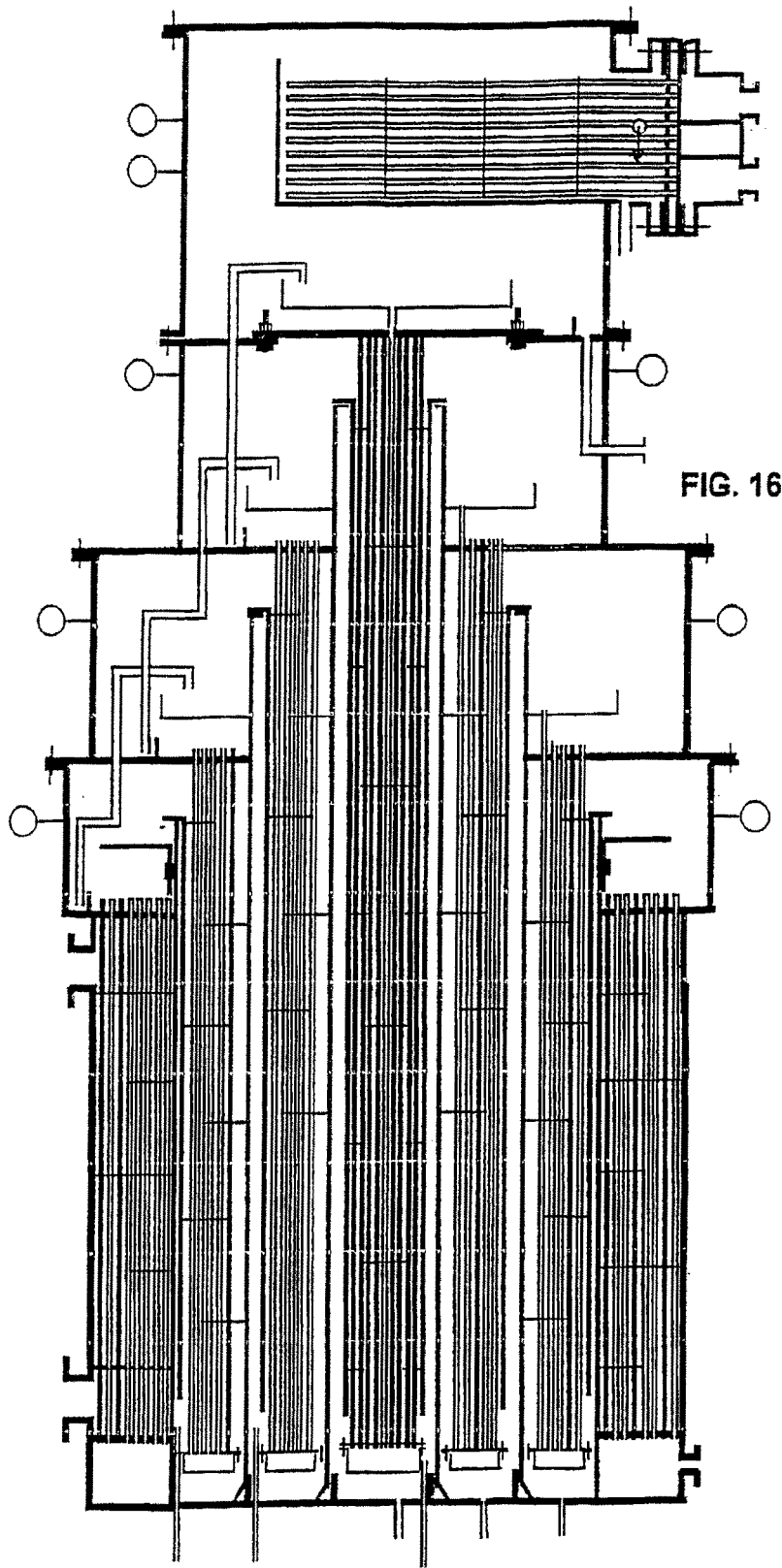


FIG. 16