

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 809**

51 Int. Cl.:

**F28F 3/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.01.2013 PCT/US2013/020206**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.07.2013 WO13106240**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2013 E 13735908 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 2802835**

54 Título: **Intercambiador de calor de carcasa y placa modular**

30 Prioridad:  
**12.01.2012 US 201213348832**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.02.2019**

73 Titular/es:  
**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC  
(100.0%)  
1000 Westinghouse Drive  
Cranberry Township, Pennsylvania 16066, US**

72 Inventor/es:  
**TAYLOR, CREED**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 699 809 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

Intercambiador de calor de carcasa y placa modular

### **Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

5 La presente solicitud es una continuación en parte de la solicitud de patente de EE. UU. n.º de serie 12/432.147, presentada el 29 de abril de 2009.

### **Antecedentes**

#### **1. Campo**

10 La presente invención se refiere en general a intercambiadores de calor y, más particularmente, a la modularización para intercambiadores de calor de placas apiladas. El documento US 2010 0276128 A1 describe un intercambiador de calor que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

#### **2. Descripción de la técnica relacionada**

15 El agua de alimentación para generadores de vapor en las centrales nucleares es típicamente precalentado antes de ser introducido en el lado secundario de los generadores de vapor. De manera similar, el agua de alimentación se precalienta antes de introducirse en las calderas para aplicaciones de plantas de energía no nuclear. Los intercambiadores de calor de agua de alimentación se utilizan normalmente para este propósito. Convencionalmente, los diseños de intercambiadores de calor se dividen en dos clases generales; los intercambiadores de calor con estructura de placa y aquellos con estructura de tubo y carcasa. La principal diferencia en las dos clases, con respecto a la construcción y la transferencia de calor, es que las superficies de transferencia de calor son principalmente placas en una estructura y tubos en la otra.

20 El intercambiador de calor de tubo y carcasa en un número de aplicaciones de calentador de agua de alimentación emplea una carcasa tubular horizontal o vertical que tiene extremos semiesféricos o planos. El interior de la carcasa horizontal está dividido en secciones por una lámina de tubo que es normal al eje de la carcasa. Más específicamente, en un extremo de la carcasa, se define una sección de cámara de agua en un lado de la lámina de tubo que incluye una cámara de entrada de agua que tiene una abertura de entrada de agua y una cámara de salida de agua que tiene una abertura de salida de agua. En intercambiador de calor de tubo de tubo en U y carcasa, varios tubos de transferencia de calor se doblan en sus partes medias en forma de U y se extienden desde el otro lado de la lámina de tubo a lo largo del eje de la carcasa. Estos tubos se fijan a la lámina del tubo en ambos extremos de manera que un extremo de cada uno de los tubos se abre en la cámara de entrada de agua, mientras que el otro extremo se abre en la cámara de salida de agua. Otro tipo de intercambiador de calor de tubo y carcasa emplea tubos rectos con una cámara de entrada y una cámara de salida respectivamente en los extremos opuestos de los tubos. Los tubos de transferencia de calor están soportados por una pluralidad de placas de soporte de tubos, espaciadas a una inclinación adecuada en la dirección longitudinal de los tubos. Una abertura de entrada para vapor y una entrada y salida de drenaje se forman en la carcasa en la porción en la que se extienden los tubos.

35 En funcionamiento, el agua de alimentación que entra en el calentador de agua de alimentación de la cámara de entrada de agua fluye a través de los tubos de transferencia de calor en forma de U y absorbe el calor del vapor de calentamiento que entra en el calentador de agua de alimentación desde la abertura de entrada de vapor para condensar el vapor. El condensado se recoge en la parte inferior de la carcasa y se descarga al exterior a través de un drenaje en la parte inferior de la carcasa. Gracias a la forma cilíndrica de la carcasa y los tubos de intercambio de calor, la estructura es muy adecuada como recipiente de presión, y, por lo tanto, los intercambiadores de calor de tubo y carcasa se han utilizado en aplicaciones de presión extremadamente alta.

40 El inconveniente más importante de los intercambiadores de calor de tubo y carcasa es su gran peso cuando se compara con el área superficial de las superficies de transferencia de calor. Debido a eso, los intercambiadores de calor de tubo y carcasa suelen ser de gran tamaño. Además, es difícil diseñar y fabricar intercambiadores de calor de tubo y carcasa cuando se tienen en cuenta la transferencia de calor, las características de flujo y los gastos.

45 Un intercambiador de calor de placas típico está compuesto de placas rectangulares, acanaladas o ranuradas, que se presionan una contra la otra por medio de placas extremas, que, a su vez, se aprietan a los extremos de la pila de placas por medio de varillas de tensión o tornillos de tensión. Los espacios entre las placas están cerradas y selladas con sellos con bandas en su circunferencia exterior y los sellos también se usan en los canales de flujo. Dado que la capacidad de soporte de las placas lisas es pobre, se refuerzan con las ranuras que generalmente están dispuestas transversalmente en las placas adyacentes, en donde también mejoran la resistencia a la presión de la estructura cuando las crestas de las ranuras están apoyadas entre sí. Sin embargo, un aspecto más importante es el significado de los surcos para la transferencia de calor; la forma de las ranuras y su ángulo con respecto al flujo afectan la transferencia de calor y las pérdidas de presión. En un intercambiador de calor de placas convencional, un medio de suministro de calor fluye en cada espacio restante entre las placas y un medio de recepción de calor fluye en los espacios restantes. En pares de placas alternativos, el flujo se realiza entre las placas a través de orificios ubicados cerca de las esquinas de las placas. Cada espacio entre las placas en pares de placas alternativos

siempre contiene dos orificios con bordes cerrados y otros dos orificios que funcionan como canales de entrada y salida para el espacio entre las placas. Los intercambiadores de calor de placas se construyen generalmente de placas relativamente delgadas cuando se desea una estructura pequeña y ligera. Debido a que las placas pueden perfilarse en cualquier forma deseada, es posible hacer que las propiedades de transferencia de calor sean adecuadas para casi cualquier tipo de aplicación. La mayor debilidad de los intercambiadores de calor de placas convencionales son las juntas que limitan la resistencia a la presión y la temperatura de los intercambiadores de calor. En varios casos, los sellos han impedido la posibilidad de uso con un medio corrosivo que recibe calor o que recibe calor.

Se han hecho intentos de mejorar la construcción del intercambiador de calor de placas, dejando fuera todo de los sellos y reemplazándolos con uniones soldadas o costuras soldadas. Los intercambiadores de calor de placas fabricados mediante soldadura por lo general se parecen a los equipados con sellos. La diferencia externa más significativa es la ausencia de tornillos de tensión entre los extremos. Sin embargo, la estructura soldada hace difícil, si no imposible, desmontar de forma no destructiva tales intercambiadores de calor para la limpieza.

Se han hecho intentos de combinar las ventajas del intercambiador de calor de tubo y carcasa y el intercambiador de calor de placas en intercambiadores de calor cuya construcción en parte se asemeja a ambos de estos tipos básicos. Una de tales soluciones se describe en la Patente de Estados Unidos 5.088.552, en la que las placas circulares o poligonales se apilan una encima de la otra para formar una pila de placas que está soportada por medio de placas de extremo. La pila de placas está rodeada por una carcasa, cuyos lados están provistos de canales de entrada y salida para los flujos correspondientes de un medio de suministro de calor y de recepción de calor. A diferencia del intercambiador de calor de placas convencional, todos los flujos de fluido en los espacios entre las placas se dirigen desde el exterior de las placas. Cuando el intercambiador de calor de acuerdo con la publicación se cierra por soldadura, es posible alcanzar las mismas presiones que cuando se usa un intercambiador de calor de tubo y carcasa con las propiedades de transferencia de calor de un intercambiador de calor de placas.

La publicación internacional WO 91/09262 pretende presentar una mejora en la publicación anterior, que más claramente exhibe características típicas tanto de los intercambiadores de calor de placas y de los intercambiadores de calor de tubo y carcasa. Las placas circulares se unen en pares soldándolas juntas por los bordes de los orificios que forman un canal de entrada y salida. Al soldar los pares de placas fabricados de la manera anterior juntos por los perímetros exteriores de las placas, se logra un circuito cerrado para el flujo de un medio de transferencia de calor. A diferencia del intercambiador de calor de placas convencional, esta estructura está soldada y solo hay dos orificios en las placas. El flujo de otro medio de transferencia de calor se dirige a cualquier otro espacio libre entre las placas por medio de una carcasa que rodea la pila de placas. Con el fin de evitar que el flujo se ejecute entre la pila de placas y la carcasa, se utilizan sellos que se utilizan principalmente como deflectores para el flujo. Obviamente, la resistencia a la presión no se requiere de los deflectores. Debido a la estructura de la pila de placas, es difícil implementar los sellos. Se recomiendan juntas de caucho elástica para los sellos, de modo que sea posible desmontar el intercambiador de calor, por ejemplo, para fines de limpieza.

El intercambiador de calor de carcasa y tubo que se utiliza actualmente en plantas de energía nuclear tiene un defecto de diseño común que cuando se produce la degradación del tubo, en un esfuerzo para minimizar las fugas, la única opción es conectar el tubo dañado resulta en una pérdida del servicio térmico. La pérdida del servicio térmico en el sistema de agua de alimentación es costosa para las plantas de energía nuclear y eventualmente requiere el reemplazo del calentador de agua de alimentación de carcasa y tubo. Otra limitación del diseño de tubo y carcasa es que la inspección del lado de la carcasa se limita típicamente a pequeños orificios de mano y puertos de inspección y, como resultado, es difícil detectar el daño por corrosión/erosión. Se ha producido una corrosión/erosión significativa por la deflexión interna que puede conducir a (1) la derivación del flujo y la degradación del rendimiento térmico, y (2) el desgaste del tubo debido a la vibración inducida por el flujo. También se ha observado corrosión/erosión significativa en la superficie interna de la carcasa del diseño del calentador de agua de alimentación de la carcasa y del tubo.

Por lo tanto, se desea un nuevo diseño de calentador de agua de alimentación para el largo plazo, deber térmica sostenible y para mejorar la integridad a largo plazo componente en relación con el diseño actual del calentador de agua de alimentación de carcasa y tubo. preferentemente, el servicio térmico sostenible a largo plazo se logrará mediante el reemplazo o la reparación de las superficies de transferencia de calor, según sea necesario, en lugar de requerir que la superficie de transferencia de calor se retire del servicio. Además, es deseable poder aumentar la capacidad de transferencia de calor del calentador de agua de alimentación para adaptarse a los aumentos de la planta de energía sin reemplazar todo el calentador de agua de alimentación.

### **Sumario**

Los objetivos anteriores se consiguen mediante un intercambiador de calor como se define en la reivindicación 1. Los conductos de entrada y salida y los pares de placas de transferencia de calor forman un conjunto de transferencia de calor que se soporta preferentemente por una estructura que se apoya y se puede mover a lo largo de una pista interna unida al interior de la carcasa, lo que facilita la extracción de las placas de transferencia de calor desde la carcasa. La placa modular y el calentador de agua de alimentación de carcasa tienen un cabezal extraíble integral con la carcasa para la extracción de las placas de transferencia de calor para inspección, reparación o

reemplazo. preferentemente, las boquillas de entrada y salida están selladas y se extienden a través de la cabeza extraíble.

5 El intercambiador de calor proporcionado por la presente memoria incluye un medio para aumentar la capacidad de intercambio de calor de la unidad en el tiempo para acomodar actualizaciones de la planta en la que está instalado el intercambiador de calor. En una realización, los conductos de entrada y salida incluyen una serie de puntos de unión adicionales para pares de las placas de transferencia de calor que están inicialmente tapadas. En otra realización, los conductos de entrada y salida pueden expandirse mediante la unión de pares o módulos adicionales de placas de transferencia de calor. El intercambiador de calor está provisto de un módulo espaciador que tiene una capacidad de transferencia de calor nula o relativamente despreciable que se soporta junto con los módulos de la placa de transferencia de calor. Un módulo de placa de transferencia de calor puede ser sustituido posteriormente por el módulo espaciador para aumentar la capacidad de transferencia de calor del intercambiador de calor. Deseablemente, al menos algunos de los acoplamientos entre los pares de placas de transferencia de calor, o los módulos de pares unidos de placas de transferencia de calor, son desmontables para facilitar la reparación y el reemplazo. preferentemente, varillas de unión conectan los módulos; y en la realización en la que los conductos de entrada y salida se extienden entre los módulos, las varillas de unión proporcionan una fuerza de compresión para los sellos de presión en la interfaz de los segmentos de conducto de los módulos de interfaz para formar un cierre hermético.

20 Preferentemente, el conjunto de transferencia de calor se retira de la carcasa con el cabezal extraíble. Alternativamente, se proporciona una vía de acceso en la carcasa para obtener acceso al interior de la carcasa para desconectar la boquilla de entrada de agua de alimentación del conducto de entrada de agua de alimentación y para desconectar el conducto de salida de agua de alimentación de la boquilla de salida de agua de alimentación o pueden proporcionarse ambas opciones.

25 De manera deseable, los módulos tienen paneles de soporte en cada extremo entre los que se extienden las varillas de unión. Los pares de placas de transferencia de calor están emparedados entre los paneles de soporte y, en una realización, el conducto de entrada de fluido primario y el conducto de salida de fluido primario pasan a través de los módulos. preferentemente, los paneles de soporte son más gruesos que las placas de transferencia de calor. En una realización, las placas de transferencia de calor entre los paneles de soporte están soldadas entre sí y a los paneles de soporte y los paneles de soporte adyacentes están conectados mecánicamente entre sí.

30 La invención también proporciona un procedimiento de limpieza o reparación del calentador de agua de alimentación, que incluye las etapas de: acceder al interior de la carcasa del recipiente de presión; retirar al menos un par de placas de transferencia de calor del conjunto de transferencia de calor de las placas de transferencia de calor; limpiar, reparar o reemplazar el par de placas de transferencia de calor retiradas; y volver a conectar el par de placas de transferencia de calor limpias, reparadas o reemplazadas al conjunto de transferencia de calor. Preferentemente, la etapa de acceder al interior de la carcasa del recipiente a presión incluye retirar la cabeza desmontable; y la etapa de retirar al menos un par de placas de transferencia de calor comprende retirar un par de placas de transferencia de calor del conducto de entrada de agua de alimentación y el conducto de salida de agua de alimentación.

40 La invención incluye además un procedimiento de reparación, inspección, limpieza o de aumento de capacidad del calentador de agua de alimentación en el que el recipiente a presión tiene una cabeza desmontable. El procedimiento comprende las etapas de: quitar la cabeza desmontable o acceder al interior de la carcasa del recipiente a presión; y desconectar el conducto de entrada de agua de alimentación y el conducto de salida de agua de alimentación de la boquilla de entrada de agua de alimentación y la boquilla de salida de agua de alimentación, respectivamente, mientras el conjunto de transferencia de calor está en el recipiente a presión. Este procedimiento incluye además la etapa de reemplazar un par defectuoso de placas de transferencia de calor, así como la etapa de aumentar el número de pares de placas de transferencia de calor después de que el calentador de agua de alimentación haya sido puesto en servicio para actualizar el calentador de agua de alimentación.

### **Breve descripción de los dibujos**

Una comprensión completa de la invención puede obtenerse a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos en los que:

50 La figura 1 es una vista en alzado del calentador de agua de alimentación de una realización de esta invención; La figura 2 es una vista superior del calentador de agua de alimentación que se muestra en la figura 1. La figura 3 es una vista en perspectiva de otra realización del calentador de agua de alimentación de esta invención con el conjunto de transferencia de calor separado en módulos y parcialmente retirado de la carcasa; La figura 4 es una vista en perspectiva de uno de los módulos extremos de pares de placas de transferencia de calor de la realización mostrada en la figura 3; 55 La figura 5 es una vista en perspectiva, con una parte recortada, del conjunto de transferencia de calor parcialmente mostrado en las figuras 3 y 4; La figura 6 es un esquema del flujo de fluido primario a través de la realización del calentador de agua de alimentación ilustrado en las figuras 3 - 5;

La figura 7 es una vista lateral de un par de placas de transferencia de calor;

La figura 8 es una vista esquemática de una realización de un módulo de placa de transferencia de calor que se describe a continuación;

5 La figura 9 es una vista esquemática de una segunda realización de un módulo de placa de transferencia de calor que se describe a continuación;

La figura 10 es una vista en sección de un módulo espaciador descrito a continuación; y

La figura 11 es una vista lateral, parcialmente en sección, de un segmento de varilla de acoplamiento que puede emplearse para acoplar dos módulos de placa de transferencia de calor.

### **Descripción de la realización preferida**

10 Los diseños actuales de calentador de agua de alimentación empleados en las centrales nucleares utilizan una disposición de intercambiador de calor de carcasa y tubo. Otro tipo general de intercambiador de calor que existe desde 1923 es el intercambiador de calor de placa y bastidores. Este último se caracteriza por un diseño compacto, altos coeficientes de transferencia de calor, alta caída de presión del fluido dentro de las placas y generalmente se limita a fluidos de baja presión. Las realizaciones descritas en este documento proporcionan un calentador de agua de alimentación de placa y carcasa que combina y optimiza los aspectos de un intercambiador de calor de placa y bastidor y el intercambiador de calor de tipo tubo y carcasa tradicional que es convenientemente útil y se puede modificar fácilmente, de forma relativamente económica, para aumentar su capacidad de transferencia de calor donde se desee.

20 Una forma de realización del calentador 10 de agua de alimentación, de las invenciones reivindicadas en lo sucesivo se ilustra en la vista en alzado mostrada en la figura 1 y la vista superior mostrada en la figura 2. Dos placas 12 y 14 de transferencia de calor están soldadas entre sí para formar un par 16 de placas soldadas que entre ellas forman una trayectoria de flujo para el fluido de agua de alimentación como en un intercambiador de calor de placas tradicional. En una realización, el par 16 de placas de transferencia de calor está conectado de manera extraíble, como con las juntas 18 y las juntas 20 de bridas atornilladas, hacia y en comunicación fluida con un tubo 22 de entrada en un extremo del par 16 de placas de transferencia de calor soldadas y una salida el tubo 24 colector en el otro extremo del par 16 de placas de transferencia de calor soldadas. Varios de estos pares 16 de placas de transferencia de calor soldadas se apilan en una disposición en tándem espaciada, cada una acoplada entre la cabecera de entrada y la cabecera de salida para formar un conjunto de transferencia de calor que tiene una trayectoria de flujo paralela. Dicha realización se muestra en la figura 2. Como alternativa, debe apreciarse que varios pares 16 de placas de transferencia de calor se pueden acoplar en serie con los extremos de la disposición en serie unidas de manera extraíble al tubo 22 de entrada y al tubo 24 de salida. En cualquier realización, los extremos terminales de los pares 16 de placas de transferencia de calor están conectados directa o indirectamente al tubo 22 de entrada y al tubo 24 de salida. El tubo 22 colector de entrada y el tubo 24 colector de salida están conectados respectivamente a una entrada de agua de alimentación y a una boquilla 26 y 28 de salida de agua de alimentación, preferentemente utilizando un cierre atornillado con juntas de una manera similar a la descrita para sujetar de manera desmontable el par 16 de placas de transferencia de calor a los tubos 22 y 24 de entrada y salida, aunque debe apreciarse que se pueden usar otros medios de fijación extraíble.

35 En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, los tubos 22 y 24 colectores están soportados por una estructura 30 de bastidor que se apoya sobre una pista 32 interna unida a la parte inferior de la carcasa 34 cilíndrica que forma un recipiente a presión que rodea el conjunto 36 de la placa de transferencia de calor. La pista 32 y las ruedas 33 en la estructura 30 de bastidor facilitan la extracción del conjunto de la placa de transferencia de calor de la carcasa para su reparación, limpieza o aumento. En una realización, la carcasa tiene un extremo 38 hemisférico integral en un lado y una cabeza 40 hemisférica extraíble en el otro lado para encerrar y sellar completamente el conjunto 36 de transferencia de calor dentro del recipiente de presión formado por la carcasa 34 cilíndrica, el extremo 38 hemisférico y la cabeza 40 extraíble. Sin embargo, debe apreciarse que los extremos no necesitan ser hemisféricos para aprovechar esta invención, aunque los extremos hemisféricos son preferibles para aplicaciones de alta presión. La cabeza 40 extraíble tiene la boquilla 26 de entrada de agua de alimentación y la boquilla 28 de salida de agua de alimentación que se extiende a través de ella, como se muestra en las figuras 1 y 2. Alternativamente, el extremo 38 hemisférico puede construirse para ser extraíble en lugar de la cabeza 40 o ambos pueden conectarse mediante bridas atornilladas a la carcasa 34 para mayor flexibilidad en el acceso al interior de la carcasa 34 para dar servicio al conjunto 36 de la placa de transferencia de calor. La carcasa 34 también está equipada con una entrada 42 de vapor de extracción, entradas 44 y 46 de drenaje y salidas 48 y 50 de drenaje.

55 Durante el funcionamiento, el agua de alimentación de entrada pasa a través de la boquilla 26 de entrada, el tubo 22 colector de entrada, los pares 16 de placas de transferencia de calor soldadas donde se calienta por el flujo de drenaje y el vapor de extracción, el tubo 24 colector de salida y la boquilla 28 de salida. El vapor de extracción, al entrar en el calentador de agua de alimentación a través de la entrada 42 de vapor de extracción, se distribuye por la placa 52 de choque de vapor y pasa a través de la región de la carcasa superior donde se mezcla con el flujo de drenaje que entra desde las boquillas 44 y 46 de entrada de flujo de drenaje. El vapor de extracción y el flujo de drenaje pasan luego entre los pares 16 soldados de la placa de transferencia de calor, donde son enfriados por el agua de alimentación y se condensan hacia la región inferior de la carcasa donde sale a través de las boquillas 48 y 60 de salida de flujo de drenaje.

5 Durante un corte de la planta, una inspección de las placas de transferencia de calor y la superficie interna de la carcasa se pueden realizar utilizando las siguientes etapas. En primer lugar, el extremo 38 de la carcasa se desatornilla en la brida 54 y se retira. Los tubos 22 y 24 de cabecera pueden entonces desconectarse de las boquillas 26 y 28 de entrada y salida. Se puede utilizar un canal 56 en el cabezal 40 para obtener acceso a la conexión entre los tubos 22 y 24 del cabezal de entrada y salida y las boquillas 26 y 28 de entrada y salida. Alternativamente, cuando la cabeza 40 se retira en la brida 58, la cabeza 40 se puede mover hacia afuera con el conjunto 36 de transferencia de calor deslizándose sobre la pista 32 para que se pueda acceder a la conexión entre las cabezas 22 y 24 de entrada y salida y las boquillas 26 y 28 de entrada y salida de agua de alimentación. La tubería de la bobina (no se muestra) deberá retirarse de las boquillas 26 y 28 de entrada y salida antes de mover la cabeza 40. A continuación, el conjunto 36 de placa de transferencia de calor se puede mover como una unidad a lo largo de las pistas 32 ubicadas en la parte inferior de la carcasa 34 a un punto donde las placas 12 y 14 de transferencia de calor individuales y el interior de la carcasa 34 pueden inspeccionarse para detectar daños. Los pares 16 individuales de placas de transferencia de calor se pueden limpiar o, si es necesario, reparar o reemplazar. Si es necesario reparar o reemplazar, el par 16 de placas de transferencia de calor que necesitan atención puede ser desatornillado del tubo 22 de entrada y del tubo 24 de salida y reemplazado por un nuevo par 16 de placas de transferencia de calor reparado atornillado en su lugar. El tubo 24 colector de salida y el tubo 22 colector de entrada también están provistos de una o más aberturas 60 adicionales que inicialmente están selladas por tapones. Estas aberturas adicionales se pueden abrir para acomodar pares de placas 16 de transferencia de calor adicionales si es deseable una actualización adicional en el futuro.

10

15

20 El diseño de la placa extraíble permite el reemplazo de la superficie de transferencia de calor y la producción en masa de las placas de transferencia de calor y las juntas resulta en un coste relativamente bajo para los repuestos críticos. El uso de este diseño hace posible aumentar el número de placas y, por lo tanto, el área de transferencia de calor para adaptarse a los cambios de potencia y proporciona una mejor inspección lateral de la carcasa.

25 Aunque las realizaciones específicas de la invención se han descrito en detalle, se apreciará por los expertos en la técnica que diversas modificaciones y alternativas a esos detalles se podrían desarrollar en vista de las enseñanzas generales de la descripción. Por ejemplo, mientras que los conductos o conductos de entrada y salida separados se muestran en la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, cualquier otra estructura que realice su función declarada también se puede usar sin apartarse del espíritu de esta invención. Por ejemplo, la realización del conjunto 36 de transferencia de calor que se muestra en las figuras 3, 4 y 5, muestra segmentos de los conductos 22 y 24 de entrada y salida como partes integrales de los pares 16 de placas de transferencia de calor. En las figuras 3, 4 y 5, los componentes correspondientes a los que se muestran en las figuras 1 y 2 se dan como caracteres de referencia. El conjunto 36 de placa de transferencia de calor en la realización mostrada en las figuras 3, 4 y 5 está formado por varios módulos 17 de placa de transferencia de calor. Cuatro de estos módulos de placa de transferencia de calor son visibles en la figura 5. Cada uno de dichos módulos 17 se forma a partir de varios pares 16 de placas de transferencia de calor espaciadas en tándem que se unen entre sí como una unidad integral. Cada uno de los módulos 17 mostrados en las figuras 3, 4 y 5 tiene aproximadamente 10 pares de placas de transferencia de calor, aunque debe apreciarse que cualquier número de dichos pares 16 de placas de transferencia de calor puede usarse con la consecuencia de que a más pares 16 de placas de transferencia de calor a un módulo 17, más costoso será reemplazar el módulo. Alternativamente, cuantos más módulos haya, más se gastará en juntas y hardware de cierre.

30

35

40 El rango óptimo de la cantidad de placas por módulo se debe determinar en función de la aplicación en función de consideraciones económicas. Además, el número de módulos 17 en el conjunto 36 de transferencia de calor puede variar dependiendo del número de pares 16 de placas de transferencia de calor por módulo y los requisitos de transferencia de calor de la aplicación en la que se va a emplear el intercambiador de calor.

45 En la realización mostrada en las figuras 3, 4 y 5 la superficie exterior (es decir, la parte delantera y la parte posterior) de cada par 16 de placas de transferencia de calor tiene dos aberturas a cada lado con las aberturas correspondientes sustancialmente alineadas una con la otra y para los segmentos 23 incrementales de los conductos 22 y 24 de entrada y salida están unidos, por ejemplo, mediante soldadura, soldadura fuerte o cualquier otra unión adecuada que forme una unión duradera sustancialmente rígida que sea sustancialmente impermeable a los fluidos que fluyen en y alrededor de los conductos 22 y 24 de entrada y salida en el área entre los pares 16 de placas de transferencia de calor. Los segmentos incrementales de los conductos 22 y 24 de entrada y salida que pasan entre los pares 16 de placas de transferencia de calor y la superficie exterior de los pares 16 de placas de transferencia de calor contiguas proporcionan una trayectoria de flujo entre los pares 16 de placas de transferencia de calor para que pasen el vapor de extracción y el flujo de drenaje. El extremo exterior de los segmentos 23 de los conductos 22 y 24 de entrada y salida formados a través de cada módulo 17 tiene preferentemente una brida en la que se puede conectar la brida correspondiente de un segmento 23 de módulo de placa de transferencia de calor adyacente; preferentemente con una junta presionada entre las bridas. Los segmentos 23 exteriores en cada módulo 17 pueden luego unirse a un segmento 23 correspondiente en el lado exterior de un módulo adyacente con una junta en el medio usando las varillas 64 de unión mostradas en las figuras 3, 4 y 5, aunque otras formas de acoplamiento mecánico pueden ser utilizadas en lugar de las varillas de unión. En la realización mostrada en las figuras 3, 4 y 5, los módulos 17 se mantienen en posición mediante bastidores o placas 62 frontales y posteriores que se unen entre sí mediante varillas 64 de unión. La placa 62 frontal en la parte frontal del conjunto de placa de transferencia de calor tiene aberturas para los conductos 22 y 24 de entrada y salida, de modo que las bridas en los segmentos 23 exteriores pueden unirse respectivamente a las boquillas 26 y 28 de entrada y salida (como se muestra en la figura

50

55

60

2). Los segmentos 23 exteriores, es decir, tanto la entrada como la salida en la placa de transferencia de calor trasera en el extremo 80 del conjunto 36 de transferencia de calor están obstruidos para cerrar el circuito de flujo de agua de alimentación o la placa de transferencia de calor posterior se realiza sin los orificios de entrada y salida.

Un esquema del flujo del fluido primario a través del conjunto de la placa de transferencia de calor de las realizaciones descritas anteriormente, que tiene una trayectoria de flujo paralelo a través de los pares 16 de placas de transferencia de calor se ilustra en la figura 6. La figura 7 muestra la construcción de los pares de placas de transferencia de calor. Como se muestra en la figura 7, un cordón 66 de soldadura se extiende alrededor de cada uno de los segmentos 23 incrementales del conducto 22 de entrada en las aberturas correspondientes en las placas 12 y 14 de transferencia de calor y forman un sello hermético en la interfaz. De manera similar, un cordón 68 de soldadura se extiende alrededor de los segmentos 23 incrementales del conducto 24 de salida en las aberturas correspondientes en las placas 12 y 14 de transferencia de calor y forma un sello hermético en la interfaz. Además, una soldadura 70 de circunferencia se extiende alrededor de toda la circunferencia del par 16 de placas de transferencia de calor. Como se muestra en la figura 7, el fluido primario ingresa al conducto 22 de entrada a la entrada 72 de cada par 16 de placas de transferencia de calor que lo conecta a pares o placas de soporte adyacentes. Una parte del fluido fluye hacia abajo entre las placas 12 y 14 de transferencia de calor, donde absorbe el calor del vapor de extracción y el flujo de drenaje que pasa por el exterior de los pares de placas de transferencia de calor y sale por la salida 78 al conducto 24 de salida donde se une con el fluido primario flujo arriba de otros pares de placas de transferencia de calor que ingresaron a través de la entrada 76 del conducto de salida al par 16 de placas de transferencia de calor. Excepto por el último par 16 de placas de transferencia de calor en el extremo 80 (figura 5) del conjunto 36 de la placa de transferencia de calor, el resto del fluido primario entró en la entrada 72 que no fluía entre las placas 12 y 14 de transferencia de calor de un determinado par 16 de placas de transferencia de calor sale a través de la salida 74 del conducto de entrada al siguiente par 16 de placas de transferencia de calor. Todo el fluido primario que atraviesa el conducto de entrada al extremo 80 del conjunto 36 de placa de transferencia de calor se conduce a través del último par de placas 12 y 14 de transferencia de calor, donde sale a través del conducto 24 de salida como se muestra en la figura 6. Es irrelevante si el agua fluye hacia arriba (como se muestra en la figura 6), hacia abajo (como se describe aquí) o hacia los lados a través de los pares 16 de placas de transferencia de calor siempre que el flujo se extienda desde el conducto 22 de entrada al conducto 24 de salida.

La figura 8 es un esquema de una realización de un módulo 17 de placa de transferencia de calor. El módulo 17 se muestra con cuatro pares 16 de placas de transferencia de calor, aunque como se indicó anteriormente, el número de pares 16 de placas de transferencia de calor puede variar. Los pares 16 de placas de transferencia de calor tienen placas 12 y 14 de transferencia de calor relativamente delgadas, en comparación con las placas 82 de soporte exterior, que son más gruesas que los pares 16 de placas de transferencia de calor internas. Las placas 82 de soporte se denominan placas de soporte y son más largas que las otras y se extienden más allá de las otras para aceptar las varillas de unión mostradas en las figuras 3, 4 y 5, aunque se debe tener en cuenta que esta realización es ligeramente diferente a la realización mostrada en las figuras 3, 4 y 5. Sin embargo, la forma en que los módulos se aseguran entre sí es la misma, aunque debe apreciarse que también se podrían utilizar otros medios para asegurar los módulos entre sí, por ejemplo, varillas roscadas continuas, pernos, etc. Las placas internas de transferencia de calor están soldadas entre sí con los segmentos 23 incrementales del conducto (que se muestran en la figura 4) que se extienden entre ellos, con las soldaduras extendidas alrededor de las aberturas circulares en los segmentos incrementales del conducto 22 de entrada y el conducto 24 de salida, y los bordes exteriores por las soldaduras 70 de la placa circunferencial. Se proporcionan ranuras 84 de junta alrededor del conducto 22 de entrada y de las aberturas del conducto 24 de salida en las placas 82 de soporte para que las juntas sellen las aberturas en la interfaz con las placas de soporte de acoplamiento de los módulos 17 adyacentes.

Un segundo modo de realización de un módulo 17 de par de placas de transferencia de calor se muestra en la figura 9. La realización mostrada en la figura 9 es muy similar a la descrita anteriormente con respecto a la figura 8, excepto que las placas exteriores de transferencia de calor tienen un anillo 86 de retención de junta alrededor de las aberturas del conducto 22 de entrada y del conducto 24 de salida. Una sola placa de soporte está interpuesta entre los módulos 17 y las juntas en los anillos 86 de retención sellan las aberturas 22 y 24 entre cada placa de soporte y las placas de transferencia de calor. Alternativamente, se pueden proporcionar ranuras en uno o ambos lados de las placas de soporte para retener las juntas.

Un módulo 88 espaciador se inserta en el lugar de un módulo 17 de par de placas de transferencia de calor para preservar el espacio para la posterior adición de otro módulo 17 de par de placas de transferencia de calor si se instala una futura actualización de la planta en la que está instalado el intercambiador de calor y requiere una capacidad adicional de transferencia de calor dentro de la carcasa existente. Una realización de dicho módulo 88 espaciador se ilustra en la figura 10. El módulo 88 espaciador es del mismo tamaño que el módulo 17 estándar de par de placas de transferencia de calor para la unidad 10 de intercambio de calor en la que se va a emplear. El módulo espaciador en esta realización tiene dos placas 82 de soporte con ranuras 84 de junta, como se describió anteriormente, que están separadas por un soporte 96 superior y un soporte 98 inferior con un drenaje 94 de fluido secundario. Debe apreciarse que el soporte 96 superior y el soporte 98 inferior pueden (pero no necesariamente) formar parte de un cilindro de soporte continuo. La realización mostrada en la figura 10 está pensada para insertarse entre los módulos 17 de pares de placas de transferencia de calor y tiene un tubo 90 que está soldado alrededor de su circunferencia en cada interfaz de placa de soporte para formar un sello hermético. El tubo 90 forma una porción del conducto 22 de entrada, que transporta el fluido primario entre los módulos 17 de pares de placas de

transferencia de calor que conecta. De manera similar, un tubo 92 está sellado y cubre el espacio entre las placas 82 de soporte del módulo 88 espaciador para llevar el fluido primario a través del conducto 24 de salida. Si el espaciador se usa al final del extremo 80 del conjunto 36 de placa de transferencia de calor, entonces las aberturas en las placas de soporte del módulo 82 espaciador no son necesarias.

5 La figura 11 ilustra una realización de una disposición de varilla de unión que se puede usar para dibujar juntos los módulos 17 y 88. La varilla 64 de unión está diseñada para extenderse entre las placas 82 de soporte, similar a los tramos entre los bastidores 62 de soporte que se muestran en la figura 5. En la realización mostrada en la figura 11, las varillas 64 de unión tienen un extremo con un diámetro reducido que tiene una rosca 104 circunferencial. La rosca 104 circunferencial termina en una superficie 106 de apoyo que está dimensionada para apoyarse en un lado de la periferia de una placa de soporte del módulo alrededor de un orificio en el que la rosca 104 está dimensionada para extenderse a través y fuera del otro lado. El otro extremo de la varilla 64 de unión tiene una rosca 100 interna que está dimensionada para acoplarse con una rosca 104 circunferencial externa en una varilla 64 de unión adyacente que se extiende a través de un orificio correspondiente en una placa 82 de soporte adyacente. Preferentemente, la circunferencia 102 exterior alrededor del extremo de la varilla de acoplamiento que tiene la rosca 100 interna tiene un contorno cuadrado o hexagonal en el que se puede aplicar fácilmente un par de torsión.

10 Como se ha mencionado anteriormente, el conjunto 36 de la placa de transferencia de calor tiene ruedas 33 que se desplazan sobre la pista 32 que se ha descrito previamente para facilitar el servicio del conjunto de placa de transferencia de calor. El mantenimiento es el mismo que se describe para la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, excepto para aumentar la capacidad del conjunto de la placa de transferencia de calor, el módulo 88 espaciador se retira y un módulo 17 de placa de transferencia de calor adicional se acopla en su lugar.

20 Además, aunque la realización preferida se describe en una aplicación a un calentador de agua de alimentación de la invención se puede emplear con ventajas similares en la mayoría de los otros tipos de intercambiadores de calor. De acuerdo con esto, las realizaciones particulares descritas están destinadas a ser solo ilustrativas y no limitativas en cuanto al alcance de la invención a la que se debe dar la amplitud completa de las reivindicaciones adjuntas y todos los equivalentes de la misma.

25



REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador (10) de calor, que comprende:  
una carcasa (34) de recipiente de presión alargada que tiene una dimensión axial con un cierre (40) extraíble en un extremo de la dimensión axial, una entrada (26) de fluido primario, una salida (28) de fluido primario, una entrada (42, 44, 46) de fluido secundario, una salida (48, 50) de drenaje y un conjunto (36) de transferencia de calor que comprende:

  - un conducto (22) de entrada de fluido primario que se extiende hacia el recipiente (34) a presión desde la entrada (26) de fluido primario;
  - un conducto (24) de salida de fluido primario que se extiende hacia el recipiente (34) a presión desde la salida (28) de fluido primario; una pluralidad de pares de placas (16) de transferencia de calor soportadas en tándem con cada uno de los pares de placas selladas (70) alrededor de la periferia para definir un canal primario de flujo de fluido entre una primera y una segunda placa (12, 14) de transferencia de calor de cada par, teniendo cada par una abertura de entrada (72) de la placa de transferencia de calor conectada de manera fluida directa o indirectamente al conducto (22) de entrada de fluido primario y una abertura (78) de salida de la placa de transferencia de calor conectada de manera fluida directa o indirectamente al conducto de salida de fluido primario para formar una trayectoria de flujo paralela con flujo en la misma dirección a través de cada uno de los pares de placas de transferencia de calor en una dirección ortogonal a la dimensión axial de la carcasa del recipiente a presión;
  - medios para expandir una capacidad de transferencia de calor del conjunto de transferencia de calor sobre una capacidad de transferencia de calor original que tiene el intercambiador de calor cuando el intercambiador de calor se pone en servicio por primera vez; y
  - en el que la pluralidad de pares de placas (16) de transferencia de calor están dispuestas en módulos (17) con al menos uno de los módulos, incluyendo al menos uno de los pares de placas de transferencia de calor, conectados en tándem con un módulo adyacente o la entrada de fluido primaria o la salida de fluido primaria con un acoplamiento (84) mecánico no destructivamente extraíble y se **caracteriza porque** los medios para expandir la capacidad de transferencia de calor del conjunto de transferencia de calor incluyen un módulo espaciador que tiene una capacidad de transferencia de calor sustancialmente menor que los módulos de pares de placas de transferencia de calor, con el módulo espaciador conectado conjuntamente con los módulos de pares de placas de transferencia de calor, el módulo (88) espaciador es al menos tan largo en la dimensión axial como los módulos de los pares de placas de transferencia de calor y tiene un conducto de entrada que pasa axialmente a través del mismo, el fluido conectado directa o indirectamente al conducto de entrada del fluido primario y un conducto de salida que pasa axialmente a través del mismo, conectado fluidamente o directa o indirectamente al conducto de salida de fluido primario.
2. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que al menos algunos de los módulos (17) incluyen una pluralidad de pares de placas (16) de transferencia de calor con los pares de placas de transferencia de calor dentro de al menos algunos de los módulos soportados junto con una varilla (64) de unión.
3. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 2, en el que al menos algunos de los módulos (17) conectados en tándem con un módulo adyacente están conectados mediante el acoplamiento de sus respectivas varillas (64) de unión.
4. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que el conjunto (36) de transferencia de calor se puede deslizar fuera de la carcasa (34) del recipiente a presión cuando se abre el cierre (40) extraíble.
5. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que el conjunto (36) de transferencia de calor está soportado de manera móvil en una pista (32) unida a un interior del recipiente (34) a presión de manera que el conjunto de transferencia de calor puede retirarse como una unidad del recipiente a presión a través de un extremo (40) moviendo el conjunto de transferencia de calor a lo largo de la pista.
6. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 5, en el que el conjunto (36) de transferencia de calor está soportado en la pista (32) sobre ruedas (33) que se desplazan sobre la pista.
7. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que la entrada (26) de fluido primario y la salida (28) de fluido primario se extienden desde el cierre (40) extraíble.
8. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que el conjunto (36) de transferencia de calor está equipado con una serie de acoplamientos (60) adicionales configurados para unir pares adicionales de placas (16) de transferencia de calor, los acoplamientos adicionales están inicialmente tapados y están disponibles para una actualización posterior de la capacidad de transferencia de calor del intercambiador de calor después de que el intercambiador de calor se haya puesto en funcionamiento sobre una capacidad de transferencia de calor original, destapando al menos algunos de los acoplamientos adicionales y la fijación de varios pares adicionales de placas de transferencia de calor.

9. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que la carcasa (34) del recipiente a presión tiene una forma cilíndrica con extremos (40, 38) hemisféricos.
- 5 10. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que al menos algunos de los módulos (17) comprenden una pluralidad de pares (16) de placas de transferencia de calor con cada uno de los pares de placas de transferencia de calor dentro de un módulo conectado entre sí en la serie tándem a través de un acoplamiento (23) soldado.
11. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que al menos algunos de los módulos (17) tienen una placa (82) de soporte en un primer y segundo extremo con las placas (12, 14) de transferencia de calor entre las cuales las placas de soporte son más gruesas que las placas de transferencia de calor.
- 10 12. El intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, en el que los módulos (17) están soportados en tándem por varillas (64) de unión.
13. Un procedimiento para reparar, inspeccionar, limpiar o actualizar el intercambiador (10) de calor de la reivindicación 1, que comprende las etapas de:
- 15 acceder al interior de la carcasa (34) del recipiente a presión;  
desconectar el conducto (22) de entrada de fluido primario y el conducto (24) de salida de fluido primario de la entrada (26) de fluido primario y la salida (28) de fluido primario, respectivamente, e  
incluir la etapa de reemplazar un par defectuoso de placas (16) de transferencia de calor.
- 20 14. El procedimiento de la reivindicación 13, que incluye la etapa de aumentar el número de pares de placas (16) de transferencia de calor dentro del conjunto (36) de transferencia de calor después de que el intercambiador (10) de calor se haya puesto en funcionamiento para aumentar la capacidad del intercambiador de calor.



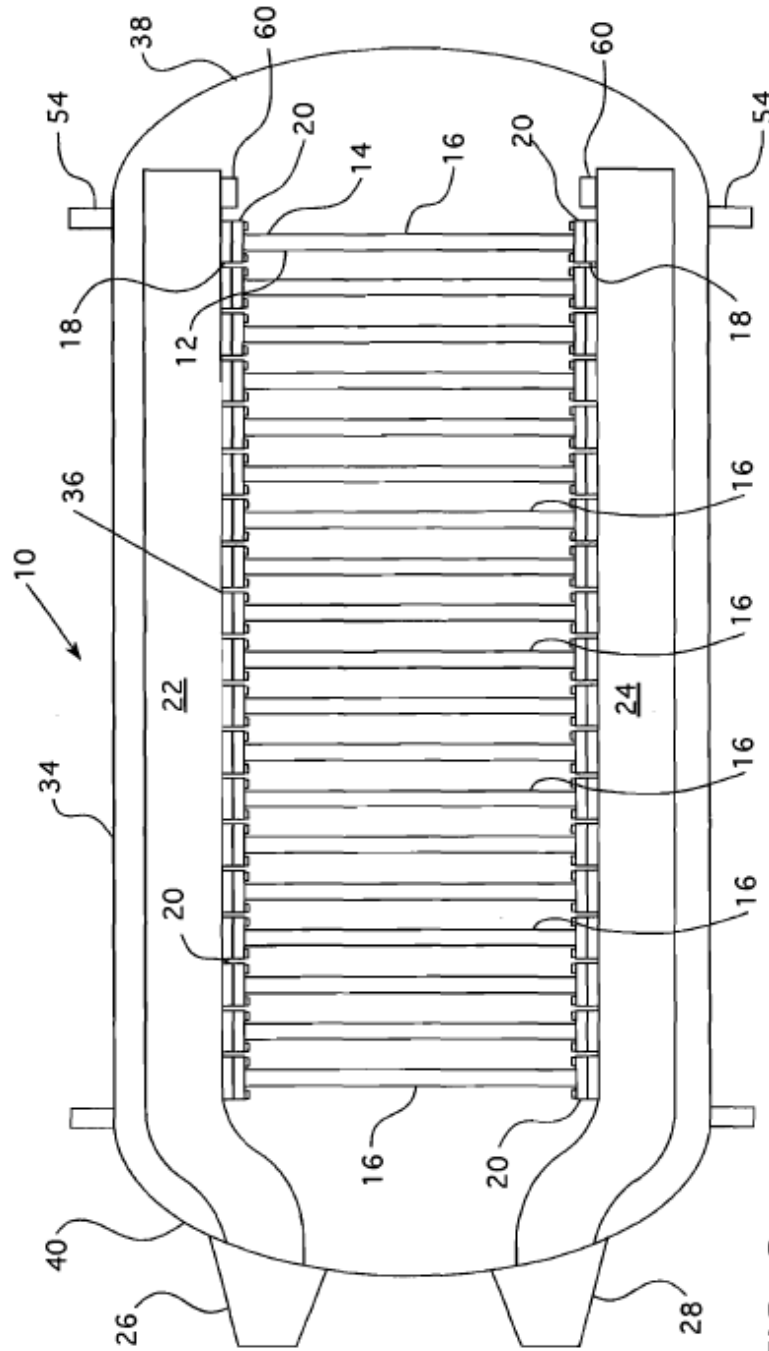


FIG. 2

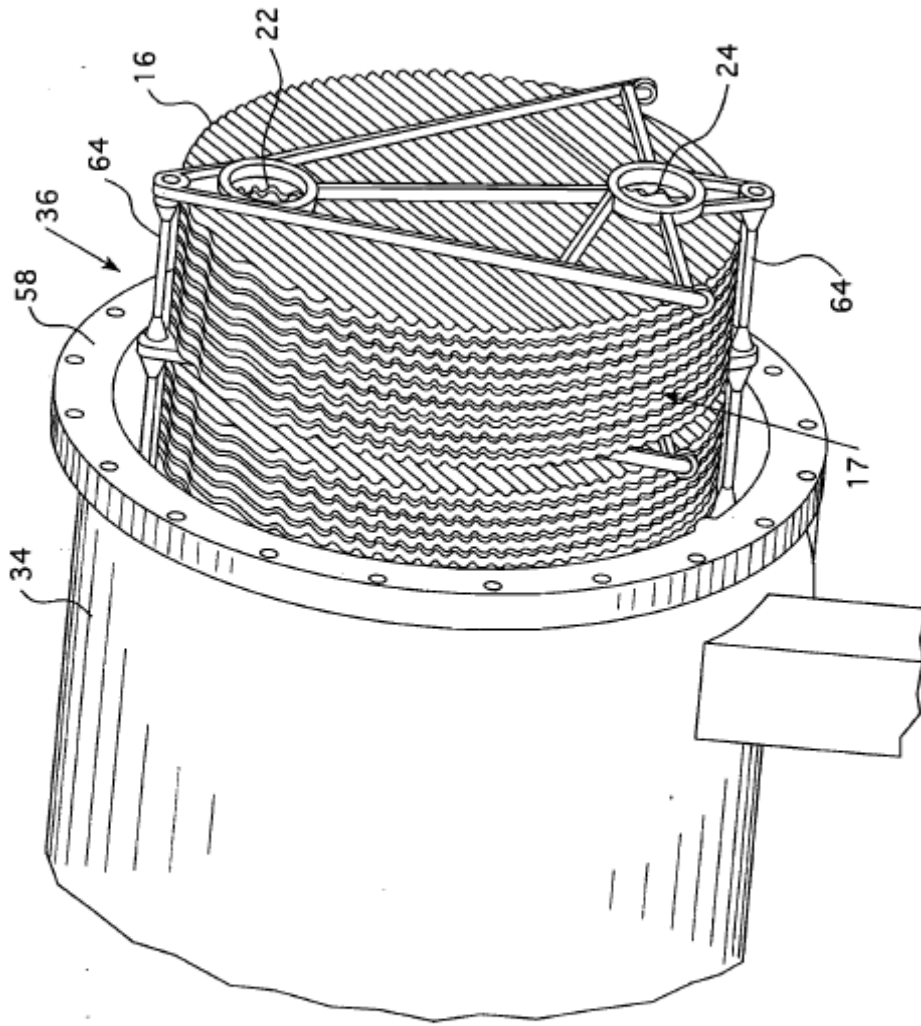


FIG. 3

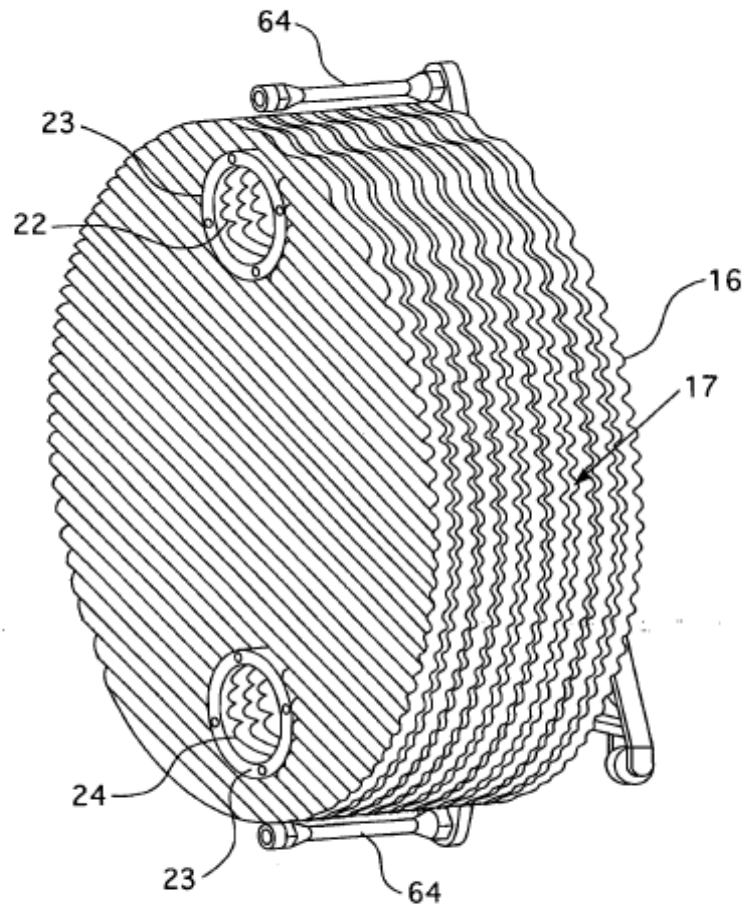


FIG. 4

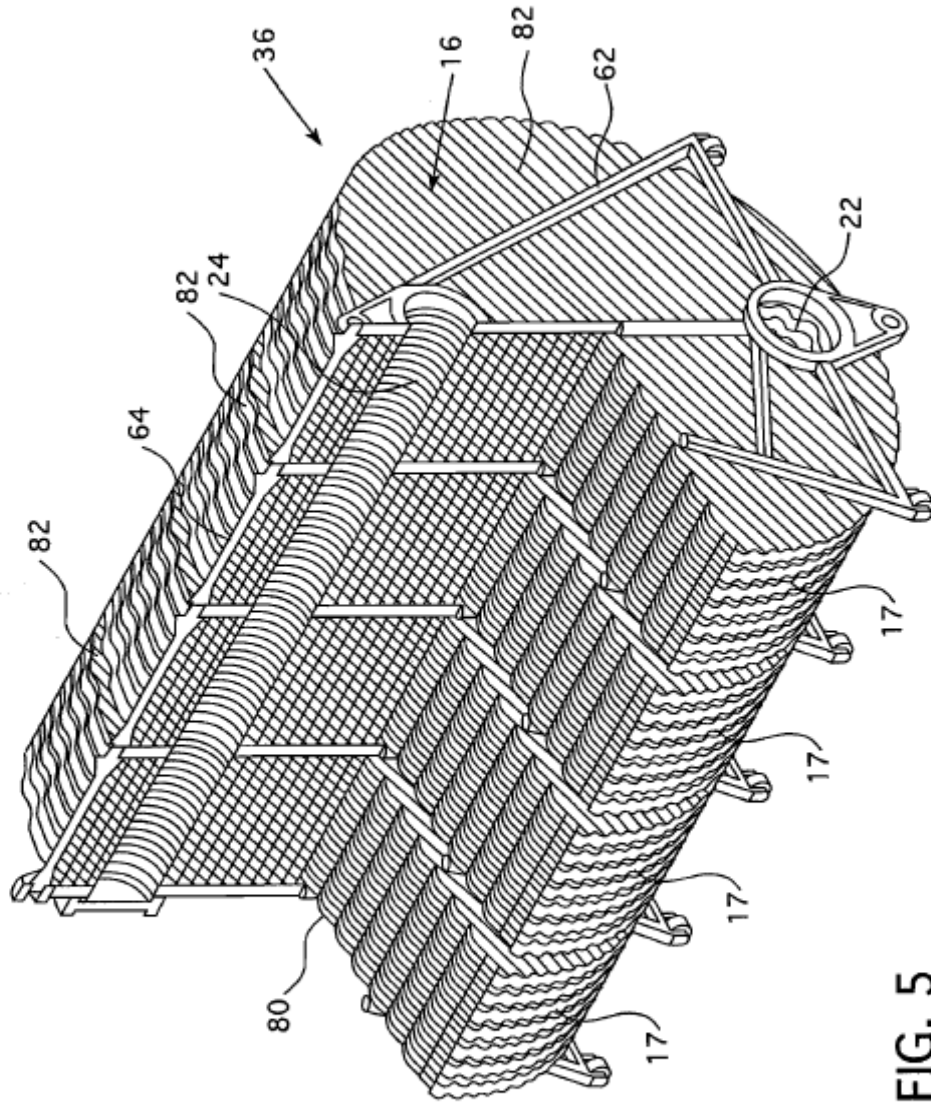
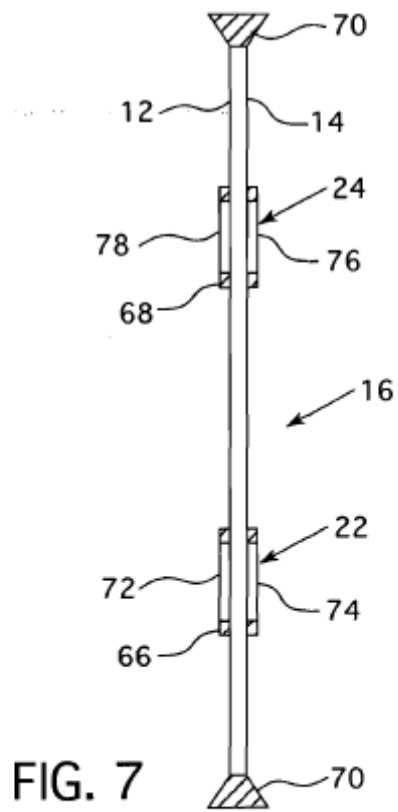
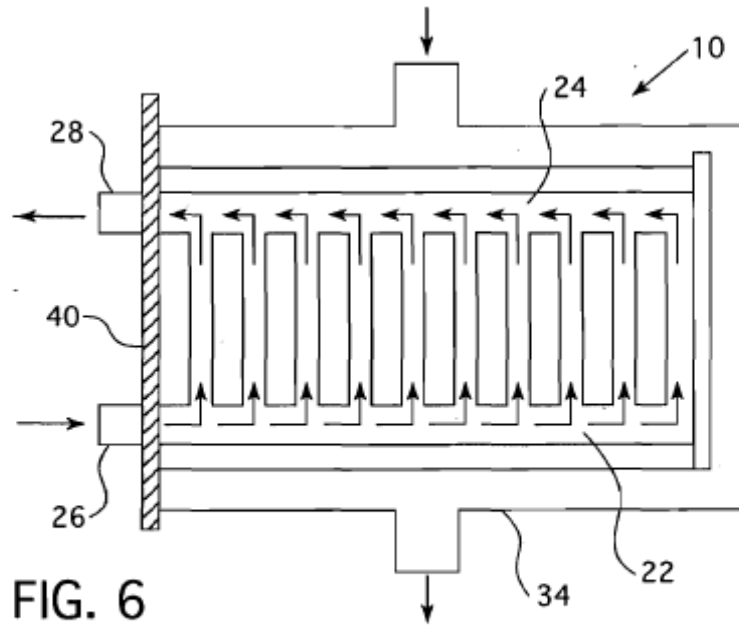
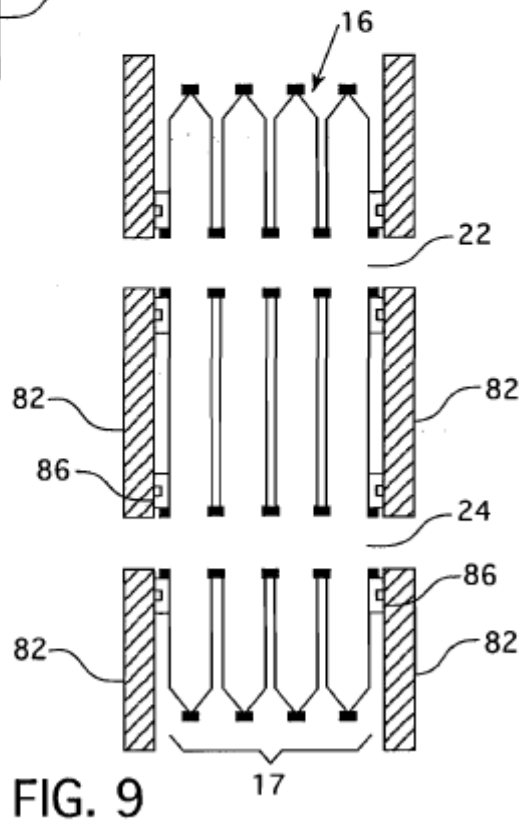
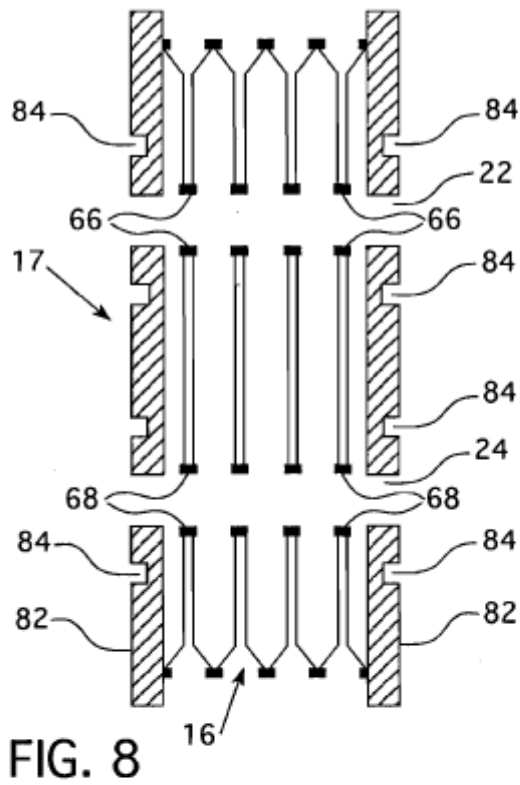


FIG. 5







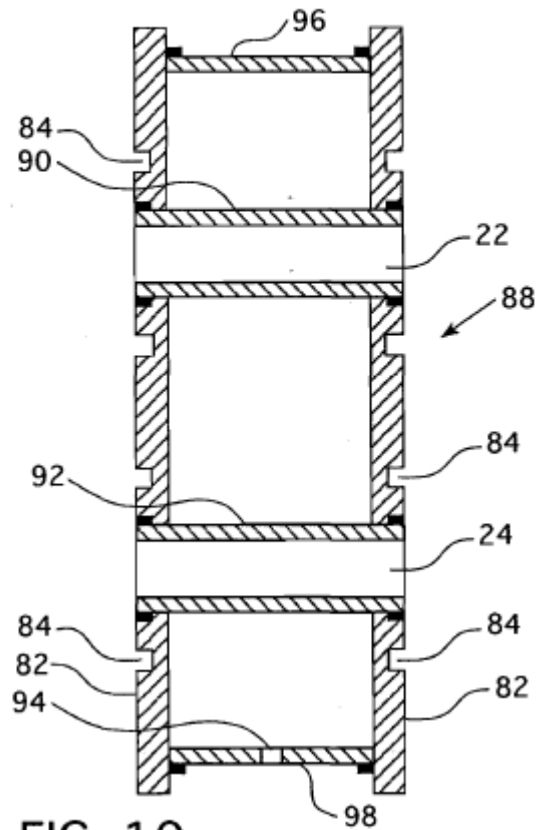


FIG. 10

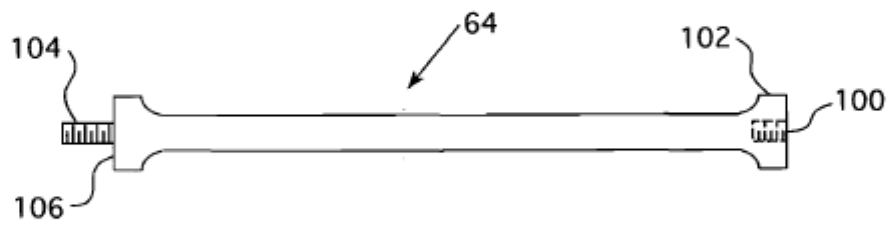


FIG. 11