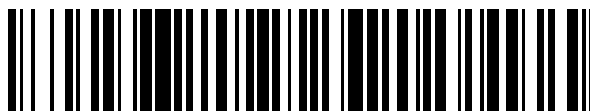


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 302**

51 Int. Cl.:

B01D 61/08	(2006.01)
B01D 61/10	(2006.01)
B01D 61/12	(2006.01)
C02F 1/44	(2006.01)
B01D 61/02	(2006.01)
B01D 65/08	(2006.01)
B01D 65/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2008 PCT/US2008/088555**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2009 WO09088870**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2008 E 08869529 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2237863**

54 Título: **Sistema de ósmosis inversa de funcionamiento discontinuo con múltiples membranas en un recipiente a presión**

30 Prioridad:

04.01.2008 US 19110 P
30.01.2008 US 24750 P
23.12.2008 US 342225

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.07.2017

73 Titular/es:

**FLUID EQUIPMENT DEVELOPMENT COMPANY,
 LLC (100.0%)
 800 TERNES DRIVE
 MONROE, MICHIGAN 48162, US**

72 Inventor/es:

OKLEJAS, ELI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 627 302 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

Sistema de ósmosis inversa de funcionamiento discontinuo con múltiples membranas en un recipiente a presión

Campo técnico

5 La presente invención se refiere generalmente a sistemas de ósmosis inversa, y más específicamente, a sistemas de ósmosis inversa de funcionamiento discontinuo.

Antecedentes

Las afirmaciones de esta sección meramente proporcionan información de los antecedentes relacionados con la presente descripción y no pueden constituir técnica anterior.

10 Se usan sistemas de ósmosis inversa para proporcionar agua potable a partir de agua salobre o de mar. Se usa una membrana que restringe el flujo de sólidos disueltos a su través.

15 Un sistema de ósmosis inversa implica presurizar una disolución con una presión aplicada mayor que una presión osmótica creada por las sales disueltas dentro de la disolución. La presión osmótica es generalmente proporcional al nivel de concentración de la sal. La presión osmótica aproximada en libras por pulgada cuadrada es la relación de la masa de sal a la masa de agua 14.000 veces. Una disolución de 1 por ciento de sal tendría una presión osmótica de alrededor de 964,6 kPa (140 psi). El agua del océano típicamente tiene una concentración de 3,5 por ciento y una presión osmótica de 3,3 MPa (490 psi).

20 El agua extraída de un sistema de ósmosis inversa se denomina filtrado. Cuando una masa dada de disolución salina se procesa por la membrana de ósmosis inversa, se incrementa la concentración de la disolución. En algún momento ya no es práctico recuperar filtrado de la disolución. El material rechazado se denomina salmuera o el desecho. Típicamente, alrededor de 50% de recuperación del filtrado del volumen original de disolución de agua de mar llega al límite práctico.

25 Haciendo referencia ahora a la Fig. 1, se ilustra un sistema 10 de ósmosis inversa que tiene un conjunto 12 de membranas que genera una corriente 14 de filtrado y una corriente 16 de salmuera a partir de una corriente 18 de alimentación. La corriente 18 de alimentación típicamente incluye agua salobre o de mar. Una bomba 20 de alimentación acoplada a un motor 22 presuriza la corriente 18 de alimentación hasta el flujo a presión requerido que entra en el conjunto 12 de membranas.

30 La corriente 14 de filtrado es un flujo de fluido purificado a una baja presión. La corriente 16 de salmuera es una corriente a presión más alta que contiene materiales disueltos bloqueados por la membrana. La presión de la corriente 16 de salmuera es solo ligeramente más baja que la de la corriente 18 de alimentación. El conjunto 12 de membranas requiere un caudal exacto para el funcionamiento óptimo. Se puede usar una válvula 24 reguladora de salmuera para regular el flujo a través del conjunto 12 de membranas. Tienen lugar cambios debidos a la temperatura del agua, salinidad, así como las características de la membrana, tales como el ensuciamiento. El conjunto 12 de membranas también se puede hacer funcionar en condiciones fuera de diseño en caso de emergencia. Se requiere que el sistema de bombeo de alimentación cumpla los requerimientos de flujo y presión variable.

35 En general, una más alta presión de alimentación incrementa la producción de filtrado y, a la inversa, una presión reducida de alimentación reduce la producción de filtrado. Se requiere que el conjunto 12 de membranas mantenga una recuperación específica que la relación del flujo de filtrado al flujo de alimentación. El flujo de alimentación o flujo de salmuera similarmente requiere regulación.

40 Un sistema 21 de pretratamiento se puede proporcionar también para pretratar el fluido en el conjunto 12 de membranas. El sistema 21 de pretratamiento se puede usar para retirar materiales sólidos tales como arena, gravilla y materiales suspendidos. Cada una de las realizaciones a continuación incluyendo aquellas en la descripción detallada puede incluir un sistema 21 de pretratamiento.

45 Haciendo referencia ahora a la Fig. 2, se ilustra un sistema similar al de la Fig. 1 con la adición de una válvula 30 reguladora de alimentación. Las plantas de ósmosis inversa medianas y grandes típicamente incluyen bombas 20 de tipo centrífugo. Las bombas tienen un coste relativamente bajo y buena eficiencia, pero pueden generar una diferencia de presión fija a un caudal dado y velocidad de rotación. Para cambiar las características de presión/flujo, se debe cambiar la velocidad de rotación de la bomba. Un modo en el que se diseñaron los sistemas anteriores era dimensionar la bomba 20 de alimentación para generar la presión de membrana más alta posible y a continuación usar la válvula 30 de regulación para reducir el exceso de presión para cumplir los requerimientos de presión de la membrana. Tal sistema tiene una ventaja de bajo coste de capital pero sacrifica la eficiencia energética dado que la bomba de alimentación genera más presión y usa más energía de la requerida para un funcionamiento típico.

50 Haciendo referencia ahora a la Fig. 3, otro sistema para resolver las características de presión/flujo es añadir un controlador 36 de frecuencia variable para hacer funcionar el motor 22 que a su vez, controla el funcionamiento de la

bomba 20 de alimentación. De este modo, la bomba 20 de alimentación funciona a velocidad variable para seguir los requerimientos de presión de la membrana. Los controladores 36 de frecuencia variable son caros con grandes capacidades y consumen alrededor del tres por ciento de la potencia que de otro modo habría ido al motor de la bomba.

5 Haciendo referencia ahora a la Fig. 4, se ilustra un sistema similar al ilustrado en la Fig. 1 usando los mismos números de referencia. En esta realización, se usa un elevador 40 de presión hidráulica que tiene una porción 42 de bomba y una porción 44 de turbina para recuperar energía de la corriente 16 de salmuera. La porción 42 de bomba y la porción 44 de turbina están acopladas conjuntamente con un eje 46 común. La alta presión de la corriente de salmuera pasa a través de la porción 44 de turbina lo que provoca que el eje 46 gire y mueva la porción 42 de bomba. La porción 42 de bomba eleva la presión de alimentación en la corriente 18 de alimentación. Esto incrementa la eficiencia energética del sistema. El elevador 40 de presión genera una porción del requerimiento de presión de alimentación para el conjunto 12 de membranas y, de este modo, la bomba 20 de alimentación y el motor 22 se pueden reducir de tamaño dado que una reducida cantidad de presión es requerida por ellas.

15 Haciendo referencia ahora a la Fig. 5, se ilustra un elemento 60 de membrana que es apropiado para situar dentro de un conjunto 12 de membranas de una de las Figs. previas. El elemento 60 incluye hojas de material de membrana enrollado en una configuración en espiral y colocado en un tubo 62 delgado de material tal como fibra de vidrio. Cada hoja de membrana incluye dos láminas de membrana pegadas en tres lados con el cuarto lado unido a una conducción 64 de filtrado central. Rejillas separadoras (no mostradas) evitan que la lámina de membrana se colapse bajo la presión aplicada. La disolución de alimentación entra por un extremo del conjunto 60 de membranas en la dirección indicada por la flecha 66. La disolución o alimentación fluye axialmente a lo largo del elemento 60 de membrana y entre las hojas 68 y sale a través de la salida de salmuera de alta presión como se indica por las flechas 70. El filtrado se recoge de las hojas 68 por medio de la conducción 64 de filtrado. La presión del filtrado a través del tubo 64 es esencialmente cero dado que la presión aplicada se usa para vencer la presión osmótica y se realizan pérdidas por fricción del flujo de material de alimentación a través de la membrana.

25 Haciendo referencia ahora a la Fig. 6, se ilustra un recipiente 78 a presión que incluye una pluralidad de elementos de membrana denominados colectivamente con el número 60 de referencia. En este ejemplo, tres elementos de membrana están dispuestos dentro del recipiente 78 a presión. Cada uno está señalado por un identificador numérico y alfabético. En este ejemplo, se proporcionan tres elementos de membrana 60a, 60b y 60c en el recipiente 78 a presión. El recipiente 78 a presión incluye una primera tapa 80 terminal en el extremo de entrada y una segunda tapa 82 terminal en el extremo de salida. La alimentación se introduce en el recipiente a presión en la dirección de las flechas 84.

35 En este ejemplo, los tres elementos de membrana 60a-60c se colocan en serie. Cada elemento subsiguiente extrae una menor cantidad de filtrado que el elemento precedente debido a una presión osmótica creciente y una presión aplicada decreciente provocada por pérdidas por fricción dentro de los elementos de membrana. Como consecuencia, el elemento 60c final puede producir muy poco filtrado. La conducción 64 de filtrado recoge el filtrado de cada uno de los elementos 60a-60c de membrana.

40 Un sistema de ósmosis inversa típico funciona a una presión constante que se desarrolla en la bomba 20 de alimentación. El resultado es que un exceso de presión aplicada en el primer conjunto de membranas puede dar como resultado una tasa de extracción de filtrado indeseablemente alta que puede permitir que se dañen las membranas. El elemento 60c de membrana final puede tener una tasa de extracción indeseablemente baja que puede dar lugar a filtrado con una excesiva cantidad de contaminación de sal. El documento WO 2005/075061 describe un procedimiento de reciclado de salmuera que forma una parte de un sistema de ablandamiento del agua. El sistema de ablandamiento del agua tiene un tanque de salmuera para recibir la disolución de salmuera que ha pasado a través del tanque de ablandamiento del sistema, preferentemente usando una bomba, para retirar los iones de dureza absorbidos en el tanque de regeneración de resina. La disolución de salmuera se fuerza desde el tanque a través de un nanofiltro que pasa selectivamente iones de salmuera y no iones de dureza. El líquido que pasó a través del nanofiltro se devuelve al tanque de salmuera, siendo llevado el otro líquido al drenaje.

50 El documento DE 19941349 A1 describe un recipiente de almacenamiento equipado como recipiente a presión. Sus conexiones de alimentación y salida están cerradas o se pueden cerrar, herméticamente. Se incluye una reivindicación independiente para el método correspondiente de filtrar un líquido por ósmosis inversa. Características preferidas: se alimenta líquido al recipiente vacío cerrado, comprimiendo los gases dentro de él, hasta que finalmente existe un equilibrio entre las presiones de suministro e interna. En este momento, el nivel está aún por debajo del punto de suministro. Un punto de inyección en el recipiente, está precedido de una válvula de control de flujo y/o una válvula de no retorno. Cuando no está operativa, la bomba de alta presión aún permite el flujo a través o la circunvalación. En el módulo de ósmosis inversa, está situada una válvula de múltiples vías en la salida de concentrado. Esta opcionalmente devuelve concentrado vía una conducción al recipiente, o a un drenaje de concentrado. El suministro está conectado a un eyector. Cuando fluye agua al recipiente a través de la válvula, esta permite que el aire del ambiente se transfiera al recipiente.

60 El documento US 6.613.233 B1 describe un método en el que un fluido se conduce a una unidad de procesado por medio de la utilización de una unidad de propulsión que funciona en un modo de procesado. Se realiza un

5 procedimiento que utiliza el fluido en la unidad de procesado. La unidad de propulsión se establece que funcione en un modo de reciclado y el fluido contaminado por el procedimiento se conduce a una unidad de reciclado por la utilización de la unidad de propulsión. Un sistema comprende una unidad de procesado que utiliza un líquido para realizar un procedimiento. Una unidad de reciclado recicla fluido contaminado por el procedimiento. Una unidad de propulsión acoplada a la unidad de procesado y la unidad de reciclado es ajustable entre un modo de proceso y un modo de reciclado.

La presente descripción proporciona un sistema de ósmosis inversa que reduce la energía de bombeo pero permite que se genere una presión suficiente en cada uno de los elementos de membrana.

10 En un aspecto de la descripción, se proporciona un método de operar un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 1 adjunta.

En otro aspecto de la descripción, se proporciona un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 10 adjunta.

Serán evidentes áreas adicionales de aplicabilidad de la descripción proporcionada aquí. Se debe entender que la descripción y ejemplos específicos se desean solo para propósitos de ilustración y no se desea que limiten el alcance de la presente descripción.

15 Los dibujos descritos aquí son sólo con propósitos de ilustración y no se desea que limiten el alcance de la presente descripción de ninguna manera.

La Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa anterior.

La Fig. 2 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa de la técnica anterior alternativo.

La Fig. 3 es una vista esquemática de otra técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.

20 La Fig. 4 es otra vista esquemática de una configuración de la técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.

La Fig. 5 es una vista en perspectiva de elementos de membrana de una técnica anterior según la técnica anterior.

La Fig. 6 es una vista en sección transversal de un recipiente a presión que tiene una pluralidad de elementos de membrana tales como los ilustrados en la Fig. 4 según la técnica anterior.

25 La Fig. 7 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa en un procedimiento discontinuo para información de los antecedentes.

La Fig. 8 es una vista en sección transversal del recipiente a presión de la Fig. 6.

La Fig. 9 es una vista esquemática de un segundo sistema de ósmosis inversa en un procedimiento discontinuo para información de los antecedentes.

30 La Fig. 10 es una vista esquemática de una tercera realización de un procedimiento discontinuo para información de los antecedentes.

La Fig. 11 es una vista esquemática de una primera realización del sistema de ósmosis inversa según la presente invención.

La Fig. 12 es una vista esquemática de una segunda realización de un sistema de dos tanques de salmuera según la presente descripción.

35 La siguiente descripción es meramente de naturaleza ejemplar y no se desea que limite la presente descripción, aplicación o usos. Para fines de claridad, los mismos números de referencia se usarán en los dibujos para identificar elementos similares. Como se usa aquí, se debe interpretar que la frase por lo menos uno de A, B y C significa una lógica (A o B o C), usando un OR lógico no exclusivo. Se debe entender que las etapas dentro de un método se pueden ejecutar en orden diferente sin alterar los principios de la presente descripción.

40 En la siguiente descripción, se describe un procedimiento discontinuo en el que la presión aplicada se varía según sea necesario para mantener la producción de filtrado a una tasa deseada a medida que aumenta la presión osmótica. Varios parámetros y condiciones de funcionamiento pueden variar dependiendo de diversas características incluyendo el tipo de membrana. Como se mencionó anteriormente, se desea el funcionamiento del sistema a una presión que no desperdicie energía por ser demasiado alta o que sea demasiado baja para un filtrado de buena calidad.

45 Haciendo referencia ahora a la Fig. 7, se describe un sistema de ósmosis inversa de funcionamiento discontinuo que tiene un recipiente 102 a presión. El recipiente a presión tiene una tapa 104 terminal en el extremo de entrada y una tapa 106 terminal en el extremo de salida. El extremo de entrada tiene una entrada 108 de alta presión y una entrada 110 de baja presión. La entrada 108 a alta presión y la entrada 110 a baja presión pueden estar formadas por conducciones. Las conducciones pueden entrar a través de la tapa terminal o en la pared lateral del recipiente

102 a presión. En definitiva, tanto la entrada 108 a alta presión como la entrada 110 a baja presión están en comunicación con un depósito 114 de fluido. El depósito 114 de fluido puede ser un depósito de agua de mar que se usa para almacenar agua de mar filtrada. Un camino del fluido desde el depósito 114 hasta la entrada 108 a alta presión puede incluir una bomba 116 de alta presión accionada por un motor 118 y una válvula 120 que permite que el camino del fluido a la entrada 108 a alta presión se cierre o abra. Un ejemplo de una bomba 116 apropiada es una bomba de tipo de desplazamiento positivo.

Un segundo camino de fluido desde el depósito 114 de fluido puede incluir una bomba 124 de baja presión que es accionada por un motor 126. El camino del fluido también puede incluir una válvula 128. En el camino del fluido de alta presión, la válvula 120 puede estar situada entre la bomba 116 y la entrada 108 a alta presión. En el camino de fluido a baja presión, la válvula 128 puede estar situada entre la bomba 124 y la entrada 110 a baja presión.

En el extremo de salida del recipiente 102 a presión, se puede disponer una salida 130 de salmuera en la tapa 106 terminal o en la pared exterior del recipiente 102 a presión. Una válvula 132 de drenaje de salmuera puede estar acoplada adyacente y dentro del camino de flujo de salmuera. La salida de la válvula 132 de drenaje de salmuera está en comunicación de fluido con un drenaje 134.

El extremo de salida del recipiente 102 a presión incluye también una salida 140 de filtrado que se usa para retirar el filtrado creado por la membrana 142 dentro del recipiente 102 a presión. Tanto la salida de filtrado como la salida de salmuera pueden incluir conducciones.

La membrana 142 puede estar situada dentro del recipiente 102 a presión próxima al segundo extremo o al extremo de salida del recipiente a presión opuesto al extremo de entrada. Como se ilustra, la membrana 142 está situada cerca o próxima a la salida 140 de filtrado y la salida 130 de salmuera.

En funcionamiento, el recipiente 102 a presión se llena con fluido desde el depósito 114. En esta disposición, se usa agua de mar. La bomba 124 de baja presión se usa para proporcionar el agua de mar desde el depósito 114 a través de la válvula 128 de control que está abierta. La válvula 120 de alta presión se cierra y la válvula 132 de drenaje de la salmuera se abre para permitir que el aire o la salmuera del ciclo anterior salgan del recipiente 102 a presión. Cuando el recipiente 102 a presión se llena con agua de mar, la válvula 128 de baja presión se cierra. Se inicia el funcionamiento de la bomba 116 de alta presión y se abre la válvula 120 de alta presión. Además, se cierra la válvula 132 de drenaje de la salmuera. La presión dentro del recipiente 102 a presión se incrementa rápidamente hasta que la presión excede de la presión osmótica lo que hace que la membrana 142 produzca filtrado que sale a través de la salida 140 de filtrado del recipiente 102 a presión.

La bomba 116 de alimentación continúa bombeando más agua de mar desde el depósito 114 de fluido a través de la válvula 120 de alta presión y hacia el recipiente 102 a presión a través de la entrada 108 de fluido a alta presión. La adición continua de agua de mar y presión compensa el filtrado retirado a través de la salida 140 de filtrado y para superar la presión osmótica creciente debido al incremento de concentración de la salmuera dentro del recipiente 102 a presión.

Un ejemplo de presiones apropiadas incluye una presión inicial para producir filtrado de alrededor de 3,4 MPa (500 psi) durante el ciclo de producción de filtrado. A medida que se incrementa la producción de filtrado, se incrementa la presión para mantener la producción de filtrado. Si se desea una recuperación total del cincuenta por ciento, la presión final puede ser de alrededor de 6,8 MPa (1.000 psi). De este modo, la presión media es de alrededor de 5,1 MPa (750 psi). Los sistemas conocidos anteriores que usan un procedimiento de RO de flujo convencional requieren unos 6,8 MPa (1.000 psi) constantes. De este modo, el requerimiento de presión de la bomba de alimentación se ha reducido en 25%.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 8, se ilustra con más detalle una vista en sección transversal de un recipiente 102 a presión. La membrana 142 está situada en el extremo opuesto del recipiente a presión alargado de la entrada 108 de alta presión y la entrada 110 de baja presión. La membrana 142 incluye una primera cara 144 de membrana y una segunda cara de membrana. Un volumen 146 entre la tapa 104 terminal y la primera cara 144 de membrana puede ser por lo menos igual al volumen de la membrana 102 de modo que una cantidad razonable de agua de alimentación o de agua de mar puede ser procesada en un ciclo discontinuo. La membrana 144 está dispuesta dentro de un tubo 148. La segunda cara 145 está dispuesta hacia el extremo de salida del recipiente 102 a presión. Un extremo del tubo 148 está situado próximo al extremo de salida del recipiente a presión. El tubo 148 se extiende más allá de la segunda cara 145 de la membrana 142.

La salida 140 de filtrado se extiende fuera de la pared lateral del recipiente 102 a presión. La salida 140 de filtrado recibe el filtrado a través de la membrana 144.

Se usa un motor 150 para accionar un impulsor 152 que está dispuesto dentro, cerca o próximo al tubo 148 adyacente o próximo a la segunda cara 145 de la membrana 142. Por supuesto, son posibles diferentes posiciones del impulsor 152 fuera del tubo 148. Se usa un cierre 154 de alta presión para sellar un eje 156 que se extiende entre el motor 150 y el impulsor 152. Por supuesto, se puede usar un accionamiento magnético entre el motor 150 y el impulsor 152 de modo que se puede eliminar el sellado.

El motor 150 acciona el impulsor 152 para hacer circular el fluido de salmuera desde la membrana 142 entre un paso 160 anular entre el tubo 148 y la pared exterior del recipiente 102 a presión. La dirección del flujo del fluido de salmuera empujado por el impulsor 152 es desde el segundo extremo del recipiente a presión o el extremo de salida del recipiente 102 a presión hacia el primer extremo o extremo de entrada del recipiente 14 a presión, como se indica por las flechas 162. El fluido de salmuera entra en el tubo 14 a través de una placa 170 distribuidora. Una placa distribuidora se usa para distribuir la salmuera uniformemente a través de la cara del tubo 148 de flujo y permitir que el flujo tenga una turbulencia mínima. Un difusor 172 de flujo difunde el fluido de entrada a alta presión desde la entrada 108 a alta presión uniformemente a través de la cara de la placa 170 distribuidora de flujo.

La elección de la velocidad de circulación apropiada de la salmuera desde el impulsor 152 a través del paso anular y de vuelta al tubo 148 es importante para el funcionamiento del sistema. Si la velocidad es demasiado baja, la velocidad axial a lo largo de la membrana 142 puede ser insuficiente para prevenir la concentración excesiva de sal a lo largo de la superficie de la membrana dando como resultado una polarización excesiva que afecta negativamente a la calidad del filtrado, la productividad de la membrana y la resistencia al ensuciamiento. Controlando la velocidad del motor 150, se controla una velocidad de circulación de salmuera para permitir una sintonización fina de la velocidad de circulación. Las velocidades usadas dependen de varias consideraciones de diseño del sistema.

Se desea una estratificación de concentración en el tubo 148 de flujo. Una columna de agua dentro del tubo 148 de flujo desarrollará un gradiente de concentración con la concentración más baja en la cara 144 de la membrana y se incrementará hacia la placa 170 distribuidora. La concentración media se incrementa con el tiempo pero la concentración más baja está presente en la cara de la membrana más próxima a la entrada. La placa 170 distribuidora y el difusor 172 de flujo reducen la mezcla entre la salmuera más nueva más concentrada y la salmuera más vieja menos concentrada.

El flujo de productos de salmuera más antiguos, más concentrados, por la membrana está indicado por las flechas 174 y la dirección de flujo del nuevo agua de mar está indicada por la flecha 176.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 9, se ilustra un sistema 200 de ósmosis inversa que tiene muchos componentes similares a los descritos anteriormente en las Figs. 7 y 8. A los componentes similares se les dará de este modo el mismo número de referencia y no se describirán más. La Fig. 9 incluye un recipiente 102 a presión que se puede configurar de una manera similar a la descrita anteriormente en la Fig. 8. De este modo, la estructura interna y el motor 150 no se ilustran de este modo. En esta disposición, el fluido del depósito 114 puede fluir hacia un depósito 210 de carga. El depósito 210 de carga puede estar situado por encima (con respecto a la tierra) del recipiente 102 a presión. En una disposición construida, el depósito 210 de carga está directamente situado verticalmente por encima del recipiente 102 a presión. Esto permite el uso de la gravedad para llenar el recipiente 102 a presión desde el depósito de carga 210. Se proporciona una válvula 212 dispuesta entre el depósito 210 de carga y el recipiente 102 a presión.

Se desarrolla una alta presión en la bomba 116 de alta presión que es accionada por el motor 118. En esta disposición, se elimina una bomba de baja presión, dado que se proporciona un llenado a baja presión del recipiente 102 a presión a través de la válvula 212 debido a la gravedad. Después del llenado del recipiente 102 a presión a baja presión, se crea fluido a alta presión del depósito 210 de carga en la bomba 116 y se proporciona a la entrada 214 de fluido. La válvula 212 se cierra después del llenado y el fluido a alta presión se proporciona a través de la entrada 214. Se abre una válvula 216 de desviación para permitir que fluido de alta presión fluya hacia el recipiente 102 a presión. La válvula 216 de desviación está también en comunicación de fluido con el depósito 210 de carga cuando se abre. Una conducción 220 amortiguadora que tiene un gran diámetro para una longitud corta actúa como un depósito de agua de alimentación para el proceso de alivio de presión como se describirá a continuación. El tubo 220 de amortiguación de gran diámetro permite que el fluido fluya hacia atrás hacia la válvula 216 de desviación dentro del depósito 210 de carga, como se describirá adicionalmente a continuación.

Después de que se consigue una concentración final de disolución en el recipiente 102 a presión, la bomba 116 se puede apagar para prevenir que fluido de alta presión continúe fluyendo hacia el recipiente 102 a presión. Como alternativa, la válvula 216 de desviación se puede abrir y permitir que el fluido a alta presión vuelva al depósito 210 de carga.

Debido a que el agua es ligeramente compresible, la presión se puede aliviar antes de iniciar el ciclo de carga. La conducción 222 proporciona un camino de flujo para permitir que la alta presión en el recipiente 102 a presión se alivie a través de la válvula 216 de desviación hacia el depósito 210 de carga. La cantidad de fluido a devolver al depósito 210 de carga es preferentemente pequeña, dado que es salmuera muy concentrada. El tubo 220 amortiguador actúa como un depósito para el procedimiento de alivio de presión. Por lo tanto, poco o nada fluido de salmuera concentrado puede entrar realmente al depósito 210 de carga. Después de que la presión ha sido liberada del recipiente 102 a presión, la válvula 212 y la válvula 132 de drenaje de la válvula de salmuera se pueden abrir. De este modo se permite que la salmuera concentrada se drene del recipiente 102 a presión. Se usa de este modo agua de mar a baja presión para llenar el recipiente a presión por gravedad. Una placa 170 distribuidora de flujo ilustrada en la Fig. 8 se puede usar para asegurar que el agua empuja la salmuera hacia fuera con un mínimo de mezcla. Un temporizador o medidor 230 de concentración puede permitir una determinación de si está fluyendo

agua de mar pura a través del tubo de drenaje 130 de salmuera. Un medidor de flujo 232 se puede usar para medir la cantidad de fluido descargado a través de la conducción, dado que una cantidad conocida de fluido está dentro del recipiente 102 a presión.

5 Un pequeño depósito 240 está situado sobre la conducción 140 de filtrado. El volumen del pequeño depósito es substancialmente menor que el volumen del recipiente 102 a presión. Después del llenado del recipiente 102 a presión, las válvulas 212 y 132 se cierran y la válvula 216 de desviación desvía fluido a alta presión al recipiente 102 a presión para iniciar otro ciclo de producción de filtrado. El pequeño depósito 240 permite el almacenamiento de una pequeña cantidad de filtrado para evitar la inversión del flujo de filtrado. Durante un periodo de tiempo entre la despresurización del recipiente 102 a presión y la terminación de la represurización, la presión osmótica puede atraer el filtrado dentro de la membrana 100 ilustrada en las Figs. 7 y 8. Al proporcionar el pequeño depósito, se puede proporcionar filtrado suficiente para acomodar la breve inversión del flujo de filtrado. El tamaño con relación al recipiente a presión se puede determinar fácilmente experimentalmente.

15 Haciendo referencia ahora a la Fig. 10, se ilustra una disposición de un sistema 300 de ósmosis inversa similar a la ilustrada anteriormente en la Fig. 9 y de este modo tendrá los mismos números de referencia. Una bomba de desplazamiento positivo, como se ilustra en la Fig. 9, puede no tener capacidad suficiente para un procedimiento de ósmosis inversa grande. De este modo, la bomba 116 de desplazamiento positivo de la Fig. 9 puede ser reemplazada por una bomba 310 centrífuga. La bomba 310 centrífuga puede ser accionada por un motor 312 que a su vez es controlado por un controlador 314 de frecuencia variable. El controlador 314 de frecuencia variable puede cambiar la velocidad de la bomba gradualmente para aumentar la presión según sea necesario para conseguir la producción de filtrado deseada basada en la señal de caudal de un medidor 320 de caudal dentro de la salida 140 de filtrado. De este modo, el medidor 132 de flujo proporciona una señal correspondiente al flujo o cantidad de filtrado dentro de la conducción 140 de filtrado.

20 Esta disposición incluye una válvula 324 de retención que substituye a la válvula 212 de la Fig. 9. La válvula 324 de retención se abre cuando se proporciona una presión inferior en la entrada 214 al recipiente 102 a presión. Es decir, cuando el recipiente 102 a presión está a una presión inferior al depósito 210 de carga, la válvula de retención 324 se abre. Cuando la entrada 214 está presurizada por fluido a alta presión de la bomba 310, la válvula de retención 324 se cierra.

25 El ciclo de producción de filtrado permite de este modo que el fluido a baja presión llene el recipiente 102 a presión cuando el recipiente a presión está a una presión baja debido a la apertura de la válvula 132. Se genera alta presión con la bomba 310 y se produce filtrado como se describe anteriormente.

30 El ciclo de recarga se inicia por una señal procedente del medidor 320 de flujo que indica que se ha producido una cantidad deseada de filtrado y se puede terminar el ciclo de producción de filtrado. La velocidad de la bomba 310 se reduce a cero, lo que permite que la válvula 324 de retención se abra dado que el depósito 210 de carga está a una presión más alta. La gravedad se puede usar para proporcionar agua de mar a baja presión al recipiente a presión hasta que la salmuera ha salido completamente como se describe anteriormente usando el temporizador o medidor 230 de concentración y/o el medidor 232 de flujo. Cuando el recipiente a presión se ha vaciado, la válvula 132 se cierra y el control 314 de frecuencia variable hace que la bomba 310 aumente la velocidad para elevar la presión en la conducción 214 de entrada que permite cerrar la válvula 324 de retención. La velocidad de la bomba y la presión generada por ello continúan aumentando y de este modo se completa de nuevo el ciclo de producción de filtrado.

35 Haciendo referencia ahora a la Fig. 11, se describe un sistema 400 de ósmosis inversa de funcionamiento discontinuo de alta capacidad. En esta realización, los elementos similares a los de la Fig. 10 están provistos de los mismos números de referencia. En esta realización, una pluralidad de elementos 412 de membrana se pueden disponer dentro de un recipiente 410 a presión alargado. En esta realización los elementos 412 de membrana se pueden disponer apretados dentro de un recipiente 410 a presión y contra la pared exterior del recipiente 410 a presión. El recipiente 410 a presión puede incluir múltiples elementos de membrana. Como se ilustra, esta realización incluye cuatro subcámaras 414a, 414b, 414c y 414d como se muestra. Se pueden usar particiones 416 para dividir el recipiente a presión en las subcámaras 414. Dentro de cada subcámara se puede proporcionar un espacio 418 de entrada y un espacio 420 de salida. Los espacios 418 de entrada acoplados a un colector 430 de entrada. Los espacios 420 de salida están acoplados a un colector 432 de salida. El colector 430 de entrada está acoplado fluidicamente a la bomba 310.

40 Un tanque 440 de salmuera que tiene una porción 442 superior y una porción 444 inferior puede estar acoplado fluidicamente entre el colector 430 de entrada y el colector 432 de salida. La parte 442 superior y la parte 444 inferior están determinadas con relación a la tierra. El tanque 440 de salmuera incluye una placa 446 de distribución de flujo superior cerca de la porción 442 superior y una placa 448 de distribución de flujo inferior cerca de la porción 444 del fondo. La placa 446 de distribución de flujo superior y la placa 448 de distribución de flujo inferior actúan de manera similar a la placa 170 de distribución de flujo de la Fig. 8 para reducir la turbulencia y la mezcla. Una conducción 450 de alimentación de salmuera se extiende desde la porción 442 superior del tanque 440 de salmuera. La conducción 450 de alimentación de salmuera está situada entre la porción superior del tanque y la placa 446 de distribución de flujo. El fluido de salmuera procedente del tanque 440 de salmuera está acoplado fluidicamente al colector 430 de entrada por medio de la conducción 450 de salmuera.

Una conducción 452 de entrada de salmuera que está acoplada fluidicamente al colector 432 de salida y al tanque 440 de salmuera recibe salmuera del colector 432 de salida. La conducción 452 de entrada de salmuera puede estar situada entre el fondo 444 del tanque 440 de salmuera y la placa 448 de distribución de flujo. Se puede usar una bomba 460 elevadora de presión accionada por el motor 462 para bombear el fluido de salmuera concentrado desde el colector 432 de salida al tanque 440 de salmuera. La bomba 460 elevadora de presión mantiene un circuito cerrado continuo de salmuera concentrada desde el colector 432 de salida a través de la conducción 452 de entrada del tanque de salmuera a través del tanque 440 de salmuera y a través de la conducción 450 de alimentación de fluido de salmuera al colector 430 de entrada.

La bomba 310 de alta presión presuriza fluido del depósito 114 de fluido a la presión deseada para producir una cantidad deseada de filtrado que sale del recipiente 410 a presión. La señal de flujo desde el medidor de flujo 320 proporciona retroalimentación al dispositivo 314 de frecuencia variable que a su vez ajusta la velocidad del motor 312 que acciona la bomba 310. La cantidad de producción de filtrado se ajusta controlando el motor 312 tal como se mide por la señal de flujo.

Las placas 446 y 448 de distribución de flujo permiten la entrada no turbulenta de flujo dentro y fuera del tanque 440 de salmuera para mantener un gradiente de concentración favorable en el tanque 440 de salmuera. La salmuera relativamente densa se sitúa en el fondo de un tanque y la salmuera más ligera menos concentrada está situada en la parte superior del tanque 440. Las placas 446, 448 de distribución de flujo previenen o reducen la mezcla de manera que se forman concentraciones de salmuera estratificadas con el tanque 440 de salmuera.

En funcionamiento, el tanque 440 de salmuera se llena con agua salada al comienzo del ciclo de carga. El tanque 440 de salmuera se abre abriendo la válvula 324 de retención y la válvula 132. Al llenarse, la válvula 324 de retención se cierra y la bomba 310 de alimentación comienza a hacer circular el fluido a cada una de las cámaras 414a-3 de membrana. El filtrado se forma a través de la salida 140 de filtrado. La salmuera se recoge en el colector 432 de salida donde se recircula usando la bomba 460 al extremo inferior o fondo del tanque 444 de salmuera. La salmuera 444 densa empuja el agua salada que es menos densa a través de la conducción 450 de salida al colector 430 de entrada. El procedimiento continúa hasta que se consigue una cantidad de filtrado o una concentración particular de salmuera. El sistema puede incluir también un pequeño depósito 240 que actúa de una manera similar a la descrita anteriormente en la Fig. 10.

Durante el ciclo de recarga, las bombas 310 y 460 se detienen, lo que reduce la presión en el sistema. La válvula 132 de drenaje de salmuera se abre y la presión en el tanque 440 de salmuera se reduce. Esto hace que se reduzca la presión en el tanque 440 de salmuera. La válvula 324 de retención se abre y entra agua de mar de nueva aportación en el tanque 440 de salmuera. La válvula 324 de retención y la válvula 132 de drenaje de salmuera están cerradas al comienzo del siguiente ciclo de producción de filtrado.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 12, se ilustra una realización de un sistema 500 de ósmosis inversa usando dos tanques 440a y 440b de salmuera. A los elementos comunes de la realización de la Fig. 11 se les dan los mismos números de referencia. En la realización de la fig. 11, el sistema se detiene para la recarga del tanque 440 de salmuera. En la realización en la Fig. 12, no se requiere que el flujo de filtrado se interrumpa mientras se espera que se recargue un tanque de salmuera con nueva alimentación. En esta realización, al recipiente 430 a presión se suministra alimentación a alta presión desde el tanque 440a de salmuera a través del colector 430 de entrada y una válvula 500 de tres vías. La válvula 500 de tres vías se coloca entre la parte superior de los tanques 440a y 440b de salmuera. La salmuera recirculada sale a través del colector 432 de salida a través de la bomba 460 y de nuevo a uno de los tanques 440a o 440b de salmuera a través de una segunda válvula 510 de tres vías. La bomba 310 de alta presión proporciona fluido a alta presión desde el depósito 114 de alimentación al colector 430 de entrada, como en la realización anterior de la Fig. 11. Las válvulas de tres vías permiten usar durante el procedimiento discontinuo el primer tanque 440a de salmuera o el segundo tanque 440b de salmuera. Cuando un tanque está fuera de línea, el otro tanque está en línea. Cada sistema funciona de una manera similar a la descrita anteriormente en la Fig. 11. Al final de un lote (ciclo de producción de filtrado), la válvula 132b asociada con el tanque 440b de salmuera puede estar ya en la posición cerrada y la válvula 324b de retención previene el flujo hacia atrás hacia el depósito 114. Una válvula 520 de compensación que está acoplada fluidicamente entre los tanques 440a y 440b se abre lentamente para llevar los tanques 440a y 440b de salmuera a la misma presión. Las válvulas 500 y 510 de tres vías se hacen funcionar para cambiar la dirección del flujo de modo que el circuito cerrado de recirculación de salmuera es a través del segundo tanque 440b de salmuera. La válvula 520 de compensación se cierra a continuación. El proceso continúa entonces usando el segundo tanque 440b de salmuera en el circuito cerrado.

Después de que el circuito cerrado se inicia usando la salmuera del segundo tanque 440b de salmuera, la válvula 202 de compensación se cierra. La válvula de drenaje 132a bajo el primer tanque se abre y permite que la salmuera pase a través del drenaje 134. La gravedad permite que la alimentación desde el depósito 114 fluya hacia el tanque 440a de salmuera. Una vez que el tanque 440b alcanza la salinidad máxima o se produce la cantidad deseada de filtrado de un tanque, el procedimiento se conmuta para proporcionar salmuera desde el tanque 440a.

Después, el sistema repite continuamente. Usando una bomba 310 centrífuga, la bomba está siempre descargando a alta presión alternativamente en uno de los tanques de salmuera. El conjunto de membranas está presurizado continuamente lo que elimina el movimiento mecánico y la tensión significativos durante la presurización y la

despresurización requeridas en la Fig. 11. Varios conjuntos independientes, cada uno equipado con su propia bomba 460 de circulación de salmuera, se pueden hacer funcionar de un modo continuo usando uno o más tanques discontinuos a alta presión que el número de conjuntos independientes. De este modo, las válvulas se pueden proporcionar en una disposición similar. También se debe tener en cuenta que las válvulas de tres vías y la válvula de compensación de presión se pueden proporcionar en una sola unidad.

Los expertos en la técnica pueden ahora apreciar a partir de la descripción precedente que las enseñanzas generales de la descripción se pueden implementar de varias formas. Por lo tanto, aunque esta descripción incluye ejemplos particulares, el verdadero alcance de la descripción no debería estar limitado de este modo dado que otras modificaciones serán evidentes para el experto en la materia tras un estudio de los dibujos, la memoria descriptiva y las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 llenar un tanque (440) de alimentación de salmuera con fluido a baja presión de un depósito (114) de fluido por medio de una válvula (324) dispuesta entre el depósito de fluido y el tanque de alimentación de salmuera, estando dicha válvula abierta durante un ciclo de recarga, en el que adicionalmente una válvula (132) de drenaje de salmuera del tanque de alimentación de salmuera se abre hasta que el fluido en el recipiente (410) a presión se saca de él, estando el tanque de alimentación de salmuera en comunicación de fluido con un recipiente (410) a presión que comprende un elemento (412) de membrana de ósmosis inversa en él, estando dicha válvula (324) cerrada durante un ciclo de producción, comprendiendo dicho tanque de alimentación de salmuera una placa (446) distribuidora de flujo superior y una placa (448) distribuidora de flujo inferior;

10 comunicar el fluido del tanque de alimentación de salmuera con el recipiente (410) a presión durante la producción de filtrado desde encima de la placa distribuidora de flujo superior,

15 bombear fluido adicional a alta presión del depósito de fluido al recipiente a presión usando una bomba (310) de alta presión;

devolver fluido de salmuera del recipiente a presión al tanque de alimentación de salmuera durante la producción de filtrado; usando una bomba (460) elevadora de presión y

eleva la presión en el recipiente a presión usando la bomba de alta presión hasta que se produce una cantidad de filtrado de una salida de filtrado del recipiente a presión.

20 2. Un método como se indica en la reivindicación 1, en el que el llenado de un tanque de alimentación de salmuera comprende llenar un tanque de alimentación de salmuera usando la gravedad por medio de una válvula (324) de retención.

25 3. Un método como se indica en la reivindicación 1, en el que la comunicación de fluido del tanque de salmuera con el recipiente a presión comprende comunicar fluido del tanque de salmuera con el recipiente a presión por medio de un colector (430) de entrada.

4. Un método como se indica en la reivindicación 1, que comprende adicionalmente después de la etapa de elevar, realizar un ciclo de recarga en el que se abre la válvula y se abre una válvula de drenaje de salmuera hasta que el fluido en el recipiente a presión se saca de él.

30 5. Un método como se indica en la reivindicación 4, en el que la realización de un ciclo de recarga comprende detener el flujo a alta presión al recipiente a presión.

6. Un método como se indica en la reivindicación 4, que comprende adicionalmente generar una señal de flujo de filtrado que corresponde a una cantidad de filtrado producido de la salida de filtrado y en el que la realización de un ciclo de recarga comprende detener el flujo a alta presión al recipiente a presión en respuesta a la señal de flujo.

35 7. Un método como se indica en la reivindicación 4, en el que la realización de un ciclo de recarga comprende realizar un ciclo de recarga hasta que una concentración de un fluido de drenaje se reduce hasta una cantidad en el depósito de fluido.

40 8. Un método como se indica en la reivindicación 1 que comprende adicionalmente el bombeo de fluido de salmuera desde el recipiente a presión al tanque de alimentación de salmuera comprende bombear fluido de salmuera del recipiente a presión a un fondo del tanque de alimentación de salmuera y en el que la comunicación del fluido del tanque de salmuera con un recipiente a presión comprende comunicar fluido del tanque de salmuera con un recipiente a presión desde una parte superior del tanque de alimentación de salmuera, en el que el bombeo de fluido de salmuera desde el recipiente a presión comprende bombear fluido de salmuera desde un colector de salida a la toma de alimentación de salmuera a través de una bomba (460) elevadora de presión.

45 9. Un método como se indica en la reivindicación 1, que comprende adicionalmente determinar la cantidad de filtrado en respuesta a una señal de medida de flujo de un medidor (320) de flujo en comunicación con una salida de filtrado del recipiente a presión.

10. Un sistema de ósmosis inversa que comprende:

un depósito (114) de fluido que tiene fluido de alimentación en él;

50 una válvula dispuesta entre el depósito de fluido y un tanque de alimentación de salmuera, y que está configurada para abrirse durante un ciclo de recarga y cerrarse durante un ciclo de producción de filtrado;

estando dicho tanque (440) de alimentación de salmuera en comunicación de fluido con el depósito de fluido por medio de la válvula, teniendo dicho tanque de alimentación de salmuera fluido de alimentación de salmuera en

él, comprendiendo dicho tanque de alimentación de salmuera una placa (446) de distribución de flujo superior y una placa (448) de distribución de flujo inferior,

una bomba (310) de alta presión y una válvula (132) de drenaje de salmuera,

5 un recipiente (410) a presión en comunicación de fluido con el depósito de fluido por medio de una bomba de alta presión, comprendiendo dicho recipiente a presión una salida (140) de filtrado, una membrana de ósmosis inversa, y una salida de salmuera, estando dicho tanque de alimentación de salmuera en comunicación de fluido con una entrada (430) al recipiente a presión por encima de la placa de distribución de flujo superior, estando una salida (432) del recipiente de presión en comunicación de fluido con el tanque de alimentación de salmuera debajo de la placa de distribución de flujo inferior vía una bomba (460) elevadora de presión;

10 estando configurada dicha bomba de alta presión para bombear, durante un ciclo de producción de filtrado, fluido de alimentación adicional a alta presión desde el depósito de fluido al recipiente a presión, la bomba (460) elevadora de presión está configurada para bombear fluido de salmuera desde la salida de salmuera al tanque de alimentación de salmuera durante un ciclo de producción de filtrado;

15 estando configurada dicha bomba de alta presión para elevar la presión en el recipiente a presión hasta que se produce una cantidad de filtrado desde una salida de filtrado del recipiente a presión.

11. Un sistema como se indica en la reivindicación 10, en el que la válvula comprende una válvula (324) de retención.

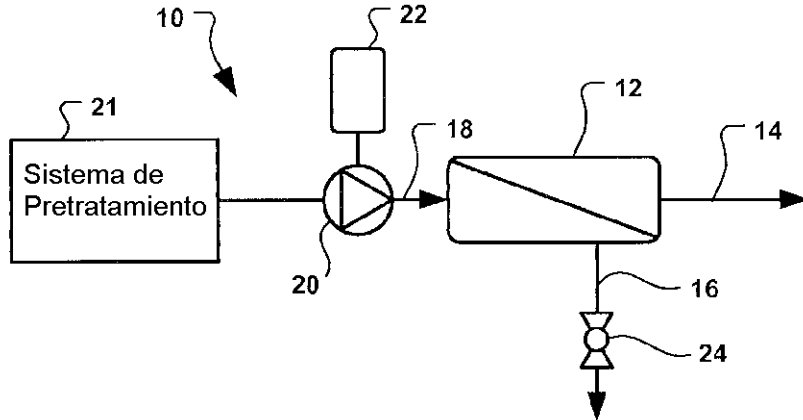


FIG. 1
Técnica anterior

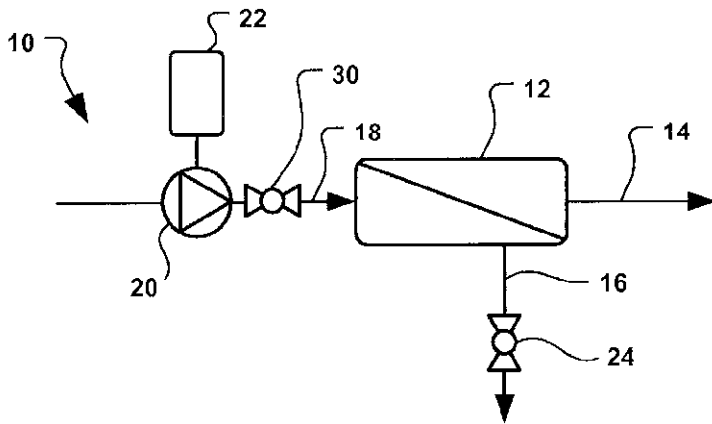


FIG. 2
Técnica anterior

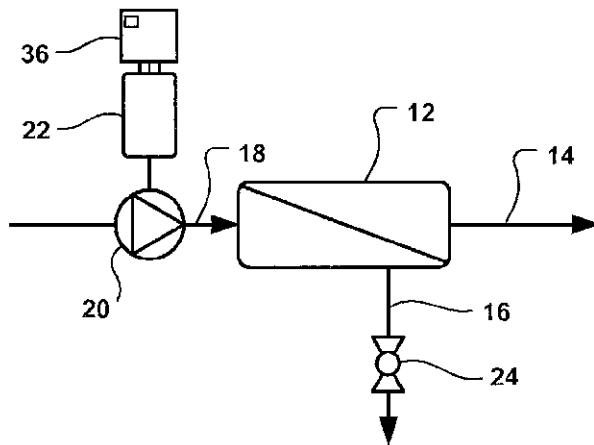


FIG. 3
Técnica anterior

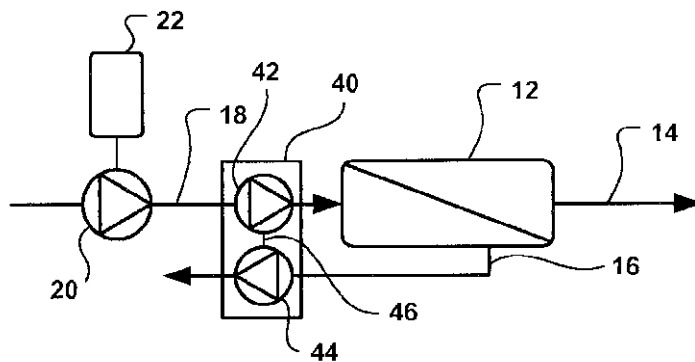


FIG. 4
Técnica anterior

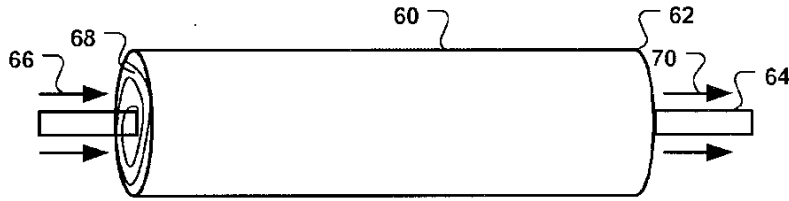


FIG. 5
Técnica anterior

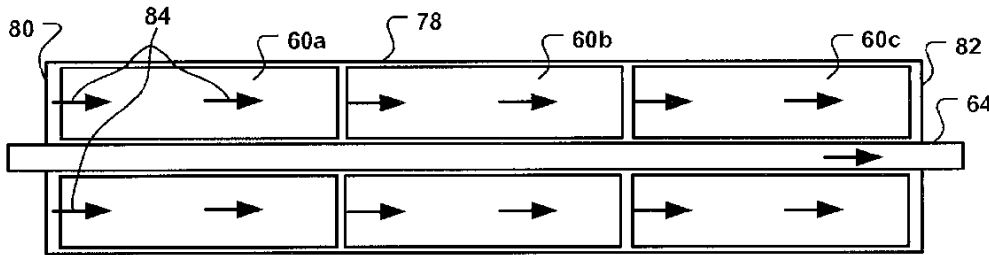


FIG. 6
Técnica anterior

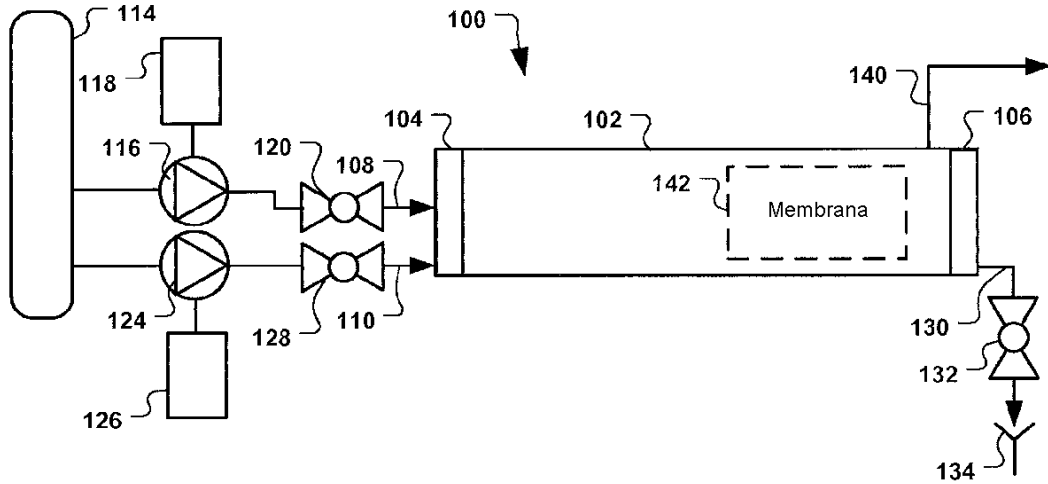


FIG. 7

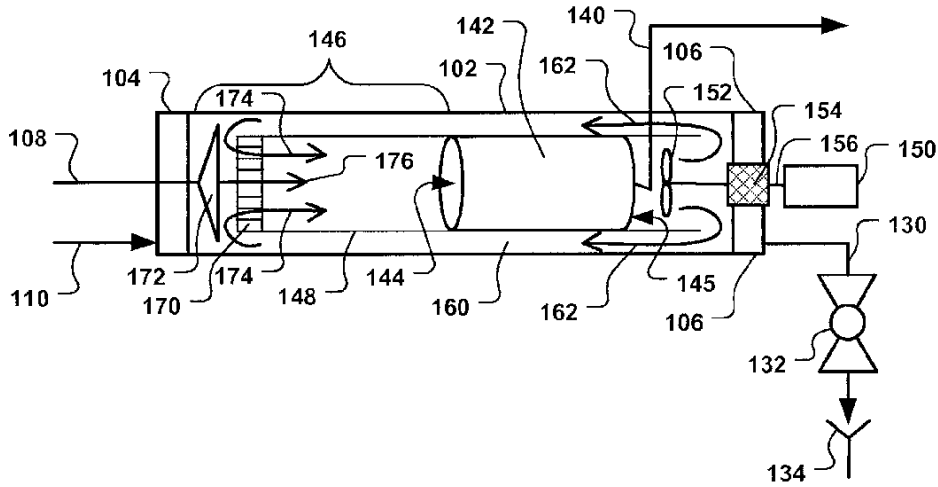


FIG. 8

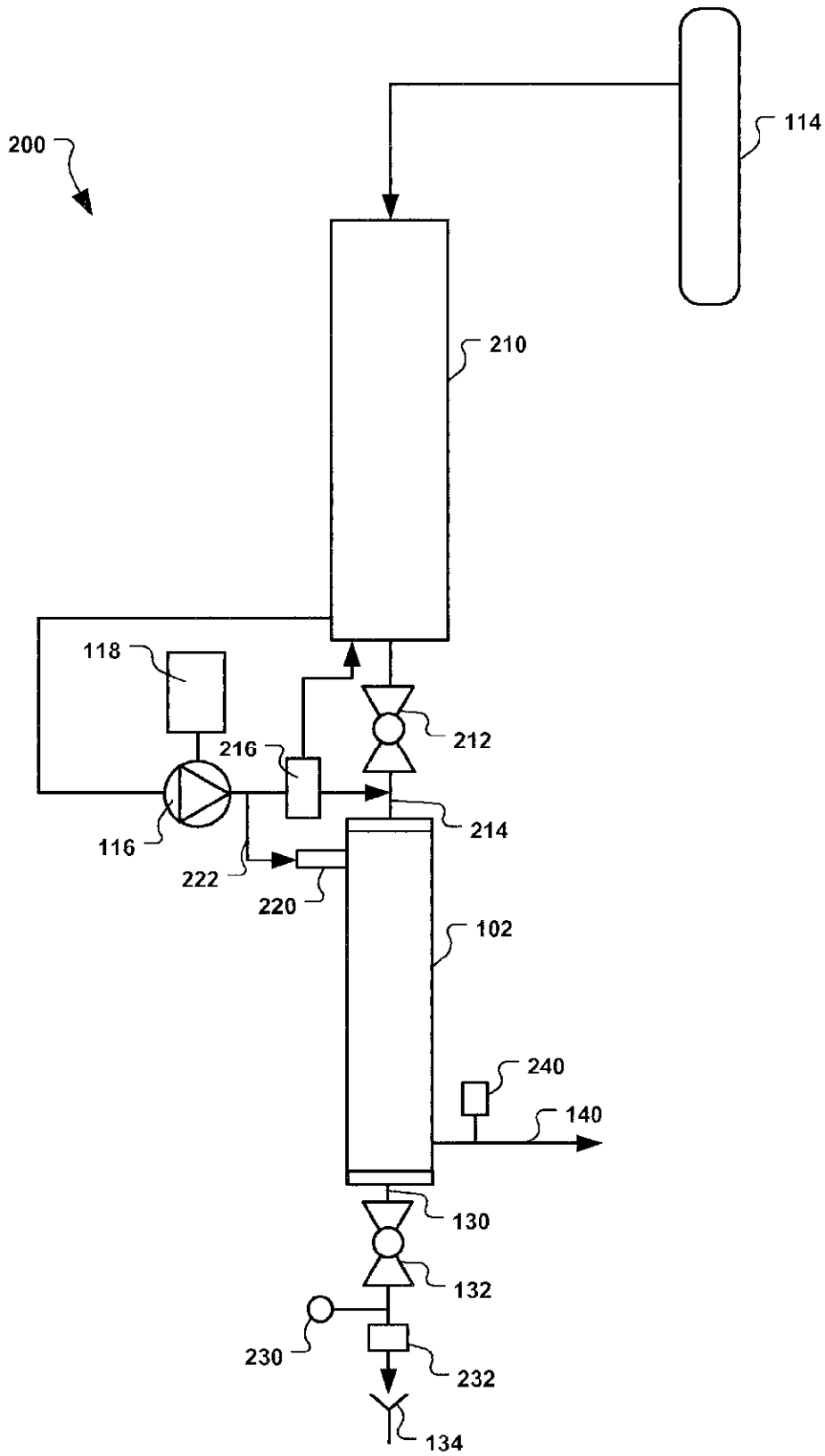


FIG. 9

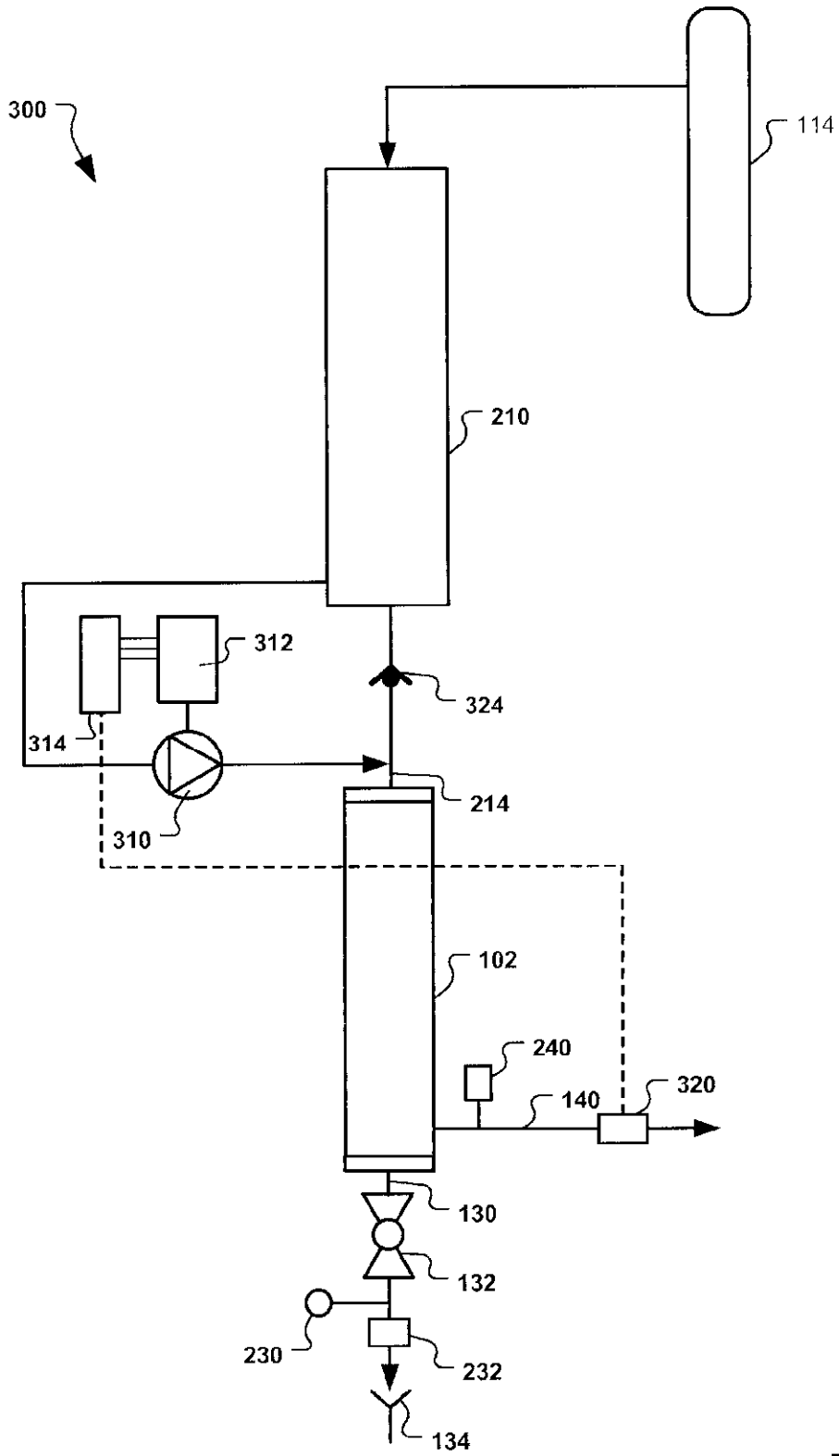


FIG. 10

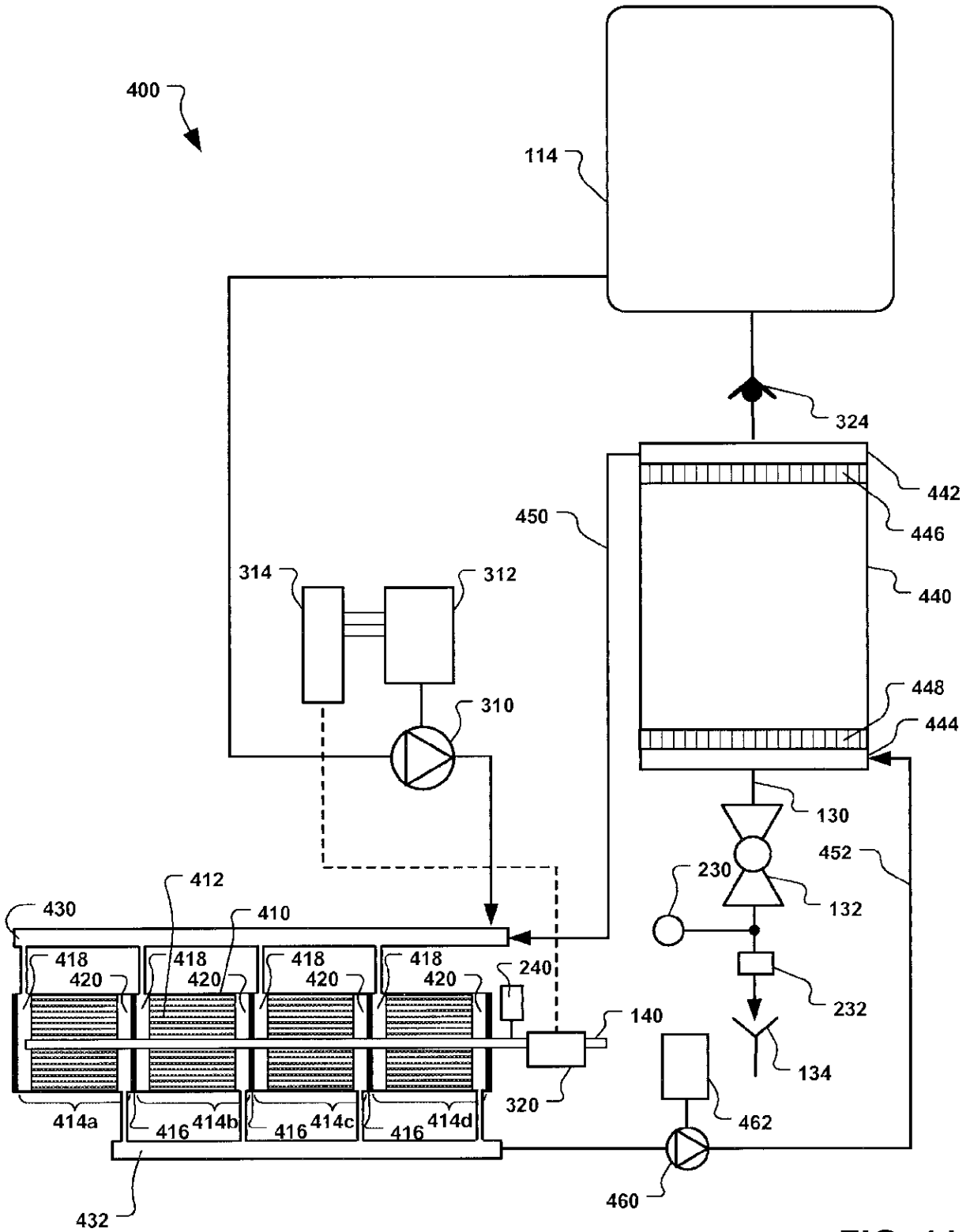


FIG. 11

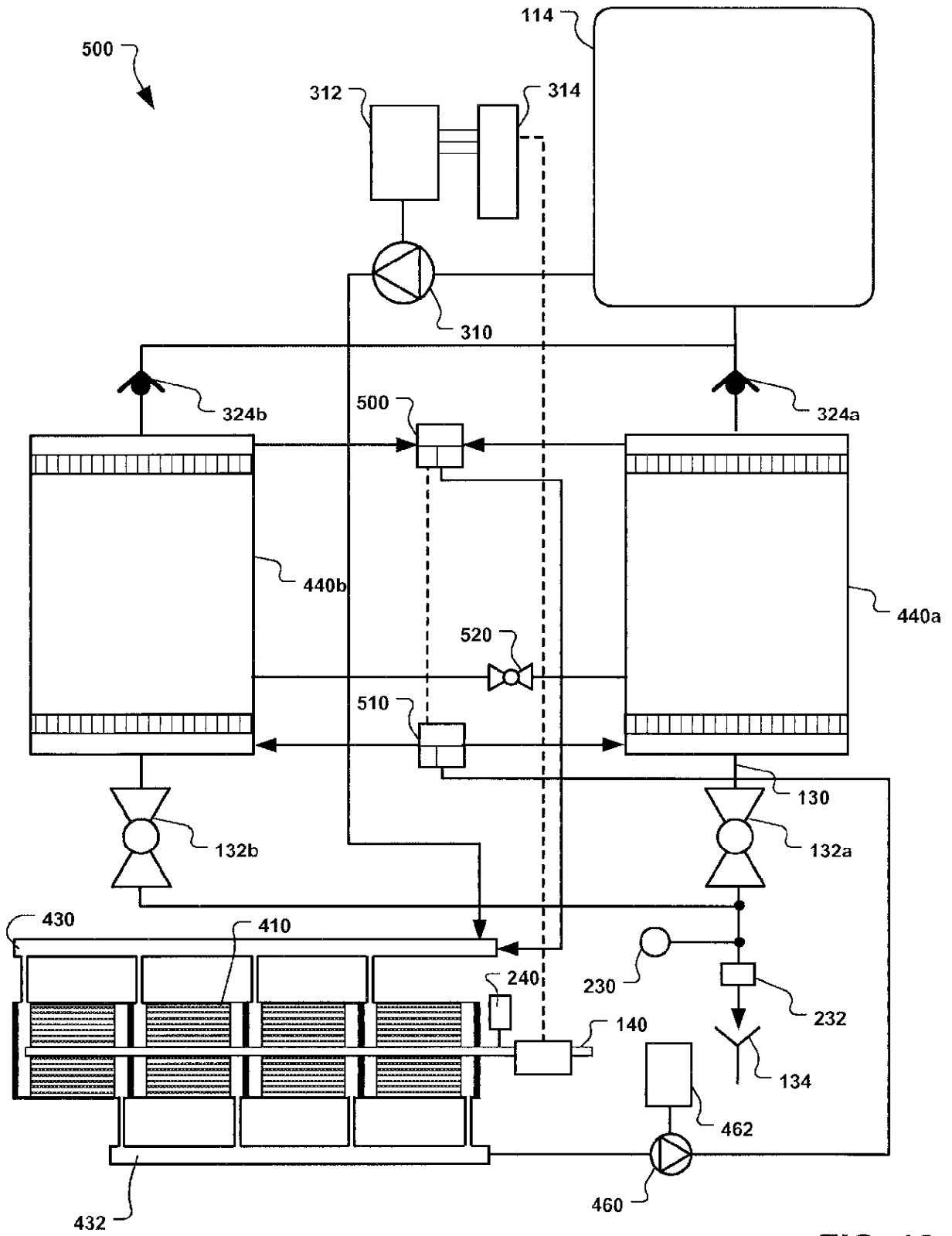


FIG. 12