

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 216**

51 Int. Cl.:

B01D 61/08 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.01.2009 PCT/US2009/030431**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2009 WO09097176**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2009 E 09706864 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2240260**

54 Título: **Sistema de ósmosis inversa operado por lotes**

30 Prioridad:

28.01.2008 US 23948 P
25.09.2008 US 237448

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

OKLEJAS, ELI, JR.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 604 216 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 operado por lotes

La presente descripción se refiere generalmente a los sistemas de ósmosis inversa, y más específicamente, a sistemas de ósmosis inversa operados por lotes usando activación manual.

- 5 Las declaraciones contenidas en esta sección proporcionan simplemente información de antecedentes relacionados con la presente descripción, y pueden no constituir técnica previa.

Los sistemas de ósmosis inversa se utilizan para proporcionar agua dulce a partir de agua salobre o de mar. Se usa una membrana que restringe el flujo de sólidos disueltos a través de la misma.

- 10 Un sistema de ósmosis inversa implica presurizar una solución con una presión aplicada mayor que una presión osmótica creada por las sales que se disuelven en la solución. 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 por 14.000. Una solución de uno por ciento de sal tendría una presión osmótica de aproximadamente 140 psi. El agua del océano tiene típicamente una concentración de 3,5 por ciento y una presión osmótica de 490 psi.

- 15 El agua extraída de un sistema de ósmosis inversa se llama permeado. A medida que un cuerpo determinado de la solución salina se procesa mediante la membrana de ósmosis inversa, aumenta la concentración de la solución. En algún punto, ya no es práctico recuperar el permeado de la solución. El material rechazado se llama salmuera o el desecho. Por lo general, aproximadamente 50% de la recuperación de permeado del volumen original de la solución de agua de mar alcanza un límite práctico de recuperación.

- 20 Con referencia a la Fig. 1, se ilustra un sistema de ósmosis inversa 10 que tiene una disposición de membrana 12 que genera una corriente de permeado 14 y una corriente de salmuera 16 a partir de una corriente de alimentación 18. La corriente de alimentación 18 normalmente incluye agua salobre o de mar. Una bomba de alimentación 20 acoplada a un motor 22 presuriza la corriente de alimentación 18 al flujo de presión requerido que entra en la disposición de membrana 12.

- 25 La corriente de permeado 14 es flujo de fluido purificado a una presión baja. La corriente de salmuera 16 es una corriente de presión más alta que contiene materiales disueltos bloqueados por la membrana. La presión de la corriente de salmuera 16 solo es ligeramente más baja que la corriente de alimentación 18. La disposición de membrana 12 requiere un caudal exacto para la operación óptima. Una válvula 30 de estrangulación de salmuera se puede usar para regular el flujo a través de la disposición de membrana 12. Los cambios se producen debido a la temperatura de agua, salinidad, así como a las características de membrana, tales como incrustaciones. La disposición de membrana 12 también se puede operar 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 variables.

- 30 En general, una presión de alimentación más alta aumenta la producción del permeado y, por el contrario, una reducción de la presión de alimentación reduce la producción de permeado. La disposición de la membrana 12 es necesaria para mantener una recuperación específica que es la relación del flujo de permeado al flujo alimentado. El flujo alimentado o flujo de salmuera requiere asimismo regulación.

- 35 Un sistema de pretratamiento 21 también se puede prever para tratar previamente el fluido en la disposición de membrana 12. El sistema de pretratamiento 21 se puede usar para eliminar materiales sólidos tales como arena, grava y materiales suspendidos. Cada una de las formas de realización siguientes que incluyen las de la descripción detallada puede incluir un sistema de pretratamiento 21.

- 40 Con referencia a la Fig. 2, un sistema similar al de la Fig. 1 se ilustra con la adición de una válvula 30 de estrangulación de alimentación. Las plantas de ósmosis inversa medianas y grandes incluyen típicamente bombas 20 de tipo centrífugo. Las bombas tienen un costo relativamente bajo y buena eficiencia, pero pueden generar un diferencial de presión fijo a un caudal y velocidad de rotación determinados. Los sistemas previos de una vía se diseñaron para tener un tamaño adecuado de la bomba de la alimentación 20 para generar la presión más alta posible de la membrana y luego usar la válvula de estrangulación 30 para reducir el exceso de presión para cumplir con el requerimiento de presión de membrana. Tal sistema tiene una ventaja de costos de capital bajos, pero sacrifica la eficiencia de energía, ya que la bomba de alimentación genera más presión y usa más energía que la que se requiere para una operación típica.

- 45 Con referencia a la Fig. 3, otro sistema para resolver las características de presión/flujo es añadir un accionamiento 36 de frecuencia variable para accionar el motor 22 que, a su vez, controla operación de la bomba de alimentación 20. Por lo tanto, la bomba de alimentación 20 es hecha funcionar a velocidad variable para corresponder al requerimiento de presión de membrana. Los accionadores 36 de frecuencia variable son costosos, con grandes capacidades y consumen aproximadamente un tres por ciento de la energía que de otro modo habrían ido al motor de la bomba.

Con referencia a la Fig. 4, se ha ilustrado un sistema similar al que se ilustra en la Fig. 1 utilizando los mismos números de referencia. En esta realización, un sobrealimentador 40 de presión hidráulica que tiene una porción de bomba 42 y una porción de turbina 44 se utiliza para recuperar la energía de la corriente de salmuera 16. La porción de bomba 42 y la porción de turbina 44 están acopladas entre sí con un eje común 46. La alta presión de la corriente de salmuera pasa a través de la porción de turbina 44 que hace que el árbol 46 gire e impulse la porción de bomba 42. La porción de bomba 42 aumenta la presión de alimentación en la corriente de alimentación 18. Esto aumenta la eficiencia de energía del sistema. El sobrealimentador 40 genera una porción del requerimiento de presión de alimentación para la disposición de membrana 12 y, por lo tanto, la bomba de alimentación 20 y el motor 22 pueden tener un tamaño reducido debido ya que requieren una cantidad reducida de presión.

Con referencia a la Fig. 5, se ilustra un elemento de membrana 60 que es adecuado para el posicionamiento dentro de una disposición de membrana 12 de una de las Figs. anteriores. El elemento 60 incluye hojas de material de membrana envueltas en una configuración en espiral y colocadas en una tubería fina 62 de materiales tales como fibra de vidrio. Cada hoja de membrana incluye dos láminas de membrana pegadas en tres lados con el cuarto lado unido a una tubería del permeado central 64. Las rejillas espaciadoras (no mostradas) evitan que la lámina de membrana se colapse bajo la presión aplicada. La solución de alimentación entra en un extremo de la disposición de membrana 60 en la dirección indicada por las flechas 66. La solución o alimentación fluye axialmente a lo largo del elemento de membrana 60 y entre las hojas 68 y sale a través de la salida de salmuera a alta presión como se indica con las flechas 70. El permeado se recolecta de las hojas 68 a través de la tubería de permeado 64. La presión del permeado a través de la tubería 64 es esencialmente cero, ya que la presión aplicada se utiliza para superar la presión osmótica y las pérdidas por fricción del flujo de material de alimentación a través de la membrana.

Con referencia a la Fig. 6, se ilustra un recipiente a presión 78 que incluye una pluralidad de elementos de membrana denominados colectivamente con el número de referencia 60. En este ejemplo, tres elementos de membrana se disponen dentro del recipiente a presión 78. Cada uno se indica con un identificador numérico y alfabético. En este ejemplo, se prevén tres elementos de membrana 60a, 60b y 60c en el recipiente a presión 78. El recipiente a presión 78 incluye una primera tapa 80 de extremo en el extremo de entrada y una segunda tapa 82 de extremo en el extremo de salida. Se introduce la alimentación en el recipiente a presión en la dirección de las flechas 84.

En este ejemplo, los tres elementos de membrana 60a-60c se colocan en serie. Cada elemento posterior extrae una cantidad menor de permeado que el elemento precedente debido a una presión osmótica creciente y disminuye la presión aplicada causada por las pérdidas por fricción dentro de los elementos de membrana. Como consecuencia, el elemento final 60c puede producir muy poco permeado. La tubería 64 de permeado recolecta el permeado de cada uno de los elementos de membrana 60a-60c.

Un sistema de ósmosis inversa típico opera a una presión constante que se desarrolla en la bomba de alimentación 20. El resultado es que un exceso de presión aplicada en la primera disposición de membrana puede producir una tasa indeseablemente alta de extracción del permeado lo que puede permitir que las membranas sean dañadas. El elemento de membrana 60c final puede tener una tasa de extracción indeseablemente baja que puede producir un permeado con una cantidad excesiva de contaminación salina.

Con referencia a la Fig. 7, se ilustra un sistema de ósmosis inversa 100 operado manualmente. Un reservorio 102 se puede llenar con agua marina u otra solución de salmuera. Una bomba 104 operada manualmente que tiene una palanca 106 extrae la alimentación del reservorio 102. La bomba 104 eleva la presión de la alimentación y proporciona la alimentación presurizada a un recipiente a presión 108 que tiene una membrana 110 en el mismo. El permeado producido a través de la membrana sale del recipiente a presión 108 a través de una tubería 112 de permeado. La salmuera, bajo alta presión, lleva al recipiente a presión 108 a través de una tubería 114 de salmuera. Se usa una válvula de control 116 para reducir la presión de la corriente de salmuera de alta presión en la tubería 114 de salmuera. Una vez que se reduce la presión en la corriente de salmuera a través de la válvula reductora 116 de presión, la corriente de salmuera entra en un drenaje 118.

Una válvula de control 122 se puede usar para ajustar el control de la presión y flujo de alimentación requeridos para el funcionamiento apropiado de la membrana 110.

Con referencia a la Fig. 8, se ilustra otra realización de un sistema de ósmosis inversa 100' operado manualmente. Muchos de los componentes son similares a los expuestos en la Fig. 7 y en consecuencia están provisto de los mismos números de referencia. En esta realización, un dispositivo de recuperación de energía 140 se usa en la corriente de salmuera. El dispositivo de recuperación de energía 140 recibe la salmuera de la tubería 114 de salmuera de alta presión. El dispositivo de recuperación de energía 140 tiene un dispositivo de recirculación tal como un conjunto de pistón 138 que incluye un pistón 142 de salmuera que está conectado a un pistón de la alimentación 144 con un vástago de conexión 146. El pistón 142 de salmuera puede tener un diámetro mayor que el pistón 144 de alimentación para acomodar las pérdidas de presión que se producen en la membrana 110 y en la tubería de interconexión.

El dispositivo de recuperación de energía recibe la alimentación a través de una tubería de alimentación 150 que está en comunicación fluida con el reservorio de fluido 102. El fluido entra en el dispositivo de recuperación de

energía 140 a través de una válvula de una vía 152. Bajo presión desde el interior del dispositivo de recuperación de energía 140, la válvula 152 se cierra.

El dispositivo de recuperación de energía 140 tiene una tubería 154 de alimentación de salida que está en comunicación fluida con el dispositivo de recuperación de energía 140 a través de una válvula 156. La válvula 156 también puede ser una válvula de una vía. La válvula 156 opera en la dirección opuesta de la de la válvula 152. Por ejemplo, cuando la presión en la tubería 150 de alimentación es mayor que la presión dentro de una cámara 160, adyacente al pistón 144, el fluido de alimentación se introduce en la cámara 160. Cuando la presión es alta dentro de la cámara 160, la válvula 152 se cierra y la válvula 156 se abre y proporciona una alimentación de alta presión en el recipiente a presión 108. El equipo 164 de temporización de la válvula admite salmuera de alta presión al dispositivo de recuperación de energía 140, lo que produce movimiento del pistón 142 de salmuera que hace que el pistón 144 de alimentación aumente la presión de la alimentación en el colector 166 de alimentación de alta presión. Un sellado del eje 168 cierra herméticamente el vástago de conexión 146 para evitar pérdidas entre el lado de alta presión y el lado de baja presión del dispositivo de recuperación de energía 140. Cuando el recorrido de bombeo se ha completado, el conjunto del pistón se mueve en la dirección opuesta de modo que la nueva alimentación sea admitida en la cámara 140 a través de la válvula 142. Esto hace que la salmuera sea expulsada a través del drenaje 118. Un motor u otro accionador puede ser utilizado para mover el pistón en la dirección inversa. El accionador no se ha mostrado para simplificar el dibujo. El dispositivo de recuperación de energía 140 solo ha presurizado un flujo de alimentación igual al flujo del permeado. Esto elimina el trabajo necesario de otro modo para presurizar el flujo que será rechazado como salmuera de alta presión.

Las formas de realización de las Fig. 7 y 8 también pueden estar provistas con un recipiente a presión con elemento de membrana múltiple como se ha descrito en la Fig. 4.

Un aspecto de los sistemas de ósmosis inversa previos es que el proceso opera a una presión constante desarrollada por la bomba de alimentación. Los ejemplos de esto se ilustran en las Figs. 1-4. El resultado de una bomba de alimentación a presión constante es que el exceso de presión se aplica en el principio de la disposición de membrana donde la presión osmótica es relativamente baja. Esto puede producir una tasa indeseablemente alta de la extracción del permeado que puede dañar las membranas. Por otra parte, el elemento de membrana final donde la presión osmótica es alta puede tener una tasa de extracción indeseablemente baja que puede producir un permeado con una cantidad excesiva de contaminación salina.

El documento WO 97/21630 describe un sistema de ósmosis inversa adecuado para producir lotes de permeado de un reservorio de fluido, el sistema comprende un recipiente a presión con una membrana dispuesta adyacente a un segundo extremo, un pistón de recirculación dispuesto próximo a un primer extremo y un volumen de fluido entre el pistón y la membrana. El documento US 2007/0023347 describe un sistema de recirculación RO con salmuera que retorna a través de un espacio anular operado con una bomba interna. El documento US 4.070.280 describe un sistema, en el que el permeado se extrae a través de un árbol hueco y el módulo de membrana entero actúa como un pistón con el fin de crear un flujo tangencial alternativo hacia delante y hacia atrás.

La presente descripción proporciona un sistema ósmosis inversa que permite variar la presión en la membrana durante el proceso por lotes. Mediante la variación de la energía de presión, se pueden evitar pérdidas de presiones excesivas, así como, se puede mantener una presión suficientemente alta para el permeado de buena calidad.

En un aspecto de esta descripción, se proporciona un sistema de ósmosis inversa por lotes de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

En un aspecto adicional de esta descripción, se proporciona un procedimiento de operar un sistema de ósmosis inversa de acuerdo con reivindicación 10 adjunta.

Otras áreas de aplicabilidad resultarán evidentes a partir de la descripción proporcionada en este documento. Se debe entender que la descripción y los ejemplos específicos están destinados solo a propósitos de ilustración y no están destinados a limitar el alcance de la presente descripción.

Los dibujos descritos en este documento son para fines ilustrativos solamente y no están destinados a limitar el alcance de la presente descripción de ninguna manera.

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

La Fig. 2 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa de la técnica previa alternativa.

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

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

La Fig. 5 es una vista perspectiva de elementos de la membrana de la técnica previa de acuerdo con la técnica previa.

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 de acuerdo con la técnica previa.

La Fig. 7 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa del proceso por lotes manual.

La Fig. 8 es una vista esquemática de un segundo sistema de ósmosis inversa operado por lotes que tiene un dispositivo de recuperación de energía de pistón.

5 La Fig. 9 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa del proceso por lotes de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 10 es una vista esquemática de una porción superior ampliada del sistema de ósmosis inversa del proceso por lotes de la Figura 9.

10 La siguiente descripción es de naturaleza meramente ejemplificativa y no pretende limitar la presente descripción, aplicación, o usos. Por motivos de claridad, se utilizarán los mismos números de referencia en los dibujos para identificar elementos similares. Tal como se utiliza en la presente, la frase al menos uno de A, B, y C se debería interpretar que significa una lógica (A o B o C), usando una O lógica no exclusiva. Se debe entender que las etapas descritas dentro de un método se pueden ejecutar en orden diferente, sin alterar los principios de la presente descripción.

15 En la siguiente descripción, se expone un proceso por lotes en el que la presión aplicada es variada según sea requerido para mantener la producción de permeado a una tasa deseada a medida que aumenta la presión osmótica. Varios parámetros y condiciones de operación pueden variar de acuerdo con diversas características incluyendo el tipo de membrana. Como se mencionó anteriormente, se desea la operación del sistema a una presión que no gaste energía por ser demasiado alta o demasiado baja para el permeado de buena calidad.

20 Con referencia a las Figs. 9 y 10, se expone un sistema de ósmosis inversa 200 que utiliza un proceso por lotes en el que se varía la presión aplicada según sea requerido para mantener la producción del permeado a una tasa deseada a medida que aumenta la presión osmótica. Como se mencionó anteriormente, el sistema de ósmosis inversa 200 incluye un reservorio de fluido 202 que proporciona el fluido de alimentación 204 a través de una tubería de alimentación 206 y un filtro 207 a una cámara 208 dentro de un alojamiento 210. El fluido de alimentación proporcionado a través de la tubería de alimentación 206 se proporciona a través de una válvula de una vía 212. Cuando la presión en la tubería de alimentación 206 es mayor que la del interior de la cámara 208, la válvula de una vía 212 se abre, lo que permite que la cámara 208 sea llenada con el fluido de alimentación.

25 El sistema de ósmosis inversa 200 incluye un recipiente a presión 220 que tiene una pared externa 222, una primera tapa 224 de extremo y una segunda tapa 226 de extremo. El recipiente a presión 220 en este ejemplo tiene forma cilíndrica y alargada. El recipiente a presión 220 tiene un revestimiento 230 dispuesto en el mismo. El revestimiento también puede ser alargado. El revestimiento 230 se puede disponer de modo que se prevea un paso anular 232 entre el revestimiento y la pared externa 222. Mediante la previsión del paso 232, el fluido puede pasar entre la pared externa 220 y el revestimiento. El paso de fluido 232, en el caso de un revestimiento cilíndrico o revestimiento tubular y pared externa cilíndrica, es un espacio anular.

30 Una membrana 236 que tiene un extremo de entrada 238 y un extremo de salida 240 es dispuesta dentro del revestimiento 230. El extremo de salida 240 proporciona mayor concentración de salmuera finalmente en el espacio anular 232 para la recirculación dentro del recipiente a presión 220. La membrana está dispuesta en el revestimiento en oposición a donde se introduce el fluido presurizado en el recipiente a presión 220. Una tubería del permeado 242 comunica el fluido de permeado 242 desde la membrana 236 fuera del recipiente a presión 220. Una válvula de salida 244 del permeado es una válvula de una vía que permite que el fluido de permeado salga del recipiente a presión 220 pero evita el reflujo. Una tubería de drenaje 246 y una válvula de drenaje 248 causan que el fluido de salmuera desde el interior del recipiente a presión 220 drene a un drenaje 250 cuando se abre la válvula de drenaje 248.

35 Se usa una tubería de llenado 260 que tiene una válvula de llenado 262 para proporcionar fluido de alimentación al recipiente a presión 222 antes de iniciar el proceso de producción del permeado.

Los detalles del alojamiento 210 se ilustran en mayor detalle. El alojamiento 210 y la pared externa 222 del recipiente a presión 220 pueden estar formados integralmente con la tapa 224 de extremo o una pared entre ellos. El alojamiento 210 también puede estar separado del recipiente a presión 220.

40 Un émbolo 270 se dispone de forma móvil dentro de la carcasa 210. Un sellado 272 impide fugas de fluido desde la cámara 208 fuera del alojamiento 210. El émbolo 270 se mueve en una dirección lineal en respuesta al movimiento del vástago 274. El vástago 274 está unido a una palanca 276 que a su vez se mueve alrededor de un fulcro 280. La palanca 276 se puede operar manualmente o se puede operar mediante el uso de un accionador 282. Obviamente, diversos mecanismos de movimiento pueden ser evidentes para los expertos en la técnica. Lo que es importante en el movimiento del émbolo 270 es que el émbolo se mueva en un movimiento lineal. Como se ilustra, el émbolo 270 se mueve en un movimiento lineal en o en paralelo con el eje alargado del alojamiento 210 y el recipiente a presión 224.

- 5 El émbolo 270 puede estar acoplado mecánicamente a una tubería hueca 300 de modo que el movimiento del émbolo provoque el movimiento de la tubería 300. La tubería hueca 300 puede incluir puertos 302 para recibir fluido desde el interior de la cámara 208 y comunicar el fluido a la tubería 300. La tubería 300 se puede extender a través de la cámara 208 a través de la primera tapa 224 de extremo y a través de un pistón de recirculación 310. La tubería 300 se puede sellar dentro de la tapa 312 de extremo para evitar que el fluido del interior del recipiente a presión 222 entre en la cámara 208.
- 10 La tubería hueca 300 puede incluir una válvula de salida 314. La válvula de salida 314 es una válvula de una vía usada para permitir que el fluido presurizado de la cámara 208 entre en el volumen de fluido 320 de presión más baja cuando las condiciones son tales. La válvula de salida 314 puede estar dispuesta en diversas ubicaciones, incluso dentro del volumen de fluido 320 en el extremo de la tubería hueca o dentro de la tubería hueca 300.
- 15 El pistón puede estar acoplado mecánicamente a la tubería 300. Es decir, el movimiento de la tubería 300 causado por el movimiento del émbolo 270 provoca que el pistón se mueva en la dirección y cantidad correspondiente.
- El volumen de fluido 320 está definido por el espacio entre la parte inferior del pistón 310, el revestimiento 230 y el primer extremo 238 de la membrana 236. El volumen de fluido 320 puede ser de aproximadamente una a aproximadamente dos veces un volumen de la membrana 236.
- 20 El pistón de recirculación 310 incluye una o más válvulas de retención 330 en pasos 332 a través del pistón que permiten el flujo desde el paso anular 232 para entrar finalmente al volumen de fluido 320. Las válvulas de retención 330 pueden ser válvulas de una vía que impiden el movimiento de fluido desde dentro de la columna del volumen 320 de fluido nuevamente hacia el paso anular 232.
- 25 En operación, un movimiento hacia arriba de la palanca 276 provoca un movimiento hacia arriba en el vástago 274. El movimiento del vástago 274 mueve el émbolo 270 y la tubería hueca 300 también en una dirección ascendente. A medida que el émbolo 270 se mueve en una dirección hacia arriba, la cámara 208 tiene un volumen que aumenta y una presión que disminuye, lo que hace que la válvula 212 se abra y llene la cámara 208. Antes del movimiento hacia arriba del accionador, se presume que el recipiente a presión 220 se ha drenado de salmuera y que el recipiente a presión 262 se ha llenado con fluido de alimentación desde el reservorio de fluido.
- 30 Un movimiento hacia abajo de la palanca 262 hace que el vástago 274 y el émbolo 270 se muevan en una dirección hacia abajo. Del mismo modo, la tubería 300 y el pistón 310 se mueven también en una dirección hacia abajo. El émbolo que se mueve hacia abajo 270 aumenta la presión del fluido dentro de la cámara 208 y hace que la válvula de retención 314 se abra. El émbolo que se mueve hacia abajo 270 crea una alta presión dentro del volumen de fluido 320 y genera la producción de permeado a través de la tubería 242 de permeado. El exceso de salmuera creado a partir del fluido de alimentación se mueve fuera del segundo extremo 240 de la membrana 236 y a través de la anular cámara en una dirección hacia arriba como se ilustra con las flechas 360 en respuesta al movimiento hacia abajo del pistón de recirculación 310. Finalmente, la salmuera recircula a través de la cámara de anular 232 al primer extremo del recipiente a presión 222 tal como se indica por las flechas 362. Durante el movimiento hacia abajo, las válvulas 330 permanecen cerradas impulsando por ello la circulación mencionada anteriormente. La presión en el recipiente a presión 222 durante el movimiento hacia abajo aumenta a una presión suficiente para hacer que la membrana 236 genere un volumen de permeado igual a la cantidad de agua que entra en el recipiente a presión 222 debido a la incompresibilidad del agua. La cantidad de permeado que sale de la tubería de permeado 242 es igual a la cantidad de agua de alimentación bombeada al recipiente a presión 222 a través de la acción de bombeo del émbolo 270. La válvula de drenaje 248 permanece cerrada.
- 35 Como se puede observar, debido a que la salmuera no se despresuriza cuando está almacenada en el recipiente a presión 222, no se necesitan medios para proporcionar una recuperación de energía hidráulica y por lo tanto el sistema es menos complejo, menos costoso y más fiable que prever un dispositivo de recuperación de energía.
- 40 El movimiento hacia arriba del pistón de recirculación 310 y del émbolo 270 detiene el movimiento de recirculación cuando las válvulas 330 se abren y no se proporciona agua de alimentación adicional a través de la tubería hueca 300. La producción de permeado se detiene.
- 45 La salinidad de la solución dentro del recipiente a presión 222 aumenta a medida que se produce permeado. En algún momento, la producción de permeado adicional ya no es práctica. Por lo tanto, la salmuera en el recipiente a presión 222 se sustituye por un nuevo lote de agua de alimentación. Como se mencionó anteriormente, la solución de salmuera se elimina a través de la tubería de drenaje 246 a través de la válvula de drenaje 248 y a un drenaje 250. La gravedad puede hacer que el recipiente a presión 220 drene. El accionamiento de la palanca 276 puede facilitar el proceso de drenaje de la salmuera del recipiente a presión 222. La válvula de retención 244 del permeado reduce al mínimo el flujo inverso del permeado en la membrana cuando el recipiente a presión se reduce a por debajo de la presión osmótica durante el ciclo de drenaje de la salmuera. En forma simultánea con el drenaje de salmuera, la válvula de llenado 262 se puede abrir para permitir que el nuevo fluido de alimentación desplace la salmuera. Por la acción del brazo de palanca 276 en una dirección hacia arriba, la alimentación entra en el espacio anular 232 y se mueve en una dirección hacia arriba para ayudar a desplazar la salmuera. Cuando la salmuera ha sido reemplazada por el agua de alimentación, las válvulas 248 y 262 se cierran. A partir de este momento, el

proceso se completa y se puede formar nuevamente un lote de permeado nuevo como se ha describió anteriormente.

5 Los expertos en la técnica pueden apreciar actualmente a partir de la descripción anterior que las amplias enseñanzas de la invención se pueden implementar en una variedad de formas. Por lo tanto, si bien esta descripción incluye ejemplos particulares, el verdadero alcance de la descripción se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (200) de ósmosis inversa por lotes en comunicación fluida con un reservorio de fluido (202) que comprende:
 - 5 un recipiente a presión (220) que tiene un revestimiento alargado (230) con un primer extremo y un segundo extremo, una membrana (236) dispuesta dentro del segundo extremo que tiene una entrada (238) de membrana, una salida (240) de membrana dispuesta en el segundo extremo y una salida (242) de permeado, donde el revestimiento y el recipiente a presión tienen un espacio libre (232) de fluido entre los mismos por el cual recircula el fluido de salmuera desde la membrana al primer extremo a través del espacio libre de fluido;
 - 10 un pistón de recirculación (310) dispuesto próximo al primer extremo, definiendo dicho pistón de recirculación un volumen de fluido (320) entre el pistón de recirculación y la membrana adyacente a la entrada de membrana, donde el pistón de recirculación comprende una válvula (330) de retención de pistón que comunica el fluido del espacio libre de fluido al volumen de fluido;
 - un émbolo (270) dispuesto dentro de un alojamiento (210), definiendo dicho alojamiento y dicho émbolo una cámara (208), estando dicho émbolo acoplado a un accionador (282);
 - 15 teniendo dicho primer alojamiento una primera válvula de entrada (212) de una vía en comunicación fluida con el reservorio de fluido; y
 - un tubería hueca (300) acoplada al accionador, mediante la cual el émbolo, la tubería hueca y el pistón se mueven en respuesta al accionador, teniendo dicho tubería hueca un puerto (302), comunicando dicha tubería hueca fluido entre dicha cámara dentro del alojamiento y dicho volumen de fluido dentro del recipiente a presión a través de una
 - 20 válvula de salida (314).
2. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 1, que además comprende un filtro (207) que filtra el fluido del reservorio de fluido.
3. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 1, donde la salida del permeado comprende una válvula (244) de una vía del permeado.
- 25 4. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 1, donde la tubería hueca se extiende a través de una primera tapa (244) de extremo del recipiente a presión y un sellado (312) que cierra herméticamente de manera fluida la tubería hueca a la primera tapa del extremo.
5. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 1, donde la válvula de salida comprende una válvula de una vía.
- 30 6. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 5, donde la válvula de salida está dispuesta adyacente al pistón o dentro del volumen de fluido.
7. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 1, donde el recipiente a presión tiene un tubería de drenaje (246) y válvula de drenaje (248) para drenar el fluido del recipiente a presión.
- 35 8. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 1, donde el recipiente a presión tiene un tubería de llenado (260) y una válvula de llenado (262) que comunica fluido desde el reservorio de fluido al recipiente a presión.
9. Un sistema de ósmosis inversa por lotes mencionado en la reivindicación 1, donde el volumen de fluido es de aproximadamente 1 a aproximadamente 2 veces el volumen de membrana.
- 40 10. Un procedimiento de operación de un sistema (200) de ósmosis inversa que tiene un recipiente a presión alargado (220) que tiene un primer extremo, segundo extremo y una pared externa (222), una salida (242) del permeado, una salida (246) de salmuera, un espacio anular (232) entre un revestimiento (230) y la pared externa, una membrana (236) dentro del revestimiento en oposición al primer extremo del recipiente a presión, teniendo dicha membrana una primera cara y una segunda cara, y un volumen de fluido (320) entre la primera cara de la membrana y un pistón de recirculación (310), comprendiendo dicho procedimiento :
 - 45 accionar el pistón de recirculación en una cámara (208) en una primera dirección;
 - comunicar fluido a la cámara a través de una válvula de una vía (212) en un alojamiento en respuesta al accionamiento de un émbolo (270) en la primera dirección; mover fluido desde el espacio anular en el volumen de fluido a través de una válvula de retención (330) en el pistón de recirculación en respuesta al accionamiento del émbolo;
 - 50 accionar el émbolo en una segunda dirección;

en respuesta al accionamiento del émbolo en la segunda dirección, comunicar el fluido desde la cámara al volumen de fluido a través de una tubería hueca (300) y de una válvula de salida (314) en el extremo de la tubería hueca;

en respuesta al accionamiento del émbolo en la segunda dirección, hacer pasar fluido de salmuera a través de la membrana;

- 5 en respuesta al accionamiento del émbolo en la segunda dirección, hacer recircular fluido de salmuera dentro del recipiente a presión desde la segunda cara de la membrana hacia el primer extremo del recipiente a presión a través de la cámara anular;

en respuesta al accionamiento del émbolo en la segunda dirección, producir el permeado a través de la membrana;
y

- 10 comunicar el permeado desde el recipiente a presión.

11. Un procedimiento mencionado en la reivindicación 10, donde antes del accionamiento de un émbolo en una primera dirección, llenado del recipiente a presión desde un reservorio de fluido (202).

12. Un procedimiento mencionado en la reivindicación 10, donde la comunicación de fluido a una cámara comprende comunicar el fluido a la cámara a través de un filtro (207).

- 15 13. Un procedimiento mencionado en la reivindicación 10, donde la comunicación de fluido desde la cámara al volumen de fluido comprende comunicar el fluido desde la cámara de fluido al volumen de fluido a través de la tubería hueca acoplada mecánicamente entre el émbolo y el dispositivo de recirculación.

14. Un procedimiento mencionado en la reivindicación 10, que además comprende drenar el recipiente a presión a través de una válvula de drenaje (248).

20

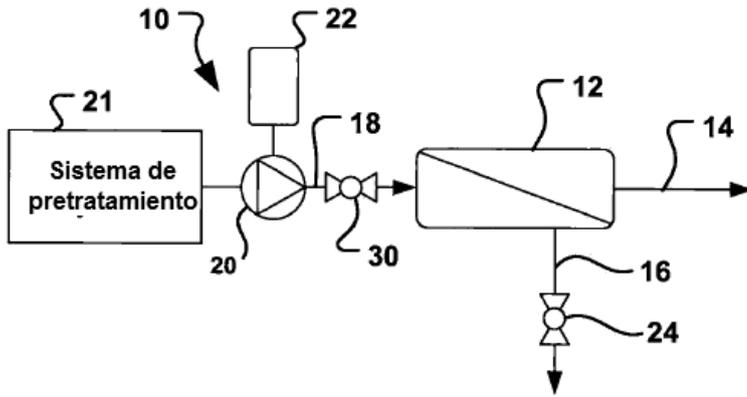


FIG. 1
Técnica previa

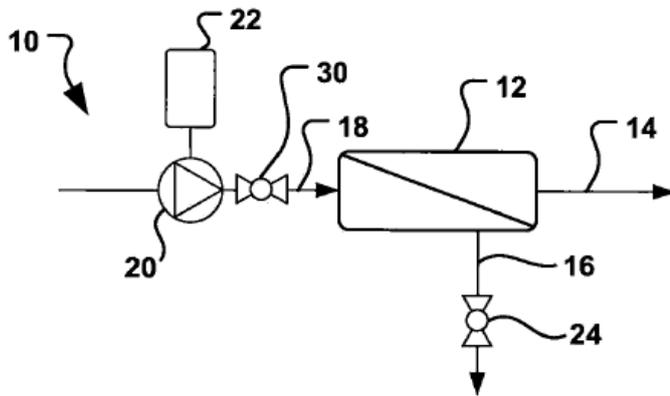


FIG. 2
Técnica previa

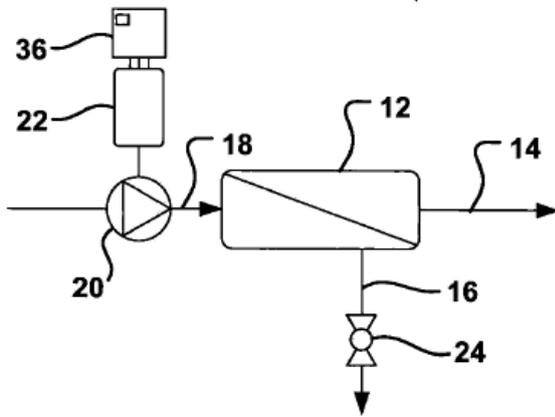


FIG. 3
Técnica previa

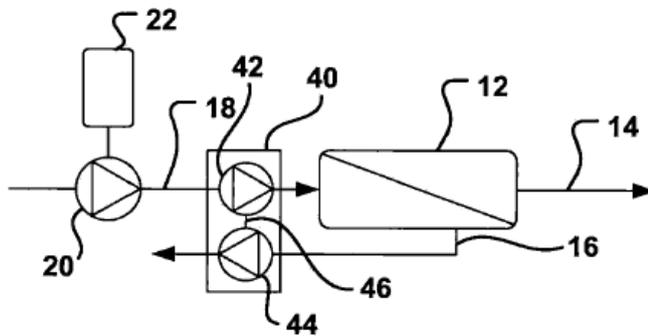


FIG. 4
Técnica previa

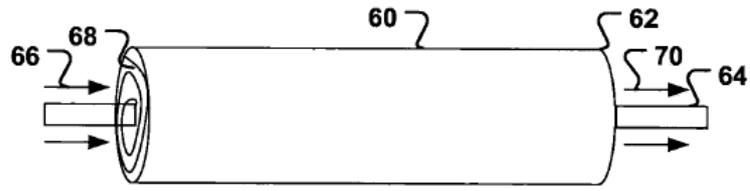


FIG. 5
Técnica previa

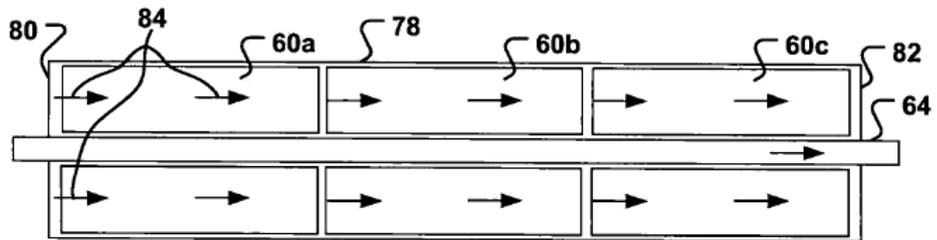


FIG. 6
Técnica previa

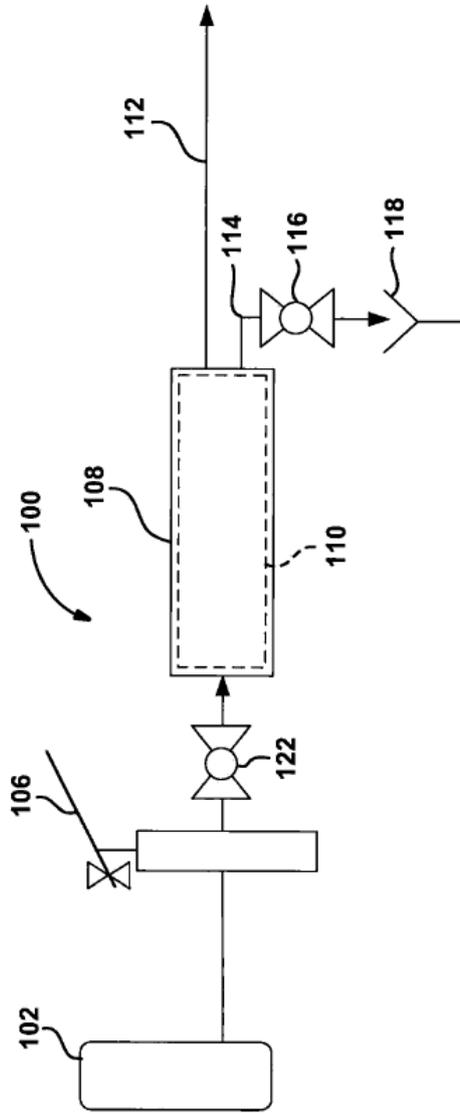


FIG. 7

Técnica previa

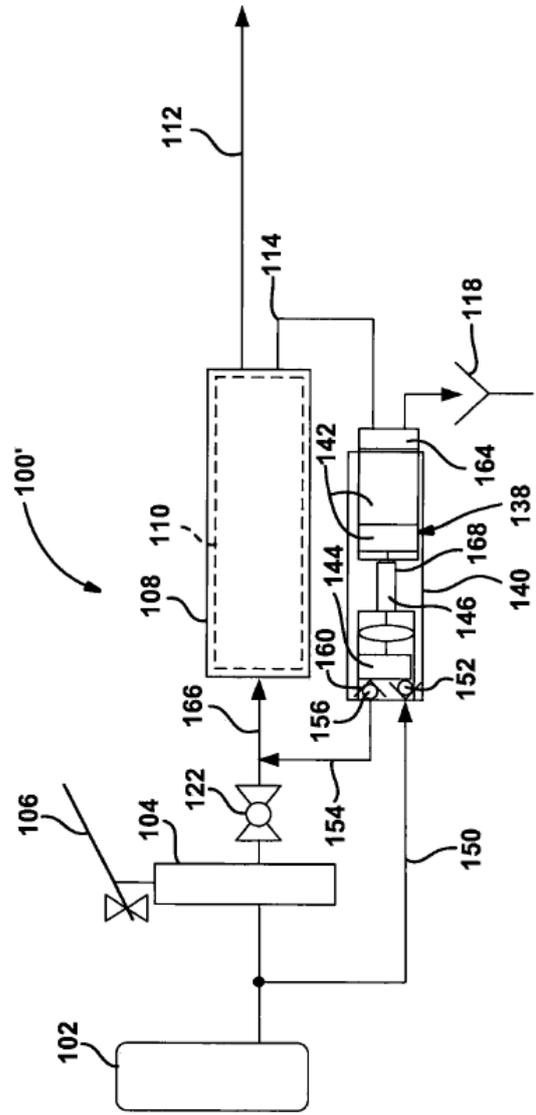


FIG. 8

Técnica previa

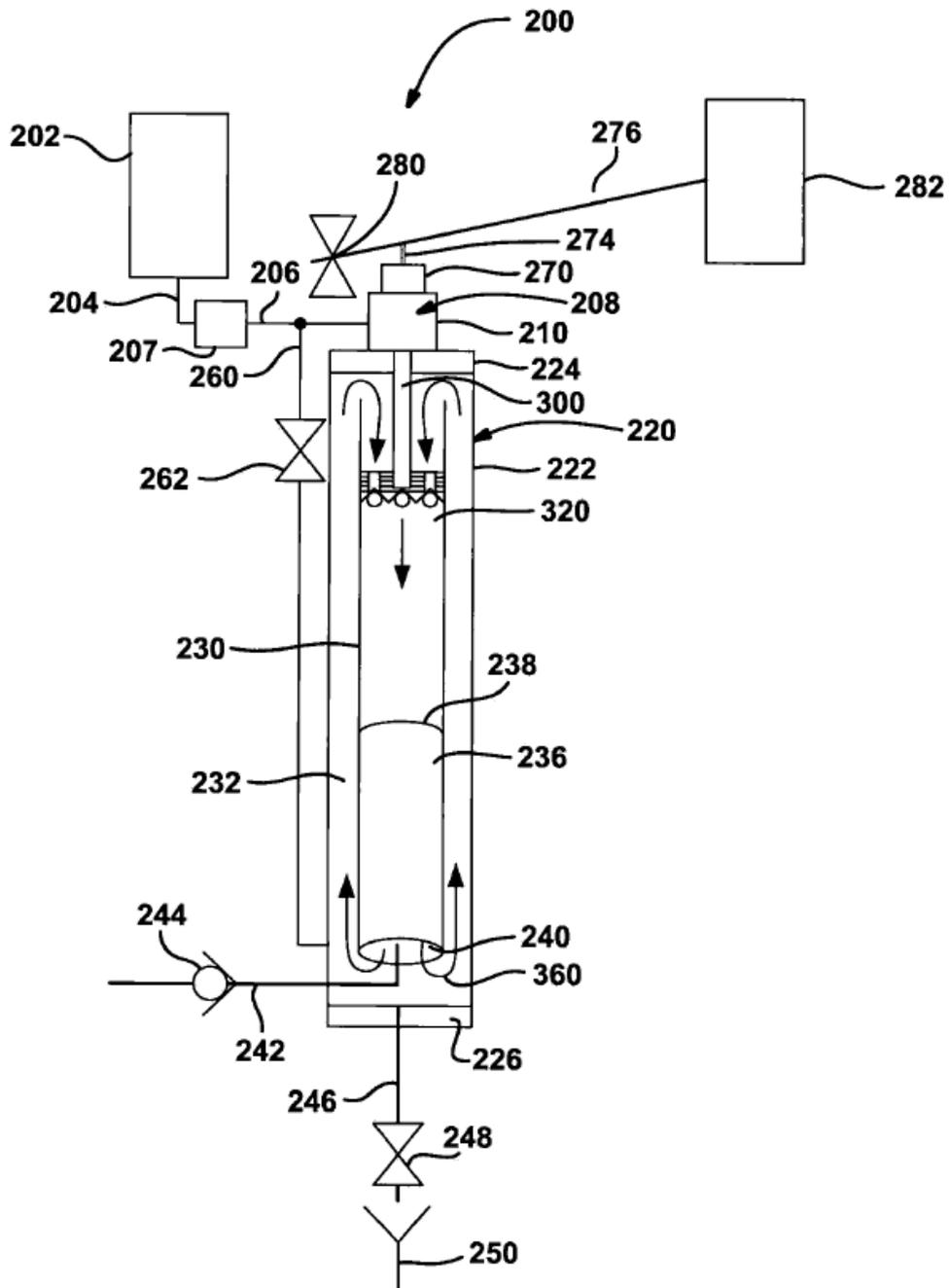


FIG. 9

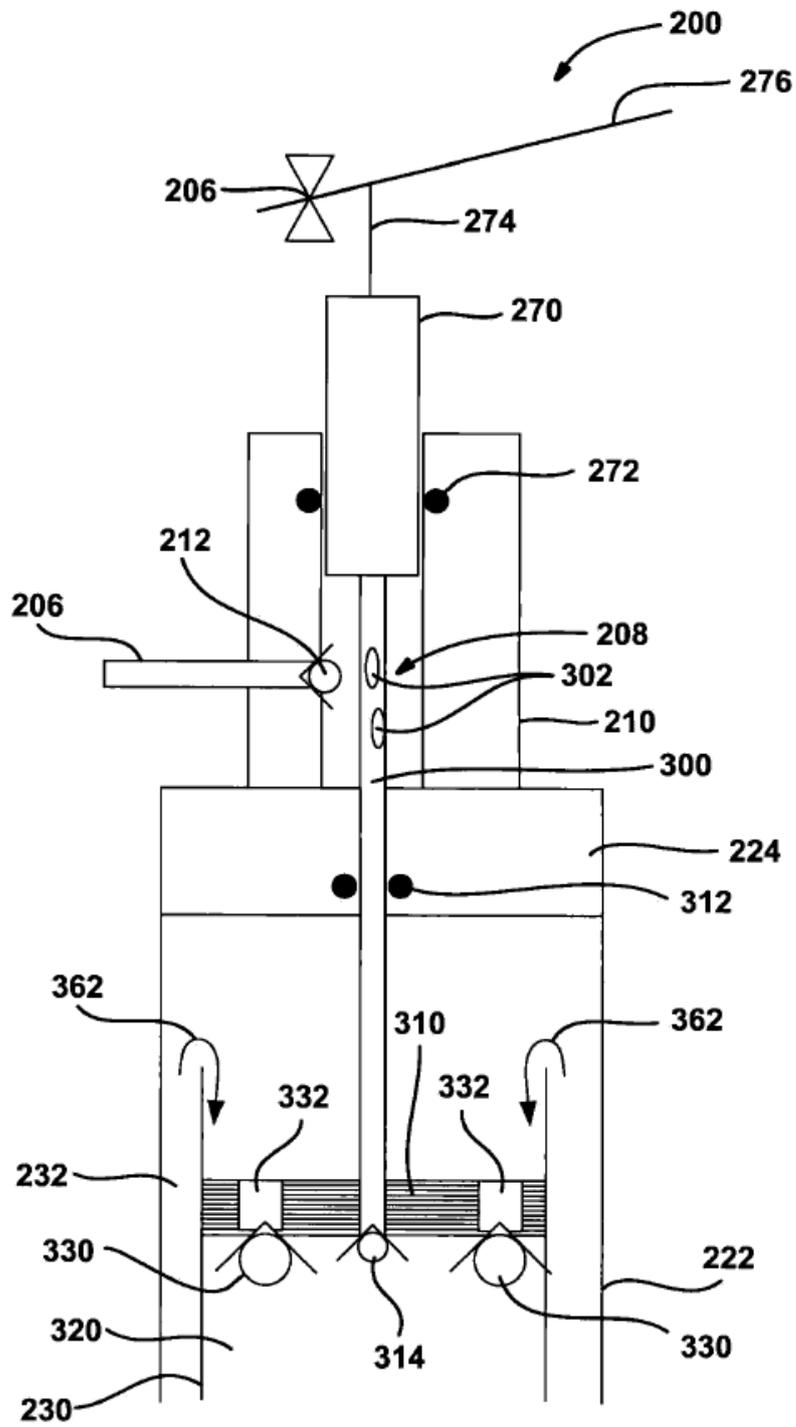


FIG. 10