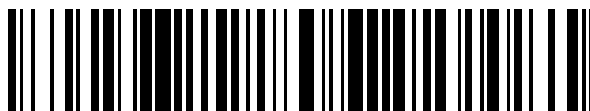


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 875**

51 Int. Cl.:

B01D 3/30 (2006.01)
C02F 1/38 (2006.01)
C02F 1/06 (2006.01)
C02F 1/08 (2006.01)
B01D 1/22 (2006.01)
B01D 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.06.2013 PCT/US2013/046595**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14004217**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2013 E 13809131 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2866912**

54 Título: **Sistema de descontaminación de agua y de generación de vapor de agua**

30 Prioridad:

28.06.2012 US 201213536581

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2019

73 Titular/es:

**VERNO HOLDINGS, LLC (100.0%)
Ametrine Executive Suites, 6130 Elton Avenue
Las Vegas, Nevada 89107, US**

72 Inventor/es:

**RILEY, JOHN D. y
JOHNSON, DANA L.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 709 875 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 descontaminación de agua y de generación de vapor de agua

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de descontaminación de agua y de generación de vapor de agua. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método mejorado que utiliza una serie de sensores y un sistema de control para vaporizar agua, eliminar sólidos disueltos y maximizar la recuperación de agua potable del agua contaminada a través de un recipiente de procesamiento de agua horizontal.

La desalinización (también la desalación o la desalinización) se refiere a uno de los muchos procesos para eliminar el exceso de sal, minerales y otros contaminantes naturales o no naturales del agua. Históricamente, la desalinización convirtió el agua de mar en agua potable a bordo de barcos. Los procesos modernos de desalinización todavía se utilizan en barcos y submarinos para garantizar un suministro constante de agua potable para la tripulación. Pero, la desalinización se usa cada vez más en regiones áridas con escasos recursos de agua dulce. En estas regiones, el agua salada del océano se desaliniza a agua dulce apta para el consumo (es decir, potable) o para el riego. El producto de desecho altamente concentrado del proceso de desalinización se conoce, comúnmente, como salmuera, y la sal (NaCl) es un subproducto principal típico. El interés más moderno en la desalinización se centra en desarrollar procesos rentables para proporcionar agua dulce para su uso en regiones áridas donde la disponibilidad de agua dulce es limitada.

La desalinización a gran escala suele ser costosa y requiere, generalmente, grandes cantidades de energía y una infraestructura costosa. Por ejemplo, la planta de desalinización más grande del mundo utiliza, principalmente, la destilación instantánea de múltiples etapas y puede producir 300 millones de metros cúbicos (m³) de agua al año. La planta de desalinización más grande de los Estados Unidos desaliniza 25 millones de galones (95 000 m³) de agua por día. En todo el mundo, aproximadamente 13 000 plantas desalinizadoras producen más de 12 mil millones de galones (45 millones de m³) de agua por día. Por lo tanto, existe una necesidad constante en la técnica de mejorar los métodos de desalinización, es decir, reducir los costes y mejorar la eficiencia de los sistemas relacionados.

La desalinización se puede realizar por muchos procesos diferentes. Por ejemplo, varios procesos utilizan métodos simples de desalinización a base de evaporación, tal como la evaporación de efecto múltiple (MED o simplemente ME), la evaporación por compresión de vapor (VC) y la evaporación-condensación. En general, la evaporación-condensación es un proceso de desalinización natural realizado por la naturaleza durante el ciclo hidrológico. En el ciclo hidrológico, el agua se evapora a la atmósfera de fuentes tales como lagos, océanos y ríos. El agua evaporada entra, entonces, en contacto con el aire más frío y forma rocío o lluvia. El agua resultante está, generalmente, libre de impurezas. El proceso hidrológico se puede replicar artificialmente mediante una serie de procesos de evaporación-condensación. En la operación básica, el agua salada se calienta a evaporación. La sal y otras impurezas se disuelven fuera del agua y se dejan atrás durante la etapa de evaporación. El agua evaporada se condensa después, se recoge y se almacena como agua dulce. A lo largo de los años, el sistema de evaporación-condensación ha mejorado mucho, especialmente con la aparición de una tecnología más eficiente que facilita el proceso. Pero, estos sistemas aún requieren una importante entrada de energía para evaporar el agua. Un método de desalinización alternativo basado en la evaporación incluye la destilación instantánea en múltiples etapas, como se ha descrito brevemente más arriba. La destilación instantánea en múltiples etapas utiliza la destilación al vacío. La destilación al vacío es un proceso de hervir agua a menos de la presión atmosférica creando un vacío dentro de la cámara de evaporación. Por lo tanto, la destilación al vacío opera a una temperatura mucho más baja que la MED o VC y, por lo tanto, requiere menos energía para evaporar el agua para separar los contaminantes de la misma. Este proceso es, particularmente, deseable en vista del aumento de los costos de energía.

Los métodos de desalinización alternativos pueden incluir procesos basados en membranas como la ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés), la electrodiálisis reversible (EDR, por sus siglas en inglés), la nanofiltración (NF, por sus siglas en inglés), la ósmosis directa (FO, por sus siglas en inglés) y la destilación de membrana (MD, por sus siglas en inglés). De estos procesos de desalinización, la ósmosis inversa es la más utilizada. La ósmosis inversa utiliza membranas semipermeables y presión para separar la sal y otras impurezas del agua. Las membranas de ósmosis inversa se consideran selectivas. Es decir, la membrana es altamente permeable a las moléculas de agua, aunque es altamente impermeable a la sal y otros contaminantes disueltos en la misma. Las propias membranas se almacenan en recipientes caros y altamente presurizados. Los recipientes disponen las membranas para maximizar el área de superficie y el caudal de agua salada a través de la misma. Los sistemas de desalinización por ósmosis convencional utilizan, habitualmente, una de las dos técnicas para el desarrollo de alta presión dentro del sistema: (1) bombas de alta presión; o (2) centrifugadoras. Una bomba de alta presión ayuda a filtrar el agua salada a través de la membrana. La presión en el sistema varía según los ajustes de la bomba y la presión osmótica del agua salada. La presión osmótica depende de la temperatura de la solución y de la concentración de sal disuelta en la misma. Alternativamente, las centrifugas son habitualmente más eficientes, pero son más difíciles de implementar. La centrifuga hace girar la solución a altas velocidades para separar materiales de diferentes densidades dentro de la solución. En combinación con una membrana, las sales suspendidas y otros contaminantes están sujetos a una aceleración radial constante a lo largo de la longitud de la membrana. Un problema común con ósmosis inversa, en general, es la eliminación de la sal suspendida y la obstrucción de la

membrana con el tiempo.

Los gastos operativos de las plantas de desalinización de agua por ósmosis inversa son determinados, principalmente, por los costos de energía necesarios para accionar la bomba de alta presión o la centrífuga. Un sistema de recuperación de energía hidráulica puede estar integrado en el sistema de ósmosis inversa para combatir el aumento de los costos de energía asociados con procesos de energía intensiva. Esto implica recuperar parte de la energía de entrada. Por ejemplo, las turbinas son, particularmente, capaces de recuperar energía en sistemas que requieren altas presiones de operación y grandes volúmenes de agua salada. La turbina recupera energía durante una caída de presión hidráulica. Por lo tanto, la energía se recupera en un sistema de ósmosis inversa basado en diferenciales de presión entre lados opuestos de la membrana. La presión en el lado de agua salada es mucho mayor que la presión en el lado de agua desalinizada. La caída de presión produce una considerable energía hidráulica recuperable por la turbina. Por lo tanto, la energía producida entre las secciones de alta presión y baja presión de la membrana de ósmosis inversa se aprovecha y no se desperdicia por completo. La energía recuperada se puede utilizar para accionar cualquiera de los componentes del sistema, incluyendo la bomba de alta presión o la centrífuga. Las turbinas ayudan a reducir los gastos generales de energía para realizar la desalinización.

En general, los sistemas de ósmosis inversa consumen, habitualmente, menos energía que la destilación térmica y, por lo tanto, son más rentables. Si bien la ósmosis inversa funciona bien con soluciones de agua un tanto salobre, la ósmosis inversa puede sobrecargarse y ser ineficiente cuando se usa con soluciones muy saladas, tales como el agua salada del océano. Otros métodos de desalinización menos eficientes pueden incluir el intercambio iónico, la congelación, la desalinización geotérmica, la humidificación solar (HDH o MEH), la cristalización del hidrato de metano, el reciclado de agua de alto grado o la hipertermia inducida por RF. Independientemente del proceso, la desalinización sigue siendo de energía intensiva. Los costos futuros y la viabilidad económica continúan dependiendo tanto del precio de la tecnología de desalinización como de los costos de la energía necesaria para operar el sistema.

En otro método alternativo de la desalinización, la patente estadounidense N.º 4,891,140 por Burke, Jr. divulga un método de separación y eliminación de minerales disueltos y material orgánico del agua mediante destilación destructiva. Aquí, el agua se calienta a vapor bajo presión controlada. Las partículas de sal disueltas y otros contaminantes caen fuera de la solución a medida que el agua se evapora. Una centrífuga de hidrociclón integrada acelera el proceso de separación. El agua limpia a alta presión caliente transfiere energía al sistema a través del intercambio de calor y un motor hidráulico. Por lo tanto, el uso de energía neta es relativamente menor que los procesos mencionados anteriormente. De hecho, el uso de energía neta es esencialmente equivalente a la bomba 1055 y el calor 1055 de la operación del equipo. Una ventaja particular de este diseño es que no hay membranas para reemplazar. Este proceso elimina los productos químicos y otros materiales que de otro modo dañarían o destruirían los dispositivos de desalinización a base de membranas.

Otra patente, la patente estadounidense N.º 4,287,026 de Wallace, divulga un método y un aparato de eliminación de sal y otros minerales en forma de sólidos disueltos de la sal y otras aguas salobres para la producción de agua potable. El agua es forzada a través de varias etapas de desalinización a alta temperatura y a altas velocidades centrífugas. Preferentemente, los componentes interiores hacen girar el agua a velocidades de hasta Mach 2 para separar y suspender eficientemente la sal disuelta y otros sólidos disueltos del agua vaporizada. La sal suspendida y otros minerales son forzados por centrifugación hacia el exterior para que se descarguen por separado del vapor de agua. El vapor separado y purificado se condensa de nuevo en agua potable. El sistema requiere, significativamente, menos energía operativa que los sistemas de ósmosis inversa y de filtración similares para purificar el agua de manera eficiente y económica. Un inconveniente de este diseño es que el eje giratorio está construido en una cámara vertical. Como resultado, las secciones de eje giratorio solo están ancladas, sólidamente, a la unidad base mediante un cojinete y una tapa de cojinete. A altas velocidades de rotación (por ejemplo, más de Mach 1), las vibraciones causan fallas excesivas en el eje de cojinete y en el sello. Otro inconveniente es que una serie de cámaras están atornilladas entre sí en secciones de carcasa. Las placas perforadas se acoplan a estas secciones mediante una junta tórica. Los sellos de la carcasa y de la junta tórica tienden a desgastarse con el tiempo debido a la penetración de sal debido a las múltiples cámaras y las secciones de la carcasa están conectadas a través de una pluralidad de tuercas y tornillos. En particular, el ensamblaje del diseño de Wallace es, particularmente, laborioso. El mantenimiento es igualmente laborioso, ya que lleva mucho tiempo desmontar cada una de las secciones de la carcasa, incluidas las juntas tóricas, las tuercas y los tornillos. Desde luego, el dispositivo se debe volver a ensamblar después de realizar el mantenimiento necesario. Cada sección de la carcasa se debe volver a poner con cuidado para asegurar un sellado adecuado entre las mismas. El sistema también es propenso a una variedad de problemas de torque y mantenimiento a medida que el dispositivo envejece, tal como la fuga de la junta tórica. Además, el eje giratorio está conectado a la fuente de energía mediante un accionamiento por engranajes, lo que contribuye a los problemas de fiabilidad mencionados anteriormente asociados con los cojinetes, ejes y sellos. El sistema también falla en describir un medio para regular la velocidad de las secciones del eje giratorio según la presión osmótica del agua salada que es desalinizada. La operación estática de la máquina de desalinización de Wallace no es, por lo tanto, tan eficiente como otros dispositivos de desalinización modernos. El documento WO 2009/158345 divulga un sistema y un método de descontaminación del agua y de generación de vapor de agua que introduce agua contaminada en un recipiente. El agua se arremolina y se calienta para producir un vapor que tiene al menos algunos de los contaminantes separados del mismo. El sistema está posicionado, horizontalmente, y carece de un manguito interior que forma una vía anular conectada a la descarga.

Por lo tanto, existe la necesidad en la técnica de un sistema mejorado que incluya sensores para monitorizar la información del sistema en tiempo real y controles para ajustar la operación mecánica del sistema para maximizar la descontaminación del agua, tal como la desalinización del agua y minimizar el consumo de energía. Tal sistema debe incorporar además múltiples ciclos de reciclaje para aumentar la recuperación de agua potable desde aproximadamente el ochenta por ciento hasta aproximadamente el noventa y seis por ciento a noventa y nueve por ciento, debe incorporar un sistema de recuperación asistido por polímeros para extraer elementos traza de compuestos de residuos y deben consumir menos energía que otros sistemas de desalinización conocidos en la técnica. La presente invención satisface estas necesidades y proporciona otras ventajas relacionadas.

Sumario de la invención

10 La presente invención está dirigida a un sistema de procesamiento de fluidos, tal como la descontaminación o desalinización del agua, y la generación de vapor de agua, incluyendo el vapor. El sistema incluye un recipiente alargado que define una cámara interior. El recipiente está, generalmente, orientado de manera horizontal. Se forma una entrada en el recipiente para introducir fluido en su interior. Una pluralidad de bandejas está dispuesta dentro de la cámara interior en relación separada entre sí. Las bandejas incluyen colectores a través de los cuales pasa el fluido (tanto el líquido como el vapor). Los colectores incluyen, preferentemente, una entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro más pequeño. Una pluralidad de deflectores, habitualmente placas con aberturas, está dispuesta entre las bandejas. Cada deflector tiene una pluralidad de aberturas a través de las cuales pasa el fluido (tanto el líquido como el vapor). Las aberturas tienen una entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro más pequeño. Al menos una de las bandejas incluye un director de flujo que se extiende desde una cara frontal de la misma y está configurado para dirigir el flujo del fluido hacia una periferia de la bandeja.

Un eje giratorio pasa a través de los deflectores, y se une a la bandeja para hacer girar las bandejas dentro de la cámara interior, mientras que los deflectores permanecen estacionarios. Un accionador hace girar el eje. Habitualmente, un hueco o una capa o manguito de material de baja fricción, o cojinetes, están dispuesto entre los deflectores y el eje.

25 Se forma una salida de contaminante en el recipiente y está, habitualmente, en comunicación fluida con un tanque de agua contaminante. Un manguito interior está dispuesto en la cámara interior corriente abajo de las bandejas y deflectores. El manguito interior está cerca de la salida del contaminante y forma un paso anular que va desde la cámara interior a la salida del contaminante. También se forma una salida de vapor de agua en el recipiente y está en comunicación con un tanque de recuperación de vapor para condensar el vapor en agua líquida. En una realización, al menos un tanque de agua contaminada tratada está acoplado en comunicación de fluidos al recipiente para el reprocesamiento del agua contaminada haciendo pasar nuevamente el agua contaminada tratada a través del sistema.

Se utiliza un controlador para ajustar la velocidad de rotación del eje o la entrada de agua en el recipiente. Al menos un sensor está en comunicación con el controlador. Al menos un sensor está configurado para determinar al menos uno de los siguientes: 1) la velocidad de rotación del eje o las bandejas, 2) la presión de la cámara interior, 3) la temperatura del fluido, 4) la tasa de entrada de fluido o 5) el nivel de contaminantes en el fluido que se va a procesar.

En una realización, una turbina está conectada a la salida de vapor del recipiente y está conectada operativamente a un generador eléctrico. El fluido se calienta al menos a una temperatura de ebullición del mismo para generar chorro, y el vapor y/o el chorro pasan a través de la turbina conectada, operativamente, al generador eléctrico. Un retorno de fluido tratado puede estar dispuesto entre la turbina y la entrada de fluido del recipiente. Alternativamente, el eje puede extenderse fuera del recipiente y estar acoplado directa o indirectamente a un generador eléctrico.

En una realización particularmente preferente, el sistema está unido a un bastidor portátil, que puede ser transportado a través de un camión semirremolque, un recipiente ISO, o similares.

45 En uso, el método de descontaminación de fluido y de generación del vapor comprende las etapas de introducción de un fluido que tiene contaminantes en el recipiente. El fluido se mueve a través de la serie de bandejas giratorias separadas alternativamente por los deflectores estacionarios para agitar y calentar el fluido para efectuar la vaporización de los mismos para producir un vapor que tiene al menos algunos de los contaminantes separados de los mismos. Habitualmente, el fluido se calienta a al menos 37,7 °C, pero a menos de 100 °C, si el sistema no incluye una turbina y un generador eléctrico. Preferentemente, la temperatura del vapor se eleva a una temperatura de pasteurización. Esto se hace girando las bandejas a una velocidad en la que la temperatura del vapor alcanza la temperatura de pasteurización.

El vapor se elimina del recipiente para condensarlo aparte de los contaminantes separados y el fluido restante. El vapor pasa a través de un tanque de recuperación que tiene miembros separados en una trayectoria de flujo del vapor para la coalescencia o condensación en líquido.

En una realización, se detectan ciertas condiciones, que incluyen al menos una de las siguientes: 1) entrada de fluido en el recipiente, 2) la velocidad de rotación de las bandejas, 3) presión dentro del recipiente, 4) temperatura del fluido o 5) nivel de contaminantes separados. La velocidad de rotación de las bandejas o la entrada de agua en

el recipiente se puede ajustar en respuesta a las condiciones detectadas. El nivel de contaminantes y fluidos separados en un tanque de retención o la concentración de contaminantes en el fluido tratado también se puede detectar, y los contaminantes y el fluido separados se pueden reprocesar mediante la recirculación de los mismos a través del recipiente.

5 Un sistema de procesamiento de fluidos comprende un recipiente alargado que tiene una entrada de fluido y un eje a través del recipiente. El sistema incluye medios para comprimir de manera centrífuga y axial un fluido, tanto líquido como vapor, pero principalmente vapor, a través del recipiente. El sistema también incluye medios para hacer girar el eje para accionar los medios para la compresión centrífuga y axial. El recipiente también incluye una salida de fluido, que comprende, preferentemente, salidas separadas de líquido y vapor.

10 Los medios para la compresión centrífuga y axial comprenden un conjunto próximo de bandejas y deflectores separados alternativamente. Las bandejas están unidas al eje y tienen una pluralidad de colectores a través de los cuales pasa el fluido, tanto líquido como vapor. Los deflectores están unidos al recipiente y tienen una pluralidad de aberturas a través de las cuales pasa el fluido, tanto líquido como vapor.

Los medios para hacer girar el eje comprenden un conjunto distal de bandejas y deflectores separados alternativamente que funcionan como una turbina de gas sin iluminación o una turbina hidráulica/de agua. Al igual que con los medios para la compresión centrífuga y axial, las bandejas están unidas al eje y tienen una pluralidad de colectores a través de los cuales pasa el fluido. Los deflectores están unidos al recipiente y tienen una pluralidad de aberturas a través de las cuales pasa el fluido. En una realización particular, los colectores de las bandejas en los medios para la compresión centrífuga y axial están orientadas en un ángulo diferente de los colectores en las bandejas y los medios para hacer girar el eje.

15 El sistema comprende además un medio para bombear axialmente el fluido a través del recipiente. Los medios para bombear axialmente comprenden una cámara de admisión dispuesta entre la entrada de fluido y los medios para la compresión centrífuga y axial. La cámara de admisión funciona como una bomba axial una vez que el sistema funciona a una velocidad de rotación operativa.

25 Los medios para la compresión centrífuga y axial vaporizan al menos parte del fluido a través de la cavitación, tal que el fluido comprende sólidos disueltos no vaporizados, un líquido y un vapor. Los medios para la compresión centrífuga y axial causan la compresión centrífuga del fluido, dando como resultado los sólidos disueltos no vaporizados y al menos parte del líquido que se mueve hacia una pared exterior del recipiente. Los medios para la compresión centrífuga y axial causan la compresión del flujo axial del líquido y el vapor aumentando la presión del fluido.

30 El sistema comprende además un medio de descarga del fluido en salidas de líquido y vapor separadas. Este medio de descarga comprende una cámara de descarga que tiene un manguito interior que define un paso anular en comunicación con la salida de líquido. La separación del fluido a las salidas de líquido y vapor separadas resulta en una reducción de la presión y una separación física de los sólidos disueltos no vaporizados y el líquido del vapor.

35 Un método de procesamiento de fluidos que comprende las etapas de bombear un fluido a través de una entrada de fluido en un recipiente alargado que tiene un eje a través del mismo. El método también comprende la etapa de la compresión centrífuga y axial de un fluido a través del recipiente y de hacer girar el eje para accionar la compresión centrífuga y axial. El método también incluye la etapa de descargar el fluido a través de una salida de fluido en el recipiente.

40 La etapa de compresión centrífuga y axial comprende la etapa de pasar el fluido a través de un conjunto próximo de bandejas separadas alternativamente unidas al eje y deflectores fijados a los recipientes.

La etapa de hacer girar el eje comprende la etapa de pasar el fluido a través de un conjunto distal de bandejas separadas alternativamente unidas al eje y deflectores fijados al recipiente. El conjunto distal de las bandejas y deflectores funciona como una turbina de gas sin luz o una turbina hidráulica/de agua. Las etapas de paso comprenden pasar el fluido a través de una pluralidad de colectores en las bandejas y una pluralidad de aberturas en los deflectores.

45 La etapa de bombeo comprende la etapa de bombear axialmente el fluido a través del recipiente. La etapa de bombeo axial comprende la etapa de pasar el fluido a través de una cámara de admisión antes de realizar la etapa de compresión centrífuga y axial. La cámara de admisión funciona como una bomba axial para realizar la etapa de bombeo axial una vez que el sistema se ejecuta a una velocidad de rotación operativa.

50 La etapa de compresión centrífuga y axial comprende la etapa de vaporizar al menos parte del fluido a través de la cavitación, de manera que el fluido comprenda sólidos disueltos no vaporizados, un líquido y un vapor. La etapa de compresión centrífuga y axial comprende además la etapa de mover los sólidos disueltos no vaporizados y al menos parte del líquido hacia una pared exterior del recipiente. La etapa de compresión centrífuga y axial también comprende la etapa de aumentar la presión del fluido a través de la compresión axial del líquido y el vapor. La etapa de descarga comprende las etapas de separar físicamente los sólidos disueltos no vaporizados y el líquido del vapor, de descargar los sólidos disueltos no vaporizados y los líquidos a través de una salida de líquido, y descargar

el vapor a través de una salida de vapor. El método comprende además la etapa de reducir la presión del fluido en una cámara de descarga.

Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos ilustran la invención. En tales dibujos:

la figura 1 es una vista esquemática superior, y parcialmente seccionada, de un sistema de descontaminación de agua y de generación de vapor de agua;

la figura 2 es una vista esquemática lateral, y parcialmente seccionada, del sistema de la figura 1;

la figura 3 es una vista superior que ilustra el recipiente de procesamiento de agua que tiene una parte superior del mismo abierta;

la figura 4 es una vista de extremo del recipiente de procesamiento de agua horizontal unido a un bastidor portátil, según la presente invención;

la figura 5 es una vista superior de una bandeja giratoria que tiene una pluralidad de colectores en la misma;

la figura 6 es una vista en sección transversal de una parte de la bandeja y un colector de la misma;

la figura 7 es una vista superior de un deflector, usado según la presente invención;

la figura 8 es una vista lateral de una bandeja que tiene un director de agua dispuesto delante de la misma;

la figura 9 es una vista en sección transversal de una parte del deflector, que ilustra una abertura cónica del mismo;

la figura 10 es un esquema que ilustra el motor eléctrico acoplado a la transmisión y después acoplado al eje del recipiente de procesamiento de agua, según la presente invención;

la figura 11 es una ilustración esquemática del sistema, similar a la figura 1, pero que ilustra la incorporación de una caja de control y diversos sensores;

la figura 12 es una vista esquemática superior del sistema que incorpora una turbina y un generador eléctrico;

la figura 13 es una vista de extremo del recipiente de procesamiento de agua, que ilustra una salida de vapor del mismo;

la figura 14 es una vista esquemática lateral del sistema de la figura 12;

la figura 15 es una vista frontal esquemática y en sección parcial de un sistema de descontaminación de agua y de generación de vapor de agua, según la presente invención;

la figura 16 es un primer plano de las bandejas y deflectores del sistema de la figura 15 indicado por el círculo 16;

la figura 17 es una vista en perspectiva inferior del recipiente con entradas y salidas representadas en el sistema de la figura 15;

la figura 18 es una sección transversal del recipiente de la figura 17 tomada a lo largo de la línea 18-18 de la misma;

la figura 19 es una ilustración del eje con bandejas y deflectores del sistema de la figura 15;

la figura 20 es una ilustración de una bandeja del sistema de la figura 15;

la figura 21 es una ilustración de un deflector del sistema de la figura 15;

la figura 22 es una vista lateral de una bandeja indicada por la línea 22-22 en la figura 20;

la figura 23 es una vista lateral opuesta de la bandeja indicada por la línea 23 de la figura 20;

la figura 24 es una vista lateral de un deflector indicado por la línea 24-24 en la figura 21;

la figura 25 es una vista parcial en sección transversal del eje, la bandeja y el deflector tal como están dispuesto en el recipiente;

la figura 26 es una vista en sección transversal de una bandeja tomada a lo largo de la línea 26-26 de la figura 20;

la figura 27 es una vista en sección transversal de un deflector tomado a lo largo de la línea 27-27 de la figura 21;

la figura 28 es un diagrama esquemático de una pantalla de control para un sistema de la presente invención; y

la figura 29 es una ilustración esquemática de los procesos que ocurren en diversos puntos a lo largo del recipiente de procesamiento de agua de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

Como se muestra en los dibujos, a modo de ilustración, la presente invención reside en un sistema y método de descontaminación de agua y de generación de vapor de agua. El sistema de la presente invención está limitado a un sistema que comprende un manguito (45) interior que forma un paso (47) anular. Dicho manguito se omite en las figuras 1-3, 11 y 12, que por lo tanto no forman parte de la presente invención. El método y el sistema de la presente invención son, particularmente, adecuados para la desalinización del agua salada, tal como del océano u de otras aguas salobres, así como el agua de río u otros líquidos/lodos. Este procesamiento preferente se usará con fines ejemplares en el presente documento, aunque los expertos en la técnica entenderán que el sistema y el método de la presente invención podrían usarse para descontaminar otras fuentes de agua. La presente invención se puede usar para eliminar sólidos disueltos o suspendidos (descontaminación), así como metales pesados y otros contaminantes. Por otra parte, como se describirá más detalladamente en el presente documento, el sistema y el método de la presente invención se pueden usar en asociación con agua relativamente limpia para crear vapor de

agua, en forma de chorro, que tiene una presión y temperatura suficientes para ser pasado a través de una turbina que está operativamente conectada a un generador eléctrico para la generación de electricidad u otras aplicaciones de calentamiento de chorro.

Haciendo referencia ahora a las figuras 1 y 2, el sistema, llamado generalmente por el número de referencia 10, incluye un recipiente de procesamiento de agua o cámara 12 que define una cámara 14 interior, en el que la sal y otros sólidos disueltos y contaminantes se eliminan del agua para producir agua potable esencialmente sin minerales. En una realización, el recipiente 12 de procesamiento recibe agua contaminada desde un tanque 16 de alimentación a través de una válvula 18 de entrada a través de un tubo 20 de tanque de alimentación. En esta ilustración, la válvula 18 de entrada entra al recipiente 12 lateralmente a través de una pared lateral. Esta válvula 18 de entrada puede posicionarse alternativamente como se describe a continuación. La fuente de agua puede ser agua de mar u océano, otras aguas salobres, o incluso agua que está contaminada con otros contaminantes. Además, la presente invención prevé suministrar el agua contaminada directamente de la fuente, en la que el tanque 16 de alimentación no necesariamente puede usarse.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, en una realización, el recipiente 12 está compuesto por una cubierta inferior y una parte de cubierta 12b superior, tal que las partes de cubierta inferior y superior 12a y 12b pueden abrirse o retirarse entre sí para acceder al contenido dentro de la cámara 14 interior del recipiente 12. El recipiente 12 también puede construirse como una única unidad en oposición a las partes de cubierta superior e inferior. El recipiente 12 de procesamiento de agua incluye, dentro de la cámara 14 interior, una pluralidad de bandejas 22 giratorias separadas entre sí y tiene un deflector 24 dispuesto entre cada par de bandejas 22. Como se explicará más detalladamente en el presente documento, las bandejas 22 giratorias incluyen una pluralidad de colectores 26 formados a través de las mismas y los deflectores 24 comprenden, habitualmente, placas que tienen una pluralidad de aberturas 28 formadas a través de las mismas. Los deflectores 24 están fijados al recipiente 12 de manera que sean estacionarios. Los deflectores 24 pueden comprender una parte inferior dispuesta en la cubierta 12a inferior del recipiente y una parte superior unida y dispuesta en la cubierta 12b superior del recipiente 12 y diseñada para formar un único deflector cuando las cubiertas inferior y superior 12a y 12b del recipiente 12 están acopladas entre sí y cerradas. Alternativamente, cada deflector 24 puede comprender una única pieza que está unida ya sea a la cubierta 12a inferior o la cubierta 12b superior en la realización anterior o en múltiples puntos en la realización de una única unidad. En cualquier realización, el deflector 24 permanecerá, generalmente, estacionario a medida que el agua y el vapor de agua pasan a través del mismo.

Un accionador 30 de frecuencia variable regula la velocidad a la que el motor 32 eléctrico acciona una transmisión 34 y un eje 36 correspondiente. El eje 36 está acoplado de manera giratoria a los cojinetes o similares, habitualmente cojinetes sin fricción lubricados con aceite sintético, acopladores Schmitt o cojinetes de cerámica 38 y 40 en los extremos, generalmente, opuestos del recipiente 12. El eje 36 se extiende a través de las bandejas 22 y los deflectores 24 de manera que solo las bandejas 22 se hagan girar por el eje. Es decir, las bandejas 22 están acopladas al eje 36. Los cojinetes, o un material de baja fricción, tal como una capa o un manguito de teflón, están dispuesto entre el eje 36 giratorio y el deflector 24 de la placa de apertura para reducir la fricción entre los mismos, pero, estabilizar y soportar el eje 36 giratorio. No se prefiere el teflón, ya que podría desgastarse y contaminar el fluido.

Como puede verse en los dibujos, el recipiente 12 de procesamiento de agua está, generalmente, orientado de manera horizontal. Esto contrasta con el dispositivo Wallace '026 en el que la cámara de procesamiento de agua estaba, generalmente, orientada de manera vertical, y la parte superior del eje giratorio estaba asegurada por un cojinete y una tapa del cojinete, que sostenían la propia cámara. Como resultado, las secciones de eje giratorio solo estaban sólidamente ancladas a la base de la unidad. A altas velocidades de operación de rotación, las vibraciones dentro del sistema causan fallas excesivas en el cojinete, el eje y el sello. En cambio, el montaje horizontal del recipiente 12 de procesamiento de agua en una estructura 42 de bastidor distribuye la carga de rotación a lo largo de la longitud del recipiente 12 y reduce las vibraciones, tales como las vibraciones armónicas, que de otro modo podrían causar fallas excesivas en el cojinete, el eje y el sello. Además, el montaje del recipiente 12 en la estructura 42 de bastidor mejora la portabilidad del sistema 10, como se describirá más detalladamente en el presente documento. Soportar el eje 36 de rotación muy rápidamente a través de cada deflector 24 estabiliza además el eje y el sistema y reduce las vibraciones y el daño causado por el mismo.

Como se ha mencionado anteriormente, el eje 36 y las bandejas 22 se hacen girar a una velocidad muy alta, tal como Mach 2, aunque las velocidades más lentas tales como Mach 1.7 han demostrado ser eficaces. Esto mueve el agua a través de los colectores 26 de las bandejas 22, que agitan y calientan el agua de tal manera que se forma un vapor de agua, y los contaminantes, las sales y otros sólidos disueltos quedan atrás y caen del vapor de agua. La mayor parte del agua de admisión se vaporiza mediante 1) destilación al vacío y 2) cavitación creada durante el impacto con la primera bandeja 22 giratoria, la compresión de flujo centrífuga y axial hace que las temperaturas y presiones aumenten, ya que existe una correlación directa entre las RPM del eje y el aumento o disminución de la temperatura/presión. El agua y el vapor de agua pasan después a través de las aberturas 28 de los deflectores 24 antes de ser procesados nuevamente a través de la siguiente bandeja 22 giratoria con colectores 26. Las configuraciones de las bandejas 22 y los deflectores 24 están diseñadas para minimizar o eliminar el arrastre y la fricción en la rotación del eje 36 proporcionando un espacio libre suficiente en el perímetro de las bandejas 22 y a través de la abertura 59 central de los deflectores 24. Al mismo tiempo, la fuga alrededor del perímetro de las

bandejas 22 y a través de la abertura 59 central de los deflectores 24 se va a minimizar para aumentar la eficiencia.

A medida que el agua y el vapor de agua pasan a través de cada subcámara del recipiente 12, la temperatura del vapor de agua aumenta de manera que se crea vapor de agua adicional y deja atrás las sales, los sólidos disueltos y otros contaminantes en el agua restante. Las fuerzas centrífugas en el agua y los contaminantes la empujan hacia la pared de la cámara 14 interior y dentro del paso (47) anular que dirige los contaminantes y el agua no vaporizada a una salida 46. El vapor de agua que se genera pasa a través de una salida 48 de vapor de agua formada en el recipiente 12. De este modo, el vapor de agua y los contaminantes y el agua restante se separan entre sí.

Como se ha mencionado anteriormente, las bandejas 22 se hacen girar por el eje 36. El eje 36 está soportado dentro del interior del recipiente 12 de procesamiento de agua por una pluralidad de cojinetes, como se ha mencionado anteriormente. Los cojinetes son, habitualmente, cojinetes sin fricción lubricados con aceite sintético, acero o cerámica. Los sistemas de desalinización de la técnica anterior incorporan cojinetes de rodillos estándar que fallarían a altas velocidades de rotación y altas temperaturas. Por lo tanto, los sistemas de desalinización conocidos en la técnica anterior tenían altas tasas de fallas asociadas con los cojinetes de rodillos estándar. En la presente invención, los cojinetes sin fricción lubricados, los cojinetes de bolas de acero sellados o los cojinetes de cerámica 38 y 40 son más duraderos que los cojinetes de rodillos estándar y fallan con menos frecuencia a altas velocidades y temperaturas de rotación. Además, el eje 36 puede ser soportado, intermitentemente, por los materiales de baja fricción, tales como los manguitos de teflón o los cojinetes 50 dispuesto entre la placa 24 deflectora y el eje 36. Esto asegura además una distribución uniforme del peso y las fuerzas en el eje 36 y mejora la operación y la longevidad del sistema.

Haciendo referencia particular ahora a las figuras 5 y 6, se muestra una bandeja 22 ejemplar, que tiene una pluralidad de colectores 26 formados a través de la misma. Aunque se ilustran catorce colectores 26 en la figura 5, se apreciará que el número puede variar y puede ser de varias docenas en una única bandeja 22, por lo tanto, la línea de puntos representa múltiples colectores de una variedad de números.

La figura 6 es una vista en sección transversal de la bandeja 22 y el colector 26 formado en la misma. En una realización particularmente preferente, los colectores 26 son de cinta roja, de modo que un diámetro de una entrada 52 de los mismos es mayor que el diámetro de una salida 54 de los mismos. El colector 26 cónico es esencialmente un tubo Venturi que tiene la abertura vertical o la entrada 52 sustancialmente perpendicular a la superficie horizontal de la base de la bandeja 22 giratoria. El líquido y el vapor se aceleran a través del colector 26 cónico porque el colector cónico tiene un volumen mayor en la entrada 52 del mismo y un volumen más pequeño en la salida 54 del mismo. El cambio en el volumen desde la entrada a la salida del colector 26 cónico provoca un aumento en la velocidad debido al efecto Venturi. Como resultado, el agua líquida y el vapor de agua se aceleran y agitan aún más, lo que resulta en un aumento de la temperatura y la presión. Esto permite además la separación de los contaminantes del vapor de agua. El colector 26 cónico se puede unir a la bandeja 22 giratoria por cualquier medio conocido en la técnica.

Una vez más, se apreciará que habrá colectores 26 más o menos cónicos distribuidos en toda el área de la bandeja 22 giratoria, el número particular y el tamaño de los colectores 26 variarán en función de las condiciones operativas del sistema 10 de la presente invención. Además, el ángulo del colector 26, ilustrado como aproximadamente cuarenta y cinco grados en la figura 6, se puede variar de una bandeja a otra. Es decir, aumentando el ángulo del colector giratorio, como por ejemplo en veinticinco grados a treinta y uno grados a treinta y seis grados en la bandeja posterior, a cuarenta grados, cuarenta y cinco grados en la siguiente bandeja, etc. el aumento en el ángulo del colector 26 de la bandeja 22 giratoria acomoda el aumento de la presión del vapor de agua que se acumula cuando el vapor de agua pasa a través del recipiente 12. El aumento de ángulo también se puede utilizar para agitar y crear además vapor de agua, y aumentar la presión del vapor de agua, que se puede usar en una turbina de chorro, como se describirá más detalladamente en el presente documento.

Haciendo referencia ahora a las figuras 7 y 9, se muestra un deflector 24, en forma de una placa perforada, en la figura 7. En este caso, el deflector 24 se forma como un primer miembro 56 de placa y un segundo miembro 58 de placa que están conectados por conectores 60 a la pared interior del recipiente 12. Los conectores 60 pueden comprender pernos, pasadores, varillas o cualquier otro medio de conexión que sea adecuado. Alternativamente, como se ha descrito anteriormente, el deflector 24 puede formarse como una única unidad conectada ya sea a la carcasa del recipiente superior o inferior 12a y 12b. Cuando se forman como miembros de placa duales 56 y 58, preferentemente los miembros de placa 56 y 58 se acoplan entre sí cuando el recipiente 12 está cerrado para formar efectivamente un único deflector 24.

Como se ha descrito anteriormente, una pluralidad de aberturas 28 se forma a través de la placa de deflector 24. La figura 9 es una vista en sección transversal de una abertura de este tipo 28. Similar a la bandeja descrita anteriormente, la abertura incluye, preferentemente, una entrada 62 que tiene un diámetro que es mayor que una salida 64 de la misma, tal que la abertura 28 está cónica, lo que aumentará la presión y la velocidad del agua y el vapor de agua que pasa a través de la misma aumentando aún más la temperatura y creando vapor adicional del agua. De manera similar a la bandeja 22 descrita anteriormente, las aberturas 28 pueden formarse en toda la placa de deflector, como se representa por la serie de líneas discontinuas. El número y tamaño particulares de las aberturas 28 pueden variar en función de las condiciones operativas del sistema 10.

Haciendo referencia ahora a la figura 8, el eje 36 se ilustra extendiéndose a través de la bandeja 22 giratoria. En una realización, un director 66 de agua en forma de cono se posiciona frente a la bandeja 22. Por ejemplo, el director 66 puede tener un ángulo de cuarenta y cinco grados para desviar el resto del agua y el vapor que pasa a través de la abertura 59 central del deflector 24 desde el eje 36 y hacia la periferia o el borde exterior de la bandeja 22 para una mejor vaporización y un mayor porcentaje de recuperación de agua potable.

Haciendo referencia nuevamente a las figuras 3 y 4, como se ha mencionado anteriormente, en una realización particularmente preferente, el recipiente 12 puede formarse en dos cubiertas o secciones 12a y 12b. Esto permite una rápida inspección y reemplazo de los componentes del recipiente, según sea necesario. Preferentemente, la pared de la cámara 14 interior y cualquier otro componente tal como las bandejas 22, las placas de deflector 24, el eje 36, etc. se tratan con Melonita u otra sustancia que reduce la fricción y es resistente a la corrosión. Desde luego, estos componentes pueden estar compuestos por materiales que son resistentes a la corrosión y tienen un bajo coeficiente de fricción, tales como el acero inoxidable pulido o similar. La sección inferior y superior 12a y 12b del recipiente 12 están, preferentemente, interconectadas de manera que cuando están cerradas son, sustancialmente, herméticas al aire y al agua. Además, el recipiente 12 cerrado debe ser capaz de soportar altas temperaturas y presiones debido a la vaporización del agua en su interior durante la operación del sistema 10.

Haciendo referencia ahora a las figuras 1, 2 y 10, habitualmente una transmisión 34 interconecta el motor 32 eléctrico y el eje 36 de accionamiento. El motor 32 puede ser un motor de combustión (gasolina, diésel, gas natural, etc.), motor eléctrico, turbina de gas u otro medio conocido para proporcionar el accionador. La velocidad de la transmisión 34 se establece mediante el accionador 30 de frecuencia variable 30. El accionador 30 de frecuencia variable está regulada, principalmente, por un controlador 68 computarizado, como se describirá más detalladamente en el presente documento. El eje 36 puede ser accionado por cinta o engranaje. Como se describe a continuación, el motor 32 también puede estar conectado directamente al eje 36. Haciendo referencia particular a la figura 10, el eje 70 del motor está conectado a un eje 72 intermedio mediante una cinta 74. El eje 72 intermedio está conectado al eje mediante otra cinta 76. El sistema de cinta y polea industrial de alta velocidad mostrado en la figura 10 acciona el eje 36 dentro del recipiente 12 de procesamiento de agua. Como se muestra, una pluralidad de cintas 74 y 76 y un conjunto de ejes 72 intermedios aumentan la velocidad de salida de rotación en el eje 36 por un múltiple de la velocidad de entrada de rotación aplicada por el motor 32 eléctrico en el eje 70 de accionamiento del motor eléctrico. Desde luego, la relación de la velocidad de entrada de rotación y la velocidad de salida de rotación se puede cambiar cambiando las velocidades de rotación relativas de las cintas 74 y 76 y los ejes 72 intermedios correspondientes. Al acoplar el eje 70 de accionamiento del motor eléctrico al eje 36 a través de las cintas 74 y 76 y al eje 72 intermedio, y al agregar un acoplador Schmitt en el eje 36 entre la transmisión 34 y la cámara 12, la presente invención puede evitar los problemas de vibración y fiabilidad que molestan otros sistemas de desalinización de la técnica anterior.

Haciendo referencia nuevamente a la figura 1, como se ha mencionado anteriormente, el vapor de agua se dirige a través de una salida 48 de vapor de agua del recipiente 12. El vapor de agua se desplaza a través de un tubo 78 de recuperación hacia un recipiente de recuperación de vapor o un tanque 80. El vapor de agua se condensa y se une, después, en agua líquida dentro del tanque de recuperación de vapor 80. Para facilitar esto, en una realización, una pluralidad de miembros 82 separados, tales como en forma de persianas, se posicionan en la trayectoria de flujo del vapor de agua tal que el vapor de agua puede unirse y condensarse en las persianas y se convierte en agua líquida. Después, el agua líquida se mueve a un tanque 84 de almacenamiento de agua potable o a un tanque 86 de pasteurización y retención. Si el agua y el vapor de agua del recipiente 12 se calientan a la temperatura necesaria para la pasteurización, a fin de matar microorganismos dañinos, las larvas de mejillón cebra y otros organismos nocivos, el agua líquida puede mantenerse en el tanque 86 de retención.

Haciendo referencia ahora a las figuras 15-27, se muestran el sistema 10 y el recipiente 12 de procesamiento de agua de la presente invención. La figura 15 ilustra el sistema 10 general que incluye la construcción de pieza única alternativa del recipiente 12. En esta realización, el recipiente 12 tiene una construcción similar a la realización descrita anteriormente, que incluye elementos tales como la cámara 14 interior, la válvula 18 de entrada, las bandejas 22 con colectores 26, los deflectores 24 con aberturas 28, la salida 46 de salmuera y la salida 48 de vapor. La válvula 18 de entrada comprende múltiples entradas, preferentemente al menos dos, al recipiente 12. Estas entradas 18 están dispuestas en el extremo del recipiente alrededor del eje 36 para distribuir más uniformemente el fluido a través de la cámara 14 interior. Un eje 36 soportado por cojinetes 38, 40 de cerámica pasa a través del centro de las bandejas 22 y los deflectores 24.

Las bandejas 22 se fijan al eje 36 y se extienden hacia fuera hacia la pared de la cámara 14 interior como se ha descrito anteriormente. Los deflectores 24 comprenden, preferentemente, una única pieza que se extiende desde las paredes de la cámara 14 interior hacia el eje 36 con una abertura 59 central que forma un hueco entre los deflectores 24 y el eje 36 como se ha descrito anteriormente. Los deflectores 24 se fijan, preferentemente, a las paredes de la cámara interior mediante tornillos o pasadores 60 también como se ha descrito anteriormente. En una realización particularmente preferente, el recipiente 12 incluye seis bandejas 22 y cinco deflectores 24 alternativamente dispersos a través de la cámara 14 interior.

La cámara 14 interior incluye un manguito 45 interior dispuesto cerca de la salida 46 de salmuera. El manguito 45 interior tiene una forma anular con un diámetro ligeramente menor que el diámetro de la cámara 14 interior. El

manguito 45 interior se extiende desde un punto corriente abajo de última bandeja 22 a otro punto inmediatamente corriente abajo de la salida 46 de salmuera. Se crea un paso 47 anular entre el manguito 45 interior y la pared exterior de la cámara 14 interior. En una construcción habitual, el manguito 45 interior tiene aproximadamente 15,23 cm de largo y el paso 47 anular tiene aproximadamente 2,54 – 3,80 cm de ancho. Este paso anular o canal 47 captura la salmuera o el material contaminado que sale de las bandejas 22 giratorias a la pared exterior de la cámara 14 como se ha descrito anteriormente. Este paso 47 anular facilita el movimiento de la salmuera o el material contaminante hacia la salida 46 y minimiza las posibilidades de contaminación de la descarga de vapor o la acumulación de material dentro de la cámara 14.

La figura 16 ilustra un primer plano de las bandejas 22 y los deflectores 24. Uno puede ver claramente el modo en que los deflectores 24 se extienden desde la pared del recipiente 12 a través de la cámara 14 y terminan cerca del eje 36. También se puede ver el modo en que las bandejas 22 se fijan al eje 36 y tienen colectores 26 dispuesto a través de las mismas como se ha descrito. Un cono 66 está, preferentemente, dispuesto en cada bandeja 22 para desviar cualquier fluido que fluya a lo largo del eje como se ha descrito anteriormente (figura 8). La figura 17 ilustra una vista externa del recipiente 12 que indica las entradas 18, las salidas 46, 48 y el eje 36. Normalmente, los extremos del recipiente 12 se encerrarían y sellarían contra fugas. Se presentan abiertos aquí para clarificación y facilidad de ilustración. La figura 18 ilustra una sección transversal del recipiente 12 mostrado en la figura 17, que ilustra además los componentes interiores, que incluyen las bandejas 22, los deflectores 24, el manguito 45 interior y el paso 47 anular. La figura 19 ilustra el eje 36 con bandejas 22 y deflectores 24 separados del recipiente 12.

Las figuras 20 y 21 ilustran la bandeja 22 y el deflector 24, respectivamente. Las figuras 22, 23 y 26 ilustran diversas vistas y secciones transversales de la bandeja 22 en la figura 20. Las figuras 24 y 27 ilustran de manera similar diversas vistas y secciones transversales del deflector 24 en la figura 21. Como se ha explicado, la bandeja 22 incluye colectores 26 que pasan a través del cuerpo de la bandeja 22. Los colectores 26 incluyen una entrada 52 de colector y una salida 54 de colector configuradas como se ha descrito anteriormente. La entrada 52 del colector está, preferentemente, orientada de modo que la abertura se enfrenta en la dirección de rotación alrededor del eje. Esto maximiza la cantidad de fluido que entra en la entrada 52 del colector y pasa a través de la pluralidad de colectores. El ángulo de los colectores 26 en las bandejas 22 sucesivas se puede ajustar como se ha descrito anteriormente. El deflector 24 también incluye una pluralidad de aberturas 28 configuradas y perfiladas (figura 9) como se ha descrito anteriormente. La figura 25 ilustra el eje 36 y un emparejamiento de una bandeja 22 con un deflector 24. Las flechas indican la dirección de rotación del eje y, por consiguiente, la bandeja 22 en esta figura en particular. Los colectores 26 con la entrada 52 del colector se ilustran orientadas en la dirección de rotación, es decir, fuera de la página, en la mitad superior de la figura. En la mitad inferior de la figura, el colector 26 con la entrada 52 del colector también se ilustra orientada en la dirección de rotación, es decir, en la página, ya que la bandeja 22 gira con el eje 36. La dirección de rotación puede ser ya sea en sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj. La dirección de rotación se puede cambiar sin apartarse del alcance de la invención. Como se ha descrito en la realización anterior, la entrada 52 del colector tiene un diámetro mayor que la salida 54 del colector para aumentar el caudal y disminuir la presión del fluido.

Cuando el objetivo principal del sistema 10 consiste en eliminar los contaminantes del agua contaminada, tales como el agua salada, para tener agua potable, la temperatura del vapor de agua se calienta a entre 37,7 °C y menos de 100 °C. Incluso más preferentemente, el vapor de agua se calienta a entre 60 °C y 71,11 °C para los fines de pasteurización. Sin embargo, la temperatura del vapor de agua se mantiene al mínimo y casi siempre es inferior a 100 °C, de modo que el agua no hierva y se convierta en vapor, que es más difícil de condensar y fusionar del vapor de agua al agua líquida. El aumento de RPM da como resultado un aumento de las temperaturas y presiones. Las RPM se pueden ajustar para alcanzar las temperaturas deseadas.

El agua se hierve y la temperatura del vapor de agua es llevada a más de 100 °C, preferentemente solo en los casos en los que la generación de vapor es deseable para el calentamiento, la generación de electricidad y otros fines, como se describirá más detalladamente en el presente documento. Esto permite a la presente invención tanto pasteurizar el vapor de agua como condensarlo y fusionar el vapor de agua en agua líquida sin sistemas de refrigeración o condensación complejos, que a menudo requieren electricidad y energía adicional.

En una realización, el agua contaminada, denominada salmuera en los procesos de desalinización, se recoge en la salida 46 y se traslada a un tanque de eliminación de salmuera 88. Como se muestra en la figura 1, se pueden agregar polímeros u otro químico 90 a la salmuera para recuperar los elementos de traza, etc. Además, la sal de la salmuera se puede procesar y usar para diversos fines, incluida la generación de sal de mesa, salmuera agrícola y/o fertilizante.

En una realización de la presente invención, el agua contaminada tratada se vuelve a procesar reciclando de nuevo los contaminantes y el agua restante a través del sistema. Esto se puede hacer varias veces, de modo que la cantidad de agua potable extraída del agua contaminada aumenta, hasta un noventa y nueve por ciento. Esto se puede hacer dirigiendo los contaminantes y el agua residual de la salida 46 a una primera salmuera o contaminante, tanque de reprocesamiento 92. El agua residual restante, en forma de salmuera u otros contaminantes, se reintroduce entonces a través de la entrada 18 del recipiente 12 y es reprocesado y recirculado a través del recipiente 12, como se ha descrito anteriormente. Se extraerá agua potable adicional en forma de vapor de agua para la condensación y la recolección en el tanque de recuperación de vapor 80. Los contaminantes restantes y las

aguas residuales se dirigirán entonces a un segundo tanque 94 de reprocesamiento de salmuera o contaminante. La concentración de contaminantes o salmuera será mucho mayor en el tanque 92 de reprocesamiento. Una vez que se ha acumulado un nivel suficiente de agua residual o salmuera en el tanque 92 de reprocesamiento, esta agua contaminada pasa entonces a través de la entrada 18 y circula y se procesa a través del sistema 10, como se ha descrito anteriormente. El vapor de agua potable extraído se elimina en la salida 48 y se convierte en agua líquida en el tanque 80 de recuperación de vapor, como se ha descrito anteriormente. Los contaminantes y las aguas residuales resultantes se pueden disponer entonces en otro tanque de reprocesamiento o en el tanque 88 de eliminación de salmuera. Se anticipa que un paso de agua de mar inicial producirá, por ejemplo, agua potable del ochenta por ciento al noventa por ciento. El primer reprocesamiento producirá una cantidad adicional de agua potable, de modo que el agua potable total extraída se encuentre entre el noventa por ciento y el noventa y cinco por ciento. Pasar nuevamente la salmuera y el agua restante a través del sistema puede producir hasta un noventa y nueve por ciento de recuperación de agua potable, al reciclar la salmuera en poco o ningún aumento en el costo de unidad. Además, esto reduce el volumen de salmuera o contaminantes, lo que puede facilitar la recuperación de elementos de traza y/o reducir los costos de eliminación de los mismos.

Haciendo referencia ahora a la figura 11, en una realización particularmente preferente, un sistema informático está integrado en el sistema 10 de la presente invención que regula el accionador 30 de frecuencia variable basado en mediciones tomadas de una pluralidad de sensores que leen continuamente la temperatura, presión, caudal, tasas de rotación de los componentes y capacidad restante de una variedad de tanques conectados al recipiente 12 de procesamiento de agua. Habitualmente, estas lecturas se toman en tiempo real.

Por ejemplo, los sensores 96 de temperatura y/o presión pueden emplearse para medir la temperatura del agua o el vapor de agua dentro o que sale del recipiente 12, así como la presión del mismo según sea necesario. En respuesta a estas lecturas del sensor, la caja 68 de control hará que el accionador 30 de frecuencia variable mantenga la velocidad de rotación del eje 36, disminuya la velocidad de rotación del eje 36 o aumente la velocidad de rotación del eje 36 para ya sea mantener la temperatura y la presión, reducir la temperatura y la presión, o aumentar la presión y la temperatura, respectivamente, del agua y el vapor de agua. Esto se puede hacer, por ejemplo, para asegurar que la temperatura del vapor de agua se encuentre a la temperatura de pasteurización necesaria para matar todos los microorganismos dañinos y otros organismos que se encuentran en la misma. Alternativamente, o además, se puede usar un sensor para detectar la velocidad de rotación (RPM) del eje 36 y/o las bandejas 22 para asegurar que el sistema esté operando correctamente y que el sistema esté generando el vapor de agua necesario a una temperatura y/o presión deseadas. El controlador computarizado también puede ajustar la cantidad de agua que ingresa a través de la entrada 18 (L/m) para que se ingrese la cantidad adecuada de agua a la cantidad de vapor de agua y aguas residuales que se eliminan para que el sistema 10 opere de manera eficiente. La caja 68 de control puede ajustar el caudal de agua en el recipiente 12, o incluso ajustar la entrada de agua.

La figura 28 ilustra esquemáticamente una pantalla 112 de ordenador o una configuración similar. Esta pantalla de ordenador ilustra esquemáticamente el recipiente 12 con las diversas entradas y salidas 18, 46, 48, así como el eje 36 y la pluralidad de bandejas 22. El eje 36 tiene múltiples sensores 114 de temperatura y vibración dispuesto a lo largo de su longitud. Los cojinetes 38, 40 también incluyen sensores 114 de vibración y temperatura. Los sensores 114 de vibración y temperatura están configurados para detectar vibraciones horizontales y verticales en cada punto, así como también, la temperatura del eje 36 generada por la fricción de rotación. Los cojinetes 38, 40 incluyen el suministro 116a de aceite y las líneas de retorno 116b para proporcionar lubricación a los mismos. Las entradas 18 y la salida 46 de salmuera incluyen medidores 118 de flujo para detectar los caudales correspondientes. Los sensores 96 de temperatura y presión están dispuesto a lo largo del recipiente 12. Los sensores 96 de temperatura y presión también están dispuesto a lo largo del recipiente 12 para tomar mediciones en diversos puntos predeterminados.

Como se ha indicado anteriormente, el agua contaminada puede provenir de un tanque 16 de alimentación, o puede ser de cualquier otro número de tanques, incluidos los tanques de reprocesamiento 92 y 94. También se contempla que el tanque de almacenamiento de agua recolectada pueda estar acoplado en comunicación de fluidos a la entrada 18 con el fin de garantizar que el agua se purifique a un cierto nivel o para otros fines, tal como cuando se genera vapor que requiere una mayor pureza de agua que el agua contaminada puede proporcionar. Como tal, uno o más sensores 98 pueden rastrear los datos dentro de los tanques para determinar los niveles de agua o aguas residuales/salmuera, concentraciones o caudales dentro de los tanques o fuera de los tanques. El controlador 68 puede usarse para conmutar la entrada y salida de los tanques, tal como cuando la salmuera se está reprocesando desde un primer tanque 92 de reprocesamiento de salmuera al segundo tanque 94 de reprocesamiento de salmuera, y finalmente al tanque 88 de eliminación de salmuera, como se ha descrito anteriormente. De este modo, cuando el primer tanque de reprocesamiento de salmuera alcanza un nivel predeterminado, el flujo de fluido del tanque 16 de alimentación se cierra, y en su lugar se proporciona fluido desde el primer tanque 92 de reprocesamiento de salmuera al recipiente 12. Los contaminantes tratados y las aguas residuales restantes se dirigen a continuación en el segundo tanque 94 de reprocesamiento de salmuera, hasta que alcance un nivel predeterminado. Después, el agua se dirige desde el segundo tanque 94 de reprocesamiento de salmuera a través del sistema y el recipiente 12 de procesamiento de agua hasta, por ejemplo, el tanque 88 de eliminación de salmuera. El agua de salmuera en el primer tanque 92 de reprocesamiento puede ser aproximadamente el veinte por ciento del agua contaminada, incluyendo la mayor parte del total de sólidos disueltos. La salmuera residual que finalmente se dirige al tanque 88 de eliminación de salmuera puede comprender solo el uno por ciento del agua contaminada introducida, inicialmente, en el sistema 10 de descontaminación a través del tanque 16 de alimentación. Por lo tanto, se pueden

usar los sensores de temperatura y presión, las RPM y los medidores de flujo para controlar la salida de agua deseada, incluidos los controles de temperatura de vapor de agua que resultan en agua pasteurizada.

El controlador 68 se puede usar para dirigir el accionador 30 de frecuencia variable para alimentar el motor 32 de modo que el eje 36 se haga girar a una velocidad, suficientemente, alta como para que la rotación de las bandejas hierva el agua de admisión y crea vapor de una temperatura y presión deseadas como se ilustra en la figura 12. La figura 12 ilustra una turbina 100 de chorro integrada en el sistema 10. La turbina 100 de chorro también puede usarse con el recipiente representado en las figuras 15-27. Se podría generar vapor de agua en forma de chorro en el recipiente 12 de procesamiento de agua para accionar una turbina de chorro de alta presión y baja temperatura alimentando la salida 48 de vapor a una entrada en la turbina 100. La turbina 100, en cambio, está acoplada a un generador 102 eléctrico, para la generación de electricidad de costo efectivo y económico. Alternativamente, el eje 36 del recipiente 12 puede extenderse para girar el generador 102 directa o indirectamente.

En el caso de una turbina de chorro, el vapor de agua se puede calentar a más de 315,5 °C y presurizar a más de 11,03 MPa, que es adecuado para accionar la turbina 100 de chorro. Aparte del aumento de la velocidad de las bandejas, la incorporación de la naturaleza cónica de los colectores 26 de las bandejas 22, y la naturaleza cónica de las aberturas 28 de los deflectores 24 de placa de abertura también facilitan la generación de vapor de agua y chorro. El aumento de los ángulos de los colectores 26, tales como de veinticinco grados en una primera bandeja a cuarenta y cinco grados a la última bandeja, también aumenta la generación de vapor de agua en forma de chorro y aumenta la presión de los mismos para poder accionar la turbina 100 de chorro. Las figuras 13 y 14 ilustran una realización en la que se forma una salida de vapor 104 en un extremo del recipiente 12 y la turbina 100 de chorro está conectada directamente a la misma de tal que el chorro a presión pasa a través de la turbina 100 para hacer girar las cuchillas 106 y el eje 108 de la misma para generar electricidad a través del generador eléctrico acoplado al mismo. Una salida 110 de vapor de agua transporta el vapor de agua a un recipiente 80 de recuperación de vapor o similar. El tanque 80 de recuperación puede necesitar incluir tuberías adicionales, condensadores, refrigeración, etc. para enfriar el vapor o chorro de agua de alta temperatura para condensarlo en agua líquida.

Desde luego, los expertos en la técnica apreciarán que el chorro generado por el sistema 10 se puede usar para otros fines, tal como el calentamiento, la eliminación de aceite de los pozos de petróleo y pozos de alquitrán y de esquisto y similares, etc.

También se apreciará que la presente invención, por medio de los sensores y el controlador 68, puede generar vapor de agua de una temperatura y/o presión inferior para la producción de agua potable, dirigiéndose dicho vapor de agua a través de la salida 48 directamente a un recipiente de recuperación de vapor, y el sistema se aceleró para crear vapor de agua o chorro a alta temperatura para pasar a través de la turbina 100 de chorro para generar electricidad según sea necesario. Por ejemplo, durante las horas nocturnas, el sistema 10 puede usarse para generar agua potable cuando se necesita muy poca electricidad. Sin embargo, durante las horas del día, el sistema 10 se puede ajustar para generar chorro y electricidad.

Como se ha descrito anteriormente, muchos de los componentes de la presente invención, que incluyen el accionador 30 de frecuencia variable, el motor 32 eléctrico, la transmisión 34 y el recipiente 12 de procesamiento de agua y los componentes del mismo pueden unirse a un bastidor 42 que es portátil. El sistema 10 completo de la presente invención puede diseñarse para ajustarse a un recipiente ISO de 12,19 m de largo. Este recipiente se puede aislar con una unidad de refrigeración (HVAC) para el entorno operativo controlado y el transporte y almacenamiento. Los diversos tanques, incluidos el tanque de alimentación, el tanque de recuperación de vapores, el tanque de almacenamiento de agua portátil y los tanques de reprocesamiento o eliminación de contaminantes/salmuera se pueden ajustar ya sea en el recipiente transportable o transportados por separado y conectados a los puertos de entrada y salida según sea necesario. Por lo tanto, todo el sistema 10 de la presente invención se puede transportar fácilmente en un recipiente ISO, o similar, a través de un barco, remolque semi-tractor o similares. Por lo tanto, el sistema 10 de la presente invención puede llevarse a donde sea necesario para hacer frente a desastres naturales, operaciones militares, etc., incluso en ubicaciones remotas. Tal disposición da como resultado un alto nivel de movilidad y un rápido despliegue y arranque del sistema 10 de la presente invención.

La figura 29 ilustra, esquemáticamente, los procesos que ocurren en diversos puntos, es decir, sub-cámaras, a lo largo del recipiente 12. La cámara 14 interior del recipiente 12 se divide efectivamente en una serie de sub-cámaras como se ilustra. El recipiente 12 contiene cinco sub-cámaras que realizan las funciones de una bomba de flujo axial, un compresor de flujo axial, un compresor de flujo centrífugo, una turbina de gas sin luz y/o una turbina hidráulica/de agua. En operación, el sistema 10 tiene la capacidad de vaporizar el agua a través de un proceso mecánico, permitiendo de este modo una desalinización, descontaminación y vaporización eficiente y efectiva de una variedad de fluidos deteriorados. Antes de entrar en el recipiente 12, el fluido puede someterse a una etapa 120 de tratamiento previo en el que el fluido pasa a través de filtros y diversos otros procesos para separar contaminantes que se eliminan más fácilmente o que pueden dañar o degradar la integridad del sistema 10. Al pasar a través de las entradas 18, el fluido entra en una cámara 122 de admisión que tiene un efecto en el fluido similar a una bomba de flujo axial una vez que el sistema 10 alcanza su velocidad de rotación operativa. Una bomba de iniciación externa (no mostrada) puede apagarse de manera tal que el sistema 10 arrastre el agua contaminada a través de la entrada, es decir, la cámara de admisión funciona como una bomba de flujo axial, sin la operación continua de la bomba de iniciación. Una reducción significativa en la presión de la cámara de admisión hace que la destilación al vacío o la

vaporización se produzcan a temperaturas inferiores a 100 °C. Después de la cámara 122 de admisión, el fluido encuentra la primera bandeja 22 donde ingresa a la primera cámara 124 de procesamiento. Esta primera cámara de procesamiento actúa tanto como un compresor de flujo centrífugo como un compresor de flujo axial a través de la acción combinada de la bandeja 22 giratoria y el deflector 24 adyacente. Un alto porcentaje del agua de admisión se vaporiza a través de la cavitación durante el impacto con la bandeja 22 giratoria de alta velocidad en la primera cámara 124 de procesamiento. Se produce un proceso de compresión de flujo centrífugo dentro de la primera cámara 124 de procesamiento y cada cámara de procesamiento posterior. El proceso de compresión de flujo centrífugo arroja los sólidos disueltos no vaporizados y al menos parte del agua líquida a la pared exterior de la cámara 124 de procesamiento. Esta acción separa los sólidos disueltos y la mayor parte del líquido restante del vapor. También se produce un proceso de compresión de flujo axial dentro de la primera cámara 124 de procesamiento y cada cámara posterior. Este proceso de compresión de flujo axial comprime el vapor y el líquido, lo que también aumenta la presión y la temperatura dentro de la cámara de procesamiento. La segunda cámara 126 de procesamiento y la tercera cámara 128 de procesamiento funcionan ambas de manera similar, combinando la acción del compresor de flujo centrífugo y las características del compresor de flujo axial de la primera cámara 124 de procesamiento.

En el momento en que el fluido llega a la cuarta cámara de procesamiento 130, se ha sometido a procesos de compresión de flujo axial y de flujo centrífugo, de modo que la naturaleza del fluido y su flujo a través del recipiente 12 ha cambiado. En la cuarta cámara de procesamiento, el fluido se comporta como si pasara a través de una turbina de gas sin luz o una turbina hidráulica/de agua al provocar la rotación del eje 36. La quinta cámara 132 de procesamiento compone esta turbina de gas sin luz o un proceso de turbina hidráulica/de agua. Los procesos de la turbina de la cuarta y quinta cámaras 130, 132 de procesamiento suministran una medida de fuerza para accionar la rotación del eje 36, de manera que la energía en el motor 32 se puede reducir sin una pérdida de funcionalidad en el sistema 10. Después de salir de la quinta cámara 132 de procesamiento, el fluido se ha separado en un alto grado de tal manera que casi todos los contaminantes en forma de salmuera pasan a través del paso 47 anular a la salida 46 y el vapor purificado pasa a través de la parte central de la cámara 14 interior a la salida 48 de vapor. Las operaciones de la turbina de la cuarta y quinta cámaras 130, 132 de procesamiento permiten la operación continua del sistema 10 con una entrada de energía reducida (hasta en un 25 %) en comparación con una fase de iniciación una vez alcanzado el equilibrio en la operación.

[Para 100] Después de la quinta cámara 132 de procesamiento, el sistema incluye una cámara de descarga. La cámara de descarga 134, que es más grande que cualquiera de las cámaras de procesamiento anteriores, contiene las dos salidas 46, 48 de descarga. El gran aumento en el volumen resulta en una reducción drástica de la presión y una separación física de los sólidos disueltos y el agua restante del vapor.

Las dimensiones del recipiente 12 están configuradas preferentemente de modo que las cámaras de procesamiento combinadas, 124-132 ocupan aproximadamente la mitad de la longitud total. La cámara 134 de descarga ocupa aproximadamente un tercio de la longitud total. El resto de la longitud del recipiente, aproximadamente una sexta parte de la longitud total, está ocupado por la cámara 122 de admisión. Las cámaras 124-132 de procesamiento se dividen en aproximadamente tres quintas partes de la funcionalidad del compresor y dos quintas partes de la funcionalidad de la turbina. Una vez que el fluido sale de la última cámara 132 de procesamiento, ha alcanzado aproximadamente un ochenta por ciento de vaporización cuando ingresa a la cámara de descarga 134 y se dirige a las salidas 46, 48 respectivas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de procesamiento de un fluido, que comprende:

un recipiente (12) alargado que define una cámara (14) interior, estando el recipiente (12) y la cámara (14) interior orientados, generalmente, en horizontal;
 una entrada (18) de fluido formada en el recipiente (12);
 una pluralidad de bandejas (22) dispuestas dentro de la cámara (14) interior en relación separadas entre sí, incluyendo cada una de la pluralidad de bandejas (22) colectores (26) a través de las bandejas (22) a través de los cuales pasan los fluidos, en el que los colectores (26) incluyen una entrada (52) de un primer diámetro orientado, sustancialmente, perpendicular a una superficie de la bandeja (22) y una salida (54) de un segundo diámetro más pequeño;
 un director (66) de flujo que se extiende desde una cara frontal de al menos una de las bandejas (22) y está configurado para dirigir el flujo del fluido hacia una periferia de la bandeja (22);
 una pluralidad de deflectores (24) orientados verticalmente, dispuestos a lo largo de la orientación horizontal de la cámara (14) interior, y unidos de manera fija al recipiente (12), estando cada uno de la pluralidad de deflectores (24) separados alternativamente con cada uno de la pluralidad de bandejas (22), teniendo cada una de la pluralidad de deflectores (24) aberturas (28) a través de los deflectores (24) a través de los cuales pasan los fluidos, en los que las aberturas (28) tienen una entrada (62) de un primer diámetro y una salida (64) de un segundo diámetro menor;
 un eje (36) giratorio dispuesto a lo largo de la orientación horizontal de la cámara (14) interior, pasando el eje (36) a través de los deflectores (24) y uniéndose a las bandejas (22) para hacer girar las bandejas (22) dentro del cámara (14) interior;
 medios (30, 32, 34, 130, 132) para hacer girar el eje (36);
 un controlador (68) para ajustar una velocidad de rotación del eje (36) o entrada de fluido a través de la entrada (18) de fluido al recipiente (12);
 al menos un sensor (96, 114, 118) en comunicación con el controlador (68) y configurado para determinar al menos uno de: 1) velocidad de rotación del eje (36) o de las bandejas (22), 2) presión de la cámara (14) interior, 3) temperatura del fluido, 4) tasa de entrada de fluido, o 5) nivel de contaminantes en el fluido a procesar;
 una salida de (46) contaminante formada en el recipiente (12);
 un manguito (45) interior dispuesto en la cámara (14) interior corriente abajo de las bandejas (22) y de los deflectores (24), formando el manguito (45) interior un paso (47) anular que va desde la cámara (14) interior hasta la salida (46) de contaminante; y una salida (48) de vapor formada en el recipiente (12) y en comunicación con un tanque (80) de recuperación de vapor para condensar vapor.

2. El sistema (10) según la reivindicación 1, en el que el sistema (10) está unido a un bastidor (42) portátil.

3. El sistema (10) según la reivindicación 2, que comprende además al menos un tanque (92) de fluido contaminado tratado acoplado en comunicación de fluidos a la salida de (46) contaminante del recipiente (12) que a su vez está conectado a la entrada (18) de fluido en el recipiente (12) para el reprocesamiento del fluido contaminado pasando el fluido contaminado tratado a través del sistema (10).

4. El sistema (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que incluye una turbina (100) conectada a la salida (48) de vapor del recipiente (12) y conectada, operativamente, a un generador (102) eléctrico.

5. El sistema (10) según la reivindicación 4, que incluye un retorno de fluido tratado entre una salida (110) en la turbina (100) y la entrada (18) de fluido en el recipiente (12).

6. El sistema (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el eje (36) se extiende fuera del recipiente (12) y está acoplado a un generador (102) eléctrico.

7. El sistema (10) según la reivindicación 6, en el que el eje (36) está acoplado, directamente, al generador (102) eléctrico.

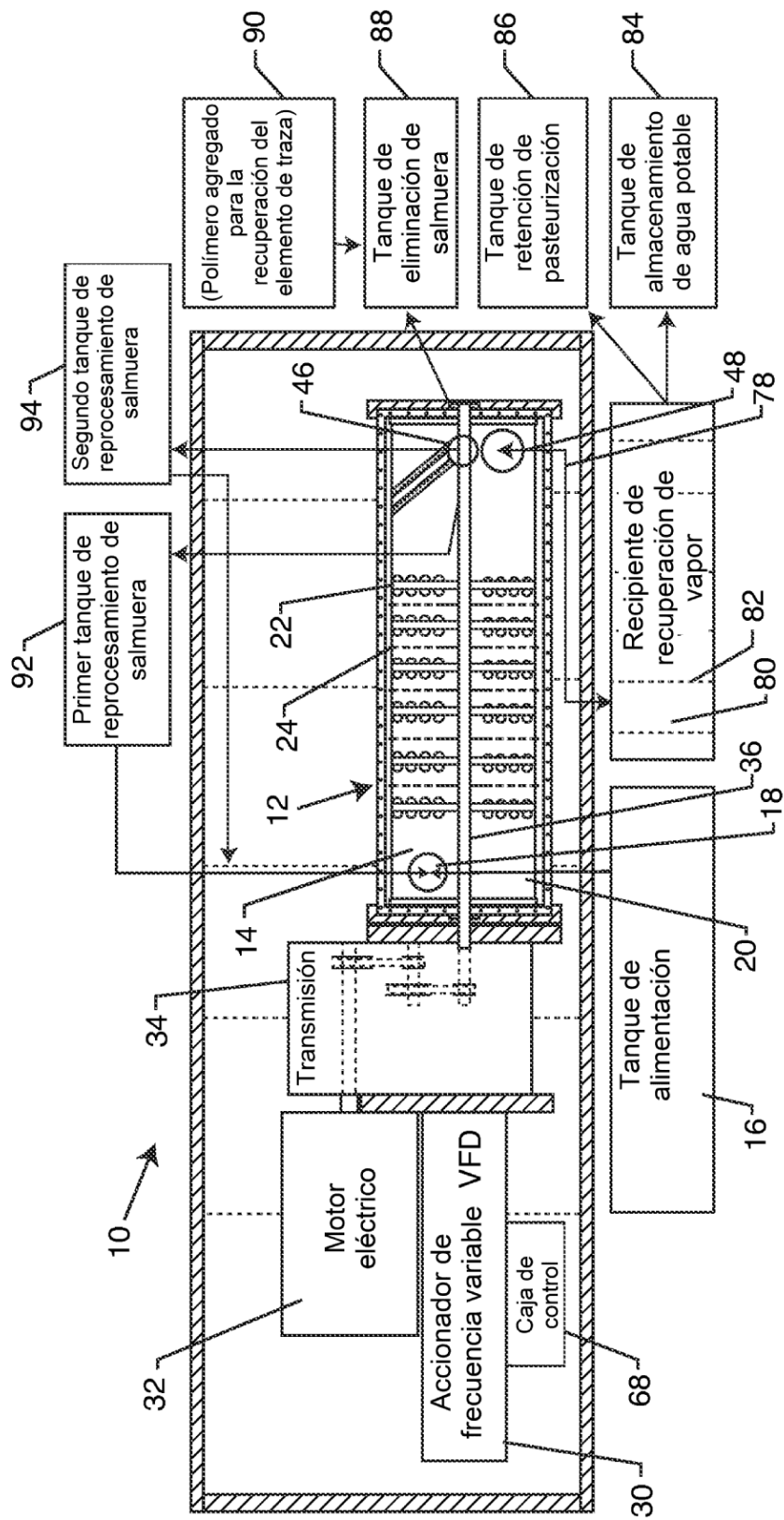


FIG. 1

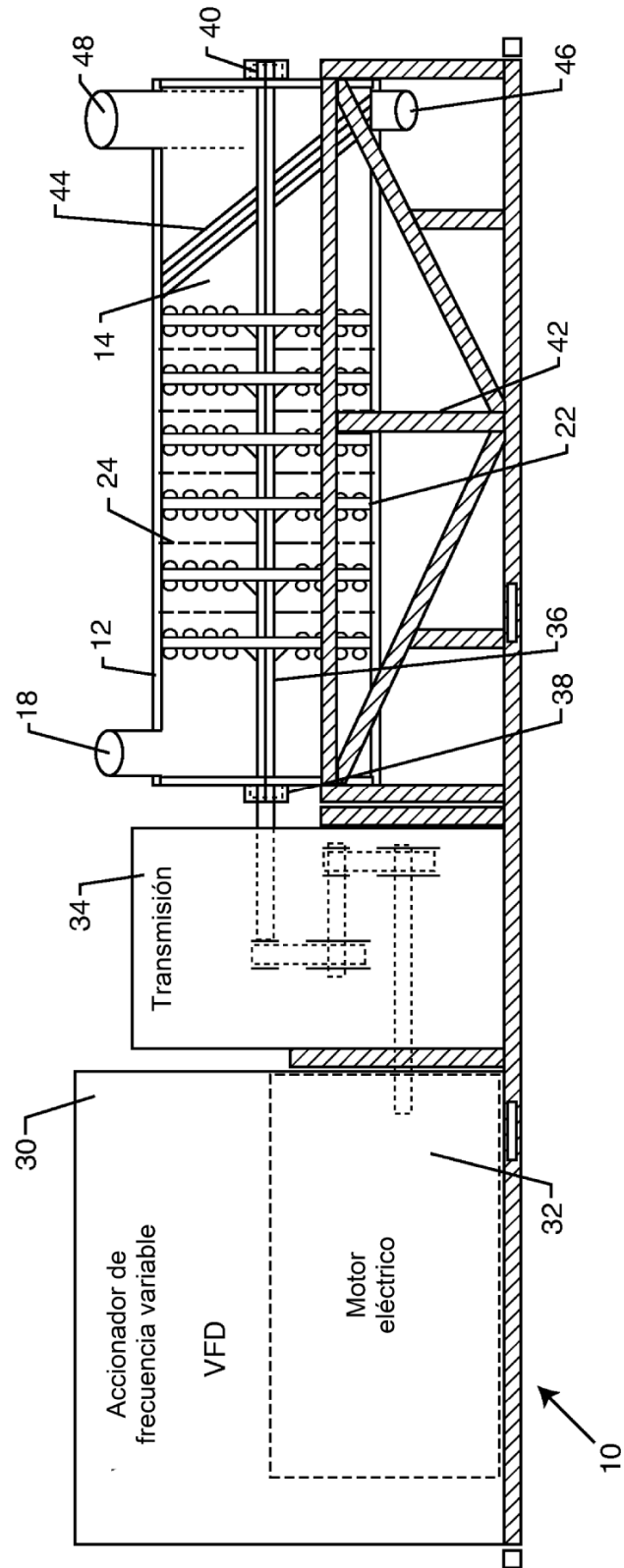


FIG. 2

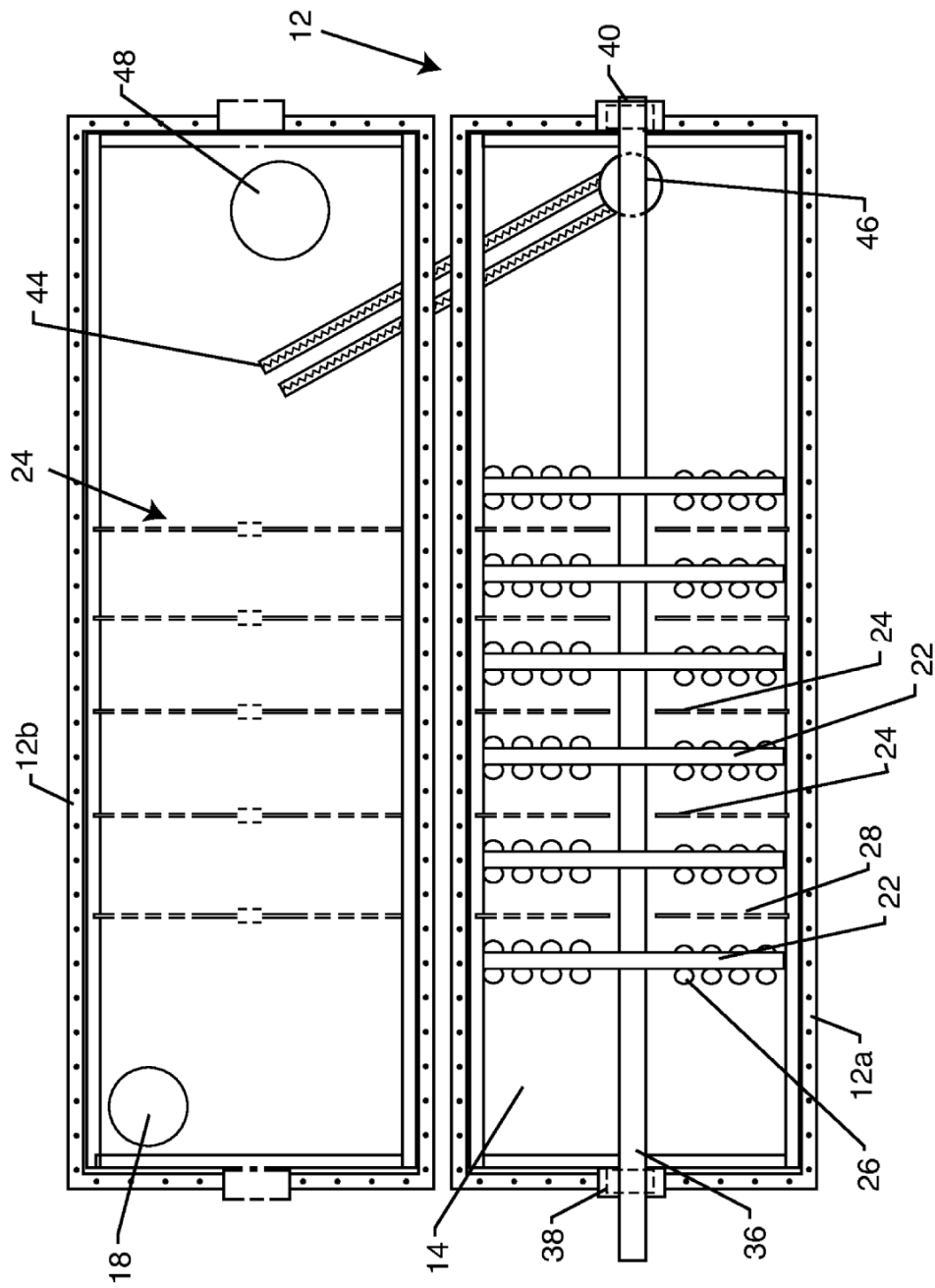


FIG. 3

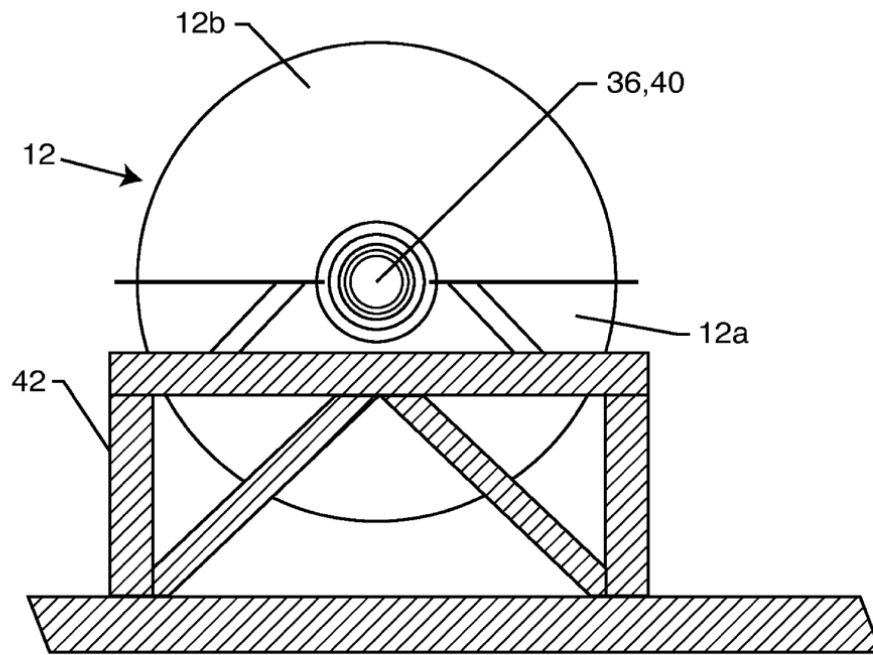


FIG. 4

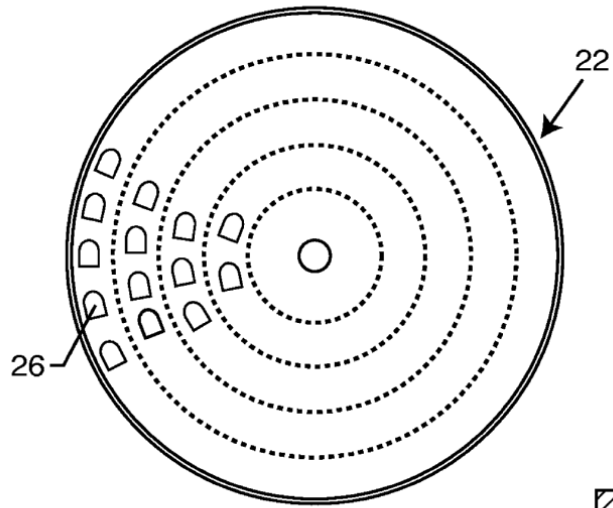


FIG. 5

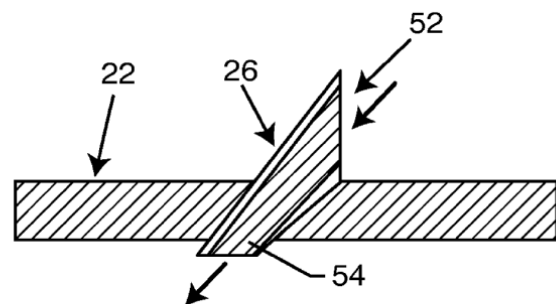


FIG. 6

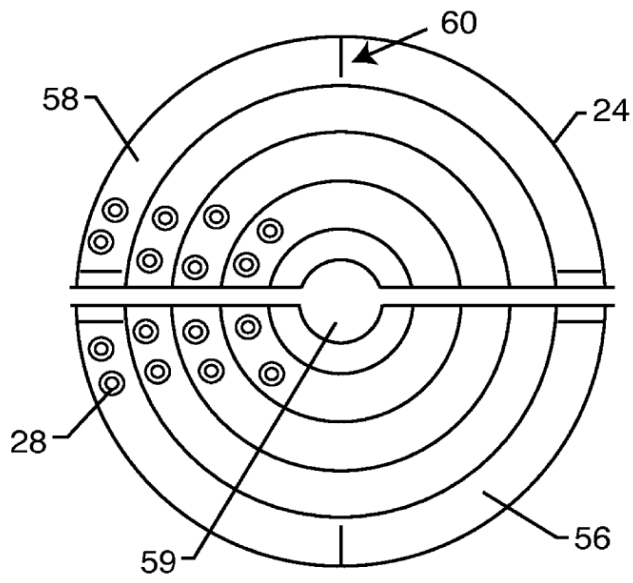


FIG. 7

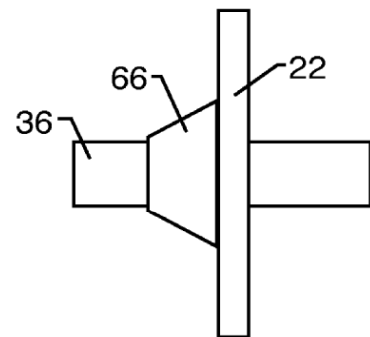


FIG. 8

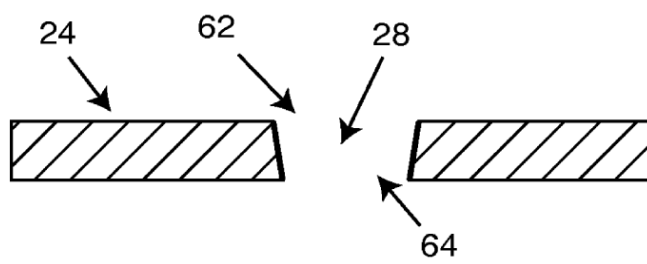


FIG. 9

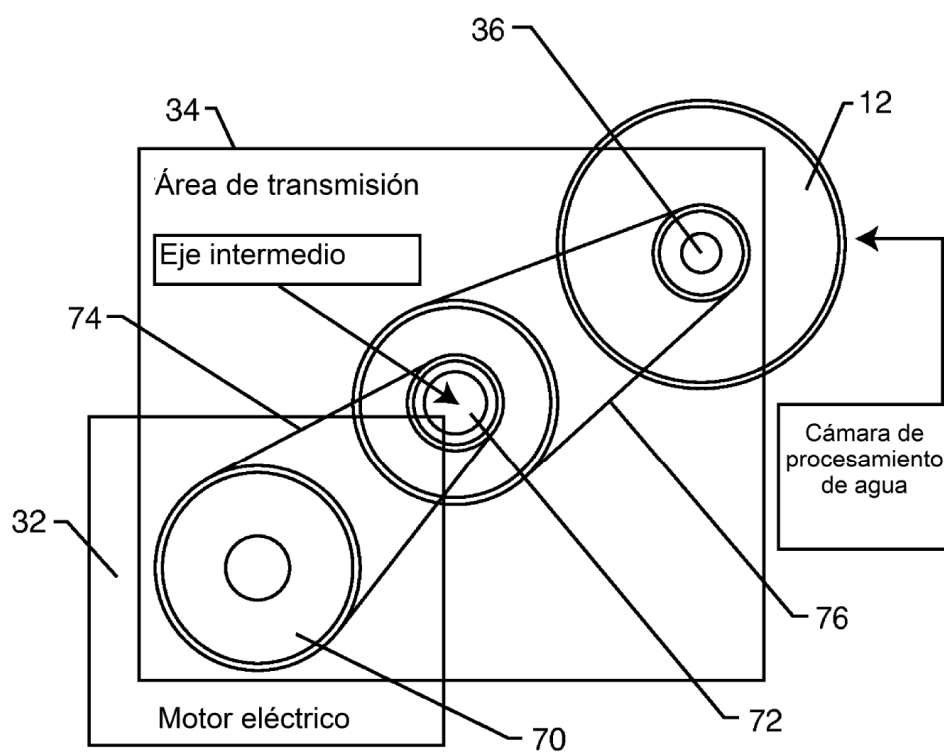


FIG. 10

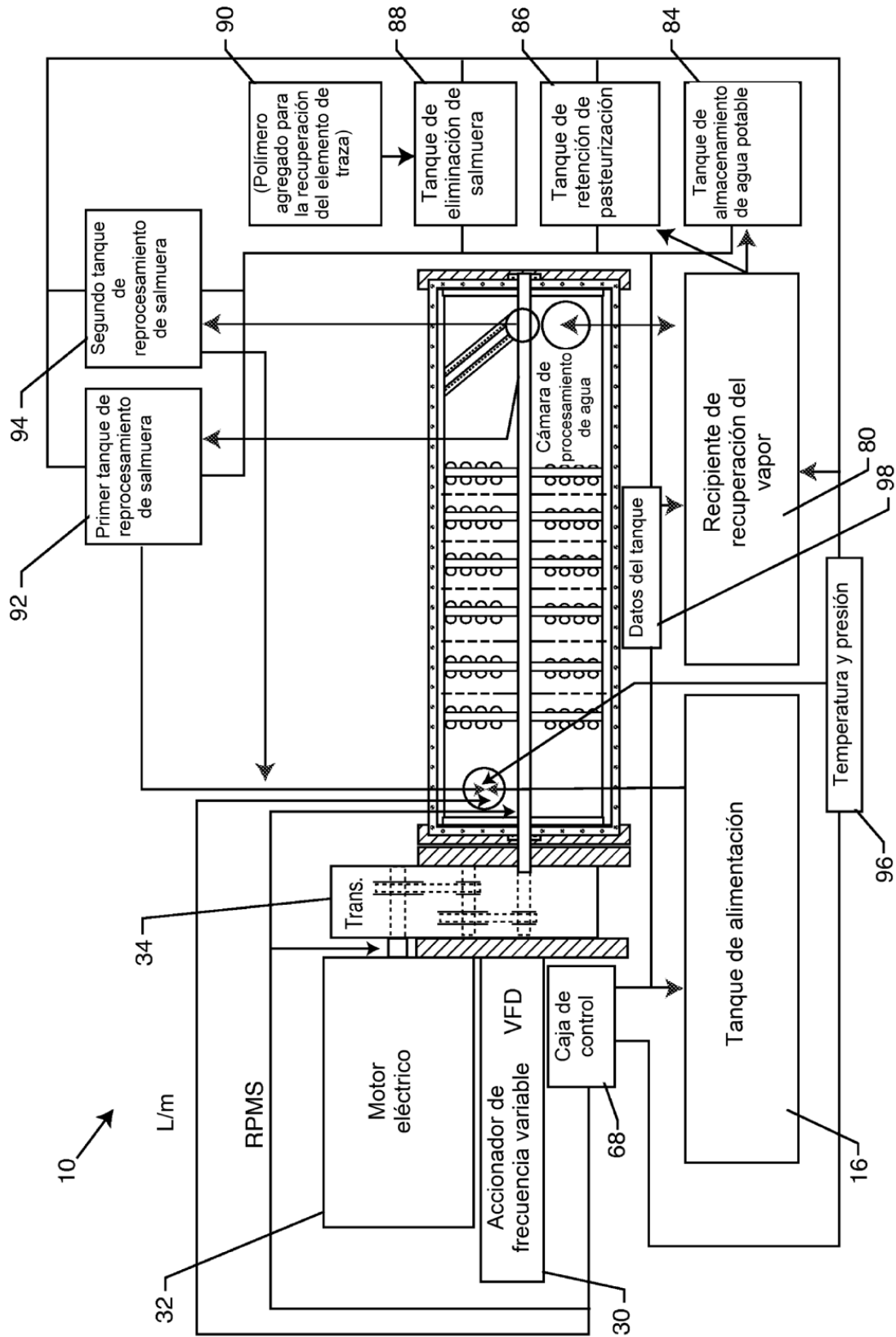
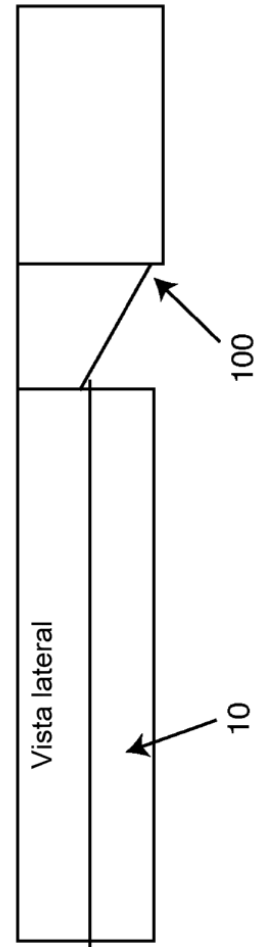
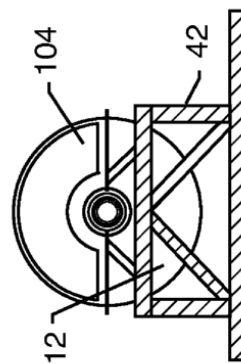
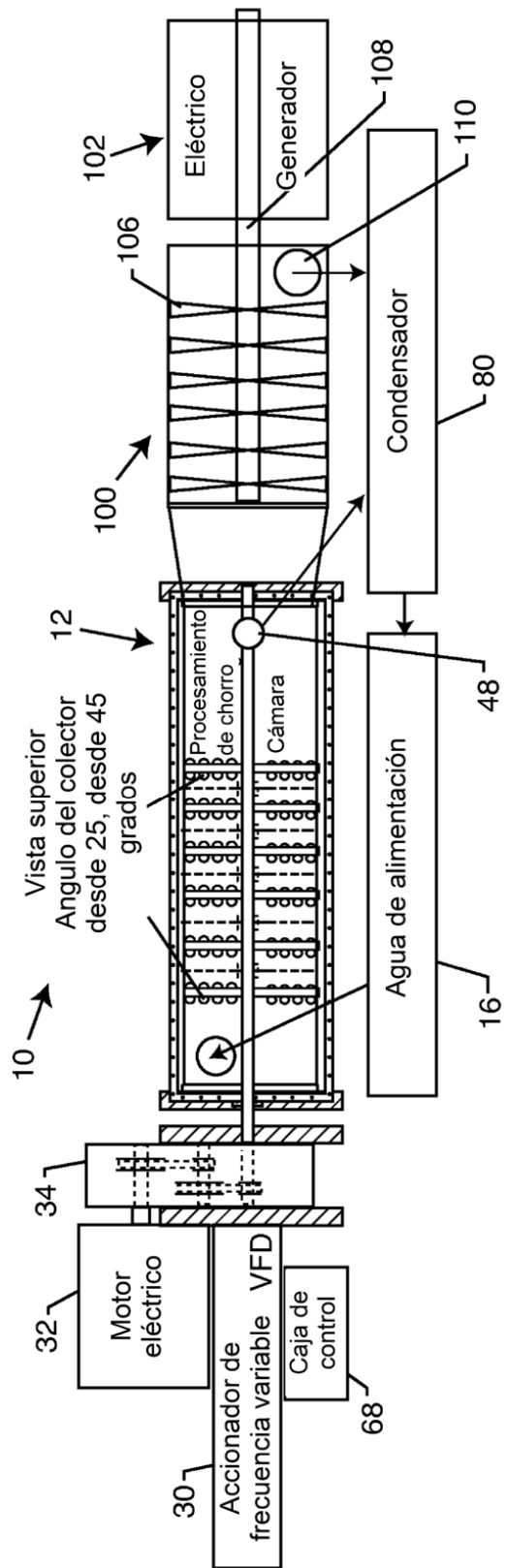


FIG. 11



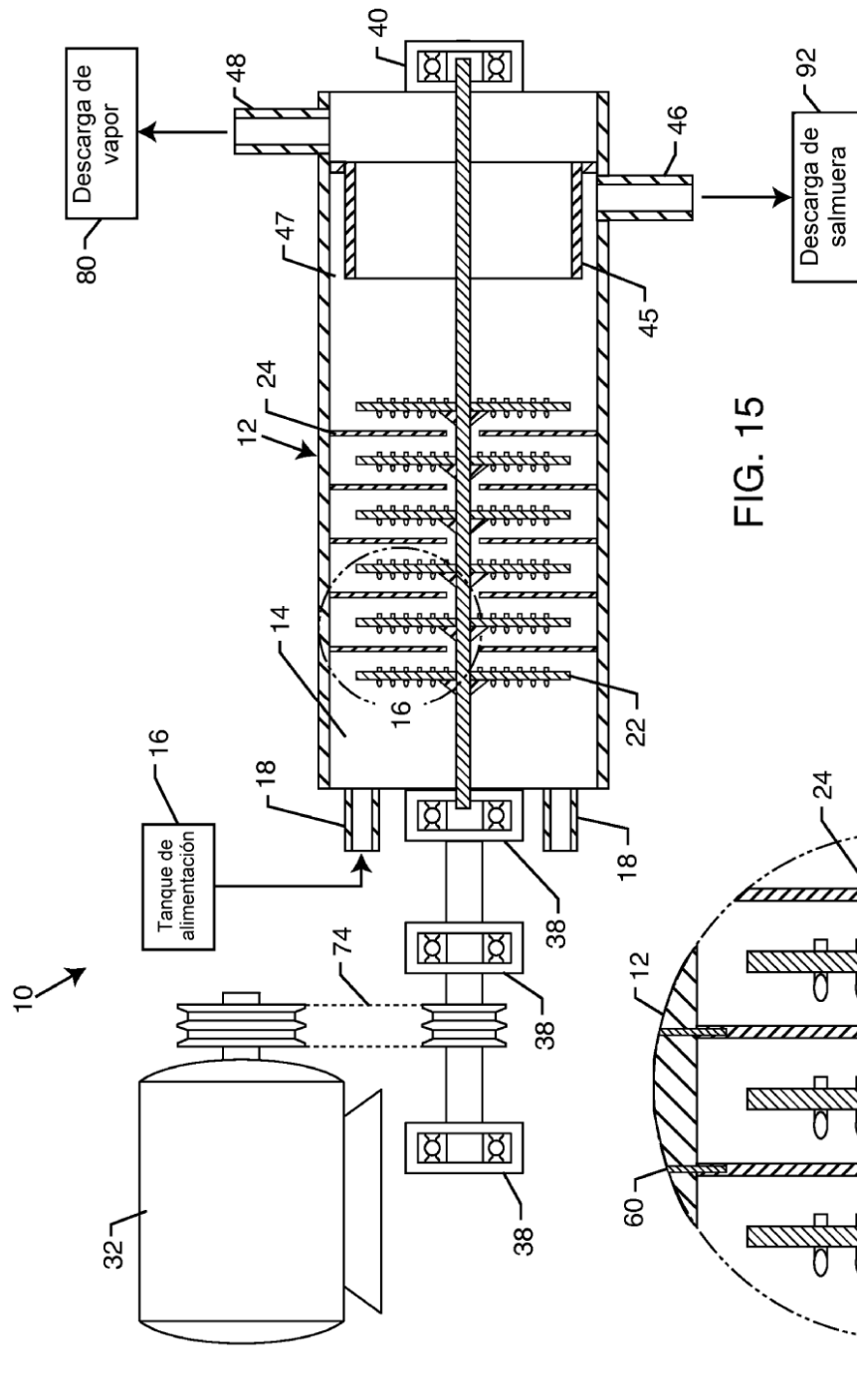


FIG. 15

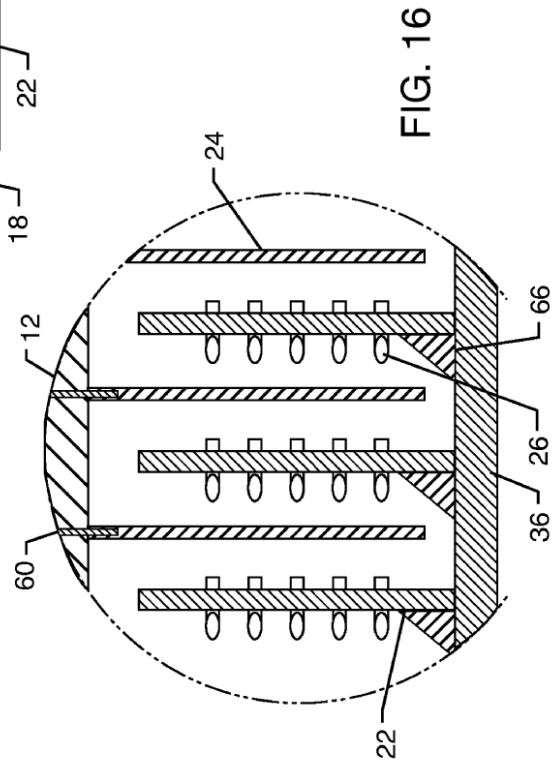
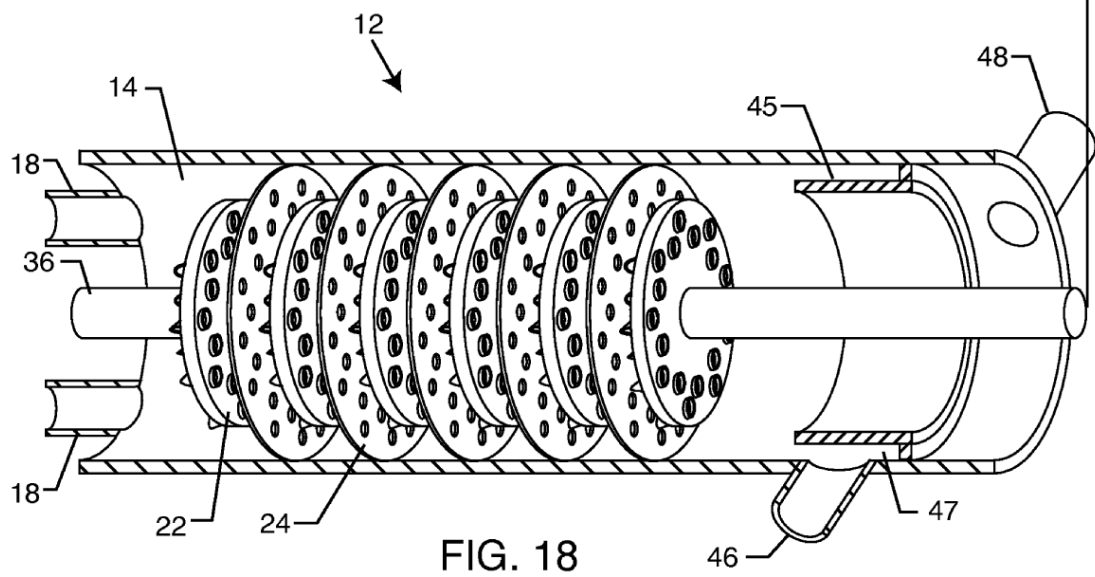
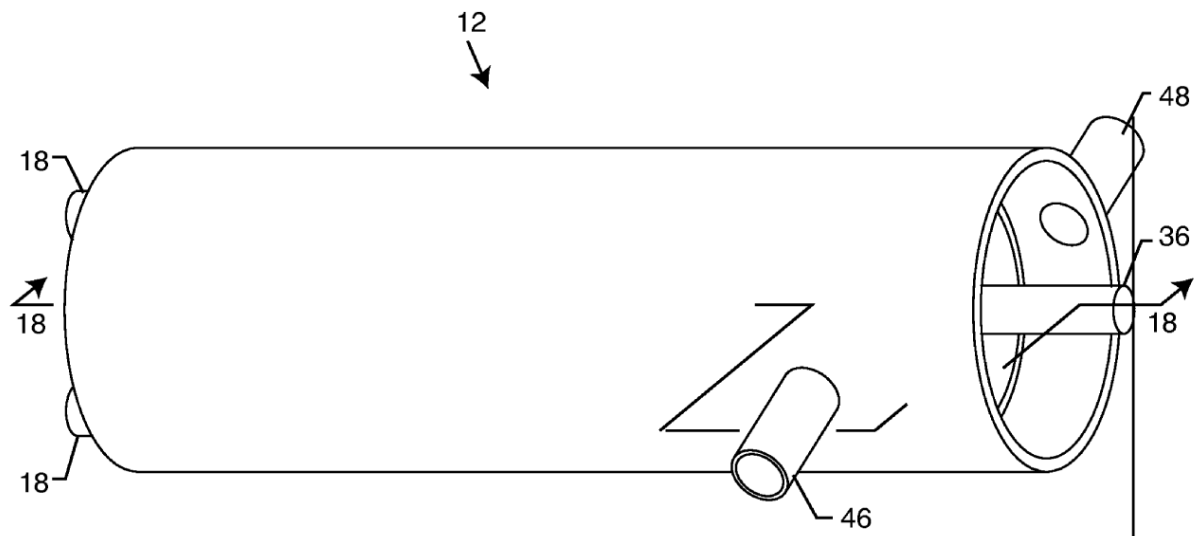


FIG. 16



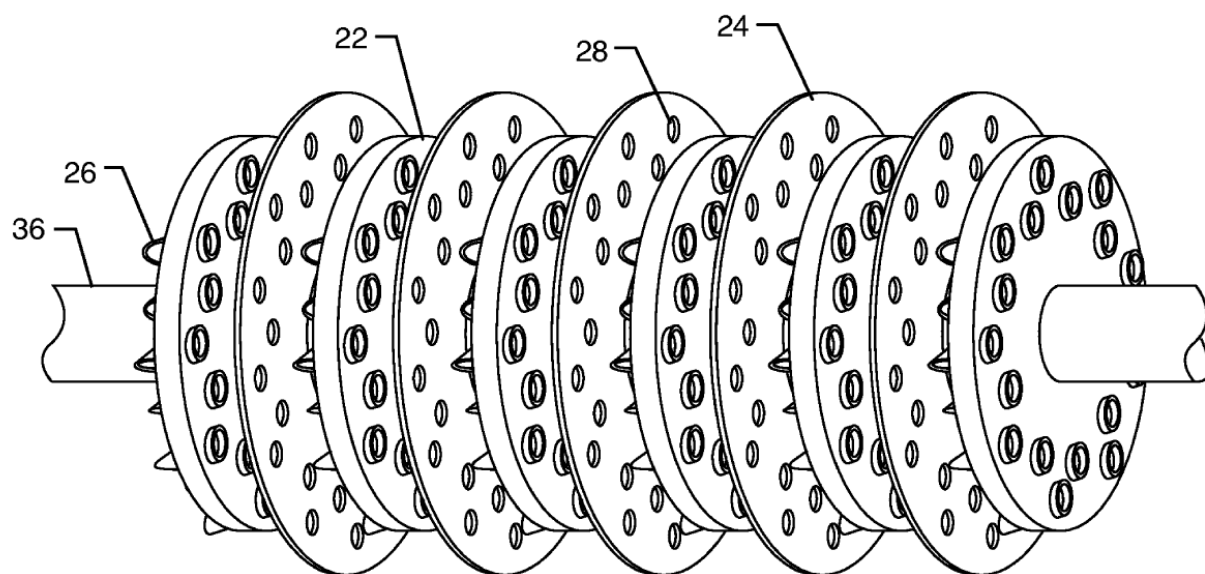


FIG. 19

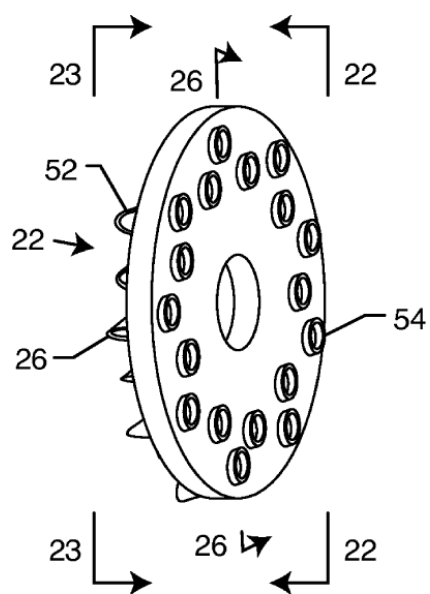


FIG. 20

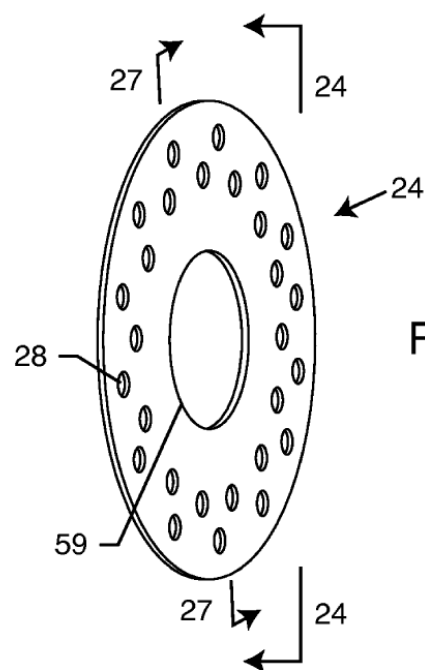


FIG. 21

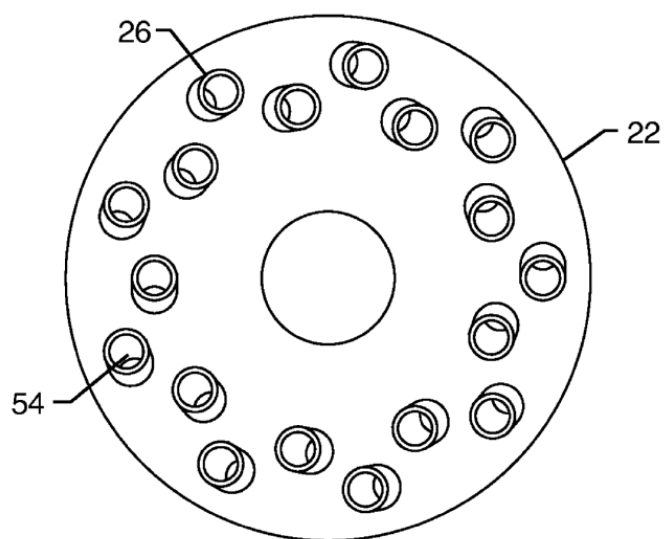


FIG. 22

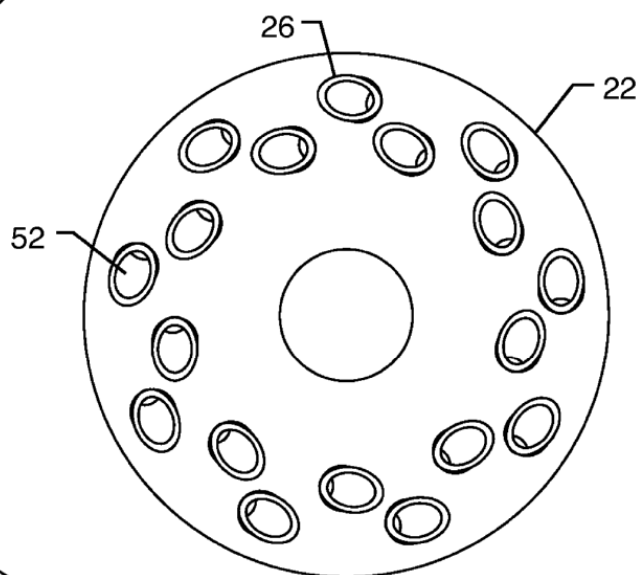


FIG. 23

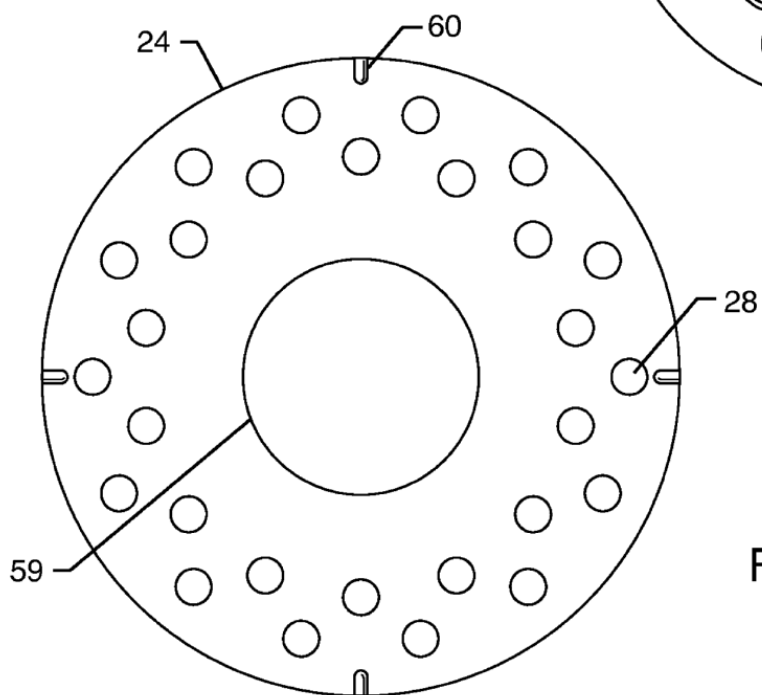


FIG. 24

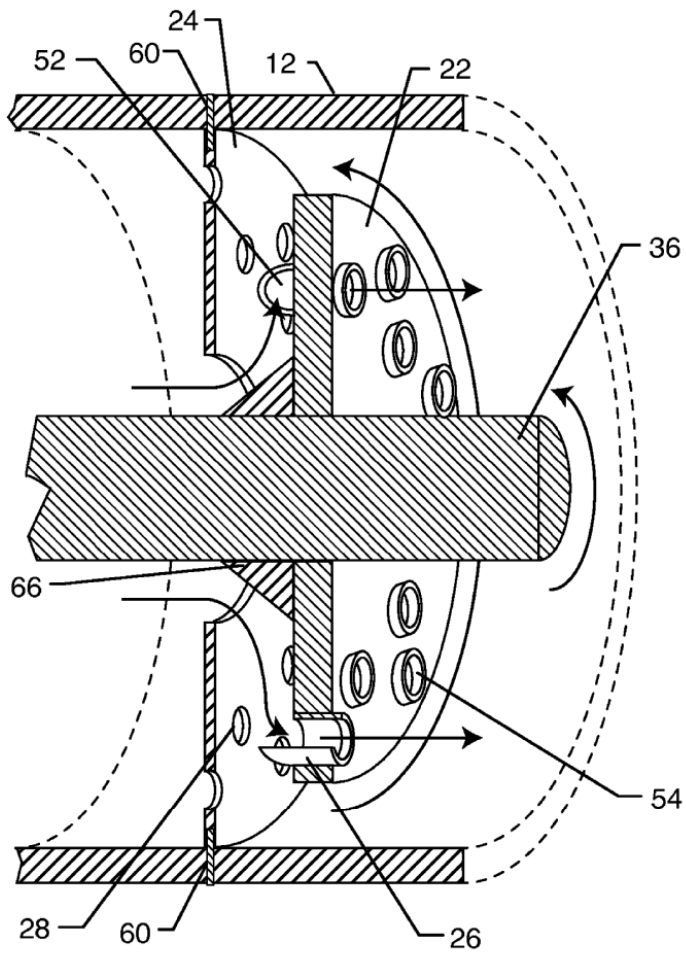


FIG. 25

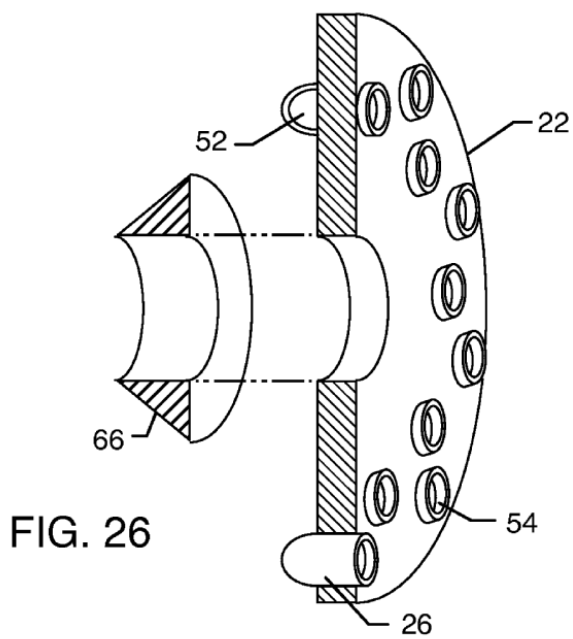


FIG. 26

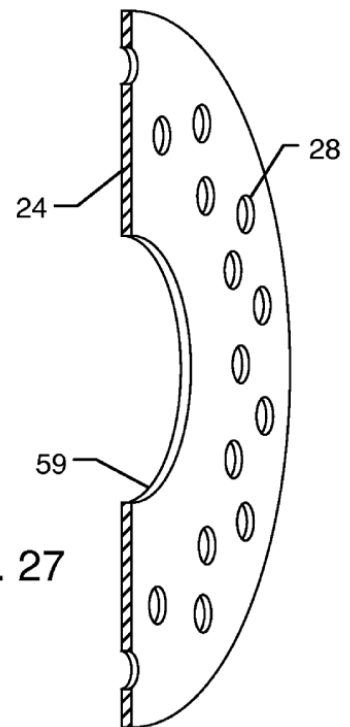


FIG. 27

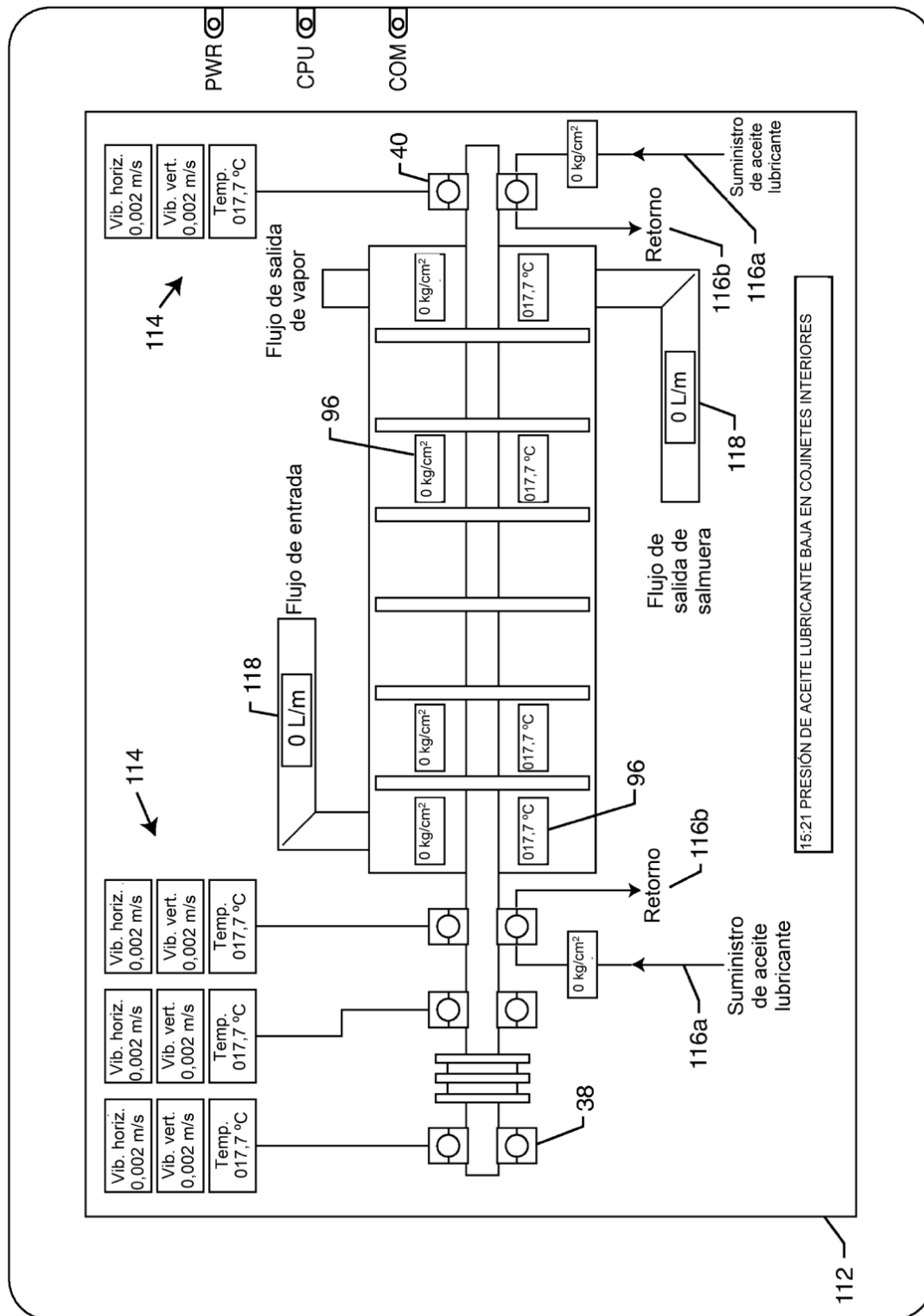


FIG. 28

