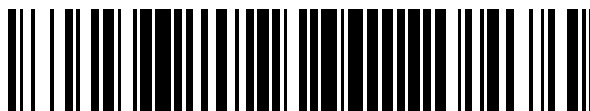


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 897**

51 Int. Cl.:

C02F 1/32 (2006.01)

C02F 1/48 (2006.01)

C02F 1/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2012 PCT/US2012/033097**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2012 WO12142140**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2012 E 12719139 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2697168**

54 Título: **Sistemas y método de tratamiento de agua mediante radiación UV**

30 Prioridad:

12.04.2011 US 201161474646 P

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

07.03.2018

73 Titular/es:

**SILVER BULLET WATER TREATMENT
COMPANY, LLC (100.0%)
10515 East 40th Ave. Suite 116
Denver, CO 80239, US**

72 Inventor/es:

**SUNSHINE, DAVID y
KOLSTAD, DAVID**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 657 897 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

Sistemas y método de tratamiento de agua mediante radiación UV

5 ÁMBITO

La presente invención se refiere en general a sistemas y métodos de tratamiento de agua. De modo más concreto, las formas de ejecución de la presente invención utilizan luz ultravioleta y/o imanes para tratar el agua.

10 ANTECEDENTES

El tratamiento del agua es necesario para conseguir o mantener su calidad a un nivel aceptable en sistemas como torres de refrigeración, refrigeradores evaporativos, intercambiadores de calor, frigoríficos, sistemas de recirculación de procesos, sistemas de tratamiento de agua en los puntos de entrada y varios sistemas de tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, muchos acondicionadores de aire y otros procesos que producen calor como subproducto o residuo utilizan torres de refrigeración para disipar o eliminar el calor. Las torres de refrigeración suelen utilizar agua como medio de refrigeración para absorber el calor de los serpentines de acondicionamiento del aire o de aparatos similares de alivio de calor. El agua es un excelente medio de refrigeración por su capacidad calorífica específica relativamente alta, su excelente conducción del calor en forma líquida y su calor de evaporación relativamente alto. Sin embargo, el agua de las torres de refrigeración requiere un tratamiento exhaustivo para evitar que la calidad del agua se degrade hasta niveles inaceptables.

Las torres de refrigeración con circulación de agua para disipar o eliminar el calor suelen perder grandes cantidades de agua por evaporación. Una típica torre de refrigeración de acondicionamiento de aire pierde por evaporación aproximadamente 3 galones de agua por minuto, para cada 100 toneladas de capacidad de acondicionamiento de aire. Un hospital grande puede tener aproximadamente 1000 toneladas de capacidad de acondicionamiento de aire. Así, la torre de refrigeración del aire acondicionado de un hospital grande pierde aproximadamente 1800 galones de agua por hora debido a la evaporación. La evaporación del agua de la torre de refrigeración deja prácticamente todos los sólidos que llevaba disueltos el agua evaporada y, como resultado, aumenta la concentración de sólidos disueltos en el agua de la torre de refrigeración que permanece en fase líquida dentro de la torre. El agua de la torre de refrigeración queda hiperconcentrada de solutos (carga de soluto) y la precipitación o la deposición de estos sólidos en las partes de la torre de refrigeración es un problema importante. El o los ciclos de concentración ("ciclo") son una medida del grado en que la concentración de sólidos disueltos en el agua circulante aumenta respecto a la del agua de alimentación (también designada como agua bruta) de la siguiente manera: el agua de alimentación está en 1 ciclo de concentración, con su calor de vaporización relativamente alto incluido. Sin embargo, el agua de la torre de refrigeración requiere un tratamiento exhaustivo para evitar que la calidad del agua se degrade a niveles inaceptables.

Las torres de refrigeración con circulación de agua para disipar o eliminar el calor suelen perder grandes cantidades de agua por evaporación. Una típica torre de refrigeración de acondicionamiento de aire pierde por evaporación aproximadamente 11,4 l (3 galones) de agua por minuto, por 100 toneladas de capacidad de acondicionamiento de aire. Un hospital grande puede tener aproximadamente 1000 toneladas de capacidad de acondicionamiento de aire. Por lo tanto, la torre de refrigeración del aire acondicionado de un hospital grande pierde aproximadamente 6.814 l (1800 galones) de agua por hora debido a la evaporación. La evaporación del agua de la torre de refrigeración deja casi todos los sólidos que llevaba disueltos el agua evaporada y, como resultado, aumenta la concentración de sólidos disueltos en el agua de la torre de refrigeración que permanece en fase líquida dentro de la torre. El agua de la torre de refrigeración queda hiperconcentrada de solutos (carga de soluto) y la precipitación o la deposición de estos sólidos en las partes de la torre de refrigeración es un problema importante. El o los ciclos de concentración ("ciclo") son una medida del grado en que la concentración de sólidos disueltos en el agua circulante aumenta con respecto a la del agua de alimentación (también designada como agua bruta) de la siguiente manera: el agua de alimentación está en 1 ciclo de concentración; cuando los sólidos disueltos en el agua circulante alcanzan el doble de concentración respecto al agua de alimentación, el agua circulante se encuentra en o ha pasado por 2 ciclos de concentración; a una concentración 4 veces superior a la del agua de alimentación, el agua circulante se encuentra en o ha pasado por 4 ciclos de concentración.

La precipitación y deposición de carbonato suele ser problemática en las torres de refrigeración, debido, al menos en parte, a la hiperconcentración de solutos y a la alcalinización. El carbonato cálcico y el carbonato magnésico son con frecuencia las especies más problemáticas. La precipitación de carbonato se ve agravada por un agua de la torre de refrigeración altamente alcalina, porque las proporciones de carbonato a bicarbonato aumentan con el incremento del pH, y el carbonato es menos soluble en agua que el bicarbonato. En consecuencia, la precipitación de carbonato es más problemática a un pH más elevado. El control de la alcalinidad (es decir, rebajar el pH) es por lo tanto muy conveniente en el tratamiento del agua de las torres de refrigeración. El crecimiento bacteriano y el crecimiento de microorganismos u otros organismos en el agua de las torres de refrigeración y en partes de ellas también es un problema importante.

La alcalinidad del agua de las torres de refrigeración y la hiperconcentración de sólidos disueltos suelen tratarse añadiendo sustancias químicas al agua que ayudan a mantener los sólidos disueltos en solución o en suspensión. Sin embargo dichos productos químicos pueden aumentar sustancialmente los costes de refrigeración del edificio. También se emplean productos químicos (biocidas) para inhibir el crecimiento de organismos, pero estos productos químicos también pueden ser caros y algunos biocidas son menos efectivos en condiciones de mayor alcalinidad.

La calidad del agua de las torres de refrigeración también suele mantenerse drenando una parte del agua (purgado) y reemplazando el agua drenada con agua de alimentación que no está hiperconcentrada o muy contaminada biológicamente por niveles elevados de microorganismos. El uso de productos químicos para tratar el agua de las torres de refrigeración puede complicar el purgado o limitar el uso de algunas sustancias químicas, ya que algunas aguas tratadas químicamente pueden requerir una eliminación especializada. La radiación ultravioleta (UV) puede ser efectiva como agente desinfectante, pero en general no es eficaz contra la hiperconcentración y la deposición de los sólidos transportados por el agua.

La patente U.S. nº 4,230,571 describe un método y un aparato para purificar agua con ozono y radiación ultravioleta. Un gas que contiene oxígeno, como el aire, se dirige al flujo en un paso confinado tras una fuente de radiación ultravioleta tal como una lámpara de vapor de mercurio. La patente '571 no describe ningún tipo de imán o campo magnético.

La patente U.S. nº 4,141,830 describe un aparato para purificar líquidos como el agua, en el cual una fuente de luz ultravioleta irradia aire que pasa a través de una primera cámara que envuelve la fuente y luego irradia el líquido que atraviesa una segunda cámara que envuelve la primera. La patente '830 no describe ningún tipo de imán o campo magnético.

La patente U.S. nº 4,655,933 describe un dispositivo de purificación de agua que utiliza como agente de tratamiento del agua un gas alotrópico del oxígeno ionizado en múltiples formas de carga iónica. El dispositivo aportado tiene un trayecto de flujo gaseoso con sitios de formación de alotropos iónicos de oxígeno multivalente, incluyendo cada uno de ellos una zona energética de campo de flujo magnético en la trayectoria de la corriente de aire ambiental, que se caracteriza por constar de imanes multipolares interactivos que forman campos de flujo a lo largo de dicha corriente, y una o más lámparas de fotólisis de oxígeno alargadas que rodean la corriente con emisiones ionizantes de energía radiante de electronvoltios de luz de longitud de onda ultravioleta. Sin embargo, en la patente '933 los imanes están instalados fuera del trayecto de flujo y fuera de cualquier cámara o carcasa.

La publicación de patente U.S. nº 2007/0062883 describe un aparato para desodorizar desechos de ganadería, el cual incluye un tanque que contiene los desechos de ganado que deben desodorizarse, una alimentación de aire atmosférico; una fuente de luz ultravioleta y un imán. Sin embargo, la publicación '883 solo describe una única serie de imanes con una orientación polar desconocida.

La publicación WO nº 96/22944 describe un esterilizador para destruir contaminantes biológicos en agua que consta de una camisa anular de agua, a través de la cual fluye la corriente de agua desde una entrada hasta una salida, que está dispuesta alrededor de una fuente ultravioleta de alta intensidad que comprende una serie de lámparas y una fuente de campo magnético intenso. Sin embargo en la publicación '944 el imán consiste en un solo electroimán.

La patente U.S. nº 4,562,014 describe un método y un dispositivo para la transferencia por dispersión en línea de un flujo de gas a un flujo de líquido, a fin de dispersar y difundir aire ambiental y/u otro gas o gases oxidantes en un filtrado u otro flujo líquido, como el agua, llegando a índices de sobresaturación. La '014 no revela múltiples líneas de imanes. Por lo tanto se necesita un sistema y un método de tratamiento de agua como el descrito y reivindicado a continuación.

RESUMEN

Las formas de ejecución de la presente revelación tienen por objeto resolver estos y otros problemas y superar las desventajas del estado técnico anterior. En concreto las formas de ejecución de los sistemas y métodos descritos procuran el mantenimiento y/o mejoras de la calidad del agua. Como ejemplos, sin limitarse a ellas, las formas de ejecución de la presente descripción se pueden aplicar para mantener la calidad del agua en torres de refrigeración, piscinas, fuentes u otras instalaciones de agua y similares. Los sistemas y métodos de tratamiento aquí revelados utilizan radiación o luz ultravioleta (UV). Las formas de ejecución también pueden emplear campos magnéticos. La radiación UV y/o los campos magnéticos se pueden aplicar directamente al agua para tratarla. Como alternativa o adicionalmente, la radiación UV y/o los campos magnéticos se pueden aplicar a un gas tal como el aire, y luego el gas tratado se puede poner en contacto con el agua para tratarla.

Según los ejemplos de formas de ejecución de la presente descripción, la radiación UV puede consistir en radiación ultravioleta de múltiples longitudes de onda. Por ejemplo, se puede emplear radiación UV a longitudes de onda de aproximadamente 185 nm y aproximadamente 254 nm. Los imanes se pueden disponer formando parte de series lineales. Además estas series lineales se pueden colocar por pares. Por ejemplo, se puede instalar un par de series

lineales de imanes junto a una lámpara UV situada dentro de una cámara, para tratar simultáneamente con radiación UV y un campo magnético un gas contenido en de dicha cámara.

Según, al menos, algunas formas de ejecución, se trata un gas con radiación UV y después el gas tratado se pone en contacto con agua. Se puede instalar una bomba para enviar aire comprimido a una cámara de tratamiento que contenga una fuente de luz ultravioleta. Además la cámara de tratamiento puede incluir series lineales de imanes. El gas comprimido es expuesto a la línea formada por la serie, donde la polaridad de los imanes dispuestos a lo largo de la primera línea es tal que un primer imán de la línea repele un segundo imán de la línea. Según otras formas de ejecución los imanes pueden estar alineados a lo largo de al menos una primera y una segunda línea, donde la polaridad de los imanes dispuestos a lo largo de la primera línea es tal que un primer imán repele un segundo imán de la primera línea y donde la polaridad de los imanes dispuestos a lo largo de la segunda línea es tal que un primer imán repele un segundo imán de la segunda línea, donde el primer imán de la primera línea es adyacente al primer imán de la segunda línea, donde el segundo imán de la primera línea es adyacente el segundo imán de la segunda línea, de modo que los primeros imanes adyacentes y los segundos imanes adyacentes tienen campos magnéticos o polaridades alineados de forma opuesta.

Otras formas de ejecución proporcionan sistemas de tratamiento de agua que pueden incluir una bomba de aire. Además, los sistemas pueden incluir una primera cámara de tratamiento provista de una carcasa que defina un volumen interior o un primer volumen de tratamiento, y una entrada al volumen interior conectada a una salida de la bomba de aire mediante al menos un primer tubo o conducto de alimentación. Los sistemas pueden incluir además una salida del volumen interior. Asimismo hay una fuente de luz UV situada dentro del volumen interior de la primera cámara de tratamiento.

Los sistemas pueden incluir adicionalmente otros elementos, solos o combinados. Por ejemplo, un sistema puede incluir una segunda cámara de tratamiento. La segunda cámara de tratamiento puede estar provista de una carcasa que defina un volumen interior o segundo volumen de tratamiento, una entrada al volumen interior conectada a una salida de la bomba de aire mediante al menos un segundo tubo o conducto de alimentación y una salida del volumen interior. Dentro del volumen interior de la segunda cámara de tratamiento se sitúa una segunda fuente de radiación UV. Asimismo, también se puede disponer una salida común, interconectando la salida del volumen interior de la primera cámara de tratamiento y la salida del volumen interior de la segunda cámara de tratamiento. La primera cámara de tratamiento puede incluir además una primera serie de imanes dispuestos a lo largo de una primera línea, en la cual se alterna la orientación de los imanes. La primera cámara de tratamiento puede comprender también una segunda serie de imanes dispuestos a lo largo de una segunda línea, en la cual se alterna la orientación de los polos magnéticos de los imanes, de modo que la orientación de los polos magnéticos de cada imán de la primera serie es contraria a la de un imán adyacente de la segunda serie de imanes. La configuración en el segundo volumen de tratamiento es similar. Además hay una fuente de luz UV situada dentro del volumen interior de la primera cámara de tratamiento.

Los sistemas pueden incluir adicionalmente otros elementos, solos o combinados. Por ejemplo, un sistema puede incluir una segunda cámara de tratamiento. La segunda cámara de tratamiento puede estar provista de una carcasa que defina un volumen interior o segundo volumen de tratamiento, una entrada al volumen interior conectada a una salida de la bomba de aire mediante al menos un segundo tubo o conducto de alimentación y una salida del volumen interior. Dentro del volumen interior de la segunda cámara de tratamiento se sitúa una segunda fuente de radiación UV. Asimismo, también se puede disponer una salida común, interconectando la salida del volumen interior de la primera cámara de tratamiento y la salida del volumen interior de la segunda cámara de tratamiento. La primera cámara de tratamiento puede incluir además una primera serie de imanes dispuestos a lo largo de una primera línea, en la cual se alterna la orientación de los imanes. La primera cámara de tratamiento puede comprender también una segunda serie de imanes dispuestos a lo largo de una segunda línea, en la cual se alterna la orientación de los polos magnéticos de los imanes, de manera que la orientación de los polos magnéticos de cada imán de la primera serie es contraria a la de un imán adyacente de la segunda serie de imanes. De manera análoga, la segunda cámara de tratamiento puede incluir una tercera serie de imanes dispuestos a lo largo de una tercera línea, en la cual se alterna la orientación de los polos magnéticos de los imanes, y una cuarta serie de imanes dispuestos en una cuarta línea, en la cual se alterna la orientación de los imanes, de manera que la orientación de los polos magnéticos de cada imán de la tercera serie es contraria a la de un imán adyacente de la cuarta serie de imanes.

Los métodos aquí descritos pueden incluir otros métodos de tratamiento de agua consistentes en poner en contacto una corriente de gas que contiene oxígeno con radiación ultravioleta para formar un gas de oxígeno tratado y luego poner en contacto una corriente de agua con el gas tratado para formar una corriente de agua tratada. Según otros aspectos, los métodos de la presente revelación pueden incluir la puesta en contacto de la corriente de gas que contiene oxígeno con la radiación ultravioleta dentro de un campo magnético inducido. El campo magnético puede establecerse entre dos series paralelas de imanes con polos magnéticos alternantes. La corriente de gas que lleva oxígeno puede ser aire. Además, la puesta en contacto de la corriente de gas que contiene oxígeno con la radiación ultravioleta se puede realizar a una presión superior a la presión ambiental, sobre todo entre 140 cm (55 pulgadas) y 102 m (4.000 pulgadas) de agua aproximadamente sobre la presión atmosférica ambiental. La radiación ultravioleta puede incluir longitudes de onda de al menos 185 nm aproximadamente y 254 nm aproximadamente. La radiación ultravioleta puede abarcar básicamente longitudes de onda comprendidas entre 185 nm y 254 nm aproximadamente.

La puesta en contacto de la corriente de gas oxígeno tratada con la corriente de agua puede incluir al menos uno de estos procedimientos: formar una dispersión del gas de oxígeno tratado en la corriente de agua; burbujear el gas de oxígeno tratado en la corriente de agua; e introducir el gas de oxígeno tratado en la corriente de agua por medio de un efecto venturi. Además, la corriente de agua puede estar sustancialmente libre de cloro y/o de subproductos de desinfección con cloro. El método también puede incluir la puesta en contacto de las incrustaciones que contienen calcio con la corriente de agua tratada, a fin de eliminar al menos una parte de dichas incrustaciones y formar un agua cargada de calcio. La corriente de agua tratada tiene preferiblemente un ciclo de concentración superior a 1 aproximadamente, con mayor preferencia un ciclo de concentración superior a 4 aproximadamente. El contacto de la corriente de gas que contiene oxígeno con la radiación ultravioleta puede tener lugar básicamente a la temperatura ambiente y a una presión no inferior a 140 cm (55 pulgadas) de agua aproximadamente y no superior a 102 m (4.000 pulgadas) de agua aproximadamente por encima de la presión atmosférica ambiental, y de modo que el agua tratada contenga aproximadamente menos de 50.000 colonias de bacterias por ml.

Las características y ventajas adicionales de las formas de ejecución de la presente descripción resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción, en particular haciendo referencia a las figuras adjuntas.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LAS FIGURAS

Figura 1 vista esquemática de un dispositivo de tratamiento de agua según una forma de ejecución de la presente invención;
 Figura 2 sección lateral de un dispositivo de tratamiento de agua según una forma de ejecución de la presente invención;
 Figura 3 vista de un corte transversal superior de un dispositivo de tratamiento de agua según una forma de ejecución de la presente invención;
 Figura 4 vista lateral de un dispositivo de tratamiento de agua según una forma de ejecución de la presente invención;
 Figura 5 vista lateral de un dispositivo de tratamiento de agua según una forma de ejecución de la presente invención;
 Figura 6 vista lateral de un dispositivo de tratamiento de agua según una forma de ejecución de la presente invención;
 Figura 7 vista lateral de un dispositivo de tratamiento de agua según una forma de ejecución de la presente invención;
 Figura 8 representa un dispositivo de tratamiento de agua según formas de ejecución de la presente invención;
 Figura 9 sección de una cámara de tratamiento según formas de ejecución de la presente invención; y
 Figura 10 diagrama de flujo que representa aspectos de un método de tratamiento de agua según formas de ejecución de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las formas de ejecución de la presente invención incluyen dispositivos de tratamiento de agua que utilizan radiación UV, un campo magnético y/o aire enriquecido con ozono para tratar agua cargada de solutos, agua muy alcalina y agua contaminada biológicamente, o agua susceptible de volverse muy alcalina o contaminarse biológicamente en ausencia de tratamiento. Un ejemplo de este tipo de agua es el agua de las torres de refrigeración. Otros ejemplos incluyen, sin limitarse a ellas, las aguas residuales de los pozos de petróleo o de los yacimientos gas y otras aguas contaminadas procedentes de procesos industriales. Las formas de ejecución de la presente invención también son efectivas para tratar el agua de las piscinas y de los jacuzzi o bañeras de hidromasaje, porque los dispositivos de tratamiento de agua estabilizan normalmente la concentración de cloro y disminuyen la necesidad de añadir cloro al agua.

Mediante el uso del dispositivo de tratamiento se modula el pH del agua cargada de solutos, como es el caso del agua de las torres de refrigeración, y se consigue un gran control de la contaminación biológica sin el empleo de agentes químicos o con un uso mucho menor de los mismos. Por tanto el uso del dispositivo de tratamiento de agua reduce los costes de tratamiento del agua en comparación con solo el tratamiento químico. Las formas de ejecución de la presente invención tratan de manera efectiva el agua de las torres de refrigeración, evitando o eliminando la contaminación biológica del agua, y rebajando el pH aproximadamente en 0,2 unidades o manteniéndolo.

En esta descripción, las referencias a “una forma de ejecución”, “otra forma de ejecución”, “una forma de ejecución preferida”, “una forma de ejecución alternativa”, “una variación” y frases similares significan que una característica, estructura o propiedad particular descrita en relación con dicha forma de ejecución o variación está incluida en al menos una forma de ejecución o variación de la presente invención. La frase “en una forma de ejecución”, “en una variación” o frases similares, tal como se usan en varios lugares de esta descripción, no se refieren necesariamente a la misma forma de ejecución o a la misma variación.

Los términos “un par” o “acoplado”, tal como se emplean en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, se refieren a una conexión indirecta o directa entre los elementos, componentes u objetos mencionados. A menudo, la forma del acoplamiento estará relacionada concretamente con el modo de interactuar los dos elementos acoplados.

Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “aproximadamente” se refiere a más o menos el 10% del valor indicado. Por ejemplo: “aproximadamente 14,0 vatios” significa un intervalo de 12,6 vatios hasta 15,4 vatios.

- 5 Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “alrededor de” se refiere a más o menos el 20% del valor indicado.

10 Tal como se usan en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, los términos “hiperconcentrado” y “cargado de solutos” se refieren al agua circulante (agua de torres de refrigeración) que contiene sólidos y otras especies en solución a concentraciones al menos 2 veces superiores a la concentración del agua de alimentación. Por ejemplo, el agua circulante a un ciclo de concentración de 2 está hiperconcentrada con sólidos disueltos.

15 Tal como se usan en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, los términos “contaminada biológicamente” y “agua contaminada biológicamente” se refieren al agua circulante (agua de torres de refrigeración) con una carga bacteriana superior a 50.000 colonias por mililitro. Se considera que 50.000 colonias por mililitro y menos es un nivel aceptable de contaminación bacteriana del agua circulante en las condiciones de algunos programas de tratamiento de aguas, y en ausencia de un tratamiento específico de aguas la carga bacteriana puede alcanzar 500.000 hasta 1.000.000 colonias por ml o incluso más. La carga bacteriana de 1.000 colonias por mililitro y menos se puede lograr con las formas de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua según la presente invención.

20 Los términos “contaminada” o “agua contaminada” se refieren al agua inadecuada o indeseada para el uso previsto. Así, el agua que se pretende usar como agua potable puede estar contaminada, pero esta misma agua se podría considerar aceptable y, por tanto no contaminada, para verterla a un río.

25 Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “gas oxigenado” se refiere a una mezcla o solución en fase gaseosa que lleva alguna forma de oxígeno a un nivel de al menos el 1% en peso. Las formas del oxígeno incluyen el oxígeno monoatómico (O); el oxígeno diatómico, también conocido como oxígeno molecular (O₂) en estado fundamental (triplete, 3Σ_g⁻ O₂); el ozono u oxígeno triatómico (O₃); el oxígeno diatómico con electrones en cualquiera de los dos estados excitados (¹Δ_g⁻ O₂ y ¹Σ_g⁻ O₂) conocidos como oxígeno singulete (cualquier forma de oxígeno singulete está representada aquí como ¹O₂); y el anión superóxido (O₂⁻).

35 Tal como se usa en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “aire” se refiere al gas conocido comúnmente que rodea la superficie de la tierra y que contiene aproximadamente 78,08% de N₂, 20,95% de O₂, 0,934% de Ar y 0,0383% de CO₂ en volumen según los valores de la Atmósfera estándar de 1976 al nivel del mar.

Tal como se usa en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “aire suplementado con oxígeno” se refiere al aire que contiene más del 21,1% de O₂ en peso.

40 Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “gas enriquecido con ozono” se refiere a un gas que contiene más de 600 partes por millardo (billón US = mil millones) de ozono.

Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “aire enriquecido con ozono” se refiere a un aire que contiene más de 600 partes por millardo (billón US = mil millones) de ozono.

45 Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “radiación ultravioleta” o “radiación UV” se refiere a la radiación electromagnética que tiene una longitud de onda comprendida en un intervalo de 40 nm hasta 400 nm. Por consiguiente, una fuente de radiación UV emite radiación electromagnética de longitud de onda en el intervalo de 40 nm hasta 400 nm.

50 Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “sustancialmente transmisor de UV” o “material sustancialmente transmisor de UV” se refiere a un material que transmite el 50% o más de la radiación que tiene una longitud de onda alrededor de 180 nm y/o alrededor de 254 nm, por 1 mm de material.

55 Tal como se emplea en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “sustancialmente paralelo” se refiere a líneas o ejes equidistantes cuya orientación recíproca varía en más o menos 3°.

Formas de ejecución de los dispositivos de tratamiento de agua

60 Las figuras 1 – 4 ilustran una primera forma de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua 126; ninguna de las figuras 1 - 4 está dibujada a escala. En la figura 1 se representa esquemáticamente la primera forma de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua 126 instalado en un sistema de agua de la torre de refrigeración 110. La primera forma de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua 126 comprende una cámara de radiación 127, un inyector de gas 138, una válvula 140 y una bomba 114. El inyector de gas del dispositivo de tratamiento de agua de la primera forma de ejecución es un venturi. El sistema de agua de la torre de refrigeración comprende además el conducto 112 y un depósito 124. El conducto sirve para transportar el agua entre el depósito y el dispositivo de tratamiento de agua, así como dentro del dispositivo de tratamiento de agua. El depósito del sistema de agua de la

torre de refrigeración es un cubeto, cuya torre de refrigeración está acoplada a un acondicionador de aire. El flujo de tratamiento de agua sigue un camino en sentido horario desde el depósito 124 a la bomba 114, luego a la válvula 140 o al inyector de gas 138, antes de entrar en la cámara de radiación 127 y finalmente regresar al depósito 124.

- 5 La trayectoria del flujo de tratamiento de agua incluye el conducto 112, el cual pasa entre o a través de los otros componentes arriba descritos.

10 En funcionamiento, como está representado en la figura 1, el agua fluye normalmente en el sentido de las agujas del reloj desde el depósito 124 a la bomba 114 y luego al inyector de gas 138. El depósito sirve como reserva de agua contaminada que deber ser tratada por el dispositivo de tratamiento de agua 126 y como destino del agua tratada. En algunas formas de ejecución el agua tratada no vuelve al depósito de agua contaminada. En algunas formas de ejecución se parte de otras fuentes de agua contaminada, como es el caso del agua sucia de yacimientos de gas o de pozos petróleo.

15 Durante el funcionamiento normal del dispositivo de tratamiento de agua 126 el agua fluye a través del inyector de gas 138 o de la válvula 140, antes de entrar en la cámara de radiación 127. El inyector de gas (venturi) introduce gas oxigenado en el agua que fluye a través del mismo. Los ejemplos de gas oxigenado incluyen, sin limitarse a ellos, aire, aire suplementado con oxígeno, oxígeno relativamente puro, aire enriquecido con ozono y gas enriquecido con ozono. Alternativamente el agua puede fluir a través de la válvula 140, con volúmenes y proporciones de agua que
20 atraviesen la válvula o el inyector de gas en variación inversa, y por lo tanto el flujo de agua a través del venturi se modula mediante el uso de la válvula. Como es obvio para una persona con experiencia usual en la técnica, el flujo de agua a través del venturi se incrementa en general cerrando total o parcialmente la válvula. En algunas formas de ejecución no existe la válvula 140 y la proporción del flujo de agua a través del inyector de gas 138 se puede ajustar principalmente regulando el caudal de la bomba 114. En algunas formas de ejecución, el inyector de gas 138 se
25 complementa o sustituye con otros medios de inyección de gas distintos del venturi. Los medios de inyección de gas están adaptados para inyectar gas en el agua que fluye e incluyen, sin limitarse a ellos, chorros de gas o boquillas adaptadas para inyectar gas bajo presión positiva en el agua.

30 El agua fluye hacia la cámara de radiación 127 donde normalmente es irradiada con radiación UV y sometida a un campo magnético. El agua tratada sale de la cámara de radiación y vuelve al depósito 124. La cámara de radiación 127 del dispositivo de tratamiento de agua 126 se ilustra detalladamente en la figura 2 mediante una vista en sección transversal. El inyector de gas 138, que es un venturi, también está representado con mayor detalle en la figura 2. La cámara de radiación está formada por un recinto de plástico 128 de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), de cuatro pulgadas de diámetro y treinta y ocho pulgadas de longitud, resistente a los rayos UV, dentro del cual se aloja una
35 fuente de radiación UV 130, una barra magnética 132 y una celda de flujo 142. La cámara de radiación comprende además una brida 154 en la cual hay un orificio 150 que puede atravesar el gas con relativa libertad.

40 La barra magnética 132 de la primera forma de ejecución es un tubo de cobre dentro del cual se encuentran seis imanes permanentes 134. En otras formas de ejecución se pueden usar electroimanes en lugar o además de los imanes permanentes. La celda de flujo del dispositivo de tratamiento de agua de la primera forma de ejecución es un tubo de vidrio que tiene un diámetro interior de una pulgada y está constituido por vidrio de cuarzo de calidad UV. El vidrio de cuarzo de calidad UV según la primera forma de ejecución es de cuarzo fundido GE tipo 214 (Momentive Performance Materials Quartz, Inc., Strongsville, Ohio), cuya transmisión de la radiación UV es aproximadamente del 70% (por 1 mm de material) a 185 nm y superior al 85% (por 1 mm de material) a 254 nm. Otras formas de ejecución
45 de los dispositivos de tratamiento de agua incluyen celdas de flujo formadas sustancialmente por material transmisor de UV. La celda de flujo 142 es un cilindro cuyo eje tiene una longitud 143 de 30 pulgadas aproximadamente. En otras formas de ejecución la longitud de la celda de flujo es preferiblemente de al menos 10 pulgadas, con mayor preferencia de al menos 20 pulgadas y sobre todo de al menos 30 pulgadas. La celda de flujo está bien adaptada a la irradiación en toda su longitud.

50 La fuente de radiación UV 130 es una lámpara UV de cuarzo G36T5VH/4P (fabricada por USHIO America, Inc., una filial de USHIO Inc. de Japón) productora de ozono, cuyo consumo de energía es de aproximadamente cuarenta (40) vatios, con un mayor pico espectral a aproximadamente 253,7 nm y otro pico espectral a aproximadamente 185 nm. La lámpara UV de cuarzo productora de ozono G36T5VH/4P es en general alargada y cilíndrica, tiene una longitud
55 aproximada de 33 pulgadas y un diámetro aproximado de 0,6 pulgadas. Emplea un balasto universal B224PWUV-C. La lámpara G36T5VH/4P consume aproximadamente cuarenta (40) vatios de potencia y emite aproximadamente catorce (14) vatios de potencia en forma de radiación ultravioleta. Como es sabido de los especialistas en la materia, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 254 nm es altamente antimicrobiana. De modo similar, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 185 nm genera ozono en el aire, aunque ineficientemente
60 en comparación con la descarga de corona.

La celda de flujo 142 va acoplada al conducto 112 mediante los empalmes 113 y el agua de la torre de refrigeración fluye a través de ella durante el tratamiento del agua. El inyector de gas 138, relativamente grande, se puede ajustar principalmente regulando el caudal de la bomba 114. En algunas formas de ejecución, el inyector de gas 138 se
65 complementa o sustituye con otros medios de inyección de gas distintos del venturi. Los medios de inyección de gas

están adaptados para inyectar gas en el agua que fluye e incluyen, sin limitarse a ellos, chorros de gas o boquillas adaptadas para inyectar gas bajo presión positiva en el agua.

El agua fluye hacia la cámara de radiación 127 donde normalmente es irradiada con radiación UV y sometida a un campo magnético. El agua tratada sale de la cámara de radiación y vuelve al depósito 124. La cámara de radiación 127 del dispositivo de tratamiento de agua 126 se ilustra detalladamente en la figura 2 mediante una vista en sección transversal. El inyector de gas 138, que es un venturi, también está representado con mayor detalle en la figura 2. La cámara de radiación está formada por un recinto de plástico 128 de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) de 10,2 cm (cuatro pulgadas) de diámetro y 96,5 cm (treinta y ocho pulgadas) de longitud, resistente a los rayos UV, dentro del cual se aloja una fuente de radiación UV 130, una barra magnética 132 y una celda de flujo 142. La cámara de radiación comprende además una brida 154 en la cual hay un orificio 150 que puede atravesar el gas con relativa libertad.

La barra magnética 132 de la primera forma de ejecución es un tubo de cobre dentro del cual se encuentran seis imanes permanentes 134. En otras formas de ejecución se pueden usar electroimanes en lugar o además de los imanes permanentes. La celda de flujo del dispositivo de tratamiento de agua de la primera forma de ejecución es un tubo de vidrio que tiene un diámetro interior de 2,5 cm (una pulgada) y está constituido por vidrio de cuarzo de calidad UV. El vidrio de cuarzo de calidad UV según la primera forma de ejecución es de cuarzo fundido GE tipo 214 (Momentive Performance Materials Quartz, Inc., Strongsville, Ohio), cuya transmisión de la radiación UV es aproximadamente del 70% (por 1 mm de material) a 185 nm y superior al 85% (por 1 mm de material) a 254 nm. Otras formas de ejecución de los dispositivos de tratamiento de agua comprenden celdas de flujo constituidas sustancialmente por material transmisor de UV. La celda de flujo 142 es un cilindro cuyo eje tiene una longitud 143 de 76,2 cm (30 pulgadas) aproximadamente. En otras formas de ejecución la longitud de la celda de flujo es preferiblemente de al menos 25,4 cm (10 pulgadas), con mayor preferencia de al menos 50,8 cm (20 pulgadas) y sobre todo de al menos 76,2 cm (30 pulgadas). La celda de flujo está bien adaptada a la irradiación en toda su longitud.

La fuente de radiación UV 130 es una lámpara UV de cuarzo G36T5VH/4P (fabricada por USHIO America, Inc., una filial de USHIO Inc. de Japón) productora de ozono, cuyo consumo de energía es de aproximadamente cuarenta (40) vatios, con un mayor pico espectral a aproximadamente 253,7 nm y otro pico espectral a aproximadamente 185 nm. La lámpara UV de cuarzo productora de ozono G36T5VH/4P es en general alargada y cilíndrica, tiene una longitud aproximada de 83,8 cm (33 pulgadas) y un diámetro aproximado de 1,5 cm (0,6 pulgadas). Emplea un balasto universal B224PWUV-C. La lámpara G36T5VH/4P consume aproximadamente cuarenta (40) vatios de potencia y emite aproximadamente catorce (14) vatios de potencia en forma de radiación ultravioleta. Como es sabido de los especialistas en la materia, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 254 nm es altamente antimicrobiana. De modo similar, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 185 nm genera ozono en el aire, aunque ineficientemente en comparación con la descarga de corona.

La celda de flujo 142 va acoplada al conducto 112 mediante los empalmes 113 y el agua de la torre de refrigeración fluye a través de ella durante el tratamiento del agua. La transparencia relativamente elevada al UV del vidrio de cuarzo de la celda de flujo permite que la radiación UV penetre en dicha celda irradiando el agua que contiene. En la primera forma de ejecución, la distancia entre la fuente de radiación UV y la celda de flujo es aproximadamente de 1,3 cm (0,50 pulgadas). Según otras formas de ejecución, la distancia entre la fuente de radiación UV y la celda de flujo está comprendida preferiblemente entre 0,25 y 30,5 cm (0,1 y 12 pulgadas), con mayor preferencia entre 0,5 y 15,2 cm (0,2 y 6 pulgadas) y sobre todo entre 1 y 5,1 cm (0,40 y 2,0 pulgadas).

Los imanes 134 de la barra magnética 132 son de neodimio grado N52 (neodimio-hierro-boro) y tienen la forma de un cilindro de aproximadamente 1,3 cm (0,50 pulgadas) de diámetro y aproximadamente 1,3 cm (0,50 pulgadas) de altura cada uno. Los imanes están colocados en tramos de tubo de cobre que tienen un diámetro interior de 1,3 cm (0,50 pulgadas) aproximadamente y están dispuestos con los polos iguales de los imanes adyacentes orientados uno hacia el otro, tal como está representado en la figura 4. En la primera forma de ejecución, la distancia entre la barra magnética y la celda de flujo es de 1,3 cm (0,50 pulgadas) aproximadamente. En otras formas de ejecución, la distancia entre la barra magnética y la celda de flujo está comprendida preferiblemente entre 0,25 y 30,5 cm (0,1 y 12 pulgadas), con mayor preferencia entre 0,5 y 15,2 cm (0,20 y 6 pulgadas) y sobre todo entre 1 y 5,1 cm (0,40 y 2,0 pulgadas). En algunas formas de ejecución se usan imanes permanentes más débiles. También se pueden usar electroimanes.

La cámara de radiación de la primera forma de ejecución contiene realmente dos fuentes de radiación UV (lámparas UV de cuarzo productoras de ozono G36T5VH/4P), dos barras magnéticas y una única celda de flujo. Con el fin de ofrecer una figura más simple, menos sobrecargada, en la figura 2 solo se representa una fuente de radiación UV 130 y una barra magnética 132. Por el mismo motivo, tal como se representa en la figura 2, la barra magnética 132 aparece más cerca de la celda de flujo que la fuente de radiación UV.

La orientación de las dos fuentes de radiación UV 130, de las dos barras magnéticas 132 y de la celda de flujo 142 dentro del recinto 128 de la cámara de radiación 126 del dispositivo de tratamiento de agua de la primera forma de ejecución está mejor ilustrada en la figura 3, que representa un corte transversal superior de la cámara de radiación.

La celda de flujo 142, la fuente de radiación UV 130 y la barra magnética 132 son generalmente cilíndricas, lo cual significa que tanto la celda de flujo como la fuente de radiación UV y la barra magnética tienen un eje cilíndrico. Del modo representado en la figura 2 se ve mejor que los ejes cilíndricos de la celda de flujo, de la fuente de radiación UV y de la barra magnética son sustancialmente paralelos.

Las cámaras de radiación contienen en general dos lámparas UV G36T5VH/4P, dos barras magnéticas y una sola celda de flujo de 2,5 cm (una pulgada) de diámetro interior, dentro de una carcasa de plástico ABS. Un dispositivo de tratamiento de agua que comprenda la cámara de radiación única descrita anteriormente y un venturi Mazzei # 748 que extraiga 28,3 l/h (LPH) (un pie cúbico por hora (CFH)) de aire enriquecido con ozono desde el interior de la cámara de radiación es suficiente para tratar eficazmente agua de torres de refrigeración, hasta para 1000 toneladas de capacidad de refrigeración, aunque la calidad del agua de alimentación sea baja. El agua de alimentación de baja calidad tiene generalmente un valor de pH de 8,0 o superior y un valor de dureza de 200 ppm o superior. Se pueden agregar cámaras de radiación adicionales para aumentar la capacidad.

El caudal de agua a través del inyector de gas (venturi) 138 y de la celda de flujo 142 suele ser aproximadamente de 37,9 a 75,7 l por minuto (LPM) (de diez a veinte galones por minuto (GPM)), con lo cual que el venturi produce un vacío de alrededor de 38,1 cm (15,0 pulgadas) de Hg hasta alrededor de 63,5 cm (25,0 pulgadas) de Hg. Otras formas de ejecución comprenden otras fuentes de radiación UV e imanes y pueden funcionar eficazmente a otros caudales de agua. En la celda de flujo la intensidad de la radiación UV y la intensidad del campo magnético inciden en el máximo caudal de agua que pueden tratar efectivamente las formas de ejecución de la presente invención. Con imanes más potentes o más numerosos, o con más radiación UV, las formas de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua pueden funcionar eficazmente a mayores caudales de agua o tratar un agua "más dura". La configuración de la celda de flujo también se puede adaptar para modular la exposición del contenido de la celda de flujo a la radiación UV. Así, la configuración de la celda de flujo para aumentar la exposición del contenido de la misma a la radiación UV permite tratar mayores caudales de agua con una fuente de radiación UV de una intensidad determinada. Análogamente, la disminución de la distancia entre las fuentes de radiación UV y las celdas de flujo, o entre los imanes y las celdas de flujo, permite aumentar los caudales y lograr aún un tratamiento efectivo del agua.

El inyector de gas 138 del dispositivo de tratamiento de agua de la primera forma de ejecución está acoplado a un tubo de alimentación de gas 136, el cual está adaptado para enviar aire desde el interior de la cámara de radiación 127 al inyector de gas, introduciendo el aire de la cámara de radiación en el agua que fluye junto al inyector de gas. En la cámara de radiación el aire se irradia a aproximadamente 185 nm y por tanto se produce ozono en dicho aire. Por consiguiente el aire de la cámara de radiación que se introduce en el agua que fluye junto al inyector de gas está enriquecido con ozono.

El inyector de gas 138 del dispositivo de tratamiento de agua de la primera forma de ejecución es un venturi Mazzei #748 que crea un flujo de aire de 28,3 l/h (LPH) (un pie cúbico por hora (CFH)) generando un vacío de 38,1 cm (15 pulgadas) de Hg. Para funcionar apropiadamente, el venturi del dispositivo de tratamiento de agua según la primera forma de ejecución produce un vacío mínimo de 30,5 cm (doce pulgadas) de Hg.

El dispositivo de tratamiento de agua de la primera forma de ejecución comprende además un panel de control 129 que aloja (i) un balasto 158 (Universal # B224PWUV-C) para alimentar la lámpara UV, (ii) un vacuómetro 156, (iii) una válvula de prueba de vacío 148 y (iv) un interruptor de la lámpara UV 160.

La figura 3 ilustra una orientación típica de dos lámparas UV 130 y dos barras magnéticas 132 que contienen una serie lineal de imanes (no representada). En la figura 4 se representa la orientación de cuatro imanes individuales 134 en dos tubos adyacentes 132. Los imanes 134 pueden ser, por ejemplo, de tipo permanente, como los imanes de neodimio. El tubo 132 puede ser de varios materiales, tales como cobre, poli(cloruro de vinilo) u otros. Como se puede ver en la figura 4, los imanes adyacentes dentro de un tubo están orientados con sus polos equivalentes más cercanos entre sí. Además, un primer imán 134 de una primera línea o serie lineal de imanes 134 de la primera barra 132 está alineado en sentido opuesto a un primer imán 134 de una segunda línea o serie lineal de imanes 134 de la segunda barra 132. Esta orientación produce orientaciones útiles del campo magnético, señaladas por las flechas de campo magnético 133.

En la tabla I se muestran ejemplos del agua de las torres de refrigeración durante el tratamiento según las formas de ejecución de los dispositivos de tratamiento de agua conforme a la presente invención. Cada uno de los dispositivos de tratamiento de agua cuyos resultados se resumen en la tabla I es básicamente similar e incluye: dos lámparas UV de cuarzo productoras de ozono G36T5VH/4P; dos barras magnéticas que contienen respectivamente seis imanes N52 de neodimio, cada uno de los cuales es cilíndrico y tiene aproximadamente 1,3 cm (½ pulgada) de diámetro por 1,3 cm (½ pulgada) de longitud, y están colocados dentro de tubos de cobre de 1,3 cm (1/2 pulgada) de diámetro interior; una celda de flujo consistente en un tubo de vidrio de cuarzo de aproximadamente 2,5 cm (1 pulgada) de diámetro interior (cuarzo fundido GE tipo 214) y aproximadamente 76,2 cm (30 pulgadas) de longitud; y un venturi Mazzei # 748. Los dispositivos de tratamiento de agua están configurados del modo ilustrado en las figuras 1-4, con las lámparas UV, las barras magnéticas y la celda de flujo incluidas en la carcasa de la cámara de radiación, y el venturi extrae aire enriquecido con ozono del interior de la cámara de radiación. El vacío del venturi se mantiene a 38,1 cm (15 pulgadas) hasta 63,5 cm (25 pulgadas) de Hg, con lo cual el venturi extrae aproximadamente 28,3 l/h

(LPH) (1,0 CFH) o más de gas del interior de la cámara de reacción. Dentro de las barras magnéticas los imanes están orientados del modo representado en la figura 4. El aire entra en la cámara de tratamiento de gas por el tubo de suministro de fluido. Hay un orificio de salida de fluido 271 adaptado para permitir que el gas bajo presión positiva salga del dispositivo de tratamiento de agua, tras lo cual el gas tratado fluye normalmente hacia el agua del sistema. Exceptuando el racor acanalado y el orificio de salida de fluido, la cámara de tratamiento de gas es sustancialmente estanca a los gases.

La cámara de tratamiento de gas 268 también aloja una barra magnética (no representada en la figura 5, pero sí como elemento 232 en la figura 6). La carcasa 260 tiene además unos orificios de entrada de gas 263 practicados en una tapa de acceso extraíble 264. El dispositivo de tratamiento de agua 226 incluye además un tubo de salida de gas 265. Durante el funcionamiento normal se bombea aire desde el interior de la carcasa, a través de la cámara de tratamiento de gas 268, hacia el tubo de salida de gas 265. El aire eliminado del dispositivo de tratamiento de agua al fluir por el tubo de salida de gas 265 es reemplazado por aire exterior que penetra en la carcasa a través de los orificios de entrada de gas 263.

Según al menos algunas formas de ejecución, la carcasa 260 tiene una longitud de 40 pulgadas aproximadamente e incluye una culata 261 y una parte posterior 262. La carcasa 260 puede estar formada por un material de poli(cloruro de vinilo) (PVC). En otras formas de ejecución la carcasa y la cámara de tratamiento de gas incluyen materiales tales como metales, aleaciones metálicas, materiales compuestos y polímeros naturales y sintéticos, sin limitarse a ellos. La culata 261 puede estar constituida por un tubo cilíndrico de PVC de aproximadamente 14 pulgadas de longitud y aproximadamente seis pulgadas de diámetro interior. La parte posterior 262 puede estar constituida por un tubo de PVC de aproximadamente 26 pulgadas de longitud y aproximadamente 4 pulgadas de diámetro interior.

La cámara de tratamiento de gas 268 consta de una carcasa 270 que puede ser un tubo de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) de aproximadamente 36 pulgadas de longitud y aproximadamente 1,5 pulgadas de diámetro interior. La fuente de radiación UV 230 se encuentra dentro de la cámara de tratamiento de gas. La fuente de radiación UV puede ser, por ejemplo, una lámpara UV de cuarzo productora de ozono modelo G36T5VH/4P de USHIO America, Inc. (Cypress, CA). La lámpara modelo G36T5VH/4P funciona con un consumo aproximado de cuarenta (40) vatios de potencia y tiene un mayor pico espectral a aproximadamente 253,7 nm y otro pico espectral a aproximadamente 185 nm. En general la lámpara UV es alargada y cilíndrica y tiene una longitud aproximada de 33 pulgadas y un diámetro aproximado de 0,6 pulgadas. Consume aproximadamente cuarenta (40) vatios de potencia y emite catorce (14) vatios de potencia, aproximadamente, en forma de radiación ultravioleta. Como es sabido de los especialistas en la materia, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 254 nm es altamente antimicrobiana. De modo similar, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 185 nm genera ozono en el aire, aunque ineficientemente en comparación con la descarga de corona.

En la cámara de tratamiento de gas 268 también se aloja una barra magnética 232. La barra magnética puede ser un tubo de cobre que contiene seis imanes permanentes (no representados). Los imanes de la barra magnética 232 son de neodimio grado N52 (neodimio-hierro-boro) y tienen la forma de un cilindro de aproximadamente 12,25 mm (0,50 pulgadas) de diámetro y aproximadamente 12,25 mm (0,50 pulgadas) de altura cada uno. Los imanes de la segunda forma de ejecución son de tierras raras. En otras formas de ejecución se emplean otros imanes de tierras raras, como los de samario-cobalto. El tubo de cobre tiene un diámetro interior de aproximadamente 0,50 pulgadas. Con excepción del racor acanalado 272 y del orificio de salida de fluido 271, la cámara de tratamiento de gas es sustancialmente estanca a los gases. Por tanto el aire u otro gas bombeado a la cámara de tratamiento a través del racor acanalado solo puede salir de la cámara por el orificio de salida de fluido. Las aberturas de la cámara de tratamiento de gas por la cuales entran los cables de alimentación eléctrica a la lámpara UV están bien selladas, para mantener la cámara sustancialmente estanca.

El cableado de los componentes alimentados eléctricamente, como el balasto, la bomba de aire y la fuente de radiación UV, no está representado en las figuras. Sin embargo, los especialistas habituales en la materia reconocen que el balasto va conectado a la lámpara UV y que el dispositivo de tratamiento de agua va acoplado eléctricamente a una fuente de energía eléctrica para poder funcionar. El acoplamiento eléctrico típico incluye, sin limitarse a ello, el enchufe a una toma de corriente o a un circuito permanente.

La segunda forma de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua 226 es meramente ejemplar. Otras formas de ejecución comprenden otras fuentes de radiación UV, incluyendo, sin limitarse a ellas, otras lámparas UV, láseres o diodos adaptados para emitir radiación en la región ultravioleta. Algunas formas de ejecución no requieren balasto o usan un balasto diferente del B224PWUV-C. Como ejemplos no limitativos de lámparas adecuadas cabe citar las de arco, descarga (incluyendo las de gases nobles, vapor de sodio, vapor de mercurio, vapor de halogenuro metálico o vapor de xenon), las lámparas de inducción, plasma, baja presión, alta presión, incandescentes y las de descarga que emiten radiación ultravioleta de longitudes de onda adecuadas. Como ejemplos de láseres apropiados cabe citar, sin limitarse a ellos, los gaseosos, químicos, excímeros, de estado sólido, de fibra, fotónicos, semiconductores, de colorantes o de electrones libres, que funcionan de forma continua o pulsada. Por otra parte los diodos adecuados incluyen, sin limitarse a ellos, los de diamante, nitruro de boro, nitruro de aluminio, nitruro de aluminio y galio y nitruro de aluminio, galio e indio.

En algunas formas de ejecución la fuente de radiación UV o los imanes se hallan fuera de la cámara de tratamiento de gas. Cuando la fuente de radiación UV está fuera de la cámara de tratamiento de gas, la carcasa de la cámara debe permitir la transmisión de grandes cantidades de luz UV a la cámara de tratamiento de gas. Por ejemplo un tubo de vidrio GE tipo 214 para un caudal de 28 litros por hora (l/h) o más. Algunas aplicaciones pueden necesitar caudales de 300 l/h o superiores. Un racor acanalado 272 penetra en la carcasa de la cámara 270 y permite que el gas entre en la cámara de tratamiento de gas desde el tubo de suministro de fluido. Un orificio de salida de fluido 271 está adaptado para permitir que el gas bajo presión positiva salga del dispositivo de tratamiento de agua, tras lo cual el gas tratado fluye normalmente hacia el agua del sistema. Exceptuando el racor acanalado y el orificio de salida de fluido, la cámara de tratamiento de gas es sustancialmente estanca a los gases.

La cámara de tratamiento de gas 268 también aloja una barra magnética (no representada en la figura 5, pero sí como elemento 232 en la figura 6). La carcasa 260 tiene además unos orificios de entrada de gas 263 practicados en una tapa de acceso extraíble 264. El dispositivo de tratamiento de agua 226 incluye además un tubo de salida de gas 265. Durante el funcionamiento normal se bombea aire desde el interior de la carcasa, a través de la cámara de tratamiento de gas 268, hacia el tubo de salida de gas 265. El aire eliminado del dispositivo de tratamiento de agua al fluir por el tubo de salida de gas 265 es reemplazado por aire exterior que penetra en la carcasa a través de los orificios de entrada de gas 263.

Según al menos algunas formas de ejecución, la carcasa 260 tiene una longitud de aproximadamente 101,6 cm (40 pulgadas) e incluye una culata 261 y una parte posterior 262. La carcasa 260 puede estar formada por un material de poli(cloruro de vinilo) (PVC). En otras formas de ejecución la carcasa y la cámara de tratamiento de gas incluyen materiales tales como metales, aleaciones metálicas, materiales compuestos y polímeros naturales y sintéticos, sin limitarse a ellos. La culata 261 puede estar constituida por un tubo cilíndrico de PVC de aproximadamente 35,6 cm (14 pulgadas) de longitud y aproximadamente 15,3 cm (seis pulgadas) de diámetro interior. La parte posterior 262 puede estar formada por un tubo de PVC de aproximadamente 66 cm (26 pulgadas) de longitud y aproximadamente 10,2 cm (4 pulgadas) de diámetro interior.

La cámara de tratamiento de gas 268 consta de una carcasa 270 que puede ser un tubo de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) de aproximadamente 91,4 cm (36 pulgadas) de longitud y aproximadamente 3,8 cm (1,5 pulgadas) de diámetro interior. La fuente de radiación UV 230 se halla dentro de la cámara de tratamiento de gas. La fuente de radiación UV puede ser, por ejemplo, una lámpara UV de cuarzo productora de ozono modelo G36T5VH/4P de USHIO America, Inc. (Cypress, CA). La lámpara modelo G36T5VH/4P funciona con un consumo aproximado de cuarenta (40) vatios de potencia y tiene un mayor pico espectral a aproximadamente 253,7 nm y otro pico espectral a aproximadamente 185 nm. En general la lámpara UV es alargada y cilíndrica y tiene una longitud aproximada de 83,8 cm (33 pulgadas) y un diámetro aproximado de 1,5 cm (0,6 pulgadas). Consume aproximadamente cuarenta (40) vatios de potencia y emite catorce (14) vatios de potencia, aproximadamente, en forma de radiación ultravioleta. Como es conocido de los especialistas en la materia, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 254 nm es altamente antimicrobiana. De manera similar, la radiación que tiene una longitud de onda de alrededor de 185 nm genera ozono en el aire, aunque ineficientemente en comparación con la descarga de corona.

En la cámara de tratamiento de gas 268 también se aloja una barra magnética 232. La barra magnética puede ser un tubo de cobre que contiene seis imanes permanentes (no representados). Los imanes de la barra magnética 232 son de neodimio grado N52 (neodimio-hierro-boro) y tienen la forma de un cilindro de aproximadamente 1,3 cm (0,50 pulgadas) de diámetro y aproximadamente 1,3 cm (0,50 pulgadas) de altura cada uno. Los imanes de la segunda forma de ejecución son de tierras raras. En otras formas de ejecución se usan otros imanes de tierras raras, como los de samario-cobalto. El tubo de cobre tiene un diámetro interior de aproximadamente 1,3 cm (0,50 pulgadas). Con excepción del racor acanalado 272 y del orificio de salida de fluido 271, la cámara de tratamiento de gas es sustancialmente estanca a los gases. Por tanto el aire u otro gas bombeado a la cámara de tratamiento a través del racor acanalado solo puede salir de la cámara por el orificio de salida de fluido. Las aberturas de la cámara de tratamiento de gas por la cuales entran los cables de alimentación eléctrica a la lámpara UV están bien selladas, para mantener la cámara sustancialmente estanca.

El cableado de los componentes alimentados eléctricamente, como el balasto, la bomba de aire y la fuente de radiación UV, no está representado en las figuras. Sin embargo, los especialistas habituales en la materia reconocen que el balasto va conectado a la lámpara UV y que el dispositivo de tratamiento de agua va acoplado eléctricamente a una fuente de energía eléctrica para poder funcionar. El acoplamiento eléctrico típico incluye, sin limitarse a ello, el enchufe a una toma de corriente o a un circuito permanente.

La segunda forma de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua 226 es meramente ejemplar. Otras formas de ejecución comprenden otras fuentes de radiación UV, incluyendo, sin limitarse a ellas, otras lámparas UV, láseres o diodos adaptados para emitir radiación en la región ultravioleta. Algunas formas de ejecución no requieren balasto o usan un balasto diferente del B224PWUV-C. Como ejemplos no limitativos de lámparas adecuadas cabe citar las de arco, descarga (incluyendo las de gases nobles, vapor de sodio, vapor de mercurio, vapor de halogenuro metálico o vapor de xenon), las lámparas de inducción, plasma, baja presión, alta presión, incandescentes y las de descarga que emiten radiación ultravioleta de longitudes de onda adecuadas. Como ejemplos de láseres apropiados cabe citar, sin limitarse a ellos, los gaseosos, químicos, excímeros, de estado sólido, de fibra, fotónicos, semiconductores, de

colorantes o de electrones libres, que funcionan de forma continua o pulsada. Por otra parte los diodos adecuados incluyen, sin limitarse a ellos, los de diamante, nitruro de boro, nitruro de aluminio, nitruro de aluminio y galio y nitruro de aluminio, galio e indio. El elemento de inyección 868 puede ser un simple racor en T, un burbujeador de gas, un venturi o similar. Como alternativa, o adicionalmente, el elemento de inyección 868 puede llevar o estar conectado con una válvula de retención que permita la entrada del gas tratado a la corriente de agua 808 e impida el paso del agua 808 al conducto de salida 860. Además el inyector 868 puede llevar o estar unido a una mirilla de inspección, por ejemplo, para que el personal de mantenimiento pueda verificar el funcionamiento del dispositivo.

El dispositivo de tratamiento de agua 326 también incluye varios componentes electrónicos. Por ejemplo, se facilita un balasto 868 para suministrar una corriente controlada a la fuente de radiación o de luz UV 912 (véase figura 9) dentro de cada cámara de tratamiento 816. En el ejemplo ilustrado en la figura 8, se proporciona un primer balasto 868a para suministrar corriente a la fuente de radiación UV 912 de la primera cámara de tratamiento 816a, mientras que un segundo lastre 868b se prevé para suministrar una corriente controlada a la fuente de radiación UV 912 de la segunda cámara de tratamiento 816b. Asimismo se puede facilitar una o más placas de control 876. La placa de control 876 puede incluir un procesador y una memoria asociada para controlar aspectos del funcionamiento del dispositivo de tratamiento de agua 326. Por ejemplo, el funcionamiento de la bomba 828, del solenoide 844 y de las fuentes de radiación UV 912 puede estar bajo el control de la placa 876. La placa de control 876 también puede recibir señales de entrada, por ejemplo de un usuario mediante un dispositivo de entrada asociado al operador 880, relacionadas con el funcionamiento del dispositivo de tratamiento de agua 326. Además, la placa de control 876 puede emitir señales de salida a un dispositivo de salida del operador 884 relacionadas con el funcionamiento del dispositivo de tratamiento de agua 326. Según un ejemplo de una forma de ejecución, la placa de control 876 puede incluir un dispositivo controlador con un procesador y una memoria integrados. Como alternativa o adicionalmente, la placa de control 876 puede incluir dispositivos lógicos digitales discretos y/o dispositivos analógicos. Las formas de ejecución de un dispositivo de tratamiento de agua 326 pueden incluir adicionalmente varios calibres y/o lámparas indicadoras 888. Los calibres y las lámparas indicadoras 888 pueden incluir indicaciones de la cantidad de corriente absorbida por una o más de las fuentes de radiación UV 912, para revelar si el funcionamiento de la fuente de radiación UV 912 es correcto. Según otro ejemplo, un calibre o lámpara indicadora 888 puede señalar la presión del aire dentro de una cámara de tratamiento 816, para proporcionar información del funcionamiento de la bomba 828.

La figura 9 es un corte de una cámara de tratamiento 816 de acuerdo con las formas de ejecución de la presente revelación. La cámara de tratamiento 816 posee una carcasa 904. La carcasa 904 de la cámara de tratamiento incluye una abertura de entrada 824 y una abertura de salida 852 de la cámara de tratamiento. Además la carcasa 904 de la cámara de tratamiento define un volumen interior o de tratamiento 908. Asimismo la abertura de entrada 824 y la abertura de salida 852 se encuentran generalmente en extremos opuestos de la carcasa 904 de la cámara de tratamiento y del volumen interior 908 definido por ella. En el espacio interior 908 de la carcasa 904 de la cámara de tratamiento hay una fuente de radiación o luz ultravioleta (UV) 912. La fuente de radiación UV 912 puede ser una lámpara de mercurio de baja presión que produzca luz a longitudes de onda germicidas (p.ej. alrededor de 254 nm) y productoras de ozono (p.ej. alrededor de 185 nm). Además, en un ejemplo de forma de ejecución, no excluyente, la fuente de radiación UV 912 puede llevar un solo terminal de cuatro patillas, o contactos eléctricos, situados en una base 914 de un primer extremo 920 de la carcasa 904 de la cámara de tratamiento. Como puede apreciar un experto en la materia, en una lámpara de un solo terminal la electricidad es suministrada a un electrodo o electrodos en el segundo extremo 924 de la lámpara mediante cables (no representados) que se extienden desde el primer extremo 920 hasta el segundo extremo 924 de la lámpara. De acuerdo con otras formas de ejecución, la fuente de radiación UV 912 puede comprender cualquier fuente de radiación a la longitud de onda o longitudes de onda deseadas. Por ejemplo, una fuente de radiación UV 912 puede constar de uno o más láseres calibrados o configurados para producir una longitud de onda o longitudes de onda deseadas.

La cámara de tratamiento 816 también puede incluir un par de series lineales 916 de imanes 932. Los imanes 932 están colocados de manera que las polaridades de los imanes individuales 932 dentro de una serie 916 se repelen entre sí. Además, al igual que entre las dos series 916a y 916b, los imanes adyacentes 932 están colocados de forma que sus campos magnéticos están opuestamente alineados. Como resultado, se crean campos magnéticos que atraviesan al menos parte o una parte sustancial del volumen interior 908 de la cámara de tratamiento 816. Por consiguiente, el aire introducido en la entrada 824 y expulsado a través de la salida 852 pasa a través de los campos magnéticos y también se expone a la radiación UV procedente de la fuente de radiación UV 912. Según otras formas de ejecución los imanes 932 dentro de una serie 916 pueden estar colocados de modo que se atraigan mutuamente. Según otras formas más de ejecución los imanes se pueden colocar junto a los extremos de la fuente de radiación UV 912. Por ejemplo, un par de imanes 932, alineados de forma que sus campos magnéticos estén opuestos entre sí, se pueden colocar junto a cada extremo de la fuente de radiación UV 912. Los imanes 932 pueden ser imanes permanentes, incluyendo, sin limitarse a ellos, imanes permanentes de gran fuerza magnética. Como alternativa o adicionalmente, los imanes 932 pueden ser electroimanes. Según otras formas más de ejecución, los imanes 932 se pueden colocar fuera de la cámara de tratamiento 816, pero situados de forma que el campo o campos magnéticos producidos por los imanes 932 crucen el gas que, una vez tratado, se aportará al agua circulante.

Cada cámara de tratamiento 816 tiene una salida 852. Cada salida 852 puede estar conectada a un correspondiente conducto de salida 856a o 856b. Los conductos de salida 856 están a su vez conectados a un conducto de salida común 860 por un racor 864 en Y o T. El conducto de salida común 860 está a su vez conectado al tramo de circuito

804 en un punto de inyección 868. Por tanto el aire comprimido que pasa a través de una cámara de tratamiento 816 es suministrado como gas tratado al agua 808 dentro del tramo de circuito 804 a través del punto de inyección 868. Según al menos algunas formas de ejecución, el punto de inyección 868 puede ser un simple racor en T, un burbujeador de gas, un venturi o similar. Como alternativa, o adicionalmente, el punto de inyección 868 puede llevar o estar conectado con una válvula de retención que permita la entrada del gas tratado a la corriente de agua 808 e impida el paso del agua 808 al conducto de salida 860. Además el punto de inyección 868 puede llevar o estar unido a una mirilla de inspección, por ejemplo, para que el personal de mantenimiento pueda verificar el funcionamiento del dispositivo.

El dispositivo de tratamiento de agua 326 también incluye varios componentes electrónicos. Por ejemplo, se facilita un balasto 868 para suministrar una corriente controlada a la fuente de radiación o de luz UV 912 (véase figura 9) dentro de cada cámara de tratamiento 816. En el ejemplo ilustrado en la figura 8, se proporciona un primer balasto 868a para suministrar corriente a la fuente de radiación UV 912 de la primera cámara de tratamiento 816a, mientras que un segundo lastre 868b se prevé para suministrar una corriente controlada a la fuente de radiación UV 912 de la segunda cámara de tratamiento 816b. Asimismo se puede facilitar una o más placas de control 876. La placa de control 876 puede incluir un procesador y una memoria asociada para controlar aspectos del funcionamiento del dispositivo de tratamiento de agua 326. Por ejemplo, el funcionamiento de la bomba 828, del solenoide 844 y de las fuentes de radiación UV 912 puede estar bajo el control de la placa 876. La placa de control 876 también puede recibir señales de entrada, por ejemplo de un usuario mediante un dispositivo de entrada asociado al operador 880, relacionadas con el funcionamiento del dispositivo de tratamiento de agua 326. Además, la placa de control 876 puede emitir señales de salida a un dispositivo de salida del operador 884 relacionadas con el funcionamiento del dispositivo de tratamiento de agua 326. Según un ejemplo de una forma de ejecución, la placa de control 876 puede incluir un dispositivo controlador con un procesador y una memoria integrados. Como alternativa o adicionalmente, la placa de control 876 puede incluir dispositivos lógicos digitales discretos y/o dispositivos analógicos. Las formas de ejecución de un dispositivo de tratamiento de agua 326 pueden incluir adicionalmente varios calibres y/o lámparas indicadoras 888. Los calibres y las lámparas indicadoras 888 pueden incluir indicaciones de la cantidad de corriente absorbida por una o más de las fuentes de radiación UV 912, para revelar si el funcionamiento de la fuente de radiación UV 912 es correcto. Según otro ejemplo, un calibre o lámpara indicadora 888 puede señalar si el nitrógeno (N_2), el argón (Ar) y el dióxido de carbono (CO_2) están en la relación volumétrica de 78:1:0,04 aproximadamente (conforme a la Atmósfera estándar de 1976). Al menos una parte del oxígeno contenido en el aire enriquecido con oxígeno puede proceder de un concentrador de oxígeno, de un generador de oxígeno y/o de una fuente de oxígeno (tal como, de manera no excluyente, oxígeno gaseoso embotellado o una fuente de oxígeno líquido). Una corriente de gas de oxígeno súper-atmosférico se refiere en general a una corriente de gas que tiene una presión parcial de oxígeno mayor que la presión parcial de oxígeno ambiental. La corriente de gas de oxígeno súper-atmosférico puede contener además uno o más gases entre nitrógeno, argón y dióxido de carbono y tener o no la relación volumétrica de nitrógeno: argón: dióxido de carbono aproximadamente igual a 78:1:0,04.

La radiación ultravioleta puede proceder de cualquier proceso y/o dispositivo que genere radiación electromagnética ultravioleta. Preferentemente, la corriente de gas que contiene oxígeno absorbe al menos una parte de la radiación ultravioleta para formar el gas de oxígeno tratado. Con mayor preferencia, al menos una parte del oxígeno absorbe al menos una parte de la radiación ultravioleta para formar el gas de oxígeno tratado. En algunas configuraciones, la corriente de gas que contiene oxígeno se pone en contacto con la radiación ultravioleta en presencia de un campo magnético inducido.

El campo magnético inducido es generado por una serie lineal de imanes. Los imanes son preferiblemente imanes permanentes, pero en algunas configuraciones pueden ser electroimanes. Los pares de imanes están colocados en forma de serie lineal, con cada imán de la serie repeliendo sus imanes contiguos. Dicho de otra manera, con los polos magnéticos equivalentes adyacentes entre sí, por ejemplo (NS) (SN) (NS) (SN).

La radiación ultravioleta tiene una longitud de onda comprendida aproximadamente entre 40 y 400 nm. La radiación ultravioleta incluye preferiblemente la que tiene una longitud de onda alrededor de 185 nm, alrededor de 254 nm o una mezcla de longitudes de onda de 185 y 254 nm.

Sin querer limitarse a la teoría, se cree que el gas de oxígeno tratado comprende átomos de oxígeno. Se cree que la absorción de la radiación ultravioleta por el oxígeno (O_2) produce la disociación de parte del oxígeno (O_2) en átomos de oxígeno (O). Se cree que los átomos de oxígeno (O) son oxígeno neutro, es decir radicales de oxígeno sin carga.

En la etapa 1120 se pone en contacto una corriente de agua con el gas tratado, para formar una corriente de agua tratada. En algunas configuraciones, la corriente de agua tiene una primera concentración de bacterias y el agua tratada tiene una segunda concentración de bacterias. Preferiblemente, la segunda concentración no es superior a la primera concentración.

En un método para tratar el agua con el uso de un dispositivo de tratamiento de agua según la presente invención, la bomba eléctrica de gas del dispositivo de tratamiento de agua según la segunda forma de ejecución extrae aire del interior de la carcasa del dispositivo de tratamiento de agua y bombea el aire bajo presión positiva a través del tubo de aporte de fluido. El aire fluye por un gradiente de presión hacia la cámara de tratamiento de gas, donde el aire es

sometido a la radiación UV mientras se halla cerca de un imán incluido en la barra magnética. El gas es irradiado preferiblemente con UV mientras su distancia respecto al imán está comprendida dentro de 8 pulgadas, con mayor preferencia dentro de 3 pulgadas, con especial preferencia dentro de 1,5 pulgadas y sobre todo dentro de 0,5 pulgadas. La radiación UV es emitida por la fuente de radiación UV. La fuente de radiación UV del dispositivo de tratamiento de agua de la segunda forma de ejecución emite una radiación que tiene unos picos espectrales cuyas longitudes de onda son aproximadamente de 253,7 nm y 180 nm.

Tal como se usan aquí, los láseres y diodos uniformes pueden emitir radiación con picos espectrales, pero el espectro o los espectros de esta radiación pueden ser muy estrechos. Los expertos habituales en la materia reconocen que la radiación uniforme, denominada monocromática, emite generalmente en varias longitudes de onda a lo largo de un espectro, aunque muy estrecho. Cuando una fuente de radiación UV emite radiación de una sola longitud de onda, esta longitud de onda se considera un pico espectral para los fines de esta descripción y de las reivindicaciones adjuntas.

El ozono se genera en el aire a medida que fluye y se trata en la cámara de tratamiento de gas. El aire tratado sale de la cámara de tratamiento hacia el tubo de salida de gas y luego hacia el depósito de agua. El aire que sale del dispositivo de tratamiento de agua al fluir hacia el tubo de salida de gas es reemplazado por aire que fluye hacia la carcasa a través de los orificios de entrada de gas que hay en la carcasa del dispositivo de tratamiento de agua.

Aire tratado se refiere al aire que ha sido irradiado por la luz ultravioleta de la fuente de radiación UV en presencia de un campo magnético generado por los imanes. En la segunda forma de ejecución del dispositivo de tratamiento de agua los imanes son permanentes. En algunas otras formas de ejecución los imanes pueden ser electroimanes. Según otras formas más de ejecución, se puede incluir una combinación de electroimanes e imanes permanentes. Además, cuando se usan imanes permanentes, estos imanes pueden ser de gran fuerza magnética. El aire que sale del dispositivo de tratamiento de agua al fluir hacia el tubo de salida de gas es reemplazado por aire que fluye hacia la carcasa a través de los orificios de entrada de gas.

Sin querer limitarse a ningún ejemplo particular, la presencia y la orientación de los campos magnéticos dentro de la cámara de tratamiento cuando el gas que contiene oxígeno se expone a la luz ultravioleta puede afectar el nivel de peróxido de hidrógeno en el agua tratada. La Tabla II resume el efecto que un campo magnético puede tener sobre el nivel de peróxido de hidrógeno en el agua tratada. En el ensayo nº 1 se expuso una muestra de 20 galones de agua durante 20 minutos.

La figura 10 representa un proceso 1000 para tratar una corriente de agua según algunas formas de ejecución de la presente revelación.

En la etapa 1110, una corriente de gas que contiene oxígeno se pone en contacto con radiación ultravioleta para formar gas de oxígeno tratado. La corriente de gas que contiene oxígeno es preferiblemente de aire. El aire puede proceder de cualquier fuente, como por ejemplo, sin limitarse a ellas, de la atmósfera circundante, de un compresor, de una bomba de aire o de una bombona de gas que contenga aire comprimido, por nombrar algunas. En algunas configuraciones la corriente de gas que contiene oxígeno puede ser un aire enriquecido con oxígeno o una corriente de gas de oxígeno súper-atmosférico. El aire enriquecido con oxígeno se refiere generalmente a una corriente de gas que contiene más de 21,1% de oxígeno (O₂) (según la Atmósfera estándar de 1976) y nitrógeno (N₂), argón (Ar) y dióxido de carbono (CO₂) en una relación volumétrica de 78:1:0,04. Al menos parte del oxígeno contenido en el aire enriquecido con oxígeno puede proceder de un concentrador de oxígeno, de un generador de oxígeno y/o de una fuente de oxígeno (tal como, de manera no excluyente, oxígeno gaseoso embotellado o una fuente de oxígeno líquido). Una corriente de gas de oxígeno súper-atmosférico se refiere en general a una corriente de gas que tiene una presión parcial de oxígeno mayor que la presión parcial de oxígeno ambiental. La corriente de gas de oxígeno súper-atmosférico puede contener además uno o más gases entre nitrógeno, argón y dióxido de carbono y tener o no la relación volumétrica de nitrógeno: argón: dióxido de carbono aproximadamente igual a 78:1:0,04.

La radiación ultravioleta puede proceder de cualquier proceso y/o dispositivo que genere radiación electromagnética ultravioleta. Preferentemente, la corriente de gas que contiene oxígeno absorbe al menos una parte de la radiación ultravioleta para formar el gas de oxígeno tratado. Con mayor preferencia, al menos una parte del oxígeno absorbe al menos una parte de la radiación ultravioleta para formar el gas de oxígeno tratado. En algunas configuraciones, la corriente de gas que contiene oxígeno se pone en contacto con la radiación ultravioleta en presencia de un campo magnético inducido.

El campo magnético inducido es generado por una serie lineal de imanes. Los imanes son preferiblemente imanes permanentes, pero en algunas configuraciones pueden ser electroimanes. Los pares de imanes están colocados en forma de serie lineal, con cada imán de la serie repeliendo sus imanes contiguos. Dicho de otra manera, con los polos magnéticos equivalentes adyacentes entre sí, por ejemplo (NS) (SN) (NS) (SN).

La radiación ultravioleta tiene una longitud de onda comprendida aproximadamente entre 40 y 400 nm. La radiación ultravioleta incluye preferiblemente la que tiene una longitud de onda alrededor de 185 nm, alrededor de 254 nm o una mezcla de longitudes de onda de 185 y 254 nm.

Sin querer limitarse a la teoría, se cree que el gas de oxígeno tratado comprende átomos de oxígeno. Se cree que la absorción de la radiación ultravioleta por el oxígeno (O_2) produce la disociación de parte del oxígeno (O_2) en átomos de oxígeno (O). Se cree que los átomos de oxígeno (O) son oxígeno neutro, es decir radicales de oxígeno sin carga.

5 En la etapa 1120 se pone en contacto una corriente de agua con el gas tratado, para formar una corriente de agua tratada. En algunas configuraciones, la corriente de agua tiene una primera concentración de bacterias y el agua tratada tiene una segunda concentración de bacterias. Preferiblemente, la segunda concentración no es superior a la primera concentración.

10 En un método para tratar el agua con el uso de un dispositivo de tratamiento de agua según la presente invención, la bomba eléctrica de gas del dispositivo de tratamiento de agua según la segunda forma de ejecución extrae aire del interior de la carcasa del dispositivo de tratamiento de agua y bombea el aire bajo presión positiva a través del tubo de aporte de fluido. El aire fluye por un gradiente de presión hacia la cámara de tratamiento de gas, donde el aire es sometido a la radiación UV mientras se halla cerca de un imán incluido en la barra magnética. El gas es irradiado
15 preferiblemente con UV mientras su distancia respecto al imán está comprendida dentro de 20,3 cm (8 pulgadas), con mayor preferencia dentro de 7,6 cm (3 pulgadas), con especial preferencia dentro de 3,8 cm (1,5 pulgadas) y sobre todo dentro de 1,3 cm (0,5 pulgadas). La radiación UV es emitida por la fuente de radiación UV. La fuente de radiación UV del dispositivo de tratamiento de agua de la segunda forma de ejecución emite una radiación que tiene unos picos espectrales cuyas longitudes de onda son aproximadamente de 253,7 nm y 180 nm.

20 Tal como se usan aquí, los láseres y diodos uniformes pueden emitir radiación con picos espectrales, pero el espectro o los espectros de esta radiación pueden ser muy estrechos. Los expertos habituales en la materia reconocen que la radiación uniforme, denominada monocromática, emite generalmente en varias longitudes de onda a lo largo de un espectro, aunque muy estrecho. Cuando una fuente de radiación UV emite radiación de una sola longitud de onda,
25 esta longitud de onda se considera un pico espectral para los fines de esta descripción y de las reivindicaciones adjuntas.

El ozono se genera en el aire a medida que fluye y se trata en la cámara de tratamiento de gas. El aire tratado sale de la cámara de tratamiento hacia el tubo de salida de gas y luego hacia el depósito de agua. El aire que sale del
30 dispositivo de tratamiento de agua al fluir hacia el tubo de salida de gas es reemplazado por aire que fluye hacia la carcasa a través de los orificios de entrada de gas que hay en la carcasa del dispositivo de tratamiento de agua.

Aire tratado se refiere al aire que ha sido irradiado por la luz ultravioleta de la fuente de radiación UV en presencia de un campo magnético generado por los imanes. En la segunda forma de ejecución del dispositivo de tratamiento
35 de agua los imanes son permanentes. En algunas otras formas de ejecución los imanes pueden ser electroimanes. Según otras formas más de ejecución, se puede incluir una combinación de electroimanes e imanes permanentes. Además, cuando se usan imanes permanentes, estos imanes pueden ser de gran fuerza magnética. El aire que sale del dispositivo de tratamiento de agua al fluir hacia el tubo de salida de gas es reemplazado por aire que fluye hacia la carcasa a través de los orificios de entrada de gas.

40 Sin querer limitarse a ningún ejemplo particular, la presencia y la orientación de los campos magnéticos dentro de la cámara de tratamiento cuando el gas que contiene oxígeno se expone a la luz ultravioleta puede afectar el nivel de peróxido de hidrógeno en el agua tratada. La Tabla II resume el efecto que un campo magnético puede tener en el nivel de peróxido de hidrógeno del agua tratada. En el ensayo nº 1 se expuso una muestra de 75,7 l (20 galones) de
45 agua durante 20 minutos a

Tabla II

Ensayo nº	Configuración magnética	Nivel de H_2O_2 en el agua tratada
1	Sin campo magnético	0,2 ppm
2	(NS)(NS)(NS)(NS)	1,0 ppm
3	(NS)(SN)(NS)(SN)	4,0 ppm

50 un gas oxigenado tratado con luz ultravioleta en ausencia de un campo magnético aplicado. A la conclusión del ensayo nº 1 el agua tratada tenía un nivel de peróxido de hidrógeno aproximadamente igual a 0,2 ppm. En el ensayo nº 2 se expuso una muestra de 75,7 l (20 galones) de agua fresca durante 20 minutos a un gas oxigenado tratado con luz ultravioleta en presencia de un campo magnético atractivo. El campo magnético atractivo estaba formado por una serie de imanes que tenían sus polos magnéticos alineados de forma atrayente, es decir (NS)(NS)(NS)(NS). El agua tratada con gas oxigenado irradiado con luz ultravioleta en presencia del campo magnético atractivo tenía un
55 nivel de peróxido de hidrógeno aproximadamente igual a 1,0 ppm al final del ensayo nº 2, unas cinco veces más que el agua tratada en ausencia de un campo magnético aplicado. En el ensayo nº 3 se expuso una muestra de 75,7 l (20 galones) de agua fresca durante 20 minutos a un gas oxigenado tratado con luz ultravioleta en presencia de un campo magnético opuesto. El campo magnético opuesto estaba formado por una serie de imanes que tenían sus polos magnéticos alineados de forma repelente, es decir (NS)(SN)(NS)(SN).

60

REIVINDICACIONES

1. Sistema de tratamiento de agua, que comprende:

una carcasa de la cámara de tratamiento (128; 270; 904), la cual (128; 270; 904) define un volumen interior (908); una entrada a la cámara de tratamiento (269; 824), la cual (269; 824) es manejable para admitir aire al volumen interior (908) de la carcasa de la cámara de tratamiento (128; 270; 904); una fuente de radiación ultravioleta (UV) (130; 230; 912) que tiene un eje, de manera que la fuente de radiación UV (130; 230; 912) está situada en el volumen interior (908) de la carcasa de la cámara de tratamiento (128; 270; 904); una serie de imanes (134; 932), los cuales (134; 932) están incluidos en la serie de imanes (134; 932), de manera que los imanes (134; 932) están colocados a lo largo de al menos una primera línea que tiene un eje, de manera que el eje de la fuente de radiación UV (130; 230; 912) es sustancialmente paralelo al eje de la primera línea y el aire se conduce a través de campos magnéticos creados por la serie de imanes (134; 932) y se expone a la radiación UV procedente de la fuente de radiación UV (130; 230; 912) para formar aire tratado; y una salida de la cámara de tratamiento (271; 852), la cual (271; 852) es manejable para expulsar el aire tratado del volumen interior (908) de la carcasa de la cámara de tratamiento (128; 270; 904); donde una corriente de agua se puede poner en contacto con el aire tratado para formar agua tratada, caracterizado porque la polaridad de los imanes (134; 932) dispuestos a lo largo de la primera línea es tal que un primer imán (134; 932) de la línea repele un segundo imán (134; 932) de la línea y los imanes (134; 932) incluidos en la serie de imanes (134; 932) están situados en el volumen interior (908) de la carcasa de la cámara de tratamiento (128; 270; 904).

2. El sistema de la reivindicación 1, que además comprende una bomba de aire (267; 828), en la que una salida (832) de la bomba de aire (267; 828) aporta un flujo de aire a la entrada de la cámara de tratamiento (269; 824).

3. El sistema de la reivindicación 1 o 2, donde la fuente de radiación UV (130; 230; 912) puede funcionar para emitir luz en una pluralidad de longitudes de onda, incluyendo luz de una primera longitud de onda que está dentro de un intervalo de 178 nm a 187 nm e incluyendo la luz de una segunda longitud de onda que está dentro de un intervalo de 252 nm a 256 nm.

4. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el cual los imanes (134; 932) están situados a lo largo de al menos una primera y una segunda líneas, donde la polaridad de los imanes (134; 932) dispuestos a lo largo de la primera línea es tal que un primer imán (134; 932) repele un segundo imán (134; 932) de la primera línea, donde la polaridad de los imanes (134; 932) dispuestos a lo largo de la segunda línea es tal que un primer imán (134; 932) repele un segundo imán (134; 932) de la segunda línea, de manera que el primer imán (134; 932) de la primera línea es adyacente al primer imán (134; 932) de la segunda línea, de manera que el segundo imán (134; 932) de la primera línea es adyacente al segundo imán (134; 932) de la segunda línea y de modo que los primeros imanes adyacentes (134; 932) y los segundos imanes adyacentes (134; 932) tienen sus campos magnéticos con las polaridades alineadas de forma opuesta.

5. El sistema según la reivindicación 1, el cual incluye una serie de fuentes de radiación UV (130; 230; 912) en el volumen interior (908) de la carcasa de la cámara de tratamiento (128; 270; 904).

6. Un método de tratamiento de agua mediante el empleo de un sistema conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1-5.

7. El método según la reivindicación 6, en el cual la puesta en contacto del aire con la radiación ultravioleta tiene lugar a una presión mayor que la presión ambiente y en el cual la radiación ultravioleta comprende longitudes de onda de al menos aproximadamente 180 y aproximadamente 254 nm.

8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el cual la puesta en contacto del aire tratado con la corriente de agua incluye al menos una de estas etapas:

- i) formar una dispersión del aire tratado en la corriente de agua para obtener una corriente de agua tratada;
- ii) burbujear el aire tratado en la corriente de agua para obtener una corriente de agua tratada; e
- iii) introducir mediante un efecto venturi el aire tratado en la corriente de agua para formar una corriente de agua tratada, de modo que el agua de la corriente de agua tratada es agua tratada y está sustancialmente libre de cloro o de productos de desinfección a base de cloro.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, que además comprende: poner en contacto incrustaciones que contienen calcio con la corriente de agua tratada, a fin de eliminar al menos una parte de las incrustaciones de calcio y formar una agua cargada de calcio, de manera que el agua tratada tenga ciclos de concentración superiores aproximadamente a 1.

10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, en el cual la puesta en contacto del aire con la radiación ultravioleta tiene lugar básicamente a temperatura ambiente y a una presión no inferior aproximadamente a 140 cm de agua y no superior a aproximadamente 102 m de agua por encima de la presión atmosférica ambiental, y en el cual el agua tratada contiene menos de aproximadamente 50.000 colonias de bacterias por mililitro.

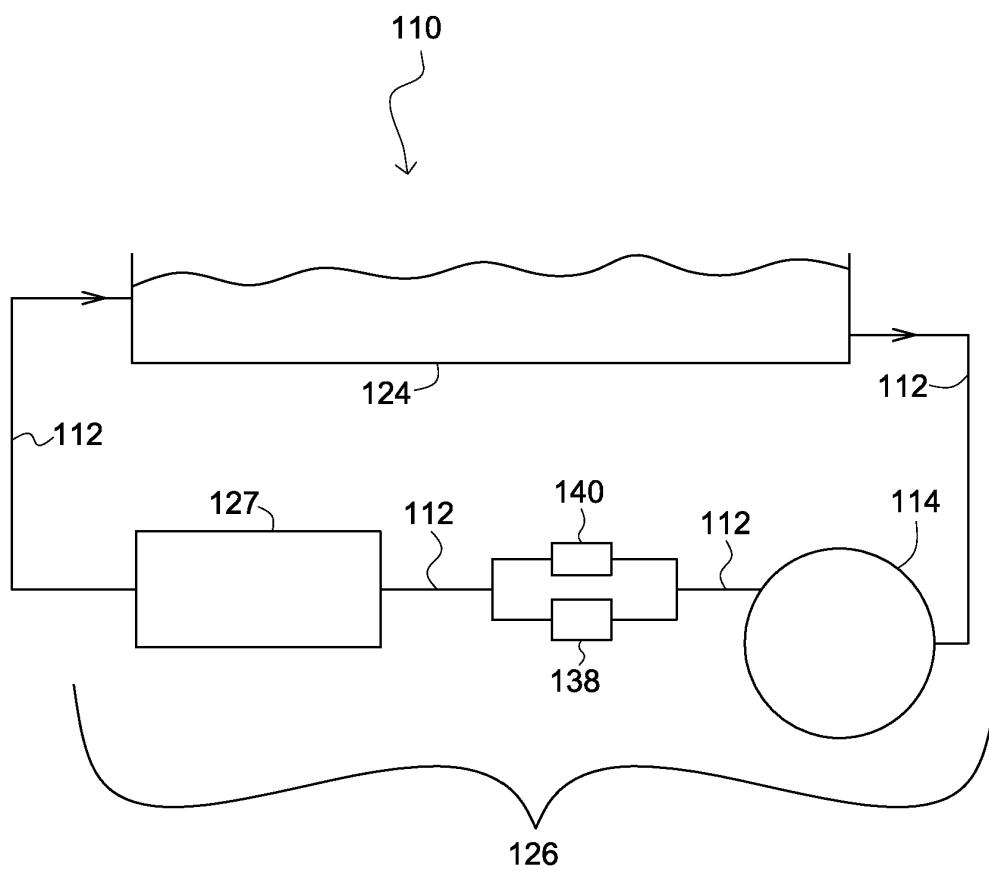


FIG. 1

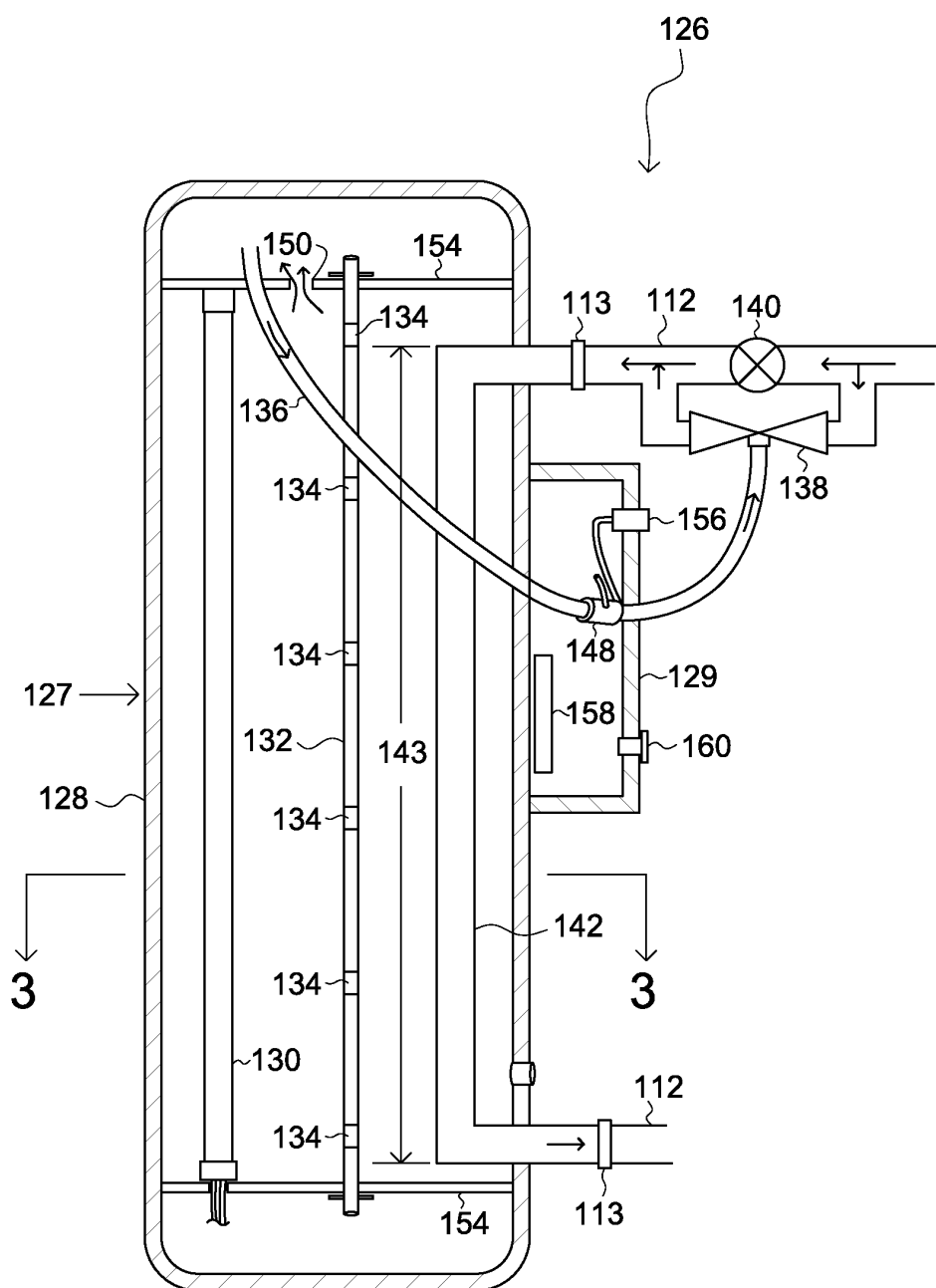


FIG. 2

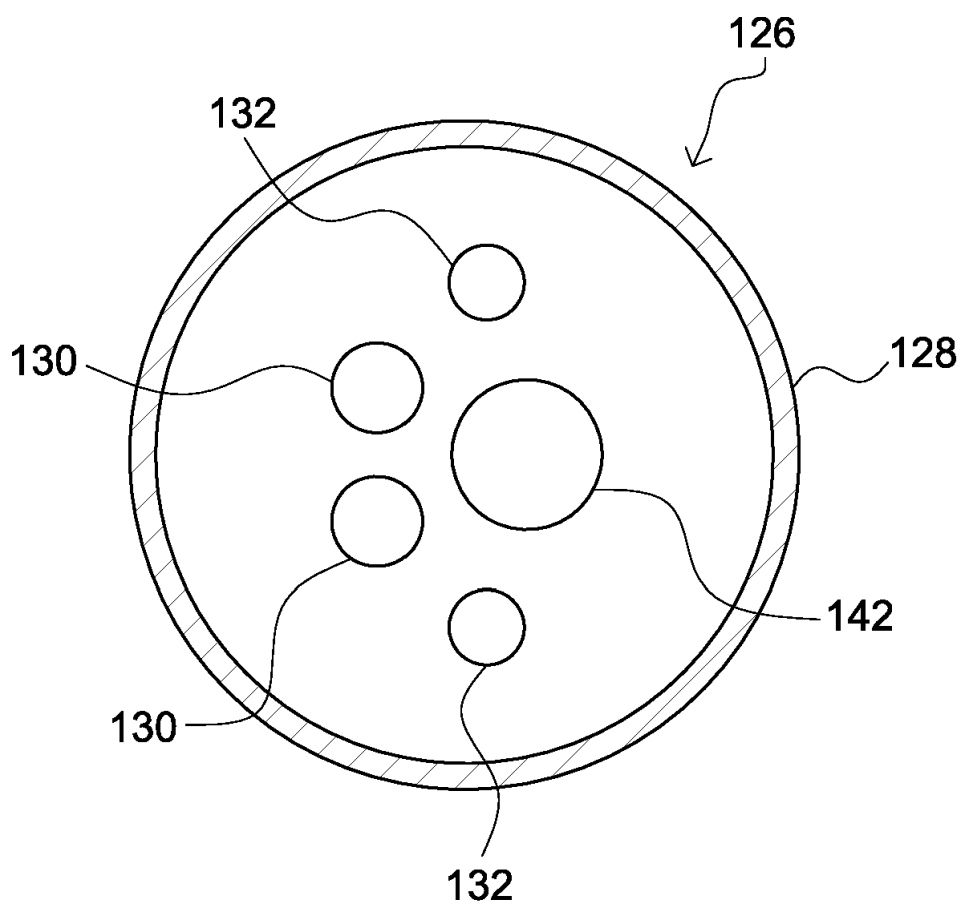


FIG. 3

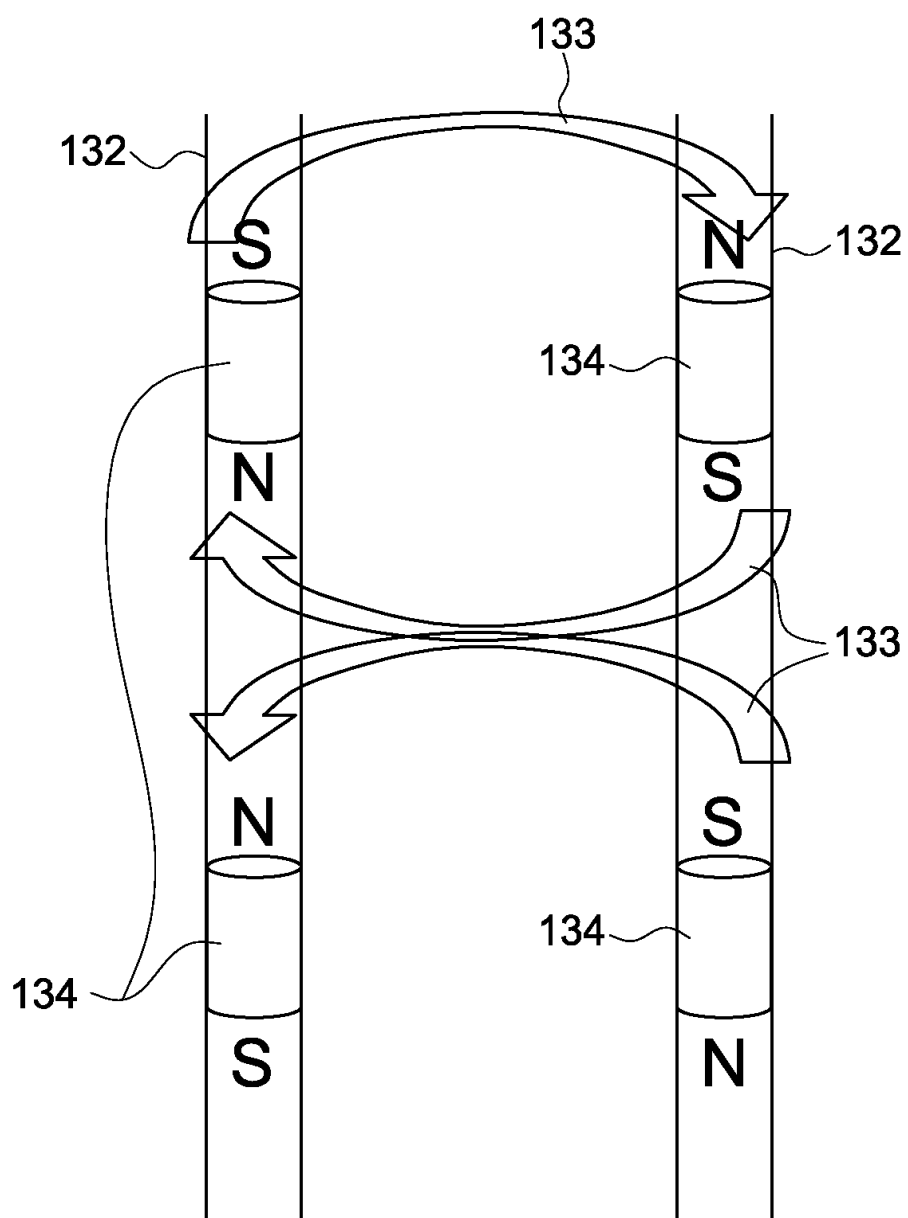


FIG. 4

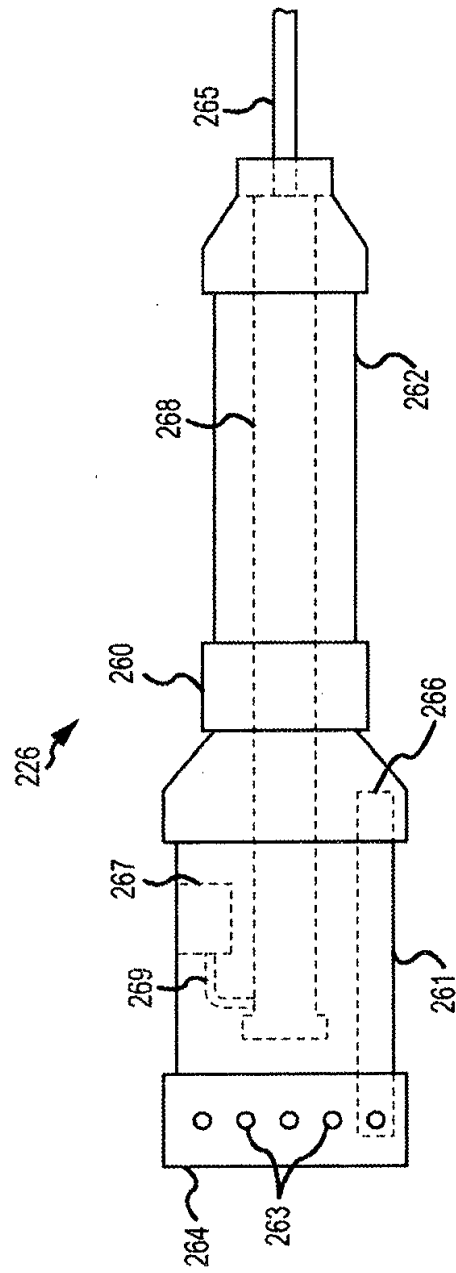


FIG. 5

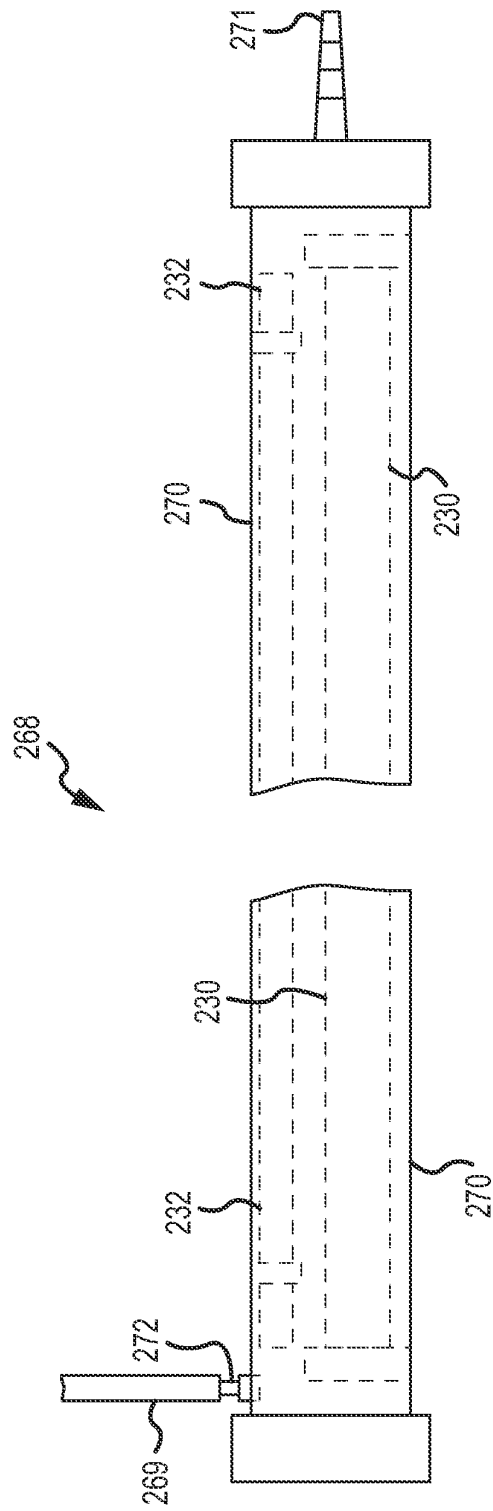


FIG. 6

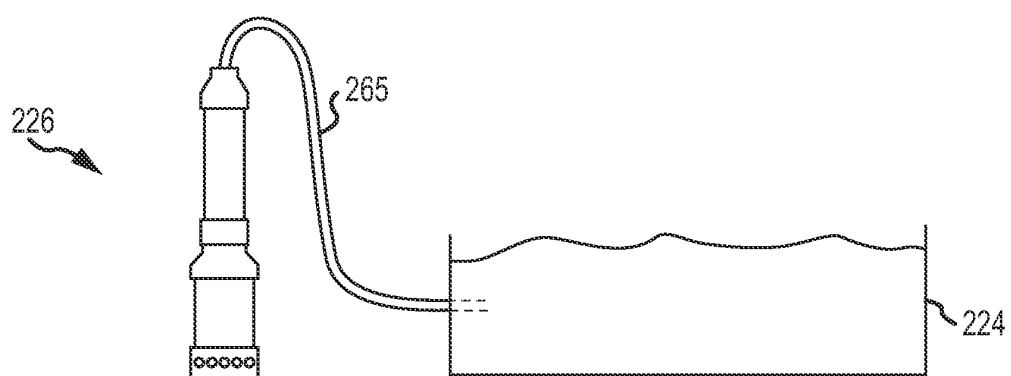


FIG.7

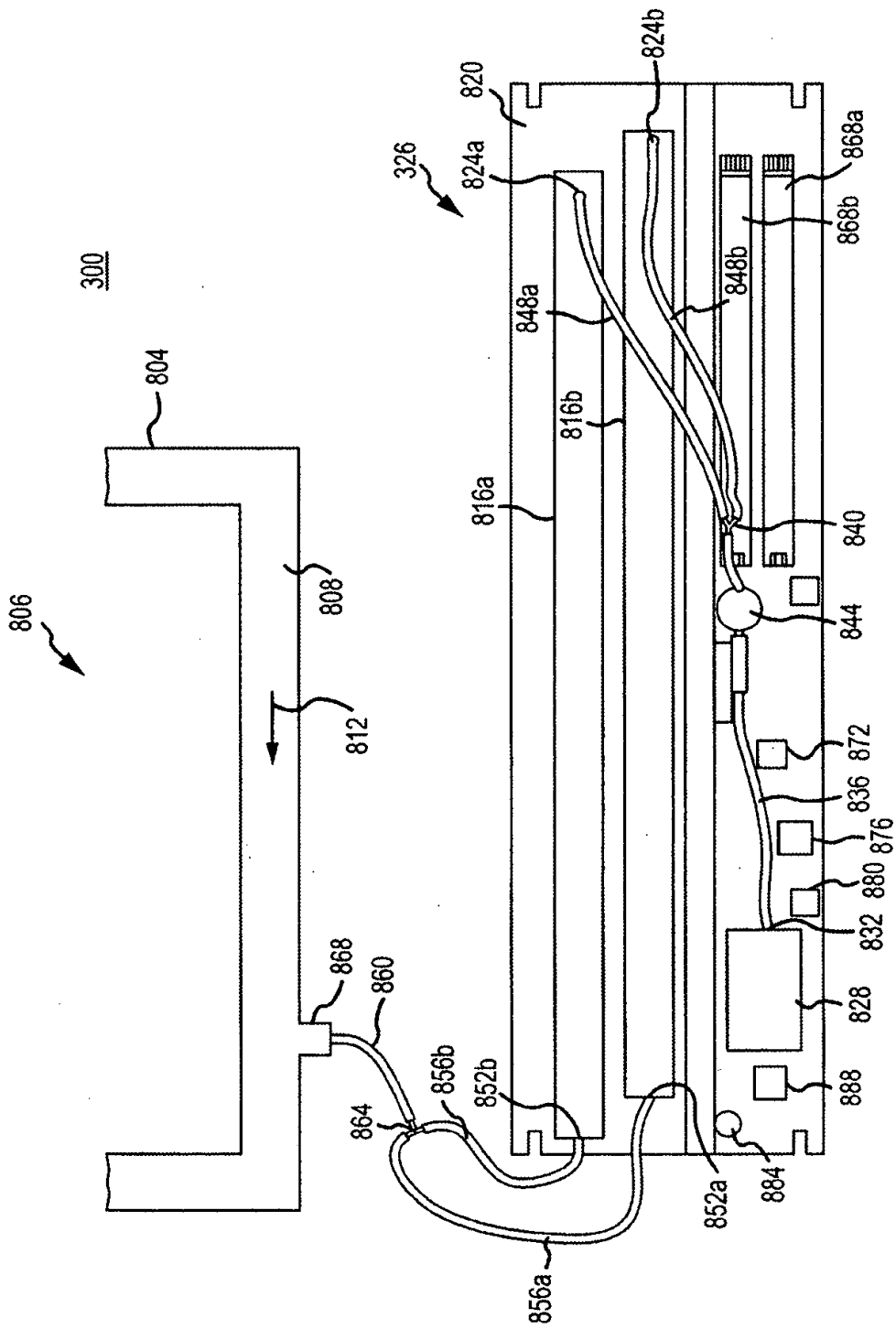
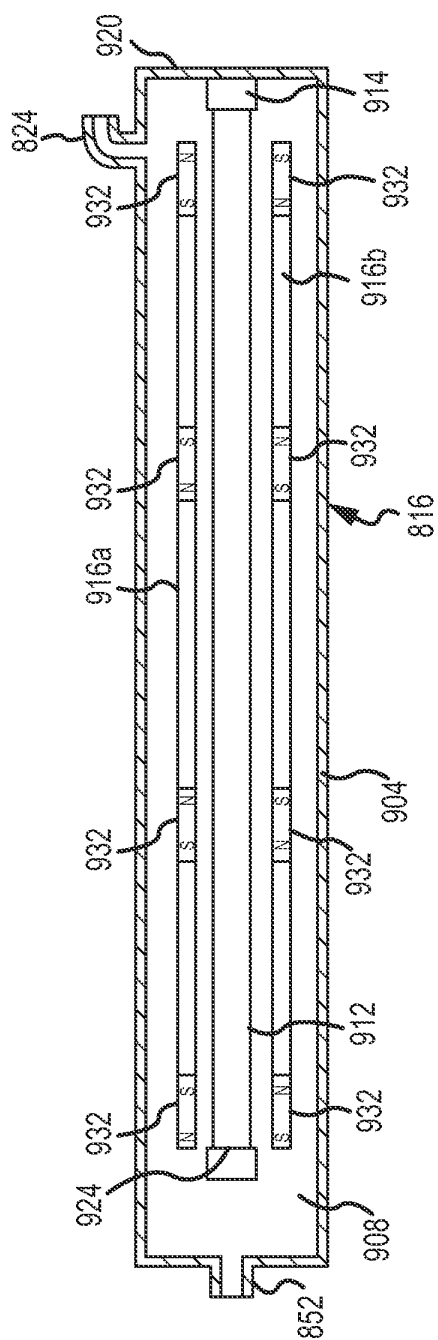


FIG. 8



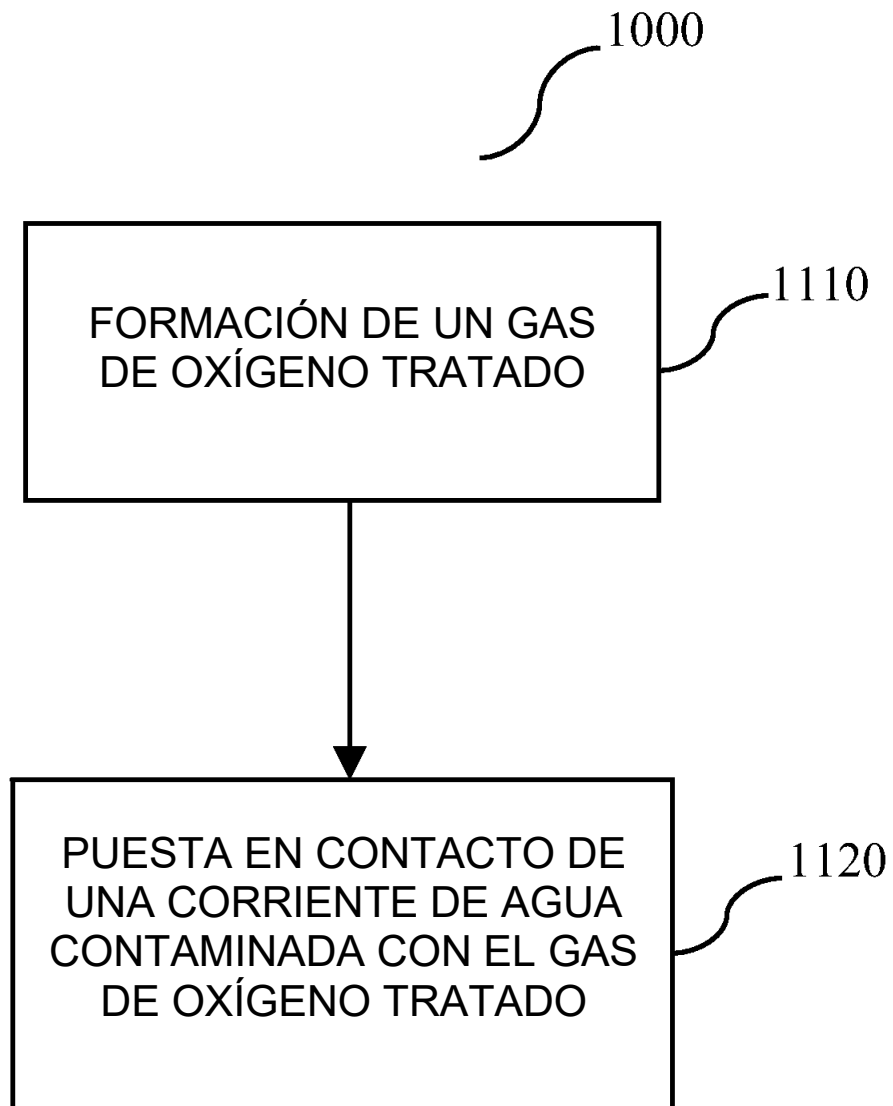


FIG. 10