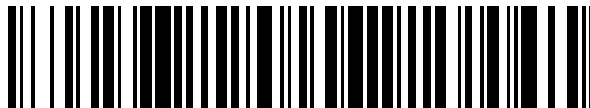


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 498**

51 Int. Cl.:

A61L 2/20	(2006.01)
B01F 3/04	(2006.01)
B01J 39/04	(2007.01)
B01J 39/20	(2006.01)
B01J 47/02	(2007.01)
B01J 49/00	(2007.01)
C01B 13/11	(2006.01)
C02F 1/78	(2006.01)
C02F 1/42	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2012 E 18189561 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 3421055**

54 Título: **Tratamiento de agua para prolongar la vida media del ozono**

30 Prioridad:

25.08.2011 US 201161527284 P

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

16.10.2020

73 Titular/es:

**TERSANO INC. (100.0%)
5000 Regal Drive
Oldcastle, Ontario N0R 1L0, CA**

72 Inventor/es:

**HENGSPERGER, STEVE, L;
NAMEPETRA, JUSTIN, L y
O'NEIL, JAMIE**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 787 498 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

Tratamiento de agua para prolongar la vida media del ozono

5 **Campo**

La presente divulgación se refiere generalmente a métodos y sistemas para producir agua ozonizada. Más particularmente, la presente divulgación se refiere a métodos y sistemas de ozonización que tratan agua en la producción de agua ozonizada.

10

Antecedentes

El ozono es un alótropo natural del oxígeno. Se ha conocido y usado como oxidante y desinfectante. En disoluciones acuosas, el ozono es capaz de matar bacterias en segundos a concentraciones adecuadas. A menudo es deseable usar ozono como agente desinfectante o esterilizador, ya que no presenta olor y no deja residuos. Las propiedades esterilizadoras del ozono disuelto en agua, así como su falta de olor y residuos, hacen que una disolución de este tipo sea deseable de usar para limpieza y desinfección. Puede usarse agua ozonizada para desinfectar o esterilizar tanto en ambientes comerciales como domésticos. Por ejemplo, el agua ozonizada puede usarse para desinfectar o esterilizar encimeras de baño, productos, platos y cubiertos, o suelos.

20

Un método conveniente para usar ozono como desinfectante o esterilizador es disolverlo en agua o una disolución basada en agua. La estabilidad del ozono es a menudo un factor que complica su uso como agente desinfectante o esterilizador dado que la alta reactividad del ozono, que presenta sus propiedades desinfectantes y esterilizadoras, también da como resultado una reacción con agentes de reducción y, por lo tanto, la descomposición. El ozono en agua ozonizada, producido en previsión de la demanda, eventualmente se descompondrá y volverá a ser agua no ozonizada. El documento de patente estadounidense n.º 5.431.861 da a conocer un método y un aparato para producir una disolución de agua de alta concentración de ozono con una vida media larga.

25

Los sistemas de ozonización para la producción de agua ozonizada adecuados para la limpieza, desinfección o esterilización pueden ser sistemas recirculantes o no recirculantes.

30

Los sistemas de ozonización recirculante están diseñados con un depósito de agua y una trayectoria de flujo de ozonización recirculante. El agua fluye a través de la trayectoria de flujo de ozonización y disuelve una cantidad de ozono en el mismo. La baja eficiencia en la trayectoria de flujo de ozonización da como resultado la necesidad de recircular el agua ozonizada a través de la trayectoria de flujo de ozonización con el fin de lograr la cantidad deseada de ozono disuelto. Esto se logra normalmente recirculando el agua ozonizada de vuelta en el depósito de agua y haciendo funcionar el sistema de ozonización durante un período de tiempo hasta que todo el agua en el depósito esté suficientemente ozonizada.

35

Los sistemas de ozonización han abordado el retraso entre (a) el inicio del sistema y (b) el suministro de agua ozonizada que tiene un nivel usable de ozono, aumentando la eficiencia de la trayectoria de flujo de ozonización y/o usando un sistema recirculante de manera continua.

40

Es posible producir agua ozonizada "bajo demanda" usando un sistema de ozonización recirculante de manera continua. Los sistemas de ozonización recirculante de manera continua tienen una trayectoria de flujo de ozonización que recircula el agua ozonizada de vuelta al depósito de retención, y el sistema ozoniza el agua en el sistema independientemente de si se está dispensando agua ozonizada. En tales sistemas, el ozono se añade de manera continua al agua para reemplazar cualquier ozono que se haya descompuesto, o para ozonizar cualquier agua fresca que se haya añadido para reemplazar el agua ozonizada retirada del sistema. Finalmente se alcanza un estado estacionario de agua ozonizada basándose en los caudales de entrada y salida, así como la eficiencia de la trayectoria de flujo de ozonización usada en el sistema de ozonización. Sin embargo, al inicio de la ozonización, el nivel de ozono disuelto es bajo y aumenta gradualmente hasta que se alcanza el estado estacionario.

45

50

También es posible usar un sistema de ozonización no recirculante. Tales sistemas dispensan agua ozonizada "bajo demanda" sin necesidad de un sistema recirculante de manera continua. Es decir, los sistemas de ozonización no recirculante dispensan ozono que se ha añadido al agua a través de un solo paso a través de la trayectoria de flujo de ozonización, eliminando así la necesidad de un depósito de retención.

55

Tanto en sistemas de ozonización recirculante como no recirculante, independientemente de si los sistemas dispensan agua ozonizada "bajo demanda", es deseable aumentar la concentración de ozono disuelto y reducir la tasa de descomposición de ozono.

60

Diversos factores influyen en la tasa de descomposición de ozono (Ericksson, M. "Ozone Chemistry in Aqueous Solution" 2005 Tesis de Licenciatura, Dept. de Química, Real Instituto de Tecnología, Estocolmo, Suecia; y Uhm HS, *et al.* "Increase in the ozone decay time in acidic ozone water and its effects on sterilization of biological warfare agents", J. Hazard Mater. 15 de septiembre de 2009 ; 168 (2-3) :1595-601, publicación electrónica el 21 de marzo de 2009).

65

Por ejemplo, el aumento de temperatura, el aumento de velocidad de agitación y una mayor resistencia iónica aceleran la tasa de descomposición de ozono en disoluciones acuosas. Por el contrario, la adición de limpiadores u otros estabilizadores (por ejemplo, tensioactivos micelares), y la disminución del pH de la disolución usando sistemas de tampón ácido, estabilizan el ozono y reducen la tasa de descomposición de ozono.

Se entiende que el uso de agua destilada o desionizada (agua DI) es beneficioso cuando se produce agua ozonizada. Los sistemas de ozonización que usan la descarga de corona usan preferiblemente agua desionizada dado que iones presentes en agua corriente pueden "envenenar" la célula de ozono y acortar su vida útil (véase el documento de patente estadounidense n.º 6.964.739). Un ejemplo de un sistema de ozonólisis que usa agua DI es la LIQUOZON® Ultra (Esterilización de ozono de bucle de agua DI y depósito de almacenamiento), fabricado por MKS Instruments. La unidad de agua DI ozonizada LIQUOZON® Ultra es un sistema de inyección de ozono automatizado usado para la esterilización de sistemas de aguas residuales, depósitos de almacenamiento y líneas de distribución.

Es deseable proporcionar un método y sistema para tratar agua de manera que, en comparación con agua no tratada, se reduce la tasa promedio de descomposición de ozono en el agua tratada.

Sumario

La presente divulgación proporciona un método y un sistema para tratar agua de modo que, en comparación con agua no tratada, se reduce la tasa promedio de descomposición de ozono en el agua tratada. Como consecuencia de una tasa de descomposición reducida, se incrementa la vida útil promedio del ozono disuelto en el agua tratada. En un aspecto, la presente divulgación proporciona un sistema para proporcionar un líquido acuoso ozonizado ionizado ácido, comprendiendo el sistema: una entrada de líquido dispuesta para aceptar un líquido acuoso en el sistema; una resina de intercambio catiónico a base de ácido en comunicación de fluido con la entrada de líquido, la resina adaptada para tratar el líquido acuoso intercambiando cationes en el líquido acuoso aceptado por iones H⁺ en la resina; un aparato de disolución de ozono en comunicación de fluido con la entrada de líquido y la resina de intercambio catiónico a base de ácido, en el que el aparato de disolución de ozono es una trayectoria de flujo de ozonización que comprende un generador de ozono electrolítico para producir ozono para mezclar con el líquido acuoso aceptado; y una salida de líquido en comunicación de fluido con la entrada de líquido, la resina de intercambio catiónico a base de ácido y el aparato de disolución de ozono, el aparato de disolución de ozono y la resina de intercambio catiónico a base de ácido que cooperan para producir el líquido acuoso ozonizado ionizado ácido para la dispensación hacia fuera del sistema a través de la salida de líquido.

El ozono en el líquido ozonizado dispensado puede tener una vida útil promedio que es: mayor que la vida útil promedio del ozono en líquido que no está tratado con la resina de intercambio catiónico a base de ácido y se trata con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ionizado ácido dispensado; y mayor que la vida útil promedio de ozono en un líquido desionizado que se trata con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ionizado ácido dispensado.

El aparato de disolución de ozono puede ser una trayectoria de flujo de ozonización que comprende: un generador de ozono para producir ozono para mezclarlo con el líquido aceptado. La trayectoria de flujo de ozonización puede comprender además un mezclador, en comunicación de fluido con el generador de ozono, para mezclar el ozono generado y el líquido aceptado para producir el líquido ozonizado.

El sistema también puede incluir un depósito de retención donde la resina de intercambio catiónico a base de ácido se ubica en una trayectoria de flujo recirculante que está adaptada para hacer recircular líquido al depósito de retención. Alternativamente, el sistema puede incluir también un depósito de retención y la resina de intercambio catiónico a base de ácido puede ubicarse en el depósito de retención.

Alternativamente, el sistema puede tener la resina de intercambio catiónico a base de ácido ubicada en una trayectoria de flujo no recirculante. Un sistema de este tipo puede incluir también un depósito de retención y la trayectoria de flujo no recirculante puede proporcionar líquido al depósito de retención. Alternativamente, la trayectoria de flujo no recirculante puede proporcionar líquido al aparato de disolución de ozono.

Cualquiera de los sistemas descritos anteriormente puede hacer que la resina de intercambio catiónico a base de ácido acepte líquido de la entrada de líquido y el aparato de disolución de ozono acepte líquido tratado por la resina. Alternativamente, cualquiera de los sistemas descritos anteriormente puede hacer que el aparato de disolución de ozono acepte líquido de la entrada de líquido y que la resina de intercambio catiónico a base de ácido acepte el líquido ozonizado.

La resina de intercambio catiónico a base de ácido puede ser una resina de ácido fuerte. La resina de intercambio catiónico a base de ácido puede ser una resina de ácido débil.

Los cationes en el líquido aceptado pueden estar presentes en el líquido cuando el líquido se acepta por el sistema de ozonización, o pueden añadirse al líquido por el sistema de ozonización.

5 En otro aspecto, se proporciona un método para producir un líquido acuoso ozonizado ionizado ácido, comprendiendo el método: recibir un líquido acuoso; tratar el líquido acuoso mediante el intercambio de cationes presentes en el líquido acuoso por iones H^+ de una resina de intercambio catiónico a base de ácido; y generar ozono usando un generador de ozono electrolítico, y ozonizar el líquido acuoso con el ozono; en el que el intercambio de los cationes y la ozonización del líquido acuoso producen conjuntamente el líquido acuoso ozonizado ionizado ácido.

10 El ozono en el líquido ozonizado producido usando un método como se describe anteriormente puede tener una vida útil promedio que es: mayor que la vida útil promedio de ozono en líquido que no se trata con la resina de intercambio catiónico a base de ácido y se trata con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ionizado ácido; y mayor que la vida útil promedio de ozono en un líquido desionizado que se trata con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ionizado ácido.

El método también puede incluir la adición de cationes al líquido recibido antes de que se intercambien los cationes.

15 Otros aspectos y características de la presente divulgación se volverán evidentes para aquellos habituales en la técnica tras la revisión de la siguiente descripción de ejemplos específicos junto con las figuras que lo acompañan.

Breve descripción de los dibujos

20 A continuación se describirán ejemplos de la presente divulgación, solo a modo de ilustración, con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 es una ilustración de un sistema para proporcionar líquido ozonizado según la presente divulgación.

25 La figura 2A es una ilustración de un ejemplo del sistema ilustrado en la figura 1.

La figura 2B es una ilustración de otro ejemplo del sistema ilustrado en la figura 1.

30 La figura 2C es una ilustración de aún otro ejemplo del sistema ilustrado en la figura 1.

La figura 2D es una ilustración de aún otro ejemplo del sistema ilustrado en la figura 1.

35 La figura 3A es una ilustración de un ejemplo de trayectoria de flujo de ozonización que puede usarse en un sistema según la presente divulgación.

La figura 3B es una ilustración de otro ejemplo de una trayectoria de flujo de ozonización que puede usarse en un sistema según la presente divulgación.

40 La figura 3C es una ilustración de un ejemplo adicional de una trayectoria de flujo de ozonización que puede usarse en un sistema según la presente divulgación.

La figura 4A es una ilustración de un método para proporcionar líquido ozonizado según la presente divulgación.

45 La figura 4B es una ilustración de otro método para proporcionar líquido ozonizado según la presente divulgación.

Descripción detallada

50 Generalmente, la presente divulgación proporciona un método y un sistema para tratar una disolución acuosa (por ejemplo, agua) de manera que, en comparación con el ozono disuelto en disolución acuosa no tratada, la tasa de descomposición de ozono en la disolución tratada se reduce y la vida útil promedio del ozono disuelto en la disolución tratada se aumenta.

55 A los efectos de esta descripción, los términos "disolución acuosa", "líquido" y "agua" se usan indistintamente, aunque el agua es un ejemplo de una disolución acuosa que puede tratarse usando la resina de intercambio catiónico a base de ácido de realizaciones descritas en el presente documento.

60 Un sistema de ozonización, y un método para producir una disolución acuosa ozonizada, según una realización de la presente divulgación incluye una resina de intercambio catiónico a base de ácido que retira especies catiónicas de la disolución acuosa y reemplaza las especies catiónicas retiradas por iones H^+ , reduciendo de ese modo el pH de la disolución acuosa (es decir, aumentando la acidez) y produciendo una disolución ionizada ácida. Los métodos y sistemas según la presente divulgación usan resinas de intercambio catiónico a base de ácido y un aparato de disolución de ozono para producir líquidos ozonizados ionizados ácidos.

65 Para generar líquidos ozonizados ionizados ácidos, líquidos que se aceptan por las resinas de intercambio catiónico a base de ácido incluyen cationes disueltos en el mismo para proporcionar cationes que pueden intercambiarse por iones H^+ en la resina. Los cationes disueltos en el líquido pueden estar presentes en la fuente de líquido aceptado por

el sistema de ozonización, o pueden añadirse por el sistema de ozonización. Por ejemplo, el sistema de ozonización puede aceptar una fuente de agua que tiene una pequeña cantidad de cationes y puede añadir cationes adicionales añadiendo una disolución de NaCl al agua.

5 Adicionalmente, se entendería que los métodos y sistemas según la presente divulgación no incluyen resinas de intercambio aniónico que generan iones OH^- dado que tales iones OH^- reaccionarían con los iones H^+ añadidos para generar una disolución no ionizada neutra.

10 En la figura 1 se ilustra un sistema de ozonización según una realización de la presente divulgación. Como se observa en la figura 1, el sistema de ozonización 1 incluye una entrada 2 para aceptar un líquido en el sistema; una salida de líquido 4 para dispensar líquido ozonizado fuera del sistema, estando la salida de líquido 4 en comunicación de fluido con la entrada de líquido 2; una resina de intercambio catiónico a base de ácido 6 en comunicación de fluido con la entrada de líquido 2 y la salida de líquido 4; y un aparato de disolución de ozono 8 en comunicación de fluido con la entrada de líquido 2, la salida de líquido 4 y la resina de intercambio catiónico a base de ácido 6. El sistema de ozonización está adaptado para: intercambiar cationes en el líquido aceptado por iones H^+ en la resina de intercambio catiónico a base de ácido 6; y ozonizar el líquido aceptado usando el aparato de disolución de ozono 8 para producir un líquido ozonizado ionizado ácido para dispensarse hacia fuera de la salida de líquido 4.

20 Resultados experimentales. Se ha encontrado que el tratamiento de un catión no tratado que contiene líquido, por ejemplo, agua corriente, con una resina de intercambio catiónico a base de ácido y una fuente de ozono da como resultado una disolución ozonizada que tiene una tasa de descomposición de ozono que se reduce (y, por tanto, una vida útil promedio para el ozono disuelto que se incrementa) en comparación con: 1) agua corriente no tratada, 2) agua desionizada, 3) agua corriente acidificada y 4) agua desionizada acidificada. El agua desionizada se produjo usando un cartucho de desionización de lecho mixto con un prefiltro de bloque de carbono. El ozono se produjo usando descarga de corona, a una corriente de 1 Amp y un caudal entre 2,5 a 3 galones/minuto (9,5 a 11,4 l/minuto) de agua corriente fría. La concentración de ozono se midió usando un sistema de medición de ozono disuelto Micro 7+. La vida media de las cinco disoluciones acuosas diferentes se muestran en las tablas 1 y 2 a continuación.

30 Tabla 1 - Vida media de ozono para agua tratada con ácido débil

Tratamiento - Ácido débil	Conc. de ozono inicial (ppm)	Vida media de ozono
Agua corriente no tratada	0	20 min
Agua corriente desionizada	0,4	5 min
Agua corriente tratada con ácido acético (pH 4,65)	1,56	40 min
Agua corriente desionizada tratada con ácido acético (pH 3,4)	1,24	1,5 horas
Agua corriente tratada con resina de intercambio catiónico de ácido débil (pH 5,2)	1,42	2 horas

Tabla 2 - Vida media de ozono para agua tratada con ácido fuerte

Tratamiento - Ácido fuerte.	Conc. de ozono inicial (ppm)	Vida media de ozono
Agua corriente no tratada	0	20 min
Agua corriente desionizada	0,4	5 min
Agua corriente tratada con HCl (pH 3,26)	1,35	3,5 horas
Agua corriente desionizada tratada con HCl (pH 2,7)	1,08	4 horas
Agua corriente tratada con resina de intercambio catiónico fuerte (pH 3,15)	1,68	6 horas

35 Como puede verse en las tablas 1 y 2, el tratamiento de agua corriente usando una resina de intercambio catiónico a base de ácido y la ozonización de la disolución da como resultado un aumento en la vida media de ozono que es mayor que la vida media de ozono en otras disoluciones de pH similares que no se han tratado con la resina de intercambio catiónico a base de ácido.

40 Esto es sorprendente dado que, según Ericksson y Uhm, como se comenta en la sección de antecedentes, se esperaba que todas las disoluciones con pH similares tuvieran una vida media de ozono similar, y que disoluciones

con pH más bajos tuvieran una vida media de ozono más larga.

Sin embargo, como se ve en la tabla 1, el agua corriente tratada con la resina de intercambio catiónico de ácido débil proporciona una vida media de ozono más larga (2 horas frente a 40 minutos), a pesar de que la disolución producida usando la resina de intercambio catiónico de ácido débil es menos acídica que la disolución de agua corriente generada usando ácido acético (AcOH) (pH 5,2 frente a 4,65).

Además, como puede verse en las tablas 1 y 2, el agua corriente tratada con resina de intercambio catiónico de ácido fuerte da como resultado una vida media de ozono que es significativamente más larga que la vida media de ozono en agua desionizada, aunque ambas disoluciones tienen un pH muy similar. Si el agua corriente desionizada tratada con ácido acético diera como resultado un pH de 3,4, se esperaría, si la vida media se determinara por el pH, que tuviera una vida media de ozono que fuese similar al agua corriente tratada con resina de intercambio catiónico de ácido fuerte y dando como resultado un pH de 3,15. Sin embargo, este no es el caso dado que el agua corriente desionizada a pH 3,4 tiene una vida media de ozono de 1,5 horas, mientras que el agua corriente tratada con resina de intercambio catiónico fuerte a pH 3,15 tiene una vida media de ozono de 6 horas.

De manera similar, según el documento de patente estadounidense n.º 6.964.739, es beneficioso usar agua desionizada en la producción de ozono. Sin embargo, el agua desionizada por sí misma da como resultado una vida media de ozono muy corta (5 minutos), y el agua desionizada tratada con ácido proporciona una vida media de ozono que es más corta que agua corriente tratada con la resina de intercambio catiónico a base de ácido correspondiente. Esto es cierto incluso cuando el pH del agua desionizada tratada con ácido es inferior al pH del agua corriente tratada con resina de intercambio catiónico a base de ácido. Como puede verse: ácidos débiles: pH 3,4 (agua DI) frente a 5,2 (tratamiento con resina de intercambio catiónico) corresponde a vidas medias de 1,5 horas frente a 2 horas; y ácidos fuertes: pH 2,7 (agua DI) frente a 3,15 (tratamiento con resina de intercambio catiónico) corresponde a vidas medias de 4 horas frente a 6 horas.

Como es evidente a partir de los datos anteriores, retirar cationes del agua corriente usando una columna de lecho mixto para producir agua desionizada, y entonces añadir posteriormente ácido para reducir el pH, no produce una disolución equivalente a agua corriente tratada con una resina de intercambio catiónico a base de ácido. La vida media de ozono promedio en el agua corriente tratada con una resina de intercambio catiónico a base de ácido es más larga que en el agua desionizada acidificada.

Como se evidencia mediante los resultados experimentales comentados anteriormente, sistemas que usan una resina de intercambio catiónico a base de ácido y un aparato de disolución de ozono para producir actuando conjuntamente un líquido ozonizado ionizado ácido generan una disolución donde el ozono disuelto tiene una vida media que es superior a la vida útil promedio de ozono en líquido que no está tratado con la resina de intercambio catiónico a base de ácido y que está tratada con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ácido; y superior a la vida útil promedio de ozono en un líquido desionizado que está tratado con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ácido.

A los efectos de la presente descripción, el término "aumentar" o "extender" la vida útil promedio del ozono disuelto en un líquido ozonizado ionizado ácido se refiere a prolongar la vida útil promedio del ozono en el líquido ozonizado ionizado ácido, en comparación con: la vida útil promedio de ozono en líquido que no está tratado con la resina de intercambio catiónico a base de ácido y que está tratado con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ionizado ácido; y la vida útil promedio de ozono en un líquido desionizado que está tratado con ácido líquido suficiente para producir un pH igual al pH del líquido ozonizado ionizado ácido.

Por ejemplo, como se ilustra en la tabla 2, la vida útil promedio de ozono en agua corriente tratada con resina de intercambio catiónico fuerte (pH 3,15) se "aumenta" o "extiende" en comparación con: agua corriente no tratada; agua corriente tratada con HCl (pH 3,26); y agua corriente desionizada tratada con HCl (pH 2,7).

En diferentes realizaciones, el sistema de ozonización 1 según la presente descripción puede ser, por ejemplo: un sistema de ozonización recirculante; un sistema de ozonización "bajo demanda" recirculante; un sistema de ozonización "bajo demanda" no recirculante; o cualquier otro tipo de sistema de ozonización conocido en la técnica. Ejemplos de sistemas específicos de ozonización según realizaciones de la presente divulgación que incluyen la resina de intercambio catiónico a base de ácido se comentan en detalle más adelante. El aparato de disolución de ozono según una realización de la presente descripción puede ser, por ejemplo, una trayectoria de flujo de ozonización. A continuación se comentan ejemplos de trayectorias de flujo de ozonización en más detalle.

Resinas de intercambio catiónico

Los siguientes comentarios se refieren a realizaciones de la resina de intercambio catiónico a base de ácido 6. Las resinas de intercambio iónico se usan a menudo para separar, purificar y descontaminar disoluciones. Una resina de intercambio iónico es una matriz insoluble que, en la superficie de la matriz, incluye grupos funcionales que simultáneamente atrapan iones de la disolución sobre la superficie y, a cambio, liberan iones desde la superficie a la disolución. De esta manera, el tratamiento de la disolución da como resultado un intercambio de iones entre la resina

y la disolución.

Las resinas de intercambio iónico se cargan con un ion, que se libera en la disolución, y pueden hacerse que prefieran selectivamente uno o más iones alternativos, que se retiran de la disolución.

5 Las resinas de intercambio iónico se clasifican ampliamente como resinas de intercambio catiónico o resinas de intercambio aniónico. Las resinas de intercambio catiónico intercambian iones cargados positivamente (es decir, cationes), mientras que las resinas de intercambio aniónico intercambian iones cargados negativamente (es decir, aniones).

10 El orden de afinidad para algunos cationes comunes es aproximadamente: $\text{Hg}^{2+} < \text{Li}^+ < \text{H}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ \approx \text{NH}_4^+ < \text{Cd}^{2+} < \text{Cs}^+ < \text{Ag}^+ < \text{Mn}^{2+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Zn}^{2+} < \text{Cu}^{2+} < \text{Ni}^{2+} < \text{Co}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Pb}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$. Por tanto, las resinas de intercambio catiónico pueden intercambiar, por ejemplo: un ion K^+ basado en disolución por un ion Na^+ basado en resina; o iones Ca^{2+} , Mg^{2+} o Fe^{3+} basados en disolución por iones Na^+ o H^+ basados en resina.

15 El orden de afinidad para algunos aniones comunes es aproximadamente: $\text{OH}^- \approx \text{F}^- < \text{HCO}_3^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{NO}_3^- < \text{HSO}_4^- < \text{PO}_4^{3-} < \text{CrO}_4^{2-} < \text{SO}_4^{2-}$. Por tanto, las resinas de intercambio aniónico pueden intercambiar, por ejemplo: un ion de Cl^- basado en disolución por un ion OH^- basado en resina.

20 El agua desionizada es el agua que se ha tratado tanto con una resina de intercambio catiónico como con una resina de intercambio aniónico, por ejemplo, en una columna de lecho mixto, para: (1) retirar cationes de la disolución y sustituirlos por iones H^+ , y (2) retirar aniones de la disolución y sustituirlos por iones OH^- . Los iones H^+ y OH^- añadidos reaccionan juntos para formar agua (H_2O), proporcionando de ese modo el agua desionizada.

25 Las resinas de intercambio catiónico se clasifican como “fuertemente ácidas” o “débilmente ácidas”, dependiendo de los grupos funcionales en la superficie de la resina. Las resinas de ácido fuerte se denominan así dado que su propensión a ceder un ion H^+ es similar a la de los ácidos fuertes (ácidos que, por ejemplo, tienen pK_a menor que 1). Es decir, los grupos funcionales de ácidos fuertes y resinas de ácido fuerte se disocian fácilmente para proporcionar el ion H^+ . Las resinas de ácido débil se denominan así dado que su propensión a ceder un ion H^+ es similar a la de los ácidos débiles (ácidos que, por ejemplo, tienen pK_a mayor que 1). Los grupos funcionales de ácidos débiles y resinas de ácido débil tienen menos probabilidades de ceder un ion H^+ que los grupos funcionales de ácidos fuertes y resinas de ácido fuerte.

35 Las resinas de intercambio catiónico de ácidos fuertes pueden incluir, por ejemplo, grupos funcionales de ácido sulfónico ($\text{pK}_a \approx -2,5$). Las resinas de intercambio catiónico de ácidos débiles pueden incluir, por ejemplo, grupos de ácidos carboxílicos ($\text{pK}_a \approx 4,75$).

40 Los sistemas de ozonización según realizaciones de la presente aplicación incluyen resinas de intercambio catiónico a base de ácido que retiran especies catiónicas de la disolución acuosa y sustituyen las especies catiónicas retiradas por iones H^+ , reduciendo de ese modo el pH de la disolución acuosa. Los sistemas de ozonización pueden incluir una mezcla de resinas de intercambio catiónico a base de ácido; por ejemplo, la resina de intercambio catiónico puede ser una resina de ácido fuerte, resina de ácido débil, una mezcla de resinas de ácido fuerte, una mezcla de resinas de ácido débil o cualquier combinación las mismas. Las resinas de intercambio catiónico a base de ácido pueden ser cualquier resina de intercambio catiónico a base de ácido comercialmente disponible.

45 Alternativamente, la resina de intercambio catiónico a base de ácido puede comprender una resina de intercambio catiónico disponible comercialmente que se transforma *in situ* en una resina de intercambio catiónico a base de ácido. Por ejemplo, las resinas de intercambio catiónico a base de ácido pueden producirse o adquirirse primero como resinas de intercambio catiónico con iones distintos de H^+ , y luego transformarse en resina de intercambio catiónico a base de ácido antes de añadirse al sistema de ozonización. Alternativamente, la resina de intercambio catiónico puede transformarse en la resina de intercambio catiónico a base de ácido después de añadirse la resina al sistema de ozonización, por ejemplo, haciendo pasar una cantidad de regeneración de ácido a través de la trayectoria de flujo que contiene la resina.

55 Resinas a modo de ejemplo pueden formarse a partir de un sustrato de polímero orgánico, por ejemplo, poliestireno reticulado en el que el reticulante puede ser divinilbenceno; las resinas pueden formarse con poros en la matriz; las resinas pueden ser partículas o membranas, donde las partículas pueden ser desde inferiores a $30 \mu\text{m}$ hasta superiores a $800 \mu\text{m}$; las resinas pueden tener, por ejemplo, una capacidad superior a 0 e inferior a 6 miliequivalentes por gramo.

60 La resina de intercambio catiónico a base de ácido puede desecharse después de haber intercambiado sustancialmente todos los cationes H^+ , o la resina de intercambio catiónico a base de ácido puede regenerarse por contacto con una disolución ácida.

65 Sistemas de ozonización

La presente aplicación describe generalmente métodos y sistemas de ozonización que también se describen en más detalle en la solicitud provisional estadounidense 61/409.274 (presentada el 2 de noviembre de 2010) y la solicitud de PCT n.º PCT/CA2010/001520, presentada el 30 de septiembre de 2009, que comparte inventores comunes con la presente solicitud, la solicitud de PCT PCT/CA2010/001520 reivindica prioridad a las solicitudes provisionales estadounidenses: solicitud provisional estadounidense 61/248.102 (presentada el 2 de octubre de 2009); solicitud provisional estadounidense 61/248.075 (presentada el 2 de octubre de 2009); y provisional estadounidense 61/248.055 (presentada el 2 de octubre de 2009).

Sistemas de ozonización recirculantes. En un ejemplo de un sistema de ozonización según la presente divulgación, el sistema de ozonización incorpora una trayectoria de flujo de ozonización recirculante. Como se mencionó anteriormente, los sistemas de ozonización recirculantes están diseñados con un depósito que retiene la disolución acuosa y una trayectoria de flujo de ozonización recirculante. La disolución acuosa fluye a través de la trayectoria de flujo de ozonización y disuelve una cantidad de ozono en la misma. La disolución acuosa se recircula de vuelta al depósito.

Un ejemplo específico de un sistema de ozonización recirculante de este tipo se ilustra en la figura 2A. El sistema de ozonización recirculante 10 incluye una entrada 12 para la disolución acuosa, una resina de intercambio catiónico a base de ácido 14 adaptada para aceptar la disolución acuosa de la entrada 12 y para tratar la disolución acuosa sustituyendo cationes en la disolución por iones H^+ , un depósito de retención 16 adaptado para aceptar la disolución acuosa de la resina 14, una trayectoria de flujo de ozonización 18 adaptada para disolver ozono en la disolución acuosa y recircular la disolución acuosa de vuelta al depósito de retención 16, y una salida 20 adaptada para dispensar la disolución acuosa ozonizada tratada desde el sistema 10.

Un sistema de ozonización recirculante según la presente divulgación puede incorporar la resina de intercambio catiónico a base de ácido en un número de ubicaciones alternativas, por ejemplo: directamente en la trayectoria de flujo de ozonización (como se ilustra en la figura 2A); en una trayectoria de flujo recirculante que, por ejemplo, recicla la disolución desde el depósito de retención hasta la resina de intercambio catiónico y de vuelta al depósito de retención; o en el propio depósito de retención. Alternativamente, el sistema de ozonización puede incluir un depósito de retención que está adaptado para aceptar una disolución acuosa que se ha tratado con la resina de intercambio catiónico a base de ácido, donde el depósito de retención y la resina de intercambio catiónico a base de ácido independientemente pueden o no formar parte de la trayectoria de flujo de ozonización. Por ejemplo, la disolución acuosa puede tratarse en un primer depósito, que no forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización, y la disolución acuosa tratada puede moverse entonces al interior del depósito de retención, que forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización. En otro ejemplo, la disolución acuosa puede tratarse con la resina de intercambio catiónico a base de ácido exponiendo la disolución acuosa a la resina a medida que la disolución se bombea al depósito de retención, donde el depósito de retención no forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización.

Sistemas de ozonización "bajo demanda" recirculantes. En otro ejemplo de un sistema de ozonización según la presente divulgación, el sistema de ozonización incorpora un sistema de ozonización "bajo demanda" recirculante. Como se mencionó anteriormente, los sistemas de ozonización "bajo demanda" recirculantes están diseñados con un depósito que retiene la disolución acuosa y una trayectoria de flujo de ozonización que recircula la disolución ozonizada de vuelta al depósito de retención. El sistema ozoniza la disolución en el sistema independientemente de si está dispensándose la disolución ozonizada. En tales sistemas, el ozono se añade de manera continua a la disolución acuosa para sustituir cualquier ozono que se haya descompuesto, o para ozonizar cualquier disolución nueva que se haya añadido para sustituir la disolución ozonizada que se haya retirado del sistema. Finalmente se alcanza un estado estacionario de disolución ozonizada basándose en los caudales de entrada y salida, así como la eficiencia de la trayectoria de flujo de ozonización usada en el sistema de ozonización.

Un ejemplo específico de un sistema de ozonización "bajo demanda" recirculante de este tipo se ilustra en la figura 2B. El sistema de ozonización recirculante 10' incluye una entrada 12' para la disolución acuosa, una resina de intercambio catiónico a base de ácido 14' situada en una trayectoria de flujo recirculante y adaptada para tratar la disolución acuosa sustituyendo cationes de la disolución por iones H^+ y para recircular la disolución acuosa de vuelta a un depósito de retención 16', el depósito de retención 16' está adaptado para aceptar la disolución acuosa desde la entrada 12', una trayectoria de flujo de ozonización 18' adaptada para disolver ozono en la disolución acuosa y para recircular la disolución acuosa de vuelta al depósito de retención 16' y una salida 20' adaptada para dispensar la disolución acuosa ozonizada tratada desde el sistema 10'.

Un sistema de ozonización "bajo demanda" recirculante según la presente divulgación puede incorporar la resina de intercambio catiónico a base de ácido en un número de ubicaciones alternativas, por ejemplo: directamente en la trayectoria de flujo de ozonización; en una trayectoria de flujo recirculante que, por ejemplo, recicla la disolución del depósito de retención a la resina de intercambio catiónico y de vuelta al depósito de retención (como se ilustra en la figura 2B); o en el propio depósito de retención. Alternativamente, el sistema de ozonización puede incluir un depósito de retención que está adaptado para aceptar una disolución acuosa que se ha tratado con la resina de intercambio catiónico a base de ácido, donde el depósito de retención y la resina de intercambio catiónico a base de ácido pueden o no formar parte de la trayectoria de flujo de ozonización. Por ejemplo, la disolución acuosa puede tratarse en un primer depósito, que no forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización, y la disolución acuosa tratada puede

entonces moverse al interior del depósito de retención, que forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización. En otro ejemplo, la disolución acuosa puede tratarse con la resina de intercambio catiónico a base de ácido exponiendo la disolución acuosa a la resina a medida que la disolución se bombea al interior del depósito de retención, donde el depósito de retención no forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización.

5 Sistemas de ozonización "bajo demanda" no recirculantes. En otro ejemplo más de un sistema de ozonización según la presente divulgación, el sistema de ozonización incorpora un sistema de ozonización "bajo demanda" no recirculante. Como se comentó anteriormente, los sistemas de ozonización "bajo demanda" no recirculantes dispensan ozono que se ha añadido a la disolución por medio de un único paso por la trayectoria de flujo de ozonización.

10 Un ejemplo específico de un sistema de ozonización "bajo demanda" no recirculante de este tipo se ilustra en la figura 2C. El sistema de ozonización no recirculante 10" incluye una entrada 12" para la disolución acuosa, una resina de intercambio catiónico a base de ácido 14" situada en una trayectoria de flujo recirculante y adaptada para tratar la disolución acuosa sustituyendo cationes de la disolución por iones H⁺ y recircular el agua de vuelta a un depósito de retención 16", el depósito de retención 16" está adaptado para aceptar la disolución acuosa de la entrada 12", una trayectoria de flujo de ozonización no recirculante 18" adaptada para aceptar la disolución acuosa en el depósito de retención 16" y para disolver el ozono en la disolución acuosa, y una salida 20" adaptada para dispensar la disolución acuosa ozonizada tratada desde el sistema 10". En el sistema ilustrado en la figura 2C, la trayectoria de flujo de ozonización 18" solo se activa cuando va a dispensarse agua ozonizada desde el sistema 10", mientras que la recirculación desde la resina de intercambio catiónico a base de ácido 14" hasta el depósito de retención 16" puede funcionar de manera continua, intermitentemente, después de haberse añadido disolución acuosa al depósito de retención 16", o en cualquier otro momento que permita a la resina 14" sustituir cationes en la disolución por iones H⁺ antes de que la disolución acuosa pase a través de la trayectoria de flujo de ozonización 18".

25 Otro ejemplo específico de un sistema de ozonización "bajo demanda" no recirculante de este tipo se ilustra en la figura 2D. El sistema de ozonización no recirculante 10"" incluye una entrada 12"" para la disolución acuosa, una resina de intercambio catiónico a base de ácido 14"" adaptada para aceptar la disolución acuosa de la entrada 12"" y para tratar la disolución acuosa sustituyendo cationes en la disolución por iones H⁺, una trayectoria de flujo de ozonización no recirculante 18"" adaptada para aceptar la disolución acuosa de la resina de intercambio catiónico a base de ácido 14"" y disolver ozono en la disolución acuosa, y la salida 20"" adaptada para dispensar la disolución acuosa ozonizada tratada desde el sistema 10"".

35 Un sistema de ozonización "bajo demanda" no recirculante según la presente divulgación puede incorporar la resina de intercambio catiónico a base de ácido en un número de ubicaciones alternativas, por ejemplo: directamente en la trayectoria de flujo de ozonización (como se ilustra en la figura 2D); en una trayectoria de flujo recirculante que, por ejemplo, recicla la disolución desde el depósito de retención hasta la resina de intercambio catiónico y de vuelta al depósito de retención (como se ilustra en la figura 2C); o en el propio depósito de retención. Alternativamente, el sistema de ozonización puede incluir un depósito de retención que está adaptado para aceptar una disolución acuosa que se ha tratado con la resina de intercambio catiónico a base de ácido, donde el depósito de retención y la resina de intercambio catiónico a base de ácido independientemente pueden o no formar parte de la trayectoria de flujo de ozonización. Por ejemplo, la disolución acuosa puede tratarse en un primer depósito, que no forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización, y la disolución acuosa tratada puede moverse entonces al interior del depósito de retención, que forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización. En otro ejemplo, la disolución acuosa puede tratarse con la resina de intercambio catiónico a base de ácido exponiendo la disolución acuosa a la resina a medida que la disolución se bombea al interior del depósito de retención, cuando el depósito de retención no forma parte de la trayectoria de flujo de ozonización.

50 En un ejemplo específico, la disolución acuosa puede tratarse con la resina de intercambio catiónico a base de ácido exponiendo la disolución acuosa a la resina a medida que la disolución se bombea al interior del primer depósito. La disolución acuosa tratada puede mantenerse en el primer depósito hasta que se necesite una parte de la disolución acuosa tratada, momento en el que la parte de la disolución acuosa tratada se mueve entonces al interior del depósito de retención de un sistema de dispensación de disolución acuosa ozonizada, por ejemplo, un pulverizador manual. El sistema de dispensación de disolución acuosa ozonizada incluye una trayectoria de flujo de ozonización, del que forma parte el depósito de retención. En un ejemplo de este tipo, el sistema de ozonización según la solicitud actual incluirá, al menos, la resina de intercambio catiónico a base de ácido, el primer depósito, el depósito de retención y la trayectoria de flujo de ozonización.

Trayectoria de flujo de ozonización

60 La trayectoria de flujo de ozonización incluye una fuente de ozono. La disolución acuosa (por ejemplo, agua) fluye a un caudal deseado a través de la trayectoria de flujo de ozonización, se añade ozono a la disolución. Como se explica en más detalle más adelante, puede añadirse ozono, por ejemplo, añadiendo gas de ozono a la disolución o creando ozono directamente en la trayectoria de flujo de ozonización. En diversas trayectorias de flujo de ozonización a modo de ejemplo según la presente solicitud, la trayectoria de flujo de ozonización incluye un mezclador, donde se añade ozono a la disolución acuosa y luego se mezcla en el mezclador.

Fuente de líquido. Se entenderá que la fuente del líquido que entra en la trayectoria de flujo de ozonización puede ser cualquier fuente de líquido. Por ejemplo, la fuente del líquido puede ser una fuente de agua municipal, o un depósito de retención. El depósito de retención puede formar parte del sistema de ozonización, o estar separado del sistema de ozonización. Si el depósito de retención forma parte del sistema de ozonización, puede formar parte de la trayectoria de flujo de ozonización.

Fuentes de ozono. Trayectorias de flujo de ozonización pueden usar gas de ozono proporcionado a una mezclador de líquido-gas para generar la mezcla de ozono-líquido. El gas de ozono puede proporcionarse a partir de un número de diferentes fuentes. Por ejemplo, puede añadirse ozono a la disolución acuosa usando gas de ozono producido en un generador de gas de ozono de tipo de descarga, por ejemplo, un generador de gas de ozono de descarga de corona.

Un sistema de descarga de corona usa un electrodo con un alto potencial y toma gas de oxígeno y pasa una corriente a través del gas para ionizar el gas y crear un plasma alrededor del electrodo. El gas ionizado se recombina con oxígeno para formar ozono. El gas de oxígeno usado en un sistema de descarga de corona puede ser oxígeno del aire o de otra fuente de oxígeno, por ejemplo, la salida de un concentrador de oxígeno. Si se usa aire para generar gas de ozono, puede lograrse una mayor concentración de ozono reduciendo la cantidad de humedad en el aire proporcionado y/o aumentando la concentración de oxígeno (por ejemplo, retirando nitrógeno) en el aire proporcionado. Puede lograrse reducir la cantidad de humedad o aumentar la concentración de oxígeno, por ejemplo, usando un cartucho retirable, como se describe a continuación. Los sistemas de descarga de corona pueden usar ionización sostenida o ionización intermitente para generar ozono. La descarga de corona usa normalmente dos electrodos asimétricos: un electrodo altamente curvado (por ejemplo, la punta de una aguja o un alambre de pequeño diámetro) y un electrodo con una curvatura baja (por ejemplo, una placa o tierra). Las coronas pueden ser positivas o negativas, dependiendo de la polaridad de la tensión en el electrodo altamente curvado. En realizaciones particulares, se usa un sistema de descarga de corona negativa. En algunas realizaciones de sistemas de descarga de corona conocidos, pueden proporcionarse hasta 10 gramos de ozono por hora.

Según la presente invención, se añade ozono a la disolución acuosa usando ozono producido por un generador de ozono electrolítico. Un generador de este tipo produce ozono a partir de la descomposición electrolítica de agua, o de un líquido que comprende agua, generando así la mezcla de ozono-líquido sin producir ozono gaseoso. Los generadores de ozono electrolíticos se dan a conocer en la publicación de patente estadounidense 2008/0067078 correspondiente a Kitaori, publicada el 20 de marzo de 2008; la patente estadounidense n.º 5.407.550 correspondiente a Shimamune emitida el 18 de abril de 1995; la patente estadounidense n.º 5.326.444 correspondiente a Nakamatsu emitida el 5 de julio de 1994; la patente estadounidense n.º 5.900.127 correspondiente a Iida emitida el 4 de mayo de 1999; la publicación de patente estadounidense 2007/0212594 correspondiente a Takasu publicada el 13 de septiembre de 2007.

Mezclador. El mezclador usado en la trayectoria de flujo de ozonización puede ser, por ejemplo, una parte de la trayectoria de flujo aguas abajo desde el generador de ozono, una constricción temporal en una trayectoria de flujo aguas abajo desde el generador de ozono, o cualquier otra característica que provoca turbulencia en el flujo de fluido para disminuir el tamaño de las burbujas aumentando de ese modo la disolución del ozono en la disolución acuosa. En trayectorias de flujo de ozonización que usan gas de ozono producido por un generador de ozono, el mezclador puede ser, por ejemplo, un tubo Venturi y el gas de ozono y la disolución acuosa pueden mezclarse en el tubo Venturi.

Una constricción temporal en una trayectoria de flujo aumenta la velocidad del fluido que pasa a través de la constricción, reduciendo de ese modo la presión aguas abajo desde la constricción y aumentando la presión aguas arriba desde la constricción. Una constricción temporal genera turbulencia en el fluido y aumenta la disolución del ozono en el fluido. Puede ser ventajoso usar una constricción temporal en la trayectoria de flujo aguas abajo del generador de ozono electrolítico con el fin de aumentar la presión de fluido en el generador de ozono electrolítico dado que generadores de ozono electrolíticos pueden funcionar de manera más eficiente a mayores presiones.

Otro ejemplo de una característica que provoca turbulencia es una bomba de fluido. En la trayectoria de flujo de ozonización puede estar situada una bomba de fluido para extraer la disolución acuosa desde una entrada de líquido, lo que proporciona la disolución acuosa a la trayectoria de flujo de ozonización. La turbulencia generada por los cabezales de bomba puede descomponer el tamaño de las burbujas de ozono generadas por la fuente de ozono y aumentar la disolución de ozono en la disolución acuosa.

Separador de gas-líquido. La trayectoria de flujo de ozonización también puede incluir un separador de gas-líquido que separa la mezcla de gas-líquido en agua ozonizada desgasificada y gas de ozono separado. En tales realizaciones, el gas de ozono separado puede destruirse en un destructor de ozono y el gas de oxígeno resultante puede purgarse a la atmósfera. El agua ozonizada desgasificada puede proporcionarse a una salida de líquido por el separador de gas-líquido. Ejemplos de diferentes separadores de gas-líquido contemplados se comentan en la solicitud provisional estadounidense 61/409.274 (presentada el 2 de noviembre de 2010).

Trayectorias de flujo. Trayectorias de flujo de ozonización, por ejemplo trayectorias de flujo que incluyen generadores de ozono electrolíticos para producir ozono, pueden configurarse de una variedad de diferentes maneras para proporcionar ozono a la disolución acuosa.

Por ejemplo, el generador de ozono electrolítico puede estar situada en una trayectoria de flujo de fluido paralela a la trayectoria de flujo de fluido principal. En una trayectoria de flujo de ozonización de este tipo, la trayectoria de flujo de fluido paralela que incluye el generador de ozono electrolítico puede fluir a un caudal menor que el fluido que fluye en la entrada de líquido de la trayectoria de flujo de ozonización o la salida de líquido de la trayectoria de flujo de ozonización. La relación entre la concentración de ozono y el caudal de fluido no es lineal con los generadores de ozono electrolíticos, y la reducción del caudal da como resultado una concentración de ozono aumentada. Desviar una parte del flujo de fluido de la trayectoria de flujo de fluido principal da como resultado un caudal reducido a través de esa trayectoria de flujo de fluido paralela; colocar el generador de ozono electrolítico en la corriente lateral con el caudal reducido puede dar como resultado una concentración de ozono aumentada en comparación con la concentración de ozono asociada a un generador de ozono electrolítico situada en la ruta de flujo de fluido principal. Dado que la relación entre la concentración de ozono y el caudal de fluido no es lineal, la cantidad global de ozono generado en el sistema puede aumentarse cuando el generador de ozono electrolítico está situado en una corriente lateral paralela con un caudal reducido.

En otro ejemplo, la trayectoria de flujo de ozonización puede incluir una primera entrada de líquido y una segunda entrada de líquido, donde la primera entrada de líquido acepta una primera parte de líquido en la trayectoria de flujo de ozonización en una primera trayectoria de flujo a un primer caudal, y la segunda entrada de líquido acepta una segunda parte de líquido en la trayectoria de flujo de ozonización en una segunda trayectoria de flujo a un segundo caudal. Las trayectorias de flujo primera y segunda se unen en una trayectoria de flujo de dispensación. Los caudales primero y segundo pueden elegirse para optimizar la concentración de ozono del líquido dispensado desde la salida de líquido de la trayectoria de flujo de dispensación. Las trayectorias de flujo de ozonización pueden incluir, alternativamente, más de las dos entradas de líquido.

Componentes. Cualquiera de las trayectorias de flujo de ozonización mencionadas anteriormente pueden incluir más de una fuente de ozono, y/o puede incluir adicionalmente uno o más sensores de potencial de reducción de oxidación (ORP), uno o más mezcladores de líquido-líquido, una o más bombas de dosificación, uno o más separadores de gas-líquido, uno o más destructores de ozono o cualquier combinación de los mismos. Ejemplos de diferentes trayectorias de flujo de ozonización contempladas que incluyen componentes mencionados anteriormente se comentan en la solicitud provisional estadounidense 61/409.274 (presentada el 2 de noviembre de 2010).

Trayectorias de flujo de ozonización a modo de ejemplo. Trayectorias de flujo de ozonización a modo de ejemplo se ilustran en las figuras 3A-3C. Estas trayectorias de flujo de ozonización a modo de ejemplo pueden incorporarse en cualquiera de los sistemas de ozonización comentados anteriormente, por ejemplo, los sistemas de ozonización ilustrados en las figuras 2A-2D.

En la trayectoria de flujo de ozonización a modo de ejemplo 110 ilustrada en la figura 3A, la entrada de líquido 112 se dispone para aceptar una disolución acuosa que va a ozonizarse en la trayectoria de flujo de ozonización. La entrada de líquido 112 acepta la disolución acuosa directamente en la trayectoria de flujo de ozonización. La entrada de líquido 112 acepta la disolución acuosa siempre que esté produciéndose una disolución ozonizada. La disolución acuosa fluye a un caudal deseado a través de la trayectoria de flujo de ozonización y se mezcla con ozono en el mezclador 114. Se añade ozono a la trayectoria de flujo 110 usando un generador de ozono electrolítico 116 que produce ozono a partir de la descomposición electrolítica de agua. En la trayectoria de flujo ilustrada en la figura 3A, el generador de ozono electrolítico 116 está en línea con la entrada de líquido 112 y descompone agua aceptada a la trayectoria de flujo a través de la entrada de líquido 112. La salida de líquido 118 dispensa líquido ozonizado al caudal deseado (por ejemplo, para el uso por un usuario final). El caudal hacia fuera de la salida de líquido 118 es sustancialmente el mismo que el flujo hacia el interior de la entrada de líquido 112 dado que el flujo de entrada es directamente dependiente del flujo de salida y el líquido aceptado por la trayectoria de flujo desplaza líquido dentro de la trayectoria de flujo.

La trayectoria de flujo de ozonización a modo de ejemplo ilustrada en la figura 3B es paralela a la trayectoria de flujo ilustrada en la figura 3A, pero posiciona el generador de ozono electrolítico 116 en una trayectoria de flujo de fluido paralela a la trayectoria de flujo de fluido principal. La trayectoria de flujo de fluido paralela que incluye el generador de ozono electrolítico 116 fluiría a un caudal menor que el fluido que fluye en la entrada de líquido 112 o la salida de líquido 118. La relación entre concentración de ozono y caudal de fluido no es lineal con los generadores de ozono electrolíticos, y la reducción del caudal da como resultado una concentración de ozono aumentada. Desviar una parte del flujo de fluido de la trayectoria de flujo de fluido principal da como resultado un caudal reducido a través de esa trayectoria de flujo de fluido paralela; colocar el generador de ozono electrolítico 116 en la corriente lateral con el caudal reducido puede dar como resultado una concentración de ozono aumentada en comparación con la concentración de ozono asociada a un generador de ozono electrolítico situado en la trayectoria de flujo de fluido principal. Dado que la relación entre concentración de ozono y caudal de fluido no es lineal, la cantidad global de ozono generado en el sistema puede aumentarse cuando el generador de ozono electrolítico 116 está situado en una corriente lateral paralela con un caudal reducido.

La trayectoria de flujo de ozonización a modo de ejemplo ilustrada en la figura 3C es paralela a la trayectoria de flujo ilustrada en la figura 3B, pero incluye una primera entrada de líquido 112 y una segunda entrada de líquido 112', donde la primera entrada de líquido 112 acepta una primera parte de líquido en la trayectoria de flujo de ozonización en una

5 primera trayectoria de flujo a un primer caudal, y la segunda entrada de líquido 112' acepta una segunda parte de líquido en la trayectoria de flujo de ozonización en una segunda trayectoria de flujo a un segundo caudal. Las trayectorias de flujo primera y segunda se unen en una trayectoria de flujo de dispensación. Los caudales primero y segundo de la trayectoria de flujo de ozonización ilustrada en la figura 3C pueden elegirse para optimizar la concentración de ozono del líquido dispensado desde la salida de líquido 118. Otras realizaciones de la trayectoria de flujo de ozonización podrían incluir más de las dos entradas de líquido ilustradas en la figura 3C.

Método

10 Métodos y sistemas según la presente descripción pueden tratar la disolución acuosa que va a ozonizarse usando la resina de intercambio catiónico a base de ácido antes o después de exponer la disolución acuosa tratada al ozono con el fin de generar el líquido ozonizado, tratado que se dispensa desde la salida de líquido.

15 Un ejemplo de método según la presente descripción se ilustra en la figura 4A. El líquido no ozonizado no tratado 210 se recibe en la etapa 212 y los cationes presentes en el líquido recibido se intercambian por iones H^+ en la etapa 214 usando una resina de intercambio catiónico a base de ácido. El líquido resultante se ozoniza en la etapa 216 para producir líquido ozonizado ionizado ácido 218.

20 En otro ejemplo, ilustrado en la figura 4B, líquido no ozonizado no tratado 210' se recibe en la etapa 212' y se ozoniza en la etapa 216' para producir líquido ozonizado. Los cationes presentes en el líquido ozonizado se intercambian por iones H^+ en la etapa 214' usando una resina de intercambio catiónico a base de ácido para producir líquido ozonizado ionizado ácido 218'.

25 Esta descripción escrita usa ejemplos para dar a conocer la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir a cualquier experto en la técnica poner en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier método incorporado. Los ejemplos descritos anteriormente están destinados a ser meramente ilustrativos. Pueden realizarse alteraciones, modificaciones y variaciones a los ejemplos particulares por aquellos expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la invención.

30 El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se ocurran a aquellos expertos en la técnica. Otros ejemplos de este tipo están destinados a estar dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del léxico literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales de los léxicos literales del reivindicaciones.

35

REIVINDICACIONES

1. Sistema para proporcionar un líquido acuoso ozonizado ionizado ácido, comprendiendo el sistema:
 - 5 una entrada de líquido dispuesta para aceptar un líquido acuoso en el sistema;
 - una resina de intercambio catiónico a base de ácido en comunicación de fluido con la entrada de líquido, estando la resina adaptada para tratar el líquido acuoso intercambiando cationes en el líquido acuoso aceptado por iones H⁺ en la resina;
 - 10 un aparato de disolución de ozono en comunicación de fluido con la entrada de líquido y la resina de intercambio catiónico a base de ácido, en el que el aparato de disolución de ozono es una trayectoria de flujo de ozonización que comprende un generador de ozono electrolítico para producir ozono para mezclar con el líquido acuoso aceptado; y
 - 15 una salida de líquido en comunicación de fluido con la entrada de líquido, la resina de intercambio catiónico a base de ácido y el aparato de disolución de ozono,
 - actuando conjuntamente el aparato de disolución de ozono y la resina de intercambio catiónico a base de ácido para producir el líquido acuoso ozonizado ionizado ácido para la dispensación hacia fuera del sistema a través de la salida de líquido.
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la trayectoria de flujo de ozonización comprende además un mezclador, en comunicación de fluido con el generador de ozono, para mezclar el ozono generado y el líquido acuoso aceptado para producir el líquido acuoso ozonizado.
- 25 3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que el sistema comprende además un depósito de retención y en el que la resina de intercambio catiónico a base de ácido se ubica en una trayectoria de flujo recirculante que está adaptada para recircular líquido acuoso al depósito de retención.
- 30 4. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que el sistema comprende además un depósito de retención y en el que la resina de intercambio catiónico a base de ácido se ubica en el depósito de retención.
- 35 5. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que la resina de intercambio catiónico a base de ácido se ubica en una trayectoria de flujo no recirculante.
6. Sistema según la reivindicación 5, en el que el sistema comprende además un depósito de retención y la trayectoria de flujo no recirculante proporciona el líquido acuoso tratado con resina de intercambio catiónico a base de ácido al depósito de retención.
- 40 7. Sistema según la reivindicación 5, en el que la trayectoria de flujo no recirculante proporciona el líquido acuoso tratado con resina de intercambio catiónico a base de ácido al aparato de disolución de ozono.
- 45 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la resina de intercambio catiónico a base de ácido acepta líquido acuoso de la entrada de líquido y el aparato de disolución de ozono acepta líquido acuoso tratado por la resina.
9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el aparato de disolución de ozono acepta líquido acuoso de la entrada de líquido y la resina de intercambio catiónico a base de ácido acepta el líquido acuoso ozonizado.
- 50 10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la resina de intercambio catiónico a base de ácido es una resina de ácido fuerte.
- 55 11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la resina de intercambio catiónico a base de ácido es una resina de ácido débil.
12. Método para producir un líquido acuoso ozonizado ionizado ácido, comprendiendo el método:
 - 60 recibir un líquido acuoso;
 - tratar el líquido acuoso mediante el intercambio de cationes presentes en el líquido acuoso por iones H⁺ de una resina de intercambio catiónico a base de ácido; y
 - 65 generar ozono usando un generador de ozono electrolítico y ozonizar el líquido acuoso con el ozono;

en el que el intercambio de los cationes y la ozonización del líquido acuoso juntos producen el líquido acuoso ozonizado ionizado ácido.

- 5 13. Método según la reivindicación 12, en el que se intercambian los cationes para producir un líquido acuoso ionizado ácido, y el líquido acuoso ionizado ácido se ozoniza después de que se intercambien los cationes.

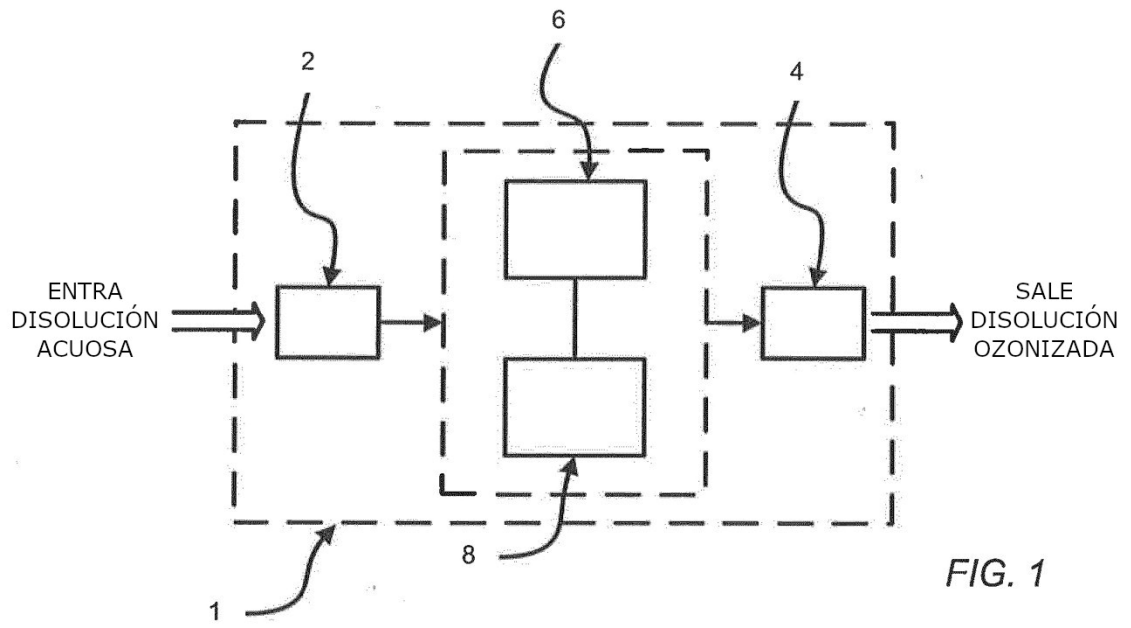


FIG. 1

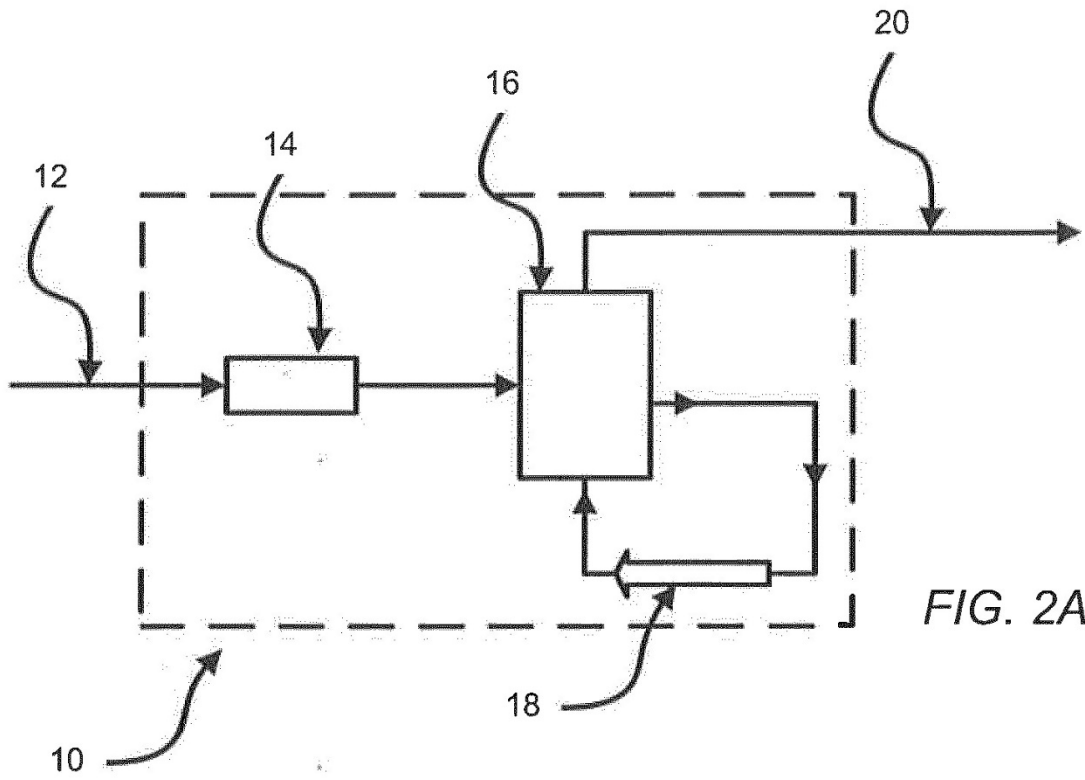


FIG. 2A

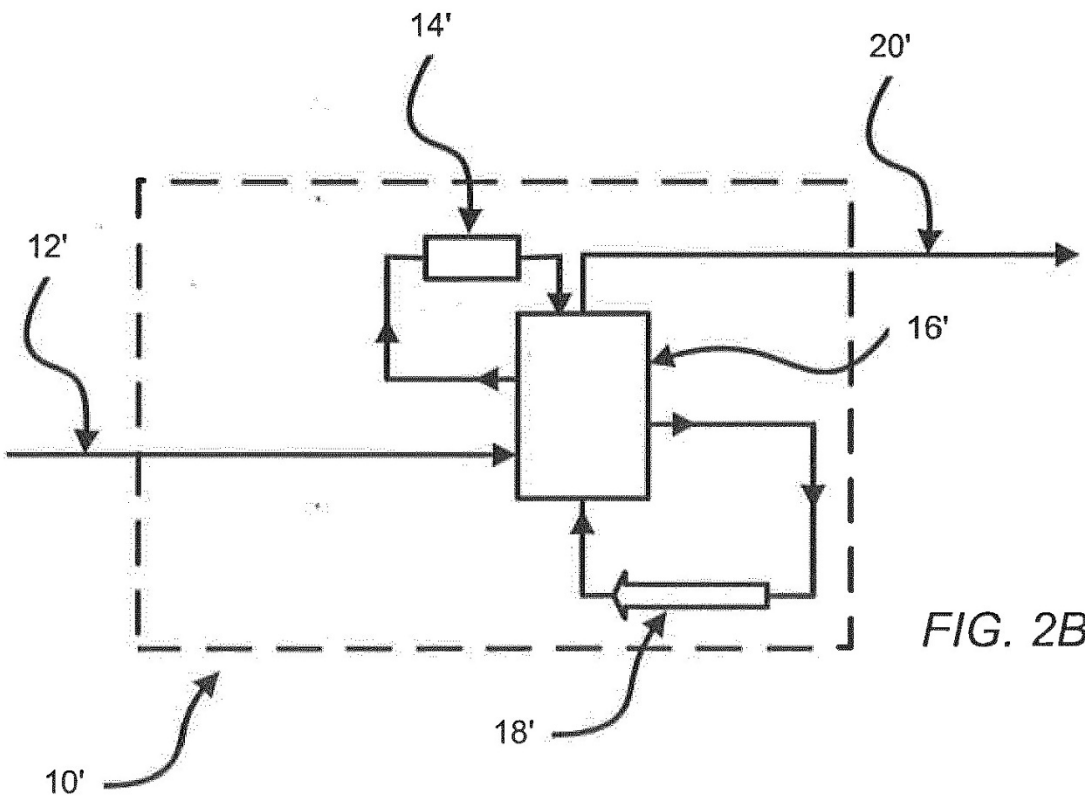


FIG. 2B

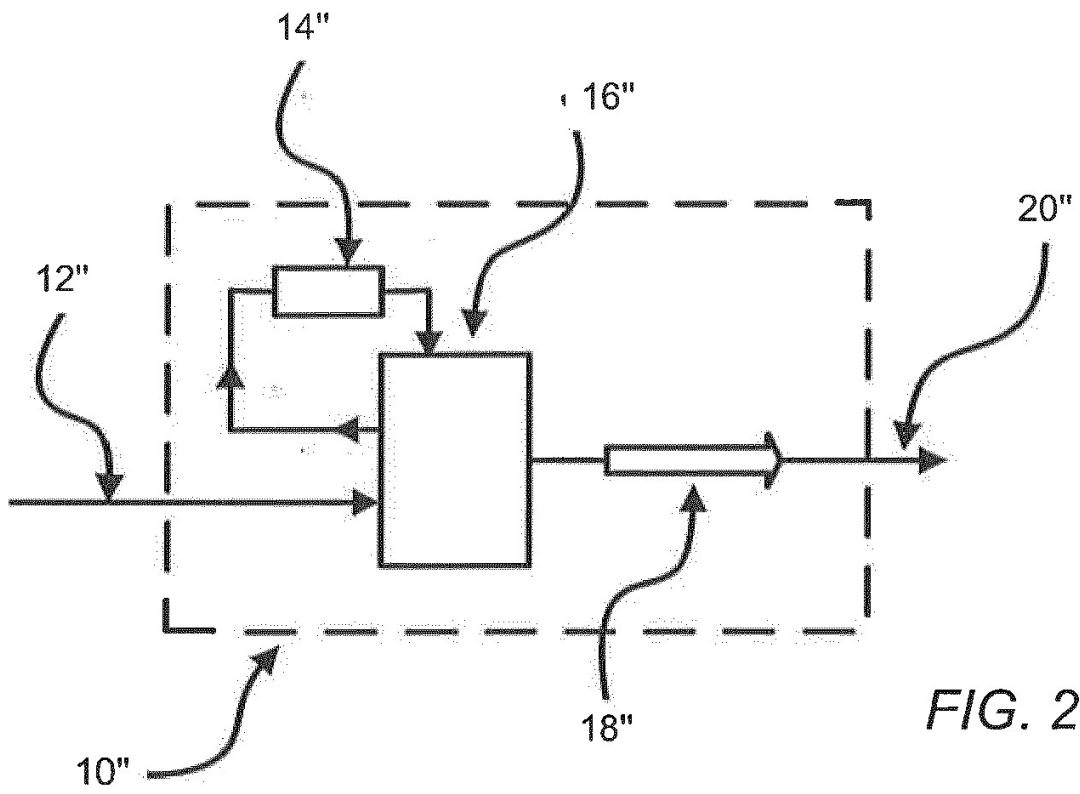


FIG. 2C

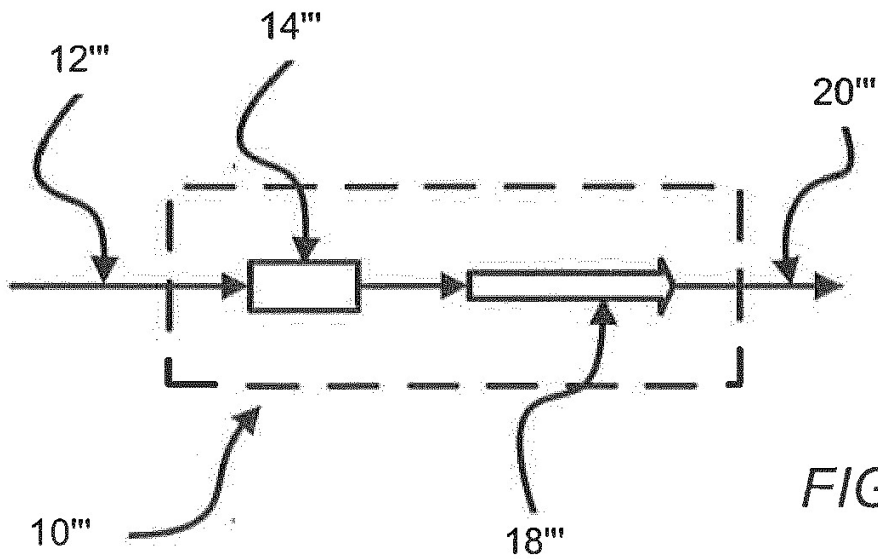
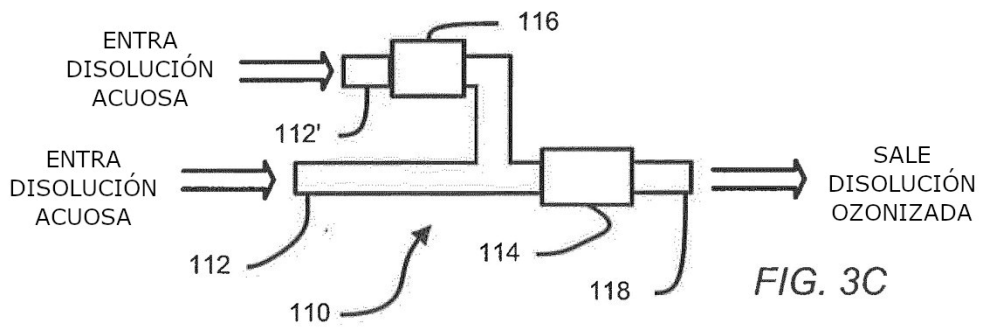
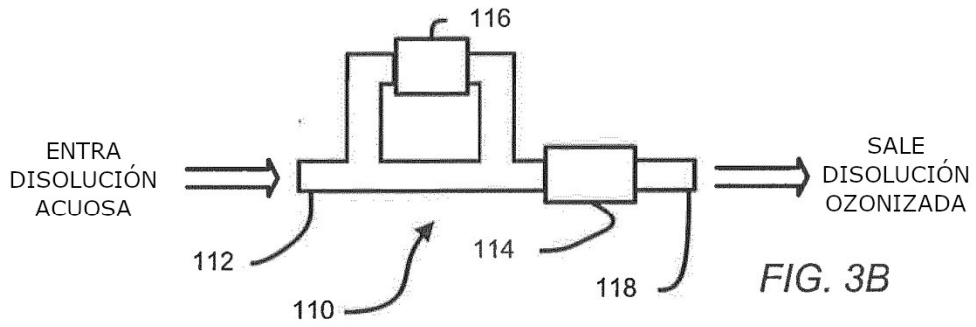
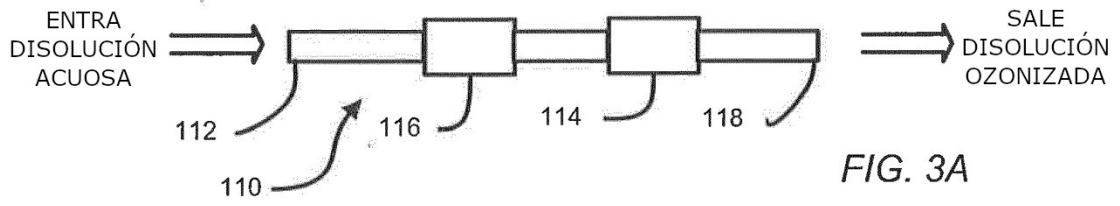


FIG. 2D



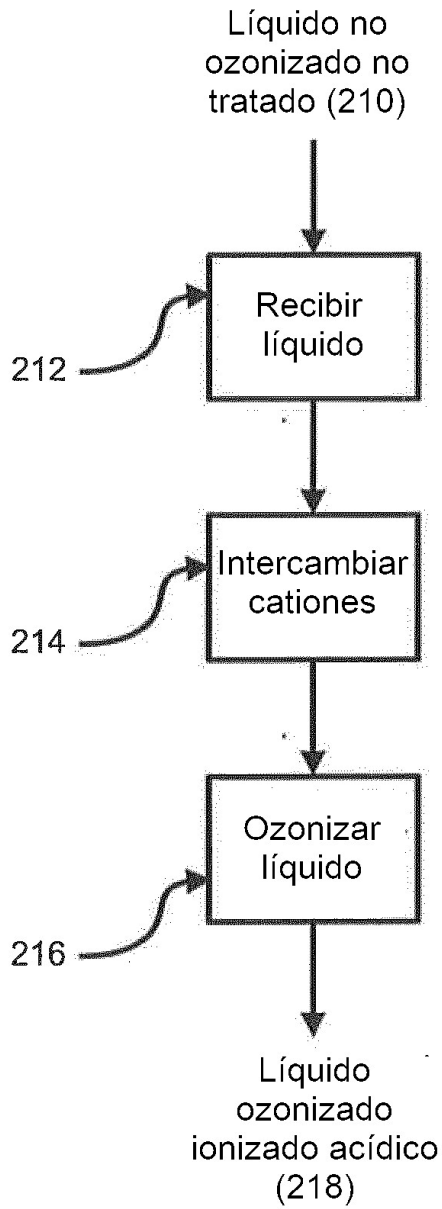


FIG. 4A

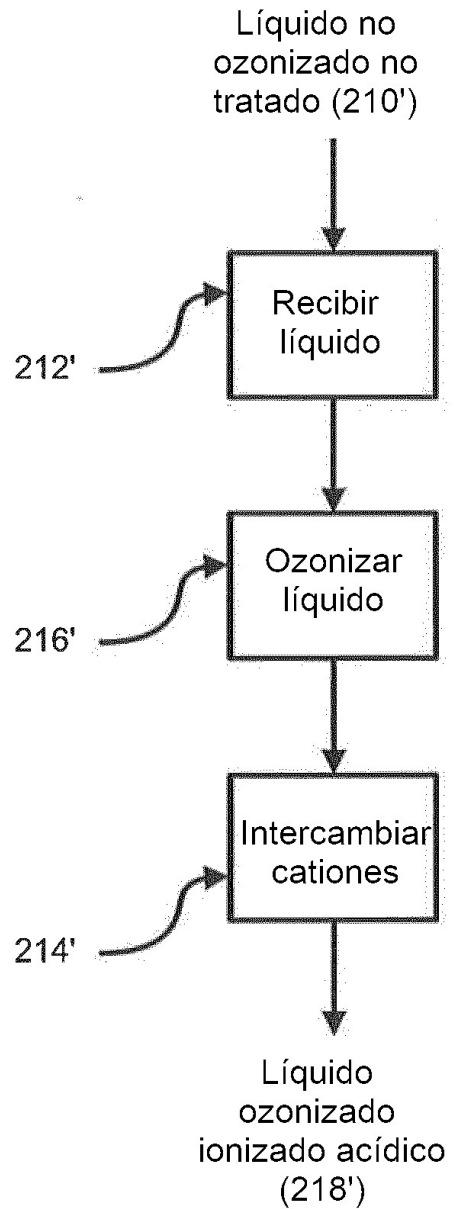


FIG. 4B