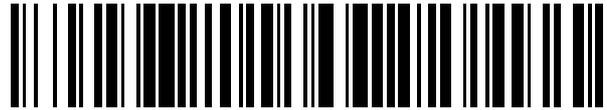


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 925**

51 Int. Cl.:

C02F 1/44 (2006.01)
B01D 61/04 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
C02F 1/78 (2006.01)
C02F 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2007 E 07791290 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 2072470**

54 Título: **Método de reutilización de agua residual**

30 Prioridad:

01.08.2006 JP 2006209349

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

28.12.2015

73 Titular/es:

**METAWATER CO., LTD. (100.0%)
1-25, Kanda-Sudacho, Chiyoda-ku
Tokyo 101-0041, JP**

72 Inventor/es:

**SUZUKI, SHIGEHIRO;
NOGUCHI, MOTOHARU y
KOZONO, HIDEKI**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 554 925 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

Método de reutilización de agua residual

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para el reciclaje de agua residual, que comprende un filtrado mediante membrana de diversas aguas residuales tales como aguas negras tratadas para proporcionar agua reutilizable.

10 Antecedentes de la técnica

Para utilizar de manera eficiente los recursos hídricos, se han desarrollado técnicas de filtrado mediante membrana de diversas aguas residuales para proporcionar agua reutilizable. Por ejemplo, los documentos de patente 1 y 2 divulgan métodos para filtrar mediante membrana agua residual utilizada para el lavado de una piscina de una planta de purificación de agua, para reutilizarla como agua de lavado. Los métodos descritos en los documentos de patente 1 y 2 están destinados a tratar el agua residual que tiene relativamente buena calidad. Cuando el agua residual se somete simplemente a un filtrado mediante membrana, dependiendo de la calidad del agua residual, estos métodos pueden llegar a ser incapaces de funcionar debido a la obstrucción en un tiempo corto de una membrana con materias orgánicas y similares del agua residual.

Las técnicas para prevenir tal obstrucción de una membrana incluyen un método para añadir ozono al agua en bruto para descomponer materias orgánicas que causan la obstrucción de una membrana, tal como se describe en los documentos de patente 3 y 4. Sin embargo, la descomposición suficiente de las materias orgánicas requiere de una gran cantidad de ozono. En el documento de patente 3, con el fin de hacer que permanezca el ozono en la superficie de la membrana en una cantidad suficiente para descomponer la materia orgánica, se suministra una gran cantidad de ozono de tal manera que una concentración de ozono disuelto en el agua filtrada que ha pasado a través de la membrana es 0,5 mg/L. En el documento de patente 4, aunque una concentración de ozono disuelto en el agua filtrada que ha pasado a través de la membrana es de 0,05 a 1,0 mg/L, el ozono se añade adicionalmente al agua filtrada en un proceso posterior. La generación de ozono tiene un alto consumo de electricidad, por lo que una adición de una gran cantidad de ozono tiene un problema de un alto costo de funcionamiento. Además, la descomposición de materias orgánicas progresa con una gran cantidad de ozono, para permitir que las materias orgánicas pasen a través de la membrana. De este modo, estos métodos tienen un problema en que cuando el agua en bruto es agua residual que contiene materias orgánicas, el agua filtrada que ha pasado a través de la membrana tiene una alta concentración de materias orgánicas restantes. Por estas razones, hay poco uso de ozono para proporcionar agua reutilizable a partir del agua residual por filtración mediante membrana. Los documentos de patente 3 y 4 están destinados a purificar agua en bruto relativamente limpia.

El documento de patente 1: JP-A-1999-235.587
 El documento de patente 2: JP-A-2001-87764
 El documento de patente 3: JP-A-2003-285059
 El documento de patente 4: Patente Japonesa N° 3449248

El documento de MOULIN C ET AL: "El interés de la combinación de ozono / coagulante para la potabilización de las aguas superficiales por microfiltración de flujo cruzado en membranas minerales", Compendex 1 de julio de 1991 (01/07/1991), XP002153527, describe un método para la producción de agua potable ("potabilización") a partir de agua superficial. En este documento se describe el uso combinado de la coagulación y de la ozonización en la microfiltración de flujo cruzado de agua en membranas minerales.

El documento EP-A-1 044 928 se refiere a un método para el tratamiento de agua en bruto tal como el agua residual. Este método comprende detectar la concentración de ozono en el agua filtrada a través de un filtro de membrana resistente al ozono y el establecimiento de la concentración de ozono del filtrado en un intervalo de 0,05 a 1,0 mg/L. En el método de este documento un coagulante se añade opcionalmente al agua en bruto antes de la filtración. El coagulante se añade preferiblemente antes o durante la ozonización de modo que las sustancias orgánicas suspendidas o sustancias poliméricas se coagulan y no entran en contacto con la capa de ozono.

55 Descripción de la invención

Problema que se va a resolver por la invención

60 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un método para el reciclaje de agua residual, que puede proporcionar de manera estable agua reutilizable a partir de agua residual que contiene materias orgánicas, mientras que se previene la obstrucción de una membrana a bajo costo.

Medios para resolver el problema

65 Un método para el reciclaje de agua residual de la presente invención se define en la reivindicación 1.

Un método para el reciclaje de agua residual de acuerdo con una realización de la presente invención, que se ha hecho para resolver los problemas anteriores, se caracteriza por que comprende: la adición de ozono al agua residual como agua en bruto, para de ese modo poner en contacto el ozono con sólidos finos en el agua residual con el fin de modificar las propiedades superficiales de los sólidos finos para ser fácilmente coagulantes; la adición de un coagulante para coagular los sólidos finos; y filtrado mediante membrana del agua residual a través de una membrana de separación resistente al ozono, en el que una concentración de ozono disuelto en el agua residual a la que se ha añadido el ozono se mide inmediatamente antes de la etapa de la coagulación, y una cantidad añadida de ozono se controla en una cantidad tal que una concentración de ozono disuelto antes de la filtración mediante membrana se encuentra dentro del intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L para proporcionar agua reutilizable en la que una concentración de ozono disuelto después de la filtración mediante membrana es inferior a 0,5 mg/L.

Un método para el reciclaje de agua residual de acuerdo con una realización de la presente invención, que ha sido hecha para resolver los problemas anteriores, se caracteriza por que comprende: la adición de ozono al agua residual como agua en bruto, para de ese modo poner en contacto ozono con sólidos finos contenidos en el agua residual con el fin de modificar las propiedades superficiales de los sólidos finos para ser fácilmente coagulantes; la adición de un coagulante para coagular los sólidos finos; y filtrado mediante membrana del agua residual a través de una membrana de separación resistente al ozono, en el que una concentración de ozono disuelto en el agua residual a la que se ha añadido el ozono se mide entre las etapas de la coagulación y filtración mediante membrana, y una cantidad añadida de ozono se controla en una cantidad tal que una concentración de ozono disuelto antes de la filtración mediante membrana se encuentra dentro del intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L para proporcionar agua reutilizable en la que una concentración de ozono disuelto después de la filtración mediante membrana es inferior a 0,5 mg/L.

En cualquier invención, poner en contacto ozono con el agua residual se puede realizar en una columna de contacto de ozono que incluye un generador de ozono, y poner en contacto el ozono con el agua residual también se puede realizar mediante el suministro de ozono en el agua residual con un eyector o una bomba.

Efecto de la invención

De acuerdo con la presente invención, a diferencia de la técnica anterior, se añade ozono en una cantidad con el fin de mejorar la propiedad de coagulación y se utiliza un coagulante en combinación para formar fácilmente un grupo de coagulación de sólidos finos en el agua residual, de ese modo se evita la obstrucción de una superficie de filtrado de una membrana de separación. Una cantidad de ozono añadido al agua residual para este propósito es tan pequeña tal que una concentración de ozono disuelto en el agua residual antes de la filtración mediante membrana está dentro del intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L y una concentración de ozono disuelto en el agua residual después de la filtración mediante membrana es inferior al 0,5 mg/L. De este modo se puede reducir significativamente un coste de funcionamiento para la generación de ozono, en comparación con los de la técnica anterior descrita en los documentos de patente 3 y 4. Además, se puede prevenir la descomposición excesiva de materia orgánica, y se puede controlar una concentración de materias orgánicas restantes en el agua filtrada mediante membrana. Por otra parte, un flujo de filtración mediante membrana se puede aumentar hasta aproximadamente el doble, en comparación con los casos sin ozono. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, incluso agua residual que contiene una cantidad relativamente grande de materias orgánicas tal como agua residual tratada se puede someter a una filtración mediante membrana para la eliminación de sólidos finos en el agua residual para proporcionar agua reutilizable.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo que muestra una primera realización de la presente invención.
 La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra una variación de la primera realización de la presente invención.
 La figura 3 es un diagrama de flujo que muestra una segunda realización de la presente invención.
 La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra una tercera realización de la presente invención.

Descripción de los números de referencia

1 columna de contacto de ozono
 2 generador de ozono
 3 dispositivo de adición de coagulante
 4 medidor de la concentración de ozono
 5 depósito de coagulación
 6 membrana de separación
 7 mezclador de línea
 8 difusor de aire
 9 eyector

Mejor modo de llevar a cabo la invención

Las realizaciones preferidas de la presente invención se describirán a continuación.

La figura 1 muestra una primera forma de realización de la presente invención, en la que el número de referencia 1 indica una columna de contacto de ozono; 2 indica un generador de ozono para suministrar ozono a la columna de contacto de ozono; 3 indica un dispositivo de adición de coagulante; 4 indica un dispositivo de medición de la concentración de ozono; 5 indica un depósito de coagulación; y 6 indica una membrana de separación resistente al ozono. Ejemplos de agua en bruto incluyen agua tratada a partir de las aguas negras, corrientes secundarias, agua residual industrial, lixiviados a partir de basura, excrementos, agua residual agrícola, agua residual de ganado y agua residual de la acuicultura.

El agua residual, que es agua en bruto, se introduce en primer lugar en la columna de contacto de ozono 1, en la que se añade ozono al agua residual. En la primera forma de realización, el agua residual se pone en contacto con ozono en un estado de flujo hacia abajo. El agua residual también puede estar en un estado de flujo hacia arriba. Los ejemplos de un método para suministrar ozono a la columna de contacto de ozono incluyen la instalación de un difusor de aire 8, tal como un cilindro de difusión de aire o una placa de difusión de aire en la columna de contacto de ozono 1 y un método para disolver ozono en el agua en bruto con un eyector o una bomba situada fuera de la columna de contacto de ozono 1 y cargar el agua en bruto en la columna de contacto de ozono 1. Al ponerse en contacto con sólidos finos contenidos en el agua residual, el ozono se utiliza para modificar las propiedades superficiales de los sólidos finos para ser fácilmente coagulantes. Un mecanismo de modificación de las propiedades superficiales de los sólidos finos mediante el ozono resta por aclararse académica y completamente, pero se piensa que es debido por ejemplo al cambio en una carga eléctrica superficial de los sólidos finos. Puesto que la modificación de las propiedades superficiales se lleva a cabo con una pequeña cantidad de ozono en un tiempo muy corto, es suficiente un tiempo de residencia de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10 minutos. Hay otros materiales que consumen ozono a partir de los sólidos finos tales como SS (sólidos suspendidos) y materias orgánicas (COD), incluyendo $\text{NO}_2\text{-N}$.

En la presente invención, una concentración de ozono disuelto en el agua residual liberado a partir de la columna de contacto de ozono 1 se mide con el dispositivo de medición de la concentración de ozono 4 para controlar el generador de ozono 2 de manera que la concentración está siempre dentro del intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L. Una concentración de ozono disuelto superior a 1,0 mg/L no proporciona mayor efecto de mejora de la coagulación. Dicha concentración hará subir un coste de funcionamiento debido a un mayor consumo de energía del generador de ozono 2 y tiene un problema en que las materias orgánicas excesivamente descompuestas permanecen en la membrana de filtrado en una concentración incrementada. Cuando una concentración de ozono disuelto antes del filtrado mediante membrana es inferior a 0,01 mg/L, es insuficiente un efecto de mejora de la coagulación. La concentración de ozono disuelto antes de la filtración mediante membrana está por lo tanto preferentemente en el intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L, más preferentemente no inferior a 0,01 mg/L e inferior a 0,5 mg/L, y aún más preferentemente no inferior que 0,01 mg/L e inferior que 0,05 mg/L. Se reduce preferentemente una cantidad requerida de ozono para controlar la descomposición de materias orgánicas. Un uso de la combinación del dispositivo de medición de la concentración de ozono 4 y el generador de ozono 2 permite añadir una cantidad requerida de ozono que cambia de acuerdo con el cambio de una concentración de ozono en el agua en bruto.

Tal como se ha descrito anteriormente, se añade ozono al agua residual para modificar las propiedades superficiales de los sólidos finos contenidos en las aguas residuales para que sean fácilmente coagulantes, y después de esto se le añade un coagulante con el dispositivo de adición de coagulante 3. Cualquier coagulante usado convencionalmente se puede utilizar. Ejemplos del coagulante incluyen PACl (cloruro de polialuminio), cloruro férrico, sulfato de aluminio, y coagulantes poliméricos. El agua residual se agita a velocidad lenta en el depósito de coagulación 5 para formar grupos. Puesto que se mejora una propiedad de coagulación en la etapa anterior, se forman grupos que tienen buena propiedad de coagulación.

El agua residual liberada a partir del depósito de coagulación 5 se filtra mediante membrana a través de la membrana de separación 6. La membrana de separación 6 debe ser de un material resistente al ozono. Ejemplos de la membrana que se puede utilizar incluyen membranas cerámicas y membranas poliméricas resistentes al ozono, tales como PVDF. La membrana de separación 6 puede estar en cualquier forma, incluyendo un tipo monolítico, uno tubular, uno plano y uno de fibras huecas. Puede ser de un tipo de presión externa o un tipo de presión interna. Un tipo de la membrana es preferentemente una membrana MF o una membrana UF. En esta realización, una membrana MF de cerámica monolítica se utiliza para la filtración sin salida del agua residual para proporcionar agua reutilizable, a partir de la cual se eliminan los sólidos finos. Tal como se ha descrito anteriormente, los sólidos finos en el agua residual han formado grupos que tienen una buena propiedad de coagulación, y se previene de este modo la obstrucción de la membrana para tratar de este modo el agua residual durante un largo tiempo, para proporcionar de forma estable agua reutilizable incluso en el caso de que el agua residual contenga una cantidad relativamente grande de materias orgánicas tales como agua residual tratada. Sin embargo, no hace falta decir que son necesarios el lavado de retorno y la limpieza química regulares. El ozono se consume durante la filtración mediante membrana a través de la membrana de separación 6, lo que resulta en menos de 0,5 mg/L de concentración de ozono disuelto después de la filtración mediante membrana. Una concentración de ozono disuelto después de la filtración de membrana mayor que 0,5 mg/L significa que se suministra una excesiva cantidad de

ozono para conseguir un propósito de mejora de la coagulación. En este caso, debe ser reducida la adición de una cantidad de ozono.

En esta realización, una concentración de ozono disuelto en el agua residual se mide inmediatamente antes de la etapa de la coagulación con el dispositivo medidor de la concentración de ozono 4. La concentración de ozono disuelto se puede medir entre las etapas de la coagulación y la filtración mediante membrana para controlar la adición de la cantidad de ozono en una cantidad tal que la concentración de ozono disuelto antes de la membrana de filtración sea inferior a 1,0 mg/L, tal como se muestra en la figura 2. La razón es que la concentración de ozono disuelto en el agua residual se mantiene igual en la etapa de coagulación.

La figura 3 muestra una segunda forma de realización de la presente invención, en la que un mezclador de línea 7 se utiliza en lugar del depósito de coagulación 5 de la primera realización. El mezclador de línea 7 tiene una paleta de agitación fija en su tubo, y puede ser un producto comercial. El agua residual a la que se ha añadido un coagulante se agita durante el flujo en el mezclador en línea 7 para formar grupos. La construcción es igual a la de la primera realización exceptuando el mezclador de línea 7.

La figura 4 muestra una tercera realización de la presente invención, en la que no se utiliza la columna de contacto de ozono 1 y se utiliza un eyector 9 en las tuberías para añadir directamente ozono al agua residual. Tal como se ha descrito anteriormente, el ozono puede mejorar las propiedades de coagulación en un tiempo muy corto, y de este modo se puede emplear la tercera realización en la que un período de contacto con ozono es más corto que en la columna de contacto de ozono 1. Con el fin de mezclar de manera eficiente ozono con el agua en bruto, el ozono puede ser suministrado a un lado de succión de una bomba de transporte de agua, además del eyector 9.

Tal como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, incluso el agua residual que contiene una cantidad relativamente grande de materias orgánicas puede ser tratada por filtración mediante membrana para proporcionar agua reutilizable de forma estable con un coste de funcionamiento significativamente reducido en comparación con la técnica anterior. Además, dado que se puede prevenir la descomposición excesiva de materias orgánicas por el ozono, se puede controlar una concentración de materia orgánica restante en el agua filtrada mediante membrana. También se puede aumentar un flujo de filtración mediante membrana hasta aproximadamente el doble, en comparación con los casos sin ozono.

A continuación se describirán unos ejemplos de la presente invención.

Ejemplos

De acuerdo con el flujo mostrado en la figura 1, se realizaron experimentos de producción de agua reutilizable a partir de aguas negras tratadas. Cada tiempo de residencia en la columna de contacto de ozono fue de 10 minutos. En el ejemplo 1, el generador de ozono fue controlado con el fin de mantener una concentración de ozono disuelto antes de la filtración mediante membrana dentro del intervalo de 0,03 a 0,04 mg/L. En el ejemplo 2, el generador de ozono fue controlado con el fin de mantener una concentración de ozono disuelto antes de la filtración mediante membrana en 0,4 mg/L. En el ejemplo 3, el generador de ozono fue controlado con el fin de mantener una concentración de ozono disuelto antes de la filtración mediante membrana en 0,7 mg/L. En cada uno de los ejemplos, un coagulante utilizado fue PACl, el cual se añadió al agua residual de manera que estuviese en una concentración de 2 mg Al / L. Una membrana de separación utilizada era una membrana cerámica monolítica que tiene un diámetro de poro fino de 0,1 µm. Para la comparación, se realizaron los experimentos en el caso de sin ozono (ejemplo comparativo 1) y de una concentración de ozono de 1,5 mg/L (ejemplo comparativo 2). Los resultados se muestran en la Tabla 1.

[Tabla 1]

		Agua en bruto	Agua tratada (agua reutilizable)				
			Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2
Calidad del agua	SS (mg/L)	0 - 3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	BOD (mg/L)	0 - 2	< 1	< 1	1	< 1	2
	Cromaticidad (grado)	13 - 19	2 - 3	2 - 3	2 - 3	8	2 - 3
Concentración de ozono	Antes de la filtración mediante membrana (mg/L)	-	0,03 – 0,04	0,4	0,7	0	1,5
	Después de la filtración	-	0	0,05	0,2	0	1

	mediante membrana (mg/L)						
	Flujo de filtración por membrana (m / día)	-	4	4	4	2	4

5 En los ejemplos 1 y 2, el ozono añadido en una pequeña cantidad mejoró las propiedades de coagulación de sólidos finos para evitar la obstrucción de la membrana, y los flujos de filtración mediante membrana se mantienen a nivel alto. Por el contrario, en el ejemplo comparativo 1 sin la adición de ozono, un flujo de filtración mediante membrana disminuyó a la mitad. En el ejemplo comparativo 2, en el que se añadió ozono en una cantidad por encima del intervalo de la presente invención, aunque un flujo de filtración mediante membrana se mantuvo a nivel alto como se esperaba, un efecto de mejora no fue mayor que en los ejemplos. En otras palabras, el ozono se desperdicia para dar lugar a un mayor costo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para el reciclaje de agua residual, que comprende: la adición de ozono al agua residual tal como agua en bruto para que una concentración de ozono restante antes de la filtración mediante membrana se encuentre dentro del intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L, para poner en contacto de este modo el ozono con sólidos finos en el agua residual con el fin de modificar las propiedades superficiales de los sólidos finos para que sean fácilmente coagulantes; la adición de un coagulante para coagular los sólidos finos; y filtrado mediante membrana del agua residual a través de una membrana de separación resistente al ozono para proporcionar agua reutilizable en la que una concentración de ozono restante después de la filtración mediante membrana es inferior que 0,5 mg/L.
- 10 2. El método para el reciclaje de agua residual según la reivindicación 1, en el que la puesta en contacto de ozono con el agua residual se realiza en una columna de contacto de ozono que incluye un generador de ozono.
- 15 3. El método para el reciclaje de agua residual según la reivindicación 1, en el que la puesta en contacto de ozono con el agua residual se realiza mediante el suministro de ozono al agua residual con un eyector o una bomba.
- 20 4. El método para el reciclaje de agua residual según la reivindicación 1 o 2, en el que la concentración de ozono restante medido inmediatamente antes de la etapa de la coagulación, y la cantidad de adición del ozono está controlada en una cantidad tal que la concentración de ozono restante antes de la filtración mediante membrana se encuentra dentro del intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L.
- 25 5. El método para el reciclaje de agua residual según la reivindicación 1 o 2, en el que la concentración de ozono restante se mide entre las etapas de coagulación y la filtración mediante membrana, y la cantidad de adición de ozono se controla en una cantidad tal que la concentración de ozono restante antes de la filtración mediante membrana está dentro del intervalo de 0,01 a 1,0 mg/L.

Fig.1

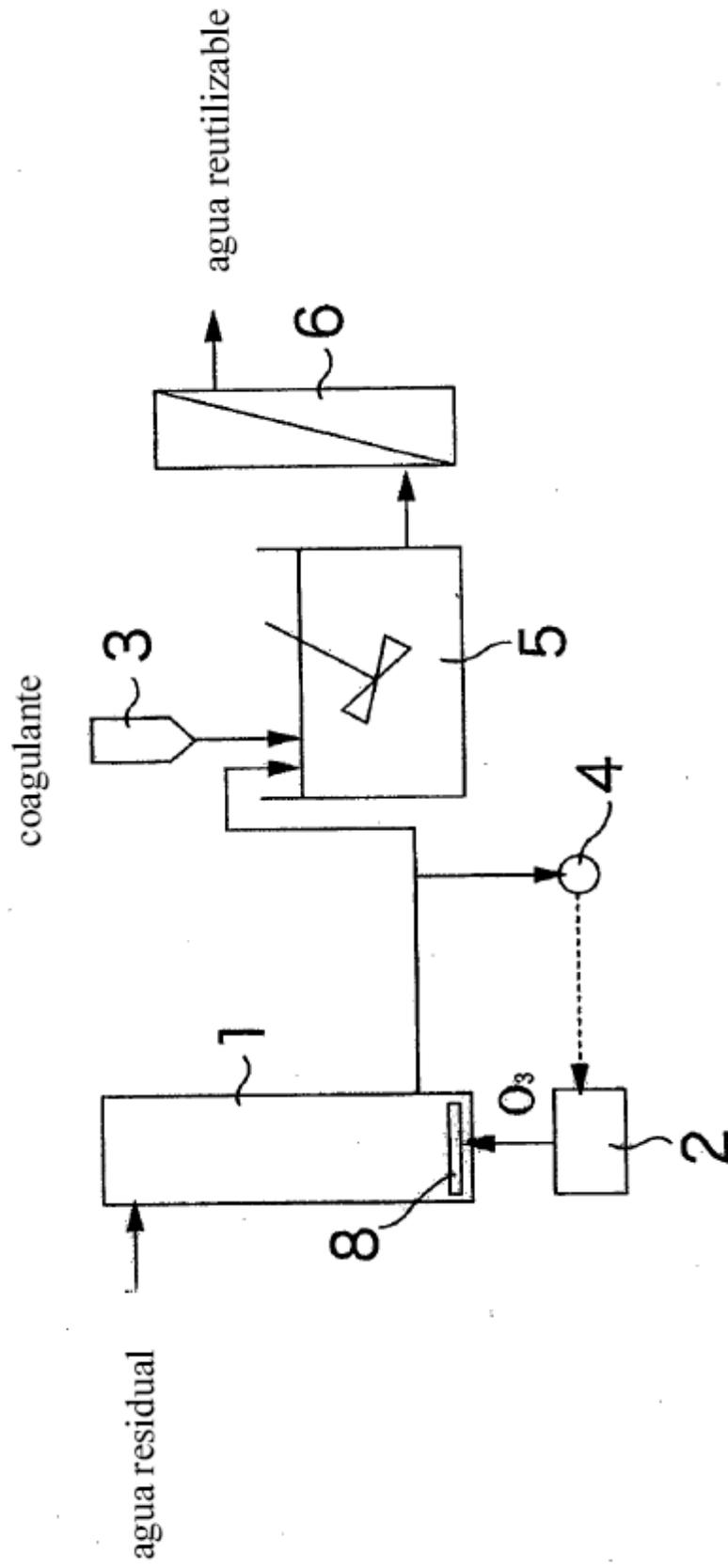


Fig.2

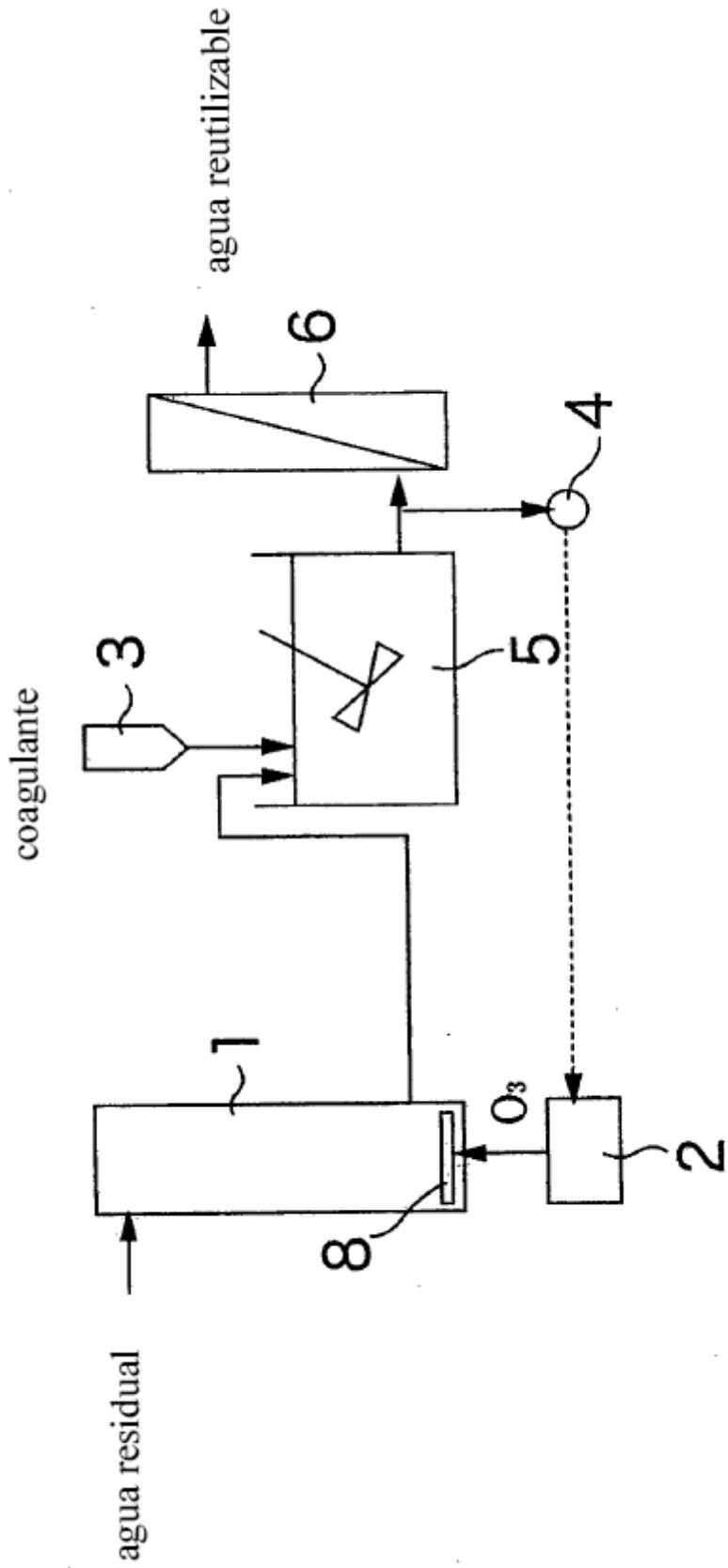


Fig.3

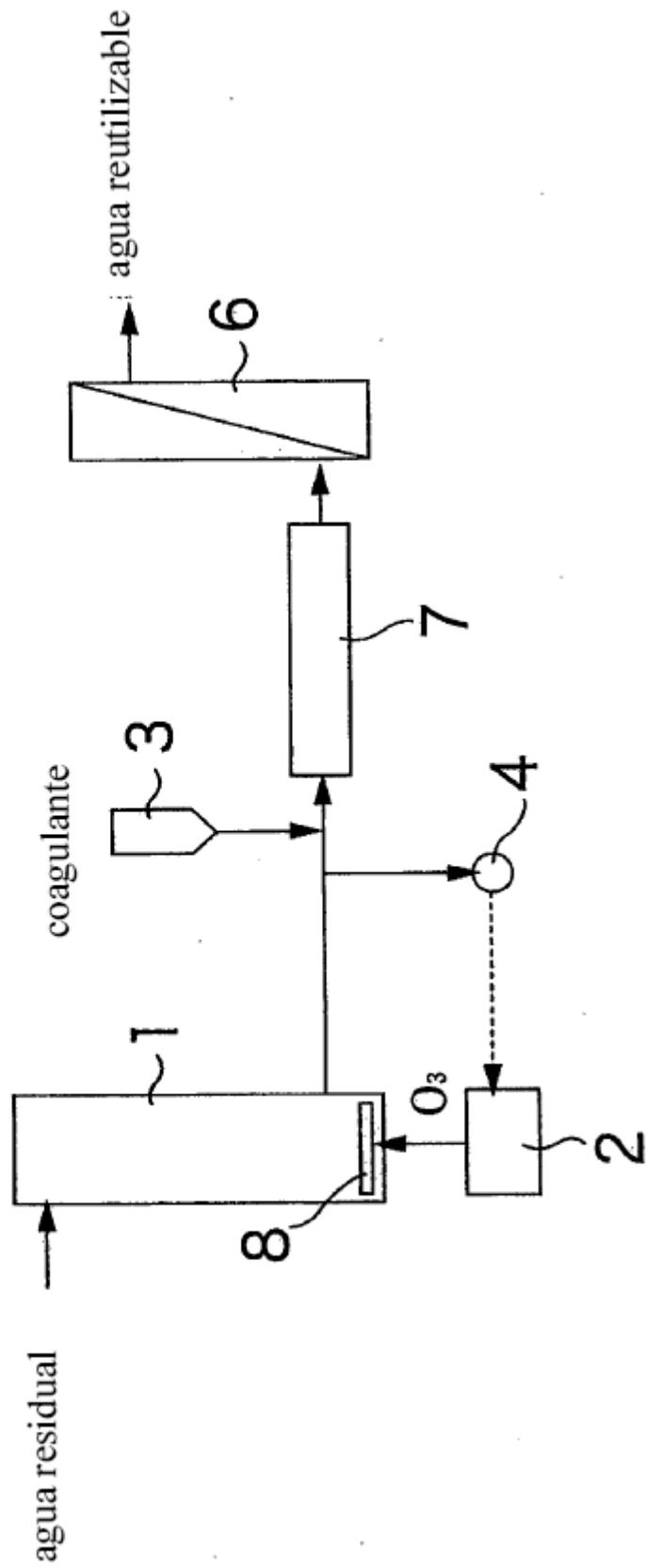


Fig.4

