

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 661**

51 Int. Cl.:

C02F 1/44 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 1/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03701789 .4**

96 Fecha de presentación: **20.01.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1468964**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.2004**

54 Título: **MÉTODO DE GENERACIÓN DE AGUA DULCE Y GENERADOR DE AGUA DULCE.**

30 Prioridad:
22.01.2002 JP 2002012587
26.04.2002 JP 2002126062

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.12.2011

73 Titular/es:
TORAY INDUSTRIES, INC.
2-1, NIHONBASHI MUROMACHI 2-CHOME, CHUO-KU
TOKYO 103-8666, JP

72 Inventor/es:
NISHIKAWA, Tsuyoshi;
KIHARA, Masahiro;
KITADE, Tamotsu y
SUGIURA, Wataru

74 Agente: **Pérez Barquín, Eliana**

ES 2 369 661 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 generación de agua dulce y generador de agua dulce

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de procesamiento de agua que comprende un módulo de membrana de ósmosis inversa y unos medios de eliminación de boro, y a un método de procesamiento de agua usando el aparato.

10

Técnica anterior

Para la producción de agua dulce a partir de agua de mar o agua salobre y la producción de agua limpia a partir de un río y un lago, se usa un aparato de procesamiento de agua con un módulo de membrana de ósmosis inversa. En estos tipos de aparato de procesamiento de agua, se proporciona básicamente agua de partida (agua de mar o similar) que se procesa previamente, es decir, esterilización, eliminación de componentes turbios y similares, a un módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tras aumentar la presión del agua de partida hasta el valor predeterminado (por ejemplo, aproximadamente 6,0 MPa) con una bomba 1 de alta presión, y después se separa en un agua permeada (agua dulce) y un agua concentrada mediante ósmosis inversa, tal como se muestra en la figura 1. El agua permeada obtenida tiene una calidad de agua que satisface sustancialmente un valor definido por la directriz de calidad de agua de la OMS, excepto por el boro.

15

20

El boro está presente en el agua de mar como ácido bórico en una concentración de aproximadamente de 4 a 5 mg/l. Con los módulos de membrana de ósmosis inversa comercialmente disponibles en la actualidad para la desalación de agua de mar, dependiendo de las condiciones, puede ser difícil mantener una concentración en boro a un valor provisional (0,5 mg/l) o menos definido por la directriz de calidad de agua de la OMS.

25

La publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 9-10766 da a conocer un método de procesamiento de agua para proporcionar agua de mar a un primer módulo de membrana de ósmosis inversa, ajustando el pH de un agua permeada a 5,7 o más, y después proporcionando el agua permeada a un segundo módulo de membrana de ósmosis inversa.

30

Sin embargo, en el método de membrana de ósmosis inversa, la única opción es descargar el agua concentrada tras la separación. Por tanto, la cantidad del agua permeada obtenida basándose en un agua de alimentación, es decir, la denominada eficacia de producción, es limitada. Se requiere procesar agua complementaria, aproximadamente el 10% o más, en el primer módulo de membrana de ósmosis inversa en comparación con el caso sin segundo módulo de membrana de ósmosis inversa, es decir, no se elimina el boro que permanece en el agua permeada. Por tanto, aumenta los costes de equipo y energía eléctrica, lo que no es económico.

35

Por otro lado, en vez del método de membrana de ósmosis inversa, ejemplos del método para eliminar boro incluyen un método de eliminación por adsorción usando una resina de intercambio aniónico de base fuerte, o un método de eliminación por adsorción usando una resina que comprende copolímero de estireno-divinilbenceno combinado con N-metil-glucamina. La publicación de solicitud de patente japonesa sin examinar n.º 10-15356 da a conocer un método de procesamiento de agua en el que se hace fluir un agua permeada en un módulo de membrana de ósmosis inversa a través de una capa de resina de intercambio iónico para eliminar boro. En este caso, la capa de resina de intercambio iónico puede tener una eficacia de procesamiento de agua del 96% o más, lo que es eficaz. Sin embargo, cuesta mucho en cuanto al equipo tal como una columna de adsorción, inversión inicial de la resina, y reciclado de la resina. Hay un problema en cuanto a la economía.

40

45

NADAV N: "Borone removal from sea water reverse osmosis permeate utilizing selective ion exchange resin" Desalination, Elsevier Scientific Publishing Co, Ámsterdam, NL, vol. 124, n.º 1-3, 1 de noviembre de 1999, páginas 131-135 da a conocer un método para eliminar boro de agua de mar, en el que se permea el agua de mar a través de un módulo de ósmosis inversa, y en el que una parte de un permeado de ósmosis inversa pasa por una resina de intercambio iónico selectivo eliminando boro y la otra parte la evita. Posteriormente, las dos corrientes se combinan juntas para obtener una concentración en boro predefinida.

50

55

El documento US-A-5.833.846 da a conocer un aparato para purificar agua que comprende una combinación de dos módulos de ósmosis inversa con una eliminación de boro.

El documento JP 2001 269543 da a conocer un dispositivo de separación de membrana que comprende dos módulos de membrana. Lo esencial de dicho documento es evitar el uso de intercambiador iónico para la eliminación de boro.

60

El documento US-A-5.925.255 enseña un procedimiento para el tratamiento de agua usando al menos un módulo de membrana de ósmosis inversa y diferentes resinas de intercambio iónico.

65

Exposición de la invención

Un objeto de la presente invención proporciona un método y aparato de procesamiento de agua económicos para eliminar boro de agua que contiene boro.

5 La presente invención es un método de procesamiento de agua que comprende las etapas de separar agua que contiene boro usando al menos dos módulos de membrana de ósmosis inversa para proporcionar un agua permeada y someter al menos una parte del agua permeada o concentrada obtenida en un primer módulo de membrana de ósmosis inversa con un segundo módulo de membrana de ósmosis inversa, en el que al menos una
10 parte del agua concentrada / permeada obtenida en el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa se somete a eliminación de boro usando un adsorbente, en el que se mezcla el agua sometida a la eliminación de boro con el agua no sometida a la eliminación de boro del agua permeada del primer o el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa para proporcionar un agua mixta.

15 Además, la presente invención es un aparato de procesamiento de agua para llevar a cabo el método de procesamiento, que comprende un impulsor de agua, al menos dos módulos de membrana de ósmosis inversa para separar agua impulsada en un agua concentrada y un agua permeada, en el que un segundo módulo de membrana de ósmosis inversa está conectado a un lado de agua permeada/concentrada en un primer módulo de membrana de
20 membrana de ósmosis inversa, unos medios de eliminación de boro para eliminar boro del agua procesada en el módulo de membrana de ósmosis inversa, en el que los medios de eliminación de boro que usan un adsorbente están conectados al lado de agua concentrada/permeada en el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa, un curso de agua que es una tubería de desviación para agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro, unos medios de mezclado para mezclar agua que pasa a través de los medios de eliminación de boro con el agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro. El agua procesada en el módulo de membrana de
25 ósmosis inversa significa en el presente documento agua en la que se elimina un soluto tal como salinidad mediante el módulo de membrana de ósmosis inversa.

Breve descripción de los dibujos

30 Las figuras 1 a 3 y 5 a 7 son diagramas esquemáticos principales de un aparato de procesamiento de agua convencional.

Las figuras 4 y 8 a 14, y 17 a 20 muestran diagramas esquemáticos principales de aparatos de procesamiento de agua según una realización de la presente invención.

35 La figura 15 es un diagrama parcial de un aparato de procesamiento de agua que tiene dos fases en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa en la figura 2.

La figura 16 es un diagrama parcial de un aparato de procesamiento de agua que tiene dos fases y un compresor no alimentado en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa en la figura 2.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

45 Haciendo referencia a las figuras, a continuación se describirán el método y aparato de procesamiento de agua de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama esquemático principal de un aparato de procesamiento de agua convencional.

50 Tal como se muestra en la figura 2, el aparato de procesamiento de agua comprende un módulo 2 de membrana de ósmosis inversa. Además, en un lado aguas arriba en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, el aparato comprende la bomba 1 de alta presión (impulsor) para impulsar el agua para proporcionarla al módulo 2 de membrana de ósmosis inversa. En el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, se separa un agua de alimentación (A) impulsada en un agua concentrada (C) y un agua permeada (B). En un lado aguas abajo en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, se proporcionan unos medios 3 de eliminación de boro para eliminar
55 boro del agua, y una tubería 7 de desviación en paralelo con los mismos como curso de agua que no pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro. En el lado aguas arriba en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, es preferible proporcionar una válvula 4a de control de flujo. Además, preferiblemente se proporciona una válvula 4b de control de flujo en la tubería 7 de desviación.

60 En los lados aguas abajo de los medios 3 de eliminación de boro y la tubería 7 de desviación, se proporcionan unos medios de mezclado para mezclar agua que pasa a través de los medios de eliminación de boro con agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro. Los medios de mezclado en el presente documento pueden simplemente combinar el curso de agua del agua que pasa a través de los medios de eliminación de boro con el curso de agua del agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro. En el punto de combinación de los cursos de agua, o en los lados aguas abajo del mismo, puede proporcionarse opcionalmente un tanque (no
65 mostrado). Cuando no se proporciona el tanque, resulta ventajoso en cuanto al espacio de configuración. Por otro

lado, cuando se proporciona el tanque, resulta ventajoso porque la calidad del agua mixta se mantiene fácilmente uniforme. Mediante los medios de mezclado, se mezcla el agua sometida a la eliminación de boro y el agua no sometida a la eliminación de boro en el agua permeada (B) para proporcionar un agua mixta (D).

5 Como medios 3 de eliminación de boro, pueden usarse los medios para eliminar boro con un adsorbente. Hay otro método para eliminar boro mediante precipitación por agregación de álcali usando una sal de aluminio y cal apagada. Este método es adecuado para una alta concentración en boro. Sin embargo, puede dar como resultado altos costes, cuando se usa una gran cantidad de una disolución diluida. Por consiguiente, cuando se procesa el agua de mar o similar, preferiblemente se usa el adsorbente para la eliminación. Ejemplos del adsorbente incluyen un adsorbente inorgánico, una resina de intercambio iónico, una resina de quelato, etc. La resina de quelato es preferible, ya que tiene una selectividad muy alta por el boro.

15 En la presente invención, la membrana de ósmosis inversa para su uso en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa es una membrana semipermeable que permea un componente del agua de alimentación, es decir, agua, pero no permea otros componentes. Los materiales de la membrana de ósmosis inversa son con frecuencia materiales poliméricos tales como polímeros a base de acetato de celulosa, poliamidas, poliésteres, poliimidas y polímeros de vinilo. La membrana puede tener una estructura asimétrica en la que una capa densa está dispuesta sobre al menos una superficie de la membrana y microporos están dispuestos en la misma de tal manera que sus diámetros aumentan gradualmente desde la capa densa hasta el interior de la membrana o el otro lado de la membrana. Además, la membrana puede tener una estructura compuesta en la que se forma una capa funcional de separación muy fina sobre la estructura asimétrica. La capa funcional de separación está constituida por material diferente del de la estructura asimétrica. La membrana puede tener forma de hilos huecos o una membrana plana. La presente invención puede implementarse eficazmente usando cualquier material de membrana, estructura de membrana y forma de membrana. Las membranas representativas incluyen la membrana asimétrica constituida por acetato de celulosa y poliamidas, y la membrana compuesta que tiene la capa funcional de separación constituida por las poliamidas o poliurea. Con vistas a la cantidad de procesamiento de agua, durabilidad y rechazo de sal, se usan preferiblemente la membrana asimétrica a base de acetato de celulosa o la membrana compuesta a base de poliamida.

30 Tal membrana se incorpora en un elemento tal como elemento espiral, tubular, en placa y marco, o se forma un haz con la membrana de hilos huecos y después se incorpora al elemento para su uso real. Sin embargo, la presente invención no depende de las formas de los elementos de membrana.

35 En el módulo de membrana de ósmosis inversa, de uno a varios elementos de membrana descritos anteriormente están contenidos en un recipiente a presión. Puede usarse una pluralidad de los módulos de tal manera que los módulos están dispuestos en paralelo. Puede usarse cualquier combinación, número y posicionamiento de los módulos dependiendo de los fines previstos.

40 Después, se describirá un flujo de agua en el aparato de procesamiento de agua cuando se usa el agua de mar como agua de partida. Se impulsa el agua de mar (agua de partida) que se procesa previamente, es decir, esterilización, eliminación de componentes turbios, con la bomba de alta presión, y se alimenta al módulo 2 de membrana de ósmosis inversa. Se separa el agua de mar alimentada en un agua permeada en la que se elimina un soluto tal como sal y un agua concentrada en la que se concentra un soluto tal como una sal, y se descarga el agua concentrada desde una salida.

45 Se divide el agua permeada (agua dulce) obtenida en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa en un agua que fluye al interior de los medios 3 de eliminación de boro y un agua que pasa a través de la tubería 7 de desviación. El boro contenido en el agua que fluye al interior de los medios 3 de eliminación de boro se elimina mediante el adsorbente. Entonces se mezcla el agua con el agua que pasa a través de la tubería 7 de desviación en una confluencia del curso de agua. Por tanto, se obtiene el agua mixta que tiene la concentración en boro deseada.

50 El aparato puede comprender preferiblemente unos medios de control (no mostrados) para controlar una razón de flujo del agua que pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro con respecto al agua que pasa a través de la tubería 7 de desviación. Es preferible que la razón de flujo del agua sometida a la eliminación de boro con respecto al agua no sometida a la eliminación de boro se controle para proporcionar el agua mixta que tiene la calidad de agua deseada. Los medios de control incluyen preferiblemente un sensor de flujo de permeado de agua (no mostrado) y un sensor de concentración en boro (no mostrado). Por ejemplo, el sensor de flujo de permeado de agua y el sensor de concentración en boro están dispuestos entre el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa y un punto de ramificación de los medios 3 de eliminación de boro y la tubería 7 de desviación. Además, el sensor de concentración en boro también está dispuesto aguas abajo de una confluencia del agua que pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro y la tubería de desviación. Basándose en la concentración en boro del agua permeada en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, la concentración en boro del agua mixta, y la cantidad del agua permeada obtenida en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, se determina y se ajusta la razón de flujo de agua del agua que va a fluir al interior de los medios 3 de eliminación de boro con respecto al agua que va a pasar a través de la tubería de desviación.

Específicamente, el flujo de permeado de agua medido por el sensor de flujo de permeado de agua dispuesto en el lado de agua permeada del módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, la concentración en boro en el agua permeada medida por el sensor de concentración en boro, y la concentración en boro en el agua mixta que pasa a través de la tubería de desviación y los medios 3 de eliminación de boro se introducen en unos medios de ajuste como información que muestra el estado de funcionamiento del aparato de procesamiento de agua. Los medios de ajuste están contruidos para ajustar la válvula 4a de control de flujo y la válvula 4b de control de flujo, según esta información de medición. Los medios de ajuste comprenden una parte para controlar la calidad del agua permeada, una parte para controlar la cantidad del agua permeada, una parte para controlar la cantidad de la desviación y similares.

En otras palabras, si la calidad de agua del agua permeada obtenida en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa es baja, es decir, si la concentración en boro del agua permeada supera 0,5 mg/l que es el valor definido por la directriz de calidad de agua de la OMS, se controlan las válvulas 4a y 4b de control de flujo para que una parte del agua permeada fluya al interior de los medios 3 de eliminación de boro y el resto fluya al interior de la tubería 7 de desviación. Un porcentaje del agua que fluye al interior de la tubería 7 de desviación se controla para que la concentración en boro del agua mixta sea de 0,5 mg/l o menos. Si la calidad de agua del agua permeada obtenida en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa es alta, es decir, si la concentración en boro del agua permeada no es superior a 0,5 mg/l, se cierra la válvula 4a de control de flujo y se abre completamente la válvula 4b de control de flujo para que la cantidad total del agua permeada fluya a través de la tubería 7 de desviación y no a través de los medios 3 de eliminación de boro.

Por tanto, puede obtenerse el agua procesada con una concentración en boro estable controlando la razón de flujo del agua permeada que pasa a través de los medios de eliminación de boro con respecto al agua permeada que pasa a través de los medios de desviación en respuesta a la calidad de agua, aunque el agua de partida sea el agua de mar que tiene una calidad de agua que cambia dependiendo del cambio de temperatura. Además, los medios de eliminación de boro pueden usarse más eficazmente, dando como resultado una mejora de las propiedades económicas. La razón de flujo puede ajustarse mediante un control en tiempo compartido que controla un tiempo para abrir o cerrar las válvulas 4a, 4b de control de flujo.

Según la presente invención, puede obtenerse agua de calidad potable que tiene menos boro a partir del agua de partida que tiene una concentración en boro de 3 mg/l o más tales como el agua de mar y agua salobre. Además, los medios de eliminación de boro pueden usarse eficazmente, y los costes del equipo y las operaciones pueden disminuirse, lo que conduce a una mejora de las propiedades económicas.

Usando el adsorbente que adsorbe selectivamente boro, sólo se elimina el boro del agua y no se eliminan minerales de la misma. Por consiguiente, puede proporcionarse agua agradable que contiene minerales razonables.

La figura 3 muestra otro diagrama esquemático principal de un aparato de procesamiento de agua convencional. En este caso, el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa comprende una pluralidad de módulos 2(a), 2(b) de membrana de ósmosis inversa. El lado de agua permeada en el módulo 2(b) de membrana de ósmosis inversa está conectado a los medios 3 de eliminación de boro. Por otro lado, el lado de agua permeada en el módulo 2(a) de membrana de ósmosis inversa está conectado al curso de agua que no tiene los medios 3 de eliminación de boro y se fusiona con el curso de agua de los medios 3 de eliminación de boro.

La figura 4 muestra un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua según una realización de la presente invención. En esta realización, el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa es el primer módulo de membrana de ósmosis inversa, y el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis está dispuesto aguas abajo del lado de agua permeada del mismo. En este caso, una bomba 5 de baja presión (impulsor) está dispuesta entre el primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa y el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis. El agua impulsada por la bomba 5 de baja presión se separa adicionalmente en el agua concentrada y el agua permeada en el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis.

Aguas abajo del lado de agua concentrada en el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis, están dispuestos los medios 3 de eliminación de boro. Al menos una parte del agua concentrada se introduce en los medios 3 de eliminación de boro para eliminar el boro. Puede introducirse la cantidad total del agua concentrada en los medios 3 de eliminación de boro. Se dispone una tubería y similar en la que se combina el agua concentrada que no incluye boro procedente del segundo módulo 6 de membrana de ósmosis con el agua permeada en el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis. Usando esta tubería, se mezcla el agua que no pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro con el agua que pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro.

También es preferible disponer unos medios de inyección de álcali (no mostrados) para ajustar el pH del agua entre el primer módulo 2 de membrana de ósmosis y el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis. Cualquiera de los medios de inyección de álcali y la bomba de baja presión (impulsor) puede disponerse en el lado aguas arriba. No es preferible que los medios de inyección de álcali estén dispuestos aguas arriba del primer módulo 2 de membrana de ósmosis, ya que se producen incrustaciones fácilmente inyectando álcali en el agua que tiene una alta concentración iónica.

El agua de mar que se impulsa con la bomba 1 de alta presión y se alimenta al primer módulo 2 de membrana de ósmosis se separa en el agua permeada en la que se elimina el soluto tal como una sal y el agua concentrada en la que se concentra el soluto tal como una sal. El agua concentrada se descarga desde la salida. Posteriormente, se
 5 ajusta el pH del agua permeada (agua dulce) obtenida en el primer módulo 2 de membrana de ósmosis de tal manera que el ácido bórico contenido en el agua se disocia en aniones por los medios de inyección de álcali. El ácido bórico tiene una constante de disociación pKa de 9, y casi no está disociado en el agua de mar. Sin embargo, la membrana de ósmosis inversa compuesta que tiene una capa funcional de separación de poliamida aromática completamente reticulada que es una membrana de ósmosis típica tiene una propiedad que excluye más sustancias
 10 iónicas que sustancias neutras. Por tanto, es preferible ajustar el pH a 9 o más. El pH es más preferiblemente de 9,5 o más y de 11 o menos. Como álcali, se usa una disolución fuerte de una sal alcalina tal como hidróxido de sodio o carbonato de sodio, y preferiblemente se inyecta con una bomba de alimentación de producto químico.

El agua permeada procedente del primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa que tiene el pH ajustado adecuado para la eliminación de boro se impulsa con la bomba 5 de baja presión, se alimenta al segundo módulo 6
 15 de membrana de ósmosis inversa, y se separa adicionalmente en el agua permeada en la que se elimina boro y similares y el agua concentrada en la que se concentra boro y similares.

Se envía al menos una parte del agua concentrada del módulo 6 de membrana de ósmosis inversa a los medios de
 20 eliminación de boro en los que se elimina el boro, y se mezcla con el agua permeada procedente del segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa.

En esta realización, el agua que tiene el pH ajustado adecuado para la eliminación de boro se procesa en el
 25 segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa. Por ejemplo, en el lado de agua permeada, se obtiene el agua en una razón de aproximadamente el 90% del agua alimentada que incluye menos boro, y en el lado de agua concentrada, se obtiene el agua en una razón de aproximadamente tan sólo el 10% del agua alimentada en la que se concentra el boro. Sólo la pequeña cantidad del agua concentrada se procesa por los medios de eliminación de boro usando el adsorbente. Por consiguiente, el boro puede eliminarse de manera eficaz y económica. El agua que
 30 no incluye boro se mezcla con el agua permeada procedente del módulo 6 de membrana de ósmosis inversa para mejorar la eficacia de procesamiento de agua. Por ejemplo, la eficacia de procesamiento de agua en la etapa de eliminación de boro puede ser de hasta el 99% o más. En la eliminación de boro mediante el método de membrana de ósmosis inversa conocido de manera convencional, el agua concentrada se descarga. Por consiguiente, es difícil proporcionar el 90% o más de eficacia de procesamiento de agua.

En la eliminación de boro mediante el método de membrana de ósmosis inversa conocido de manera convencional,
 35 se descargan minerales tales como calcio y magnesio contenidos en el agua junto con el agua concentrada, dando como resultado agua de calidad potable no agradable. En el aparato de procesamiento de agua de la presente realización, se usa el adsorbente para adsorber de manera selectiva el boro, sólo se elimina el boro del agua concentrada del módulo 6 de membrana de ósmosis inversa y no se eliminan minerales de la misma. El agua se
 40 mezcla con el agua permeada, mediante lo cual el calcio y el magnesio que se han eliminado en el módulo 6 de membrana de ósmosis inversa se devuelven al agua permeada. Puede obtenerse el agua agradable que contiene minerales de manera adecuada.

En esta realización, la membrana usada en el primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene
 45 preferiblemente un rechazo de sal del 90% o más cuando se alimenta una solución salina que tiene una concentración de 35.700 mg/l a 25°C y pH 6,5 a 5,5 MPa. Cuanto mayor es el rechazo de sal, menor es la concentración en cloro en el agua permeada. La membrana tiene propiedades de separación de tal manera que la membrana tiene más preferiblemente un rechazo de sal del 95% o más, lo más preferiblemente del 99% o más. Si la membrana tiene un rechazo de sal inferior al 90%, la cantidad de iones cloro en el agua permeada aumenta, y es
 50 difícil usar el agua permeada directamente como agua potable o agua industrial.

En la presente invención, la membrana usada en el módulo 6 de membrana de ósmosis inversa tiene
 55 preferiblemente un flujo de 0,8 m³/m²-día o más cuando se alimenta una solución salina que tiene una concentración de 1500 mg/l a 25°C y pH 6,5 a 1,5 MPa. Con el fin de proporcionar un mayor flujo por elemento unitario, el flujo es más preferiblemente de 1,0 m³/m²-día o más. La membrana tiene preferiblemente propiedades de separación de tal manera que la membrana tiene un rechazo de sal del 90% o más, más preferiblemente del 98% o más, cuando se alimenta una solución salina que tiene una concentración de 1500 mg/l a 25°C y pH 6,5 a 1,5 MPa, y un rechazo de sal del 90% o más, más preferiblemente del 98% o más, cuando se alimenta una disolución de sulfato de magnesio que tiene una concentración de 1500 mg/l a 25°C y pH 6,5 a 1,5 MPa.

En la presente invención, cuando se disponen varios módulos de membrana de ósmosis inversa, puede usarse
 60 cualquier configuración siempre que se mezclen el agua que pasa a través de los medios de eliminación de boro y el agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro. Los módulos pueden estar en múltiples fases, es decir, tres, cuatro o más fases. Se muestran diversas realizaciones en las figuras 5 a 14.

La figura 5 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el segundo

módulo de membrana de ósmosis inversa está dispuesto en la tubería de desviación mostrada en la figura 2. La figura 6 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el módulo de membrana de ósmosis inversa mostrado en la figura 5 tiene múltiples fases. La figura 7 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa está
 5 dispuesto en una fase frontal de los medios de eliminación de boro mostrados en la figura 2. La figura 8 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el módulo de membrana de ósmosis inversa mostrado en la figura 7 tiene múltiples fases. La figura 9 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa está dispuesto en una fase frontal del punto de ramificación de desviación mostrado en la figura 2. La figura 10 es un diagrama
 10 esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el módulo de membrana de ósmosis inversa mostrado en la figura 4 tiene múltiples fases. La figura 11 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el módulo de membrana de ósmosis inversa mostrado en la figura 4 tiene múltiples fases. La figura 12 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el módulo de membrana de ósmosis inversa está dispuesto en una fase frontal del módulo de membrana de ósmosis inversa
 15 mostrado en la figura 4, y el módulo de membrana de ósmosis inversa mostrado en la figura 4 tiene múltiples fases. La figura 13 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el módulo de membrana de ósmosis inversa mostrado en la figura 4 tiene múltiples fases, y una parte del agua concentrada se procesa en una fase posterior. La figura 14 es un diagrama esquemático principal del aparato de procesamiento de agua en el que el módulo de membrana de ósmosis inversa mostrado en la figura 4 tiene múltiples fases.

20 En todas las figuras, es preferible disponer los medios de inyección de álcali para ajustar el pH del agua entre el primer módulo 2 de membrana de ósmosis y el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis.

25 Cada uno de los módulos 2, 6 de membrana de ósmosis inversa mostrados en las figuras 2 a 14 puede tener una configuración de dos fases tal como se muestra en la figura 15. El agua concentrada obtenida en la primera fase del módulo 2x de membrana de ósmosis inversa puede impulsarse con una bomba 1y y después puede alimentarse a la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa. El agua permeada obtenida en la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa se combina con el agua permeada obtenida en la primera fase del módulo 2x de membrana de ósmosis inversa, potenciando así la eficacia de procesamiento de agua. En este caso,
 30 tal como se muestra en la figura 16, se usa un compresor 1z tal como un turbocompresor que se hace funcionar recuperando energía del agua concentrada descargada desde la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa como bomba para alimentar el agua concentrada de la primera fase al interior de la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa, mediante lo cual puede disminuirse el coste de procesamiento de agua.

35 Si el agua de mar (agua de partida) alimentada se procesa previamente mediante una filtración usando una membrana tal como una membrana MF y una membrana UF, se disminuyen los componentes turbios en el agua alimentada y el agua puede alimentarse al módulo 2 de membrana de ósmosis inversa a una velocidad de flujo superior. No hay necesidad de usar la bomba y el equipo de recuperación de energía entre la primera fase y la
 40 segunda fase de los módulos de membrana de ósmosis inversa.

45 En todos los casos mostrados en las figuras 4 a 14, el agua concentrada obtenida en el segundo módulo de membrana de ósmosis se devuelve preferiblemente al lado alimentado en el primer módulo de membrana de ósmosis. El agua concentrada obtenida en el segundo módulo de membrana de ósmosis tiene buena calidad de agua excepto porque la concentración en boro es alta, y se devuelve al lado alimentado para su recirculación, mediante lo cual puede disminuirse el coste de procesamiento de agua.

50 La figura 17 muestra un diagrama esquemático principal de los aparatos de procesamiento de agua según otra realización de la presente invención. En esta realización, el primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene una configuración en dos fases, y el lado de agua concentrada en la primera fase del módulo 2x de membrana de ósmosis inversa está conectado a la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa. Aguas abajo del lado de agua permeada en la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa, los medios 3 de eliminación de boro y la tubería 7 de desviación como curso de agua que no pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro están dispuestos en paralelo. El agua que pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro
 55 se mezcla con el agua que no pasa a través de los medios 3 de eliminación de boro.

60 La figura 18 muestra un diagrama esquemático principal de los aparatos de procesamiento de agua según otra realización de la presente invención. En esta realización, el primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene una configuración en dos fases, y el lado de agua concentrada en la primera fase del módulo 2x de membrana de ósmosis inversa está conectado a la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa. Aguas abajo del lado de agua permeada en la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa, están dispuestos la bomba 5 de baja presión (impulsor) y el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa. El agua permeada procedente de la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa se separa adicionalmente en el agua concentrada y el agua permeada en el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa. Aguas abajo del
 65 lado de agua concentrada en el módulo 6 de membrana de ósmosis inversa, están dispuestos los medios 3 de eliminación de boro. El boro se elimina de al menos una parte del agua concentrada obtenida en el módulo 6 de

membrana de ósmosis inversa. El agua concentrada que no contiene boro en el módulo 6 de membrana de ósmosis inversa se mezcla con el agua permeada procedente del módulo 2x de membrana de ósmosis inversa y el agua permeada procedente del módulo 6 de membrana de ósmosis inversa.

- 5 Tal como se muestra en las figuras 19 y 20, el compresor 1z tal como el turbocompresor que se hace funcionar recuperando energía del agua concentrada descargada de la segunda fase del módulo 2y de membrana de ósmosis inversa se usa como bomba mostrada en las figuras 17 y 18, mediante lo cual puede disminuirse el coste de procesamiento de agua.

10 **Ejemplo de referencia 1**

Como procesamiento previo, se ajusta agua de mar que tiene una concentración en sal de 35.700 mg/l y una concentración en boro de 5 mg/l a pH 6,5 a 25°C, y después se filtra con un módulo de membrana de ultrafiltración de hilos huecos. Entonces, se introduce el agua procesada previamente en el aparato mostrado en la figura 2, se impulsa con la bomba 1 de alta presión hasta una presión de 5,5 MPa, y se alimenta en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa. En el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, la eficacia de procesamiento de agua va a ser del 40%. En otras palabras, la cantidad del agua permeada en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa va a ser de 40, cuando la cantidad de agua alimentada se fija a 100.

20 A continuación en el presente documento, la cantidad del agua en porcentaje se indica entre paréntesis cuando se fija la cantidad del agua alimentada tras el procesamiento previo a 100.

El agua permeada (40) del módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene una concentración en TDS (sólidos disueltos totales) de 150 mg/l y una concentración en boro de 1,2 mg/l. Por otro lado, el agua concentrada (60) del módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene una concentración en TDS de 60.600 mg/l y una concentración en boro de 8 mg/l.

El 40% del agua (16) en el agua permeada procedente del módulo 2 de membrana de ósmosis inversa fluye a través de la tubería 7 de desviación. El 60% restante del agua (24) fluye a través de una columna 3 de adsorción en la que se llena la resina de quelato para eliminar el boro. La cantidad del agua que se hace pasar a través de la columna de adsorción es de (23) excluyéndose el agua para el reciclado de la resina. El agua tiene una concentración en boro de 0,05 mg/l tras pasar el agua a través de la columna de adsorción. El agua tiene una concentración en TDS de 150 mg/l lo que es el mismo valor antes de hacer pasar el agua a través de la columna de adsorción, ya que no se eliminan los TDS con la resina de quelato. Entonces, se mezcla el agua (23) procesada en la columna 3 de adsorción con el agua (16) que pasa a través de la tubería 7 de desviación para proporcionar el agua mixta (39). El agua mixta tiene una concentración en TDS de 150 mg/l y una concentración en boro de 0,5 mg/l. La eficacia de procesamiento de agua tras pasar a través del módulo 2 de membrana de ósmosis inversa es del 98%.

40 **Ejemplo comparativo 1**

Al contrario que el ejemplo de referencia 1 descrito anteriormente, cuando la cantidad total del agua permeada (40) en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa se pasa a través de la columna 3 de adsorción sin la tubería 7 de desviación, la eficacia de procesamiento de agua tras pasar a través del módulo 2 de membrana de ósmosis inversa disminuye hasta tan sólo el 96%. La concentración en boro se vuelve de 0,05 mg/l, y por tanto el boro se elimina en exceso. Por consiguiente, se requiere aumentar la cantidad de resina para llenar la columna de adsorción en comparación con el ejemplo de referencia 1.

Se compara la cantidad de la resina en el ejemplo de referencia 1 con la del ejemplo comparativo 1. Cuando se toma la cantidad de la resina en la columna de adsorción en el ejemplo comparativo 1 como 100, la cantidad de la resina en la columna de adsorción en el ejemplo de referencia 1 es de tan sólo 60. En otras palabras, la cantidad de la resina en la columna de adsorción puede disminuirse en un 40% según el método de procesamiento de agua y el aparato de la presente invención. El coste inicial del aparato y el coste de procesamiento de agua pueden disminuirse a un nivel bajo.

55 **Ejemplo 1**

Se introduce el agua que se procesa previamente como en el ejemplo de referencia 1 en el aparato mostrado en la figura 4. Se impulsa el agua procesada previamente con la bomba 1 de alta presión hasta una presión de 5,5 MPa, y se alimenta al primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa. En el primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa, la eficacia de procesamiento de agua va a ser del 40%. En otras palabras, la cantidad del agua permeada en el módulo 2 de membrana de ósmosis inversa va a ser de 40, cuando la cantidad de agua alimentada se fija a 100.

La membrana usada en el primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene un rechazo de sal del 99,6% o más cuando se proporciona una solución salina que tiene una concentración de 35.700 mg/l a 25°C, pH de 6,5, a 5,5 MPa.

5 Como en el ejemplo de referencia 1, el agua permeada (40) del primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene una concentración en TDS (sólidos disueltos totales) de 150 mg/l y una concentración en boro de 1,2 mg/l. El agua concentrada (60) del primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa tiene una concentración en TDS de 60.600 mg/l y una concentración en boro de 8 mg/l.

10 Se ajusta el agua permeada (40) obtenida en el primer módulo 2 de membrana de ósmosis inversa para tener un pH de 10 usando unos medios de inyección de álcali, y se alimenta a la segunda ósmosis inversa con la bomba 5 de baja presión. En el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa, se fija la eficacia de procesamiento de agua para ser del 90%. Se fija la presión de la bomba de baja presión a 1 MPa.

La membrana usada en el segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa tiene un flujo de 0,8 m³/m²-día o más cuando se alimenta una solución salina que tiene una concentración de 1500 mg/l a 25°C y pH 6,5 a 1,5 MPa.

15 El agua permeada (36) del segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa tiene una concentración en TDS de 3 mg/l y una concentración en boro de 0,24 mg/l. El agua concentrada (4) tiene una concentración en TDS de 1.100 mg/l y una concentración en boro de 8 mg/l. Se hace fluir el agua concentrada (4) a través de la columna 3 de adsorción en la que se llena la resina de quelato para eliminar el boro. La cantidad del agua que pasa a través de la columna de adsorción es de (3,8) excluyéndose el agua para reciclar la resina. Tras la eliminación de boro, el agua
20 tiene una concentración en TDS de 1.100 mg/l y una concentración en boro de 0,05 mg/l. Después, se mezcla el agua (3,8) procesada en la columna 3 de adsorción con el agua permeada (36) del segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa para proporcionar el agua mixta (39,8). El agua mixta tiene una concentración en TDS de 150 mg/l y una concentración en boro de 0,23 mg/l. La eficacia de procesamiento de agua tras pasar a través del segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa alcanza el 99,5%.

25 El "agua agradable" para el agua potable contiene preferiblemente una cantidad razonable (de 30 a 200 mg/l) de minerales tales como calcio y magnesio. El agua mixta contenida en el ejemplo 1 tiene una concentración en TDS de 150 mg/l, contiene una cantidad razonable de calcio y magnesio, y por tanto es adecuada para agua potable.

30 La cantidad de la resina en la columna 3 de adsorción puede ser muy baja ya que la resina es para el agua concentrada (4) procedente del segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa.

Ejemplo comparativo 2

35 Al contrario que el ejemplo 1, cuando los medios 3 de eliminación de boro no están dispuestos en el lado de agua concentrada en el segundo módulo 2 de membrana de ósmosis inversa y se descarga el agua concentrada, la eficacia de procesamiento de agua tras pasar a través del segundo módulo 6 de membrana de ósmosis inversa se vuelve del 90%. La cantidad del agua procesada es de (36) basándose en la cantidad del agua alimentada (100) tras el procesamiento previo. Con el fin de proporcionar la cantidad equivalente del agua que no contiene boro, la
40 cantidad del agua alimentada tras el procesamiento previo va a ser de (111), lo que requiere coste complementario para el procesamiento previo y coste con respecto al primer módulo de membrana de ósmosis inversa. Además, requiere coste de energía eléctrica, dando como resultado el aumento del coste de procesamiento de agua.

45 En cuanto a la calidad de agua, la concentración en TDS es de 3 mg/l y la concentración en boro es de 0,24 mg/l. El agua no contiene la cantidad adecuada (de 30 a 200 mg/l) de minerales, y no puede definirse como agradable.

Aplicabilidad industrial

50 Por tanto, una parte del agua permeada obtenida separando el agua que contiene boro en el módulo de membrana de ósmosis inversa se somete a la eliminación de boro, y se mezcla el agua permeada que se somete a la eliminación de boro con el agua permeada que no se somete a la eliminación de boro, de modo que no se elimina boro del agua de partida más que lo necesario. Por tanto, los medios de eliminación de boro pueden usarse eficazmente, y pueden disminuirse costes de equipo y costes de funcionamiento. Puede mejorarse la economía del procesamiento de agua.

55 Además, se usan al menos dos módulos de membrana de ósmosis inversa, el agua que contiene boro se procesa en el primer módulo de membrana de ósmosis inversa para separarla en el agua concentrada y el agua permeada, se ajusta al menos una parte del agua permeada obtenida para tener un pH que es adecuado para la eliminación de boro y se procesa en el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa para separarla en el agua concentrada y el agua permeada, y al menos una parte del agua concentrada obtenida en el segundo módulo de membrana de
60 ósmosis inversa se somete a la eliminación de boro. La eficacia puede potenciarse adicionalmente y pueden mejorarse las propiedades económicas.

65 Dependiendo de la calidad de agua del agua permeada en el módulo de membrana de ósmosis inversa, cuando se controla una velocidad de flujo del agua permeada que pasa a través de la eliminación de boro con respecto al agua permeada que pasa a través de los medios de desviación, puede obtenerse agua procesada con una concentración

5 en boro continuamente estable aunque la calidad de agua del agua de partida, es decir, agua de mar, cambie dependiendo de un cambio de temperatura. No hace falta decir, en este caso, que la concentración en boro del agua mixta debe mantenerse en la norma de calidad de agua predeterminada o menos. Por tanto, los medios de eliminación de boro pueden usarse de manera todavía más eficaz. Pueden reducirse adicionalmente los costes de funcionamiento, los costes de procesamiento de agua y la economía.

Se usa el adsorbente que adsorbe selectivamente el boro, mediante lo cual sólo se elimina boro del agua, y los minerales no se eliminan de la misma. Por consiguiente, puede obtenerse agua agradable que contiene minerales de manera adecuada.

REIVINDICACIONES

1. Un método de procesamiento de agua, que comprende las etapas de:

5 separar agua que contiene boro usando al menos dos módulos de membrana de ósmosis inversa para proporcionar un agua permeada y procesar al menos una parte del agua permeada obtenida en un primer módulo de membrana de ósmosis inversa con un segundo módulo de membrana de ósmosis inversa;

10 en el que al menos una parte de un agua concentrada obtenida en el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa se somete a eliminación de boro usando un adsorbente, en el que el agua sometida a la eliminación de boro se mezcla con el agua no sometida a la eliminación de boro del agua permeada del primer o el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa para proporcionar un agua mixta.

15 2. Un método de procesamiento de agua según la reivindicación 1, en el que el primer módulo de membrana de ósmosis inversa usa una membrana de ósmosis inversa que tiene un rechazo de sal del 90% o más cuando se proporciona una solución salina que tiene una concentración de 35.700 mg/l a 25°C, pH de 6,5 a 5,5 MPa, y en el que el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa usa una membrana de ósmosis inversa que tiene un flujo de 0,8 m³/m²-día o más cuando se proporciona una solución salina que tiene una concentración de 1500 mg/l a 25°C, pH de 6,5 a 1,5 MPa.

20 3. Un método de procesamiento de agua según la reivindicación 1, en el que el pH de un lado de proporcionamiento en la segunda membrana de ósmosis inversa es de 9 o más.

4. Un método de procesamiento de agua que comprende las etapas de:

25 separar agua que contiene boro usando al menos dos módulos de membrana de ósmosis inversa para proporcionar un agua permeada y procesar al menos una parte del agua concentrada obtenida en un primer módulo de membrana de ósmosis inversa con un segundo módulo de membrana de ósmosis inversa;

30 en el que al menos una parte de un agua permeada obtenida en el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa se somete a eliminación de boro usando un adsorbente, en el que el agua sometida a la eliminación de boro se mezcla con el agua no sometida a la eliminación de boro del agua permeada del primer o el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa para proporcionar un agua mixta.

35 5. Un método de procesamiento de agua según la reivindicación 1 y 4, en el que se controla una razón de flujo del agua sometida a la eliminación de boro usando un adsorbente con respecto al agua no sometida a la eliminación de boro para proporcionar agua mixta con calidad de agua deseada.

40 6. Un método de procesamiento de agua según la reivindicación 1 y 4, en el que se procesa un agua de partida que tiene una concentración en boro de 3 mg/l o más.

7. Un aparato de procesamiento de agua para llevar a cabo el método según la reivindicación 1, que comprende:

45 un impulsor de agua,

al menos dos módulos de membrana de ósmosis inversa para separar agua impulsada en un agua concentrada y un agua permeada;

50 en el que un segundo módulo de membrana de ósmosis inversa está conectado a un lado de agua permeada de un primer módulo de membrana de ósmosis inversa y unos medios de eliminación de boro para eliminar boro del agua procesada en el módulo de membrana de ósmosis inversa, en el que los medios de eliminación de boro que usan un adsorbente están conectados a un lado de agua concentrada del segundo módulo de membrana de ósmosis inversa, en el que el curso de agua para el agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro es una tubería de desviación de los medios de eliminación de boro, y unos medios de mezclado para mezclar agua que
55 pasa a través de los medios de eliminación de boro con el agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro.

60 8. Un aparato de procesamiento de agua según la reivindicación 7, en el que el primer módulo de membrana de ósmosis inversa comprende una membrana de ósmosis inversa que tiene un rechazo de sal del 90% o más cuando se proporciona una solución salina que tiene una concentración de 35.700 mg/l a 25°C, pH de 6,5, a 5,5 MPa, y en el que el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa comprende una membrana de ósmosis inversa que tiene un flujo de 0,8 m³/m²-día o más cuando se proporciona una solución salina que tiene una concentración de 1500 mg/l a 25°C, pH de 6,5 a 1,5 MPa.

65 9. Un aparato de procesamiento de agua según la reivindicación 7, que comprende un regulador del pH para regular el pH de agua entre el primer módulo de membrana de ósmosis inversa y el segundo módulo de membrana de

ósmosis inversa.

5 10. Un aparato de procesamiento de agua según la reivindicación 7, que comprende un tercer módulo de membrana de ósmosis inversa para someter adicionalmente el agua concentrada en el segundo módulo de membrana de ósmosis inversa a un procesamiento de ósmosis inversa y proporcionar el agua concentrada al interior de los medios de eliminación de boro.

11. Un aparato de procesamiento de agua para llevar a cabo el método según la reivindicación 4, que comprende:

10 un impulsor de agua,

al menos dos módulos de membrana de ósmosis inversa para separar agua impulsada en un agua concentrada y un agua permeada;

15 en el que un segundo módulo de membrana de ósmosis inversa está conectado a un lado de agua concentrada de un primer módulo de membrana de ósmosis inversa, en el que unos medios de eliminación de boro que usan un adsorbente están conectados a un lado de agua permeada del segundo módulo de membrana de ósmosis inversa, en el que el curso de agua para el agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro es una tubería de desviación de los medios de eliminación de boro, y unos medios de mezclado para mezclar agua que pasa a
20 través de los medios de eliminación de boro con el agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro.

12. Un aparato de procesamiento de agua según la reivindicación 7 y 11, que comprende un controlador para controlar una razón de flujo del agua que pasa a través de los medios de eliminación de boro con respecto al agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro.

25 13. Un aparato de procesamiento de agua según la reivindicación 12, en el que el controlador comprende unos medios de medición para medir una concentración en boro del agua, y un regulador para regular una razón de flujo del agua que pasa a través de los medios de eliminación de boro con respecto al agua que no pasa a través de los medios de eliminación de boro dependiendo de la concentración en boro medida.

Fig. 1

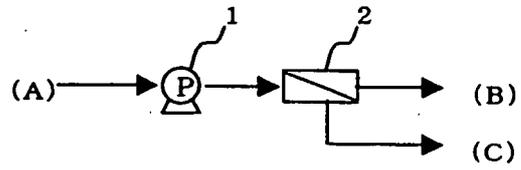


Fig. 2

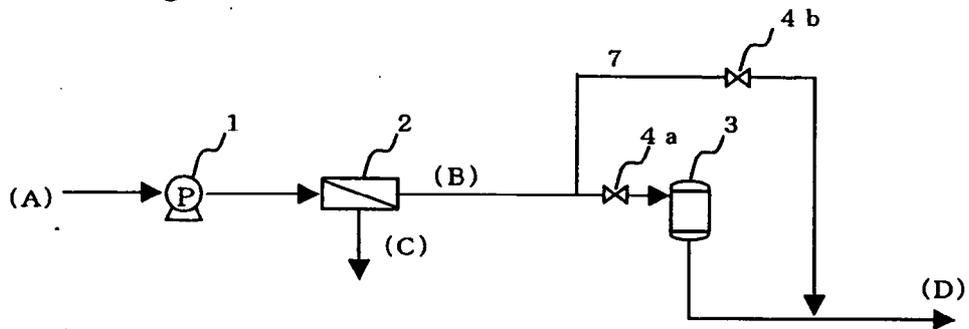


Fig. 3

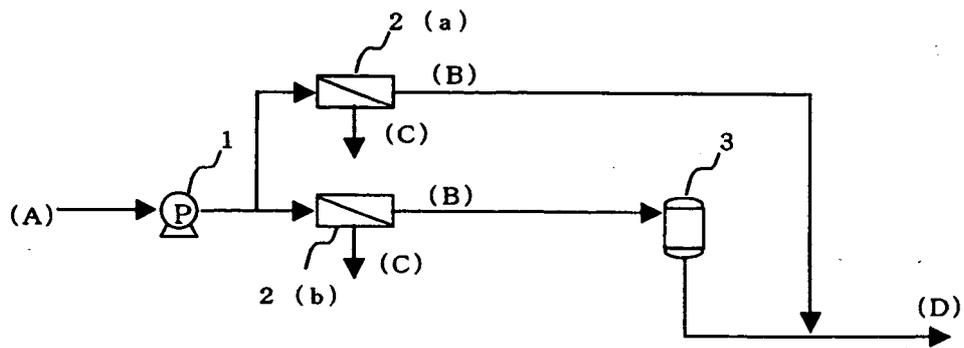


Fig. 4

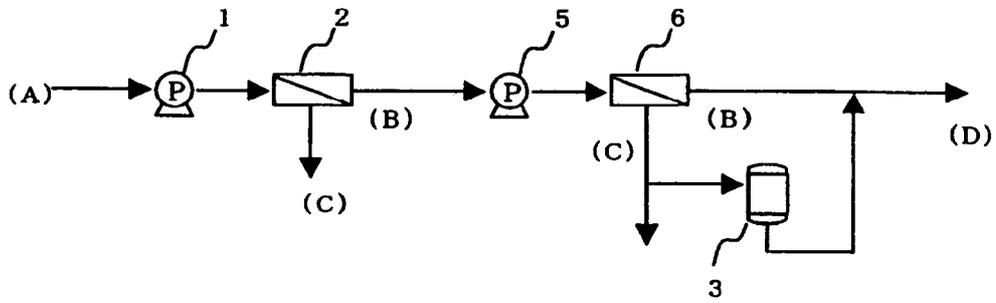


Fig. 5

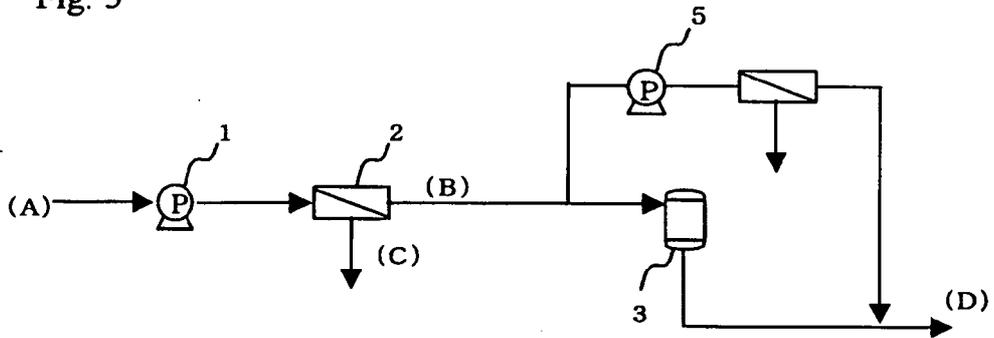


Fig. 6

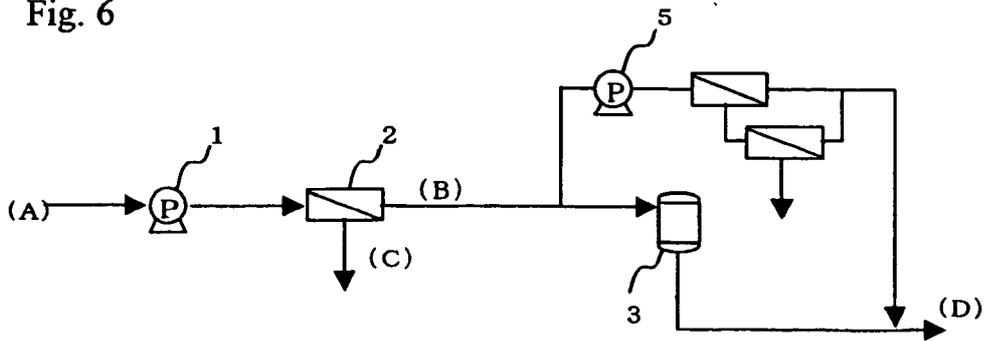


Fig. 7

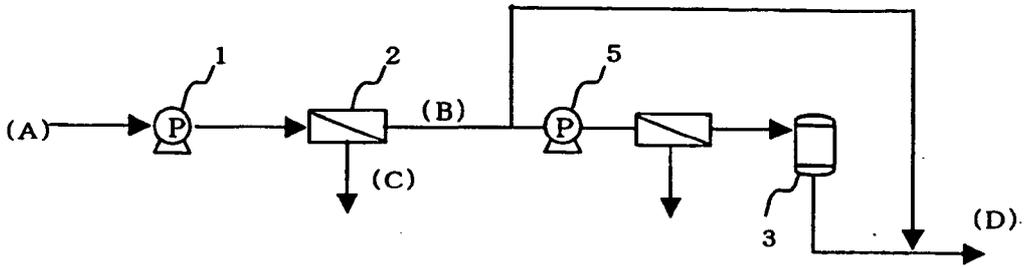


Fig. 8

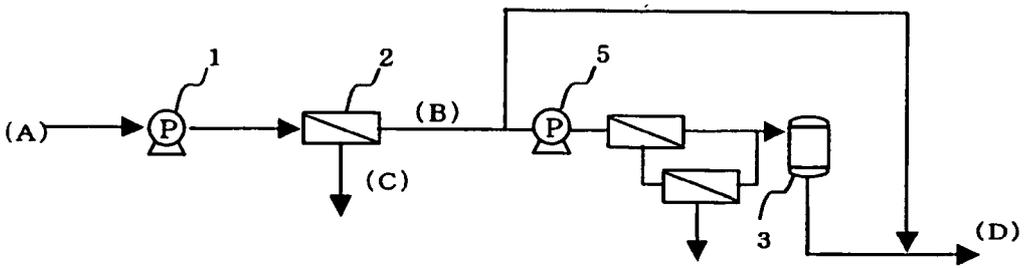


Fig. 9

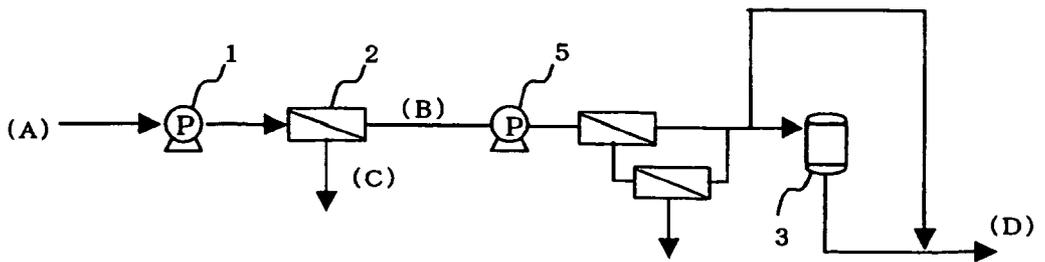


Fig. 10

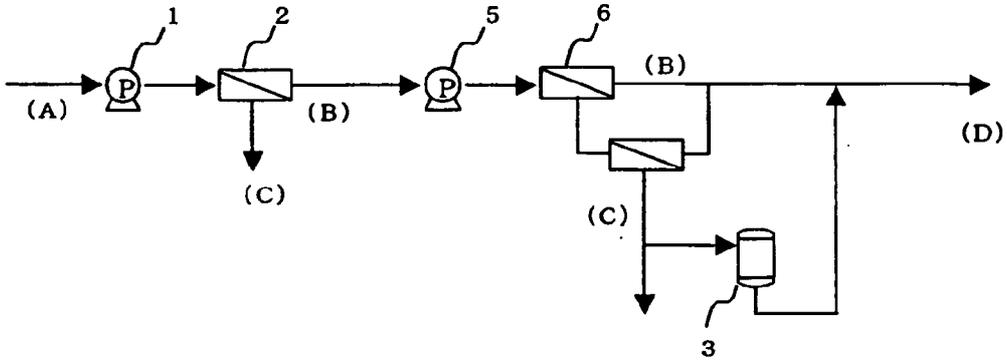


Fig. 11

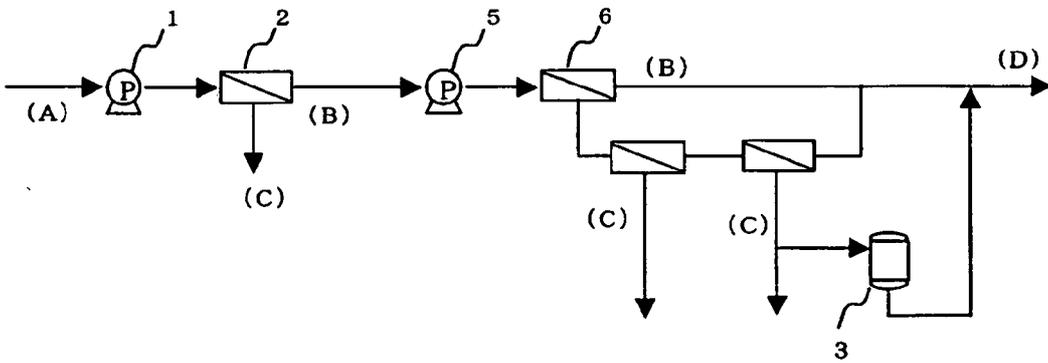


Fig. 12

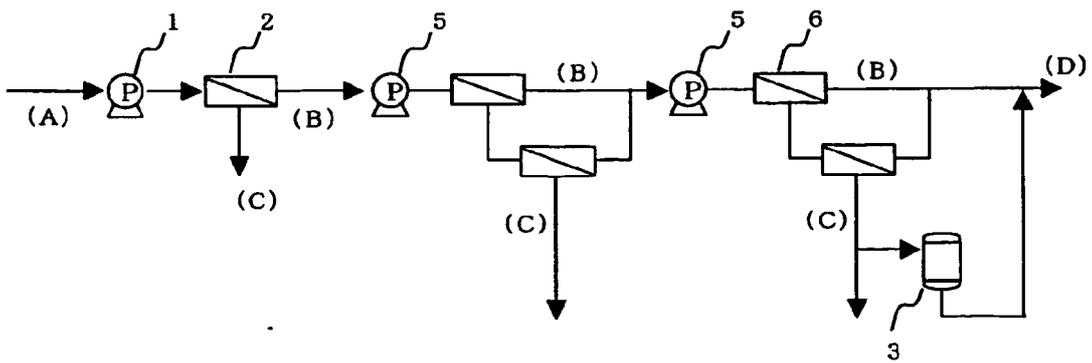


Fig. 13

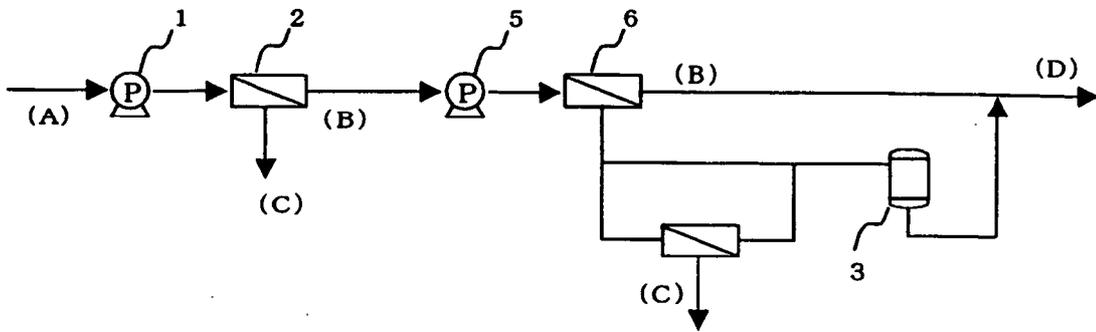


Fig. 14

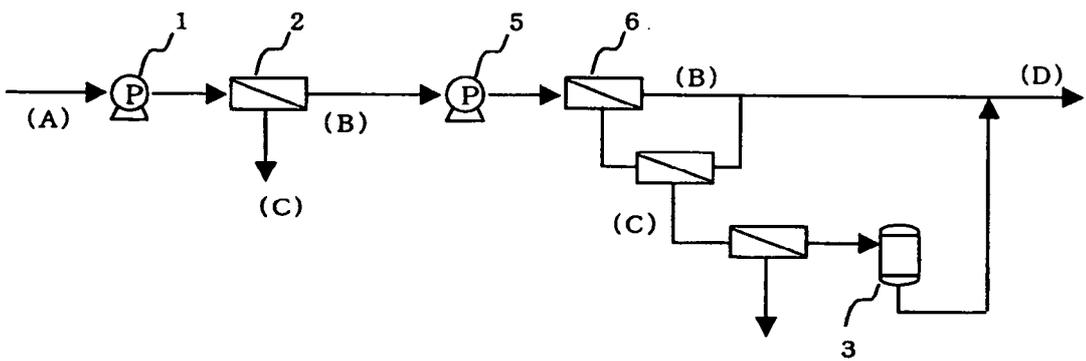


Fig. 15

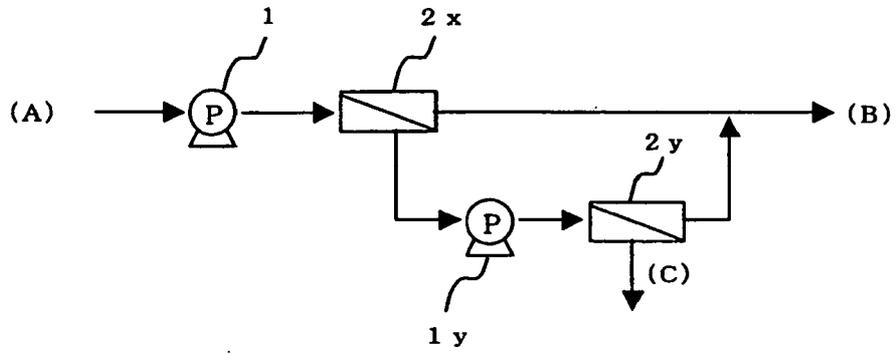


Fig. 16

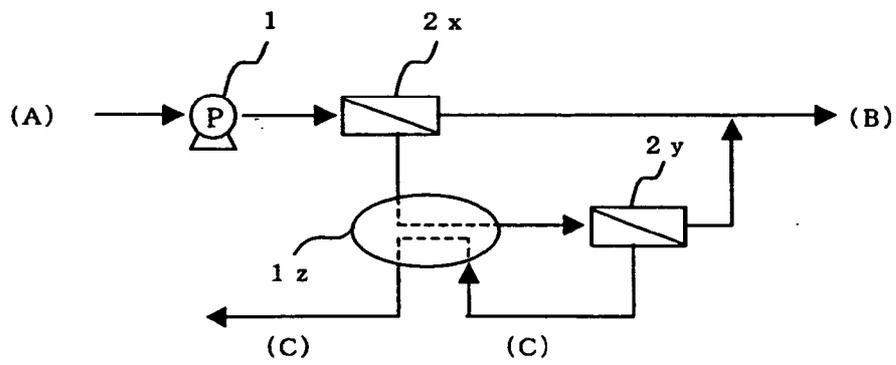


Fig. 17

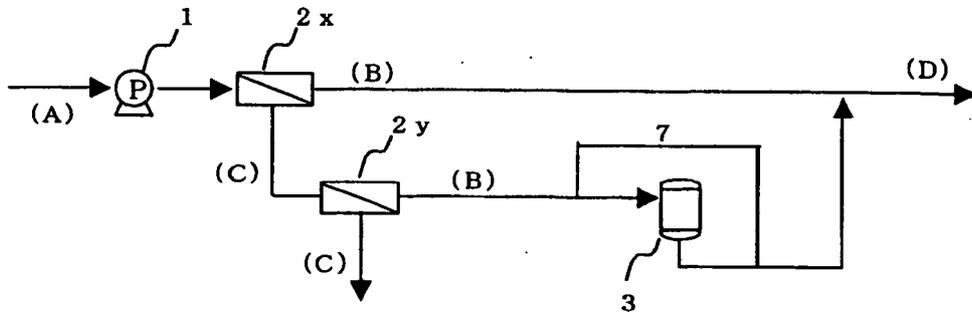


Fig. 18

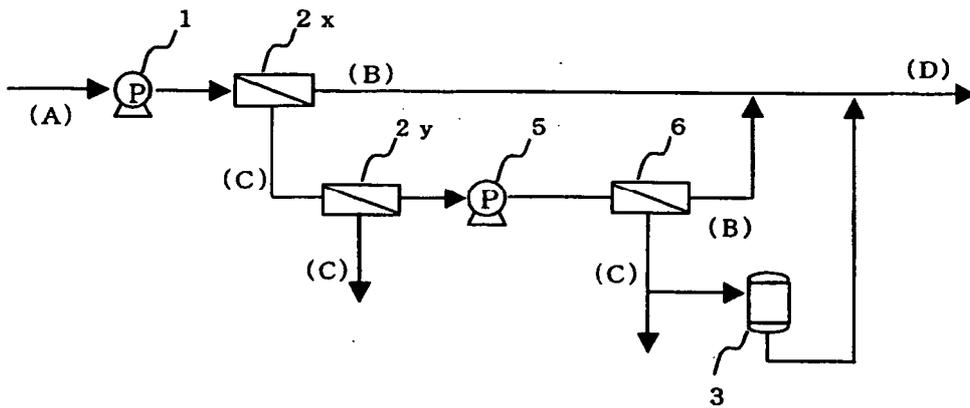


Fig. 19

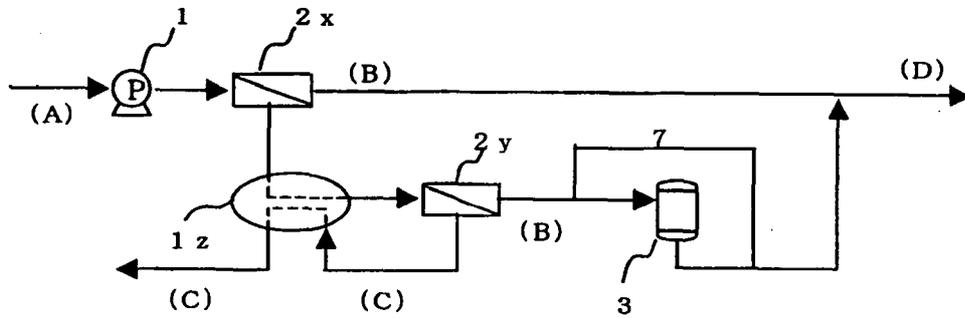


Fig. 20

