

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 034**

51 Int. Cl.:

C02F 1/44 (2006.01)

B01D 63/12 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

C02F 1/66 (2006.01)

C02F 103/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2007 E 07741669 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 2017228**

54 Título: **Proceso para producir agua dulce**

30 Prioridad:

09.05.2006 JP 2006129875

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

11.03.2014

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, NIHONBASHI-MUROMACHI 2-CHOME
CHUO-KU, TOKYO 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**TANIGUCHI, MASAHIDE;
KOJIMA, YOSHITSUGU y
MIYOSHI, TOSHIRO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 447 034 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

Proceso para producir agua dulce

5 La presente invención se refiere a un método para producir agua dulce para obtener agua dulce de agua bruta usando una membrana de ósmosis inversa o membrana de nanofiltración (en lo sucesivo en el presente documento, estas se denominan en conjunto membrana semipermeable), específicamente a un método para producir agua dulce capaz de prevenir el deterioro del funcionamiento de una membrana de ósmosis inversa y obtener agua dulce de forma eficaz.

10

Técnica anterior

15 Acompañándose del deterioro de un ambiente acuoso en los últimos años, las técnicas de tratamiento de agua son ahora más importantes que nunca. En concreto, se han adoptado las membranas de separación como el núcleo de las técnicas del tratamiento del agua por su elevada precisión de separación. Por encima de todo, la membrana de ósmosis inversa y la membrana de nanofiltración capaces de separar y retirar iones se han usado para eliminar la dureza y los componentes dañinos del agua subterránea para producir agua adecuada para beber y se han aplicado para producir agua dulce a partir de agua marina, la denominada "desalinización del agua marina". Inicialmente el agua subterránea se ha usado como fuente de agua más limpia que el agua superficial, pero es difícil retirar los componentes iónicos y las sustancias químicas dañinas mediante acción de aclaración obtenida mediante infiltración en el suelo, por tanto se ha necesitado purificación mediante una membrana de nanofiltración o membrana de ósmosis inversa debido a la contaminación ambiental en los últimos años.

20

25 Al mismo tiempo, la desalinización del agua marina se está usando convencionalmente principalmente mediante desalinización térmica en la región de Oriente Medio en la que los recursos de agua son extremadamente escasos y el recurso térmico del petróleo es muy abundante, pero, en otras regiones que no son Oriente Medio en las que no hay muchas fuentes de calor, se adopta un método de ósmosis inversa con una elevada eficiencia energética y se han construido numerosas plantas que realmente están funcionando en las islas del Caribe y las áreas mediterráneas. Recientemente se ha progresado en la mejora de la fiabilidad y la reducción de costes gracias a los avances técnicos en el método de la ósmosis inversa; incluso en Oriente Medio, se ha comenzado la construcción de muchas plantas de desalinización de agua marina basadas en el método de la ósmosis inversa.

30

35 Cuando el agua de mar se pasa directamente a través de una membrana de ósmosis inversa, habitualmente de la invasión de sólidos suspendidos, organismos vivos y similares contenidos en el agua de mar, surgen problemas de que la superficie de la membrana está dañada, el funcionamiento de la membrana (permeabilidad, rendimientos de rechazo) se deteriora debido a la unión sobre la superficie de la membrana y se obstruye el canal a la membrana. Por tanto, después de aclarar el agua de mar mediante varios tipos de pretratamientos, generalmente se suministra a una membrana de ósmosis inversa, Como método de pretratamiento se dispone de filtración con arena, sedimentación por coagulación, flotación por aire disuelto, membrana de microfiltración, membrana de ultrafiltración y similares, de modo que se puedan eliminar bastante bien los sólidos y los microbios suspendidos. No obstante, dado que el carbono orgánico asimilable (COA) que puede ser desde alimentos a microbios no se puede eliminar por completo, incluso con los diversos tipos de pretratamiento, cuando funciona durante un periodo de tiempo prolongado, los microbios proliferan gradualmente sobre la superficie de una membrana de ósmosis inversa por el COA contenido en el agua que se introduce, causando los problemas anteriores (esto se denomina incrustación biológica). Por consiguiente se hace necesaria la eliminación programada de los microbios (lavado).

40

45

50 Como este método de lavado programado, se enumeran la limpieza intermitente con hidrógeno sulfito de sodio y un bactericida especial (documento no patente 1) y similares. El método del hidrógeno sulfito de sodio se ha adoptado convencionalmente, pero existe un caso en el que la proliferación de microbios se acelera dependiendo de las situaciones (documentos no patente 2 y 3). Aunque estos lavados antisépticos se llevan a cabo en un lateral del agua de alimentación, los microbios no atraviesan esencialmente una membrana de ósmosis inversa, en el caso en el que una membrana de ósmosis inversa está dañada existe un riesgo de que los bactericidas etc. pasen al lado del permeado. Por tanto, en una planta para una aplicación del agua de bebida, el lavado se realiza usando ácido que no cause ningún problema, incluso en el caso en el que se mezcla en el lado del permeado (documento no patente 1).

55

60 El lavado usando ácido tiene la ventaja de que el lavado se puede llevar a cabo sin modificar las condiciones de funcionamiento durante una operación continua. El concentrado y el permeado obtenidos durante el lavado ácido, a excepción de que tienen que neutralizarse a aproximadamente pH de un nivel descargable o la calidad del agua de bebida, no contienen sustancias dañinas, de modo que el tratamiento de neutralización con álcali se realiza de modo continuo y, de este modo, se obtiene agua dulce de forma continua, lo que es muy eficiente.

60

65 No obstante, recientemente en la desalinización del agua de mar, para satisfacer una norma estricta de la calidad del agua, se ha convertido en habitual un tratamiento de ósmosis inversa de dos etapas por el que el agua dulce sometida una vez a tratamiento de ósmosis inversa se trata de nuevo mediante membrana de ósmosis inversa a baja presión; además, para satisfacer una norma de calidad en boro, a menudo se adopta un tratamiento de dos

etapas de adición de álcali por el cual el álcali se añade al agua de alimentación en la segunda etapa de la membrana de ósmosis inversa (documento patente 2). En este caso, el álcali se debe añadir al permeado de la membrana de ósmosis inversa en la primera etapa para elevar un pH hasta aproximadamente 9 a 10, por ejemplo. No obstante, al realizar el lavado ácido anterior, el permeado de la primera etapa se neutraliza y se debe añadir más álcali mediante una cantidad tal que se pueda elevar un pH del agua de alimentación en la segunda etapa. Además, dado que el pH del permeado y el concentrado de la segunda etapa se elevan, el ácido tiene que neutralizar el pH elevado. Por tanto, se incrementan las cantidades de ácido y álcali necesarias para ajustar el pH en las etapas primera y segunda, respectivamente, lo que no es eficiente, aumentando los costes de la desalinización.

- 10 Documento de patente 1: Patente japonesa N° 3087750 (reivindicación 1)
 Documento de patente 2: Patente japonesa N° 3319321 (párrafos hasta [0013])
 Documento 1 que no es una patente: Dow Chemical Company, AQUICAR RO-20 catálogo (2005)
 Documento 2 que no es una patente: A.B. Hamida, I Moch Jr., Desalination & Water Reuse, 6/3, 40-45 (1996)
 Documento 3 que no es una patente: L.E. Applegate, C.W. Erkenbrecher, Desalination 65, 331-359 (1987)

15 El documento WO 2005/009908 A2 divulga un sistema de tratamiento de agua residual que comprende operaciones en unidades de separación que inhiben o estimulan la formación y la precipitación de especies para controlar el pH del agua residual a trata que entra en las operaciones en unidades de separación. Las operaciones en unidades de separación incluyen un primer y un segundo dispositivo de ósmosis inversa. El primer dispositivo de ósmosis inversa trata aguas residuales que tienen un pH que es inferior a aproximadamente 3,5 y el segundo dispositivo de ósmosis inversa trata aguas residuales, procedentes del primer dispositivo de ósmosis inversa, que tienen un pH que es de aproximadamente 6 o mayor.

25 El documento JP 11-070325 A enseña un filtro de membrana en el que una pluralidad de unidades de membrana, cada una formada por uno o más módulos de membrana o elementos de membrana, están dispuestas lado a lado, estas unidades de membrana se dividen en una serie que consiste en unidades de membrana de ≥ 2 en las que se comparten la línea de suministro de agua bruta, una línea de descarga de agua filtrada, una línea para el lavado e instrumentos. El tratamiento de lavado se realiza de forma repetida con el fin de mantener el funcionamiento de la filtración aumentando sucesivamente el tiempo en cada unidad de membrana incorporada en esta serie.

30 Sumario de la invención

Problemas que ha de resolver la invención

35 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método práctico para producir agua dulce siendo capaz de obtener agua dulce con una calidad elevada del agua con eficiencia y de forma continua, eliminando los materiales impuros del agua, en particular el boro, usando una unidad de membrana semipermeable.

40 Medios para resolver los problemas

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes. Las subreivindicaciones contienen realizaciones ventajosas de la invención.

45 En el presente documento, "agua bruta o agua pretratada obtenida mediante pretratamiento del agua bruta" significa agua en una corriente arriba de una primera unidad de membrana semipermeable y "agua de alimentación" de la primera o de la segunda unidad de membrana semipermeable significan agua en un punto de tiempo en el que realmente fluye hacia dicha unidad de membrana semipermeable. Adicionalmente, no importa si hay aditivos tales como inhibidores de escamas o no. En el caso en el que parte del agua de alimentación se recircula corriente arriba desde la primera unidad de membrana semipermeable, un agua mixta de agua recirculada y de agua bruta también se denomina agua bruta.

50 Efecto de la invención

55 De acuerdo con la presente invención, en el caso de tener una pluralidad de procesos de desalinización en paralelo en los que el agua bruta o agua pretratada obtenida mediante pretratamiento del agua bruta se crea mediante una primera unidad de membrana semipermeable y al menos parte del permeado resultante de la primera unidad de membrana semipermeable cuyo pH se eleva se trata en la segunda unidad de membrana semipermeable como agua de alimentación de una segunda unidad de membrana semipermeable, temporalmente un pH de agua bruta o agua pretratada en parte del proceso de desalinización A a suministrar a una primera unidad de membrana semipermeable A1 disminuye y el pH del permeado resultante de dicha primera unidad de membrana semipermeable A1 se hace más bajo que el del agua de alimentación de una segunda unidad de membrana semipermeable B1 en otro proceso de desalinización B a suministrar a una segunda unidad de membrana semipermeable A2 y el permeado obtenido de la segunda unidad de membrana semipermeable A2 se mezcla con el permeado obtenido de la segunda unidad de membrana semipermeable B2 en dicho otro proceso de desalinización B. Por tanto, el permeado con una calidad elevada del agua se puede obtener de agua bruta con eficiencia y de forma continua; en concreto, es posible obtener de un modo eficiente y continuo un permeado con calidad elevada

del agua adecuada para beber en la que la concentración de boro es menor que la del agua de mar.

Breve descripción de las figuras

- 5 La Fig. 1 es un diagrama de flujo esquemático que muestra un modo del aparato para producir agua dulce aplicable a la presente invención.
- La Fig. 2 es un diagrama de flujo esquemático que muestra otro modo del aparato para producir agua dulce aplicable a la presente invención.
- 10 La Fig. 3 es un diagrama de flujo esquemático que muestra otro modo del aparato para producir agua dulce aplicable a la presente invención.
- La Fig. 4 es un diagrama de flujo esquemático que muestra otro modo del aparato para producir agua dulce aplicable a la presente invención.
- La Fig. 5 es un diagrama de flujo esquemático que muestra otro modo del aparato para producir agua dulce aplicable a la presente invención.
- 15 La Fig. 6 es un ejemplo de elementos de membrana semipermeable aplicable a la presente invención.
- La Fig. 7 es un diagrama de flujo del aparato de evaluación de las unidades de membrana semipermeable usadas en los ejemplos y en los ejemplos comparativos.
- La Fig. 8 es un diagrama de flujo esquemático de la primera unidad de membrana semipermeable que constituye el aparato de evaluación de los elementos de membrana semipermeable usados en los ejemplos y en los
- 20 ejemplos comparativos.
- La Fig. 9 es un diagrama de flujo esquemático de la segunda unidad de membrana semipermeable que constituye el aparato de evaluación de los elementos de membrana semipermeable usados en los ejemplos y en los ejemplos comparativos.

25 Descripción de los números y los símbolos

- 1: Agua bruta
- 2: Dispositivo de pretratamiento
- 3: Primer dispositivo de dosificación de inhibidor de escamas
- 30 4: Primer dispositivo de dosificación de álcali
- 5: Tanque para agua pretratada
- 6: Dispositivo de dosificación de ácido
- 7: Bomba de alta presión
- 8: Primera unidad de membrana semipermeable
- 35 9: Agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable (permeado de la primera unidad de membrana semipermeable, permeado primario)
- 10: Concentrado de la primera unidad de membrana semipermeable (concentrado primario)
- 11: Válvula de control del volumen de flujo del concentrado de la primera unidad de membrana semipermeable
- 12: Segundo dispositivo de dosificación de inhibidor de escamas
- 40 13: Segundo dispositivo de dosificación de álcali
- 14: Bomba de refuerzo
- 15: Segunda unidad de membrana semipermeable
- 16: Permeado de la segunda unidad de membrana semipermeable (permeado secundario)
- 17: Concentrado de la segunda unidad de membrana semipermeable (concentrado secundario)
- 45 18: Válvula del concentrado de la segunda unidad de membrana semipermeable
- 19: Dispositivo para ajuste de pH
- 20: Dispositivo de postratamiento
- 21: Tanque para agua de producto
- 22: Dispositivo para recuperación de energía
- 50 23: Proceso de desalinización
- 24: Válvula de paso de permeado primario
- 25: Agua de alimentación
- 26: Concentrado
- 27: Permeado
- 55 28: Sello
- 29: Conducto central
- 30: Membrana semipermeable
- 31: Material del canal del agua de alimentación
- 32: Material del canal del permeado
- 60 33: Línea de recirculación del concentrado de la segunda unidad de membrana semipermeable
- 34: Válvula de recirculación del concentrado de la segunda unidad de membrana semipermeable
- 35: Válvula de descarga del concentrado de la segunda unidad de membrana semipermeable
- 36: Válvula de retropresión
- 37: Línea de paso del permeado primario
- 65 38: Tanque para agua de alimentación
- 39: Presión manométrica del agua de alimentación

- 40: Presión manométrica del concentrado
- 41: Presión manométrica del primer permeado
- 42: Presión manométrica de la segunda agua de alimentación
- 43: Presión manométrica del segundo permeado
- 5 44: Presión manométrica del segundo concentrado
- 45: Válvula de ajuste de presión
- 46: Válvula de paso
- 47: Válvula de retropresión del permeado
- 48: Junta tórica
- 10 49: Unión del conducto
- 50: Tapón
- 51: Elemento de membrana
- 52: Vaso de presión

15 **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

En primer lugar, el flujo básico del método para producir agua dulce de acuerdo con la presente invención se describirá con referencia a un diagrama del patrón mostrado en la Fig. 1.

20 El aparato para producir agua dulce mostrado en la Fig. 1 está básicamente equipado con un dispositivo de pretratamiento 2, tal como un filtro que lleva a cabo un pretratamiento en el agua bruta (agua de mar) 1, un tanque para agua pretratada 5 que almacena el agua pretratada según sea necesario, al menos una primera unidad de membrana semipermeable que trata el agua pretratada almacenada en el tanque para agua pretratada 5, procesos de desalinización 23 (p. ej., 23a a 23n) que tienen una segunda unidad de membrana semipermeable 15, un dispositivo de ajuste de pH 19 del permeado de la segunda membrana semipermeable, un dispositivo postratamiento 20 y un tanque para el agua de producto 21. En los procesos de desalinización 23 hay una pluralidad de estos como se muestra en las Fig. 23a a 23n, y estos se disponen en paralelo unos de otros.

30 En la corriente arriba de la primera unidad de membrana semipermeable 8 y la segunda unidad de membrana semipermeable 15 que constituye un proceso de desalinización 23 hay una bomba de alta presión 7 y una bomba de refuerzo 14 usados para aumentar la presión del agua de alimentación de las respectivas unidades de membrana semipermeable, además, en la corriente arriba de la primera unidad de membrana semipermeable 8 hay un dispositivo de dosificación de ácido 6 para disminuir un pH y en la corriente arriba de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 hay un dispositivo de dosificación de álcali 13 para elevar el pH. En el lado del concentrado (concentrado primario) 10 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 hay un dispositivo de recuperación de energía 22 para recuperar la energía del concentrado primario 10.

40 En dicho aparato para producir agua dulce, el agua de mar 2, en respuesta a su turbidez, como tal, o después de un pretratamiento con un dispositivo de pretratamiento 2, se suministra a la primera unidad de membrana semipermeable 8 a través de la bomba de alta presión 7. En este momento, de acuerdo con las circunstancias, para aumentar el factor de rechazo del boro de la primera unidad de membrana semipermeable 8 se añade un inhibidor de escamas y álcali a través de un primer dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 3 y un primer dispositivo de dosificación del álcali 4.

45 En la primera unidad de membrana semipermeable 8 se pueden eliminar casi todas las sustancias solubles en el agua de mar, el permeado (permeado primario) 9 del que se han eliminado los solutos de la primera unidad de membrana semipermeable 8 se envía a una segunda unidad de membrana semipermeable 15. Por otro lado, el concentrado (concentrado primario) 10 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 se descarga en el mar etc. después de recuperar la energía de presión mediante un dispositivo de recuperación de la energía 22. En el presente documento, el control del volumen de flujo del permeado de la primera unidad de membrana semipermeable 8 se puede realizar ajustando la salida de la bomba de alta presión 7 y también mediante una válvula de control del volumen de flujo del concentrado 11. Con respecto a la recuperación de la energía de presión, generalmente solo se aplica a una primera unidad de membrana semipermeable desde el punto de rendimiento de costes, pero puede no ser un problema recuperar energía para lo cual hay un dispositivo de recuperación de energía en el lado del concentrado 17 a una segunda unidad de membrana semipermeable.

60 Después, de acuerdo con las circunstancias, se añade un inhibidor de escamas al permeado primario 9 mediante un segundo dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 12: después de elevar el pH del mismo a un pH más alto que el del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8 usando un segundo dispositivo de dosificación de álcali 13, la presión se eleva mediante una bomba de refuerzo 14 y el permeado se suministra a una segunda unidad de membrana semipermeable 15. En la segunda unidad de membrana semipermeable 15, los solutos se eliminan después del agua de alimentación, de modo que se obtiene un permeado secundario 16 con una calidad del agua muy alta.

65 En el presente documento, como lugar para añadir un inhibidor de escamas al agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 usando el segundo dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 12,

es preferentemente cadena arriba de un segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 para evitar el depósito de escamas en las proximidades de un puerto de adición de álcali de un segundo dispositivo de dosificación de álcali 13.

- 5 Adicionalmente, de acuerdo con las necesidades, es preferible que estén provistos de un tanque de mezclado y un mezclador en línea para estimular la mezcla en el lado cadena debajo de la dosificación del inhibidor de escamas y el álcali.

10 El caso en el que la calidad del agua del permeado primario 9 sea buena, como se ilustra en la Fig. 2, está provisto con una línea de paso del permeado primario y abriendo una válvula paso del permeado primario 24, solo parte del permeado primario 9 también se puede tratar con la segunda unidad de membrana semipermeable 15. En el presente documento, la Fig. 2 es el mismo modo que en la Fig. 1 a excepción de que está provisto de una línea de paso del permeado primario 37 y una válvula paso del permeado primario 24.

15 El permeado secundario 16 está solo o mezclado con el permeado primario, después se reduce el pH mediante un dispositivo de ajuste del pH 19; después de realizar un ajuste, tal como la dosificación del tiempo, mediante un dispositivo postratamiento 20 para ajustar los componentes, se almacena en un tanque para el agua de producto 21.

20 Por otro lado, el concentrado (concentrado secundario) 17 de la segunda unidad de membrana semipermeable se descarga en el mar etc. En la segunda unidad de membrana semipermeable, dado que el permeado primario 9 se usa como agua de alimentación (agua a trata) de la segunda unidad de membrana semipermeable 15, al agua de alimentación se añaden álcali y un inhibidor de escamas según sea necesario, los sólidos suspendidos y similares se eliminan suficientemente hasta que se aclara; no obstante, hay muchos casos en los que el pH se eleva debido a la dosificación de álcali. Por tanto, cuando el concentrado secundario 17 se descarga, es preferible descargar después del ajuste del pH de acuerdo con la situación. En este caso, en la presente invención, dado que el concentrado de líneas que realizan el lavado ácido es ácido, la dosificación de ácido necesario para ajustar el pH se reduce preferentemente mezclando concentrados descargados de cada proceso de desalinización y se sacan.

25 Además, en la presente invención, como se muestra en la Fig. 3, al menos parte del concentrado (concentrado secundario) 17 de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se puede recircular como agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8. Realizar la recirculación o no está particularmente restringido y se puede determinar adecuadamente a partir de la calidad del agua del concentrado (concentrado secundario) 17 de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 etc. En el presente documento, la Fig. 3 es el mismo modo que en la Fig. 1, a excepción de que al menos parte del concentrado (concentrado secundario) 17 de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se recircula como agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8.

30 Como se muestra en la Fig. 4, una válvula de retropresión 36 está en el lateral del permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 y una presión que funciona en la primera unidad de membrana semipermeable 8 se puede ajustar mediante la válvula de retropresión 36. Al hacer esto, la salida de la bomba de presión alta 7 no tiene que cambiar, por tanto, la energía que tiene el concentrado se ha elevado, se puede recuperar más energía mediante un dispositivo de recuperación de energía 22. En el presente documento, aunque no se muestra en la figura, hay una válvula de retropresión también en el lado del permeado de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 y se puede realizar de forma similar. La Fig. 4 es el mismo modo que en la Fig. 1, a excepción de que la válvula de retropresión 36 está en el lado del permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8.

35 En el presente documento, en la presente invención, aunque un proceso para producir agua dulce tiene una pluralidad de procesos de desalinización 23 tratando en paralelo el permeado de una primera unidad de membrana semipermeable 8 de la cual se eleva el pH con una segunda unidad de membrana semipermeable 15, temporalmente el pH del agua bruta o del agua pretratada para parte de los procesos de desalinización (por ejemplo, 23a) disminuye y se suministra a la primera unidad de membrana semipermeable 8. De este modo, se hace posible desalinizar de forma continua llevando a cabo un lavado ácido de la parte de los procesos de desalinización (por ejemplo, 23a). Cuando el proceso de este lavado ácido se realiza de forma secuencial con un retraso adecuado en todos los procesos de desalinización, se hace posible llevar a cabo el lavado ácido de todos los procesos de desalinización produciendo agua dulce.

40 En la presente invención, tratando una segunda unidad de membrana semipermeable 15 elevando un pH del permeado de una primera unidad de membrana semipermeable 8, un pH del permeado de la primera unidad de membrana semipermeable 8 en la parte de los procesos que llevan a cabo el lavado ácido (por ejemplo, 233^a) se reduce más que el del agua de alimentación de una segunda unidad de membrana semipermeable 15 en otros procesos de desalinización que no llevan a cabo el lavado ácido (por ejemplo, 23b a 23n), el permeado se suministra a la segunda unidad de membrana semipermeable 15 y también el permeado obtenido de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se mezcla con los permeados obtenidos de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 en otros procesos de desalinización que no llevan a cabo lavado ácido (por ejemplo, 23b a 23n). Es decir, la entrada de ácido del lavado en la parte de los procesos de desalinización (por ejemplo, 23a) se usa para neutralizar la entrada de álcali para eliminar el boro en otros procesos de desalinización (por ejemplo, 23b a 23n).

Por tanto, una entrada de ácido del lavado en la parte de los procesos de desalinización (por ejemplo, 23a) y una entrada de álcali para eliminar el boro en otros procesos de desalinización (por ejemplo, 23b a 23n) no son necesarias para neutralizar cada uno de forma independiente, de modo que es eficiente porque la cantidad absoluta del ácido y del álcali para ajustar el pH puede reducirse considerablemente.

5 En lo sucesivo en el presente documento, respecto a un flujo específico en el lavado, el caso en el que el lavado del proceso de desalinización 23a se lleva a cabo en la Fig. 1 se explicará como ejemplo. En un proceso de desalinización 23a (parte del proceso de desalinización A) se acciona un dispositivo de dosificación de ácido 6 y se evita la contaminación de microbios de la primera unidad de membrana semipermeable 8 disminuyendo el pH del
10 agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8 (primera unidad de membrana semipermeable 8 A1). Durante esto se lleva a cabo una operación ordinaria sin accionar el dispositivo de dosificación de ácido 6 en los procesos de desalinización residual 23b a 23n (otro proceso de desalinización B). En el proceso de desalinización 23a, después de fijar un pH bajo del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8 (primera unidad de membrana semipermeable A1) durante un tiempo predeterminado y
15 se realiza un tratamiento de prevención de la contaminación con microbios, el dispositivo de dosificación de ácido 6 se detiene y vuelve a las mismas condiciones de funcionamiento que en otros procesos de desalinización residual 23b a 23n (otro proceso de desalinización B) se ha llevado a cabo la operación ordinaria hasta la fecha. En el presente documento, para el lavado de todos los procesos de desalinización, se selecciona un proceso de desalinización entre los otros procesos de desalinización que se han realizado con la detención del dispositivo de dosificación de ácido 6 (por ejemplo, 23b) para realizar lavado ácido, el lavado ácido se realiza en el proceso de desalinización para evitar la contaminación por microbios. La realización de una operación de pH bajo de la primera unidad de membrana semipermeable 8 se repite en serie y es posible prevenir la contaminación por microbios en todos los procesos de desalinización.

25 En el presente documento, el pH del permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 (primera unidad de membrana semipermeable A1) en el proceso de desalinización 23a en el que se está añadiendo ácido al agua bruta es menor de o normal. No obstante, en la presente invención, cuando el permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 ((primera unidad de membrana semipermeable A1) en el que el pH es menor de lo habitual se suministra a una segunda unidad de membrana semipermeable 15 (segunda unidad de membrana semipermeable A2), no se añade álcali. Es decir, en el proceso de desalinización 23a que lleva a cabo lavado ácido, la operación del segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 se detiene. No obstante, en la presente invención, el permeado 16 de la primera segunda unidad de membrana semipermeable (segunda unidad de membrana semipermeable A2) en el proceso de desalinización 23a que lleva a cabo lavado ácido y el permeado 16 de la segunda unidad de membrana semipermeable (segunda unidad de membrana semipermeable B2) en otros procesos de desalinización 23b a 23n (otro proceso de desalinización B) que lleva a cabo dosificación de álcali antes de suministrarse a la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se mezclan; después, de acuerdo con las necesidades, que se ajustan mediante un dispositivo de ajuste de pH 19 a un pH adecuado para el agua de producto. Como resultado, la cantidad de ácido y álcali necesaria por el dispositivo de ajuste de pH 19 se puede disminuir considerablemente.

40 Adicionalmente, es preferible no realizar un ajuste del pH con el dispositivo de ajuste de pH 19 lo más posible. Es decir, se tiene en cuenta la fluctuación del pH en el postratamiento, un pH de un agua mixta del permeado 16 de la segunda unidad de membrana semipermeable (segunda unidad de membrana semipermeable A2) en el proceso de desalinización 23a (parte de la desalinización A) que lleva a cabo lavado ácido y el permeado 16 de la segunda unidad de membrana semipermeable (segunda unidad de membrana semipermeable B2) en otros procesos de desalinización 23b a 23n (otro proceso de desalinización B) que no lleva a cabo lavado ácido se fija, preferentemente, en un valor diana. Específicamente, en el caso en el que un pH aumenta cuando se añade un mineral en el postratamiento, es preferible que el pH del agua mixta se fije en un valor bajo. Por ejemplo, esto se puede realizar ajustando el número total de procesos de desalinización dispuestos en paralelo y la cantidad de ácido añadida (es decir, ajuste del pH del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8, el ajuste de del pH (ajuste de la dosificación del álcali) del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 en una operación ordinaria) y similares.

55 Al agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 (segunda unidad de membrana semipermeable A2) en el proceso de desalinización que lleva a cabo lavado ácido (parte de la desalinización A) no se añade álcali, por lo tanto el factor de rechazo de boro se deteriora en comparación con una operación ordinaria en la que se añade álcali. Por tanto, para que la influencia sea lo más baja posible, es preferible que el número (a) de los procesos de desalinización y un tiempo de operación (b) para disminuir el pH del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable satisfice lo siguiente:

$$20 \leq axb \leq 30, a \geq 12$$

65 Adicionalmente, la influencia sobre la calidad del agua de producto debido al inferior rendimiento de rechazo de boro en el proceso de desalinización que lleva a cabo lavado ácido (parte de la desalinización A), en otras palabras, el proceso en el cual no se añade álcali al agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable,

generalmente no suele suponer un problema porque el número de procesos que llevan a cabo lavado ácido es bajo en comparación con el de todos los procesos de desalinización. No obstante, en el caso en el que se necesite compensar la disminución de la calidad del agua de producto durante el lavado ácido, el factor de rechazo de boro aumenta aumentando la cantidad de álcali añadida en un proceso de operación ordinario (otro proceso de desalinización B) en el que se añade álcali, mezclando con el permeado durante el choque ácido, es posible obtener

5 agua de producto con la misma concentración de boro, como es el caso cuando no se realiza lavado ácido. Al mismo tiempo, como se ha descrito anteriormente, en la corriente arriba de la primera unidad de membrana semipermeable 8, de acuerdo con las necesidades, se proporciona un primer dispositivo de dosificación de inhibidor de escamas 3 que añade un inhibidor de escamas al agua bruta de la primera unidad de membrana semipermeable 8 y un primer dispositivo de dosificación de álcali que añaden un álcali para elevar el pH del agua bruta de la primera

10 unidad de membrana semipermeable 8. Asimismo, de acuerdo con la necesidad, en la corriente arriba de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se proporciona un segundo dispositivo de dosificación de inhibidor de escamas 12 que añaden un inhibidor de escamas al agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 (permeado primario 9). El primer dispositivo de dosificación de álcali 4 no es esencial para llevar

15 a cabo la presente invención, pero, por ejemplo, cuando se añade álcali a únicamente la segunda unidad de membrana semipermeable 15 para eliminar el boro, en particular, las escamas tienden a precipitar. Por tanto, cuando se añade álcali al agua bruta de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 mientras se añade álcali al agua bruta de la primera unidad de membrana semipermeable 8, existe un efecto de que el pH de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se puede hacer relativamente bajo. No obstante, con respecto a la dosificación de álcali a la primera unidad de membrana semipermeable 8, la cantidad de dosificación aumenta porque el volumen es grande dependiendo de los lugares, lo que va en demérito de los costes. Además, en la presente invención se añade ácido al agua de alimentación de parte de la primera unidad de membrana semipermeable 8 mediante el dispositivo de dosificación de ácido 6 y, por tanto, cuando el álcali se añade antes de esto, el ácido requerido aumenta únicamente este tanto. Después, en la presente invención, preferentemente se

20 adopta un método en el que no se añade álcali al agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8, o como se ilustra en la Fig. 5, se proporciona un dispositivo de dosificación de álcali 4, por separado en cada proceso de desalinización, el dispositivo de dosificación de álcali 4 se detiene en un proceso de desalinización en el que se añade ácido al agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable y el dispositivo de dosificación de álcali 4 se acciona en otro proceso de desalinización que lleva a cabo una

25 operación ordinaria. En el presente documento, la Fig. 5 es el mismo modo que la Fig. 1 a excepción de que un dispositivo de dosificación de álcali 4 se proporciona por separado en cada proceso de desalinización.

En la presente invención, como método para disminuir un pH de agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8. Un método de dosificación a una línea de agua de alimentación mediante una bomba de dosificación química es un general. En el proceso de la presente invención, dado que la mezcla se realiza con una bomba a alta presión, se piensa que no surge ningún problema en el mezclado básico. No obstante, es posible facilitar la mezcla equipando un mezclador de línea en un punto después de la dosificación o equipando un tanque de mezclado en un punto de la dosificación. Un método para disminuir el pH no está particularmente limitado, pero el ácido sulfúrico es el más preferentemente usado por la intensidad del ácido y una fácil manipulación. Cuando se usa

35 agua de mar como agua bruta, es preferible fijar un pH del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8 de 4 o menos capaz de matar la mayoría de los hongos. El pH del permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 tiende a ser mayor en aproximadamente 1 que el pH del agua de alimentación en una región ácida. También, como se describe a continuación, en un proceso de desalinización en el que se lleva a cabo una operación ordinaria sin lavado ácido (otro proceso de desalinización B), es preferible fijar un

40 pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 de 8 o más para mejorar el funcionamiento del rechazo de boro, 9 o más para obtener otros efectos mayores. A partir de esto, es preferible fijar un pH del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable 8 en 4 o menos basadas en la intención de la presente invención de que las secuencias de la dosificación de álcali se neutralizan por las secuencias de la dosificación de ácido.

50 La operación para disminuir un pH es, preferentemente, 0,5 horas o más, 2,5 horas o menos al día en un proceso de desalinización porque puede suprimir la proliferación de los microbios con eficiencia. Cuando es 0,5 horas o más, la proliferación de los microbios puede suprimirse suficientemente, mientras que cuando es más de 2,5 horas, el efecto de supresión de la proliferación alcanza el límite. Por tanto, cuando se fija en 2,5 horas o menos, se evita la proliferación de los microbios y se evita la disminución de la calidad del agua producto y los costes químicos para la dosificación de ácido también se pueden suprimir.

60 Por otro lado, como pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 en el proceso de desalinización en el que no se realiza lavado ácido (otro proceso de desalinización B), preferentemente se fija en 8 o más para mejorar el rendimiento en el rechazo de boro. Para exhibir este efecto más suficientemente, preferentemente se fija en 9 o más. De este modo, es posible mejorar un factor de rechazo de una membrana de ósmosis inversa mediante ionización del boro que generalmente no se disocia en agua de mar.

65 La operación para disminuir un pH hace fácilmente que la calidad de agua del agua producto sea estable en el tiempo realizándolo en los procesos de desalinización que se cambia secuencialmente, pero temporalmente se puede llevar a cabo una operación ordinaria que suministra agua bruta o agua pretratada a la primera unidad de

membrana semipermeable 8 como es sin disminuir el pH en todos los procesos de desalinización.

En el caso de llevar a cabo una operación ordinaria en la que el agua bruta o agua pretratada se suministra a la primera unidad de membrana semipermeable 8 como es sin disminuir el pH en todos los procesos de desalinización temporalmente, durante los cuales se lleva a cabo lavado ácido en parte de los procesos de desalinización (proceso de desalinización A), es preferible fijar un pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 en el proceso de desalinización en el que no se realiza lavado ácido (otro proceso de desalinización B) que sea mayor que un pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 en la operación ordinaria (otro proceso de desalinización B2). Al hacer esto, es posible hacer que la concentración de boro del permeado obtenido del proceso de desalinización en el que no se realiza un lavado ácido (otro proceso de desalinización B) sea baja; y mezclando el permeado que tiene una elevada concentración de boro obtenida de los procesos de desalinización que llevan a cabo lavado ácido (proceso de desalinización A) con el permeado que tiene una concentración de boro baja, es posible mantener la concentración de boro son deteriorar la concentración de boro del permeado después de mezclar. En este momento, un proceso de desalinización para elevar un pH de agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 puede ser la totalidad de los procesos de desalinización en los que no se lleva a cabo lavado ácido, o puede ser parte del mismo.

Como se ilustra en la Fig. 2, en el caso en el que se realiza una operación en la que se trata solo parte del permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 mediante la segunda unidad de membrana semipermeable 15, cabe mencionar que el mantenimiento de la calidad del agua se lleva a cabo mediante el ajuste de pH descrito anteriormente, pero se pueden obtener efectos similares ajustando el volumen del flujo de la línea de paso 37. Es decir, en el caso en el que se suministra agua bruta o agua pretratada a la primera unidad de membrana semipermeable 8 como es sin disminuir el pH en todos los procesos de desalinización temporalmente, durante el cual el lavado ácido se realiza en parte de los procesos de desalinización (proceso de desalinización A), el volumen de agua del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable en uno cualquiera de los procesos de desalinización (permeado residual b) se hace más largo que el del agua de alimentación en una operación ordinaria de la segunda unidad de membrana semipermeable (es decir, el volumen de flujo del paso se reduce o no hay paso). De este modo, asimismo la concentración de boro se puede mantener constante, que es un método de control preferible. En este caso, como proceso de desalinización para ajustar el volumen de flujo del paso, puede ser un proceso de desalinización que lleva a cabo lavado ácido, un proceso de desalinización en una operación ordinaria o ambos procesos de desalinización. Además, por ejemplo, puede ser parte del proceso de desalinización entre los procesos de desalinización en una operación ordinaria o parte del proceso de desalinización entre los procesos de desalinización que llevan a cabo lavado ácido. Adicionalmente, como se ilustra en la Fig. 2, en el caso en el que se realiza una operación en la que solo parte del permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 es tratada por la segunda unidad de membrana semipermeable 15, cabe citar que el mantenimiento de la calidad del agua se lleva a cabo mediante el ajuste de pH descrito adicionalmente y el ajuste del volumen del flujo.

Como álcali añadido en un primer dispositivo de dosificación de álcali 4 y un segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 se pueden ilustrar hidróxido sódico, hidróxido cálcico, hidróxido potásico, bicarbonato sódico, hidróxido amónico y similares, y no hay restricciones particulares. No obstante, para evitar un incremento del componente de escamas en el agua de mar, es mejor no usar calcio ni magnesio. El intervalo aceptable de dosificación de álcali se fija adecuadamente en función de la resistencia del álcali de la membrana semipermeable o un intervalo aceptable hasta la generación de escamas añadiendo álcali.

Adicionalmente, aunque no se muestra en la figura, es preferible que haya un mezclador en línea justo después del primer dispositivo de dosificación de álcali 4 y el segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 o un puerto de dosificación de álcali está directamente en contacto con el flujo del agua de mar, de modo que se previene la precipitación de las escamas del puerto de dosificación. De hecho, también es preferible añadir un inhibidor de escamas al agua de mar antes de añadir álcali como se ha descrito anteriormente. La cantidad (concentración) de inhibidor de escamas añadida en la primera unidad de membrana semipermeable 8 y la segunda unidad de membrana semipermeable 15 generalmente está determinada por una condición en la que el agua de alimentación de la unidad de membrana semipermeable en la que las escamas precipitan con más facilidad está más concentrada, es decir la concentración de sal, la composición, la temperatura, el pH etc. en el concentrado.

Como inhibidor de escamas añadido desde un primer dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 3 y un segundo dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 12, puede ser uno que forme un complejo con un metal, un ion metálico o similares en solución para solubilizar el metal o la sal metálica, y se pueden usar polímeros o monómeros iónicos orgánicos o inorgánicos. Como polímero iónico orgánico se pueden usar polímeros sintéticos tales como ácido poliacrílico, poliestireno sulfonado, poliacrilamida y poliarilamida, polímeros naturales tales como carboximetilcelulosa, quitosano y ácido algínico; y como monómeros etilendiaminotetraacetato (EDTA) y similares. Como inhibidor inorgánico de escamas se puede usar polifosfato y similares.

Entre estos inhibidores de escamas, preferentemente se usan polifosfato y etilendiaminotetraacetato desde los puntos de vista de la disponibilidad y la fácil manipulación, tales como la solubilidad y el precio. El polifosfato, tipificándose mediante hexametáfosfato sódico, es una sustancia de tipo ácido fosfórico inorgánico polimerizado que tiene dos o más átomos de fósforo en una molécula, un metal alcalino y un metal alcalino están unidos con átomos

de ácido fosfórico etc. Como polifosfato típico, tetrapirofosfato sódico, dipirofosfato sódico, tripolifosfato sódico, tetrapolifosfato sódico, heptapolifosfato sódico, decapolifosfato sódico, metafosfato sódico, hexametaposfato sódico y sus sales de potasio.

5 En la presente invención, la calidad del agua de alimentación proporcionada a la primera unidad de membrana semipermeable 8 está, preferentemente, limpia y tiene pocos depósitos de incrustaciones en una membrana semipermeable. Para ello, en primer lugar, la calidad del agua en un punto de entrada es, preferentemente, buena, Cuando el agua superficial está contaminada, preferentemente se usa como agua bruta el agua de infiltración, como el agua subterránea. Dependiendo de la calidad del agua del agua bruta, es preferible realizar un pretratamiento del
10 agua bruta, tal como eliminación de los componentes sólidos suspendidos y esterilización. Mediante estos tratamientos, es posible evitar la disminución del rendimiento en la primera unidad de membrana semipermeable 8 y en la segunda unidad de membrana semipermeable 15, otros procesos posteriores, y llevar a cabo una operación estable durante un periodo de tiempo prolongado en el aparato de tratamiento. Un tratamiento específico se puede seleccionar adecuadamente basadas en un estado del agua bruta, tal como agua de mar.

15 En el caso en el que se tienen que eliminar del agua bruta sólidos suspendidos, las aplicaciones de filtración con arena, membrana de microfiltración y membrana de ultrafiltración son eficaces. En este caso, cuando hay muchos microbios, tales como bacterias y hongos, preferentemente se añade desinfectante. Es preferible usar cloro para esterilizar, por ejemplo se puede añadir gas cloro o hipoclorito sódico al agua bruta en un intervalo de 1 a 5 mg/ml como cloro libre. En este caso, existe un caso en el que un desinfectante específico no tiene durabilidad química dependiendo de las membranas semipermeables; en este caso, preferentemente se añade en un lado corriente
20 arriba en la dirección del flujo del agua de alimentación como sea posible, además, es preferible invalidar el desinfectante en las proximidades de la entrada de agua bruta de la primera unidad de membrana semipermeable 8. Por ejemplo, en la esterilización con cloro libre, el efecto de esterilización se exhibe en su potencia oxidante. No obstante, dado que se sabe que el cloro libre también descompone oxidativamente sustancias poliméricas que constituyen una membrana semipermeable, es preferible invalidar el cloro libre residual no contribuyendo a la esterilización con un agente reductor (es decir, debilitando marcadamente la potencia oxidante). Específicamente, la concentración del cloro libre se mide, basándose en esta medición, la cantidad de dosificación del gas cloro o del hipoclorito sódico se puede controlar, o se puede añadir un agente reductor tal como hidrógeno sulfato sódico.

30 En el caso en el que hay bacterias, proteínas componentes orgánicos naturales y similares aparato de los sólidos suspendidos, también es eficaz añadir un agente de agregación, tal como policloruro de aluminio, sulfato de aluminio y cloruro de hierro (III). El agua de alimentación agregada se precipita después en una placa inclinada etc., seguida de filtración con arena o filtración mediante membrana de microfiltración y membrana de ultrafiltración, en la que una pluralidad de membranas de fibras huecas están agrupadas, de modo que se puede obtener agua de alimentación adecuada para pasar a través de una membrana semipermeable en las etapas posteriores. En particular, al añadir un agente de agregación, es preferible ajustar el pH para una agregación fácil, generalmente el pH es de 5 o más, inferior a 8 y, preferentemente, inferior a 7.

40 Adicionalmente, cuando el pH se reduce añadiendo un agente de agregación, con respecto a un proceso de desalinización que no lleva a cabo lavado ácido (otro proceso de desalinización B), el factor de rechazo de boro se disminuye cuando el pH no se eleva antes de la primera unidad de membrana semipermeable 8 y, por tanto, preferentemente se añade álcali antes de la primera unidad de membrana semipermeable 8 para elevar el pH. De este modo, como soluto que varía el rendimiento de rechazo mediante un cambio de pH en la unidad de membrana semipermeable, se indica uno como ácido carbónico, ácido nítrico y sílice cuyo grado de disociación cambia mediante el pH. Elevando el pH de estos solutos, se incrementa la proporción de rechazo [%] ($= 100 \times (1 - \text{concentración del permeado}) / \text{concentración del agua de alimentación}$). Por tanto, para mantener la concentración del permeado inferior a una concentración diana, tal como el patrón de la calidad del agua, preferentemente se añade álcali según sea necesario.

50 Por otro lado, en el caso en el que estén contenidas muchas sustancias orgánicas solubles en agua de mar, las sustancias orgánicas se pueden descomponer añadiendo gas cloro o hipoclorito sódico, y también se pueden eliminar mediante flotación en aire disuelto o filtración en carbono activado. En el caso en que estén contenidas muchas sustancias inorgánicas solubles, se puede añadir un agente quelante tal como electrolito polímero orgánico y hexametaposfato sódico, o se pueden intercambiar con iones solubles usando una resina de intercambio iónico. Cuando hay hierro y manganeso en un estado soluble, es preferible usar filtración por oxidación de aireación, filtración por oxidación por contacto y similares.

60 Al mismo tiempo, como agua bruta en la presente invención, no está particularmente limitada, incluyendo agua de mar, salmuera, agua de río, aguas subterráneas, drenajes y sus aguas tratadas, No obstante, existe una gran necesidad de un método de dos etapas para elevar el pH añadiendo álcali en la segunda etapa para eliminar sales en concentración elevada o eliminar altos niveles de boro. Por tanto, preferentemente se usa agua que contiene concentraciones elevadas de sales, tales como agua de mar o aguas tratadas de agua de mar, como agua bruta en la presente invención. Adicionalmente, a menudo se dice que el agua de mar generalmente tiene el total de la concentración de sales del 3 % o más en peso, pero hay casos en los que se mezcla fácilmente con agua dulce cerca de la boca del río y se convierte en el 4 % o más en peso en el agua de mar en Oriente Medio o un agua de

mar acumulada, por lo que no está limitada por la concentración total de la sal.

5 La bomba de presión alta 4 no está particularmente limitada y se puede escoger adecuadamente en función de una salida necesaria. No obstante, en la presente invención es necesario dar al agua de alimentación una proporción superior a la presión osmótica; por tanto, en el caso del agua de mar es, preferentemente, la capaz de proporcionar una presión de 3 MPa o más, más preferentemente de 5 MPa o mayor. Por otro lado, cuando una presión se da una presión marcadamente superior a la presión osmótica del agua bruta 1 a suministrar, no es preferible porque el flujo de permeación en la parte de la entrada de una primera membrana semipermeable se hace demasiado grande y las sustancias orgánicas presentes de forma infinitésima en el agua bruta precipitan y se fijan a la superficie de la membrana, deteriorando el funcionamiento de la membrana. Por tanto, es preferible proporcionar una presión tal que un flujo de permeación diferencial en la parte de la entrada se hace $1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{día}$ o menos, preferentemente $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{día}$ o menos. Adicionalmente, el flujo de permeación diferencial se puede obtener basándose en la fórmula de cálculo descrita a continuación.

15 La bomba de refuerzo 14 no está particularmente limitada. Dado que está dirigida a suministrar permeado de una primera membrana semipermeable y la presión osmótica apenas tiene que considerarse, puede ser una presión baja y un volumen de flujo bajo en comparación con la bomba de presión alta 7. Como presión específica, es preferible una capaz de cargar una presión máxima de 2 MPa.

20 Como una primera unidad de membrana semipermeable 8 y una segunda unidad de membrana semipermeable 15 se puede usar un dispositivo de separación (elemento) de fluidos en el que una membrana de fibras huecas o una membrana de lámina plana están acomodada en un alojamiento para su fácil manipulación. En el caso en el que este elemento está formado por una membrana de lámina plana, como se muestra en la Fig. 6, por ejemplo, es una estructura preferible que una unidad de membrana que contiene una de membrana semi-permeable 30, un material del canal del permeado 32 tal como tricot, y un material del canal del agua de alimentación 31 tal como una red de plástico se enrolla varias veces alrededor de un conducto central cilíndrico 29 en el que se han perforado muchos agujeros y estos están acomodados en alojamientos cilíndricos. También es preferible un módulo de membrana en el que una pluralidad de elementos están conectados en serie o en paralelo. En este elemento, el agua de alimentación 25 se suministra en la unidad desde un extremo y hasta que alcance el otro extremo, el permeado 27 que atravesó una membrana semipermeable 30 se hace fluir hacia en conducto central 29, que sale del conducto central 29 por el otro extremo. Por otro lado, el agua de alimentación 25 que no atraviesa la membrana semipermeable 30 sale como concentrado 26 por el otro extremo.

35 Como material para la membrana semipermeable 30, se pueden usar materiales poliméricos tales como polímero de tipo acetato de celulosa, poliamida, poliéster, poliamida y polímero vinílico. La estructura de la membrana puede ser una membrana asimétrica que tenga una capa densa en al menos una superficie de la membrana y microporos con un diámetro de poro gradualmente más grande hacia el interior de la membrana i la otra superficie de la capa densa, un una membrana compuesta que tiene una capa funcional muy fina formada por un material diferente en la capa densa de la membrana asimétrica.

40 No obstante, por encima de todo, es preferible una membrana compuesta por una capa funcional hecha de poliamida que tiene una elevada resistencia a la presión y una permeabilidad elevada, así como un rendimiento del rechazo del soluto alto y un excelente potencial. En particular, cuando se usa agua de mar como agua bruta, es necesario cargar una presión mayor que la presión osmótica en la primera unidad de membrana semipermeable, y a menudo se carga sustancialmente una presión de operación de al menos 5 MPa. Para mantener una permeabilidad alta y el rendimiento del rechazo contra esta presión, es adecuada una estructura que use poliamida como capa funcional, que se mantiene mediante un soporte que consiste en una membrana porosa y un paño no tejido. Como la membrana semipermeable de poliamida, es adecuadamente una membrana semipermeable compuesta que tiene una capa funcional de poliamida reticulada obtenida mediante una reacción de policondensación de una amina multifuncional con un haluro ácido multifuncional como soporte.

50 Preferentemente, la capa funcional es una que está hecha de poliamida reticulada con una elevada estabilidad química al ácido o al álcali, o que consiste principalmente en poliamida reticulada. La poliamida reticulada se forma mediante policondensación de una amina multifuncional y un haluro ácido multifuncional y es preferible que contenga un compuesto que tiene un grupo trifuncional o más en al menos uno de los componentes de amina multifuncional y un haluro ácido multifuncional.

60 En el presente documento, una amina multifuncional significa una amina que tiene al menos dos grupos aminos primario y/o secundario en una molécula; por ejemplo, se pueden enumerar aminas multifuncionales aromáticas en las que dos grupos aminos están unidos con benceno en una cualquiera de las relaciones posicionales orto, meta y para, tal como fenilendiamina, xilendiamina, ,3,5-triaminobenceno, 1,2,4-triaminobenceno y ácido 3,5-diaminobenzoico; aminas alifáticas tales como etilendiamina y propilendiamina; aminas multifuncionales alicíclicas tales como 1,2-diaminociclohexano, 1,4-diaminociclohexano, piperazina, 1,3-bispiperidilpropano y 4-aminometilpiperazina y similares. Por encima de todo, teniendo en cuenta el aislamiento selectivo, la permeabilidad de la membrana y la resistencia al calor, son preferibles las aminas multifuncionales aromáticas y como tales aminas multifuncionales aromáticas preferentemente se usan m-fenilendiamina, p-fenilendiamina y 1,3,5-triaminobenceno.

Además, por la fácil disponibilidad y la fácil manipulación se usa más preferentemente m-fenilendiamina (en lo sucesivo en el presente documento denominada m-PDA). Estas aminas multifuncionales se pueden usar solos o en una mezcla de las mismas.

5 Un haluro de ácido multifuncional que tiene al menos dos grupos de haluro de carbonilo en una molécula. Por ejemplo, como haluro trifuncional se pueden enumerar cloruro de ácido trimésico, cloruro de ácido 1,3,5-tricarboxílico ciclohexano, 1,2,4-ciclobutano tricarbónico y similares; como haluro difuncional se pueden enumerar haluros ácidos difuncionales aromáticos tales como cloruro de ácido bifenildicarboxílico, cloruro de ácido carboxílico de bifenilo, cloruro de ácido dicarbónico azobenceno, cloruro de ácido tereftálico, cloruro de ácido isoftálico y
10 cloruro de ácido dicarbónico naftaleno; haluros difuncionales alifáticos tales como cloruro de adipóilo y cloruro de sebacoóilo; y cloruros de ácidos difuncionales alicíclicos tales como cloruro de ácido dicarbónico ciclopentano, cloruro de ácido dicarbónico ciclohexano y dicloruro de ácido dicarbónico tetrahidrofurano. Teniendo en cuenta la reactividad con aminas multifuncionales, los haluros de ácido multifuncional son, preferentemente, cloruros de ácido multifuncional; y teniendo en cuenta el aislamiento de la membrana y la resistencia al calor son preferibles los
15 cloruros de ácidos aromáticos multifuncionales. Por encima de todo, desde los puntos de vista de una fácil disponibilidad y una fácil manipulación, se usa más preferentemente cloruro de ácido trimésico. Estos haluros de ácido multifuncionales se pueden usar solos o en una mezcla de los mismos.

En la presente invención, una membrana semipermeable usada en la primera unidad de membrana semipermeable
20 8 puede eliminar deseablemente solutos tales como iones y de otros tipos en agua de mar. En particular, con respecto al boro cuyo factor de rechazo es bajo en comparación con otros componentes, es preferible tener un rendimiento del rechazo de boro alto. Específicamente, como membrana semipermeable usada en la primera unidad de membrana semipermeable 8, se puede obtener agua dulce de alta calidad a partir de agua de mar adoptando aquella capaz de exhibir un rendimiento tal que el coeficiente de permeabilidad del agua pura L_p , es 3×10^{-12}
25 $m^3/m^2 \cdot Pa \cdot s$ o más y el coeficiente de permeabilidad del boro P_b es 400×10^{-9} m/s o menos cuando se suministra un agua de mar artificial que tiene una concentración total de sal de 3,5 % en peso, pH de 7,0 y una temperatura de 25 °C mediante una presión de operación de 5,5 MPa.

En el presente documento, el agua de mar artificial que tiene una concentración total de sal de 3,5 % en peso es la
30 que se prepara en una composición: NaCl = 23,926 g/l, Na₂SO₄ = 4,006 g/l, KCl = 0,738 g/l, NaHCO₃ = 0,196 g/l, MgCl₂ = 5,072 g/l, CaCl₂ = 1,147 g/l, y H₃BO₃ = 0,0286 g/l.

El coeficiente de permeabilidad del agua pura L_p y el coeficiente de permeabilidad del boro P_b se pueden obtener mediante el método siguiente teniendo en cuenta un fenómeno de polarización de la concentración en la superficie
35 de la membrana. Por ejemplo, cuando se mide usando una membrana plana, por medio de una célula de membrana plana mostrada en un documento de M. Taniguchi et al. (Journal of Membrane Science, vol. No.183, p259-267, 2000 (en lo sucesivo denominado Referencia 1)), se miden el flujo de permeación J_v y la concentración del permeado TDS C_p de agua de mar artificial y L_p , P_b se calculan mediante la fórmula siguiente.

$$40 \quad J_v = L_p (\Delta P - \Delta \pi)$$

$$L_s = P (C_m - C_p)$$

$$45 \quad J_{sb} = P_b (C_{mb} - C_{pb})$$

$$\Delta \pi = \pi (C_m) - \pi (C_p)$$

$$(C_m - C_p) / (C_t - C_p) = \exp (J_v / k)$$

$$50 \quad (C_{mb} - C_p) / (C_{tb} - C_{pb}) = \exp (J_v / k_b)$$

J_v : Flujo de permeación de agua pura [$m^3/m^2 \cdot s$]

J_s : Flujo de permeación de TDS (sólidos disueltos totales= contenido total de sal) [$kg/m^2 \cdot s$]

J_{sb} : Flujo de permeación de boro [$kg/m^2 \cdot s$]

55 L_p : Coeficiente de permeabilidad del agua pura [$m^3/m^2 \cdot Pa \cdot s$]

P : Coeficiente de permeabilidad de los TDS [m/s]

P_b : Coeficiente de permeabilidad del boro [m/s]

π (): Presión osmótica [Pa]

$\Delta \pi$: Diferencia de presión osmótica [Pa]

60 ΔP : Diferencia de presión de operación [Pa]

C_m : Concentración en la superficie de la membrana de TDS en agua bruta [kg/m^3]

C_t : Concentración vol. de TDS en agua bruta (canal interno) [kg/m^3]

- C_p : Concentración de TDS en el permeado [kg/m^3]
 C_{mb} : Concentración en la superficie de la membrana de boro en agua bruta [kg/m^3]
 C_{fb} : Concentración vol. de boro en agua bruta [kg/m^3]
 C_{pb} : Concentración de boro en el permeado [kg/m^3]
 5 k : Coeficiente de transferencia de masa de los TDS [m/s]
 K_b : Coeficiente de transferencia de masas de boro [m/s]

10 En el presente documento, la presión osmótica $\pi(\)$ se puede conocer mediante la denominada "fórmula de Miyake" mostrada en un documento por M. Taniguchi et al (AIChE Journal, vol. No. 46, p1967-1973, 2000 (en lo sucesivo denominada Referencia 2)). El Coeficiente de transferencia de masa de los TDS k es un valor determinado mediante una célula de evaluación, pero se puede obtener mediante un método osmótico o de un método de variación de la velocidad de flujo mostrado en la referencia 2 como una función de la superficie de la membrana Q [m^3/s] o la velocidad del flujo de membrana u [m/s].

15 En el caso de una célula de membrana plana mostrada en la referencia 1,

$$k = 1,63 \times 10^{-3} \cdot Q^{0,4053}$$

20 Después, el Coeficiente de transferencia de masas de boro k_b se puede calcular como se muestra en el mismo documento.

$$k/k_b = (D/D_b)^{0,75}$$

- 25 D : Coeficiente de difusión de los TDS [m^2/s]
 D_b : Coeficiente de difusión de boro [m^2/s]

30 Por tanto, las cantidades desconocidas L_p , P , P_b , C_m y C_{mb} se pueden calcular a partir de las fórmulas anteriores. En el caso de un elemento de membrana, como se muestra en la referencia 2, L_p y P se pueden calcular ajustando e integrando en la dirección longitudinal del elemento de membrana.

35 El flujo de permeación diferencial anterior también se explica. Primero, "diferencial" significa una posición específica en la dirección longitudinal de este elemento de membrana ajustando el cálculo de integración descrito anteriormente, se puede obtener con precisión mediante el perfil en la dirección longitudinal de este elemento de membrana obtenido finalmente. En el presente documento, en el caso en el que se usa una membrana semipermeable que tiene un factor de rechazo suficiente del 99 % o más en el rendimiento del rechazo de sal, la concentración en el permeado de TDS C_p es muy pequeña en comparación con la concentración voluminosa de TDS en agua bruta C_f y la presión osmótica π (C_p) puede ser insignificante; por tanto, se puede calcular del siguiente modo.

40 Es decir, el flujo de permeación diferencial $J_{v, IN}$ se puede obtener resolviendo una ecuación simultánea de $J_{v, IN}$ and $C_{m, IN}$ usando:

$$J_{v, IN} = L_p (\Delta P_{IN} - \Delta \pi_{IN})$$

$$J_{s, IN} = P (C_{m, IN})$$

45

$$\Delta \pi = \pi (C_m)$$

$$C_{m, IN} / C_{f, IN} = \exp (J_{v, IN} / k)$$

50 Para obtener una membrana semipermeable compuesta adecuada para la primera unidad de membrana semipermeable 8 que tenga un rendimiento de rechazo de boro tan alto, por ejemplo, cabe mencionar un método que haga que un grupo acilo alifático esté presente dentro o en la superficie, Específicamente, por ejemplo, se proporciona una capa funcional que tiene sustancialmente un rendimiento de separación de iones etc. en la membrana soporte microporosa que sustancialmente no tiene rendimiento de separación y un grupo acilo alifático se hace presente en el interior de la capa funcional y/o sobre la superficie de la capa funcional. El grupo acilo alifático puede estar presente en la capa funcional o sobre la superficie de la capa funcional mediante enlaces.

60 El método que hace que un grupo acilo alifático esté presente en la capa funcional no está particularmente limitado. Por ejemplo, una solución de haluro de ácido alifático se pone en contacto con la superficie de la capa funcional formada por una policondensación interfacial de una amina multifuncional y un haluro ácido multifuncional o un haluro de ácido alifático está presente de forma concomitante en una policondensación interfacial de una amina

multifuncional y un haluro ácido multifuncional, de modo que hace que el grupo esté presente en la capa funcional mediante enlace covalente. Es decir, al formar una capa funcional de poliamida en una membrana de soporte microporosa, una solución acuosa amina multifuncional, una solución del disolvente orgánico de un haluro ácido alifático y una solución del disolvente orgánico de un haluro ácido alifático que tiene los números de carbono de 1 a 4 diferentes, se pueden poner en contacto en una membrana de soporte microporosa a someter a una policondensación interfacial; o una solución acuosa de amina multifuncional, un haluro ácido multifuncional y una solución de disolvente orgánico que contiene un haluro ácido alifático que tiene números de carbono de 1 a 4 diferentes se pueden poner en contacto sobre una membrana de soporte microporosa a someter a una policondensación interfacial.

Un haluro ácido alifático tiene, preferentemente, un número de carbonos de 1 a 4 y, además, preferentemente, número de carbonos de 2 a 4. Como el número de carbonos es mayor, la reactividad de un haluro ácido alifático disminuye debido a la hidrancia estérica, el acceso de un haluro ácido multifuncional a un punto de reacción se hace difícil, lo que evita la formación de membranas lisas; de este modo, el rendimiento de la membrana se deteriora. Como tal haluro ácido alifático, existen cloruro de metanosulfonilo, cloruro de acetilo, cloruro de propionilo, cloruro de butirilo, cloruro de oxalilo, dicloruro de ácido malónico, dicloruro de ácido succínico, dicloruro de ácido maleico, dicloruro de ácido fumárico, cloruro de clorosulfonilacetilo, dicloruro de N,N-dimetilamonocarbonilo y similares. Estos se pueden usar solos o en 2 tipos o más al mismo tiempo; con el fin de tener un equilibrio de que una membrana se convierte en una estructura densa y la permeabilidad no se disminuye, es preferible que consista principalmente en cloruro de oxalilo.

El soporte que contiene una membrana de soporte microporosa es una capa que sustancialmente no tiene rendimiento de separación y se proporciona para dar una resistencia mecánica a una capa funcional de poliamida reticulada que sustancialmente tiene un rendimiento de separación. Se usa aquel en el que una membrana de soporte microporosa se forma en un material base tal como un paño o un paño no tejido.

La membrana de soporte microporosa es una capa que sustancialmente no tiene rendimiento de separación y se proporciona para dar una resistencia mecánica a una capa funcional de que sustancialmente tiene un rendimiento de separación. Tiene un microporo uniforme o un microporo gradualmente más grande de una superficie a la otra superficie y, preferentemente, es una membrana de soporte con una estructura con un tamaño del microporo de 10 nm o menor sobre la superficie de un lado.

El soporte descrito anteriormente se puede seleccionar de varios materiales comerciales tales como "Millipore filter VSWP" (nombre del producto) fabricado por Millipore Corporation y "Ultrafilter UK10" (nombre del producto) fabricado por Toyo Roshi Co., Ltd.; pero generalmente se puede producir de acuerdo con un método descrito en "Office of Saline Water Research and Development Progress Report " N° 359 (1968). Como material, normalmente se usan homopolímeros tales como polisulfona, poliamida, poliéster, acetato de celulosa, nitrato de celulosa y polivinilcloruro y su mezcla, pero preferentemente se usa polisulfona con estabilidades térmicas, químicas y mecánicas altas.

Por ejemplo, una membrana de soporte microporosa que tiene un microporo de varios 10 nm o menos de diámetro en casi toda la superficie se obtiene del siguiente modo: una solución de dimetilformamida (DMF) de la polisulfona anterior se vierte en un espesor constante sobre un paño de poliéster íntimamente tejido o un paño no tejido, que se somete a coagulación en húmedo en una solución acuosa que contiene dodecilsulfato sódico de 0,5 % en peso y DMF de 2 % en peso. Como material para la membrana de soporte microporosa preferentemente también se usan poliamida y poliéster aparte de polisulfona.

Ejemplos

La concentración de los sólidos totales disueltos (concentración de TDS) del permeado o el agua de alimentación se obtuvo mediante medición de la conductividad eléctrica de cada líquido mediante un medidor de la conductividad eléctrica (SC82 fabricado por Yokokawa Denki Co., Ltd.) y mediante la relación entre la concentración y la conductividad eléctrica del agua de mar artificial medida previamente con un agua de mar artificial. El pH se midió usando PH82 fabricado por Yokokawa Denki Co., Ltd.

Se constituyó el aparato de evaluación del flujo (en lo sucesivo denominado aparato X) mostrado en la Fig. 7. Adicionalmente, el número y el símbolo de la Fig. 7 significa lo mismo que se ha descrito anteriormente.

El aparato X se constituyó mediante un tanque de agua de alimentación 38, bomba de presión alta 7, un primera unidad de membrana semipermeable 8, bomba de refuerzo 14 y una segunda unidad de membrana semipermeable 15. La bomba de presión alta 7 está controlada en la salida por un inversos, la salida de la bomba de refuerzo 14 no está regulada, pero la presión cargada en el agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se controló sustancialmente mediante una válvula de ajuste de presiones 45. El volumen de flujo del permeado 9 de la primera unidad de membrana semipermeable 8 se hizo controlable mediante una válvula de control de flujo 11 del concentrado de la primera unidad de membrana semipermeable 11, y el volumen de flujo del permeado de la segunda unidad de membrana semipermeable se hizo controlable mediante una válvula de ajuste

de presiones 45, la válvula 18 y una válvula de retropresión 47. Como se muestra en la Fig. 8, la primera unidad de membrana semipermeable 8 se constituyó de un modo tal que cuatro elementos de membrana 51 de 10 cm de diámetro y 1 m de longitud completa se unieron en serie a través de una junta del conducto 49, el extremo de un lado se selló con un tapón 50 para proporcionar dos hileras en paralelo cargadas en un vaso de presiones 52. Como se muestra en la Fig. 9, a segunda unidad de membrana semipermeable 15 se constituyó de un modo tal que dos elementos de membrana 51 de 10 cm de diámetro y 1 m de longitud completa estuvieran unidos de forma similar en serie para producir una hilera cargada en el vaso de presión 52.

<Ejemplo de referencia 1>

Como operación ordinaria, el agua de mar cerca de una fábrica de Ehime de Toray Industries Inc. se pretrató mediante filtración con arena para eliminar los sólidos suspendidos y el agua de mar pretratada (concentración de TDS 3,4 % en peso, temperatura del agua 22 °C, pH = 7,5) se trató con un volumen de flujo 80 m³/día usando el aparato X. Como elemento de membrana de una primera unidad de membrana semipermeable, se usó SUB-810 fabricado por Toray Industries Inc.; como elemento de membrana de una segunda unidad de membrana semipermeable, se usó SU-710 fabricado por Toray Industries Inc. La operación se realizó mediante un factor de recuperación del 30 % en la primera unidad de membrana semipermeable, y un factor de recuperación del 75 % en la segunda unidad de membrana semipermeable. Adicionalmente, no se dosificó inhibidor de escamas mediante un primer dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas, no se dosificó álcali mediante un primer dispositivo de dosificación de álcali 4 y no se dosificó ácido mediante un dispositivo de dosificación de ácido 6. No obstante, para mejorar el rendimiento del rechazo de boro en la segunda unidad de membrana semipermeable, se añadió NaOH a través de un segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 y un pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se fijó en 9,0. Además, se añadió un inhibidor de escamas (SHMP, hexametáfosfato sódico) de 3 mg/l mediante un segundo dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 12, de modo que se previene la generación de escamas debido a la dosificación de álcali. Como resultado de la operación en estas condiciones, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS del permeado fue 1,1 mg/l, la concentración de boro fue 0,19 mg/l, y el pH del permeado fue 9,2. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 0 g/h, y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 fue 25 g/h.

<Ejemplo de referencia 2>

Como operación de lavado, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 1 a excepción de que se añadió ácido sulfúrico mediante un dispositivo de dosificación de ácido 6 antes de una primera unidad de membrana semipermeable 8, el pH del agua de alimentación en la primera unidad de membrana semipermeable 8 se fijó en 3,0, no se dosificó inhibidor de escamas mediante un segundo dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 12 antes de una segunda unidad de membrana semipermeable 15 y no se dosificó un álcali mediante un segundo dispositivo de dosificación de álcali 13. Como resultado, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS de permeado fue 1,5 mg/l, la concentración de boro fue 0,25 mg/l, y el pH del permeado fue 4,5. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 530 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 0 g/día.

<Ejemplo de referencia 3>

Como operación de lavado, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 1 a excepción de que se añadió ácido sulfúrico mediante un dispositivo de dosificación de ácido 6 antes de una primera unidad de membrana semipermeable 8, el pH del agua de alimentación en la primera unidad de membrana semipermeable 8 se fijó en 3,0. Como resultado, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS de permeado fue 1,1 mg/l, la concentración de boro fue 0,19 mg/l, y el pH del permeado fue 9,2. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 530 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 120 g/h.

<Ejemplo de referencia 4>

Como operación ordinaria, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 1 a excepción de que el pH del agua de alimentación en la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se fijó en 9,06. Como resultado, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS de permeado fue 1,1 mg/l, la concentración de boro fue 0,184 mg/l, y el pH del permeado fue 9,26. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 0 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 fue 25,4 g/h.

<Ejemplo de referencia 5>

Tras una operación continua durante 3 meses en las condiciones de ejemplo de referencia 1, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 1 a excepción de que como agua de mar pretratada a

alta temperatura (concentración de TDS 3,4 % en peso, temperatura del agua 27 °C, pH 7,5) y el pH del agua de alimentación en la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se fijó en 9,2. Como resultado, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS de permeado fue 2,6 mg/l, la concentración de boro fue 0,47 mg/l y el pH del permeado fue 9,3. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 0 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 fue 26 g/h.

<Ejemplo de referencia 6>

Como operación de lavado, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 1 a excepción de que se añadió ácido sulfúrico mediante un dispositivo de dosificación de ácido 6 antes de una primera unidad de membrana semipermeable 8, el pH del agua de alimentación en la primera unidad de membrana semipermeable 8 se fijó en 3,0, no se dosificó inhibidor de escamas mediante un segundo dispositivo de dosificación del inhibidor de escamas 12 antes de una segunda unidad de membrana semipermeable 15 y no se dosificó un álcali mediante un segundo dispositivo de dosificación de álcali 13. Como resultado, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS de permeado fue 2,9 mg/l, la concentración de boro fue 0,67 mg/l, y el pH del permeado fue 4,6. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 520 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 0 g/día.

<Ejemplo de referencia 7>

Como operación de lavado, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 1 a excepción de que se añadió ácido sulfúrico mediante un dispositivo de dosificación de ácido 6 antes de una primera unidad de membrana semipermeable 8, el pH del agua de alimentación en la primera unidad de membrana semipermeable 8 se fijó en 3,0. Como resultado, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS de permeado fue 2,8 mg/l, la concentración de boro fue 0,47 mg/l y el pH del permeado fue 9,3. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 520 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 125 g/h.

<Ejemplo de referencia 8>

Como operación ordinaria, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 5 a excepción de que el pH del agua de alimentación en la segunda unidad de membrana semipermeable 15 se fijó en 9,26. Como resultado, el volumen de flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS de permeado fue 2,7 mg/l, la concentración de boro fue 0,45 mg/l, y el pH del permeado fue 9,41. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 0 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 fue 27 g/h.

<Ejemplo de referencia 9>

Como operación ordinaria, la operación se realizó en las mismas condiciones que en el ejemplo de referencia 8 a excepción de que se asignaron 22 m³/día del volumen de flujo del permeado de una primera unidad de membrana semipermeable de 24 m³/día al agua de alimentación en la segunda unidad de membrana semipermeable 15 y se fijó un factor de recuperación en el 72,7 %, de modo que el volumen de flujo del permeado de la segunda unidad de membrana semipermeable fue 16 m³/día. Como resultado se mostró en el permeado de la segunda unidad de membrana semipermeable que la concentración de TDS fue 2,6 mg/l, la concentración de boro fue 0,44 mg/l, y el pH del permeado fue 9,41. Con este permeado, 2 m³/día del permeado de la primera unidad de membrana semipermeable (concentración de TDS del permeado 196 mg/l, concentración de boro 1,0 mg/l, y pH = 6,13) se mezcló; como resultado, el volumen total del agua del agua mixta fue 18 m³/día, la concentración de TDS del permeado fue 24,0 mg/l, la concentración de boro fue 0,50 mg/l, y el pH fue 8,7. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 0 g/h y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali 13 fue 24,8 g/h.

<Ejemplo 1>

Suponiendo doce máquinas mostradas en la Fig. 7 en paralelo, es decir el aparato proporcionado con doce procesos de desalinización, mientras que la operación ordinaria explicada en el ejemplo de referencia 2 se lleva a cabo, cada proceso de desalinización sufre la condición de operación de lavado para disminuir un pH explicado en el ejemplo de referencia 2 durante dos horas al día en rotación de un proceso a otro. Se calculó que el volumen del agua bruta sumado a doce procesos de desalinización era de 960 m³/día y el volumen de flujo del permeado 216 m³/día y, como resultado, los permeados del ejemplo de referencia 1 y del ejemplo de referencia 2 se mezclaron a 11:1 como permeado medio en los doce procesos de desalinización, la concentración de TDS del permeado fue tan baja como 1,13 mg/l, y la concentración media de boro fue 0,195 mg/l. En este caso, se calculó que la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 1060 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 550 g/día. En el presente

documento, el patrón de calidad de la OMS del agua de bebida es la concentración de boro de 0,5 mg/l; no hay patrón para la concentración de TDS del agua de bebida en OMS pero, por ejemplo, un patrón de calidad del agua de bebida en Japón es la concentración de TDS de 500 mg/l.

5 <Ejemplo comparativo 1>

Se calculó en la misma condición que en el ejemplo 1 a excepción de que cada proceso de desalinización sufre la condición de la operación de lavado para disminuir un pH explicado en el ejemplo de referencia 3. Como resultado, se calculó que el volumen del agua bruta sumado a doce procesos de desalinización era de 960 m³/día y el volumen de flujo del permeado 216 m³/día y, como resultado, los permeados del ejemplo de referencia 1 y del ejemplo de referencia 3 se mezclaron a 11:1 como permeado medio en los doce procesos de desalinización, la concentración de TDS del permeado fue 1,1 mg/l, y la concentración de boro fue 0,190 mg/l, dando casi la misma calidad que en el ejemplo 1. En este caso, se calculó que la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 1060 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 790 g/día, que tuvo como resultado una cantidad de consumo 1,4 veces la del ejemplo 1.

<Ejemplo 2>

20 Se calculó en la misma condición que en el ejemplo 1 a excepción de que se adoptó el ejemplo de referencia 4 como condición de operación ordinaria para que la concentración de boro del permeado después de mezclar sea la misma que en el ejemplo comparativo 1. Como resultado, se calculó que el volumen del agua bruta sumado a doce procesos de desalinización era de 960 m³/día y el volumen de flujo del permeado 216 m³/día y, como resultado, los permeados del ejemplo de referencia 4 y del ejemplo de referencia 2 se mezclaron a 11:1 como permeado medio en los doce procesos de desalinización, la concentración de TDS del permeado fue 1,13 mg/l, y la concentración de boro fue 0,190 mg/l, dando la misma concentración de boro que en el ejemplo 1. En este caso, se calculó que la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 1060 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 559 g/día, que tuvo como resultado la misma cantidad de consumo que en el ejemplo 1.

30 <Ejemplo 3>

Suponiendo la misma condición de operación que en el ejemplo 1 a excepción de que se adoptaron el ejemplo de referencia 5 y el ejemplo de referencia 6 en lugar del ejemplo de referencia 1 y el ejemplo de referencia 2. Se calculó que el volumen del agua bruta sumado a doce procesos de desalinización era de 960 m³/día y el volumen de flujo del permeado 216 m³/día y la concentración de TDS del permeado medio de doce procesos de desalinización fue tan baja como de 2,63 mg/l, la concentración de boro del permeado medio fue de 0,488 mg/l. Este resultado satisfizo la norma de calidad de la OMS para el agua de bebida (concentración de boro de 0,5 mg/l). En este caso, se calculó que la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 1040 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 572 g/día.

<Ejemplo comparativo 2>

45 Se calculó en la misma condición que en el ejemplo 3 a excepción de que se adoptó la condición de la operación de lavado para disminuir un pH explicado en el ejemplo de referencia 7 en lugar del ejemplo de referencia 6. Como resultado, se calculó que el volumen del agua bruta sumado a doce procesos de desalinización era de 960 m³/día y el volumen de flujo del permeado 216 m³/día, la concentración de TDS del permeado medio de doce procesos de desalinización fue 2,63 mg/l, y la concentración de boro fue 0,470 mg/l. En este caso, se calculó que la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 1.040 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 822 g/día, que tuvo como resultado una cantidad de consumo 1,4 veces la del ejemplo 3.

<Ejemplo 4>

55 Se calculó en la misma condición que en el ejemplo 3 a excepción de que se adoptó el ejemplo de referencia 8 como condición de la operación de lavado que la concentración de boro del permeado después de mezclar era la misma que la del ejemplo comparativo 2. Como resultado, se calculó que el volumen del agua bruta sumado a doce procesos de desalinización era de 960 m³/día y el volumen de flujo del permeado 216 m³/día, la concentración de TDS del permeado medio de doce procesos de desalinización fue 2,72 mg/l, y la concentración de boro fue 0,470 mg/l. En este caso, se calculó que la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 1.040 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en el segundo dispositivo de dosificación de álcali fue 594 g/día.

65 <Ejemplo 5>

Se asumió un caso en el que el número de procesos de desalinización fue 12 y el tiempo de lavado ácido fue de 1 hora. En este caso, el cálculo se realizó suponiendo una operación que una operación ordinaria sin lavado en todos los procesos de desalinización se llevó a cabo durante 12 horas en un día y un proceso de desalinización se sometió a lavado ácido en rotación durante las 12 horas restantes. Aquí se asumió que cuando todo estaba en la operación ordinaria, funcionó en la condición del ejemplo de referencia 5 (es decir, el pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 fue 9,2), y cuando el lavado se llevó a cabo en uno cualquiera de los procesos de desalinización, funcionó en la condición del ejemplo de referencia 4 (es decir, el pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 en una operación ordinaria se elevó a 9,26). Como resultado, en un día, el volumen del flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS del permeado fue 2,6 a 2,72 mg/l, y la concentración de boro fue constante a 0,470 mg/l. Se pudo obtener el permeado con una concentración de boro constante incluso durante la que el lavado se realizó en uno cualquiera de los procesos de desalinización. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 520 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en la segunda condición de dosificación de álcali fue 609 g/h.

<Ejemplo comparativo 3>

El cálculo se realizó suponiendo una operación en la misma condición que en el ejemplo 5 (es decir, el pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 fue 9,2) a excepción de que operando en la misma condición que en el ejemplo comparativo 2 durante el cual el lavado ácido se llevó a cabo en uno cualquiera de los procesos de desalinización. Como resultado, en un día, el volumen del flujo del permeado fue 18 m³/día, la concentración de TDS del permeado fue 2,6 a 2,8 mg/l, y la concentración de boro fue constante a 0,470 mg/l. Se pudo mantener una concentración de boro constante incluso durante la que el lavado se realizó en uno cualquiera de los procesos de desalinización. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 520 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en la segunda condición de dosificación de álcali fue 723 g/h, que fue mayor que la del ejemplo 5 en un 19 %.

<Ejemplo 6>

Se asumió un caso en el que el número de procesos de desalinización fue 12 y el tiempo de lavado ácido fue de 1 hora. En este caso, el cálculo se realizó suponiendo una operación que una operación ordinaria sin lavado en todos los procesos de desalinización se llevó a cabo durante 12 horas en un día y un proceso de desalinización se sometió a lavado ácido en rotación durante las 12 horas restantes. En el presente documento, el cálculo se realizó suponiendo una operación que cuando todo estaba en la operación ordinaria, funcionaba en la condición del ejemplo de referencia 9 (es decir, el volumen del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable 15 fue 22 m³/día, el volumen de flujo de paso fue de 2 m³/día) y cuando se operó cuando el lavado se realizó en uno cualquiera de los procesos de desalinización, en la condición del ejemplo de referencia 9 para seis líneas de procesos de desalinización que llevaban a cabo una operación ordinaria, en la condición del ejemplo de referencia 8 para cinco líneas (sin paso) y en la condición del ejemplo de referencia 6 para una línea de lavado ácido (sin paso). Como resultado, en un día, se demostró en el permeado total que el volumen del flujo era 18 m³/día la concentración de TDS del permeado fue 13,4 a 24 mg/l, y la concentración de boro fue casi constante a 0,495 a 0,50 mg/l. Se pudo mantener una concentración de boro constante, que satisfacía la norma de calidad del agua de la OMS incluso durante la que el lavado se realizó en uno cualquiera de los procesos de desalinización. En este caso, la cantidad de dosificación de ácido sulfúrico por un proceso de desalinización en el dispositivo de dosificación de ácido 6 fue 520 g/día y la cantidad de dosificación de NaOH en la segunda condición de dosificación de álcali fue 581 g/h.

Adicionalmente, la Tabla 1 muestra la condición y el resultado en los ejemplos de referencia de 1 a 9 y la tabla 2 muestra la condición y el resultado en los ejemplos de referencia de 1 a 6 y los ejemplos comparativos de 1 a 3.

Tabla 1

| | | Segunda unidad de membrana semipermeable | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--|---|---|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | | Primera unidad de membrana semipermeable | | | | | | | | |
| | Modo de operación | pH del agua de alimentación [-] | Temperatura del agua de alimentación [°C] | Volumen de flujo del permeado [m ³ /día] | TDS en el permeado [mg/l] | Boro en el permeado [mg/l] | pH del agua de alimentación [-] | pH del permeado [-] | Consumo de ácido sulfúrico [g/h] | Consumo de NaOH [g/h] |
| Ejemplo de referencia 1 | Ordinario | 7,5 | 22 | 18 | 1,1 | 0,19 | 9,0 | 9,2 | 0 | 25 |
| Ejemplo de referencia 2 | Choque ácido + ausencia de álcali | 3,0 | 22 | 18 | 1,5 | 0,25 | - | 4,5 | 530 | 0 |
| Ejemplo de referencia 3 | Choque ácido + presencia de álcali | 3,0 | 22 | 18 | 1,1 | 0,19 | 9,0 | 9,2 | 530 | 120 |
| Ejemplo de referencia 4 | Ordinario | 7,5 | 22 | 18 | 1,1 | 0,184 | 9,06 | 9,26 | 0 | 25,4 |
| Ejemplo de referencia 5 | Ordinario | 7,5 | 27 | 18 | 2,6 | 0,47 | 9,2 | 9,3 | 0 | 26 |
| Ejemplo de referencia 6 | Choque ácido + ausencia de álcali | 3,0 | 27 | 18 | 2,9 | 0,69 | - | 4,6 | 520 | 0 |
| Ejemplo de referencia 7 | Choque ácido + presencia de álcali | 3,0 | 27 | 18 | 2,8 | 0,47 | 9,2 | 9,3 | 520 | 125 |
| Ejemplo de referencia 8 | Ordinario | 7,5 | 27 | 18 | 2,7 | 0,45 | 9,26 | 9,41 | 0 | 27 |
| Ejemplo de referencia 9 | ordinario | 7,5 | 27 | 18* | 24* | 0,5* | 9,26 | 8,7* | 0 | 24,8 |

* Valor de un agua mixta del permeado de la segunda unidad de membrana semipermeable y el permeado de la primera unidad de membrana semipermeable sorteada por dicha segunda unidad de membrana semipermeable

Tabla 2

| | Combinación (proporción en volumen de agua) | Segunda unidad de membrana semipermeable | | | | |
|-----------------------------|--|---|---------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|
| | | Volumen del flujo del permeado [m ³ /día] | TDS en el permeado [mg/l] | Boro en el permeado [mg/l] | Consumo de ácido sulfúrico [g/día] | Consumo de NaOH [g/día] |
| Ejemplo 1 | Ejemplo de referencia 1(11) y Ejemplo de referencia 2(1) | 216 | 1,13 | 0,195 | 1060 | 550 |
| Ejemplo comparativo 1 | Ejemplo de referencia 1(11) y Ejemplo de referencia 3(1) | 216 | 1,10 | 0,190 | 1060 | 790 |
| Ejemplo 2 | Ejemplo de referencia 4(11) y Ejemplo de referencia 2(1) | 216 | 1,13 | 0,190 | 1060 | 559 |
| Ejemplo 3 | Ejemplo de referencia 5(11) y Ejemplo de referencia 6(1) | 216 | 2,63 | 0,488 | 1040 | 572 |
| Ejemplo comparativo 2 | Ejemplo de referencia 5(11) y Ejemplo de referencia 7(1) | 216 | 2,62 | 0,470 | 1040 | 822 |
| Ejemplo 4 | Ejemplo de referencia 8(11) y Ejemplo de referencia 6(1) | 216 | 2,72 | 0,470 | 1040 | 594 |
| Ejemplo 5 | Ordinario (Ejemplo de referencia 8)/durante el lavado (Ejemplo 4) | 216 | 2,6/2,72 | 0,470 | 520 | 609 |
| Ejemplo comparativo 3 | Ordinario (Ejemplo de referencia B)/durante el lavado (Ejemplo comparativo 2) | 216 | 2,6/2,8 | 0,470 | 520 | 723 |
| Ejemplo 6 | Ejemplo de referencia 9(6) + Ejemplo de referencia 8(5) y Ejemplo de referencia 6(1) | 216* | 13,4* | 0,495* | 520 | 581 |

* Valor de un agua mixta del permeado de la segunda unidad de membrana semipermeable y el permeado de la primera unidad de membrana semipermeable sorteada por dicha segunda unidad de membrana semipermeable

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir agua dulce que tenga una pluralidad de procesos de desalinización (23) en paralelo en los que el agua bruta (1) o el agua pretratada obtenida mediante pretratamiento de agua bruta se trata mediante una primera unidad de membrana semipermeable A1, B1 (8) como agua de alimentación de una primera unidad de membrana semipermeable A1, B1 (8), y el permeado resultante de la primera unidad de membrana semipermeable (9) en el que se eleva el pH mediante el uso de un dispositivo de dosificación de álcali (13) se trata en la segunda unidad de membrana semipermeable A2, B2 (15) como agua de alimentación de una segunda unidad de membrana semipermeable, que comprende: Realizar temporalmente un lavado en un proceso de desalinización A de uno de una pluralidad de procesos de desalinización (23); mediante el uso de un dispositivo de dosificación de ácido (6) sin álcali disminuyendo el pH del agua bruta (1) o agua pretratada en dicho lavado a suministrar a una primera unidad de membrana semipermeable A1 (8) y para hacer que el pH del permeado resultante de la primera unidad de membrana semipermeable (9) a suministrar a una segunda unidad de membrana semipermeable A2 (15) sea menor que el del agua de alimentación (9) de una segunda unidad de membrana semipermeable B2 (15) en otro proceso de desalinización B de una de una pluralidad de procesos de desalinización (23) que no lleva a cabo un lavado en parte; y mezclar el permeado (16) obtenido de la segunda unidad de membrana semipermeable A2 (15) con el permeado (16) obtenido de la segunda unidad de membrana semipermeable B2 (15) en dicho otro proceso de desalinización B.
2. El método de producir agua dulce de la reivindicación 1, en el que dicho lavado se realiza secuencialmente en todos los procesos de desalinización (23).
3. El método de producir agua dulce de la reivindicación 1 o 2, que comprende: Fijar temporalmente un tiempo de no realizar dicho lavado en todos los procesos de desalinización (23); y hacer que el pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable (9) en dicho otro proceso de desalinización B durante el cual el lavado se realiza en dicha parte del proceso de desalinización A sea superior al pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable (9) en dicho otro proceso de desalinización durante el cual no se realiza el lavado en todos los procesos de desalinización (23).
4. El método de producir agua dulce de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, obteniendo agua dulce no tratada parte (permeado a) de dicho permeado de la primera unidad de membrana semipermeable (9) en la segunda unidad de membrana semipermeable A2, B2 (15), y elevando el pH del residuo (permeado b) como el agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable (9) a tratar en la segunda unidad de membrana semipermeable A2, B2 (15) y mezclar con dicha parte (el permeado a), que comprende: Fijar temporalmente un tiempo de no realizar dicho lavado en todos los procesos de desalinización (23) y hacer que el volumen de agua de dicho residuo (permeado b) durante el cual se realiza el lavado en dicha parte del proceso de desalinización sea mayor que un volumen de agua durante el cual no se realiza el lavado en todos los procesos de desalinización (23).
5. El método de producir agua dulce de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el pH del agua de alimentación de la segunda unidad de membrana semipermeable B2 (9) en dicho otro proceso de desalinización B se eleva a 8 o más.
6. El método de producir agua dulce de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el pH del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable A1 (8) en dicha parte del proceso de desalinización A se fija en 4 o menos.
7. El método de producir agua dulce de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que un tiempo de operación para disminuir el pH del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable A1 (8) en dicha parte del proceso de desalinización A está en el intervalo de 0,5 a 2,5 h/día..
8. El método de producir agua dulce de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el número (a) de dichos procesos de desalinización y un tiempo de operación (b) para disminuir el pH del agua de alimentación de la primera unidad de membrana semipermeable A1 (8) en dicha parte del proceso de desalinización satisface la siguiente relación:

$$20 \leq a \times b \leq 30, a \geq 12.$$

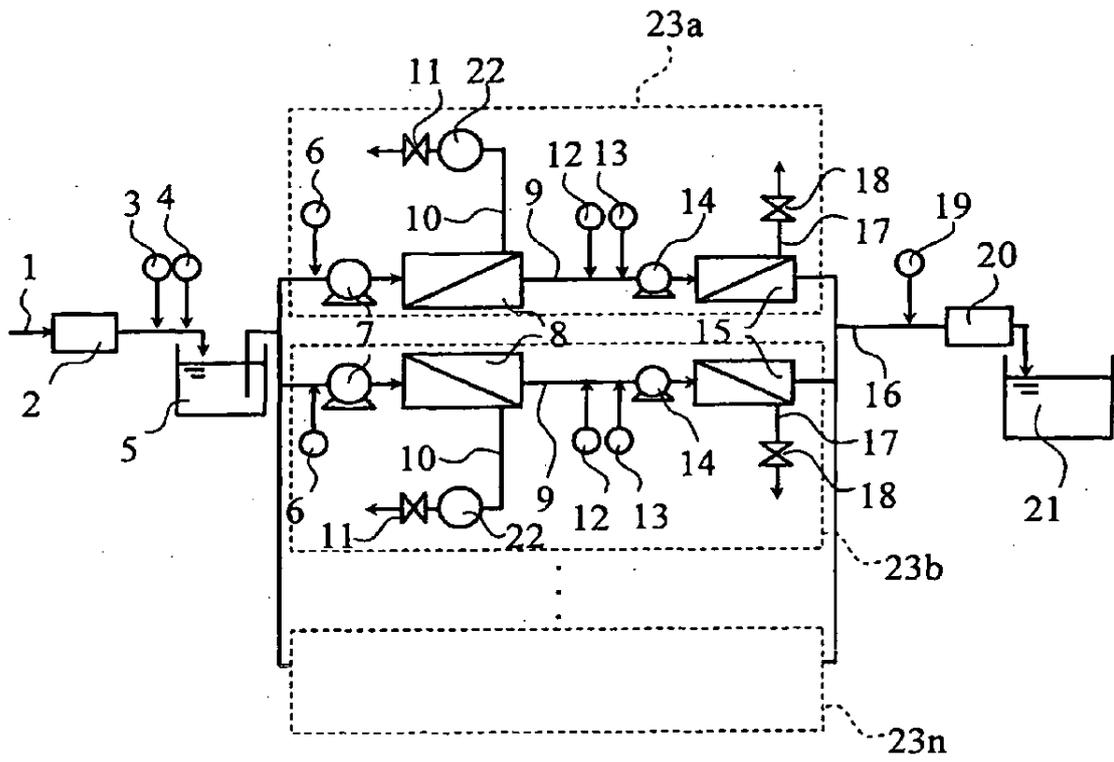


Fig. 1

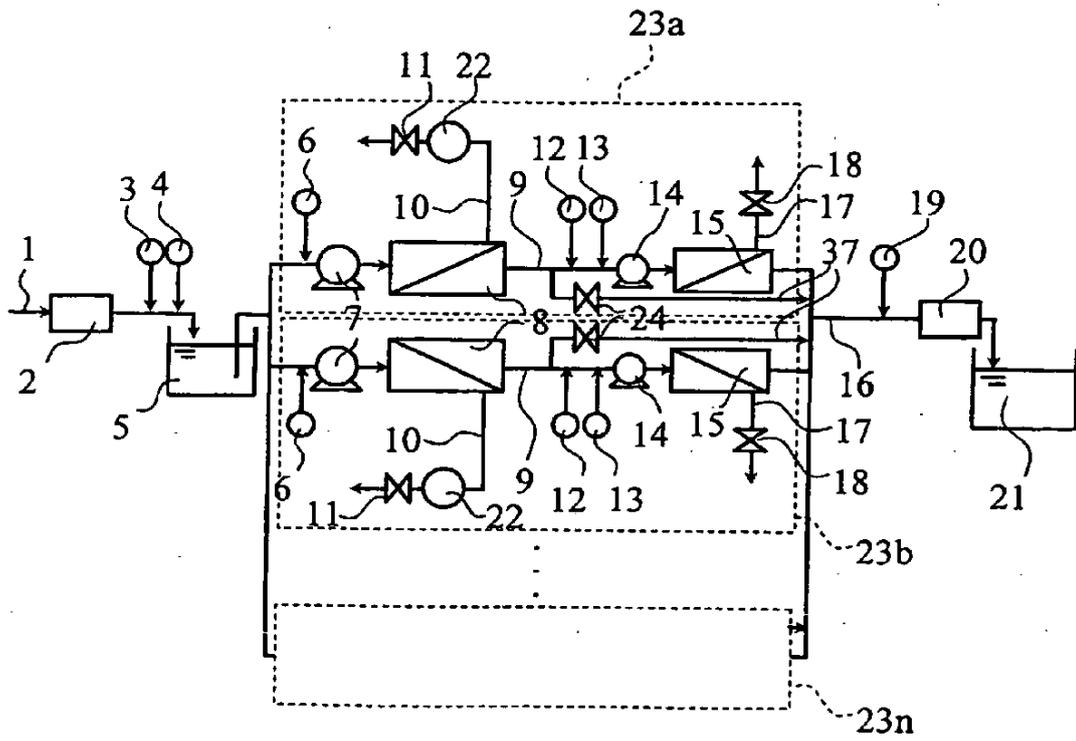


Fig. 2

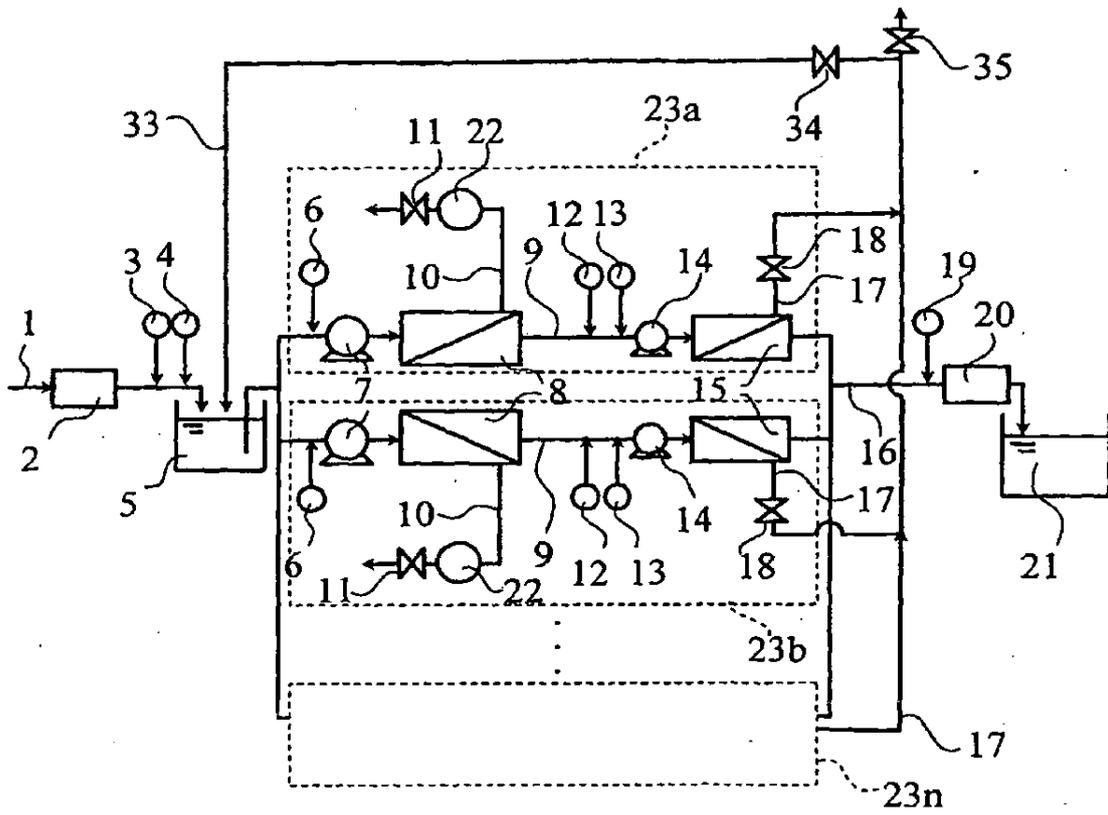


Fig.3

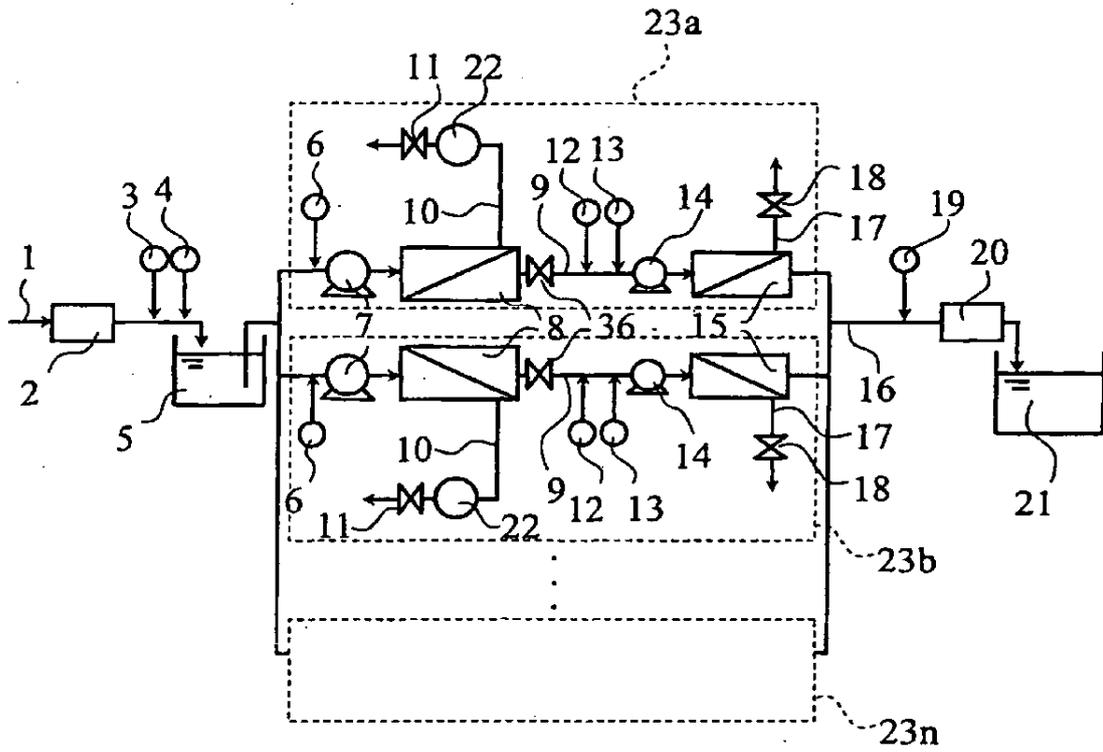


Fig.4

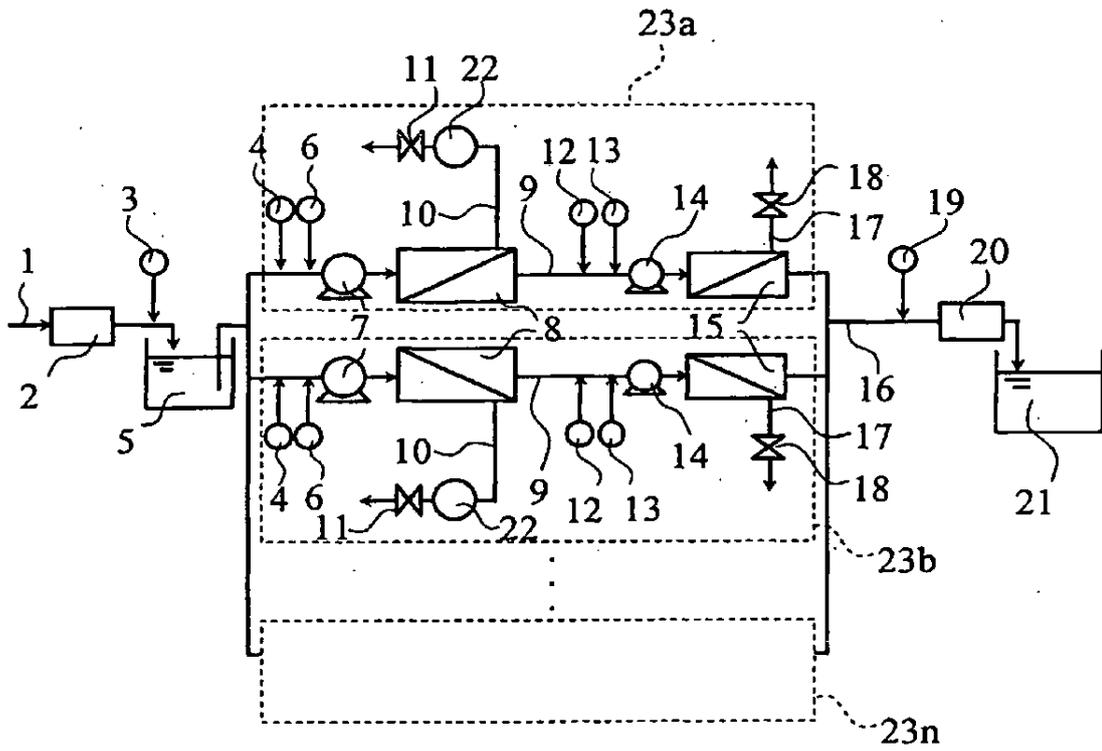


Fig.5

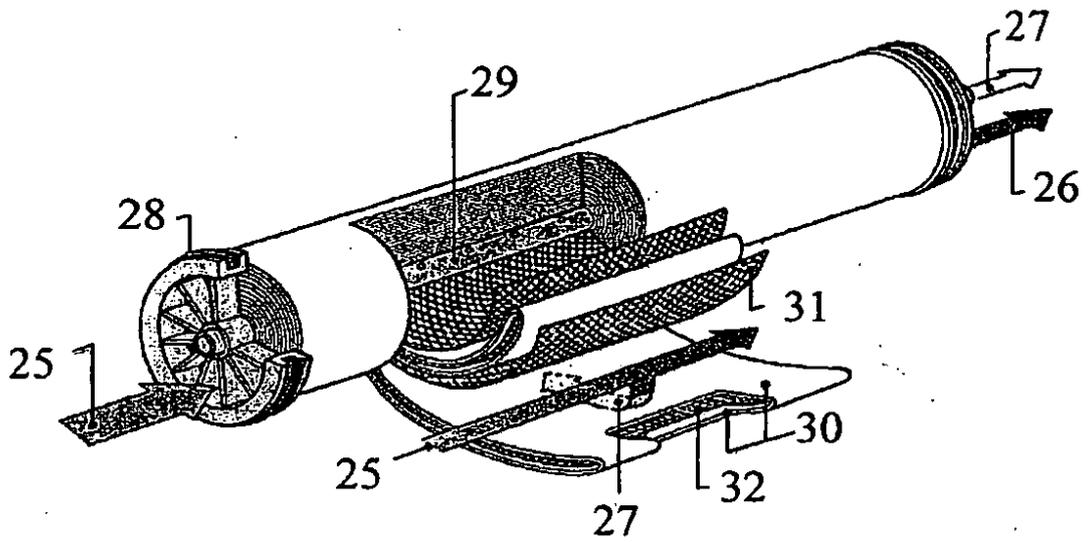


Fig.6

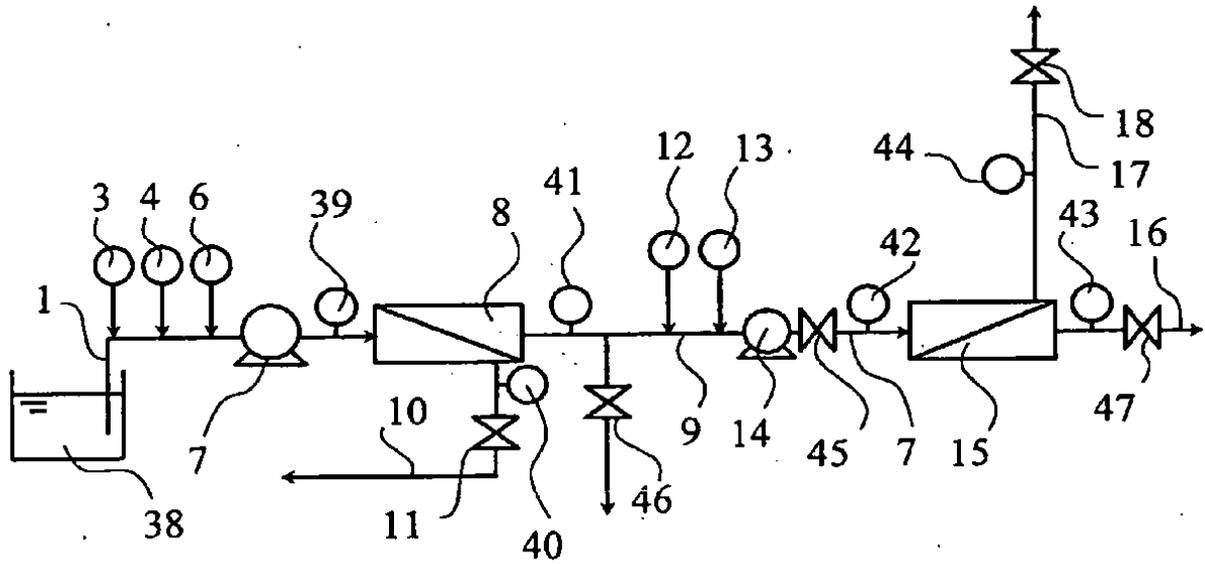


Fig.7

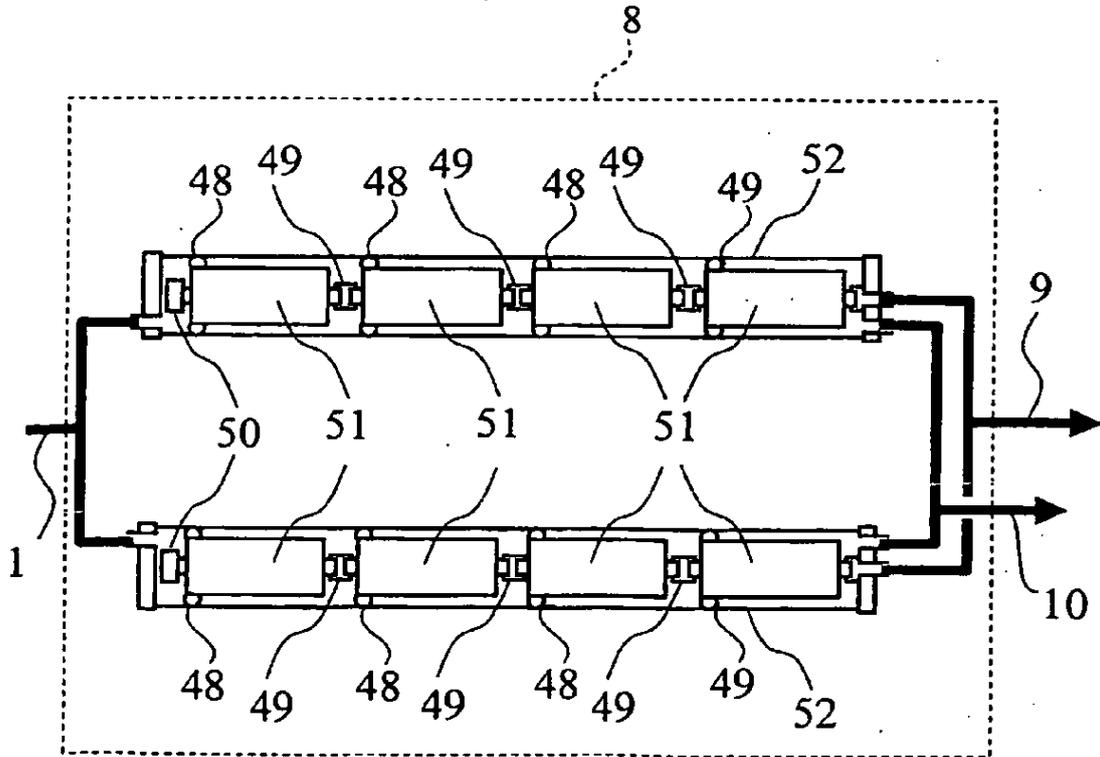


Fig.8

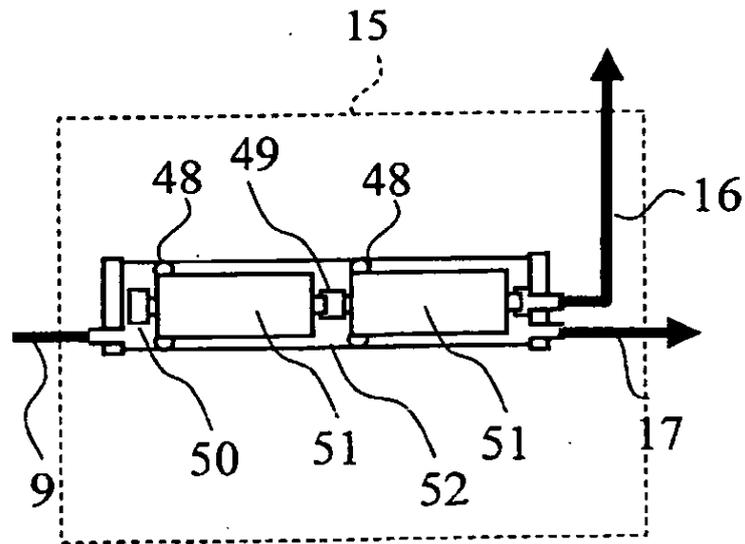


Fig.9