(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 536 493**

(51) Int. CI.:

C02F 1/44	(2006.01)	*C02F 1/70*	(2006.01)	*C02F 5/10*	(2006.01)		
B01D 61/02	(2006.01)	*C02F 1/72*	(2006.01)	*C02F 3/10*	(2006.01)		
B01D 61/14	(2006.01)	*C02F 1/76*	(2006.01)	*C02F 103/36*	(2006.01)		
B01D 61/58	(2006.01)	*C02F 1/78*	(2006.01)	*C02F 103/08*	(2006.01)		
C02F 3/12	(2006.01)	*C02F 11/04*	(2006.01)	*C02F 103/34*	(2006.01)		
B01D 61/04	(2006.01)	*C02F 11/06*	(2006.01)				
B01D 61/06	(2006.01)	*C02F 11/12*	(2006.01)				
B01D 65/08	(2006.01)	*C02F 103/28*	(2006.01)				
C02F 1/52	(2006.01)	*C02F 103/32*	(2006.01)				
C02F 1/66	(2006.01)	*C02F 5/08*	(2006.01)				

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2009 E 12179652 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2537810**

(54) Título: **Procedimiento de generación de agua dulce y procedimiento de desalación de agua de mar**

(30) Prioridad:

28.11.2008 JP 2008304623
13.02.2009 JP 2009031819
13.02.2009 JP 2009031861
14.02.2009 JP 2009032073
14.02.2009 JP 2009032075

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.05.2015

(73) Titular/es:

KOBELCO ECO-SOLUTIONS CO., LTD. (100.0%)
1-4-78, Wakinohama-cho Chuo-ku Kobe-shi
Hyogo 651-0072, JP

(72) Inventor/es:

ITO, YUTAKA;
MOTOJIMA, KATSUHIDE;
UEMATSU, KAZUYA;
NOSHITA, MASANOBU;
TAKATA, KAZUTAKA;
SHIMADA, MITSUSHIGE;
MANABE, MEGUMI;
MIYAOKA, NOBORU y
TAKESAKA, KENJI

(74) Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

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

Procedimiento de generación de agua dulce y procedimiento de desalación de agua de mar

CAMPO DE LA INVENCIÓN

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de desalación de agua de mar mediante filtración que usa un aparato de filtración por ósmosis inversa.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

[0002] En los últimos años, se ha producido el problema de que la lluvia cae localmente o en un breve periodo de tiempo debido al calentamiento global o hechos similares y, por lo tanto, los recursos hídricos se distribuyen de forma desigual geográfica o temporalmente, o de que se reduce la capacidad de reserva de agua de las áreas montañosas debido al declive de la industria forestal o a la deforestación, lo cual se traduce en dificultades para garantizar de manera estable los recursos hídricos.

[0003] Con el fin de garantizar de manera estable los recursos hídricos, se ha propuesto desalar el agua de mar mediante un proceso de filtración que usa una membrana de ósmosis inversa, por ejemplo, en zonas del frente marítimo (por ejemplo, solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público nº 2008-55.317). El documento US-6.113.797-A desvela un proceso de alta recuperación de alta presión en dos fases que usa dos sistemas de membranas de ósmosis para la recuperación a partir de agua contaminada que contiene incrustaciones inorgánicas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

PROBLEMAS QUE SE RESOLVERÁN MEDIANTE LA INVENCIÓN

[0004] Sin embargo, una técnica convencional para desalar agua de mar plantea el problema de que la filtración de agua de mar por una membrana de ósmosis inversa requiere que el agua de mar sea presurizada y suministrada a presión a una unidad de membrana de ósmosis inversa por una bomba o similar, y por tanto cuanto mayor es la concentración de sal (salinidad) de agua de mar, más alta es la energía requerida.

[0005] A la luz del problema anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de desalación de agua de mar que sea capaz de producir eficientemente agua purificada, como por ejemplo agua dulce, a partir de agua no purificada, tal como agua de mar.

MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

[0006] En la presente memoria descriptiva se describe (no según la invención) un procedimiento de generación de agua dulce para generar agua dulce mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, que incluye el mezclado de agua de mar con agua con baja concentración de sal que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar para producir agua mezclada y someter el agua mezclada preparada mediante el mezclado a filtración con membrana de ósmosis inversa, con lo que se genera agua dulce.

[0007] En la presente memoria descriptiva se describe además (no según la invención) un aparato de generación de agua dulce para generar agua dulce mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, que está configurada de manera que el agua de mar se mezcla con agua con baja concentración de sal que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar para producir agua mezclada, y el agua mezclada producida por el mezclado se somete a filtración con membrana de ósmosis inversa, con lo que se genera agua dulce.

[0008] En la presente memoria descriptiva se describe además (no según la invención) un procedimiento de desalación de agua de mar para desalar agua de mar mediante filtración usando un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, comprendiendo el procedimiento la realización de una etapa de mezclado para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente producida por tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas en agua de mar para producir agua mezclada, y una etapa de procesamiento de agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la etapa de mezclado en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada, desalando así el agua de mar.

[0009] En la presente memoria descriptiva se describe además (no según la invención) un procedimiento de

desalación de agua de mar según el cual se suministra el agua mezclada producida por mezclado, como agua de dilución, del agua tratada biológicamente que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar en agua de mar en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada. En consecuencia, la presión para suministrar a presión el agua mezclada en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa puede ser menor que la presión para suministrar a presión el agua de mar. Así, puede ahorrarse una cierta cantidad de energía requerida para suministrar a presión por cantidad unitaria de agua dulce producida. Además, puede incrementarse el flujo de permeado de una membrana de un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, y de este modo puede incrementarse la velocidad de flujo de filtración. Además, puede reducirse la carga en la membrana (carga química debida a la sal del agua salada, y carga física debida a la presión) y de este modo puede prolongarse el tiempo de vida de la membrana. Por otra parte, el agua tratada biológicamente puede tratarse de manera eficaz.

[0010] En el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada biológicamente, es preferible realizar una etapa de tratamiento de aguas residuales para producir agua tratada biológicamente mediante el tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas, produciendo el permeado mediante filtración del agua tratada biológicamente usando un clarificador que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración, una membrana de ultrafiltración y un medio de filtración en arena, y produciendo un permeado que es agua purificada y agua concentrada mediante filtración del permeado usando un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que el agua tratada biológicamente usada como agua de dilución en la etapa de mezclado es el agua concentrada.

[0011] Según el procedimiento de desalación de agua de mar anterior, el agua purificada puede recuperarse en la etapa de tratamiento de aguas residuales para facilitar la producción de un efecto ventajoso de recuperación más eficaz del agua purificada.

[0012] En el procedimiento de desalación de agua de mar que incluye la etapa de tratamiento de aguas residuales, es preferible realizar la filtración con el clarificador instalado como una membrana sumergida por debajo del nivel de líquido de un tanque de tratamiento biológico para el tratamiento biológico, en la etapa de tratamiento de aguas residuales.

[0013] Según el procedimiento de desalación de agua de mar, en el caso en el que se usen lodos activados en el tratamiento biológico, sólo puede producirse un filtrado que contenga pocos lodos activados a partir de un agua tratada biológicamente que contenga lodos activados a través de la membrana sumergida, lo que resulta ventajoso porque la concentración de especies biológicas en el tanque de tratamiento biológico puede incrementarse fácilmente y de este modo puede reducirse el volumen del tanque de tratamiento biológico. Además, en comparación con la disposición en la que el clarificador está instalado fuera del tanque de tratamiento biológico, existen efectos ventajosos porque es posible reducir aún más el tamaño del sistema o dispositivo usado en el procedimiento de desalación de agua de mar y puede omitirse un paso para el retorno de los lodos concentrados en el clarificador en el tanque de tratamiento biológico.

[0014] Por otra parte, en el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada biológicamente, es preferible filtrar el agua mezclada usando un clarificador que tenga al menos una entre una membrana de microfiltración, una membrana de ultrafiltración y un medio de filtración en arena, antes de la filtración que usa el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en la etapa de tratamiento del agua mezclada.

[0015] Según el procedimiento anterior de desalación de agua de mar, puede suprimirse la materia sólida orgánica que se adhiere a la superficie de membrana del dispositivo de membrana de ósmosis inversa, lo que produce el efecto ventajoso de poder producir agua dulce con mayor eficacia. Se obtiene también un efecto ventajoso porque el agua dulce C puede producirse con mayor grado de pureza.

[0016] En el procedimiento de desalación de agua de mar que incluye filtración de agua mezclada usando el clarificador antes de filtración que usa el dispositivo de membrana de ósmosis inversa en la etapa de tratamiento del agua mezclada, es preferible tratar biológicamente el agua mezclada antes de la filtración del agua mezclada que usa el clarificador en la etapa de tratamiento del agua mezclada.

[0017] Según el procedimiento de desalación de agua de mar anterior, se reduce la concentración de materia orgánica soluble en el agua mezclada, lo que hace posible producir efectos ventajosos debidos a la supresión de la proliferación de microorganismos generados entre el clarificador y el dispositivo de membrana de ósmosis inversa y a la supresión de la adherencia de materia sólida orgánica, tal como microorganismos, a la superficie de membrana del dispositivo de membrana de ósmosis inversa usado en la etapa de tratamiento del agua mezclada, y de este modo producir agua dulce con más eficacia. Como efecto ventajoso adicional, puede producirse agua dulce con

mayor grado de pureza.

[0018] En el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada biológicamente, es preferible que la relación de volumen de mezcla entre el agua de dilución y el agua de mar sea de 0,1 o más cuando el agua de mar = 1, en la etapa de mezclado.

[0019] Según el procedimiento de desalación de agua de mar, existen efectos ventajosos derivados del hecho de que la cantidad de energía requerida para desalar agua de mar por cantidad unitaria de agua dulce producida puede reducirse de forma segura y puede suprimirse la corrosión de diversos dispositivos o instrumentos usados en la etapa de mezclado o en la etapa de tratamiento del agua mezclada. Además, como efecto ventajoso adicional, el tratamiento biológico puede realizarse con buenos resultados cuando el tratamiento biológico se efectúa en la etapa de tratamiento del agua mezclada.

[0020] Además, en el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada biológicamente, es preferible filtrar el agua de mar usando un clarificador y mezclar el agua de mar sometida a filtración con agua de dilución en la etapa de mezclado.

[0021] Según el procedimiento de desalación de agua de mar, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua dulce C puede producirse con mayor grado de pureza. Cuando se filtra el agua tratada biológicamente como agua de dilución, se suprime la concentración de materiales sólidos en agua de mar que se mezclará con el agua de dilución, lo que produce un efecto ventajoso porque es posible producir el agua dulce de forma más eficaz.

[0022] Se describe además (no según la invención) un aparato de desalación de agua de mar para desalar agua de mar mediante filtración usando un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, que incluye una parte de tratamiento del agua mezclada que mezcla, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente, que se produce mediante el tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas, en agua de mar para producir agua mezclada, y suministra el agua mezclada producida por el mezclado en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada.

[0023] Según la presente invención, se proporciona un procedimiento de desalación de agua de mar para desalar agua de mar mediante filtración usando un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, comprendiendo el procedimiento la realización de una etapa de mezclado para mezclar el agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante producida por sedimentación y separación de aguas residuales inorgánicas en agua de mar para producir agua mezclada, y una etapa de tratamiento del agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la etapa de mezclado en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada, desalando así el agua de mar.

[0024] Según el procedimiento de desalación de agua de mar, el agua tratada por sedimentación que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar se mezcla, como agua de dilución, en agua de mar para producir agua mezclada, que es suministrada al dispositivo de membrana de ósmosis inversa y filtrada. En consecuencia, la presión para suministrar a presión el agua mezclada en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa puede reducirse en comparación con la presión para suministrar a presión el agua de mar, y por tanto puede reducirse la cantidad de energía requerida para suministrar a presión por cantidad unitaria de agua dulce producida. Como se reduce la concentración de sal del agua suministrada que es agua mezclada que se suministrará al dispositivo de membrana de ósmosis inversa, es posible incrementar la tasa de recuperación del agua tratada y puede reducirse la cantidad de energía requerida para suministrar a presión por cantidad unitaria el agua dulce producida. Además, puede incrementarse el flujo de permeado de una membrana de un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, y de este modo puede incrementarse la velocidad de flujo de filtración. Además, también puede reducirse la carga en la membrana (carga química debida a la sal del agua salada, y carga física debida a la presión) y de este modo puede prolongarse el tiempo de vida de la membrana. Por otra parte, puede usarse con eficacia el agua tratada por sedimentación.

[0025] En el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada por sedimentación, se realiza una etapa de tratamiento de aguas residuales consistente en someter las aguas residuales inorgánicas a precipitación y separación para producir el agua tratada por sedimentación, filtrar el agua tratada por sedimentación usando un clarificador que tiene al menos uno entre un medio de filtración en arena, una membrana de microfiltración y una membrana de ultrafiltración para producir permeado, y filtrar el permeado usando un dispositivo de membrana de ósmosis inversa para producir permeado que es agua purificada y agua concentrada, en el que el agua tratada por sedimentación usada como agua de dilución en la etapa de mezclado es el agua concentrada.

[0026] Según el procedimiento de desalación de agua de mar anterior, el agua purificada puede recuperarse en la etapa de tratamiento de aguas residuales para facilitar la producción de un efecto ventajoso debido a la recuperación más eficaz del agua purificada.

[0027] Además, en el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada por sedimentación, es preferible filtrar el agua mezclada usando un clarificador que incluya al menos uno entre un medio de filtración en arena, una membrana de microfiltración y una membrana de ultrafiltración, antes de la filtración que usa el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en la etapa de tratamiento del agua mezclada.

[0028] Según el procedimiento anterior de desalación de agua de mar, puede suprimirse la adherencia de materia sólida inorgánica a la superficie de membrana del dispositivo de membrana de ósmosis inversa usado en la etapa de tratamiento del agua mezclada, lo que produce un efecto ventajoso debido a la producción más eficaz de agua dulce. Como efecto ventajoso adicional, puede producirse agua dulce con mayor grado de pureza.

[0029] En el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada por sedimentación, es preferible tener una relación de volumen de mezcla entre agua de dilución y agua de mar de 0,1 o más cuando el agua de mar = 1.

[0030] Según el procedimiento de desalación de agua de mar, existen efectos ventajosos debido a que, con respecto a la energía requerida para desalar agua de mar, es posible reducir de forma segura la cantidad de energía por cantidad unitaria de agua dulce producida y puede suprimirse la corrosión de diversos dispositivos o instrumentos usados en la etapa de mezclado o en la etapa de tratamiento del agua mezclada.

[0031] Además, en el procedimiento de desalación de agua de mar que usa el agua tratada por sedimentación, es preferible filtrar el agua de mar usando un clarificador y mezclar el agua de mar filtrada con agua de dilución en la etapa de mezclado.

[0032] Según el procedimiento de desalación de agua de mar anterior, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua dulce C puede producirse con mayor grado de pureza. Cuando se filtra el agua tratada por sedimentación como agua de dilución, la concentración de materiales sólidos en el agua de dilución se reduce y es posible evitar que la concentración de materiales sólidos en agua de mar se mezcle con el agua de dilución, lo que produce un efecto ventajoso debido a que el agua dulce puede producirse con más eficacia.

[0033] Se describe además (no según la invención) un aparato de desalación de agua de mar para desalar agua de mar mediante filtración usando un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, que incluye una parte de tratamiento del agua mezclada que mezcla, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante producida por sedimentación y separación de aguas residuales inorgánicas, en agua de mar para producir agua mezclada, y suministra el agua mezclada producida por el mezclado al dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada.

[0034] Se describe además (no según la invención) un procedimiento de desalación de agua de mar para desalar agua de mar mediante filtración usando un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, incluyendo el procedimiento una etapa de mezclado para mezclar, como diluyente, aguas residuales inorgánicas en agua de mar para producir agua mezclada, y una etapa de tratamiento del agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la etapa de mezclado en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada, desalando así el agua de mar.

[0035] Según el procedimiento de desalación de agua de mar, el agua mezclada producida por mezclado, como agua de dilución, de aguas residuales inorgánicas que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar es suministrada al dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada. En consecuencia, la presión para suministrar a presión el agua mezclada en el dispositivo de membrana de ósmosis inversa puede mantenerse por debajo de la presión necesaria para suministrar a presión el agua de mar. Así, la cantidad de energía requerida para suministrar a presión por cantidad unitaria de agua dulce producida puede mantenerse baja. Además, la concentración de sal del agua suministrada que es agua mezclada que se suministrará al dispositivo de membrana de ósmosis inversa se reduce de manera que puede incrementarse la tasa de recuperación de agua tratada y puede mantenerse baja la cantidad de energía requerida para suministrar a presión por cantidad unitaria del agua dulce producida. Además, puede incrementarse el flujo de permeado de una membrana de un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, y de este modo puede incrementarse la velocidad de

flujo de filtración. Además, puede reducirse la carga en la membrana (carga química debida a la sal del agua salada, y carga física debida a la presión) y de este modo es posible prolongar el tiempo de vida de la membrana.

[0036] Se describe además (no según la invención), un aparato de desalación de agua de mar para desalar agua de mar mediante filtración que usa un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, que incluye una parte de tratamiento del agua mezclada que mezcla, como agua de dilución, aguas residuales inorgánicas en agua de mar para producir agua mezclada, y suministra el agua mezclada producida por el mezclado a un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada.

[0037] Se describe además (no según la invención) un aparato de generación de agua dulce que incluye una primera parte del tratamiento que separa las aguas residuales con baja concentración de sal que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una segunda parte del tratamiento que mezcla el agua concentrada producida en la primera parte del tratamiento para producir agua mezclada y separa el agua mezclada en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, produciendo de ese modo agua dulce separada como permeado respectivamente en las partes de tratamiento primera y segunda, en el que la primera parte del tratamiento incluye un primer medio de medida de concentración de sal para medir la concentración de sal de las aguas residuales con baja concentración de sal, de manera que la cantidad de permeado producida en la primera parte del tratamiento y la cantidad de permeado producida en la segunda parte del tratamiento se controlan basándose en el valor medido por el primer medio de medida de concentración de sal.

[0038] En el aparato de generación de agua dulce anterior, se usan aguas residuales con baja concentración de sal como recurso de agua dulce en la primera parte del tratamiento, y por tanto puede ahorrarse energía para generar agua dulce en una cantidad correspondiente a esta utilización en comparación con el caso en el que sólo se usa agua de mar como recurso de agua dulce.

[0039] Dado que el agua de mar puede diluirse en la segunda parte del tratamiento, es posible reducir la concentración de sal. Además, desde este punto de vista, el agua dulce puede generarse con bajo consumo de energía.

[0040] Dado que se usa agua de mar como recurso de agua dulce, los recursos de agua dulce pueden garantizarse de manera estable, y en el caso en el que haya cambiado la concentración de sal de las aguas residuales con baja concentración de sal, las cantidades generadas en la primera parte del tratamiento y la segunda parte del tratamiento se controlan de manera que pueda estabilizarse la cantidad total generada.

[0041] En el aparato de generación de agua dulce que incluye el medio de medida de concentración de sal, es preferible que el control se realice de manera que la cantidad generada en la primera parte del tratamiento se incremente mientras se reduce la cantidad generada en la segunda parte del tratamiento, cuando el valor medido no está por encima o por debajo de un valor de referencia predeterminado.

[0042] Con la disposición anterior, cuando el valor medido de la concentración de sal no está por encima o por debajo de un valor de referencia predeterminado, puede producirse una mayor cantidad de agua dulce con la misma energía al incrementar la tasa de recuperación, en comparación con un caso en el que el valor medido está dentro del intervalo de referencia. Así, la cantidad generada (cantidad de agua dulce) en la segunda parte del tratamiento, que requiere alta energía, puede reducirse en una cantidad correspondiente a un aumento en la cantidad generada en la primera parte del tratamiento. Así, el agua dulce puede generarse de manera eficaz con la misma energía.

[0043] Se describe además (no según la invención) un aparato de generación de agua dulce que incluye una primera parte del tratamiento que separa las aguas residuales con baja concentración de sal que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una segunda parte del tratamiento que mezcla, como agua de dilución, el agua concentrada producida en la primera parte del tratamiento en agua de mar para producir agua mezclada y separa el agua mezclada en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, produciendo de ese modo un permeado como agua dulce separada respectivamente en las partes de tratamiento primera y segunda, en el que la primera parte del tratamiento incluye un medio de medida de la velocidad de flujo para medir la velocidad de afluencia de las aguas residuales con baja concentración de sal impulsada en la primera parte del tratamiento, de manera que la velocidad de filtración en la primera parte del tratamiento y la velocidad de filtración en la segunda parte del tratamiento se controlan basándose en el valor medido por el medio de medida de

la velocidad de flujo.

[0044] En el aparato de generación de agua dulce, se usan aguas residuales con baja concentración de sal como recurso de agua dulce en la primera parte del tratamiento, y por tanto puede ahorrarse energía para generar agua dulce en una cantidad correspondiente a esta utilización en comparación con el caso en el que sólo se usa agua de mar como recurso de agua dulce.

[0045] Dado que el agua de mar puede diluirse en la segunda parte del tratamiento, es posible reducir la concentración de sal. Además, desde este punto de vista, el agua dulce puede generarse con bajo consumo de energía.

[0046] Además, aun cuando se reduzca la cantidad de captación de las aguas residuales con baja concentración de sal, el control puede realizarse de manera que la velocidad de filtración en la primera parte del tratamiento disminuya mientras aumenta la velocidad de filtración en la segunda parte del tratamiento para la que se usa agua de mar como recurso de agua dulce. Por el contrario, aun cuando se incremente la cantidad de captación de las aguas residuales con baja concentración de sal, el control puede realizarse de manera que la velocidad de filtración en la primera parte del tratamiento se incremente mientras disminuye la velocidad de filtración en la segunda parte del tratamiento. Así, es posible estabilizar la cantidad de agua dulce sin necesidad de proporcionar un espacio considerable para la instalación de un tanque de almacenamiento excesivamente grande.

[0047] Además, es posible evitar, por ejemplo, el caso en el que sea preciso deshacerse de aguas residuales con baja concentración de sal. Así, pueden usarse satisfactoriamente aguas residuales con baja concentración de sal, a partir de las cuales puede generarse agua dulce a bajo coste, y puede producirse agua dulce de manera eficaz.

[0048] En el aparato de generación de agua dulce que incluye el medio de medida de la velocidad de flujo, es preferible que la primera parte del tratamiento y la segunda parte del tratamiento incluyan cada una varias unidades de membrana de ósmosis inversa para realizar la filtración con membrana de ósmosis inversa, y el número de las unidades de membrana de ósmosis inversa para realizar la filtración con membrana de ósmosis inversa en la primera parte del tratamiento y la segunda parte del tratamiento puede controlarse basándose en el valor medido por el medio de medida de la velocidad de flujo.

[0049] En el aparato de generación de agua dulce, en el que se controla el número de las unidades de membrana de ósmosis inversa para realizar la filtración con membrana de ósmosis inversa en cada una de las partes de tratamiento, la velocidad de filtración de cada una de las partes de tratamiento puede controlarse fácilmente.

[0050] Además, en la estructura anterior, el control se realiza preferentemente de manera que, cuando se incrementa el valor medido, se incrementa el número de las unidades de membrana de ósmosis inversa para realizar la filtración con membrana de ósmosis inversa en la primera parte del tratamiento mientras se reduce el número de las unidades de membrana de ósmosis inversa para realizar la filtración con membrana de ósmosis inversa en la segunda parte del tratamiento.

[0051] Con el aparato de generación de agua dulce así estructurado, aun cuando se incrementen las aguas residuales con baja concentración de sal que fluyen en el aparato, el aumento de aguas residuales con baja concentración de sal puede usarse satisfactoriamente como recurso de agua dulce incrementando el número de las unidades de membrana de ósmosis inversa de la primera parte del tratamiento, mientras la cantidad de agua de mar que se tratará, cuyo tratamiento es costoso, puede reducirse disminuyendo el número de las unidades de membrana de ósmosis inversa de la segunda parte del tratamiento. Así, puede producirse de manera eficaz una cantidad de agua dulce predeterminada.

[0052] Se describe además (no según la invención) un aparato de generación de agua dulce que incluye una primera parte del tratamiento que separa aguas residuales con baja concentración de sal que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar en el permeado y agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una segunda parte del tratamiento que mezcla, como agua de dilución, el agua concentrada producida en la primera parte del tratamiento en agua de mar para producir agua mezclada y separa el agua mezclada en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, en el que se deriva una parte de aguas residuales con baja concentración de sal de la primera parte del tratamiento que se suministrará como agua de dilución en el agua de mar en la segunda parte del tratamiento, produciendo de ese

modo un permeado como agua dulce separada respectivamente en las partes de tratamiento primera y segunda, en el que la primera parte del tratamiento incluye un medio de medida de la velocidad de flujo para medir la velocidad de flujo de aguas residuales con baja concentración de sal que circula en la primera parte del tratamiento, de manera que la cantidad de las aguas residuales con baja concentración de sal que se derivará puede controlarse basándose en el valor medido por el medio de medida de la velocidad de flujo.

[0053] En el aparato de generación de agua dulce, cuando la cantidad de aguas residuales de baja concentración que circula es grande, una parte de la misma se deriva de manera que pueda ser usada para diluir el agua de mar, y así pueda reducirse la concentración de sal de agua de mar en la segunda parte del tratamiento. Como consecuencia, puede reducirse el coste de potencia requerido para filtración con membrana de ósmosis inversa en la segunda parte del tratamiento.

[0054] Además, se describe (no según la invención) un procedimiento de generación de agua dulce que incluye la realización de una primera etapa de tratamiento de separación de las aguas residuales con baja concentración de sal que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una segunda etapa de tratamiento de mezclado, como agua de dilución, del agua concentrada producida en la primera etapa de tratamiento en el agua de mar para producir agua mezclada y separar el agua mezclada en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, produciendo de ese modo un permeado como agua dulce separada respectivamente en las etapas de tratamiento primera y segunda, en el que se mide la cantidad de aguas residuales con baja concentración de sal que se someterá a tratamiento, de manera que la velocidad de filtración de la primera etapa de tratamiento y la velocidad de filtración de la segunda etapa de tratamiento se controlan basándose en el valor medido.

[0055] Alternativamente, se proporciona un procedimiento de generación de agua dulce que incluye la realización de una primera etapa de tratamiento de separación de las aguas residuales con baja concentración de sal que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una segunda etapa de tratamiento de mezclado, como agua de dilución, del agua concentrada producida en la primera parte del tratamiento en agua de mar para producir agua mezclada y separar el agua mezclada en el permeado y el agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, produciendo de ese modo un permeado como agua dulce separada respectivamente en las etapas de tratamiento primera y segunda, en el que se mide la cantidad de aguas residuales con baja concentración de sal que se someterá a tratamiento, y se realiza el control de manera que una parte de las aguas residuales con baja concentración de sal se mezcla en agua de mar para diluir el agua de mar en la segunda etapa de tratamiento.

[0056]

VENTAJAS DE LA INVENCIÓN

[0057] Según la presente invención, el agua purificada, como por ejemplo agua dulce, puede producirse de manera eficaz a partir de agua no purificada, tal como agua de mar.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0058]

La FIG. 1 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según un ejemplo.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo adicional.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo más.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo.

La FIG. 6 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo adicional.

La FIG. 7 es un diagrama esquemático de un segundo tanque de tratamiento biológico y el interior del tanque.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo.

La FIG. 10 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo adicional.

La FIG. 11 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar según otro ejemplo más.

La FIG. 12 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de generación de agua dulce según un ejemplo.

La FIG. 13 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de generación de agua dulce según otro ejemplo.

La FIG. 14 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de generación de agua dulce según otro ejemplo adicional.

La FIG. 15 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de generación de agua dulce según otro ejemplo más.

La FIG. 16 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar del Ejemplo de prueba 1.

La FIG. 17 muestra el resultado del Ejemplo de prueba 1.

La FIG. 18 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar del Ejemplo 1.

La FIG. 19 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar del Ejemplo comparativo 1.

La FIG. 20 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar del Ejemplo de prueba 3.

La FIG. 21 muestra el resultado del Ejemplo de prueba 3.

La FIG. 22 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar del Ejemplo 2.

La FIG. 23 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato de desalación de agua de mar del Ejemplo comparativo 2.

REALIZACIÓN PARA EFECTUAR LA INVENCIÓN

[0059] A continuación, se procederá a la descripción de una realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos a la misma.

Primer ejemplo (no según la invención)

[0060] A continuación, se procederá a la descripción de un aparato de desalación de agua de mar como aparato de generación de agua dulce de un primer ejemplo, y un procedimiento de desalación de agua de mar como procedimiento de generación de agua dulce.

[0061] Entre tanto, en un procedimiento convencional de desalación de agua de mar, el agua de mar debe ser presurizada, y suministrada a presión a un dispositivo de membrana de ósmosis inversa por una bomba o similar con el fin de someter el agua de mar a filtración mediante el dispositivo de membrana de ósmosis inversa, lo cual

supone un problema ya que cuanto más alta es la concentración de sal de agua de mar, mayor es la energía requerida.

[0062] Además de la cuestión anterior relativa al agua de mar, las aguas residuales que contienen materia orgánica representada, por ejemplo, por aguas cloacales (en lo sucesivo referidas también como "aguas residuales orgánicas") se somete generalmente a tratamiento biológico. El agua tratada biológicamente producida por tratamiento biológico de estas aguas residuales orgánicas es vertida en el mar o el río en las circunstancias actuales, y de este modo se usan de manera eficaz pocas aguas residuales orgánicas.

[0063] A la luz del problema anterior, un objeto del primer ejemplo consiste en proporcionar un procedimiento de desalación de agua de mar y un aparato de desalación de agua de mar que son capaces de producir de manera eficaz agua purificada, tal como agua dulce, mientras usan agua tratada biológicamente producida por tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas.

[0064] En primer lugar, se procederá a la descripción de un aparato de desalación de agua de mar del primer ejemplo.

[0065] La FIG. 1 es un diagrama de bloques esquemático del aparato de desalación de agua de mar del primer ejemplo.

[0066] Un aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo, tal como se muestra en la FIG. 1, incluye una parte de tratamiento biológico 3 para tratar biológicamente aguas residuales orgánicas B mediante especies biológicas, una parte de tratamiento del agua mezclada 2 para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente producida en la parte de tratamiento biológico 3 en agua de mar A, suministrar el agua mezclada producida por el mezclado a un primer dispositivo de membrana de ósmosis 23, en el que se filtra el agua mezclada, produciendo de ese modo agua dulce C que es el permeado y el agua concentrada D, y una parte de fermentación de metano 4 para producir metano por fermentación de las especies biológicas que proliferan por el tratamiento biológico en la parte de tratamiento biológico 3.

[0067] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que transfiere el agua de mar A a la parte de tratamiento del agua mezclada 2, las aguas residuales orgánicas B a la parte de tratamiento biológico 3 y el agua tratada biológicamente a la parte de tratamiento del agua mezclada 2, las especies biológicas que proliferan a la parte de fermentación de metano 4, y el agua concentrada D a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado), respectivamente.

[0068] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para recuperar el agua dulce C que se permea.

[0069] El tratamiento biológico es un tratamiento para descomponer la materia orgánica contenida en el agua mediante especies biológicas, tales como bacterias, protozoos y metazoos. Un ejemplo específico del tratamiento biológico incluye aireación que usa lodos activados.

[0070] El agua de mar A es agua que contiene sal, y por ejemplo, el agua que tiene una concentración de sal del 1,0 al 8,0% en masa, y más específicamente, el agua que tiene una concentración de sal del 2,5 al 6,0% en masa.

[0071] El agua de mar A en la presente memoria descriptiva no se limita necesariamente al agua en el mar, y pretende incluir agua en zonas terrestres, tal como agua de lagos (lagos salados, lagos salobres); agua de pantanos y agua de estanques, en la medida en que estas aguas tengan una concentración de sal del 1,0% en masa o más.

[0072] Las aguas residuales orgánicas B son aguas residuales que contienen materia orgánica, y por ejemplo, aguas residuales que tienen una DOB (Demanda de Oxígeno Bioquímico), como un índice de concentración de materia orgánica, de 2.000 mg/L o menos, y más específicamente aguas residuales que tienen una DOB de aproximadamente 200 mg/L. Las aguas residuales orgánicas B son aguas que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar A. Las aguas residuales orgánicas B son, por ejemplo, aguas residuales que tienen una relación de concentración de sal con respecto al agua de mar A de 1: no más de 0,1, y más específicamente 1: no más de 0,01.

[0073] Entre los ejemplos de aguas residuales orgánicas B se incluyen aguas cloacales (por ejemplo, aguas

residuales domésticas o agua de lluvia que fluyen por los canales de alcantarillado), y aguas residuales industriales (aguas residuales vertidas, por ejemplo, de fábricas de alimentos, fábricas químicas, fábricas de industria electrónica y plantas de pulpa de papel).

[0074] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 está configurada para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente producida en la parte de tratamiento biológico 3 en el agua de mar A.

[0075] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 incluye un primer tanque de tratamiento biológico 21 para el tratamiento biológico del agua mezclada producida por el mezclado, un primer clarificador 22 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF) y clarifica el agua mezclada, que se ha sometido al tratamiento biológico en el tanque de tratamiento biológico 21, mediante filtración para producir de ese modo el primer permeado y la primera agua concentrada, y un primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 que filtra el agua mezclada que es el primer permeado para producir de ese modo el agua dulce C que es el segundo permeado y la segunda agua concentrada.

[0076] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 está configurada de manera que el agua tratada biológicamente producida en la parte de tratamiento biológico 3 se mezcla, como agua de dilución, en el agua de mar A para producir agua mezclada; el agua mezclada producida por el mezclado se transfiere al primer tanque de tratamiento biológico 21 para ser sometida a tratamiento biológico por el primer tanque de tratamiento biológico 21; el agua mezclada sometida al tratamiento biológico se transfiere al primer clarificador 22 para ser filtrada por el primer clarificador 22, produciendo de ese modo el primer permeado y la primera agua concentrada; y la primera agua concentrada se transfiere a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado) mientras el agua mezclada que es el primer permeado se transfiere al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 para ser filtrada por el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, produciendo de ese modo el agua dulce C que es el segundo permeado y la segunda agua concentrada.

[0077] En la presente memoria descriptiva clarificación significa una filtración más intensa que la filtración con membrana de ósmosis inversa, es decir, un tratamiento realizado antes de la filtración por un dispositivo de membrana de ósmosis inversa y aplicado para eliminar impurezas (por ejemplo, materiales sólidos o similar) más gruesas que las filtradas por una membrana de ósmosis inversa.

[0078] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para recuperar el agua dulce C que es el segundo permeado.

[0079] El primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 es del tipo en el que una membrana de ósmosis inversa (membrana OI) está contenida en un recipiente de presión.

[0080] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 incluye una primera bomba 24 para presurizar el primer permeado y alimentar a presión el mismo en el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, de manera que la segunda agua de concentración es suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 por suministro a presión del primer permeado al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 por medio de la primera bomba 24.

[0081] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 incluye un primer medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones (no mostrado) para suministrar una solución de prevención de incrustaciones, que contiene un agente de prevención de incrustaciones (un agente capaz de suprimir la formación de incrustaciones en la membrana OI), en la membrana OI del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23.

[0082] Entre los ejemplos del agente de prevención de incrustaciones se incluyen un polímero de ácido carboxílico, un producto mezclado de polímero de ácido carboxílico y un fosfonato.

[0083] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 incluye además un primer medio de suministro de solución de limpieza de membrana (no mostrado) para suministrar una solución de limpieza de membrana, que contiene un agente de solución de membranas (un agente capaz de disolver sustancias originales de agua bruta capaz de adherirse a una membrana), a la membrana OI del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23.

[0084] No se pretende ninguna limitación en el material del agente de limpieza de membrana, y entre los ejemplos del agente de limpieza de membrana se incluyen diversos productos químicos, tales como un ácido, un álcali, un agente oxidante, un agente de quelación y un agente tensioactivo. Entre los ejemplos del ácido se incluyen

un ácido orgánico (por ejemplo, ácido cítrico, ácido oxálico, etc.), un ácido inorgánico (por ejemplo, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, etc.). Un ejemplo del álcali incluye hidróxido de sodio. Entre los ejemplos del agente oxidante se incluyen peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio.

[0085] Como solución de limpieza de membrana, puede usarse una mezcla de líquidos con dos o más clases de agentes de limpieza de membrana mezclados entre sí (por ejemplo, una mezcla de hidróxido de sodio y un agente tensioactivo).

[0086] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 incluye una turbina de agua 25 que es alimentada por presión de la segunda agua concentrada que ha sido suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, y la parte de tratamiento del agua mezclada 2 está configurada para ser susceptible de ser alimentada mediante el accionamiento de la turbina de agua 25 por la presión de la segunda agua concentrada, que se efectúa transfiriendo la segunda agua concentrada suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 a la turbina de agua 25.

[0087] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para transferir la segunda agua concentrada, que se ha usado para accionar la turbina de agua 25, a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado).

[0088] El primer clarificador 22 es de un tipo tal que se instalará fuera del primer tanque de tratamiento biológico 21.

[0089] La parte de tratamiento del agua mezclada 2 incluye un segundo medio de suministro de solución de limpieza de membrana (no mostrado) para suministrar la solución de limpieza de membrana mencionada anteriormente a una membrana del primer clarificador 22.

[0090] La parte de tratamiento biológico 3 incluye un segundo tanque de tratamiento biológico 31 para tratar biológicamente aguas residuales orgánicas con el fin de producir agua tratada biológicamente, un segundo clarificador 32 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF) y está configurado para filtrar el agua tratada biológicamente producida en el segundo tanque de tratamiento biológico 31 para producir un tercer permeado y una tercera agua concentrada, y un segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 para filtrar agua tratada biológicamente que es el tercer permeado para producir el agua purificada E que es el cuarto permeado, y agua tratada biológicamente que es la cuarta agua concentrada.

[0091] El segundo clarificador 32 se instala como una membrana sumergida por debajo del nivel de líquido del segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0092] La parte de tratamiento biológico 3 incluye un cuarto medio de suministro de solución de limpieza de membrana (no mostrado) para suministrar la solución de limpieza de membrana mencionada anteriormente a una membrana del segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0093] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para transferir las aguas residuales orgánicas B al segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0094] La parte de tratamiento biológico 3 está configurada para tratar biológicamente las aguas residuales orgánicas B transferidas al segundo tanque de tratamiento biológico 31 con el fin de producir agua tratada biológicamente, filtrar el agua tratada biológicamente usando el segundo clarificador 32 para producir el tercer permeado y la tercera agua concentrada, transferir el tercer permeado al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 y filtrar el tercer permeado usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 para producir el agua purificada E que es el cuarto permeado, y el agua tratada biológicamente que es la cuarta agua concentrada.

[0095] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para transferir la tercera agua concentrada a la parte de fermentación de metano 4, y transferir, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente que es la cuarta agua concentrada a la parte de tratamiento del agua mezclada 2, y recuperar el cuarto permeado como el agua purificada E.

[0096] La segunda unidad de membrana de ósmosis inversa 33 es del tipo en el que una membrana de

ósmosis inversa está contenida en un recipiente de presión.

[0097] Como la membrana OI de la segunda unidad de membrana de ósmosis inversa 33 del primer ejemplo se pretende incluir una membrana de nanofiltración (membrana NF).

[0098] La parte de tratamiento biológico 3 está configurada para suministrar el tercer permeado al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 después de presurizar el mismo por medio de una segunda bomba 34.

[0099] La parte de tratamiento biológico 3 incluye un segundo medio de solución de prevención de incrustaciones (no mostrado) para suministrar la solución de prevención de incrustaciones mencionada anteriormente a la membrana OI del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33.

[0100] La parte de tratamiento biológico 3 incluye un tercer medio de suministro de solución de limpieza de membrana (no mostrado) para suministrar la solución de limpieza de membrana a la membrana OI del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33.

[0101] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para transferir una solución de limpieza de membrana (referida también como "solución de limpieza de membrana usada") usada para limpiar la membrana a al menos uno entre el primer tanque de tratamiento biológico 21 y el segundo tanque de tratamiento biológico 31, cuando el agente de limpieza de membrana es un ácido, un álcali, un agente de quelación, un agente tensioactivo o similar. Según las necesidades y las circunstancias, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo incluye un medio de neutralización de agente de limpieza de membrana (no mostrado) para neutralizar la solución de limpieza de membrana usada antes de transferir la solución de limpieza de membrana usada al tanque o a los tanques de tratamiento biológico. El medio de neutralización de agente de limpieza de membrana está configurado para neutralizar la solución de limpieza de membrana usada añadiendo y mezclando un ácido o un álcali a la solución de limpieza de membrana usada. El medio de neutralización de agente de limpieza de membrana está configurado para permitir que el pH de la solución de limpieza de membrana neutralizada que estará preferentemente en un intervalo de 5 a 9 y más preferentemente en un intervalo de 6 a 8.

[0102] Además, cuando el agente de limpieza de membrana es un agente oxidante, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para mezclar entre sí y deshidratar la solución de limpieza de membrana usada y la tercera agua concentrada, transferir materiales sólidos generados por la deshidratación, como tercera agua concentrada, a la parte de fermentación de metano 4, y transferir, como agua tratada biológicamente, solución acuosa (agua sobrenadante) generado por la deshidratación al segundo tanque de tratamiento biológico 31, según las necesidades y las circunstancias.

[0103] La parte de fermentación de metano 4 está configurada para producir metano mediante fermentación de las especies biológicas contenidas en la tercera agua concentrada, que es agua con especies biológicas concentradas en la misma, habiendo proliferado esas especies biológicas por el tratamiento biológico en la parte de tratamiento biológico 3, por microorganismos anaerobios, tales como bacterias generadoras de ácidos y bacterias generadoras de metano.

[0104] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo incluye una parte de producción de energía de vapor (no mostrado) que realiza producción de energía de vapor mediante la combustión de metano producido en la parte de fermentación de metano 4.

[0105] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para incrementar la temperatura del agua tratada biológicamente en el interior del tanque de tratamiento biológico por calor residual, tal como vapor generado en la parte de producción de energía de vapor. Además, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para incrementar la temperatura del agua objetivo que se transferirá al sistema de membrana para tratamiento con membrana por el calor residual mencionado anteriormente.

[0106] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo incluye una parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 que genera energía usando la diferencia entre la concentración de sal de la segunda agua concentrada y la concentración de sal del tercer permeado.

[0107] La parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 incluye un tanque 51, una membrana semipermeable 54 para dividir el interior del tanque 51 en dos secciones.

[0108] La parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 incluye además una parte de alojamiento del tercer permeado 52 para el alojamiento del tercer permeado y una parte de alojamiento de la segunda agua concentrada 53 para el alojamiento de la segunda agua concentrada.

[0109] La parte de alojamiento del tercer permeado 52 y la parte de alojamiento de la segunda agua concentrada 53 se forman dividiendo el interior del tanque 51 en las dos secciones por la membrana semipermeable 54.

[0110] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para transferir una parte del tercer permeado a la parte de alojamiento del tercer permeado 52 y transferir la segunda agua concentrada a la parte de alojamiento de la segunda agua concentrada 53 antes de su transferencia a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado).

[0111] La parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 está configurada para generar energía usando la diferencia de altura en el nivel de líquido originada por el aumento en el nivel de líquido de la parte de alojamiento del tercer permeado 52, estando esa diferencia de altura causada a su vez por la transferencia de sólo el contenido de agua de la segunda agua concentrada por medio de la membrana semipermeable 54 a la parte de alojamiento del tercer permeado 52, estando la transferencia causada a su vez por la diferencia en concentración de sal entre la segunda agua concentrada y el tercer permeado.

[0112] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para transferir, como agua concentrada D, la segunda agua concentrada usada en la parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 y el contenido de agua del tercer permeado a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado), y recuperar, como agua industrial F, el tercer permeado usado en la parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 y que permanece en la parte de alojamiento del tercer permeado 52. La parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 puede configurarse para generar energía usando el agua purificada E o el agua dulce C en lugar del tercer permeado. Es decir, la parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 puede incluir una parte de alojamiento de agua purificada para el alojamiento del agua purificada E o una parte de alojamiento de agua dulce para el alojamiento del agua dulce C. En este caso, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para transferir el agua purificada E o el agua dulce C a la parte de producción de energía por diferencia de concentración 5.

[0113] A continuación se procederá a la descripción de un procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo.

[0114] El procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo incluye la realización de una etapa de mezclado para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente producida por tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas en agua de mar, y una etapa de tratamiento del agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la etapa de mezclado en un dispositivo de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada.

[0115] Específicamente, el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo es un procedimiento de desalación de agua de mar A mediante la realización de una etapa de tratamiento de aguas residuales mediante tratamiento biológico de las aguas residuales orgánicas B en el interior del segundo tanque de tratamiento biológico 31 para producir agua tratada biológicamente, filtración del agua tratada biológicamente usando el segundo clarificador 32 para producir el tercer permeado y la tercera agua concentrada, y filtración del agua tratada biológicamente que es el tercer permeado usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 para producir el cuarto permeado y el agua tratada biológicamente que es la cuarta agua concentrada, una etapa de mezclado para mezclar, como agua de dilución mencionada anteriormente, el agua tratada biológicamente que es la cuarta agua concentrada en el agua de mar A con el fin de producir agua mezclada, y una etapa de tratamiento del agua mezclada del tratamiento biológico del agua mezclada producida por la etapa de mezclado en el interior del primer tanque de tratamiento biológico 21 para producir agua tratada biológicamente, y a continuación filtrar el agua tratada biológicamente usando el primer clarificador 22 con el fin de proporcionar el primer permeado y la primera agua concentrada, y filtrar el agua mezclada que es el primer permeado usando el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 para proporcionar el segundo permeado y la segunda agua concentrada.

[0116] En la etapa de mezclado, la relación de volumen de mezcla entre el agua de mar A y el agua de

dilución es preferentemente de 1 a 0,1 o más, y más preferentemente de 1 a 1 o más, con el fin de hacer significativo el efecto de dilución.

[0117] El procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo es ventajoso porque, al estar la relación de volumen de mezcla entre el agua de mar A y el agua de dilución comprendida entre 1 y 0,1 o más, la concentración de sal puede reducirse y es posible ahorrar cantidad de energía requerida para desalar el agua de mar A por cantidad unitaria del agua dulce producida, y disminuir la corrosión de los diversos dispositivos o instrumentos usados en la etapa de mezclado o la etapa de tratamiento del agua mezclada. Además, existe otro efecto ventajoso debido a que el tratamiento biológico en la etapa de tratamiento del agua mezclada puede realizarse con buenos resultados.

[0118] En el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, la concentración de sal del agua mezclada es preferentemente del 3,0% en masa o menos, y más preferentemente del 1,8% en masa o menos. Además, en el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, la concentración de sal del agua de dilución es preferentemente igual a la tercera parte o menos de la concentración de sal del agua de mar A para su dilución con agua de dilución, y más preferentemente la décima parte o menos de la concentración de sal del agua de mar A para su dilución con agua de dilución. El procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo es también ventajoso porque, al ser la concentración de sal de agua de dilución igual a la tercera parte o menos de la concentración de sal del agua de mar A para su dilución con agua de dilución, puede producirse agua dulce C con mayor grado de pureza.

[0119] El aparato de desalación de agua de mar del primer ejemplo y el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo configurados tal como se menciona anteriormente producen los siguientes efectos ventajosos.

[0120] Según el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, que incluye la realización de la etapa de mezclado para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar A en el agua de mar A, y la etapa de tratamiento del agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la realización de la etapa de mezclado en el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, en el que se filtra el agua mezclada, desalando así el agua de mar A, la presión para suministrar a presión el agua mezclada a la primera unidad de membrana de ósmosis inversa 23 puede mantenerse por debajo de la presión para suministrar a presión el agua de mar A. En consecuencia, puede ahorrarse cantidad de energía requerida para suministrar a presión por cantidad unitaria de agua dulce producida C. Además, puede incrementarse el flujo de permeado de una membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, y de este modo puede incrementarse la velocidad de flujo de filtración. Además, puede reducirse la carga en la membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 (carga química debida a la sal en el agua de mar A, y carga física debida a la presión) y de este modo puede prolongarse el tiempo de vida de la membrana. Por otra parte, el agua tratada biológicamente puede usarse de manera eficaz.

[0121] Según el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, la filtración del agua mezclada se realiza usando el primer clarificador 22 antes de la filtración que usa el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 en la etapa de tratamiento del agua mezclada. En consecuencia, es posible suprimir la adherencia de sustancias sólidas orgánicas o sal en la superficie de membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, y de este modo producir un efecto ventajoso debido a que el agua dulce C puede producirse con más eficacia. Existe también un efecto ventajoso debido a que el agua dulce C puede producirse con mayor grado de pureza puede.

[0122] Según el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, el tratamiento biológico del agua mezclada se realiza antes de la filtración del agua mezclada usando el primer clarificador 22 en la etapa de tratamiento del agua mezclada. En consecuencia, se reduce la concentración de sustancias orgánicas solubles en el agua mezclada, lo que hace posible producir los efectos ventajosos de suprimir la proliferación de microorganismos generados entre el primer clarificador 22 y el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 y de suprimir la adherencia de materia sólida orgánica, tal como microorganismos, en la superficie de membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, y producir así de manera eficaz el agua dulce C. Como un efecto ventajoso adicional, el agua dulce C puede producirse con mayor grado de pureza.

[0123] Según el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, el agua purificada E puede recuperarse en una etapa de tratamiento de aguas residuales mediante la realización de la etapa de tratamiento de aguas residuales de biológicamente tratando las aguas residuales orgánicas en el interior del segundo tanque de

tratamiento biológico 31 para producir agua tratada biológicamente, y después el filtrado del agua tratada biológicamente usando el segundo clarificador 32 para producir el tercer permeado y la tercera agua concentrada, y a continuación el filtrado del tercer permeado usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 para producir el cuarto permeado y la cuarta agua concentrada. Así, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0124] Según el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo, el segundo clarificador 32 se instala como una membrana sumergida por debajo del nivel de líquido del segundo tanque de tratamiento biológico 31. En consecuencia, cuando se usan lodos activados para el tratamiento biológico, es posible producir, a través de la membrana sumergida, sólo el filtrado que contiene pocos lodos activados a partir del agua tratada biológicamente que contiene lodos activados. Por tanto, existen efectos ventajosos porque puede incrementarse la concentración de especies biológicas en el segundo tanque de tratamiento biológico 31 y puede reducirse el volumen del segundo tanque de tratamiento biológico 31. Como efectos ventajosos adicionales, el aparato de desalación de agua de mar 1 puede reducirse adicionalmente en tamaño en comparación con la disposición en la que se instala el segundo clarificador 32 fuera del tanque de tratamiento biológico, y además es posible omitir el paso de retorno de los lodos concentrados en el segundo clarificador 32 al segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0125] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo para suministrar el primer permeado al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 después de presurizar el primer permeado por medio de la primera bomba 24 para producir la segunda agua concentrada, y al alimentarse accionando la turbina de agua 25 por la presión de la segunda agua concentrada, se produce un efecto ventajoso debido a que puede producirse energía. Además, cuando la energía producida se usa en una etapa de producción de agua purificada a partir de agua de mar o aguas cloacales, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0126] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo de manera que incluya la parte de fermentación de metano 4 capaz de producir metano mediante la fermentación de especies biológicas que proliferan por tratamiento biológico en la parte de tratamiento biológico 3, se produce un efecto ventajoso debido a que puede producirse energía. Además, cuando la energía producida se usa en una etapa de producción de agua purificada a partir de agua de mar o aguas cloacales, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz. Como un efecto ventajoso adicional, el exceso de especies biológicas puede desecharse a la vez que se usa de manera eficaz.

[0127] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo de manera que incluya la parte de producción de energía de vapor de manera que se incrementa la temperatura del agua tratada biológicamente en el tanque de tratamiento biológico por calor residual, tal como el vapor generado en la parte de producción de energía de vapor, es posible incrementar la temperatura de agua tratada biológicamente en el interior el tanque de tratamiento biológico hasta una temperatura elevada para la cual las especies biológicas tienen una alta actividad, cuando la temperatura es baja y las especies biológicas tienen baja actividad en los lodos activados, especialmente durante la estación invernal. Así, existen efectos ventajosos en los que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz mientras al mismo tiempo se usa con eficacia la energía producida.

[0128] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo de manera que incluya la parte de producción de energía de vapor de forma que se incrementa la temperatura del agua para tratamiento transferida al sistema de membrana para el tratamiento con membrana por el calor residual, tal como el vapor generado en la parte de producción de energía de vapor, se reduce la viscosidad del agua para tratamiento y de este modo se incrementa fácilmente el flujo de permeado del agua para tratamiento. Así, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0129] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo de manera que incluya la parte de producción de energía por diferencia de concentración 5 que produce energía usando la diferencia entre la concentración de sal de la segunda agua concentrada, que es mayor que la concentración de sal que el agua mezclada, y la concentración de sal del tercer permeado, se produce un efecto ventajoso debido a que puede producirse energía. Cuando esta energía producida se usa en una etapa de producción de agua purificada a partir de agua de mar o aguas cloacales, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0130] Además, al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo de manera que incluya el primer medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones y el segundo

medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones, se produce un efecto ventajoso debido a que pueden suprimirse las incrustaciones, que podrían generarse en la membrana de ósmosis inversa del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 y la membrana de ósmosis inversa del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33. Así, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0131] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo para transferir la solución de limpieza de membrana usada al tanque de tratamiento biológico de manera que la solución de limpieza de membrana es un ácido, un álcali, un agente de quelación o un agente tensioactivo, se produce un efecto ventajoso debido a que materia orgánica contenida en la solución de limpieza de membrana usada puede descomponerse en el interior del tanque de tratamiento biológico, y por tanto no es necesario descomponer por separado la materia orgánica de la solución de limpieza de membrana usada.

[0132] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo, de manera que el agente de limpieza de membrana es un agente oxidante, para mezclar y deshidratar la solución de limpieza de membrana usada y la tercera agua concentrada, transferir, como tercera agua concentrada, materiales sólidos generados por la deshidratación a la parte de fermentación de metano 4, y transferir, como agua tratada biológicamente, la solución acuosa (agua sobrenadante) generada por la deshidratación al segundo tanque de tratamiento biológico 31, se produce un efecto ventajoso debido a que es posible descomponer la materia orgánica contenida en la solución de limpieza de membrana usada en el tanque de tratamiento biológico a la vez que se inhibe la muerte de especies biológicas por un agente oxidante, y se omite de este modo la necesidad de descomponer de forma separada la materia orgánica de la solución de limpieza de membrana usada.

[0133] Mientras el aparato de desalación de agua de mar del primer ejemplo y el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo presentan los efectos ventajosos anteriores, el aparato de desalación de agua de mar y el procedimiento de desalación de agua de mar no se limitan necesariamente a las disposiciones anteriores, y pueden modificarse según las necesidades y las circunstancias.

[0134] Por ejemplo, en el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo, el segundo clarificador 32 se instala como una membrana sumergida por debajo del nivel de líquido del segundo tanque de tratamiento biológico 31. Sin embargo, tal como se muestra en la FIG. 2, el segundo clarificador 32 puede ser del tipo que se instala fuera del segundo tanque de tratamiento biológico 31. En este caso, el aparato de desalación de agua de mar 1 de la presente invención está configurado para transferir el agua tratada biológicamente que ha sido tratada biológicamente en el segundo tanque de tratamiento biológico 31 al segundo clarificador 32.

[0135] En el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo, el primer clarificador 22 es de un tipo tal que se instala fuera del primer tanque de tratamiento biológico 21. Sin embargo, el primer clarificador 22 puede ser del tipo que se instala como una membrana sumergida por debajo del nivel de líquido del primer tanque de tratamiento biológico 21.

[0136] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo incluye el primer medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones y el segundo medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones. Sin embargo, el aparato de desalación de agua de mar 1 puede incluir sólo el segundo medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones a la vez que no incluye el primer medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones, en el que se descarga una solución de prevención de incrustaciones suministrada al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 por el segundo medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones, como cuarta agua concentrada, desde el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33, y la solución de prevención de incrustaciones se suministra al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23.

[0137] Según el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo así configurado, la solución de prevención de incrustaciones es difícil de permear a través de una membrana de ósmosis inversa, y así puede usarse una solución de prevención de incrustaciones usada en el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 en el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, además, y puede ahorrarse energía requerida para suministrar la solución de prevención de incrustaciones, lo que produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0138] En este caso, el aparato de desalación de agua de mar 1 puede configurarse de manera que se suministra una solución de prevención de incrustaciones descargarse, como cuarta agua concentrada, desde el

segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 por medio del primer tanque de tratamiento biológico 21, el primer clarificador 22 y similar, o puede configurarse de manera que la solución de prevención de incrustaciones se suministre directamente al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 sin pasar por el primer tanque de tratamiento biológico 21, el primer clarificador 22 y similar. Especialmente, según el aparato de desalación de agua de mar 1, en el que la solución de prevención de incrustaciones se suministra directamente al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 sin pasar por el primer tanque de tratamiento biológico 21, el primer clarificador 22 y similar, se produce un efecto ventajoso debido a que se suprime que la solución de prevención de incrustaciones se diluya en el primer tanque de tratamiento biológico 21, el primer clarificador 22 y similar, con lo que la solución de prevención de incrustaciones es suministrada de manera eficaz al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, y así el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0139] Según el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, en la etapa de tratamiento del agua mezclada, se lleva a cabo el tratamiento biológico del agua mezclada que usa el primer tanque de tratamiento biológico 21 y se procede a la filtración del agua mezclada sometida al tratamiento biológico que usa el primer clarificador 22, antes de la filtración que usa el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23. Sin embargo, el procedimiento de desalación de agua de mar puede configurarse de manera que no se realice el tratamiento biológico del agua mezclada por el primer tanque de tratamiento biológico 21 y la filtración del agua mezclada por el primer clarificador 22.

[0140] En la forma anterior del procedimiento de desalación de agua de mar, tal como se muestra en las FIG. 3 y 4, es preferible emplear una disposición, en la que, antes del mezclado de agua tratada biológicamente que es la cuarta agua concentrada, como agua de dilución, en el agua de mar A, el agua de mar A se filtra usando un tercer clarificador 10 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF) para producir el quinto permeado y la quinta agua concentrada, y el agua de mar A que es el quinto permeado se mezcla con el agua de dilución para producir agua mezclada.

[0141] Según el procedimiento de desalación de agua de mar, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua dulce C puede producirse con mayor grado de pureza. Existe otro efecto ventajoso debido a que, cuando se ha filtrado agua tratada biológicamente como agua de dilución, la concentración de materiales sólidos en el agua de dilución se reduce y la concentración de materiales sólidos en el agua de mar A que se mezclará con el agua de dilución se mantiene baja, y de ese modo el agua dulce C puede producirse con más eficacia.

[0142] En el procedimiento de desalación de agua de mar, la quinta agua concentrada puede tratarse como agua concentrada similar a la primera agua concentrada.

[0143] En el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, el tercer permeado producido en el segundo clarificador 32 se filtra usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33 en la etapa de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, es posible emplear una disposición en la que no se lleva a cabo la filtración del tercer permeado por el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33.

[0144] En la forma anterior del procedimiento de desalación de agua de mar, tal como se muestra en las FIG. 5 y 6, es preferible emplear una disposición en la que, antes del mezclado de agua tratada biológicamente que es el tercer permeado, como agua de dilución, en el agua de mar A, el agua de mar A se filtra usando el tercer clarificador 10 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF), y el agua de mar A filtrada usando el tercer clarificador 10 se mezcla con, como agua de dilución, el agua tratada biológicamente que es el tercer permeado para producir agua mezclada.

[0145] En el procedimiento de desalación de agua de mar del primer ejemplo, las especies biológicas que proliferan en la parte de tratamiento biológico 3 son fermentadas por la parte de fermentación de metano 4 para producir metano, a la vez que es posible someter las especies biológicas a otro tratamiento, tal como deshidratación, en el procedimiento de desalación de agua de mar.

[0146] En el primer ejemplo, el primer clarificador 22 está configurado para filtrar agua mezclada transferida al primer clarificador 22 por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF), a la vez que puede configurarse para filtrar el agua mezclada mediante filtración en arena que tiene un filtro de arena. El primer ejemplo está configurado con este material para producir un efecto ventajoso debido a que pueden eliminarse impurezas de una gran cantidad de agua con baja energía.

[0147] En la disposición en la que se lleva a cabo filtración con arena, el primer clarificador 22 puede configurarse de manera que realice filtración con arena en una fase, o en dos o más fases.

[0148] Por fase de filtración con arena se entiende el número de filtros de arena conectados en tándem.

[0149] En la disposición en la que se lleva a cabo la filtración con arena, el primer clarificador 22 puede configurarse para filtrar adicionalmente agua mezclada, que se ha sometido a filtración con arena, mediante al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF).

[0150] En la disposición en la que el primer clarificador 22 realizará la filtración con arena, el primer clarificador 22 está provisto de un medio de limpieza (no mostrado) para limpiar una capa de filtro de arena.

[0151] En el primer ejemplo, el segundo clarificador 32 está configurado para filtrar agua tratada biológicamente, que ha sido transferida al segundo clarificador 32, por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF), mientras el segundo clarificador 32 puede configurarse de manera que el agua tratada biológicamente se somete a separación de sólido-líquido en un tanque de sedimentación y el agua tratada biológicamente sometida a separación de sólido-líquido se filtra mediante un medio de filtración en arena.

[0152] En la disposición en la que se lleva a cabo la filtración con arena, el segundo clarificador 32 puede configurarse de manera que realice la filtración con arena en una fase, o en dos o más fases.

[0153] En la disposición en la que se lleva a cabo la filtración con arena, el segundo clarificador 32 puede configurarse de manera que el agua tratada biológicamente sometida a filtración con arena sea filtrada adicionalmente por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF).

[0154] En el primer ejemplo, el segundo clarificador 32 puede configurarse de manera que el agua tratada biológicamente se somete a separación de sólido-líquido en un tanque de sedimentación, y el agua tratada biológicamente sometida a separación de sólido-líquido se filtra mediante al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF).

[0155] En la disposición en la que el segundo clarificador 32 realizará la filtración con arena, el segundo clarificador 32 está provisto de un medio de limpieza (no mostrado) para limpiar una capa de filtro de arena.

[0156] Cuando el primer ejemplo incluye el tercer clarificador 10, en el primer ejemplo, el tercer clarificador 10 está configurado para hacer que el agua de mar A, que se transfiere al tercer clarificador 10, sea filtrada por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF), mientras el tercer clarificador 10 puede configurarse para hacer que el agua de mar A sea filtrada por un medio de filtración en arena.

[0157] En la disposición en la que se lleva a cabo la filtración con arena, el tercer clarificador 10 puede configurarse de manera que realice la filtración con arena en una fase, o en dos o más fases.

[0158] En la disposición en la que se lleva a cabo la filtración con arena, el tercer clarificador 10 puede configurarse de manera que el agua de mar, que ha sido filtrada por el medio de filtración en arena, sea filtrada adicionalmente por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF).

[0159] En la disposición en la que el tercer clarificador 10 realizará la filtración con arena, se proporciona un medio de limpieza (no mostrado) para limpiar una capa de filtro de arena.

[0160] En el primer ejemplo, es posible emplear una disposición en la que la generación de energía se realiza usando energías naturales (por ejemplo, energía undimotriz, energía mareomotriz, energía eólica, energía solar y fuentes geotérmicas), y la energía así producida a partir de energías naturales se usa como potencia impulsora de una bomba o similar del aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo. El primer ejemplo es ventajoso en el sentido de que es posible suprimir la generación de gases, tales como dióxido de carbono, que podrían tener efectos en el medio ambiente, contener el agotamiento de los combustibles fósiles o prevenir riesgos, tales como

accidentes nucleares, usando energía producida a partir de energías naturales.

[0161] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está provisto de la turbina de agua 25 en la parte de tratamiento del agua mezclada 2, mientras que en lugar de la turbina de agua 25 puede proporcionarse un convertidor de presión (un dispositivo de recuperación de presión) para convertir la presión de la segunda agua concentrada, que ha sido suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, a la presión para transferir el agua mezclada directamente (sin intervención de electricidad) al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23.

[0162] Cuando se proporciona el convertidor de presión, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que la segunda agua concentrada, que ha sido suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, se transfiere al convertidor de presión, y la segunda agua concentrada usada en el convertidor de presión se transfiere a un tanque de almacenamiento de agua concentrada. El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que se transfiere el agua mezclada al convertidor de presión antes de que pase a través de la primera bomba 24, y el agua mezclada presurizada en el convertidor de presión se transfiere al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23 por medio de la primera bomba 24.

[0163] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo así configurado es ventajoso en el sentido de que puede ahorrarse la energía de la primera bomba 24.

[0164] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que la tercera agua concentrada se transfiere a la parte de fermentación de metano 4, mientras que el aparato de desalación de agua de mar 1 puede estar provisto de un medio de solubilización que descompone, disuelve y solubiliza especies biológicas (cuando las especies biológicas están contenidas en lodos activados, los lodos activados también se consideran especies biológicas) contenidas en la tercera agua concentrada, por ejemplo, mediante productos químicos (un álcali, un ácido, un agente oxidante o similar), onda ultrasónicas, calor y microorganismos que tienen capacidad de solubilizar los lodos activados.

[0165] En el caso de que se proporcione el medio de solubilización, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que la tercera agua concentrada se transfiere al medio de solubilización, y la tercera agua concentrada que es un líquido solubilizado se transfiere a la parte de fermentación de metano 4. En el caso en el que la solubilización se realiza mediante productos químicos, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que el líquido solubilizado tenga un pH ajustado a un valor cercano a la neutralidad (por ejemplo, pH 6-8) según las necesidades y las circunstancias, y la tercera agua concentrada que es el líquido solubilizado con su pH ajustado se transfiere a la parte de fermentación de metano 4.

[0166] El primer ejemplo así configurado es ventajoso en el sentido de que las especies biológicas son descompuestas por el medio de solubilización y por tanto las especies biológicas pueden ser descompuestas fácilmente por microorganismos anaerobios (bacterias generadoras de metano, etc.).

[0167] Como productos químicos usados por el medio de solubilización, son preferibles productos químicos (un álcali, un ácido, un agente oxidante) usados para limpiar la membrana de una membrana de ósmosis inversa o similar. En el primer ejemplo, cuando los productos químicos usados como medio de solubilización son productos químicos usados para la limpieza, se produce un efecto ventajoso dado que puede reducirse la necesidad de someter por separado los productos químicos usados a un tratamiento que los convierta en no peligrosos.

[0168] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo puede incluir un hidroextractor que separa el líquido de digestión de fermentación de metano, que ha sido producido por la fermentación de metano de las especies biológicas de la tercera agua concentrada en la parte de fermentación de metano 4, en masa de deshidratación y agua sobrenadante, y un equipo de incineración para la incineración de la masa de deshidratación.

[0169] En el caso de que se proporcione el hidroextractor y el equipo de incineración, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que el líquido de digestión de fermentación de metano se transfiere al hidroextractor, la masa de deshidratación se transfiere al equipo de incineración, y el agua sobrenadante es transferida, como agua tratada biológicamente, al segundo tanque de tratamiento biológico 31. El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado preferentemente para incluir el medio de solubilización de manera que permita que la tercera agua concentrada que es el líquido solubilizado sea transferida a la parte de fermentación de metano 4. El aparato de desalación de agua

de mar 1 del primer ejemplo así configurado permite que las especies biológicas sean descompuestas por el medio de solubilización para que de ese modo puedan descomponerse más fácilmente por microorganismos anaeróbicos (bacterias generadoras de metano, etc.), y así mejora la eficacia de descomposición de las especies biológicas por microorganismos anaeróbicos. Por tanto, en el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo, la cantidad de contenido sólido en el líquido de digestión de fermentación de metano se mantiene baja, y de este modo la cantidad de masa de deshidratación que se incinerará en el equipo de incineración se mantiene baja, lo que produce un efecto ventajoso debido a que pueden mantenerse bajos los costes de incineración en el equipo de incineración.

[0170] En el caso de que se proporcione el medio de solubilización, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo puede configurarse de manera que el líquido solubilizado es transferido, como agua tratada biológicamente, al segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0171] En el caso en el que el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado para realizar el tratamiento biológico que usa lodos activados en el segundo tanque de tratamiento biológico 31, tal como se muestra en la FIG. 7, puede disponerse un portador 35 que coagula los lodos activados en el segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0172] En el caso en el que el portador 35 esté dispuesto en el segundo tanque de tratamiento biológico 31, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo está configurado de manera que se forman lodos activados coagulados que son lodos activados coagulados por el portador 35 y separados del portador 35, y además los lodos activados coagulados y las aguas residuales orgánicas se mezclan entre sí para producir agua tratada biológicamente. El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo incluye un medio de aireación 36 que airea el agua en el interior del segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0173] Al proporcionar el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo con el portador 35, los lodos activados se coagulan y su tasa de sedimentación aumenta. En consecuencia, las características de sedimentación por separación de lodos activados se mejoran de manera que se produce un efecto ventajoso debido a que pueden mejorarse las características de separación de las membranas de agua tratada biológicamente.

[0174] El portador 35 incluye elementos de atrapamiento 35a a los que se adhieren los lodos activados, y un elemento de soporte 35b para soportar los elementos de atrapamiento 35a. El portador 35 está configurado de manera que los elementos de atrapamiento 35a oscilan con los flujos generados por la aireación del medio de aireación 36.

[0175] El elemento de soporte 35b tiene una forma de filamento. El elemento de soporte 35b está dispuesto de manera que tiene el eje del filamento orientado sustancialmente en perpendicular a la superficie del agua en el interior del segundo tanque de tratamiento biológico 31. El elemento de soporte 35b se asegura en el interior del segundo tanque de tratamiento biológico 31.

[0176] No se pretende incluir ninguna limitación en el material del elemento de soporte 35b, siempre y cuando soporte los elementos de atrapamiento 35a, si bien entre los ejemplos del material del elemento de soporte 35b se incluyen poliéster, resina acrílica, polietileno, fibra de carbono y similares.

[0177] Los elementos de atrapamiento 35a tienen cada uno forma de filamento.

[0178] No se pretende incluir ninguna limitación en el material de los elementos de atrapamiento 35a, siempre y cuando los lodos activados puedan adherirse fácilmente a los mismos, si bien entre los ejemplos del material de los elementos de atrapamiento 35a se incluyen resina acrílica, poliéster, polietileno, fibra de carbono y similares.

[0179] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo puede configurarse de manera que incluya un dispositivo de adición de ozono (no mostrado) para añadir ozono al agua tratada biológicamente que es la cuarta agua concentrada producida por la filtración que usa el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33, de manera que el agua tratada biológicamente, como agua de dilución, en la que se ha realizado la ozonificación, se mezcla en el agua de mar A.

[0180] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo así configurado permite reducir la concentración de materia orgánica contenida en el agua de dilución, y de este modo se reduce la concentración de

materia orgánica contenida en agua mezclada producida mezclando el agua de dilución en el agua de mar A. Así, el aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo puede suprimir la adherencia de la materia sólida orgánica en la superficie de membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, y de ese modo puede aumentar de manera eficaz el flujo de permeado de una membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, lo que da como resultado la producción de un efecto ventajoso debido a que el agua dulce C puede producirse con más eficacia.

[0181] El aparato de desalación de agua de mar 1 del primer ejemplo así configurado permite la reducción de los componentes aromatizantes contenidos en el agua de dilución por el ozono, y la esterilización de los microorganismos contenidos en el agua de dilución, lo que produce un efecto ventajoso debido a que el agua dulce C puede producirse con mayor grado de pureza.

[0182] Según el primer ejemplo, es posible producir eficazmente agua purificada, tal como agua dulce, mientras se usa el agua tratada biológicamente producida por el tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas.

Realización de la invención

[0183] A continuación, se procederá a la descripción de un aparato de desalación de agua de mar como un aparato de generación de agua dulce para el uso en un procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención, y un procedimiento de desalación de agua de mar como un procedimiento de generación de agua dulce, de una realización de la invención.

[0184] Entre tanto, en un procedimiento convencional de desalación de agua de mar, el agua de mar debe ser presurizada por una bomba o similar y suministrada a presión a un dispositivo de membrana de ósmosis inversa con el fin de realizar la filtración de agua de mar por medio del dispositivo de membrana de ósmosis inversa, lo que plantea el problema de que cuanto mayor es la concentración de sal de agua de mar, más elevada es la energía necesaria.

[0185] Por otra parte, además de la cuestión anterior relativa a agua de mar, las aguas residuales que contienen materia inorgánica, como, por ejemplo, un metal, representadas, por ejemplo, por las aguas residuales de una fábrica de fabricación de metales, como, por ejemplo, acero (en lo sucesivo referidas también como “aguas residuales inorgánicas") se someten generalmente a un pretratamiento, tal como ajuste de pH para solidificación, y posteriormente se someten a separación por sedimentación. El agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante producida por sedimentación y separación de estas aguas residuales inorgánicas se vierte en la actualidad en los océanos y los ríos, lo que plantea el problema de que existe una gran cantidad de agua que no se usa de manera eficaz.

[0186] A la luz del problema anterior, un objeto de la realización consiste en proporcionar un procedimiento de desalación de agua de mar que sea capaz de producir de manera eficaz agua purificada, tal como agua dulce, usando aguas residuales inorgánicas.

[0187] En primer lugar, se describirá un aparato de desalación de agua de mar para su uso en un procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención.

[0188] La FIG. 8 es un diagrama de bloques esquemático del aparato de desalación de agua de mar de la realización. Tal como se muestra en la FIG. 8, un aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización incluye una parte de tratamiento de sedimentación 203 que somete las aguas residuales inorgánicas 200B a sedimentación y separación (en lo sucesivo referido también como "tratamiento de sedimentación") para producir agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante y agua concentrada 200D que contiene una gran cantidad de materiales sólidos, y una parte de tratamiento del agua mezclada 202 que mezcla, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante producida en la parte de tratamiento de sedimentación 203 en agua de mar 200A y suministra el agua mezclada producida por el mezclado a un dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 para filtrar la misma, produciendo de ese modo el agua dulce 200C que es el permeado y agua concentrada 200D.

[0189] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado de manera que el agua de mar 200A se transfiere a la parte de tratamiento del agua mezclada 202, las aguas residuales inorgánicas 200B a la parte de tratamiento de sedimentación 203, el agua tratada por sedimentación a la parte de tratamiento del

agua mezclada 202 y el agua concentrada 200D a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado).

[0190] Además, el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para recuperar agua dulce 200C que es el permeado indicado anteriormente.

[0191] El agua de mar 200A es agua que contiene sal, y por ejemplo, tiene una concentración de sal de aproximadamente el 1,0 al 8,0% en masa, y más específicamente tiene una concentración de sal del 2,5 al 6,0% en masa.

[0192] El agua de mar 200A en la presente memoria descriptiva no se limita necesariamente a agua en el mar, y pretende incluir agua de zonas terrestres, tal como agua de lagos (lagos salados, lagos salobres), agua de pantanos y agua de estanques, siempre y cuando estas aguas tengan una concentración de sal del 1,0% en masa o más.

[0193] Las aguas residuales inorgánicas 200B son aguas residuales que contienen materia inorgánica y que tienen una baja concentración de materia orgánica, y, por ejemplo, aguas residuales que tienen una DOB (Demanda de Oxígeno Bioquímico) de 50 mg/L o menos, y preferentemente aguas residuales que tienen una DOB de 10 mg/L o menos.

[0194] Las aguas residuales inorgánicas 200B corresponden a agua que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar 200A. Las aguas residuales inorgánicas 200B son, por ejemplo, aguas residuales que tienen una concentración de sal con respecto al agua de mar 200A de 1: no más de 0,1, y más específicamente 1: no más de 0,01.

[0195] Entre los ejemplos de aguas residuales inorgánicas 200B se incluyen aguas residuales industriales (por ejemplo, aguas residuales procedentes de fábricas diversas, tales como una acería, una fábrica de productos químicos o una fábrica de productos electrónicos).

[0196] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 está configurada de manera que el agua tratada por sedimentación producida por la parte de tratamiento de sedimentación 203 se mezcla, como agua de dilución, en el agua de mar 200A para producir agua mezclada.

[0197] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 incluye un primer clarificador 222 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF) y clarifica el agua mezclada mediante filtración para producir el primer permeado y la primera agua concentrada, y un primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 que filtra el agua mezclada que es el primer permeado para producir agua dulce 200C que es el segundo permeado y la segunda agua concentrada.

[0198] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 está configurada de manera que el agua tratada por sedimentación producida en la parte de tratamiento de sedimentación 203 se mezcla, como agua de dilución, en el agua de mar 200A para producir agua mezclada, el agua mezclada producida por el mezclado se transfiere al primer clarificador 222 para ser filtrada por el primer clarificador 222 con el fin de producir el primer permeado y la primera agua concentrada, la primera agua concentrada se transfiere a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado), el agua mezclada que es el primer permeado se transfiere al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 para ser tratada por el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 con el fin de producir el agua dulce 200C que es el segundo permeado y la segunda agua concentrada.

[0199] En la presente memoria descriptiva se entiende por clarificación una filtración más intensa que la filtración con membrana de ósmosis inversa, es decir, un tratamiento realizado antes de la filtración por el dispositivo de membrana de ósmosis inversa y efectuado para eliminar las impurezas (por ejemplo, materiales sólidos o similares) de mayor tamaño que las filtradas por una membrana de ósmosis inversa.

[0200] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para recuperar el agua dulce 200C que es el segundo permeado.

[0201] El primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 es del tipo en el que una membrana de ósmosis inversa (membrana OI) está contenida en un recipiente de presión.

[0202] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 incluye una primera bomba 224 para presurizar el primer permeado y suministrar el mismo a presión al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, de manera que la segunda agua concentrada es suministrada a presión al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 por suministro a presión del primer permeado al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 por medio de la primera bomba 224.

[0203] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 incluye un primer medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones (no mostrado) para suministrar una solución de prevención de incrustaciones, que contiene un agente de prevención de incrustaciones (agente capaz de suprimir la formación de incrustaciones en la membrana OI), a la membrana OI del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223.

[0204] Entre los ejemplos del agente de prevención de incrustaciones se incluyen un polímero de ácido carboxílico, un producto con mezcla de polímero de ácido carboxílico y un fosfonato.

[0205] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 también incluye un primer medio de suministro de solución de limpieza de membrana para suministrar una solución de limpieza de membrana, que contiene un agente de solución de membranas (agente capaz de disolver sustancias originales de agua bruta capaz de adherirse a una membrana), a la membrana OI del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223.

[0206] No se pretende incluir ninguna limitación en el material del agente de limpieza de membrana, y entre los ejemplos del agente de limpieza de membrana se incluyen un ácido, un álcali, un agente oxidante, un agente de quelación y un agente tensioactivo. Entre los ejemplos del ácido se incluyen un ácido orgánico (por ejemplo, ácido cítrico, ácido oxálico, etc.), un ácido inorgánico (por ejemplo, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, etc.). Un ejemplo del álcali incluye hidróxido de sodio. Entre los ejemplos del agente oxidante se incluyen peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio.

[0207] Como solución de limpieza de membrana puede usarse un líquido mezclado con dos o más clases de agentes de limpieza de membrana mezclados entre sí (por ejemplo, mezcla de hidróxido de sodio y un agente tensioactivo).

[0208] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 incluye una turbina de agua 225 que está alimentada por presión de la segunda agua concentrada que ha sido suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, y está configurada para poder ser alimentada tras el accionamiento de la turbina de agua 225 por la presión de la segunda agua concentrada, que se efectúa transfiriendo la segunda agua concentrada suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 a la turbina de agua 225.

[0209] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para transferir la segunda agua concentrada, que se ha usado para accionar la turbina de agua 225, a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado).

[0210] El primer clarificador 222 es de un tipo tal que se instalará fuera del tanque.

[0211] La parte de tratamiento del agua mezclada 202 incluye un segundo medio de suministro de solución de limpieza de membrana (no mostrado) para suministrar la solución de limpieza de membrana mencionada anteriormente a la membrana del primer clarificador 222.

[0212] La parte de tratamiento de sedimentación 203 incluye un tanque de separación por sedimentación 231 para someter las aguas residuales inorgánicas 200B a sedimentación y separación para producir agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante y agua concentrada 200D, un segundo clarificador 232 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF) y está configurado para filtrar el agua tratada por sedimentación producida en el tanque de separación por sedimentación 231 para producir el tercer permeado y la tercera agua concentrada, y un segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 que filtra el agua tratada por sedimentación que es el tercer permeado para producir agua purificada 200E que es el cuarto permeado y el agua tratada por sedimentación que es la cuarta agua concentrada.

[0213] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para incluir un medio de adición de agente de agregación para añadir un agente de agregación al tanque de separación por sedimentación 231 con el fin de someter las aguas residuales inorgánicas 200B a agregación, sedimentación y

separación mediante el agente de agregación, según las necesidades y las circunstancias.

[0214] El segundo clarificador 232 es de un tipo tal que se instalará fuera del tanque de separación por sedimentación 231.

[0215] La parte de tratamiento de sedimentación 203 incluye un cuarto medio de suministro de solución de limpieza de membrana (no mostrado) para suministrar la solución de limpieza de membrana mencionada anteriormente a la membrana del segundo clarificador 232.

[0216] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para transferir las aguas residuales inorgánicas 200B al tanque de separación por sedimentación 231.

[0217] La parte de tratamiento de sedimentación 203 está configurada para someter las aguas residuales inorgánicas 200B transferidas a sedimentación y separación por medio del tanque de separación por sedimentación 231 para producir agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante y agua concentrada 200D, transferir el agua tratada por sedimentación al segundo clarificador 232, transferir el agua concentrada 200D a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado), filtrar el agua tratada por sedimentación usando el segundo clarificador 232 para producir el tercer permeado y la tercera agua concentrada, transferir el tercer permeado al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 y filtrar el tercer permeado usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 para producir agua purificada 200E que es el cuarto permeado y agua tratada por sedimentación que es la cuarta agua concentrada.

[0218] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para transferir, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que es la cuarta agua concentrada a la parte de tratamiento del agua mezclada 202, y recuperar el cuarto permeado como agua purificada 200E.

[0219] El segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 es de un tipo tal que una membrana de ósmosis inversa está contenida en un recipiente de presión.

[0220] Una membrana OI del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 de la realización pretende incluir también una membrana de nanofiltración (membrana NF).

[0221] La parte de tratamiento de sedimentación 203 está configurada para suministrar el tercer permeado al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 después de presurizar el tercer permeado por medio de una segunda bomba 234.

[0222] La parte de tratamiento de sedimentación 203 incluye un segundo medio de solución de prevención de incrustaciones (no mostrado) para suministrar la solución de prevención de incrustaciones indicada anteriormente a la membrana OI del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233.

[0223] La parte de tratamiento de sedimentación 203 incluye un tercer medio de suministro de solución de limpieza de membrana (no mostrado) para suministrar la solución de limpieza de membrana mencionada anteriormente a la membrana OI del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233.

[0224] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización incluye una parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 que genera energía usando la diferencia entre la concentración de sal de la segunda agua concentrada y la concentración de sal del tercer permeado.

[0225] La parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 incluye un tanque 251, y una membrana semipermeable 254 para dividir el interior del tanque 251 en dos secciones.

[0226] La parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 incluye además una parte de alojamiento del tercer permeado 252 para el alojamiento del tercer permeado y una parte de alojamiento de la segunda agua concentrada 253 para el alojamiento de la segunda agua concentrada.

[0227] La parte de alojamiento del tercer permeado 252 y la parte de alojamiento de la segunda agua concentrada 253 se forman dividiendo el interior del tanque 251 en las dos secciones con la membrana semipermeable 254.

[0228] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para transferir una parte del tercer permeado a la parte de alojamiento del tercer permeado 252, y para transferir la segunda agua concentrada a la parte de alojamiento de la segunda agua concentrada 253 antes de transferir la segunda agua concentrada a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado).

[0229] La parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 está configurada para generar energía usando la diferencia de altura en nivel de líquido originada por el aumento en el nivel de líquido de la parte de alojamiento del tercer permeado 252, una diferencia de altura que es causada a su vez por la transferencia de sólo el contenido de agua de la segunda agua concentrada por medio de la membrana semipermeable 254, una transferencia que es causada a su vez por la diferencia de concentración de sal entre la segunda agua concentrada y el tercer permeado.

[0230] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para transferir, como agua concentrada 200D, la segunda agua concentrada usada en la parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 y el contenido de agua del tercer permeado transferido por medio de la membrana semipermeable 254, a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado), y recuperar, como agua industrial 200F, el tercer permeado usado en la parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 y que permanece en la parte de alojamiento del tercer permeado 252.

[0231] La parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 puede configurarse para generar energía usando el agua purificada 200E o el agua dulce 200C en lugar del tercer permeado. Es decir, la parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 puede incluir una parte de alojamiento de agua dulce para el alojamiento del agua purificada 200E o una parte de alojamiento de agua dulce para el alojamiento del agua dulce 200C, en lugar de la parte de alojamiento del tercer permeado 252. En este caso, el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado para transferir el agua purificada 200E o el agua dulce 200C a la parte de producción de energía por diferencia de concentración 205.

[0232] A continuación, se procederá a la descripción de un procedimiento de desalación de agua de mar de una realización de la invención.

[0233] El procedimiento de desalación de agua de mar de la realización incluye la realización de una etapa de mezclado para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante producida sometiendo las aguas residuales inorgánicas a sedimentación y separación en agua de mar, y una etapa de tratamiento del agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la etapa de mezclado en un aparato de membrana de ósmosis inversa, en el que se filtra el agua mezclada.

[0234] Específicamente, el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización es un procedimiento de desalación de agua de mar mediante la realización de una etapa de tratamiento de aguas residuales sometiendo las aguas residuales inorgánicas 200B a sedimentación y separación en el interior del tanque de separación por sedimentación 231 para producir agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante, el filtrado adicional del agua tratada por sedimentación usando el segundo clarificador 232 para producir el tercer permeado y la tercera agua concentrada, y a continuación el filtrado del agua tratada por sedimentación que es el tercer permeado usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 para producir el cuarto permeado y el agua tratada por sedimentación que es la cuarta agua concentrada, una etapa de mezclado para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que es la cuarta agua concentrada, en el agua de mar 200A para producir agua mezclada, y una etapa de tratamiento del agua mezclada de filtrado del agua mezclada producida por la etapa de mezclado usando el primer clarificador 222 para producir el primer permeado y la primera agua concentrada, y a continuación del filtrado del agua mezclada que es el primer permeado usando el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 para producir el segundo permeado y la segunda agua concentrada.

[0235] En la etapa de mezclado, la relación de volumen de mezcla entre el agua de mar 200A y el agua de dilución es preferentemente de 1 a 0,1 o más, y más preferentemente de 1 a 1 o más, con el fin de hacer importante el efecto de dilución.

[0236] El procedimiento de desalación de agua de mar de la realización es ventajoso dado que, como tiene una relación de volumen de mezcla entre el agua de mar 200A y el agua de dilución comprendida entre 1 y 0,1 o más, es posible reducir la concentración de sal y ahorrarse de forma segura cantidad de energía requerida para desalar el agua de mar 200A por cantidad unitaria del agua dulce producida 200C, y además puede suprimirse la

corrosión de diversos dispositivos o instrumentos usados en la etapa de mezclado o en la etapa de tratamiento del agua mezclada.

[0237] En el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización, la concentración de sal del agua mezclada es preferentemente del 3,0% en masa o menos, y más preferentemente del 1,8% en masa o menos. Además, en el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización, la concentración de sal del agua de dilución es preferentemente la tercera parte o menos de la concentración de sal del agua de mar 200A que se diluirá con el agua de dilución, y más preferentemente una décima parte de la concentración de sal del agua de mar 200A que se diluirá con el agua de dilución. El procedimiento de desalación de agua de mar de la realización es ventajoso también porque, al ajustar la concentración de sal de agua de dilución a la tercera parte o menos de la concentración de sal del agua de mar 200A que se diluirá con el agua de dilución, puede producirse agua dulce 200C con mayor grado de pureza.

[0238] El aparato de desalación de agua de mar de la realización y el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización configurado tal como se menciona anteriormente producen los siguientes efectos ventajosos.

[0239] Según el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización, que realiza la etapa de mezclado para mezclar, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar 200A en el agua de mar 200A, y la etapa de tratamiento del agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la etapa de mezclado en el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, en el que se filtra el agua mezclada, desalando así el agua de mar 200A, es posible ahorrar una cantidad de energía requerida para su suministro a presión por cantidad unitaria de agua dulce producida 200C, dado que la presión para suministrar a presión el agua mezclada al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 puede mantenerse por debajo de la presión para suministrar a presión el agua de mar. Además, puede aumentarse el flujo de permeado de una membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, y de este modo es posible incrementar la velocidad de flujo de filtración. Además, puede reducirse la carga en la membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 (carga química debida a la sal en agua de mar, y carga física debida a la presión) y de este modo es posible prolongar el tiempo de vida de la membrana. Por otra parte, el agua tratada por sedimentación puede usarse de manera eficaz.

[0240] Según el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización, la filtración del agua mezclada se realiza usando el primer clarificador 222 antes de la filtración que usa el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 en la etapa de tratamiento del agua mezclada. En consecuencia, es posible suprimir la adherencia de sustancias sólidas inorgánicas o sal en la superficie de membrana del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, y producir de este modo un efecto ventajoso debido a que el agua dulce 200C puede producirse con más eficacia. Existe también un efecto ventajoso debido a que puede producirse el agua dulce 200C con mayor grado de pureza.

[0241] Según el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización, el agua purificada 200E puede recuperarse en una etapa de tratamiento de aguas residuales mediante la realización de la etapa de tratamiento de aguas residuales consistente en someter las aguas residuales inorgánicas 200B a sedimentación y separación en el interior del tanque de separación por sedimentación 231 para producir agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante, a continuación el filtrado del agua tratada por sedimentación usando el segundo clarificador 232 para producir el tercer permeado y la tercera agua concentrada, y después la filtración del tercer permeado usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 para producir el cuarto permeado y la cuarta agua concentrada. Así, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0242] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización de manera que suministre el primer permeado al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 después de presurizar el primer permeado por medio de la primera bomba 224 para producir la segunda agua concentrada, y al alimentarlo accionando la turbina de agua 225 por la presión de la segunda agua concentrada, se produce un efecto ventajoso debido a que puede producirse energía. Además, cuando la energía producida se usa en una etapa de producción de agua purificada a partir del agua de mar 200A o las aguas residuales inorgánicas 200B, se produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0243] Al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización de manera que incluya la parte de producción de energía por diferencia de concentración 205 que produce energía usando la

diferencia entre la concentración de sal de la segunda agua concentrada, que tiene una concentración de sal superior a la del agua mezclada, y la concentración de sal del tercer permeado, se produce un efecto ventajoso debido a que puede producirse energía. Cuando esta energía producida se usa en una etapa de producción de agua purificada a partir del agua de mar 200A o las aguas residuales inorgánicas 200B, existe un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0244] Además, al haber configurado el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización de manera que incluya el primer medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones y el segundo medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones, se produce un efecto ventajoso debido a que pueden suprimirse las incrustaciones, que podrían generarse en la membrana de ósmosis inversa del primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 y la membrana de ósmosis inversa del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233, y por tanto el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0245] Mientras el aparato de desalación de agua de mar de la realización y el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización producen los efectos ventajosos anteriores, el procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención y el procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención no están limitados necesariamente a las realizaciones anteriores, y pueden modificarse según las necesidades y las circunstancias.

[0246] Por ejemplo, el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización incluye el primer medio de suministro de solución de prevención de incrustaciones y el segundo medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones. Sin embargo, el aparato de desalación de agua de mar 201 puede incluir sólo el segundo medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones y no incluir el primer medio de suministro de solución de prevención de incrustaciones, en el que se descarga una solución de prevención de incrustaciones suministradas al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 por el segundo medio de suministro de una solución de prevención de incrustaciones, como cuarta agua concentrada, a partir del segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233, y la solución de prevención de incrustaciones se suministra al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223.

[0247] Según el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización así configurado, la solución de prevención de incrustaciones es difícil de permear a través de una membrana de ósmosis inversa, y así una solución de prevención de incrustaciones usada en el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 puede usarse en el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, y puede ahorrarse energía requerida para suministrar la solución de prevención de incrustaciones, lo que produce un efecto ventajoso debido a que el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0248] En este caso, el aparato de desalación de agua de mar 201 de la presente invención puede configurarse de manera que una solución de prevención de incrustaciones descargada, como cuarta agua concentrada, desde el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 se suministra al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 por medio del primer clarificador 222, o puede configurarse de manera que la solución de prevención de incrustaciones se suministra directamente al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 sin intervención del primer clarificador 222. Especialmente, según el aparato de desalación de agua de mar 201 de la presente invención, en el que la solución de prevención de incrustaciones se suministra directamente al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 sin intervención del primer clarificador 222, se produce un efecto ventajoso debido a que se suprime que la solución de prevención de incrustaciones se diluya en el primer clarificador 222, y de este modo la solución de prevención de incrustaciones se suministra de manera eficaz al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, y así el agua purificada puede recuperarse de manera más eficaz.

[0249] En el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización, en la etapa de tratamiento del agua mezclada, la filtración del agua mezclada que usa el primer clarificador 222 se realiza antes de la filtración usando el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223. Sin embargo, el procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención puede configurarse de manera que no se realice la filtración del agua mezclada por el primer clarificador 222.

[0250] En la forma anterior del procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención, tal como se muestra en la FIG. 9, es preferible emplear una disposición, en la que, antes del mezclado del agua tratada por sedimentación que es la cuarta agua concentrada, como agua de dilución, en el agua de mar 200A, el agua de mar 200A se filtra usando un tercer clarificador 210 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración

(membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF) para producir el quinto permeado y la quinta agua concentrada, y el agua de mar 200A que es el quinto permeado se mezcla con el agua de dilución para producir agua mezclada, y el quinto permeado en forma del agua de mar 200A se mezcla con el agua de dilución para producir agua mezclada.

[0251] En el procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención, la quinta agua concentrada puede tratarse como agua concentrada similar a la primera agua concentrada.

[0252] En el procedimiento de desalación de agua de mar de la realización, el tercer permeado producido en el segundo clarificador 232 se filtra usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233 en la etapa de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, es posible emplear una disposición en la que no se realiza la filtración del tercer permeado por el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233.

[0253] En la forma anterior del procedimiento de desalación de agua de mar de la presente invención, tal como se muestra en la FIG. 10, es preferible emplear una disposición en la que, antes del mezclado del agua de mar 200A con, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que es el tercer permeado, el agua de mar 200A se filtra usando el tercer clarificador 210 que tiene al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF), y el agua de mar 200A filtrada que usa el tercer clarificador 210 se mezcla con, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación que es el tercer permeado para producir agua mezclada. Tal como se muestra en la FIG. 11, es posible emplear una disposición en la que agua tratada por sedimentación no se filtra en el segundo clarificador 232 que se designará como agua de dilución, el agua de mar 200A se mezcla con, como agua de dilución, el agua tratada por sedimentación para producir agua mezclada, y el agua mezclada se filtra usando el tercer clarificador 210.

[0254] En la realización, el primer clarificador 222 está configurado para filtrar agua mezclada transferida al primer clarificador 222 por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF), mientras puede configurarse para filtrar el agua mezclada por un medio de filtración en arena que tiene un filtro de arena. La realización está configurada de esta manera para producir un efecto ventajoso debido a que pueden eliminarse las impurezas de una gran cantidad de agua con baja energía.

[0255] En la disposición en la que se lleva a cabo la filtración con arena, el primer clarificador 222 puede configurarse de manera que realice filtración con arena en una fase, o en dos o más fases.

[0256] Por fase de filtración con arena se entiende el número de filtros de arena conectados en tándem.

[0257] En la disposición en la que se lleva a cabo la filtración con arena, el primer clarificador 222 puede configurarse para filtrar adicionalmente agua mezclada, que se ha sometido a filtración con arena, mediante al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF).

[0258] En la disposición en la que el primer clarificador 222 realizará la filtración con arena, se proporciona al primer clarificador 222 un medio de limpieza (no mostrado) para limpiar una capa de filtro de arena.

[0259] En la realización, el segundo clarificador 232 está configurado para filtrar agua tratada por sedimentación, que ha sido transferida al segundo clarificador 232, por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF), mientras el segundo clarificador 232 puede configurarse de manera que el agua tratada por sedimentación se filtra mediante un medio de filtración en arena.

[0260] En la disposición de realización de filtración con arena, el segundo clarificador 232 puede configurarse de manera que realice la filtración con arena en una fase, o en dos o más fases.

[0261] En la disposición de realización de filtración con arena, el segundo clarificador 232 puede configurarse de manera que el agua tratada por sedimentación, que ha sido filtrada mediante filtración en arena, sea filtrada adicionalmente por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF).

[0262] En la disposición en la que el segundo clarificador 232 realiza la filtración con arena, se proporciona un medio de limpieza (no mostrado) para limpiar una capa de filtro de arena.

[0263] Cuando la realización incluye el tercer clarificador 210, el tercer clarificador 210 está configurado de manera que el agua de mar transferida al tercer clarificador 210 es filtrada por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF) en la realización, mientras que el tercer clarificador 210 puede configurarse de manera que el agua de mar es filtrada por un medio de filtración en arena.

[0264] En la disposición de realización de filtración con arena, el tercer clarificador 210 puede configurarse de manera que realice la filtración con arena en una fase, o en dos o más fases.

[0265] En la disposición de realización de filtración con arena, el tercer clarificador 210 puede configurarse de manera que el agua de mar, que se ha sometido a filtración con arena, es filtrada adicionalmente por al menos una entre una membrana de microfiltración (membrana MF) y una membrana de ultrafiltración (membrana UF).

[0266] En la disposición en la que el tercer clarificador 210 realiza la filtración con arena, se proporciona un medio de limpieza (no mostrado) para limpiar una capa de filtro de arena.

[0267] En la realización, es posible emplear una disposición en la que la generación de energía se realiza usando energía naturales (por ejemplo, energía undimotriz, energía mareomotriz, energía eólica, energía solar y fuentes geotérmicas), y la energía así producida a partir de energías naturales se usa como energía de accionamiento de una bomba o similar del aparato de desalación de agua de mar de la realización. La realización es ventajosa en el sentido de que es posible suprimir la generación de gases, tales como dióxido de carbono, que pueden tener influencia en el medio ambiente, contener el gasto de combustibles fósiles o prevenir riesgos, tales como accidentes nucleares, usando energía producida a partir de energías naturales.

[0268] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está provisto de la turbina de agua 225 en la parte de tratamiento del agua mezclada 202, mientras que, en lugar de la turbina de agua 225, puede proporcionarse un convertidor de presión (dispositivo de recuperación de presión) para convertir la presión de la segunda agua concentrada, que ha sido suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, en la presión para transferir agua mezclada directamente (sin intervención de electricidad) al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223.

[0269] Cuando se proporciona el convertidor de presión, el aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado de manera que la segunda agua concentrada, que ha sido suministrada a presión desde el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, se transfiere al convertidor de presión, y la segunda agua concentrada usada en el convertidor de presión se transfiere a un tanque de almacenamiento de agua concentrada. El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización está configurado de manera que se transfiere el agua mezclada al convertidor de presión antes de pasar a través de la primera bomba 224, y el agua mezclada presurizada en el convertidor de presión se transfiere al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 por medio de la primera bomba 224.

[0270] El aparato de desalación de agua de mar 201 de la realización así configurado es ventajoso en el sentido de que puede ahorrarse la energía de la primera bomba 224.

[0271] Por otra parte, en la realización, antes de transferir las aguas residuales inorgánicas 200B al tanque de separación por sedimentación 231, puede ajustarse el pH de las aguas residuales inorgánicas 200B a valores próximos a la neutralidad (por ejemplo, de pH 4 a pH 10) mediante un álcali (por ejemplo, hidróxido de sodio, etc.) o un ácido (por ejemplo, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, etc.). Antes de transferir las aguas residuales inorgánicas 200B al tanque de separación por sedimentación 231, las aguas residuales inorgánicas 200B pueden someterse a oxidación o reducción por un agente oxidante (por ejemplo, peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio, etc.) o un agente reductor (por ejemplo, bisulfito de sodio, tiosulfato de sodio, etc.).

[0272] En la realización, el agua tratada por sedimentación se mezcla, como agua de dilución, en el agua de mar 200A, pero las aguas residuales inorgánicas 200B, que no se someten a sedimentación, pueden mezclarse, como agua de dilución, en el agua de mar 200A. En la realización, cuando se usan aguas residuales inorgánicas, que no se someten a sedimentación, como agua de dilución, puede ajustarse el pH de las aguas residuales inorgánicas 200B a valores próximos a la neutralidad (por ejemplo, de pH 4 a pH 10) antes de mezclar las aguas residuales inorgánicas en el agua de mar 200A. Las aguas residuales inorgánicas 200B pueden someterse a oxidación o reducción antes de mezclar las aguas residuales inorgánicas 200B en el agua de mar 200A.

[0273] Según la realización, es posible producir de manera eficaz agua purificada, tal como agua dulce 200C, usando las aguas residuales inorgánicas 200B.

Segundo ejemplo (no según la invención)

[0274] A continuación, se procederá a la descripción de un aparato de generación de agua dulce y un procedimiento de generación de agua dulce, del segundo ejemplo.

[0275] Entre tanto, en un procedimiento convencional de desalación de agua de mar, el agua de mar debe ser presurizada por una bomba o similar y alimentada a presión a un dispositivo de membrana de ósmosis inversa con el fin de realizar la filtración de agua de mar por medio del dispositivo de membrana de ósmosis inversa, lo que plantea el problema de que cuanto mayor es la concentración de sal de agua de mar, más alta es la energía requerida.

[0276] Por otra parte, además de la cuestión anterior relativa al agua de mar, las aguas residuales que contienen materia orgánica representadas, por ejemplo, por aguas cloacales (en lo sucesivo referidas también como "aguas residuales orgánicas"), el agua tratada biológicamente producida por tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas, las aguas residuales que contienen materia inorgánica, tal como metales pesados, representadas por las aguas residuales de una fábrica para la manufactura de metales, tales como el acero (en lo sucesivo referidas también como "aguas residuales inorgánicas") o las aguas residuales tratadas por sedimentación producidas al someter aguas residuales inorgánicas a sedimentación y separación se vierten en la actualidad en los océanos o los ríos, lo que plantea el problema de que la mayor parte de las aguas residuales no se usa de manera eficaz.

[0277] Las aguas residuales, las aguas residuales tratadas o similares son aguas residuales con baja concentración de sal que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar, y por tanto cuando se usan de manera eficaz como recursos de agua dulce, se supone que las aguas residuales pueden desalarse mediante la filtración con membrana de ósmosis inversa incluso con una bomba de presión relativamente baja. Sin embargo, estas aguas residuales con baja concentración de sales no existen de forma inagotable, como sucede con el agua de mar, y por tanto puede suceder que no sea posible producir una cantidad estabilizada de agua dulce como recursos de agua dulce, o no sea posible producir una cantidad estabilizada de agua dulce mediante filtración usando una bomba de baja presión, dado que la concentración de sal puede fluctuar de forma importante dependiendo de las circunstancias, lo que conduce al temor de que no sea posible producir de manera estable una cantidad predeterminada de agua dulce.

[0278] A la luz de los problemas anteriores, un objeto del segundo ejemplo es proporcionar un aparato de generación de agua dulce y un procedimiento de generación de agua dulce que sean capaces de producir agua dulce de manera eficaz.

[0279] En primer lugar, se procederá a la descripción de un aparato de generación de agua dulce del segundo ejemplo.

[0280] La FIG. 12 es un diagrama de bloques esquemático del aparato de generación de agua dulce del segundo ejemplo.

[0281] Tal como se muestra en la FIG. 12, un aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo incluye una primera parte del tratamiento 302 que separa las aguas residuales con baja concentración de sal 300B que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar 300A en el primer permeado y la primera agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una segunda parte del tratamiento 303 que mezcla, como agua de dilución, la primera agua concentrada producida en la primera parte del tratamiento, en el agua de mar 300A para producir agua mezclada, y separa el agua mezclada en el segundo permeado y la segunda agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa.

[0282] El aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo está configurado de manera que las aguas residuales con baja concentración de sal 300B se transfieren a la primera parte del tratamiento 302, y la segunda agua concentrada se transfiere, como agua concentrada 300E, a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado).

[0283] El aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo está configurado de manera que el primer permeado se produce como el agua dulce 300C y el segundo permeado se produce como el agua dulce 300D.

[0284] El agua de mar 300A es agua que contiene sal, y por ejemplo, tiene una concentración de sal de aproximadamente el 1,0 al 8,0% en masa, y más específicamente tiene una concentración de sal del 2,5 al 6,0% en masa.

[0285] El agua de mar 300A en la presente memoria descriptiva no se limita necesariamente a agua en el mar, y pretende incluir agua en zonas terrestres, tal como agua de lagos (lagos salados, lagos salobres), el agua de pantanos y el agua de estanques, siempre y cuando estas aguas tengan una concentración de sal del 1,0% en masa o más.

[0286] Las aguas residuales con baja concentración de sal 300B son aguas que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar 300A. Las aguas residuales con baja concentración de sal 300B son, por ejemplo, aguas residuales que tienen una concentración de sal con respecto al agua de mar 300A de 1: no más de 0,1, y más generalmente 1: no más de 0,01.

[0287] Las aguas residuales con baja concentración de sal 300B son aguas residuales que contienen materia orgánica (en lo sucesivo referidas también como “aguas residuales orgánicas"), aguas residuales que contienen materia inorgánica (en lo sucesivo referidas también como “aguas residuales inorgánicas"), o aguas residuales que contienen materia orgánica y materia inorgánica.

[0288] Las aguas residuales orgánicas son aguas residuales que tienen una DOB (Demanda de Oxígeno Bioquímico), como índice de concentración de materia orgánica, de 2.000 mg/L o menos, y más específicamente aguas residuales que tienen una DOB de aproximadamente 200 mg/L. Entre los ejemplos de aguas residuales orgánicas se incluyen aguas cloacales (por ejemplo, aguas residuales domésticas o agua de lluvia que fluye por los canales de alcantarillado), y aguas residuales industriales (aguas residuales vertidas, por ejemplo, de una fábrica de alimentos, una fábrica de productos químicos, una fábrica de la industria electrónica y una fábrica de pulpa de papel).

[0289] Las aguas residuales inorgánicas son aguas residuales que contienen materia inorgánica y que tienen una baja concentración de materia orgánica, y, por ejemplo, aguas residuales que tienen una DOB (Demanda de Oxígeno Bioquímico) de 50 mg/L o menos, y preferentemente aguas residuales que tienen una DOB de 10 mg/L o menos. Entre los ejemplos de aguas residuales inorgánicas se incluyen aguas residuales industriales (por ejemplo, aguas residuales vertidas desde diversas fábricas, tales como una acería, una fábrica de productos químicos y una fábrica de productos electrónicos).

[0290] Las aguas residuales con baja concentración de sal 300B pueden ser agua sobrenadante producida sometiendo las aguas residuales a sedimentación y separación en un tanque de separación por sedimentación, o permeado producido mediante filtración y clarificación por una membrana de microfiltración (membrana MF), una membrana de ultrafiltración (membrana UF) o un tanque de filtración con arena. Para aguas residuales orgánicas, las aguas residuales con baja concentración de sal 300B pueden ser agua tratada biológicamente producida por purificación de las aguas residuales orgánicas con especies biológicas.

[0291] En la presente memoria descriptiva se entiende por clarificación una filtración más intensa que la filtración con membrana de ósmosis inversa, es decir, un tratamiento realizado antes de la filtración por medio del dispositivo de membrana de ósmosis inversa y realizado para eliminar las impurezas (por ejemplo, materiales sólidos o similares) de mayor tamaño que las filtradas por una membrana de ósmosis inversa.

[0292] En la presente memoria descriptiva se entiende por purificación con especies biológicas la descomposición de materia orgánica contenida en agua con especies biológicas, tales como bacterias, protozoos y metazoos. Un ejemplo específico de dicho tratamiento incluye una aireación que usa lodos activados.

[0293] La membrana de ósmosis inversa tal como se emplea puede ser de un tipo denominado membrana de fibra hueca que está formado por una forma de filamento hueco que tiene un diámetro de varios milímetros y está hecho de un material, tal como acetato de celulosa, poliamida aromática y polialcohol vinílico, un tipo de membrana denominado tubular que tiene un diámetro de aproximadamente varios centímetros, mayor que el tipo de membrana de fibra hueca, un tipo denominado de membrana espiral que tiene una forma de envoltura arrollada en rodillo con

un sustrato del tipo de una malla dispuesta en el interior cuando está en uso, o de otros tipos convencionales.

[0294] La primera parte del tratamiento 302 incluye una primera unidad de membrana de ósmosis inversa 321 que separa las aguas residuales con baja concentración de sal 300B en el primer permeado y la primera agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y está configurado para suministrar a presión las aguas residuales con baja concentración de sal 300B a la primera unidad de membrana de ósmosis inversa 321 por medio de una primera bomba 322.

[0295] La primera parte del tratamiento 302 incluye un primer medio de medida de concentración de sal 323 que mide la concentración de sal de las aguas residuales con baja concentración de sal 300B transferidas a la primera unidad de membrana de ósmosis inversa 321, y un primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 324 que ajusta la velocidad de flujo del primer permeado.

[0296] Un ejemplo del primer medio de medida de concentración de sal 323 incluye un instrumento o dispositivo que está provisto de un dispositivo de medida de la conductividad eléctrica o un contador de iones para medir la concentración de sal.

[0297] El primer medio de medida de concentración de sal 323 tiene preferentemente una función de medida de la conductividad eléctrica ya que la conductividad eléctrica tiene una correlación con respecto a la concentración de sal y es fácil de medir.

[0298] Además, el dispositivo de medida de la conductividad eléctrica no es caro y es fácil de mantener, de manera que el primer medio de medida de concentración de sal 323 provisto del dispositivo de medida de la conductividad eléctrica es eficaz para ahorrar el coste de un aparato de generación de agua dulce y los costes de mantenimiento.

[0299] La segunda parte del tratamiento 303 incluye un tanque de mezcla 336 que mezcla la primera agua concentrada como agua de dilución en el agua de mar 300A para producir agua mezclada, y una segunda unidad de membrana de ósmosis inversa 331 que separa el agua mezclada en el segundo permeado y la segunda agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y está configurado para suministrar a presión el agua mezclada a la segunda unidad de membrana de ósmosis inversa 331 por medio de una segunda bomba 332.

[0300] El aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo está configurado de manera que el agua de mar 300A se transfiere al tanque de mezcla 336, y la primera agua concentrada como agua de dilución se transfiere al tanque de mezcla 336.

[0301] La segunda parte del tratamiento 303 incluye un segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 334 para ajustar la velocidad de flujo del agua de mar 300A.

[0302] El primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 324 y el segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 334 se proporcionan respectivamente con válvulas de regulación de apertura, tales como válvulas de mariposa cuyos grados de apertura son susceptibles de ajuste basándose en señales transmitidas desde el primer medio de medida de concentración de sal 323 para cambiar la velocidad de flujo del primer permeado y la velocidad de flujo del agua de mar 300A, respectivamente.

[0303] El aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo incluye un mecanismo de transmisión de señales 304 que transmite señales, que han sido emitidas desde el primer medio de medida de concentración de sal 323, por ejemplo, como señales de control para cambiar los grados de apertura de las válvulas de regulación de apertura, al primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 324 y al segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 334, respectivamente.

[0304] El aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo está configurado de manera que la cantidad del primer permeado producido en la primera parte del tratamiento 302, y la cantidad del segundo permeado producido en la segunda parte del tratamiento 303 se controlan basándose en los valores medidos obtenidos por el primer medio de medida de concentración de sal 323. Específicamente, el aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo está configurado de manera que la cantidad del primer permeado producido en la primera parte del tratamiento 302 y la cantidad del segundo permeado producido en la segunda parte del tratamiento 303 se controlan respectivamente mediante el ajuste de la velocidad de flujo del primer permeado por el primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 324 y el ajuste de la cantidad del agua de mar 300A por el

segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 334, basándose en los valores medidos obtenidos por el primer medio de medida de concentración de sal 323 y transmitidos por el mecanismo de transmisión de señales 304.

[0305] El aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo está configurado de manera que, cuando el valor medido obtenido por el primer medio de medida de concentración de sal 323 es igual o inferior que un valor de referencia predeterminado, se realiza un control para incrementar la cantidad del primer permeado producido en la primera parte del tratamiento 302, y reducir la cantidad del segundo permeado producido en la segunda parte del tratamiento 303.

[0306] Mientras el aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo está configurado en la forma descrita anteriormente, en lo sucesivo se procederá a la descripción del procedimiento de generación de agua dulce del segundo ejemplo.

[0307] El procedimiento de generación de agua dulce del segundo ejemplo incluye la realización de una primera etapa de tratamiento de separación de las aguas residuales con baja concentración de sal 300B en el primer permeado y la primera agua concentrada por la primera unidad de membrana de ósmosis inversa 321, y una segunda etapa de tratamiento de mezclado, como agua de dilución, de la primera agua concentrada producida por la primera etapa de tratamiento en el agua de mar 300A en el interior del tanque de mezcla 336 para producir agua mezclada y de separación del agua mezclada en el segundo permeado y la segunda agua concentrada por la segunda unidad de membrana de ósmosis inversa 331 para producir el permeado de cada etapa como agua dulce.

[0308] Según el procedimiento de generación de agua dulce del segundo ejemplo, la concentración de sal de las aguas residuales con baja concentración de sal 300B se mide con el primer medio de medida de concentración de sal 323, y se controla la cantidad del permeado producido por la primera etapa de tratamiento y la cantidad del permeado producido por la segunda etapa de tratamiento, basándose en el valor medido obtenido por esta medida.

[0309] Específicamente, según el procedimiento de generación de agua dulce del segundo ejemplo, la cantidad del primer permeado producido en la primera parte del tratamiento 302 y la cantidad del segundo permeado producido en la segunda parte del tratamiento 303 se controlan respectivamente mediante el ajuste de la velocidad de flujo del primer permeado por el primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 324 y el ajuste de la velocidad de flujo del agua de mar 300A por el segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 334, basándose en los valores medidos obtenidos por el primer medio de medida de concentración de sal 323 y transmitidos por el mecanismo de transmisión de señales 304.

[0310] Según el procedimiento de generación de agua dulce del segundo ejemplo, se realiza un control para incrementar la cantidad del primer permeado producido en la primera parte del tratamiento 302 y reducir la cantidad del segundo permeado producido en la segunda parte del tratamiento 303, cuando el valor medido obtenido por el primer medio de medida de concentración de sal 323 es igual o inferior que un valor de referencia predeterminado.

[0311] Aunque en la presente memoria descriptiva no se realizará una descripción detallada, es posible aplicar diversos dispositivos o instrumentos usados en un aparato convencional de generación de agua dulce al aparato de generación de agua dulce en una medida tal que no se perjudiquen los efectos ventajosos. Además, es posible emplear varios procedimientos de control o de funcionamiento de las instalaciones de un procedimiento convencional de generación de agua dulce en el procedimiento de generación de agua dulce.

[0312] Por ejemplo, aunque el aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo incluye el primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 324, el aparato de generación de agua dulce puede estar provisto de un primer inversor 325 que modifica la velocidad de rotación de la primera bomba 322 basándose en el resultado medido por el primer medio de medida de concentración de sal 323, y puede hacer que el mecanismo de transmisión de señales 304 se conecte con el primer inversor 325, tal como se muestra en la FIG. 13.

[0313] Aunque el aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo incluye el segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 334, el aparato de generación de agua dulce puede estar provisto de un segundo inversor 335 que modifica la velocidad de rotación de la segunda bomba 332 basándose en el resultado medido por el primer medio de medida de concentración de sal 323, y puede hacer que el mecanismo de transmisión de señales 304 se conecte con el segundo inversor 335, tal como se muestra en la FIG. 13.

[0314] Según el aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo, la segunda parte del

tratamiento 303 puede estar provista de un segundo medio de medida de concentración de sal 333 que mide la concentración de sal del agua de mar 300A transferida al tanque de mezcla 336, tal como se muestra en la FIG. 14.

[0315] En la presente memoria descriptiva, cuando la concentración de sal del agua de mar 300A ha experimentado fluctuaciones, la eficacia de generación del segundo permeado en la segunda unidad de membrana de ósmosis inversa 331 también fluctúa. Específicamente, cuando la concentración de sal del agua de mar 300A se ha reducido, la eficacia de generación del segundo permeado se incrementa, y cuando la concentración de sal del agua de mar 300A se ha incrementado, la eficacia de generación del segundo permeado se reduce.

[0316] Con el fin de abordar esta cuestión, según el aparato de generación de agua dulce 301 del segundo ejemplo, se realiza un control de manera que la velocidad de flujo del primer permeado se ajuste por medio del primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 324 y la velocidad de flujo del agua de mar 300A se ajuste por medio del segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 334, basándose en el valor medido obtenido por el primer medio de medida de concentración de sal 323 y transmitido por el mecanismo de transmisión de señales 304, en el que la velocidad de flujo del agua de mar 300A se corrige basándose en la eficacia de generación del segundo permeado determinada según la concentración de sal del agua de mar 300A producida por el segundo medio de medida de concentración de sal 333.

[0317] Así, según el segundo ejemplo, el agua dulce puede producirse de manera segura y eficaz.

Tercer ejemplo (no según la invención)

[0318] A continuación, se procederá a la descripción de un aparato de generación de agua dulce y un procedimiento de generación de agua dulce, del tercer ejemplo.

[0319] Entre tanto, en una técnica convencional de desalación de agua de mar, el agua de mar debe ser presurizada y suministrada a presión a una unidad de membrana de ósmosis inversa por una bomba o similar con el fin de realizar la filtración de agua de mar por medio de la unidad de membrana de ósmosis inversa, lo que plantea el problema de que cuanto mayor es la concentración de sal de agua de mar, mayor es la energía requerida.

[0320] Por otra parte, además de la cuestión anterior relativa al agua de mar, las aguas residuales que contienen materia orgánica representadas, por ejemplo, por aguas cloacales, aguas residuales tratadas biológicamente producidas mediante el tratamiento biológico de aguas residuales orgánicas, aguas residuales inorgánicas que contienen materia inorgánica, tal como metal, representadas, por ejemplo, por aguas residuales de una fábrica de manufactura de metales, tal como acero, o aguas residuales tratadas por sedimentación producidas sometiendo aguas residuales inorgánicas a un pretratamiento, tal como ajuste del pH para solidificarlas, y sometiendo un producto intermedio a tratamiento de sedimentación, se vierten en la actualidad a los océanos o los ríos, lo que plantea el problema de que en su mayor parte no se usan de manera eficaz.

[0321] Estas aguas residuales o aguas residuales tratadas son aguas residuales con baja concentración de sal que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar, y por tanto cuando se usan de manera eficaz como recursos de agua dulce, se supone que las aguas residuales pueden ser susceptibles de desalación mediante filtración con membrana de ósmosis inversa incluso con una bomba de presión relativamente baja.

[0322] Entre tanto, la cantidad de captación de estas aguas residuales con baja concentración de sal fluctúa ampliamente dependiendo de las circunstancias. Por ejemplo, para aguas cloacales, la cantidad de captación fluctúa dependiendo del tiempo o la estación, y para aguas residuales industriales, la cantidad de captación fluctúa dependiendo de la cantidad de producción, o del proceso de producción.

[0323] Es decir, estas aguas residuales con baja concentración de sal no existen de forma inagotable, a diferencia del agua de mar, y por tanto puede darse el caso de que no sea posible producir de manera estable una cantidad requerida como recursos de agua dulce, o el caso en el que deba desecharse de manera adecuada cuando la cantidad de captación es elevada en una disposición con un tanque de almacenamiento.

[0324] En consecuencia, puede surgir el problema de que no sea posible producir de manera estable una cantidad predeterminada de agua dulce, o no puedan usarse suficientemente recursos de agua dulce capaces de producir agua dulce a bajo coste, lo que provoca un deterioro de la eficacia.

[0325] Para abordar estos problemas, se procederá a tomar medidas usando un dispositivo provisto de un

tanque de almacenamiento excesivamente grande, si bien ello requiere un enorme espacio para su instalación.

[0326] A la luz de los problemas anteriores, un objeto del tercer ejemplo es proporcionar un aparato de generación de agua dulce y un procedimiento de generación de agua dulce que sean capaces de producir de manera eficaz una cantidad predeterminada de agua dulce de una forma estabilizada, mientras se omite la necesidad de proporcionar un espacio enorme para un tanque de almacenamiento excesivamente grande.

[0327] En primer lugar, se procederá a la descripción de un aparato de generación de agua dulce del tercer ejemplo.

[0328] La FIG. 15 es un diagrama de bloques esquemático del aparato de generación de agua dulce del tercer ejemplo.

[0329] Tal como se muestra en la FIG. 15, un aparato de generación de agua dulce 401 del tercer ejemplo incluye una primera parte del tratamiento 402 que separa aguas residuales con baja concentración de sal 400B que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar 400A en el primer permeado y la primera agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una segunda parte del tratamiento 403 que mezcla, como agua de dilución, la primera agua concentrada producida en la primera parte del tratamiento en el agua de mar 400A para producir agua mezclada, y separa el agua mezclada en el segundo permeado y la segunda agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa.

[0330] El aparato de generación de agua dulce 401 del tercer ejemplo está configurado de manera que las aguas residuales con baja concentración de sal 400B se suministran a la primera parte del tratamiento 402, y la segunda agua concentrada se transfiere, como agua concentrada 400E, a un tanque de almacenamiento de agua concentrada (no mostrado).

[0331] El aparato de generación de agua dulce 401 del tercer ejemplo está configurado de manera que el primer permeado se produce como agua dulce 400C y el segundo permeado se produce como agua dulce 400D.

[0332] El agua de mar 400A es agua que contiene sal, y por ejemplo, tiene una concentración de sal de aproximadamente el 1,0 al 8,0% en masa, y generalmente tiene una concentración de sal del 2,5 al 6,0% en masa.

[0333] El agua de mar 400A en la presente memoria descriptiva no se limita necesariamente a agua en el mar, y pretende incluir agua en zonas terrestres, tales como el agua de lagos (lagos salados, lagos salobres), el agua de pantanos y el agua de estanques, siempre y cuando estas aguas tengan una concentración de sal del 1,0% en masa o más.

[0334] Las aguas residuales con baja concentración de sal 400B son aguas que tienen una concentración de sal menor que el agua de mar 400A. Las aguas residuales con baja concentración de sal 400B son, por ejemplo, aguas residuales que tienen una concentración de sal con respecto al agua de mar 400A de 1: no más de 0,1, y más generalmente 1: no más de 0,01. Entre los ejemplos de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B se incluyen aguas residuales orgánicas que contienen materia orgánica y aguas residuales inorgánicas que contienen materia inorgánica. Las aguas residuales orgánicas son, por ejemplo, aguas residuales que tienen una DOB (Demanda de Oxígeno Bioquímico), como un índice de materia orgánica concentración, de 2.000 mg/L o menos, y más generalmente aguas residuales que tienen una DOB de aproximadamente 200 mg/L. Entre los ejemplos de las aguas residuales orgánicas se incluyen aguas cloacales (por ejemplo, aguas residuales domésticas o agua de lluvia que circula en los canales de alcantarillado), y aguas residuales industriales (aguas residuales vertidas, por ejemplo, de una fábrica de alimentos, una fábrica de productos químicos, una fábrica de productos electrónicos y una planta de pulpa de papel). Las aguas residuales inorgánicas son, por ejemplo, aguas residuales que tienen una baja concentración de materia orgánica, y aguas residuales que tienen una DOB (Demanda de Oxígeno Bioquímico) de 50 mg/L o menos, y preferentemente aguas residuales que tienen una DOB de 10 mg/L o menos. Entre los ejemplos de las aguas residuales inorgánicas se incluyen aguas residuales industriales (por ejemplo, aguas residuales vertidas desde diversas fábricas, tales como una acería, una fábrica de productos químicos y una fábrica de productos electrónicos).

[0335] Las aguas residuales con baja concentración de sal 400B pueden ser agua sobrenadante producida sometiendo las aguas residuales (aguas residuales orgánicas o aguas residuales inorgánicas) a sedimentación y separación en un tanque de separación por sedimentación, o permeado producido mediante filtración y clarificación por una membrana de microfiltración (membrana MF), una membrana de ultrafiltración (membrana UF), o un tanque

de filtración con arena. Para aguas residuales orgánicas, las aguas residuales con baja concentración de sal 400B pueden ser agua tratada biológicamente producida por purificación de las aguas residuales orgánicas con especies biológicas.

[0336] En la presente memoria descriptiva se entiende por clarificación una filtración más intensa que la filtración con membrana de ósmosis inversa, es decir, un tratamiento realizado antes de la filtración por medio del dispositivo de membrana de ósmosis inversa y realizado para eliminar las impurezas (por ejemplo, materiales sólidos o similar) de mayor tamaño que las filtradas por una membrana de ósmosis inversa.

[0337] En la presente memoria descriptiva se entiende por purificación con especies biológicas la descomposición de materia orgánica contenida en agua con especies biológicas, tales como bacterias, protozoos y metazoos. Un ejemplo específico de dicho tratamiento incluye una aireación que usa lodos activados.

[0338] La membrana de ósmosis inversa tal como se emplea puede ser de un tipo denominado membrana de fibra hueca, de un tipo denominado membrana tubular, de un tipo denominado membrana espiral o de otros tipos convencionales.

[0339] La primera parte del tratamiento 402 incluye una pluralidad de primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421 que separan las aguas residuales con baja concentración de sal 400B en el primer permeado y la primera agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, una pluralidad de primeras bombas 422 que suministran a presión las aguas residuales de baja concentración 400B respectivamente en las primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421, y un primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423 como un medio de medida de la velocidad de flujo que mide la velocidad de flujo de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B que se suministrarán a la primera parte del tratamiento 402.

[0340] La segunda parte del tratamiento 403 incluye un tanque de mezcla 436 que mezcla la primera agua concentrada como agua de dilución en el agua de mar 400A para producir agua mezclada, una pluralidad de segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431 que separan el agua mezclada en el segundo permeado y la segunda agua concentrada mediante filtración con membrana de ósmosis inversa, y una pluralidad de segundas bombas 432 que suministran a presión el agua mezclada respectivamente a las segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431, y está configurado para suministrar a presión el agua mezclada a las segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431 por medio de las segundas bombas 432.

[0341] El aparato de generación de agua dulce 401 del tercer ejemplo está configurado de manera que el agua de mar 400A se suministra en el tanque de mezcla 436 con una bomba (no mostrado), y la primera agua concentrada como agua de dilución se transfiere al tanque de mezcla 436.

[0342] La segunda parte del tratamiento 403 incluye un segundo dispositivo de medida de la velocidad de flujo 435 para medir la velocidad de flujo del agua de mar 400A, y una válvula de control como un mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 434 para ajustar la velocidad de flujo del agua de mar 400A que se suministrará al tanque de mezcla 436.

[0343] El aparato de generación de agua dulce 401 del tercer ejemplo está configurado de manera que la cantidad que será filtrada por cada una de la primera parte del tratamiento 402 y la segunda parte del tratamiento 403 se controla basándose en el valor medido de la velocidad de flujo medida por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423.

[0344] Específicamente, se realiza un control de manera que, basándose en el aumento del valor medido, el número de primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421 que se manejarán en la primera parte del tratamiento 402 se incrementa, mientras el número de segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431 que se manejarán en la segunda parte del tratamiento 403 se reduce.

[0345] Como descripción adicional en este punto, el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423 está conectado eléctricamente a cada una de las primeras bombas 422, y se realiza un control de manera que el número requerido de primeras bombas 422 se maneja basándose en el valor medido por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423. Así, cuando el valor medido aumenta, aumentará el número de primeras bombas 422 que se manejarán, mientras que, en correspondencia con ello, el número de primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421 que realizarán la filtración con membrana de ósmosis inversa se incrementa de manera que se incrementa la cantidad que se tratará en la primera parte del tratamiento 402.

[0346] El primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423 está conectado eléctricamente al mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 434, mientras que el segundo dispositivo de medida de la velocidad de flujo 435 está conectado eléctricamente a cada una de las segundas bombas 432, de manera que la velocidad de flujo del agua de mar 400A que circulará hacia el tanque de mezcla 436 de la segunda parte del tratamiento 403 se controla basándose en el valor medido por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423. Así, cuando aumenta el valor medido, la velocidad de flujo del agua de mar 400A en la segunda parte del tratamiento 403, por el contrario, disminuye. En correspondencia con ello, el valor medido por el segundo dispositivo de medida de la velocidad de flujo 435 se reduce, de manera que disminuye el número de segundas bombas 432 que se manejarán (es decir, el número de segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431 que se manejarán) basándose en este valor medido (específicamente, al considerar el valor medido y la velocidad de flujo de la primera agua concentrada).

[0347] Como procedimiento habitual, cuando el valor medido se ha reducido, se realiza un control de manera que el número de primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421 que se manejarán en la primera parte del tratamiento 402 se reduce, mientras que el número de segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431 que se manejarán en la segunda parte del tratamiento 403 aumenta.

[0348] Además, en el tercer ejemplo, se proporciona una línea de derivación 440 que permite que una parte de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B en la primera parte del tratamiento 402 sortee el tanque de mezcla 436, de manera que la cantidad sorteada puede controlarse basándose en el valor medido por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423.

[0349] Por ejemplo, cuando se ha medido la velocidad de flujo, que supera la capacidad de filtración de la membrana de ósmosis inversa en la primera parte del tratamiento 402, se realiza un control para suministrar una cantidad de aguas residuales equivalente a la cantidad en exceso al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440.

[0350] En el tercer ejemplo, la línea de derivación 440 así proporcionada permite usar las aguas residuales con baja concentración de sal 400B como recursos de agua dulce sin desecharlas, aun cuando se haya medido una cantidad inesperada de aguas residuales con baja concentración de sal 400B.

[0351] En el tercer ejemplo, cuando se ha medido la velocidad de flujo que supera la capacidad de filtración en la primera parte del tratamiento 402, se realiza un control para suministrar dicha cantidad en exceso de aguas residuales al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440, pero la presente invención no se limita necesariamente a ello. Por ejemplo, el control puede realizarse de manera que, cuando el valor medido por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423 haya superado un valor predeterminado, una parte de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B en la primera parte del tratamiento 402 se derive al tanque de mezcla 436.

[0352] Si bien el aparato de generación de agua dulce 401 del tercer ejemplo está configurado en la forma descrita anteriormente, en lo sucesivo se procederá a la descripción del procedimiento de generación de agua dulce del tercer ejemplo.

[0353] El procedimiento de generación de agua dulce del tercer ejemplo incluye la realización de una primera etapa de tratamiento de separación de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B que tiene una concentración de sal menor que el agua de mar 400A en el primer permeado y la primera agua concentrada mediante filtración en las primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421, y una segunda etapa de tratamiento de suministro de la primera agua concentrada producida por la primera etapa de tratamiento, como agua de dilución, al tanque de mezcla 436 que se mezclará en el agua de mar 400A en el tanque de mezcla 436 para producir agua mezclada, y la separación del agua mezclada en el segundo permeado y la segunda agua concentrada mediante filtración en las segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431 para producir, como agua dulce, el primer permeado y el segundo permeado separados en las etapas respectivas.

[0354] En el tercer ejemplo, se mide la velocidad de flujo de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B en el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423, y se controla la cantidad de aguas residuales que se filtrarán en cada una de la primera parte del tratamiento 402 y la segunda parte del tratamiento 403 basándose en el valor medido.

[0355] Específicamente, se controla el número de primeras bombas 422 (el número de primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421) que se manejarán en la primera parte del tratamiento 402 y el mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo 434 en la segunda parte del tratamiento 403 para controlar en consecuencia el número de segundas bombas 432 (el número de segundas unidades de membrana de ósmosis inversa 431), produciendo de ese modo agua dulce.

[0356] En el procedimiento de generación de agua dulce del tercer ejemplo, es posible emplear una disposición, en la que la velocidad de flujo de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B es medida por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo, y la velocidad de flujo de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B que se suministrará al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440 se controla basándose en el valor medido. En esta disposición, cuando se ha medido la velocidad de flujo superior a la capacidad de filtración de membrana de ósmosis inversa en la primera parte del tratamiento 402, el control se realiza preferentemente de manera que la cantidad en exceso de aguas residuales con baja concentración de sal 400B se suministra al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440. Sin embargo, el tercer ejemplo no se limita necesariamente a esto, y el control puede realizarse de manera que, cuando se ha medido una velocidad de flujo superior a un valor predeterminado de la velocidad de flujo en el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423, la cantidad en exceso de aguas residuales se suministra al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440.

[0357] El aparato de generación de agua dulce 401 y el procedimiento de generación de agua dulce no están limitados necesariamente a los del tercer ejemplo descrito anteriormente.

[0358] Por ejemplo, aunque no se ofrece su ilustración, es posible emplear una disposición, en la que la línea de derivación 440 se proporciona en una válvula reguladora de la velocidad de flujo, mediante la cual se controla la cantidad suministrada al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440.

[0359] El tercer ejemplo no se limita necesariamente a la disposición, en el que el número de primeras bombas 422 que se manejarán, el número de segundas bombas 432 que se manejarán, o similares se controlan basándose sólo en el valor medido por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423, y es posible emplear una disposición, en la que el número de primeras bombas 422 que se manejarán, el número de segundas bombas 432 que se manejarán, etc., se controlan, también teniendo en cuenta el valor medido por un dispositivo de medida de la velocidad de flujo dispuesto en un lugar diferente.

[0360] Por ejemplo, es posible emplear una disposición, en la que se dispone un dispositivo de medida de la velocidad de flujo para medir la velocidad de flujo de primera agua concentrada en un lado corriente abajo de las primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421, y el número de segundas bombas 432 que se manejarán y la cantidad de las aguas residuales con baja concentración de sal 400B que se suministrará al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440 se ajusta y se controla basándose en el valor medido por este dispositivo de medida de la velocidad de flujo y en el valor medido por el primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo 423.

[0361] En el tercer ejemplo, el número de segundas bombas 432 que se manejarán se controla basándose en el valor medido por el segundo dispositivo de medida de la velocidad de flujo 435 (específicamente, teniendo en cuenta el valor medido y la velocidad de flujo de la primera agua concentrada). Sin embargo, teniendo en cuenta que las aguas residuales con baja concentración de sal 400B se suministran a veces al tanque de mezcla 436 por medio de la línea de derivación 440, es posible emplear una disposición, en la que se proporciona un dispositivo de medida de la velocidad de flujo para medir la velocidad de flujo de la primera agua concentrada y la cantidad de suministro por la línea de derivación, de manera que el número de segundas bombas 432 que se manejarán se controla basándose en el valor total del valor medido del segundo dispositivo de medida de la velocidad de flujo 435, el valor medido de la velocidad de flujo de la primera agua concentrada y el valor medido de la cantidad suministrada por derivación. También es posible emplear una disposición, en la que no se proporciona un dispositivo de medida de la velocidad de flujo para medir la velocidad de flujo de la primera agua concentrada de manera que se usa un valor determinado mediante un cálculo según la cantidad suministrada a las primeras unidades de membrana de ósmosis inversa 421.

[0362] Así, según el tercer ejemplo, es posible producir de manera eficaz y estable una cantidad predeterminada de agua dulce, a la vez que se omite la necesidad de proporcionar un espacio enorme para un tanque de almacenamiento excesivamente grande.

Ejemplos

[0363] A continuación, se ofrecerá una descripción más específica para la presente invención citando ejemplos y ejemplos comparativos.

[0364] En primer lugar, se ofrecerá una descripción específica del primer ejemplo (no según la invención).

(Ejemplo de prueba 1)

[0365] Tal como se muestra en la FIG. 16, el agua tratada biológicamente, es decir, el agua de dilución G producida por tratamiento biológico de aguas cloacales como aguas residuales orgánicas B, y agua de mar A se mezclan entre sí en las cantidades indicadas en la Tabla 1 para producir agua mezclada, y el agua mezclada producida por el mezclado se suministra a la primera unidad de membrana de ósmosis inversa 23 por medio de la primera bomba 24 para su filtración. Así, se produce el agua dulce C que es el permeado, y el agua concentrada D. La presión de suministro (ata) del agua mezclada desde la primera bomba 24 a la primera unidad de membrana de ósmosis inversa 23, el consumo de potencia de la primera bomba 24 (W) y la cantidad (L) del agua dulce C que es el permeado y el agua concentrada D, durante la filtración, se determinan mediante un cálculo. Los resultados del cálculo se muestran en la Tabla 1 y la FIG. 17.

[0366] Por relación de potencia unitaria en la Tabla 1 se entiende una relación de potencia consumida para la filtración por cantidad unitaria de cada flujo de agua mezclada, cuando la potencia consumida para la filtración por cantidad unitaria de agua de mar A no diluida con flujo de agua tratada biológicamente es 100. El símbolo "%" como unidad de la concentración de sal de agua mezclada significa "% en masa".

Tabla 1

Cantidad de agua de mar (L)	Cantidad de agua tratada biológicamente (L)	Cantidad de agua mezclada (L)	Concentración de sal de agua mezclada (% en masa)	Presión (ata)	Cantidad de permeado (L)	Cantidad de agua concentrada (L)	Tasa de recuperación de permeado (%)	Consumo de potencia (W)	Consumo de potencia por cantidad unitaria de permeado (W/L)	Relación de potencia unitaria (%)
100	0	100	3,50	50,0	40	60	40,0	100	2,50	100,0
100	10	110	3,18	47,3	48	62	43,6	104	2,17	86,7
100	20	120	2,92	45,0	56	64	46,7	108	1,93	77,1
100	30	130	2,69	43,1	64	66	49,2	112	1,75	70,0
100	40	140	2,50	41,4	72	68	51,4	116	1,61	64,4
100	50	150	2,33	40,0	80	70	53,3	120	1,50	60,0
100	60	160	2,19	38,8	88	72	55,0	124	1,41	56,4
100	70	170	2,06	37,6	96	74	56,5	128	1,33	53,3
100	80	180	1,94	36,7	104	76	57,8	132	1,27	50,8
100	90	190	1,84	35,8	112	78	58,9	136	1,21	48,6
100	100	200	1,75	35,0	120	80	60,0	140	1,17	46,7

[0367] Tal como se muestra en la Tabla 1 o la FIG. 17, como el agua de mar se diluye adicionalmente con el agua tratada biológicamente, puede reducirse la relación de potencia unitaria. Además, con agua de mar de 1: agua de dilución de no menos de 0,1, se encuentra que puede producirse el efecto de reducir el consumo de potencia puede.

(Ejemplo de prueba 2)

Ejemplo 1

[0368] En el Ejemplo 1, el agua de mar A (concentración de sal: 3,5% en masa) se desala usando agua tratada biológicamente producida por tratamiento biológico de las aguas cloacales en la forma que se menciona más

adelante, usando un dispositivo de desalación de agua de mar mostrado en la FIG. 18.

[0369] En primer lugar, las aguas cloacales como aguas residuales orgánicas B se transfieren a la parte de tratamiento biológico 3 a una velocidad de flujo de 100.000 toneladas/día, después las aguas cloacales son tratadas biológicamente en el interior del segundo tanque de tratamiento biológico 31 de la parte de tratamiento biológico 3 para producir agua tratada biológicamente, a continuación se filtra el agua tratada biológicamente usando el segundo clarificador 32 que tiene una membrana de microfiltración y es una membrana sumergida para producir permeado, y posteriormente se transfiere el permeado por medio de la segunda bomba 34 al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33, en el que se produce el agua purificada E que es el permeado y el agua tratada biológicamente que es agua concentrada usando el segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 33. El agua purificada E se produjo a una velocidad de flujo de 70.000 toneladas/día, y el agua tratada biológicamente que es el agua concentrada se produjo a una velocidad de flujo de 30.000 toneladas/día.

[0370] A continuación, se recupera el agua purificada E, y el agua tratada biológicamente que es el agua concentrada se transfiere, como agua de dilución, a la parte de tratamiento del agua mezclada 2.

[0371] A continuación, se transfiere el agua de mar A a la parte de tratamiento del agua mezclada 2 a una velocidad de flujo de 30.000 toneladas/día, después el agua tratada biológicamente que es el agua concentrada se mezcla, como agua de dilución, en el agua de mar A para producir agua mezclada (concentración de sal: 1,8% en masa), a continuación se transfiere el agua mezclada por medio de la primera bomba 24 al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 23, por el que se produce agua dulce C que es el permeado y agua concentrada D. El agua purificada que es el agua dulce C se produjo a una velocidad de flujo de 36.000 toneladas/día, y el agua concentrada D se produjo a una velocidad de flujo de 24.000 toneladas/día.

[0372] En consecuencia, el agua purificada (que incluye el agua dulce C) se produjo a una velocidad de flujo de 106.000 toneladas/día.

Ejemplo comparativo 1

[0373] En el Ejemplo comparativo 1, el agua de mar A (concentración de sal: 3,5% en masa) se desala usando un aparato de desalación de agua de mar mostrado en la FIG. 19 en la forma que se menciona más adelante.

[0374] En primer lugar, las aguas cloacales como aguas residuales orgánicas B se transfieren a un tanque de tratamiento biológico 7 a una velocidad de flujo de 100.000 toneladas/día, y las aguas cloacales son tratadas biológicamente en el interior del tanque de tratamiento biológico 7 para producir agua tratada biológicamente H. Esta agua tratada biológicamente se vierte hacia el exterior.

[0375] A continuación, se transfiere el agua de mar A a una velocidad de flujo de 250.000 toneladas/día por medio de una primera bomba 8 a un dispositivo de membrana de ósmosis inversa 9, por lo cual se produce agua dulce I que es el permeado y el agua concentrada J. El agua purificada que es el agua dulce I se produjo a una velocidad de flujo de 100.000 toneladas/día, y el agua concentrada se produjo a una velocidad de flujo de 150.000 toneladas/día.

[0376] En la Tabla 2 se muestran los resultados de potencia consumida por los procedimientos de desalación de agua de mar del Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo 1, las cantidades de agua purificada producida por los procedimientos respectivos, y similares.

[0377] La cantidad de agua purificada producida es una cantidad que incluye la cantidad de agua dulce. La potencia consumida para accionar la primera bomba y la segunda bomba se designa como consumo de potencia total (como en el Ejemplo comparativo 1 no se usa la segunda bomba, la potencia consumida para accionar la primera bomba sólo se designa como el consumo de potencia total). El consumo de potencia anual se calcula siendo el tiempo de funcionamiento al año 330 x 24 horas. La emisión anual de CO_2 se calcula siendo la emisión de CO_2 por producción unitaria igual a 0,41 kg-CO_2/kWh.

Tabla 2

	Unidad	Ejemplo 1	Ejemplo comparativo 1
Cantidad de agua purificada producida	Toneladas/día	106.000	100.000
Consumo de potencia de 1ª bomba	kW	4.723	39.356
Consumo de potencia de 2ª bomba	kW	2.249	-
Consumo de potencia total	kW	6.972	39.356
Consumo de potencia anual	kWh/año	55.218.240	311.699.520
Emisión anual de CO_2	Toneladas/año	22.639	127.797

[0378] La cantidad de agua purificada producida por el procedimiento de desalación de agua de mar del Ejemplo 1, que está dentro del intervalo de la presente invención, es sustancialmente igual a la cantidad de agua purificada producida por el procedimiento de desalación de agua de mar del Ejemplo comparativo 1, en el que el agua de mar se desala sin realizar dilución. Con independencia de este hecho, el consumo de potencia total del Ejemplo 1 es significativamente bajo en comparación con el del Ejemplo comparativo 1. Además, la emisión anual de CO_2 del Ejemplo 1 es significativamente baja en comparación con la del Ejemplo comparativo 1.

[0379] A continuación, se procederá a una descripción específica para la realización según la invención.

(Ejemplo de prueba 3)

[0380] Tal como se muestra en la FIG. 20, el agua de dilución 200G que es agua residual procedente de una acería como aguas residuales inorgánicas, y el agua de mar 200A se mezclan entre sí en las cantidades mostradas en la Tabla 3 para producir agua mezclada, y después el agua mezclada producida por el mezclado se suministra al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223 por medio de la primera bomba 24, mediante la cual el agua mezclada se filtra para producir el agua dulce 200C que es el permeado y el agua concentrada 200D. La presión de suministro (MPa) del agua mezclada desde la primera bomba 224 al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, el consumo de potencia (W) de la primera bomba 224, y la cantidad (L) del agua dulce 200C que es el permeado y el agua concentrada 200D en proceso de filtración se determinan mediante un cálculo. Los resultados del cálculo se muestran en la Tabla 3 y la FIG. 21.

[0381] Por relación de potencia unitaria en la Tabla 3 se entiende una relación de potencia consumida para filtración por cantidad unitaria de cada flujo de agua mezclada que circula, cuando la potencia consumida para filtración por cantidad unitaria de agua de mar A no diluida con flujo de aguas residuales inorgánicas es 100. El símbolo "%" como unidad de la concentración de sal de agua mezclada significa "% en masa"

Tabla 3

Cantidad de agua de mar (L)	Cantidad de aguas residuales inorgánicas (L)	Cantidad de agua mezclada (L)	Concentración de sal de agua mezclada (% en masa)	Presión (MPa)	Cantidad de permeado (L)	Cantidad de agua concentrada (L)	Tasa de recuperación de permeado (%)	Consumo de potencia (W)	Consumo de potencia por cantidad unitaria de permeado (W/L)	Relación de potencia unitaria (%)
100	0	100	3,50	5,00	40	60	40,0	100	2,50	100,0
100	10	110	3,21	4,75	48	62	43,3	105	2,20	87,9
100	20	120	2,98	4,55	55	65	46,0	109	1,98	79,1
100	30	130	2,77	4,38	63	67	48,3	114	1,81	72,5
100	40	140	2,60	4,23	70	70	50,3	118	1,68	67,3
100	50	150	2,45	4,10	78	72	52,0	123	1,58	63,1
100	60	160	2,32	3,99	86	74	53,5	128	1,49	59,6
100	70	170	2,20	3,89	93	77	54,8	132	1,42	56,7
100	80	180	2,10	3,80	101	79	56,0	137	1,36	54,3
100	90	190	2,01	3,72	108	82	57,1	141	1,30	52,2
100	100	200	1,93	3,65	116	84	58,0	146	1,26	50,3
100	110	210	1,85	3,59	124	86	58,9	151	1,22	48,7
100	120	220	1,78	3,53	131	89	59,6	155	1,18	47,3
100	125	225	1,75	3,50	135	90	60,0	158	1,17	46,7

[0382] Tal como se muestra en la Tabla 3 y en la FIG. 21, como el agua de mar se diluye adicionalmente con agua de dilución, puede reducirse la relación de potencia unitaria. Además, con agua de mar de 1: agua de dilución de no menos de 0,1, se encuentra que puede producirse el efecto de reducir el consumo de potencia.

(Ejemplo de prueba 4)

Ejemplo 2

[0383] En el Ejemplo 2, el agua de mar 200A (concentración de sal: 3,5% en masa) se desala usando agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante producida sometiendo aguas residuales de una acería a agregación y sedimentación en un aparato de desalación de agua de mar mostrado en la FIG. 22 en la forma que se menciona más adelante.

[0384] En primer lugar, las aguas residuales de una acería como aguas residuales inorgánicas 200B se transfieren a la parte de tratamiento de sedimentación 203 a una velocidad de flujo de 100.000 toneladas/día, a continuación se someten las aguas residuales de una acería a sedimentación y separación en el interior del tanque de separación por sedimentación 231 de la parte de tratamiento de sedimentación 203 para producir agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante, después se transfiere el agua tratada por sedimentación al segundo clarificador 232 que tiene una membrana de microfiltración para su filtración con el fin de producir permeado, y a continuación se transfiere el permeado por medio de la segunda bomba 234 al segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa 233, por el cual se produce el agua purificada 200E que es el permeado y el agua tratada por sedimentación que es agua concentrada. El agua purificada 200E se produjo a una velocidad de flujo de 70.000 toneladas/día, y el agua tratada por sedimentación que es el agua concentrada se produjo a una velocidad de flujo de 30.000 toneladas/día.

[0385] A continuación, se recupera el agua purificada 200E, y el agua tratada por sedimentación que es el agua concentrada se transfiere, como agua de dilución, a la parte de tratamiento del agua mezclada 202.

[0386] A continuación, se transfiere el agua de mar 200A a la parte de tratamiento del agua mezclada 202 a una velocidad de flujo de 30.000 toneladas/día, después el agua tratada por sedimentación que es el agua concentrada se mezcla, como agua de dilución, en el agua de mar 200A para producir agua mezclada

(concentración de sal: 1,93% en masa), a continuación se transfiere el agua mezclada por medio de la primera bomba 224 al primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa 223, por el cual se produce el agua dulce 200C que es el permeado y el agua concentrada D. El agua purificada que es el agua dulce 200C se produjo a una velocidad de flujo de 34.800 toneladas/día, y el agua concentrada 200D se produjo a una velocidad de flujo de 25.200 toneladas/día.

[0387] En consecuencia, el agua purificada (que incluye el agua dulce 200C) fue producida a una velocidad de flujo de 104.800 toneladas/día.

Ejemplo comparativo 2

[0388] En el Ejemplo comparativo 2, el agua de mar 200A (concentración de sal: 3,5% en masa) se desala usando un aparato de desalación de agua de mar mostrado en la FIG. 23 en la forma que se menciona más adelante.

[0389] En primer lugar, se transfieren las aguas residuales de una acería como aguas residuales inorgánicas 200B a la parte de tratamiento de sedimentación 207 a una velocidad de flujo de 100.000 toneladas/día, a continuación se someten las aguas residuales de una acería a sedimentación y separación en el interior del tanque de separación por sedimentación 207 para producir agua tratada por sedimentación 200H que es agua sobrenadante. Esta agua tratada por sedimentación 200H se vierte hacia el exterior.

[0390] El agua de mar 200A se transfiere a una velocidad de flujo de 250.000 toneladas/día por medio de la primera bomba 208 al dispositivo de membrana de ósmosis inversa 209, por el cual se produce el agua dulce 200I que es el permeado y el agua concentrada 200J. El agua purificada que es el agua dulce 200I se produjo a una velocidad de flujo de 100.000 toneladas/día, y el agua concentrada se produjo a una velocidad de flujo de 150.000 toneladas/día.

[0391] En la Tabla 4 se muestran los resultados de potencia consumida por los procedimientos de desalación de agua de mar del Ejemplo 2 y el Ejemplo comparativo 2, las cantidades de agua purificada producida por los procedimientos respectivos, y similares.

[0392] La cantidad de agua purificada producida es una cantidad que incluye la cantidad de agua dulce. La potencia consumida para accionar la primera bomba y la segunda bomba se designa como el consumo de potencia total (como la segunda bomba no se usa en el Ejemplo comparativo 2, la potencia consumida para accionar la primera bomba sólo se designa como el consumo de potencia total). El consumo de potencia anual se calcula siendo el tiempo de funcionamiento por año de 330 x 24 horas. La emisión anual de CO_2 se calcula siendo la emisión de CO_2 por producción unitaria igual a 0,41 kg-CO_2/kWh.

Tabla 4

	Unidad	Ejemplo 2	Ejemplo comparativo 2
Cantidad de agua purificada producida	Toneladas/día	104.800	100.000
Consumo de potencia de 1ª bomba	kW	4.925	39.356
Consumo de potencia de 2ª bomba	kW	2.249	-
Consumo de potencia total	kW	7.174	39.356
Consumo de potencia anual	kWh/año	56.817.728	311.696.000
Emisión anual de CO_2	Toneladas/año	23.295	127.795

[0393] La cantidad de agua purificada producida por el procedimiento de desalación de agua de mar del Ejemplo 2, que está dentro del intervalo de la presente invención, es sustancialmente igual a la cantidad de agua purificada producida por el procedimiento de desalación de agua de mar del Ejemplo comparativo 2. Con independencia de este hecho, el consumo de potencia total del Ejemplo 2 es significativamente bajo en comparación con el del Ejemplo comparativo 2, en el que el agua de mar se desala sin realizar dilución. Además, la emisión anual de CO_2 del Ejemplo 2 es significativamente baja en comparación con la del Ejemplo comparativo 2.

DESCRIPCIÓN DE LOS NÚMEROS DE REFERENCIA

[0394] 1: aparato de desalación de agua de mar, 2: parte de tratamiento del agua mezclada, 3: parte de tratamiento biológico, 4: parte de fermentación de metano, 5: parte de producción de energía por diferencia de

concentración, 7: tanque de tratamiento biológico, 8: primera bomba, 9: dispositivo de membrana de ósmosis inversa, 10: tercer clarificador, 21: primer tanque de tratamiento biológico, 22: primer clarificador, 23: primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa, 24: primera bomba, 25: turbina de agua, 31: segundo tanque de tratamiento biológico, 32: segundo clarificador, 33: segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa, 34: segunda bomba, 35: portador, 35a: elemento de atrapamiento, 35b: elemento de soporte, 36: medio de aireación, A: agua de mar, B: aguas residuales orgánicas, C: agua dulce, D: agua concentrada, E: agua purificada, F: agua industrial, G: agua de dilución, H: agua tratada biológicamente, I: agua dulce, J: agua concentrada, 201: aparato de desalación de agua de mar, 202: parte de tratamiento del agua mezclada, 203: parte de tratamiento de sedimentación, 205: parte de producción de energía por diferencia de concentración, 207: parte de tratamiento de sedimentación, 208: primera bomba, 209: dispositivo de membrana de ósmosis inversa, 210: tercer clarificador, 222: primer clarificador, 223: primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa, 224: primera bomba, 225: turbina de agua, 231: tanque de separación por sedimentación, 232: segundo clarificador, 233: segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa, 234: segunda bomba, 200A: agua de mar, 200B: aguas residuales inorgánicas, 200C: agua dulce, 200D: agua concentrada, 200E: agua purificada, 200F: agua industrial, 200G: agua de dilución, 200H: agua tratada por sedimentación, 200I: agua dulce, 200J: agua concentrada, 301: aparato de generación de agua dulce, 302: primera parte del tratamiento, 303: segunda parte del tratamiento, 304: mecanismo de transmisión de señales, 321: primera unidad de membrana de ósmosis inversa, 322: primera bomba, 323: primer medio de medida de concentración de sal, 324: primer mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo, 325: primer inversor, 331: segunda unidad de membrana de ósmosis inversa, 332: segunda bomba, 333: segundo medio de medida de concentración de sal, 334: segundo mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo, 335: segundo inversor, 336: tanque de mezcla, 300A: agua de mar, 300B: aguas residuales con baja concentración de sal, 300C: agua dulce, 300D: agua dulce, 300E: agua concentrada, 401: aparato de generación de agua dulce, 402: primera parte del tratamiento, 403: segunda parte del tratamiento, 421: primera unidad de membrana de ósmosis inversa, 422: primera bomba, 423: primer dispositivo de medida de la velocidad de flujo, 431: segunda unidad de membrana de ósmosis inversa, 432: segunda bomba, 434: mecanismo de ajuste de la velocidad de flujo, 435: segundo dispositivo de medida de la velocidad de flujo, 436: tanque de mezcla, 440: línea de derivación, 400A: agua de mar, 400B: aguas residuales con baja concentración de sal, 400C: agua dulce, 400D: agua dulce, 400E: agua concentrada

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de desalación de agua de mar para desalar agua de mar (200A) por medio de una filtración que usa un dispositivo de membrana de ósmosis inversa (223), comprendiendo el procedimiento:

realización de una etapa de tratamiento de aguas residuales consistente en someter aguas residuales inorgánicas (200B) a una precipitación y una separación para producir agua tratada por sedimentación que es agua sobrenadante, filtración del agua tratada por sedimentación usando un clarificador (232) que tiene al menos uno entre un medio de filtración en arena, una membrana de microfiltración y una membrana de ultrafiltración para producir permeado y filtración del permeado usando un segundo dispositivo de membrana de ósmosis inversa (233) para producir un permeado que es un agua purificada (200E) y un agua concentrada (200D),

estando el procedimiento **caracterizado por**

una etapa de mezclado para mezclar el agua concentrada (200D), como agua de dilución, en el agua de mar (200A) para producir agua mezclada, y una etapa de tratamiento del agua mezclada consistente en introducir el agua mezclada producida por la etapa de mezclado en un primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa (223) en el que se filtra el agua mezclada, desalando así el agua de mar (200A).

2. El procedimiento de desalación de agua de mar según la reivindicación 1, en el que el agua mezclada se filtra usando un clarificador (222) que incluye al menos uno entre un medio de filtración en arena, una membrana de microfiltración y una membrana de ultrafiltración, antes de la filtración usando el primer dispositivo de membrana de ósmosis inversa (223) en la etapa de tratamiento del agua mezclada.

3. El procedimiento de desalación de agua de mar según la reivindicación 1 ó 2, en el que la relación de volumen de mezcla entre agua de dilución y agua de mar (200A) es de 0,1 o más en la etapa de mezclado.

4. El procedimiento de desalación de agua de mar según la reivindicación 1, en el que el agua de mar (200A) se filtra usando un clarificador (210) y el agua de mar filtrada se mezcla con agua de dilución en la etapa de mezclado.

FIG. 1

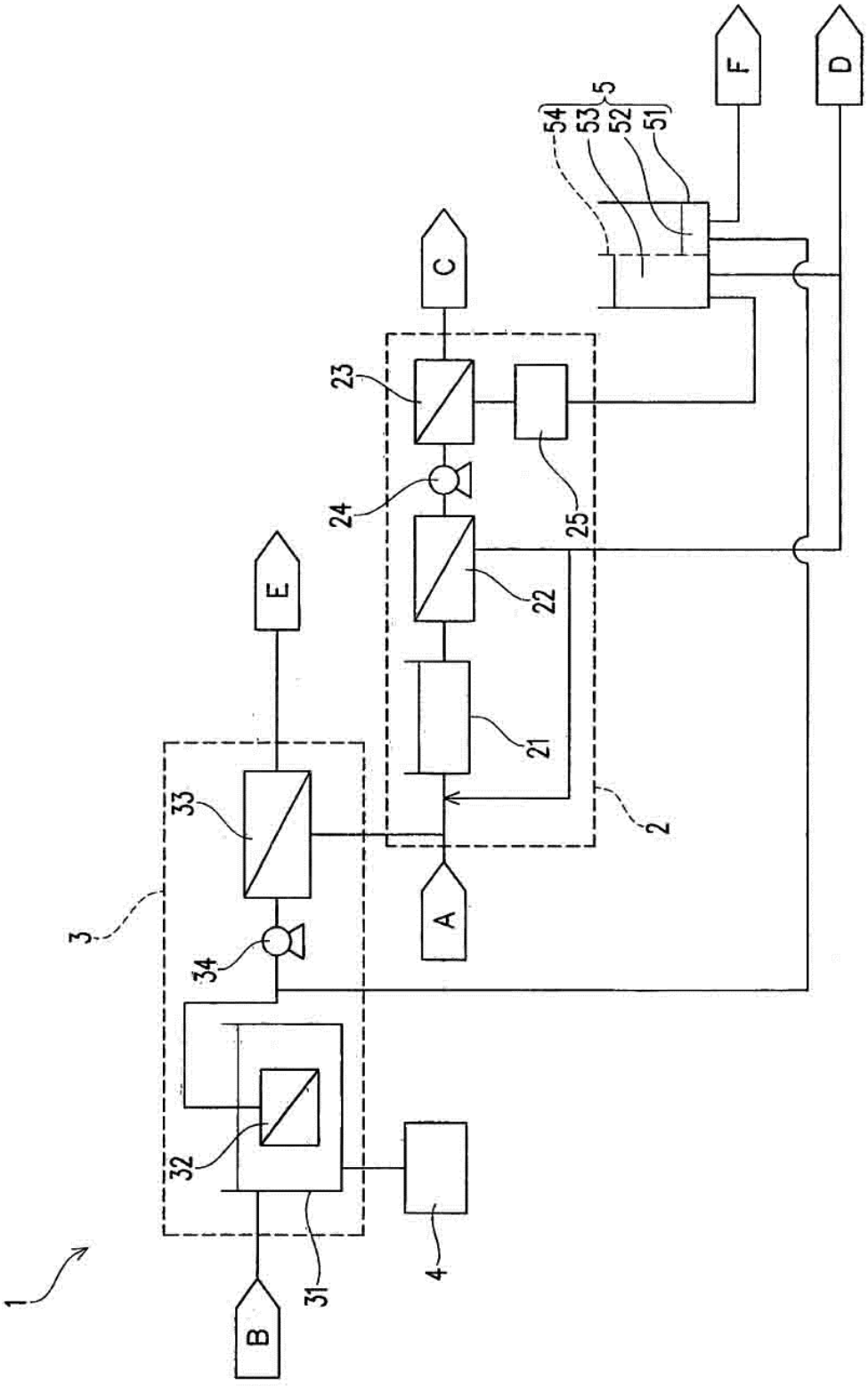


FIG. 2

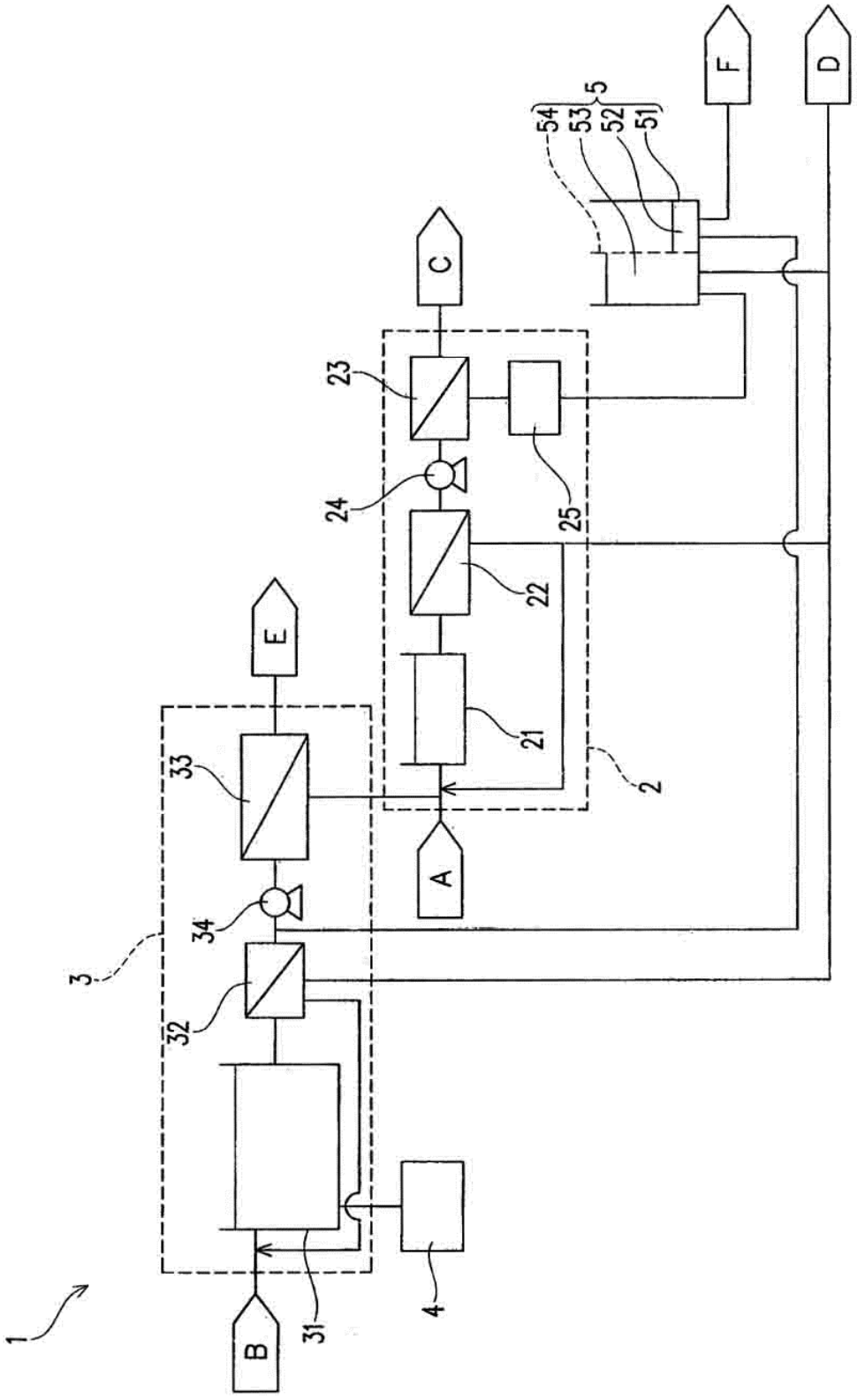


FIG. 3

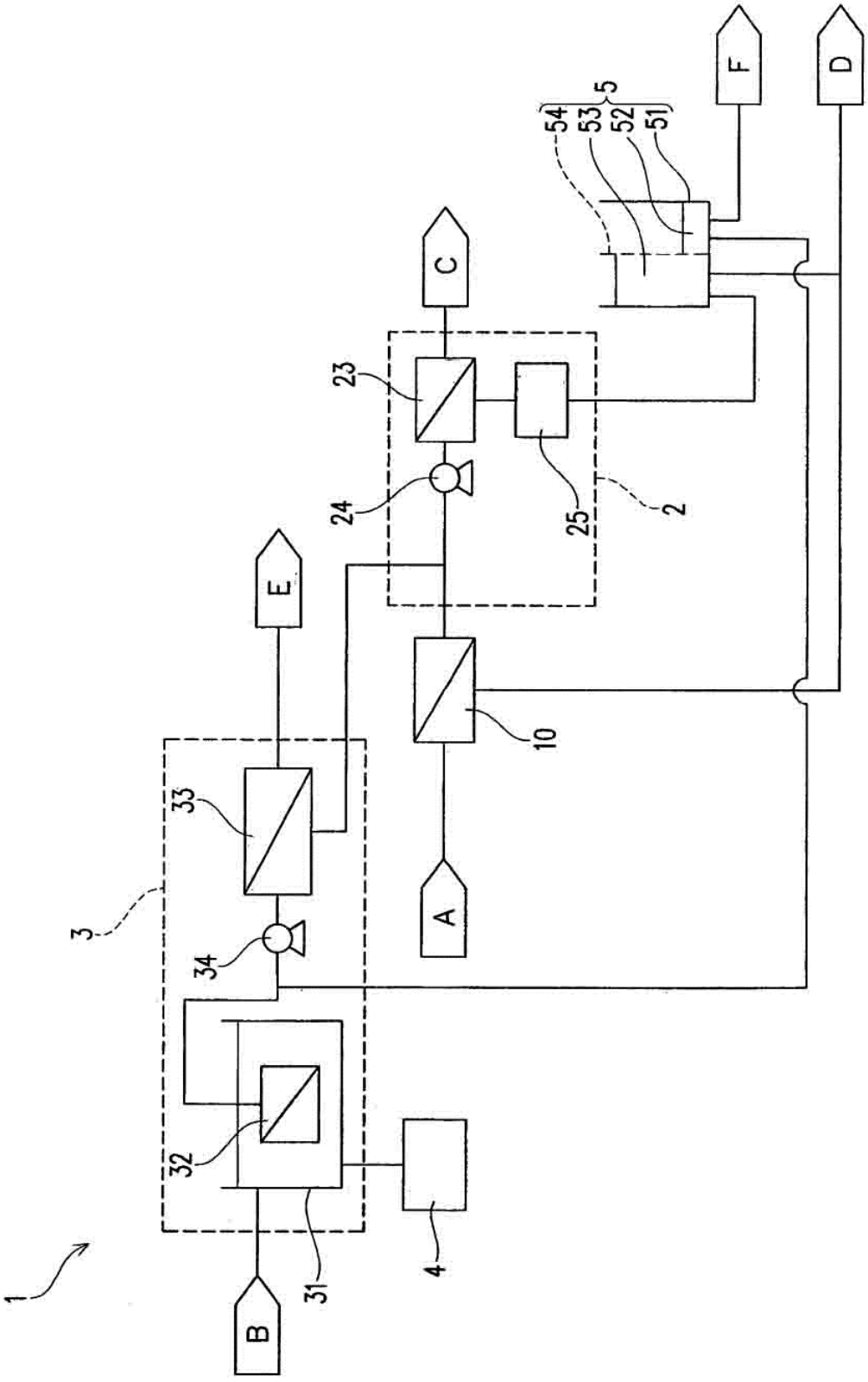


FIG. 4

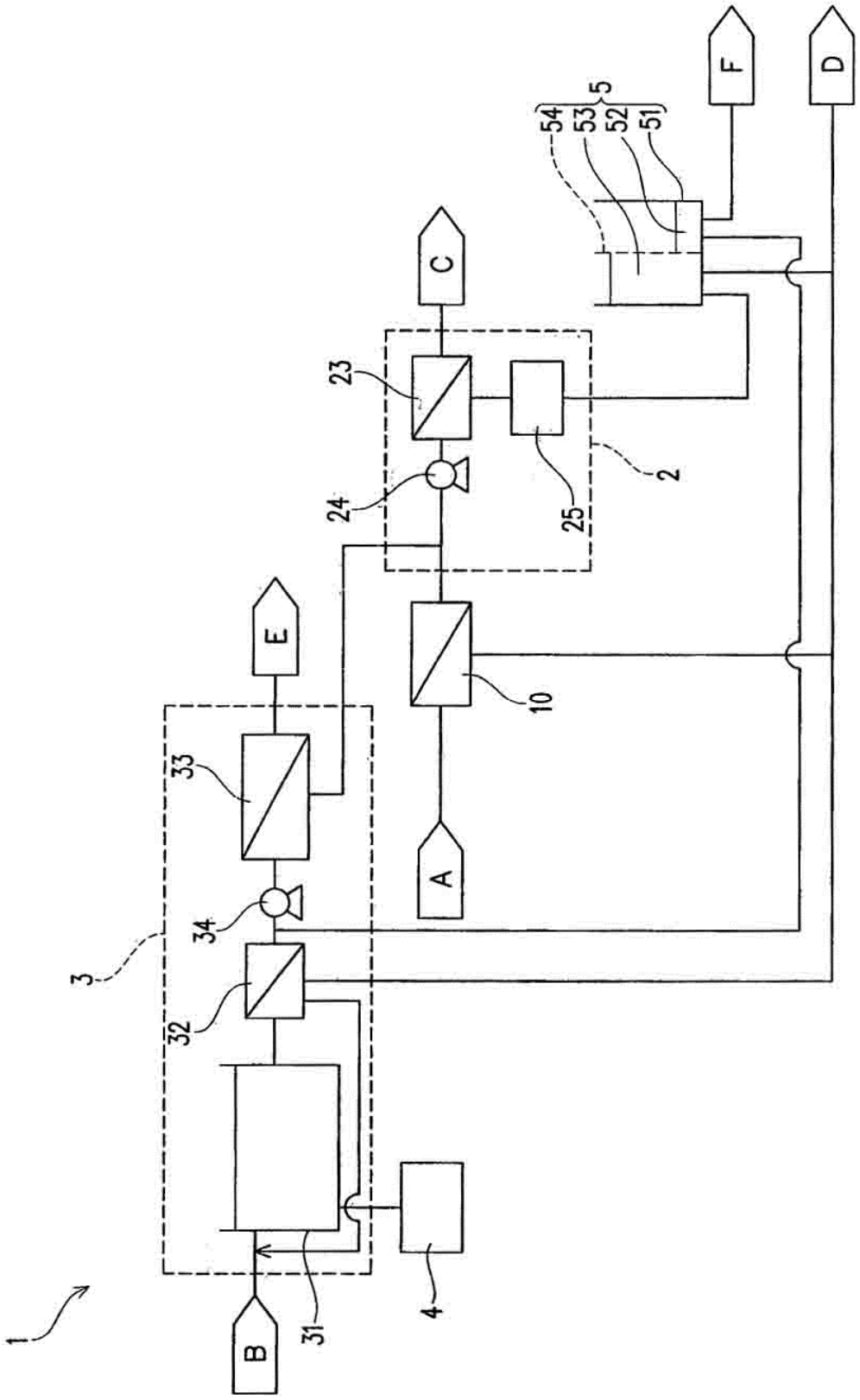


FIG. 5

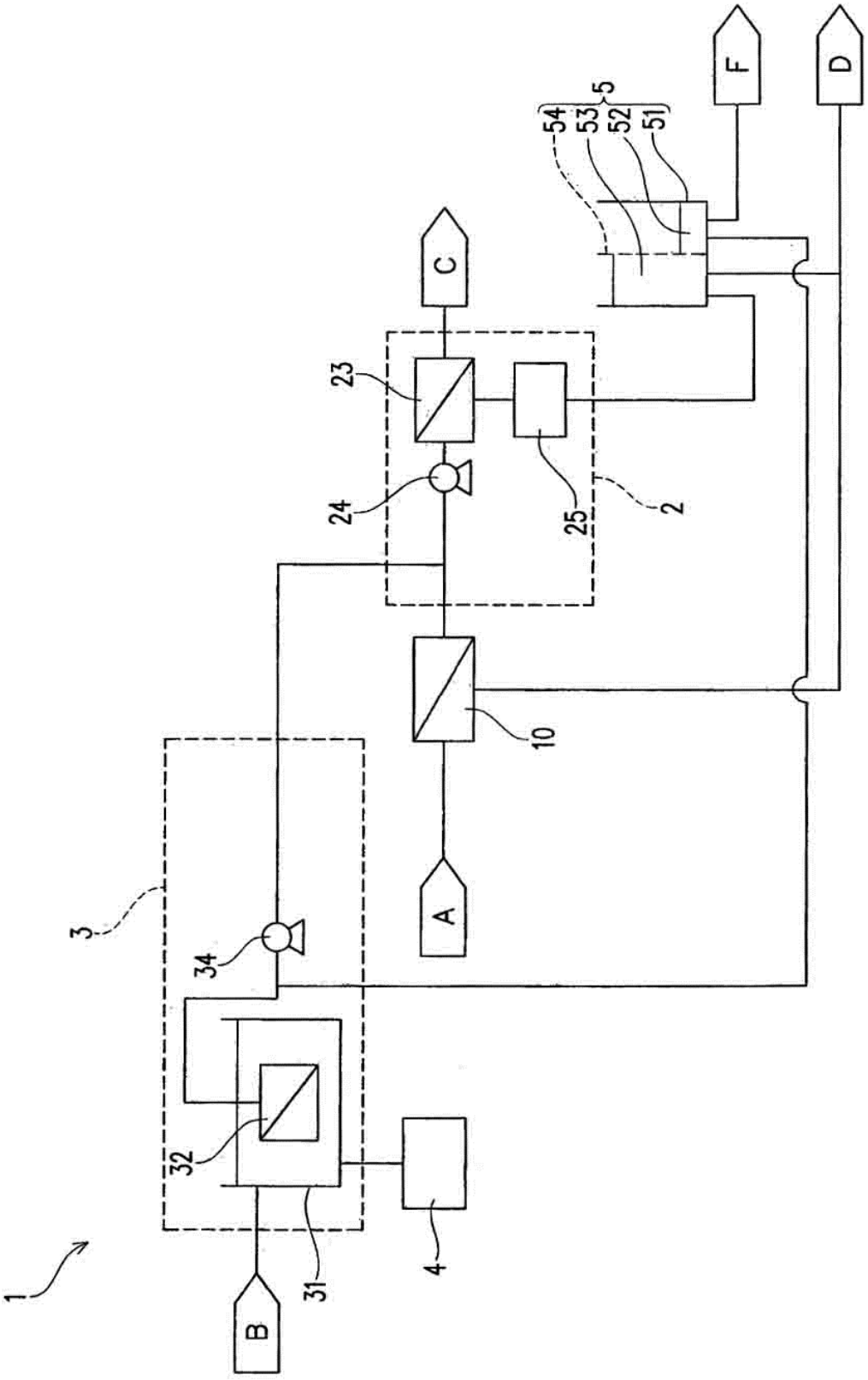


FIG. 6

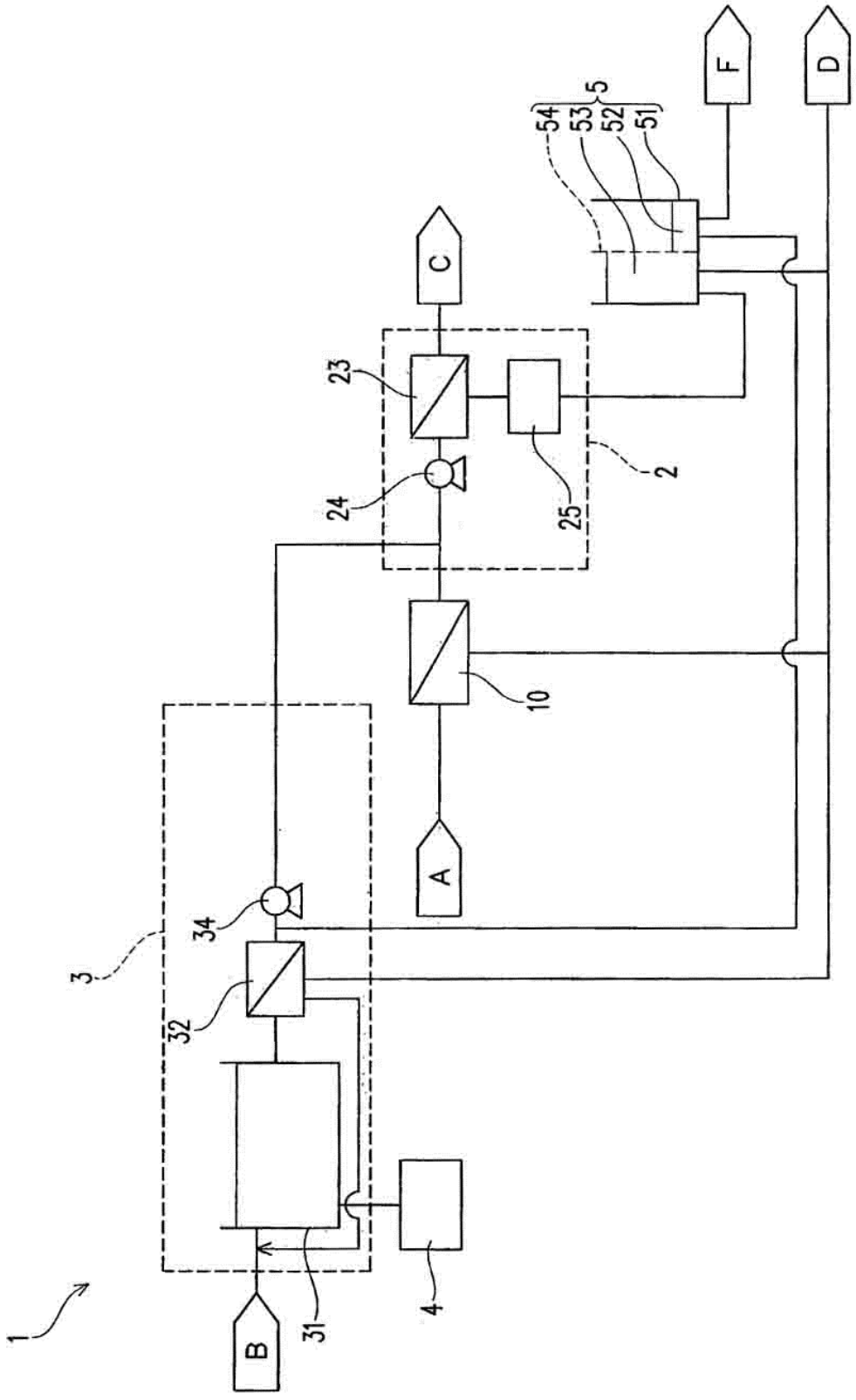


FIG. 7

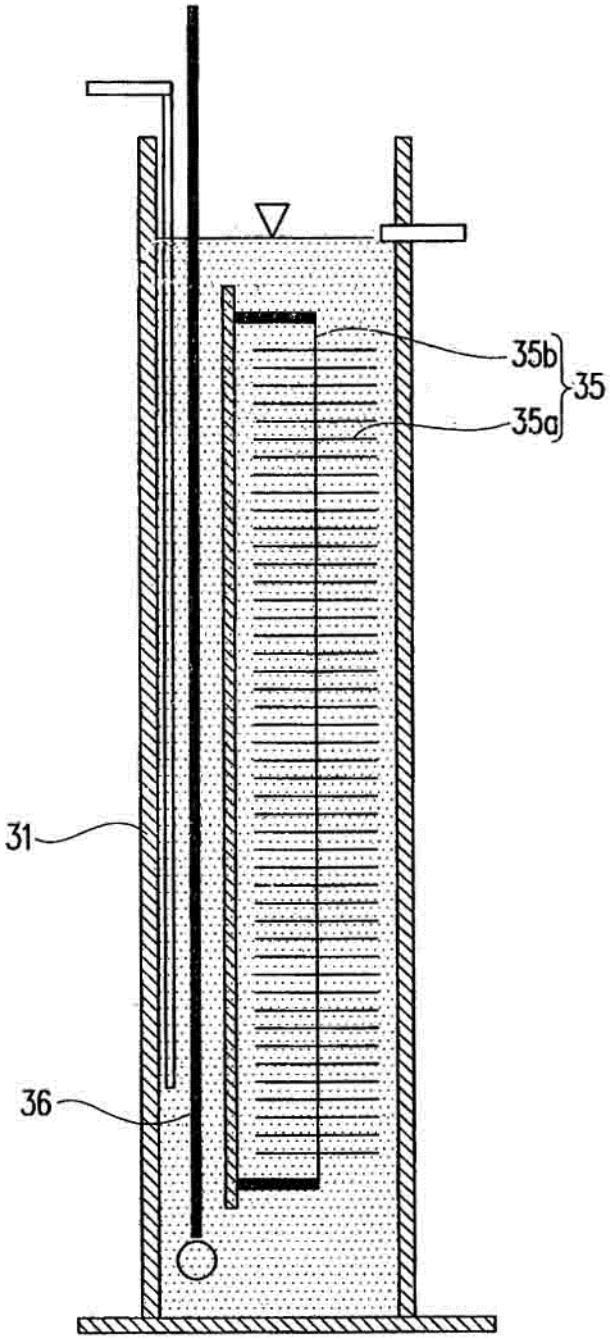


FIG. 8

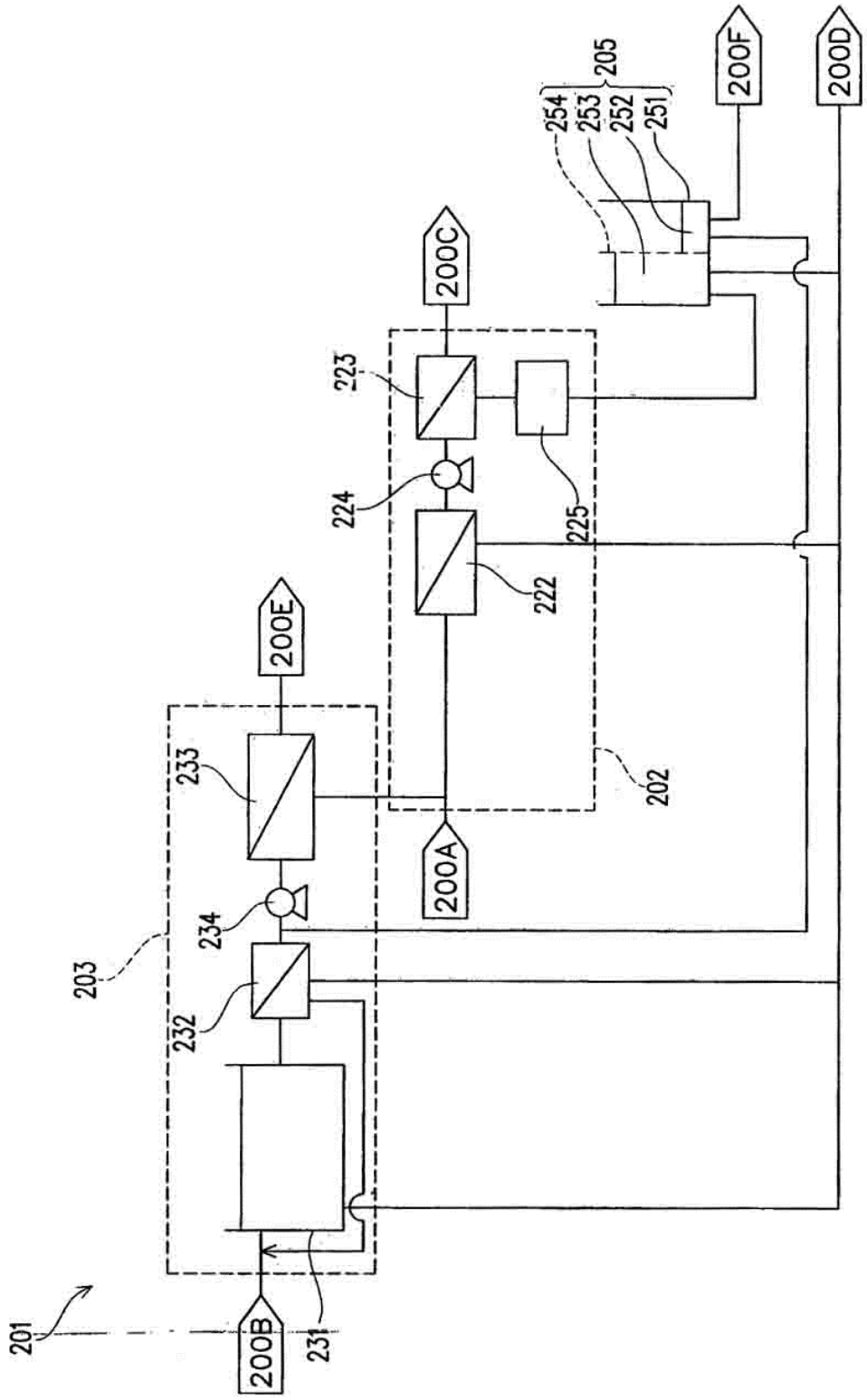

201
200B
231
200E
233
234
203
232
200C
223
224
225
222
202
200A
205
254
253
252
251
200F
200D

FIG. 9

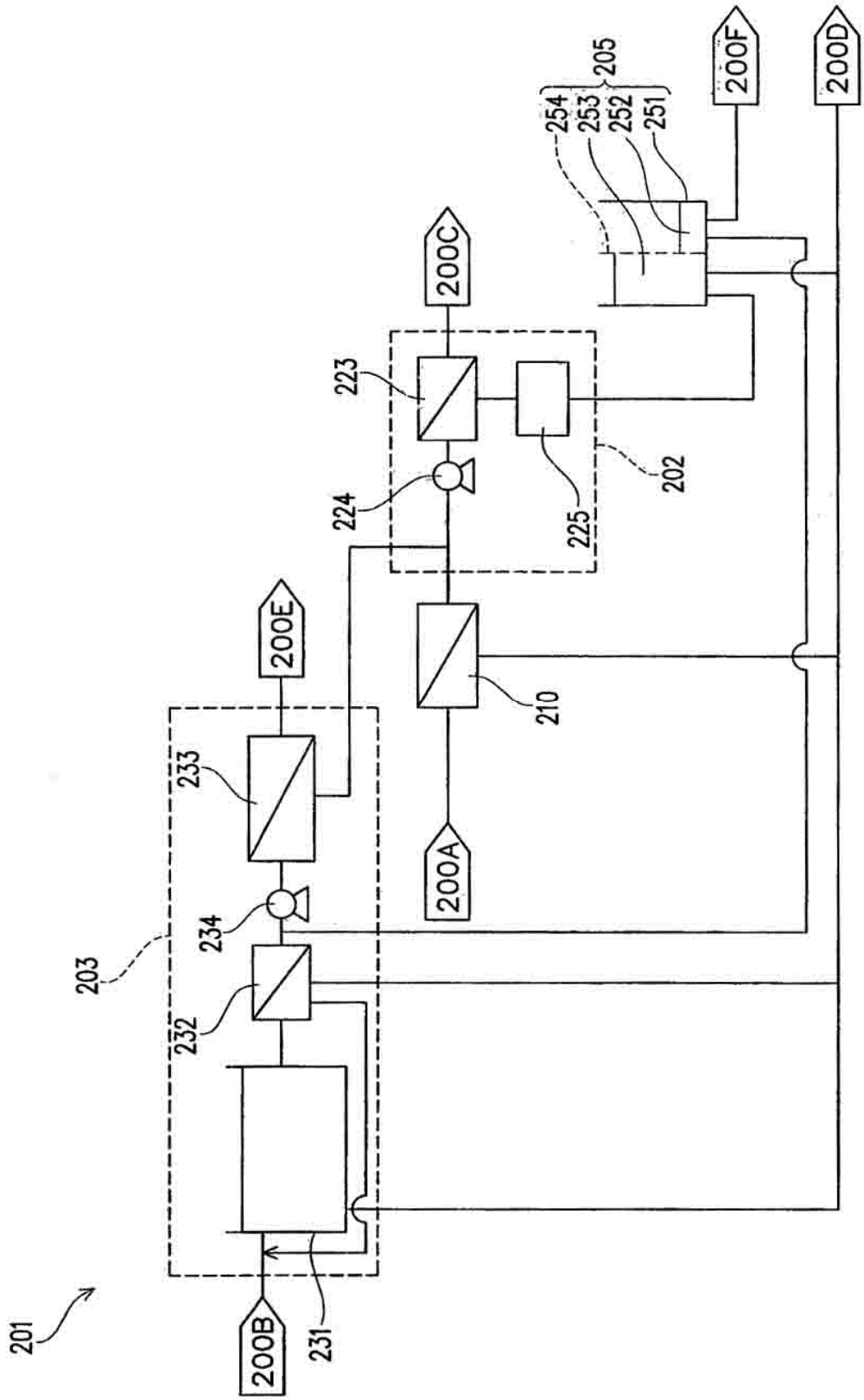

201
200B
231
200E
233
234
203
232
200A
210
200C
223
224
225
202
254
253
252
251
205
200F
200D

FIG. 10

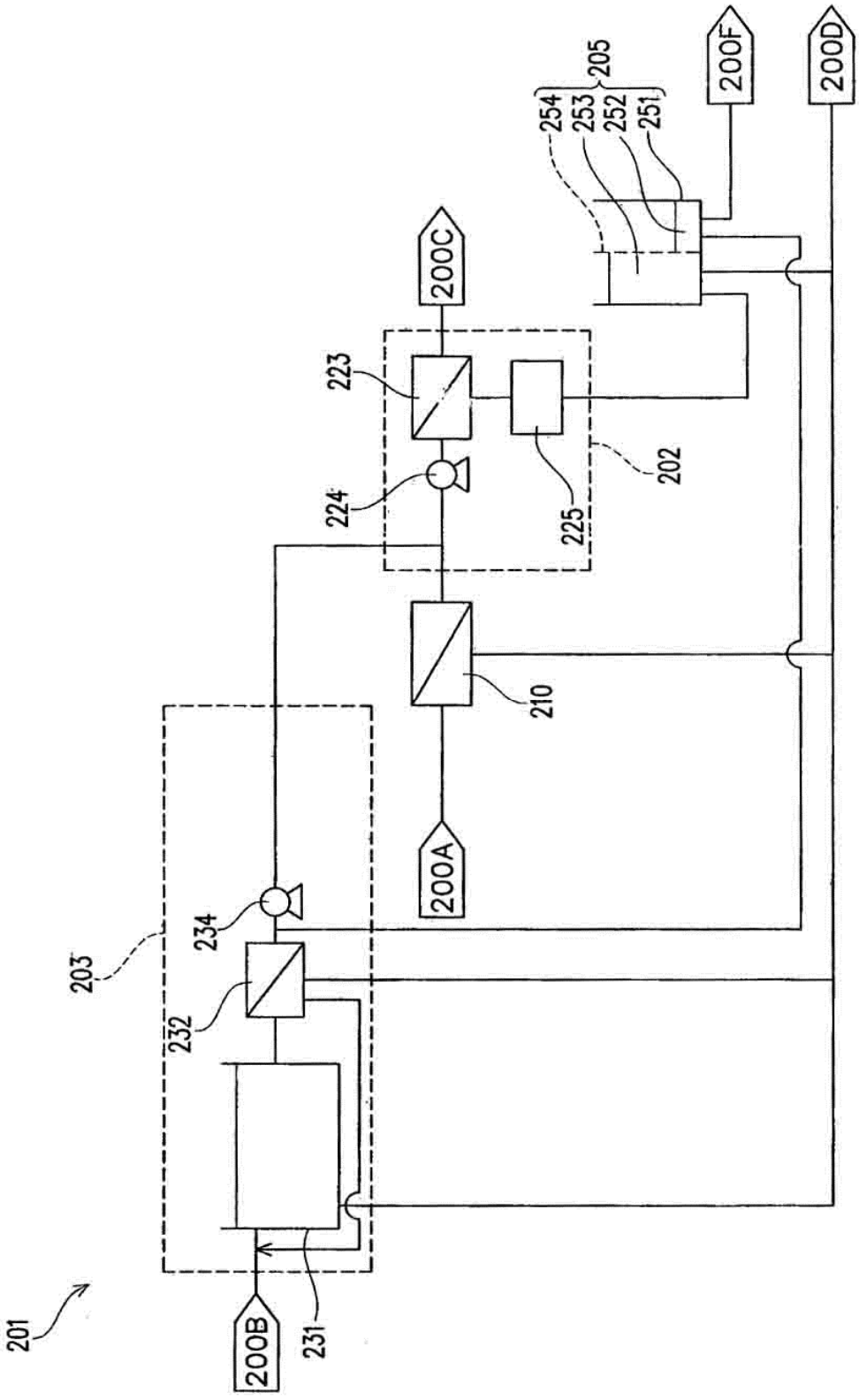

201
200B
231
203
234
232
200A
210
200C
223
224
225
202
254
253
252
251
205
200F
200D

FIG. 11

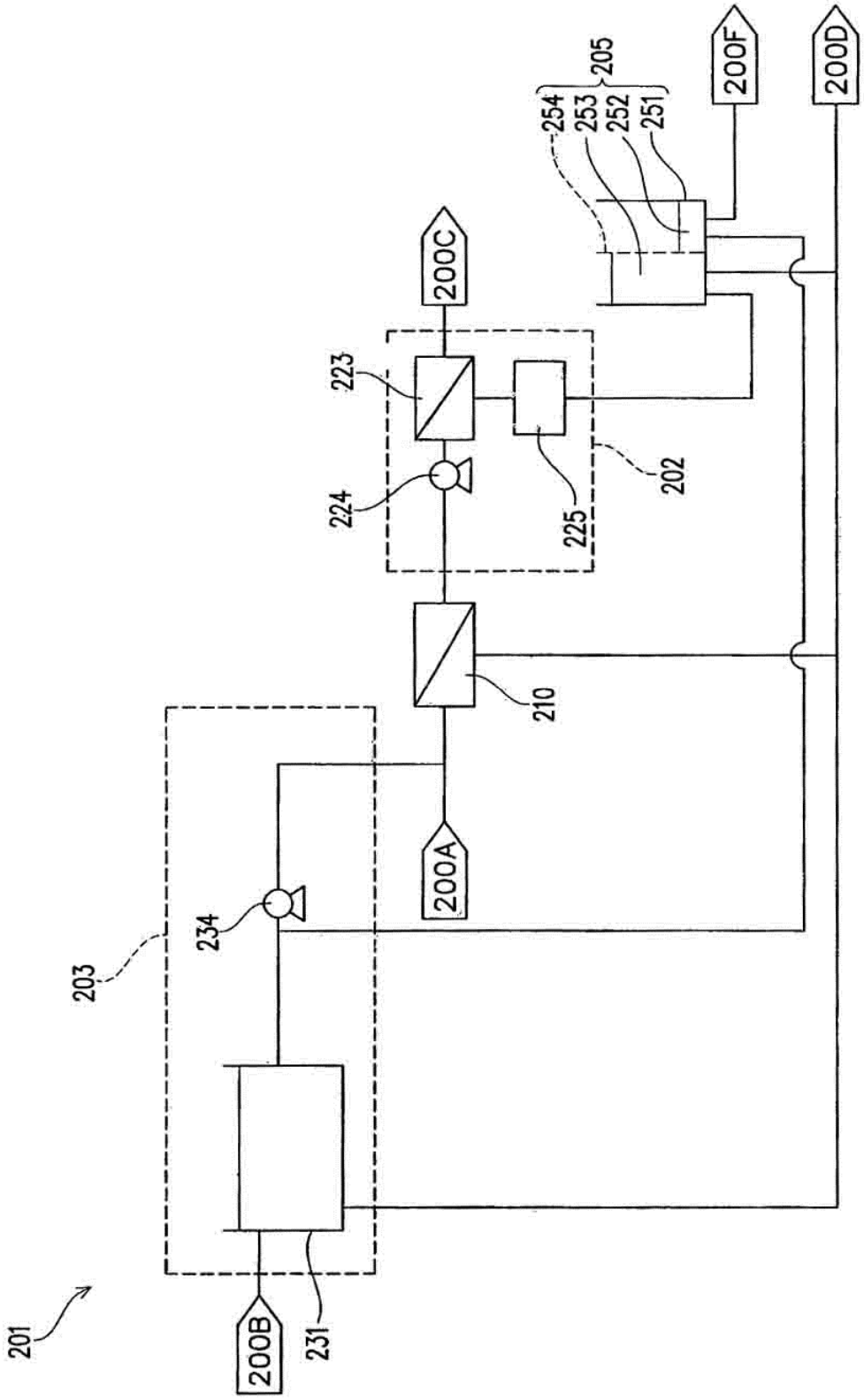

201
200B
231
203
234
200A
210
200C
223
224
225
202
254
253
252
251
205
200F
200D

FIG. 12

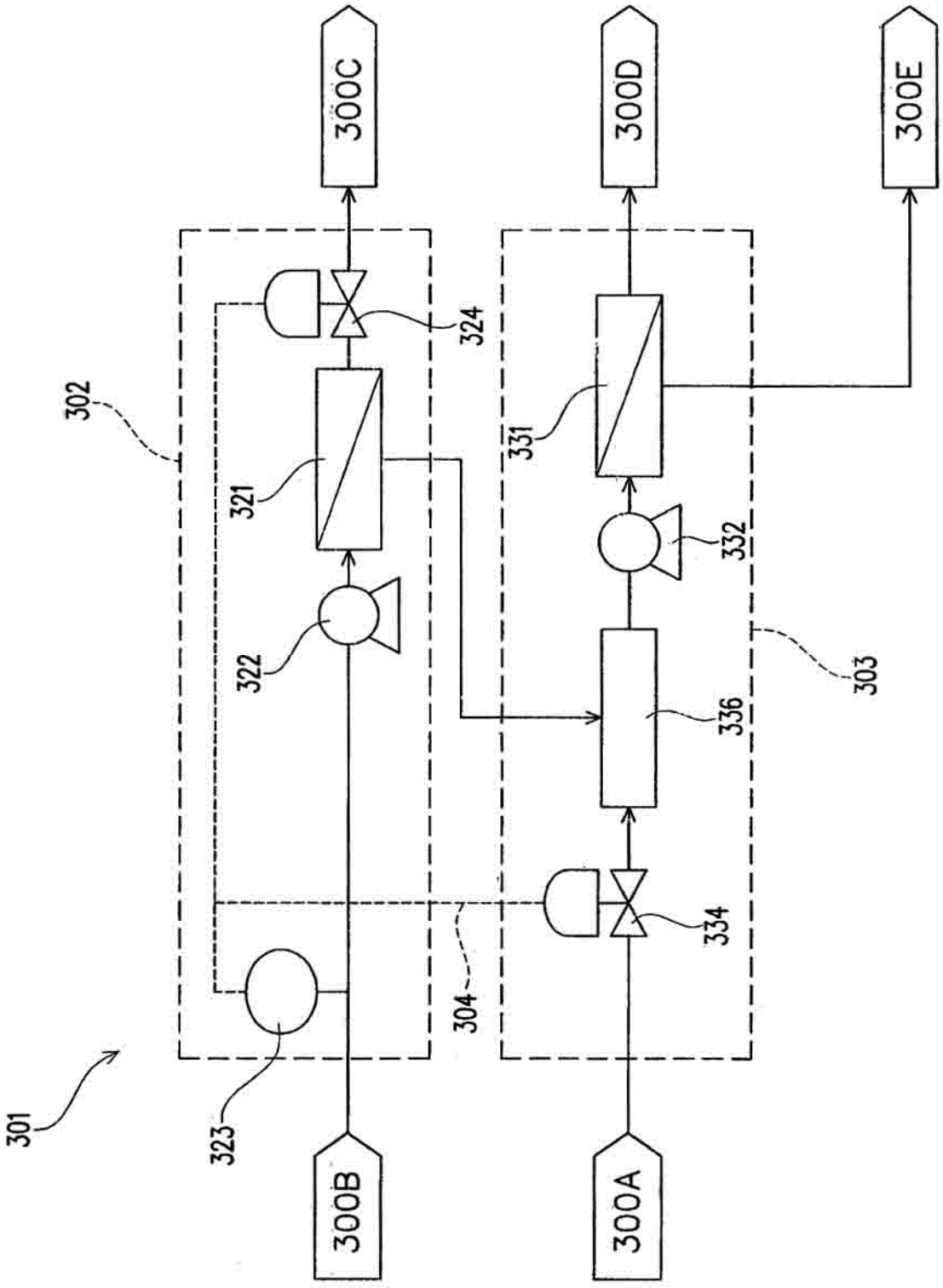

300C
300D
300E
302
324
331
321
332
322
303
336
304
334
301
323
300B
300A

FIG.13

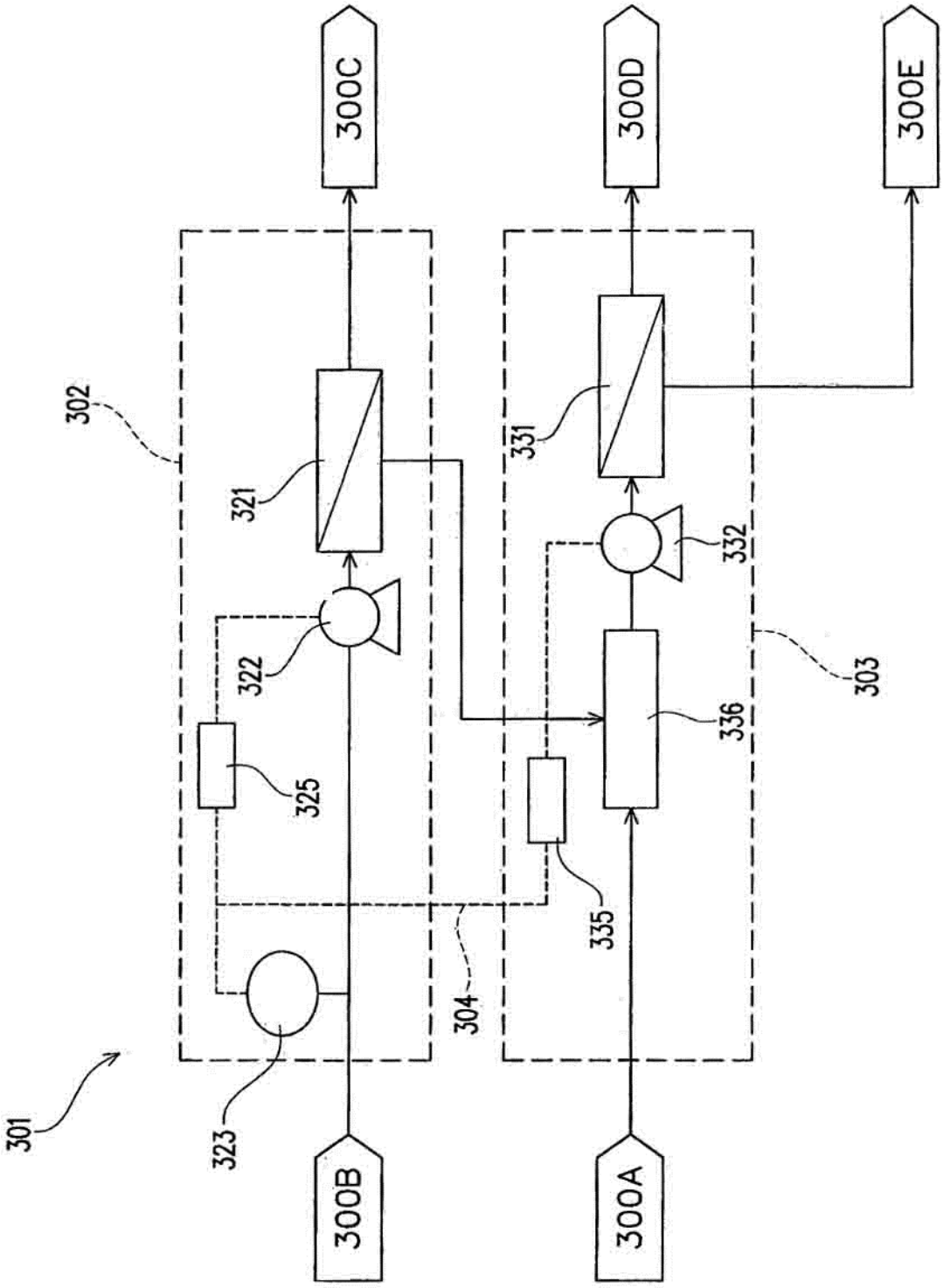

300C
300D
300E
302
321
331
322
332
303
325
336
304
335
301
323
300B
300A

FIG. 14

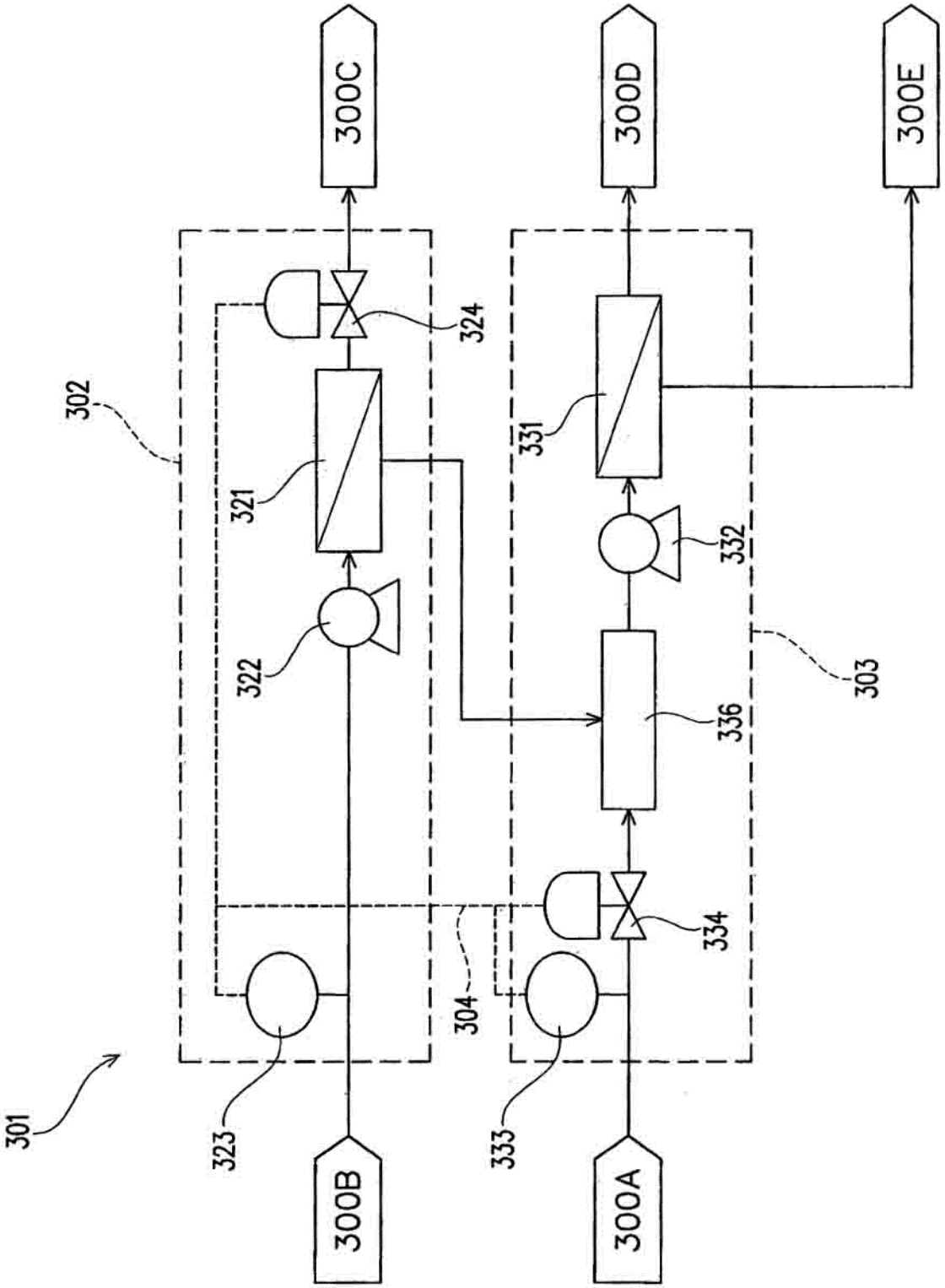

300C
300D
300E
302
324
321
331
322
332
303
336
334
304
301
323
333
300B
300A

FIG.15

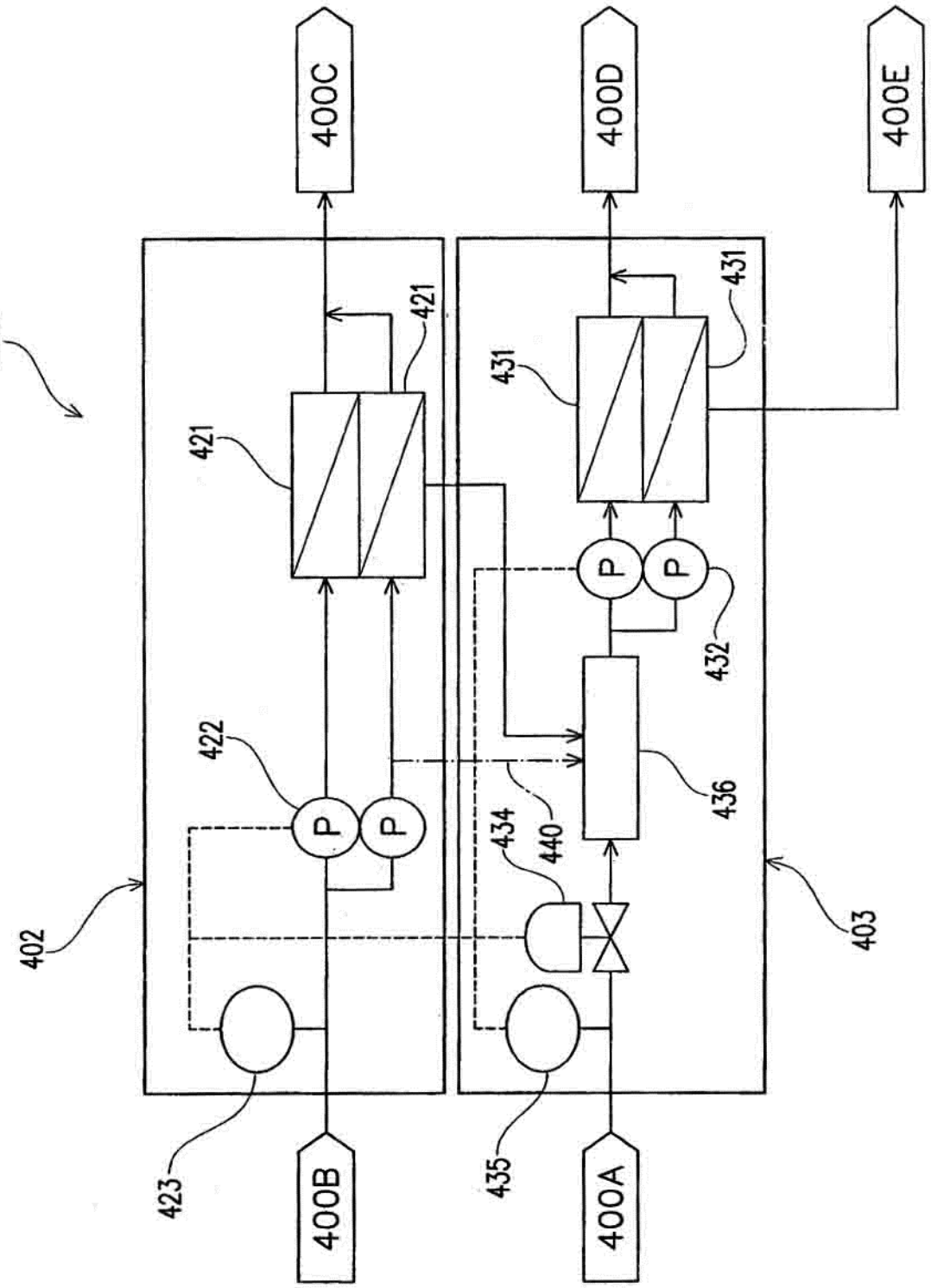

401
402
403
400A
400B
400C
400D
400E
421
422
423
431
432
434
435
436
440
P

FIG.16

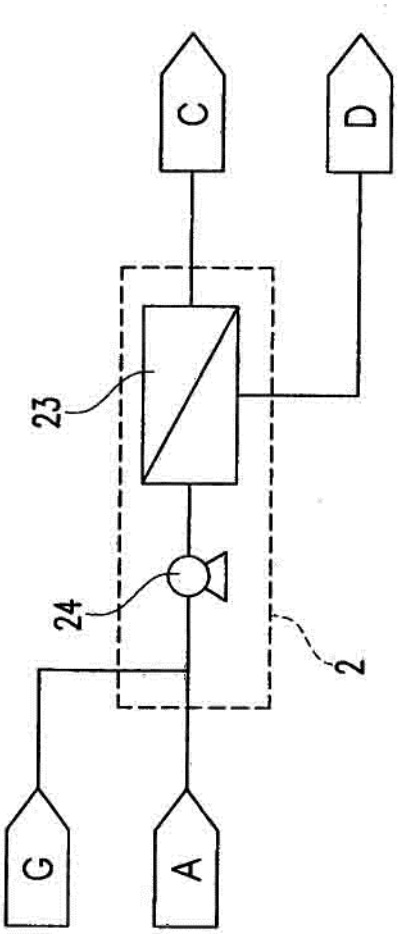


FIG. 17

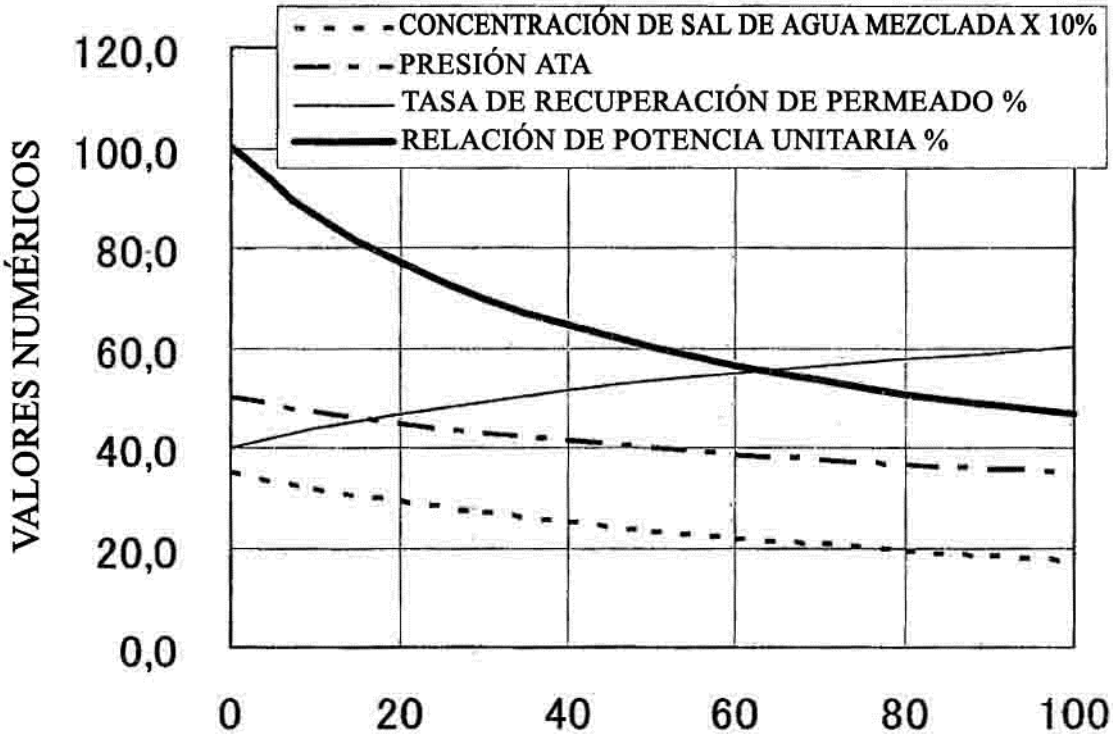

CONCENTRACIÓN DE SAL DE AGUA MEZCLADA X 10%
PRESIÓN ATA
TASA DE RECUPERACIÓN DE PERMEADO %
RELACIÓN DE POTENCIA UNITARIA %
VALORES NUMÉRICOS
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
0
20
40
60
80
100
VOLUMEN DE AGUA DE DILUCIÓN CON RESPECTO A AGUA DE MAR 100 (RELACIÓN DE VOLUMEN DE MEZCLA)

FIG. 18

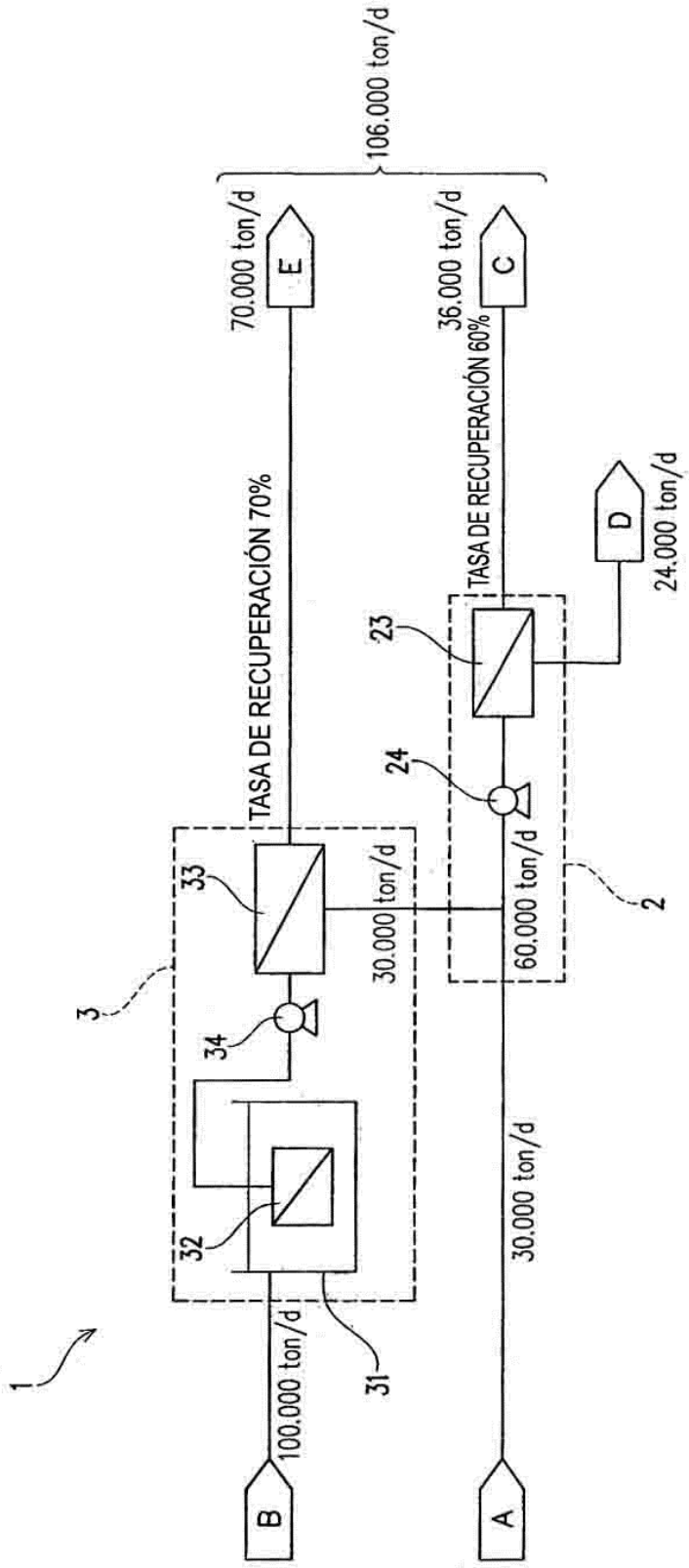

106.000 ton/d
70.000 ton/d
E
36.000 ton/d
C
TASA DE RECUPERACIÓN 70%
TASA DE RECUPERACIÓN 60%
D
24.000 ton/d
23
24
33
30.000 ton/d
60.000 ton/d
2
3
34
32
30.000 ton/d
1
31
100.000 ton/d
B
A

FIG.19

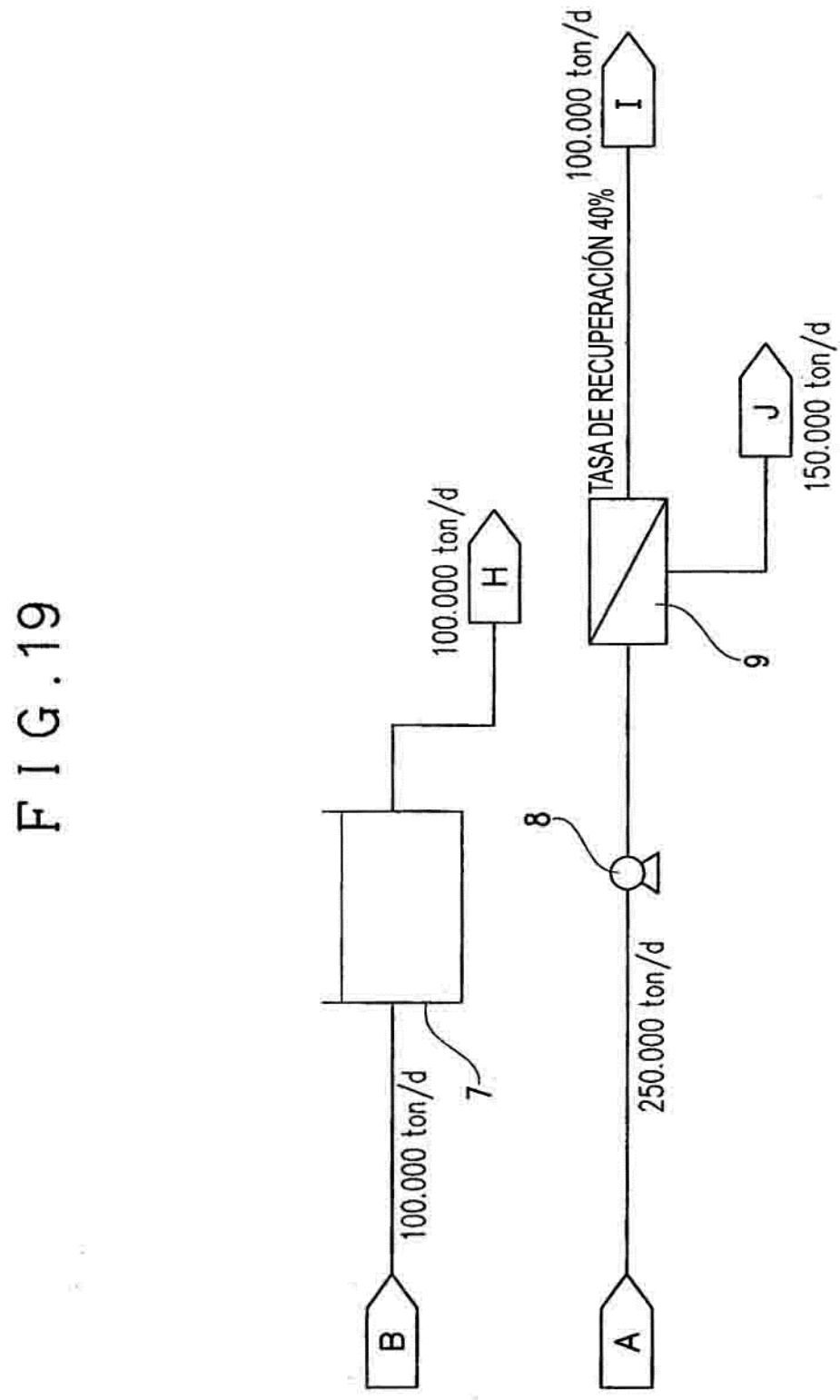

B
100.000 ton/d
7
H
100.000 ton/d
8
A
250.000 ton/d
TASA DE RECUPERACIÓN 40%
9
I
100.000 ton/d
J
150.000 ton/d

FIG.20

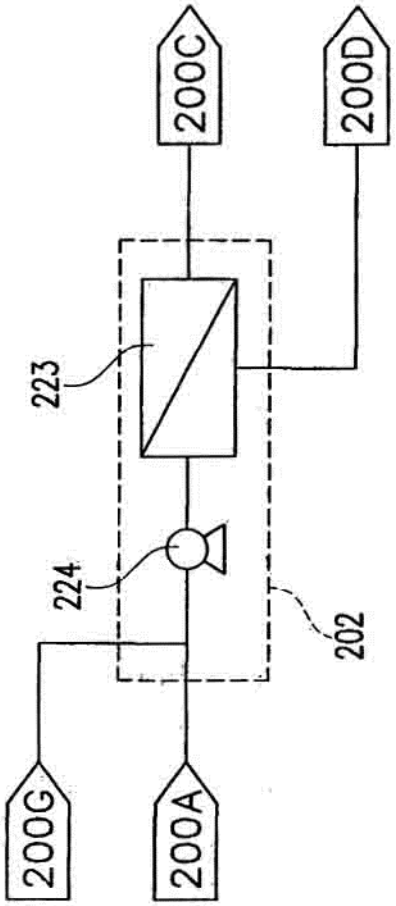


FIG. 21

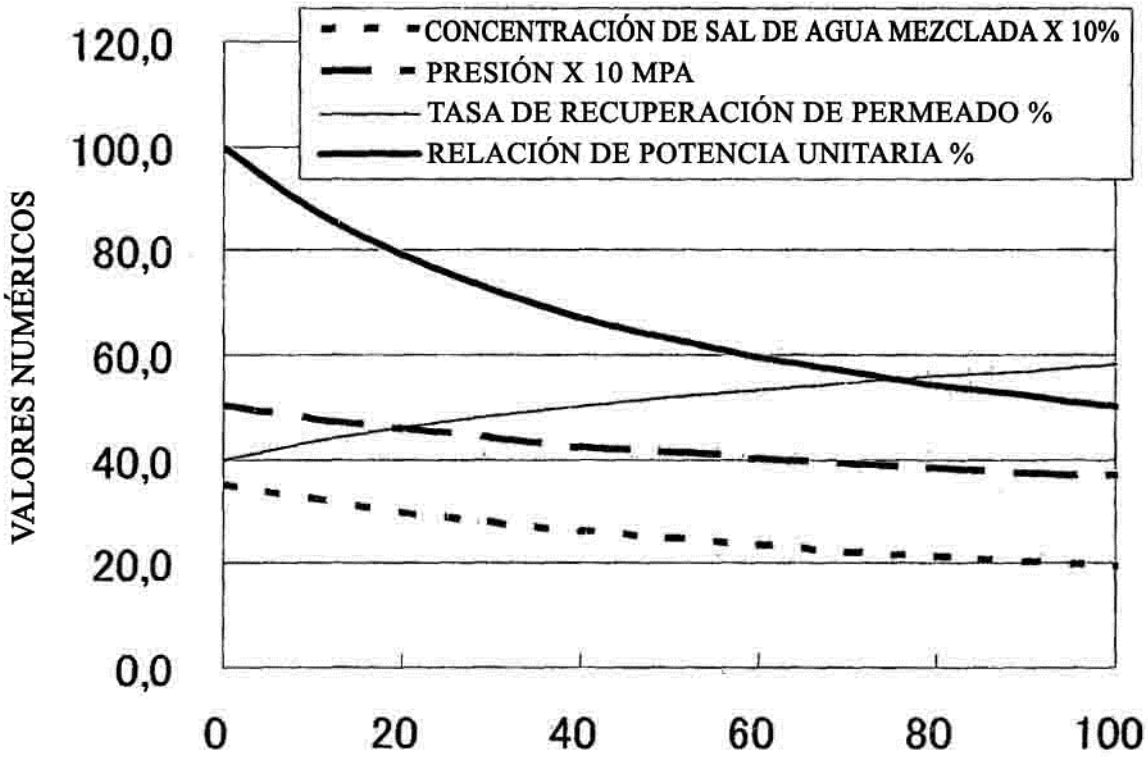

CONCENTRACIÓN DE SAL DE AGUA MEZCLADA X 10%
PRESIÓN X 10 MPA
TASA DE RECUPERACIÓN DE PERMEADO %
RELACIÓN DE POTENCIA UNITARIA %
VALORES NUMÉRICOS
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
0
20
40
60
80
100
VOLUMEN DE AGUA DE DILUCIÓN CON RESPECTO A AGUA DE MAR 100 (RELACIÓN DE VOLUMEN DE MEZCLA)

FIG. 22

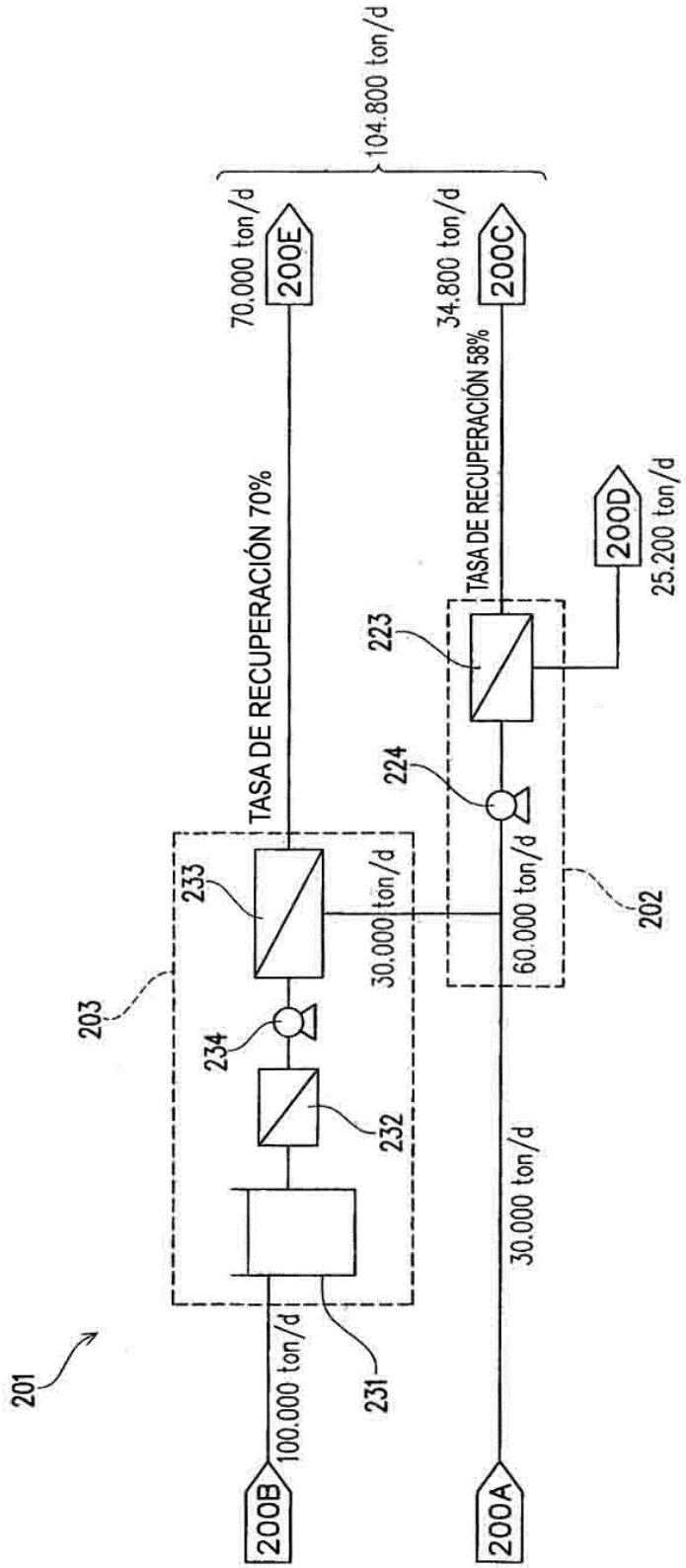
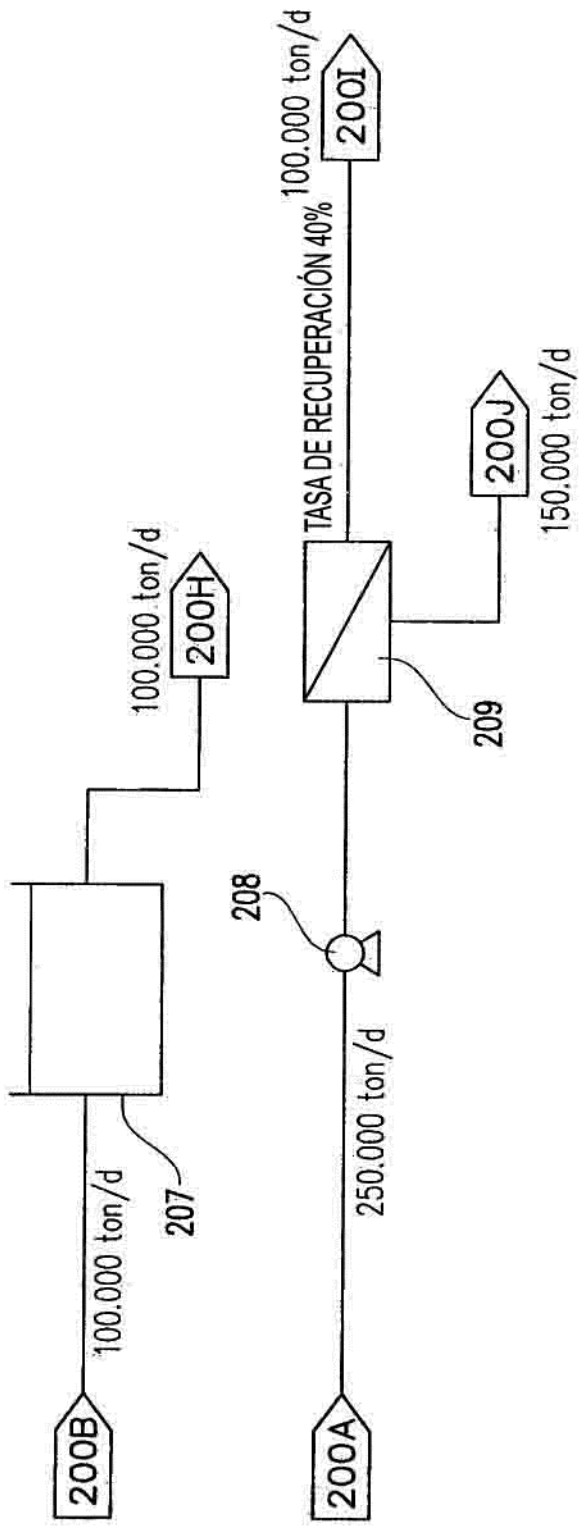

104.800 ton/d
70.000 ton/d
200E
34.800 ton/d
200C
TASA DE RECUPERACIÓN 70%
TASA DE RECUPERACIÓN 58%
200D
25.200 ton/d
223
224
233
30.000 ton/d
60.000 ton/d
202
203
234
232
30.000 ton/d
201
100.000 ton/d
231
200B
200A

FIG.23


200B
100.000 ton/d
207
200H
100.000 ton/d
208
250.000 ton/d
200A
TASA DE RECUPERACIÓN 40%
100.000 ton/d
200I
209
200J
150.000 ton/d