

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 370**

51 Int. Cl.:

**B01D 61/00** (2006.01)

**B01D 61/58** (2006.01)

**C02F 1/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2009 PCT/GB2009/002846**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2010 WO10067065**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2009 E 09771395 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2367612**

54 Título: **Eliminación mejorada de disolventes**

30 Prioridad:

**08.12.2008 GB 0822362**

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

**20.11.2018**

73 Titular/es:

**SURREY AQUATECHNOLOGY LIMITED (100.0%)  
Modern Water Bramley House The Guildway Old  
Portsmouth Road  
Guildford, Surrey GU3 1LR , GB**

72 Inventor/es:

**NICOLL, PETER**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 690 370 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Eliminación mejorada de disolventes

5 La presente invención se relaciona con un proceso para la eliminación de un disolvente, tal como agua, a partir de una solución fuente.

10 El documento WO 2005/012185 describe un proceso para la eliminación de un disolvente a partir de una solución, por ejemplo, para separar agua del agua de mar, aunque no exclusivamente. El proceso implica colocar una membrana semipermeable entre la primera solución, que puede ser agua de mar, y una segunda solución con mayor potencial osmótico que la primera. La diferencia en las concentraciones de solutos (potencial osmótico) hace que el disolvente de la primera solución fluya a través de la membrana para diluir la segunda solución por ósmosis directa. La segunda solución diluida después se pasa a través de una membrana de nanofiltración u ósmosis inversa. Las especies relativamente grandes en la segunda solución se retienen por la membrana de nanofiltración o membrana de ósmosis inversa, mientras que el agua pasa a través de la membrana de nanofiltración o membrana de ósmosis inversa.

15 Aunque el proceso de separación descrito en el documento WO 2005/012185 es efectivo, se ha encontrado que algunas especies de solutos de la primera solución fluyen a través de la membrana hacia la segunda solución en la etapa de ósmosis directa. Estas especies pueden afectar a las presiones osmóticas de la segunda solución tanto diluida como concentrada y, además, puede retenerse una porción dentro de la segunda solución concentrada tras el tratamiento en la nanofiltración o en la membrana de ósmosis inversa. La retención de estas especies de la primera solución dentro de la segunda solución recirculante, afecta la estabilidad del proceso y estas especies pueden ser indeseables desde la perspectiva de la corrosión, al aumentar la presión osmótica o la concentración de la especie más allá de lo deseado y puede afectar negativamente al disolvente producido a partir de la segunda solución a través de la nanofiltración o de la etapa de ósmosis inversa, particularmente, si están presentes por encima de las concentraciones umbral.

20 El documento US 2007/0278153 A1 describe un proceso de ósmosis directa en donde la solución de extracción diluida puede recuperarse con la ósmosis directa.

30 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un proceso para eliminar un disolvente de una solución fuente, como se define en la reivindicación 1, dicho proceso que comprende preparar una solución de extracción mediante disolución de una o más sales en agua,

35 a) poner en contacto la solución fuente con un lado de una membrana selectivamente permeable,  
 b) poner en contacto la solución de extracción con una presión osmótica más alta (mayor concentración de solutos) que la solución fuente con el lado opuesto de la membrana, de manera que el disolvente de la solución fuente pase a través de la membrana para diluir la solución de extracción por ósmosis directa,  
 c) eliminar el disolvente de la solución de extracción diluida para regenerar la solución de extracción, y  
 d) reciclar la solución de extracción regenerada en la etapa a),  
 40 caracterizadas porque esas especies de soluto, de la solución fuente fluyen a través de la membrana hacia la solución de extracción en la etapa de ósmosis directa, y una porción de la solución de extracción se desecha o se trata antes y/o después de regenerar la solución de extracción en la etapa c) para reducir la concentración de cualquier especie de soluto presente en la solución de extracción a partir de la solución fuente.

45 La solución fuente puede ser cualquier solución, tal como una solución acuosa. Preferentemente, la solución fuente es una solución acuosa de cloruro de sodio. Ejemplos de soluciones fuente adecuadas son el agua de mar y el agua salobre. Otros ejemplos incluyen corrientes de aguas residuales, agua de lagos, agua de ríos y agua de estanques.

50 En la etapa a), la solución fuente se pone en contacto con un lado de una membrana selectivamente permeable. Una solución de extracción con una concentración de solutos más alta que la solución fuente se pone en contacto con el lado opuesto de la membrana, de manera que el disolvente (disolvente líquido) fluye a través de la membrana por ósmosis directa.

55 La solución de extracción se forma preferentemente mediante disolución de un agente osmótico en un disolvente, tal como agua. Mediante la formación de la solución de extracción con el uso de uno o más solutos seleccionados, puede producirse una solución relativamente limpia. Preferentemente, el agente osmótico seleccionado es aquel que puede separarse convenientemente de la solución de extracción, por ejemplo, por métodos térmicos o de membrana o por precipitación y filtración química o descomposición térmica o una combinación de estos. Con mayor preferencia, el agente osmótico es uno que no es corrosivo.

60 Las sales adecuadas para su uso como agente osmótico incluyen sulfato de magnesio ( $MgSO_4 \cdot 6H_2O$  o  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ), cloruro de magnesio ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), cloruro de sodio (NaCl), sulfato de sodio ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ), cloruro de calcio ( $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  o  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ ), bórax ( $Na_2B_4O_7$ ) hidrogenofosfato disódico ( $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ), alúmina de potasio ( $KAl(SO_4)_2 \cdot 12(H_2O)$ ), carbonato de amonio ( $(NH_4)_2CO_3$ ), bicarbonato de amonio ( $NH_4HCO_3$ ), carbamato de amonio ( $NH_2COONH_4$ ). En una modalidad preferida, se usa sulfato de magnesio.

La solución de extracción puede contener adicionalmente aditivos, tales como agentes antiincrustantes, anticorrosivos, reguladores del pH y/o antimicrobianos.

5 La solución de extracción puede tener una concentración inicial de solutos, de manera que la presión osmótica de la solución de extracción concentrada sea mayor que la de la solución fuente, preferentemente de al menos un 3 % en peso, o con mayor preferencia de al menos un 5 % en peso, antes de ponerse en contacto con la membrana selectiva en la etapa de ósmosis directa. La solución de extracción puede tener una concentración inicial de solutos o una presión osmótica que sea al menos 50 % mayor que la presión osmótica de la solución fuente. La concentración inicial de solutos de la solución de extracción puede adaptarse en dependencia de la concentración inicial de solutos de la solución fuente. Por ejemplo, si la solución fuente es agua de mar, la solución de extracción puede hacerse, de manera que tenga una concentración inicial de solutos más alta (por ejemplo, en al menos 10 %, preferentemente al menos 30 %) que la del agua de mar, para asegurar que el agua pueda fluir a través de la membrana para diluir la solución de extracción por ósmosis directa.

15 La membrana selectivamente permeable empleada en la etapa de ósmosis directa puede tener un tamaño de poro promedio (por ejemplo, medio) de 0.5 a 80 Angstroms, preferentemente, 2 a 50 Angstroms. En una modalidad preferida, la membrana tiene un tamaño de los poros promedio (por ejemplo, medio) de 3 a 30 Angstroms. El tamaño de los poros (por ejemplo, el tamaño medio de los poros) puede medirse mediante el uso de cualquier técnica adecuada. Por ejemplo, puede emplearse un método de flujo diferencial (Japan Membrane Journal, vol. 29; núm. 4; págs. 227 - 235 (2004)).

20 Las membranas selectivamente permeables adecuadas para la etapa de ósmosis directa incluyen membranas integrales y membranas compuestas. Ejemplos específicos de membranas adecuadas incluyen membranas formadas de acetato de celulosa (CA) y/o triacetato de celulosa (CTA), tal como o similar a las usadas en el estudio de McCutcheon y otros, Desalination 174 (2005) 1-11 y membranas formadas de poliamida (PA). Puede usarse una serie de membranas.

25 La membrana selectivamente permeable puede ser plana o tomar la forma de un tubo o de una fibra hueca. Por ejemplo, puede usarse una configuración tubular de membranas de fibras finas huecas. Si se desea, la membrana puede apoyarse en una estructura de soporte, tal como un soporte de malla. Cuando se emplea una membrana plana, la lámina puede enrollarse de manera que defina una espiral en la sección transversal. Cuando se emplea una membrana tubular, puede disponerse una o más membranas tubulares dentro de una carcasa o cubierta. La membrana puede además ser del tipo sumergida, al tomar la forma de lámina plana/membrana plana, o puede construirse con fibras tubulares o huecas.

30 La etapa de ósmosis directa puede llevarse a cabo a una presión de 1 a 40 bar, preferentemente 2 a 20 bar. Debido a que el disolvente fluye a través de la membrana selectiva por ósmosis directa, la solución de extracción se presuriza por la entrada de disolvente. Esta presión puede usarse para generar o complementar la presión necesaria para cualesquiera etapas de procesamiento posteriores.

35 Como se mencionó anteriormente, el disolvente pasa a través de la membrana selectivamente permeable para diluir la solución de extracción por ósmosis directa. Después el disolvente se recupera de la solución de extracción diluida (etapa c). Esta etapa de recuperación del disolvente puede llevarse a cabo mediante métodos térmicos. Por ejemplo, el disolvente puede recuperarse mediante destilación de la solución de extracción diluida. Las técnicas de destilación adecuadas son bien conocidas e incluyen la destilación instantánea multietapa, la destilación multiefecto (MED), la compresión mecánica con vapor, la MED-termocompresión y la destilación rápida por aspersion. Pueden emplearse además métodos de descomposición térmica.

40 Además, el disolvente puede eliminarse de la solución de extracción diluida mediante métodos de membrana, tales como la ósmosis inversa o la nanofiltración.

45 Además, el disolvente puede eliminarse parcialmente de los solutos por precipitación química y filtración, y además puede eliminarse mediante calentamiento y descomposición de los solutos, de manera que quede una porción del disolvente. Los solutos y sus especies descompuestas pueden reintroducirse después en una porción de disolvente reciclado para su reutilización como solución concentrada de extracción.

50 Cuando se emplea un método de membrana en la etapa c), la solución de extracción diluida puede pasar a través de una membrana selectivamente permeable. La membrana selectivamente permeable empleada en la etapa c) puede tener un tamaño de los poros promedio (por ejemplo, medio) de 0.5 a 80 Angstroms, preferentemente, 2 a 50 Angstroms. En una modalidad preferida, la membrana tiene un tamaño de los poros promedio (por ejemplo, medio) de 3 a 30 Angstroms. El tamaño de los poros (por ejemplo, el tamaño medio de los poros) puede medirse mediante el uso de cualquier técnica adecuada. Por ejemplo, puede emplearse un método de flujo diferencial (Japan Membrane Journal, vol. 29; núm. 4; págs. 227 - 235 (2004)).

55 Las membranas selectivamente permeables adecuadas para la etapa c) incluyen membranas integrales y membranas compuestas. Ejemplos específicos de membranas adecuadas incluyen membranas formadas de acetato de celulosa (CA) y/o triacetato de celulosa (CTA), tal como o similar a las usadas en el estudio de McCutcheon y otros, Desalination 174 (2005) 1-11 y membranas formadas de poliamida (PA). Puede emplearse una serie de membranas.

La membrana usada en la etapa c) puede ser plana o tomar la forma de un tubo o de una fibra hueca. Por ejemplo, puede usarse una configuración tubular de membranas de fibras finas huecas. Si se desea, la membrana puede apoyarse en una estructura de soporte, tal como un soporte de malla. Cuando se emplea una membrana plana, la lámina puede enrollarse de manera que defina una espiral en la sección transversal. Cuando se emplea una membrana tubular, puede disponerse una o más membranas tubulares dentro de una carcasa o cubierta.

Cuando se retira el disolvente de la solución de extracción diluida por ósmosis inversa, la membrana usada puede tener un tamaño de los poros de 1 a 10 Angstroms. La etapa de ósmosis inversa puede llevarse a cabo a una presión elevada para conducir la solución (líquido) a través de la membrana. Por ejemplo, la etapa de ósmosis inversa puede llevarse a cabo a una presión de 25 a 120 bar, preferentemente de 50 a 100 bar, con mayor preferencia de 60 a 80 bar.

Cuando se elimina el disolvente de la solución de extracción diluida mediante nanofiltración, la membrana empleada en la etapa de nanofiltración puede tener un tamaño de los poros promedio (por ejemplo, medio) de 4 a 80 Angstroms. Preferentemente, el tamaño de los poros promedio (por ejemplo, medio) de la membrana es de 20 a 70 Angstroms, con mayor preferencia de 30 a 60 Angstroms, y con la máxima preferencia de 40 a 50 Angstroms. El tamaño de los poros (por ejemplo, el tamaño medio de los poros) puede medirse mediante el uso de cualquier técnica adecuada. Por ejemplo, puede emplearse un método de flujo diferencial (Japan Membrane Journal, vol. 29; núm. 4; págs. 227 - 235 (2004)).

Las membranas usadas en la etapa de nanofiltración pueden ser fundidas como una "capa de piel" sobre la parte superior de un soporte formado, por ejemplo, de una lámina de polímero microporoso. La membrana resultante puede tener una estructura compuesta (por ejemplo, una estructura compuesta de película delgada). Típicamente, las propiedades de separación de la membrana se controlan por el tamaño de los poros y la carga eléctrica de la "capa de piel".

Ejemplos de membranas de nanofiltración adecuadas incluyen las membranas Desal-5 (Desalination Systems, Escondido, California), membranas SR 90, NF 90, NF 70, NF 50, NF 40, NF 40 HF (FilmTech Corp., Minneapolis, Minn), membrana SU 600 (Toray, Japón) y membranas NRT 7450 y NTR 7250 (Nitto Electric, Japón).

La membrana de nanofiltración puede ser plana o tomar la forma de un tubo o de una fibra hueca. Por ejemplo, puede usarse una configuración tubular de membranas de fibras finas huecas. Si se desea, la membrana puede apoyarse en una estructura de soporte, tal como un soporte de malla. Cuando se emplea una membrana plana, la lámina puede enrollarse de manera que defina una espiral en la sección transversal. Cuando se emplea una membrana tubular, puede disponerse una o más membranas tubulares dentro de una carcasa o cubierta. La solución puede introducirse en la carcasa, mientras que el disolvente puede eliminarse como un filtrado de los tubos o viceversa.

Además, la etapa de nanofiltración puede llevarse a cabo a una presión elevada. Por ejemplo, la etapa de nanofiltración puede llevarse a cabo a una presión de 25 a 120 bar, preferentemente de 40 a 100 bar, con mayor preferencia de 50 a 80 bar. Como se mencionó anteriormente, la solución del lado del residuo retenido de la membrana selectiva de la etapa de ósmosis inversa pasa a través de la membrana de nanofiltración. Dado que esta solución está en el lado de alta presión de la membrana, puede no ser necesario aplicar más presión a la solución a medida que pasa a través de la membrana de nanofiltración. Sin embargo, es posible aplicar más presión a la solución a medida que pasa a través de la membrana de nanofiltración, si se desea.

Preferentemente, se elimina suficiente disolvente de la solución de extracción en la parte c) para garantizar que la solución de extracción regenerada tenga una concentración de disolvente suficientemente alta para extraer disolvente de la solución fuente por ósmosis directa en la etapa a). La solución de extracción regenerada se recicla después en la etapa a) o en la etapa d),

Al igual que el disolvente, el soluto de la solución fuente fluye a través de la membrana en la etapa de ósmosis directa. Por ejemplo, cuando se usa una solución acuosa de cloruro de sodio como solución fuente, el cloruro de sodio puede fluir a través de la membrana hacia la solución de extracción. Este cloruro de sodio puede ser difícil de eliminar en posteriores etapas de procesamiento. Por ejemplo, cuando se usan métodos de membrana para recuperar el disolvente en la etapa c), la presencia de solutos, tal como el cloruro de sodio, puede requerir que se empleen membranas de poros más pequeños y/o que se usen mayores presiones. Además, el cloruro de sodio es corrosivo y puede causar daños al equipo de proceso.

Para evitar la acumulación indeseable de cualesquiera solutos, tal como cloruro de sodio o boro, una porción de la solución de extracción se desecha o se trata antes y/o después de regenerar la solución de extracción en la etapa c) para reducir la concentración de cualquier especie de soluto presente en la solución de extracción a partir de la solución fuente. En una modalidad, una porción de la solución de extracción se trata para separar solutos indeseables, tal como cloruro de sodio o boro, de la solución y la solución restante se regresa después al proceso. Preferentemente, sin embargo, se descarta una porción de la solución de extracción. Para minimizar la cantidad de disolvente deseable desechado con el soluto indeseable, la porción de la solución de extracción se desecha después de regenerar la solución de extracción en la etapa c), pero antes de reciclar la solución regenerada en la etapa de ósmosis directa.

Descartar o tratar una porción de la solución de extracción antes y/o después de que la solución de extracción se regenere en la etapa c) para reducir la concentración de cualquier especie de soluto presente en la solución de extracción a partir

de la solución fuente resulta en que se reduzca la cantidad total de cualquier especie de soluto presente en la solución de extracción. Así, la cantidad total de especies de solutos que pueden reciclarse en la solución de extracción se reducirá. Por lo tanto, la cantidad de especies de solutos que entran en contacto con la membrana en la etapa (b) se reduce y, por lo tanto, la concentración de especies de solutos que se ponen en contacto con la membrana a través del proceso de reciclaje en la etapa (c) también puede reducirse.

La presente invención puede proporcionar un proceso para eliminar un disolvente de una solución fuente, dicho proceso que comprende

- a) poner en contacto la solución fuente con un lado de una membrana selectivamente permeable,
- b) poner en contacto una solución de extracción con una presión osmótica más alta (mayor concentración de solutos) que la solución fuente con el lado opuesto de la membrana, de manera que el disolvente de la solución fuente pase a través de la membrana para diluir la solución de extracción por ósmosis directa,
- c) eliminar el disolvente de la solución de extracción diluida para regenerar la solución de extracción, y
- d) reciclar la solución de extracción regenerada en la etapa a),

caracterizado porque una porción de la solución de extracción se desecha o se trata antes y/o después de regenerar la solución de extracción en la etapa c) para reducir la cantidad total de especies de solutos en la solución de extracción a partir de la solución fuente.

Una porción de la solución de extracción puede desecharse o tratarse antes de que la solución de extracción se regenere en la etapa c) (es decir, cuando el disolvente se elimine de la solución de extracción diluida para regenerar la solución de extracción). En este caso, es la solución de extracción diluida la que se desecha o se trata. Después de desechar o tratar una porción de la solución de extracción diluida, se elimina el disolvente de la solución diluida restante para el reciclado en un lado de la membrana en la etapa (a). La cantidad total de cualquier especie de soluto presente en la solución de extracción a reciclar (reintroducida para ponerse en contacto con la membrana) es menor que antes de que una porción se deseché o trate. Así, la cantidad total de especies de solutos que pueden reciclarse en la solución de extracción se reduce. Por lo tanto, se reduce la cantidad total de especies de solutos que pueden ponerse en contacto con la membrana a través del proceso de reciclaje.

Una porción de la solución de extracción puede desecharse o tratarse después de regenerar la solución de extracción en la etapa c) (es decir, cuando se ha eliminado el disolvente de la solución de extracción diluida para regenerar la solución de extracción). En este caso, es la solución de extracción más concentrada (que comprende menos disolvente) la que se desecha o se trata. Después que una porción de la solución de extracción más concentrada se haya desechado o tratado, se recicla a un lado de la membrana en la etapa (a). La cantidad total de cualquier especie de soluto presente en la solución de extracción total que puede ponerse en contacto con la membrana es menor que si no se hubiera desechado o tratado una porción de la solución de extracción. Así, la cantidad total de especies de solutos que pueden reciclarse en la solución de extracción se reduce. Así, se reduce la cantidad total, y por tanto, la concentración de especies de solutos que pueden ponerse en contacto con la membrana a través del proceso de reciclaje.

Preferentemente, una porción de la solución de extracción se desecha antes y/o después de regenerar la solución de extracción en la etapa c) para reducir la concentración de cualquier especie de soluto presente en la solución de extracción a partir de que la solución fuente se deseché como un drenaje de la solución de extracción. Preferentemente, una porción de la solución de extracción se desecha y/o drena en un proceso continuo. Preferentemente una porción de la solución de extracción se desecha o drena en un proceso continuo a una velocidad determinada a partir de la cantidad de disolvente producido en la etapa b), de la velocidad de transferencia de la especie objetivo de la solución fuente a la solución de extracción y de la velocidad de transferencia de la especie objetivo al disolvente producido en la etapa (c).

Se entenderá que no toda la solución de extracción se eliminará del proceso durante la etapa de descarte/drenaje.

Si es necesario, puede añadirse una solución de extracción adicional que no forme parte del proceso de reciclado. La solución de extracción adicional puede incluir agentes osmóticos adicionales.

Una porción de la solución de extracción puede desecharse como un drenaje continuo de la solución de extracción. Puede añadirse una solución de extracción adicional (fresca) como alimentación continua a la solución de extracción.

Estos y otros aspectos de la invención ahora se describirán con referencia a las Figuras acompañantes, en las cuales:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato para llevar a cabo una modalidad del proceso de la invención presente, y

La Figura 2 es un diagrama esquemático de un aparato para llevar a cabo una modalidad alternativa del proceso de la presente invención.

La numeración usada en las Figuras 1 y 2 se refiere a las siguientes características:

	10	Aparato
	12	Unidad de Ósmosis Directa
	14	Unidad de Membrana
	18	Membrana Selectiva
5	20	Solución de extracción
	22	Bomba
	24	Permeado o destilado
	50	Agua de mar de alta salinidad (retorno al mar o reutilización)
	52	Solución de agente osmótico reciclado
10	54	Dosificación de agentes aromáticos
	56	Corriente de drenaje/purga para descarga o tratamiento para su eliminación o reintroducción en la corriente del agente osmótico
	58	Sistema de recuperación de energía
	60	Solución de agente osmótico
15	62	Fuente de agua, por ejemplo, agua de mar
	64	Agua destilada
	66	Calor
	68	Unidad de Concentración Térmica (es decir, Planta MSF)

20 La Figura 1 representa un aparato que comprende una unidad de ósmosis directa 12 y una unidad de membrana 14.

La unidad de ósmosis directa 12 se acopla opcionalmente a un contenedor de agua de mar (no se muestra). El agua de mar puede tratarse opcionalmente con agentes antiincrustante y antimicrobianos en una unidad de pretratamiento (no se muestra). El agua de mar tratada después se introduce en la unidad de ósmosis directa 12 y se pone en contacto con un lado de la membrana selectiva 18. Una solución de extracción 20 se pone en contacto con el lado opuesto de la membrana selectiva 18. Como la concentración inicial de solutos y la presión osmótica de la solución de extracción 20 es mayor que la concentración de solutos y la presión osmótica del agua de mar, el agua líquida fluye a través de la membrana 18 para diluir la solución de extracción 20 por ósmosis directa. El cloruro de sodio y otras especies en el agua de mar pueden además fluir a través de la membrana 18 en esta etapa de ósmosis directa. En consecuencia, la solución de extracción diluida que sale de la unidad de ósmosis 12 incluye cloruro de sodio y otras especies del agua de mar.

La solución de extracción diluida se introduce en la unidad de membrana 14 y pasa a través de la membrana a presiones elevadas de 60 a 100 bar. La presión requerida para esta etapa de separación por membrana se proporciona en parte por el flujo de agua que fluye a través de la membrana 18 en la etapa de ósmosis directa y en parte por la bomba 22.

La membrana separa el cloruro de sodio y otras especies del agua de mar y el agente osmótico del resto de la solución. El agente osmótico separado, el cloruro de sodio y otras especies del agua de mar (que no se eliminan en esta etapa) forman parte de una solución residual en el lado del residuo retenido de la membrana. Para evitar que la concentración de cloruro de sodio y/u otras especies tal como el boro alcancen niveles indeseables, una porción de esta solución residual se drena al salir de la unidad de membrana 14. Este drenaje puede controlarse manual o automáticamente en referencia a la composición de la solución. La solución residual remanente después se recicla para su uso como solución de extracción en la etapa de ósmosis directa. Puede dosificarse un agente osmótico adicional en la solución residual remanente.

El permeado que sale de la unidad de membrana 14 es sustancialmente puro y puede usarse, por ejemplo, como agua potable 24.

La Figura 2 es un diagrama esquemático de un aparato para llevar a cabo una modalidad alternativa del proceso de la presente invención. El aparato es similar al que se muestra en la Figura 1 y las partes similares se han etiquetado con números similares. Sin embargo, la unidad de membrana 14 se ha sustituido por una unidad de separación térmica. El destilado 24 de la unidad de separación térmica es agua potable, mientras que la solución residual de la base de la unidad contiene una solución concentrada de agente osmótico, cloruro de sodio y otras especies del agua de mar. Para evitar que la concentración de cloruro de sodio y/u otras especies tal como el boro del agua de mar alcancen niveles no deseados, se drena una parte de esta solución residual. Este drenaje puede controlarse manual o automáticamente en referencia a la composición de la solución. La solución remanente después se recicla para su uso como solución de extracción en la etapa de ósmosis directa. Puede dosificarse un agente osmótico adicional en la solución residual remanente.

Reivindicaciones

- 5 1. Un proceso para eliminar un disolvente de una solución fuente, dicho proceso que comprende preparar una solución de extracción mediante disolución de una o más sales en agua,
- 10 a) poner en contacto la solución fuente con un lado de una membrana selectivamente permeable,  
 b) poner en contacto la solución de extracción con el lado opuesto de la membrana, en donde la solución de extracción se prepara con una presión osmótica más alta (concentración de solutos más alta) que la solución fuente, de manera que el disolvente de la solución fuente pase a través de la membrana para diluir la solución de extracción por ósmosis directa,  
 15 c) eliminar el disolvente de la solución de extracción diluida para regenerar la solución de extracción, y  
 d) reciclar la solución de extracción regenerada en la etapa b), caracterizado porque  
 las especies de soluto de la solución fuente fluyen a través de la membrana hacia la solución de extracción en la etapa de ósmosis directa, y  
 una porción de la solución de extracción se desecha o se trata antes y/o después de regenerar la solución de extracción en la etapa c) para reducir la concentración de especies de solutos presentes en la solución de extracción a partir de la solución fuente.
- 20 2. Un proceso como se reivindica en la reivindicación 1, en donde la solución fuente comprende cloruro de sodio.
3. Un proceso como se reivindica en la reivindicación 2, en donde la solución fuente comprende agua de mar o agua salobre.
- 25 4. Un proceso, como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el agente osmótico es sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, cloruro de sodio, sulfato de sodio, cloruro de calcio, bórax, hidrogenofosfato disódico, alúmina de potasio, carbonato de amonio, bicarbonato de amonio y carbamato de amonio.
- 30 5. Un proceso como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde, en la etapa c), el disolvente se elimina de la solución de extracción diluida mediante métodos térmicos, de precipitación química, de descomposición térmica, de membrana o una combinación de estos métodos.
- 35 6. Un proceso como se reivindica en la reivindicación 5, en donde el disolvente se elimina de la solución de extracción diluida por destilación.
7. Un proceso como se reivindica en la reivindicación 5, en donde el disolvente se elimina de la solución de extracción diluida por ósmosis inversa o nanofiltración.
- 40 8. Un proceso como se reivindica en la reivindicación 5, en donde el disolvente se elimina de la solución de extracción diluida mediante precipitación química seguida de filtración y/o descomposición térmica.
- 45 9. Un proceso, como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una porción de la solución de extracción se desecha o se trata después de que la solución de extracción se regenere en la etapa c), para reducir la concentración de cualesquiera contaminantes de solutos presentes en la solución de extracción a partir de la solución fuente.
- 50 10. Un proceso, como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una porción de la solución de extracción se desecha o se trata antes de que la solución de extracción se regenere en la etapa c), para reducir la concentración de cualesquiera contaminantes de solutos presentes en la solución de extracción a partir de la solución fuente.
- 55 11. Un proceso como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha porción de la solución de extracción se descarta continuamente.
12. Un proceso, como se reivindica en la reivindicación 11, en donde dicha porción se desecha en un proceso continuo a una velocidad determinada a partir de la cantidad de disolvente producido en la etapa (c), la velocidad de transferencia de especies de la solución fuente a la solución de extracción y la velocidad de transferencia de la especie al disolvente producido en la etapa (c).
- 60 13. Un proceso como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las especies de soluto se seleccionan de cloruro de sodio y boro.

Figura 1

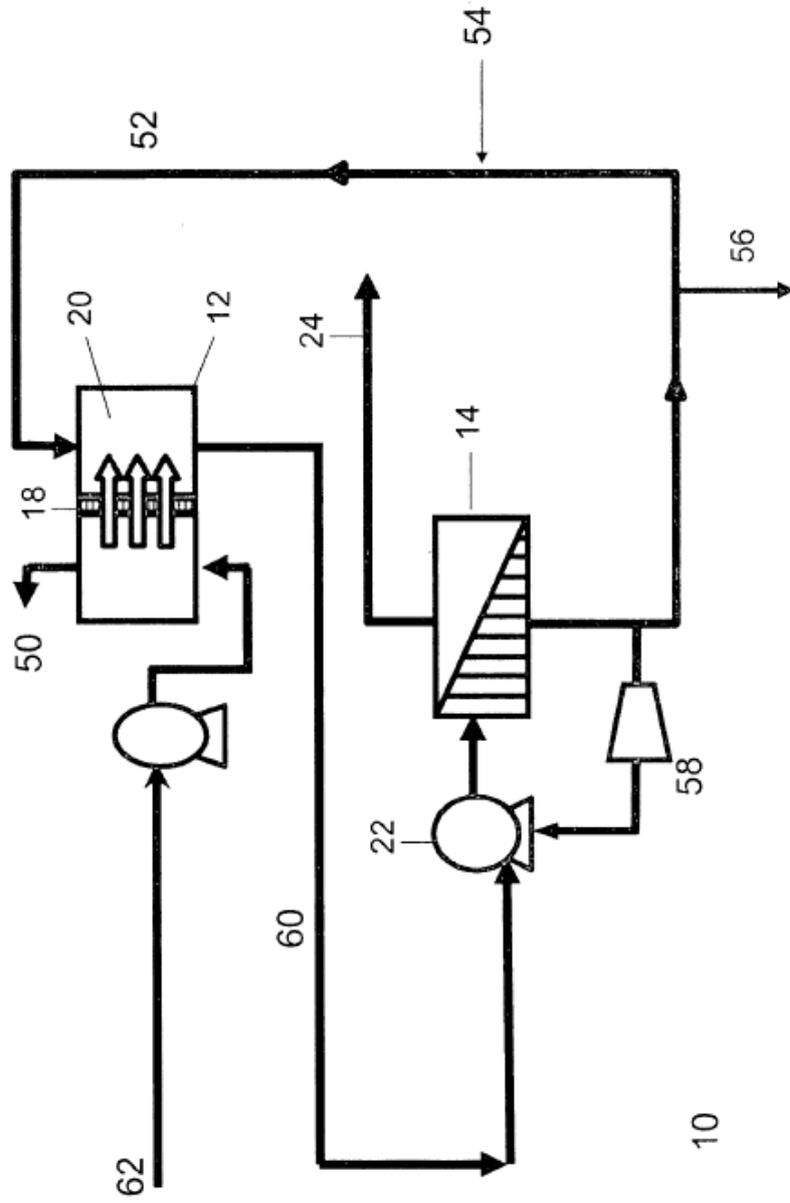


Figura 2

