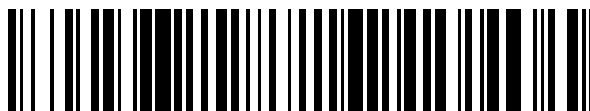


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 023**

51 Int. Cl.:

B01D 69/12 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

B01D 69/10 (2006.01)

B01D 71/68 (2006.01)

B01D 71/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2012** **PCT/KR2012/004713**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2012** **WO12173417**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2012** **E 12800586 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** **EP 2722101**

54 Título: **Membrana para osmosis reversa que tiene una capa de protección ultrahidrófila y un método para producir la misma**

30 Prioridad:

17.06.2011 KR 20110059061

14.06.2012 KR 20120063816

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

02.04.2019

73 Titular/es:

LG CHEM, LTD. (100.0%)
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07336, KR

72 Inventor/es:

LEE, YOUNG-JU;
SHIN, CHONG-KYU;
YOO, JOUNG-EUN;
JEONG, SEUNG-PYO y
LEE, PHILL

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 707 023 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

Membrana para ósmosis reversa que tiene una capa de protección ultrahidrófila y un método para producir la misma
[Campo Técnico]

- 5 La presente invención se refiere a una membrana para ósmosis reversa que incluye una capa de pasivación hidrófila y un método para fabricar la misma, y más particularmente, a una membrana para ósmosis reversa que tiene un rendimiento mejorado de la misma formando una capa de pasivación hidrófila en la membrana para ósmosis reversa, y un método de fabricación de la misma.
- [Técnica antecedente]
- 10 Una membrana para ósmosis reversa se puede aplicar en varios campos industriales, por ejemplo, en la desalinización de salmuera, en la preparación de agua ultrapura, en el tratamiento de la contaminación ambiental, etc., y se puede encontrar en la vida diaria. Como una membrana de nueva generación, se ha requerido una membrana que tenga una alta calidad que incluya un material polimérico que tenga una función particular. Es necesario controlar la función y las propiedades del material minuciosamente de acuerdo con el propósito de la aplicación de la membrana.
- 15 Con el fin de mejorar la membrana para ósmosis reversa, un método de postratamiento que utiliza diversos materiales químicos, se puede usar un método para usar un aditivo durante la formación de una membrana. De acuerdo con el método de postratamiento, una pluralidad de membranas de ósmosis reversa es recubierta con alcohol polivinílico (PVA) o un homopolímero de acetato de vinilo que tiene una funcionalidad de autoentrecruzamiento. Con respecto al método de uso del aditivo, se puede usar un aditivo de polímero a la vez que se forman diversas membranas, en particular, una membrana de nanofiltración para mezclar el aditivo de polímero con la membrana.
- 20 Como mejoras importantes que se pueden obtener a través de la modificación de la superficie exterior de la membrana, se puede ilustrar, la estabilización de un miembro de separación para llevar a cabo la separación del ensuciamiento mientras se opera durante un largo tiempo, y se puede ilustrar el aumento del grado de rechazo por sal para equilibrar la pérdida de la cantidad de flujo debida al cambio de las características de transferencia de la membrana.
- 25 En general, la capa superior de una membrana para ósmosis reversa es una capa de barrera ultrafina o una capa de separación e incluye poliamida entrecruzada o polisulfona amida que tiene un espesor de 10 a 100 nm. En general, la poliamida se puede preparar mediante un método de polimerización interfases utilizando m-fenilendiamina (MPD) en una fase acuosa y tricloruro de trimesoilo (TMC) en una fase orgánica.
- 30 La segunda capa o una capa intermedia comúnmente incluye un plástico desarrollado por ingeniería como la polisulfona y comúnmente tiene un espesor de aproximadamente 40 μm . La segunda capa proporciona a la capa superior una superficie dura y lisa. La capa superior se puede tratar bajo una presión de operación tan alta, por ejemplo, de 10 a 2000 psi, debido a la segunda capa.
- 35 La tercera capa o una capa base es comúnmente un poliéster no tejido, por ejemplo, una banda de tereftalato de polietileno (PET) y comúnmente tiene un espesor de aproximadamente 120 μm . La tercera capa o la capa base es comúnmente muy porosa e irregular. Por lo tanto, la tercera capa puede no proporcionar a la capa superior un soporte apropiado y directo, por lo que puede requerir la segunda capa o la capa intermedia.
- 40 Un objetivo de la investigación y la industria en el campo de las membranas para ósmosis reversa es mejorar o al menos mantener el flujo de agua sin disminuir el grado de rechazo por sal durante mucho tiempo para mejorar la eficiencia de la membrana y la disminución del coste de operación. En lugar de utilizar nuevos productos químicos inciertos, se fortalece la importancia en la modificación de la superficie en polímeros ampliamente utilizados. Sin embargo, en este caso, la desventaja más seria es el ensuciamiento de la membrana que induce a una disminución importante del flujo durante la operación.
- 45 El tipo principal de incrustaciones incluye incrustaciones cristalinas tales como una incrustación mineral, una deposición mineral debida a un producto en solución excesivo, incrustaciones orgánicas como la deposición de ácido húmico disuelto, aceite, grasa, etc., incrustaciones de partículas o suciedad coloidal tales como deposición de arcilla, limo, un material de partículas corrosivas, residuos y sílice, y ensuciamiento microbiano como la bioincrustación, la unión y acumulación de microorganismos, y la formación de una biopelícula.
- 50 Para disminuir el ensuciamiento, se han utilizado diversos métodos. En general, se forma una pluralidad de capas de recubrimiento en la capa superior de la membrana para ósmosis reversa para modificar la característica de la superficie de la membrana al unir un grupo hidrófobo o un grupo hidrófilo, y un grupo eléctricamente negativo o un grupo eléctricamente positivo, etc. El documento WO 2009/039467 A1 enseña la incorporación de nanopartículas en una membrana para la purificación/tratamiento del agua para mejorar su resistencia al ensuciamiento, la actividad antimicrobiana (biocida), la permeabilidad al agua y el rechazo por sal.

Cuando se forma una capa adicional de los diversos materiales descritos anteriormente para mejorar la membrana para ósmosis reversa, el grosor de la membrana puede aumentar, y la maximización de las características del objetivo puede ser difícil debido a la superposición de las capas de recubrimiento que incluyen diferentes materiales.

- 5 En relación a una membrana electrolítica de una pila de combustible, el documento WO 2007/069867 A1 enseña el uso de un adyuvante para impartir hidrofiliidad a la membrana de electrolito.

[Divulgación]

[Problema Técnico]

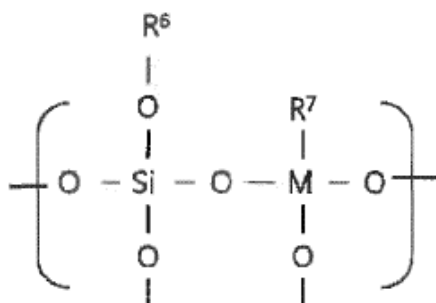
- 10 Un aspecto de la presente invención proporciona una capa de separación por ósmosis reversa que tiene propiedades de durabilidad, resistencia al cloro y antiincrustantes aumentadas por una sola capa de recubrimiento de una capa de pasivación hidrófila en un lado de la membrana.

Otro aspecto de la presente invención proporciona un método para fabricar una membrana para ósmosis reversa que tiene mayor durabilidad, resistencia al cloro y propiedades antiincrustantes mediante el recubrimiento de una capa única de una capa de pasivación hidrófila en un lado de la membrana.

[Solución Técnica]

- 15 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una membrana de separación por ósmosis reversa que incluye un soporte poroso, una capa activa de separación formada sobre la capa de soporte, y una capa hidrófila formada sobre la capa activa de separación. La capa hidrófila incluye un compuesto que tiene una estructura representada por la siguiente Fórmula Química 6,

Fórmula Química 6



20

en la Fórmula Química 6,

M representa Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III),

R⁶ representa hidrógeno, un grupo alquilo C₁₋₂₀, C_nH_{2n}-OH o C_nH_{2n}-CHCH₂O (en donde, n representa un número entero de 1 a 20), y

- 25 R⁷ representa un grupo funcional originado a partir de un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo.

El compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 puede tener una estructura mesoporosa, y puede tener preferiblemente una estructura mesoporosa de tipo tubo hueco.

La estructura mesoporosa de tipo tubo hueco puede incluir un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo a través de un enlace físico o químico.

- 30 El grupo hidrófilo del compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo puede ser preferiblemente al menos uno seleccionado del grupo que consiste en una sal de sulfonato, ácido sulfúrico, una sal de carboxilato, ácido carboxílico, una sal de fosfato, ácido fosfórico y un grupo hidroxilo (OH).

- 35 El compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo puede incluir al menos un grupo funcional seleccionado del grupo que consiste en un grupo hidroxilo (OH), un grupo amina y un fosfato, formando el grupo funcional posiblemente un enlace físico o químico con Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III) entre la estructura representada por la Fórmula Química 6.

El compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo puede ser un agente que puede formar posiblemente un enlace de coordinación con Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III) entre la estructura representada por la Fórmula Química 6.

- 40 Más particularmente, el compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-3-sulfonato de sodio, 1,2- dihidroxi-

- 4-sulfonato, 1,2-dihidroxi-5-sulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-disulfonato de disodio, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-disulfonato de disodio, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-3-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-4-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-5-sulfónico, 1,2 ácido dihidroxi 4-clorobenceno 3,5 disulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5 disulfónico, 1,2-dihidroxibenceno-3,5-dicarboxilato disódico, 1,2-dihidroxi-3-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-5-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-dicarboxilato disódico, 1,2-dihidroxi -6-clorobenceno-3,5-dicarboxilato disódico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-dicarboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-3-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-4-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-5-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-dicarboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-dicarboxílico, 1,2-dihidroxibenceno-3,5-difosfato disódico, 1,2-dihidroxi-3-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-5-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-difosfato disódico, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-difosfato disódico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-difosfórico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-4-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-5-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-difosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-difosfórico, fosfato de dihexadecilo, fosfato de monodecilo y nafion (copolímero de ácido tetrafluoroetilen-perfluoro-3,6-dioxa-4-metil-7-octenosulfónico).

- 15 El compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 que tiene una estructura mesoporosa se puede preparar mediante una reacción de polimerización de un precursor que incluye al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Si, Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) y Al(III) en presencia de un disolvente y un surfactante.

El disolvente puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en etanol, agua, alcohol isopropílico, metanol y acetato de etilo.

- 20 El surfactante puede ser un surfactante no iónico representado por la siguiente Fórmula Química 3 o un surfactante iónico representado por la siguiente Fórmula Química 4.



En la Fórmula química 3, $x=5-40\%$, $y=90-20\%$, $2x+y=100\%$, EO representa óxido de etileno y PO representa óxido de propileno.

- 25 [Fórmula Química 4] $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1})(\text{CH}_3)_3\text{NX}_1$

En la Fórmula Química 4, $n=12$ a 18 , y $X_1=\text{Cl}$ o Br .

La capa hidrófila puede incluir además un agente de acoplamiento de silano.

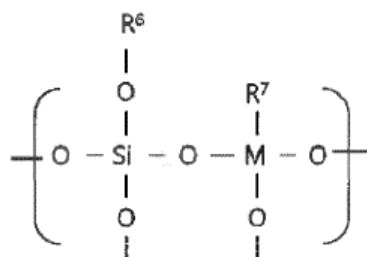
La capa hidrófila puede incluir además un material orgánico multifuncional representado por la siguiente Fórmula Química 5.

- 30 [Fórmula Química 5] $\text{R}^3(\text{EO})_k\text{R}^4$

En la Fórmula Química 5, EO representa óxido de etileno, k representa un número entero de 3 a 400, R^3 se selecciona de OH, (met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , di(met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , tri(met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , o vinilo que tiene C_1 a C_{15} , R^4 se selecciona entre hidrógeno, (met)acrilato que tiene C_1 a C_3 , y vinilo que tiene C_1 a C_3 .

- 35 Según otra realización de la presente invención, se proporciona un método para fabricar una membrana de separación por ósmosis reversa. El método incluye formar una capa activa de separación mediante polimerización interfases sobre un soporte poroso. Luego, formar una capa hidrófila que comprende un compuesto que tiene una estructura representada por la siguiente Fórmula Química 6 en la capa activa de separación,

Fórmula Química 6



- 40 en la Fórmula Química 6,

M representa Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III),

R^6 representa hidrógeno, un grupo alquilo C_{1-20} , $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{-OH}$, o $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHCH}_2\text{O}$ (en donde, n representa un número entero de 1 a 20), y

R⁷ representa un grupo funcional originado a partir de un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo.

La formación de la capa hidrófila se puede llevar a cabo mediante un proceso de inmersión.

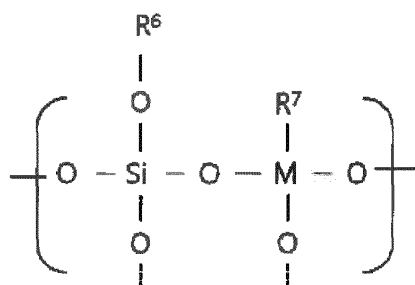
[Efectos Ventajosos]

- 5 De acuerdo con realizaciones de ejemplo, una membrana para ósmosis reversa que tiene propiedades mejoradas de durabilidad, resistencia al cloro y antiincrustantes puede fabricarse a través de un único revestimiento.

[Mejor modo]

- 10 Los inventores de la presente invención han emprendido investigaciones sobre el desarrollo de una membrana para ósmosis reversa que tiene una durabilidad mejorada, propiedades antiincrustantes y resistencia al cloro sin aplicar un recubrimiento múltiple, y encontraron que una membrana de separación por ósmosis reversa que tiene una buena característica de membrana se fabricaría solamente con un único recubrimiento cuando se forma una capa hidrófila que incluye un compuesto que tiene una estructura representada por la siguiente Fórmula Química 6 en una capa activa de separación, para completar la presente invención:

Fórmula Química 6



- 15 en la Fórmula Química 6,

M representa Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III),

R⁶ representa hidrógeno, un grupo alquilo C₁₋₂₀, C_nH_{2n}-OH, o C_nH_{2n}-CHCH₂O (en donde, n representa un número entero de 1 a 20), y

R⁷ representa un grupo funcional originado a partir de un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo.

- 20 Más particularmente, la presente invención se refiere a una membrana de separación por ósmosis reversa que incluye un soporte poroso, una capa activa de separación formada sobre el soporte poroso y una capa hidrófila formada sobre la capa activa de separación.

- 25 En realizaciones de ejemplo, el soporte poroso incluye preferiblemente un polímero que tiene un grupo ácido sulfónico. El polímero que tiene el grupo ácido sulfónico puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en polisulfona, poliéter sulfona, poliaril sulfona, polialquil sulfona, poliaralquil sulfona, polifenil sulfona y poliéter éter sulfona.

La capa activa de separación incluye preferiblemente poliamida formada por polimerización interfases.

- 30 El compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 puede tener una estructura mesoporosa o una estructura mesoporosa de tipo tubo hueco. Además, el compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo puede combinarse preferiblemente a través de un enlace físico o químico en el compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 que tiene la estructura mesoporosa de tipo tubo hueco.

En la Fórmula Química 6, R⁶ representa particularmente preferiblemente C_nH_{2n}-OH, o -C_nH_{2n}-CHCH₂O (en la cual, n representa un número entero de 1 a 20).

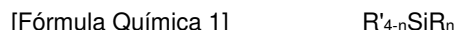
- 35 En realizaciones de ejemplo, el compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo puede ser un compuesto aromático sustituido o no sustituido de C₅ a C₃₀ o un compuesto alifático saturado o insaturado. El compuesto alifático sustituido o no sustituido y saturado o insaturado también puede incluir un polímero o un copolímero del mismo.

- 40 El grupo hidrófilo del compuesto orgánico que contiene un compuesto hidrófilo puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en una sal de sulfonato, ácido sulfúrico, una sal de carboxilato, ácido carboxílico, una sal de fosfato, ácido fosfórico y un grupo hidroxilo (OH). El compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo incluye al menos un grupo funcional seleccionado del grupo que consiste en un grupo hidroxilo (OH), un grupo amina y un fosfato. El grupo funcional posiblemente puede formar un enlace físico o químico con Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III) entre la estructura representada por la Fórmula Química 6. Por ejemplo, el compuesto orgánico que contiene un grupo

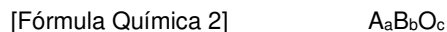
hidrófilo puede ser un agente quelante que posiblemente haga un enlace de coordinación con Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III) entre la estructura representada por la Fórmula Química 6.

Más particularmente, el compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-3-sulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-sulfonato, 1,2-dihidroxi-5-sulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-disulfonato de disodio, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-disulfonato de disodio, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-3-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-4-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-5-sulfónico, 1,2 ácido dihidroxi 4-clorobenceno 3,5 disulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5 disulfónico, 1,2-dihidroxibenceno-3,5-dicarboxilato disódico, 1,2-dihidroxi-3-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-5-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-dicarboxilato disódico, 1,2-dihidroxi -6-clorobenceno-3,5-dicarboxilato disódico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-dicarboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-3-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-4-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-5-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-dicarboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-dicarboxílico, 1, 2-dihidroxibenceno-3,5-difosfato disódico, 1,2-dihidroxi-3-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-5-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-difosfato disódico, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-difosfato disódico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-difosfórico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-4-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-5-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-difosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-difosfórico, fosfato de dihexadecilo, fosfato de monodecilo y nafion (copolímero de ácido tetrafluoroetilen-perfluoro-3,6-dioxa-4-metil-7-octenosulfónico).

El compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 se puede preparar como sigue. Un compuesto de silano representado por la siguiente Fórmula Química 1 puede disolverse en un disolvente orgánico. Luego, se puede agregar una pequeña cantidad de agua y un ácido para hidrolizar el compuesto de silano para formar una dispersión de sílice. En la dispersión de sílice, se puede agregar un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2 o mezclas de las mismas para llevar a cabo una reacción de polimerización, por ejemplo, una reacción sol-gel para formar el compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6. El compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 se puede obtener mediante una reacción de polimerización, por ejemplo, una reacción sol-gel del compuesto de silano representado por la siguiente Fórmula Química 1 y el compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2 o mezclas de los mismos.



En la Fórmula Química 1, R se selecciona independientemente de un grupo alcoxi C_1 a C_6 , un grupo hidroxilo (OH) o un elemento halógeno, n representa un número entero de 1 a 4, y R' se selecciona independientemente de un grupo alquilo C_1 a C_6 que incluye o excluye un grupo funcional insaturado, un grupo vinilo e hidrógeno (H).



En la Fórmula Química 2, A representa Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) y Al(III), B representa un halógeno, un grupo hidroxilo (OH), un grupo alcoxi C_1 a C_6 o un C_5 a C_{10} β-dicetonato, a representa 1 o 2, b representa 4, 3 o 2 y c representa 0 o 1.

El compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 que tiene una estructura mesoporosa se puede preparar mediante una reacción de polimerización de un precursor que incluye al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Si, Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) y Al(III) en presencia de un disolvente y un surfactante. En este caso, el disolvente puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en etanol, agua, alcohol isopropílico, metanol y acetato de etilo. Además, el surfactante puede ser un surfactante no iónico representado por la siguiente Fórmula Química 3 o un surfactante iónico representado por la siguiente Fórmula Química 4.



En la Fórmula Química 3, $x=5-40\%$, $y=90-20\%$, $2x+y=100\%$, EO representa óxido de etileno y PO representa óxido de propileno.



En la Fórmula Química 4, $n=12$ a 18 , y $X_1=Cl$ o Br .

La capa hidrófila puede incluir además, sin limitación, un agente de acoplamiento de silano que posiblemente haga una reacción con Si-OH de sílice en el compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 (óxido de sílice-metal) de acuerdo con el presente concepto inventivo. Particularmente, el agente de acoplamiento de silano se puede curar mediante radiación ultravioleta y calor. A través de la adición del agente de acoplamiento de silano, la adhesividad superficial de la capa hidrófila se puede aumentar aún más.

Además, la capa hidrófila puede incluir adicionalmente un material orgánico multifuncional curable por ultravioleta y calor y representado por la siguiente Fórmula Química 5 para mejorar la adhesividad interfases, la durabilidad y la estabilidad mecánica del compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 (óxido de sílice-metal).

[Fórmula Química 5]

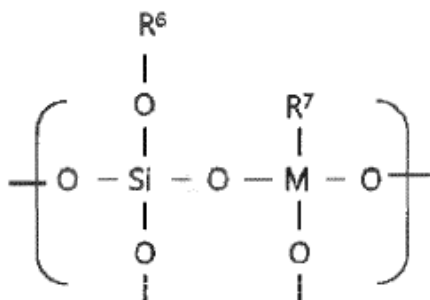
 $R^3(EO)_kR^4$

En la Fórmula Química 5, EO representa óxido de etileno, k representa un número entero de 3 a 400, R^3 se selecciona de OH, (met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , di(met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , tri(met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , o vinilo que tiene C_1 a C_{15} , R^4 se selecciona entre hidrógeno, (met)acrilato que tiene C_1 a C_3 , o vinilo que tiene C_1 a C_3 .

- 5 A continuación, se describirá un método para fabricar una membrana de separación por ósmosis reversa.

La membrana de separación por ósmosis reversa en realizaciones de ejemplo puede conformarse formando una capa activa de separación mediante polimerización interfases sobre un soporte poroso; y formando una capa hidrófila que incluye un compuesto que tiene una estructura representada por la siguiente Fórmula Química 6,

Fórmula Química 6



10 en la Fórmula Química 6,

M representa Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) or Al(III),

R^6 representa hidrógeno, un grupo alquilo C_{1-20} , $C_nH_{2n}-OH$, o $C_nH_{2n}-CHCH_2O$ (en donde, n representa un número entero de 1 a 20), y

- 15 R^7 representa un grupo funcional originado a partir de un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo. En este caso, los componentes y la estructura del soporte poroso, la capa activa de separación y la capa hidrófila son como se describió anteriormente.

La formación de la capa activa de separación incluye preferiblemente sumergir el soporte poroso en una solución que incluye al menos una amina multifuncional seleccionada de m-fenilendiamina, p-fenilendiamina y piperazina, y luego sumergirla en una solución que incluya al menos un halógeno multifuncional seleccionada entre cloruro de trimesoilo (TMC), cloruro de isoftaloilo (IPC) y cloruro de tereftaloilo (TPD), para formar una capa activa de separación de poliamida mediante polimerización interfases.

La capa hidrófila puede fabricarse sumergiendo el soporte en una solución, preferiblemente, una solución acuosa, incluyendo el compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 como se describe anteriormente. Preferiblemente, se usa una solución acuosa de 0.1 a 5 % en peso. Cuando se usa una solución acuosa de menos del 0.1 % en peso, la reacción sol-gel de la capa hidrófila no se puede llevar a cabo en toda la capa de poliamida para formar una capa de pasivación hidrófila parcial. Además, el máximo alcance del rendimiento, las propiedades antiincrustantes y la resistencia al cloro pueden volverse difíciles. Cuando se usa una solución acuosa que excede el 5% en peso, se puede formar una capa de pasivación hidrófila demasiado espesa sobre la capa de poliamida y el flujo puede disminuir. Además, cuando se usa la solución acuosa de 1.5% en peso a 2.5% en peso, se puede obtener un buen rechazo por sal mientras se mantiene la cantidad de flujo inicial que se encuentra en la Tabla 1.

El tiempo de inmersión preferido es de 1 a 10 minutos. Cuando el tiempo de inmersión es inferior a 1 minuto, la capa de poliamida puede no estar totalmente cubierta, pero puede estar parcialmente cubierta con el material hidrófilo. Cuando el tiempo de inmersión supera los 10 minutos, el material hidrófilo puede formar una agregación y el grosor de la capa puede aumentar. Además, el material hidrófilo puede unirse de manera no uniforme sobre la capa de poliamida.

Luego, el tratamiento térmico puede realizarse a una temperatura de 60°C a 100°C durante 1 a 10 minutos, y puede realizarse un proceso de secado en la capa de pasivación hidrófila. Cuando la temperatura del tratamiento térmico es inferior a 60°C, la reacción sol-gel puede no completarse y la capa de poliamida completa puede no estar cubierta. Además, los materiales sin reaccionar se pueden lavar en una última etapa de lavado. Cuando la temperatura del tratamiento térmico supera los 100°C, el soporte y la capa de poliamida pueden dañarse.

La membrana de separación por ósmosis reversa de acuerdo con el presente concepto inventivo tiene una buena característica de flujo y propiedades antiincrustantes debido a la química hidrófila ilustrada por la capa hidrófila cuando se compara con una membrana para ósmosis reversa común.

Además, puede ser posible la funcionalización diversa debido a los grupos funcionales presentes en la superficie de la capa hidrófila, tal como un grupo -OH, y se puede obtener una mejora notable del rendimiento a través de la formación de una única capa de recubrimiento. Además, dado que la capa hidrófila forma un enlace químico con la poliamida, también se puede mejorar la resistencia al cloro. En general, se han utilizado diferentes materiales para mejorar las propiedades antiincrustantes y la resistencia al cloro en una membrana común. En este caso, puede ser necesario un proceso de recubrimiento a través de una pluralidad de pasos. Además, la pluralidad de las capas de recubrimiento se puede solapar para deteriorar la característica de la membrana de separación, y el proceso de fabricación puede complicarse. En realizaciones de ejemplo, los defectos anteriores pueden resolverse. Las propiedades antiincrustantes y la resistencia al cloro pueden mejorarse al mismo tiempo por medio de una capa de recubrimiento. Dado que la membrana para ósmosis reversa de acuerdo con realizaciones de ejemplo incluye solo una capa de recubrimiento, el proceso de fabricación puede ser simple, y puede minimizarse el deterioro del rendimiento de la membrana debido a la capa de recubrimiento.

[Modo para la invención]

De aquí en adelante, la presente invención se explicará con más detalle haciendo a realizaciones de ejemplo. Sin embargo, los siguientes ejemplos son solo para ilustración, y el alcance de la presente invención no debe limitarse por los siguientes ejemplos.

<Ejemplos>

Ejemplo de Preparación 1

Fabricación de membrana de separación por ósmosis reversa.

En una tela no tejida de un material de poliéster y con un espesor de 95 a 100 μm , se preparó polisulfona moldeada para uso como una membrana de separación por ósmosis reversa. Para moldear la polisulfona, se añadió 18% en peso de contenido de polisulfona sólida en una solución de N,N-dimetilformamida (DMF) y se disolvió a una temperatura de 80°C a 85°C durante 12 horas o más para obtener una solución homogénea en fase líquida. La polisulfona líquida se moldeó hasta un espesor de 45 a 50 μm sobre la tela no tejida.

El soporte de polisulfona poroso preparado de este modo se sumergió en una solución acuosa que incluía 2% en peso de m-fenilendiamina (MDP) durante 2 minutos. Luego, se eliminó una cantidad excesiva de la solución acuosa sobre el soporte utilizando un rodillo de 25 psi. El soporte se secó a temperatura ambiente durante 1 minuto.

El soporte recubierto de este modo se sumergió en una solución que incluía disolvente Isol C (SKC Corp.) y 0.1% en volumen de tricloruro de 1,3,5-benzenotricarbonilo (TMC) durante 1 minuto. Luego, el soporte se secó en un horno a 60°C durante 10 minutos para eliminar una cantidad excesiva de la solución orgánica.

La membrana de separación fabricada por el método descrito anteriormente se lavó en una solución acuosa de carbonato de sodio al 0.2% en peso de una a temperatura ambiente durante 2 horas o más y se lavó con agua destilada. Se fabricó una capa de poliamida con un espesor de 200 μm mediante el método descrito anteriormente para fabricar una membrana de separación.

Ejemplo de Preparación 2

Preparación de la composición para la capa hidrófila.

Se mezclaron 100 g de etanol y 100 g de ortosilicato de tetraetilo ($\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_4$, TEOS), y se agregaron 50 g de agua (H_2O) y 5 ml de HCl y se hicieron reaccionar durante aproximadamente 30 minutos. Se mezclaron 80 g de etanol y 57.5 g de P123 (copolímero de bloque de óxido de etileno/óxido de propileno, Mn-5,800) para preparar una solución de sílice. En la solución de sílice, se mezclaron 7 mL de cloruro de titanio (TiCl_4) disuelto en 50 g de agua y se mezclaron 5 g de Tiron (ácido 4,5-dihidroxi-bencenosulfónico, sal disódica) disueltos en 20 g de agua (H_2O) para preparar una composición hidrófila que incluya un óxido metálico complejo de Si-Ti y un compuesto que contiene un grupo hidrófilo. En este caso, la relación molar de Ti/Si fue de 1/10.

Experimento 1

Evaluación del ángulo de contacto con el agua.

Después de lavar la membrana de separación por ósmosis reversa fabricada en el Ejemplo de Preparación 1, la membrana de separación se sumergió en la composición hidrófila preparada en el Ejemplo de Preparación 2 a temperatura ambiente durante 1 minuto y se trató en un horno a 80°C durante 10 minutos para formar una capa de recubrimiento hidrófila en la superficie de la membrana.

Después de formar la capa de recubrimiento hidrófila, se midió el ángulo de contacto con el agua utilizando una goniometría de ángulo de contacto (PSA 100, KRUSS GmbH). Se dejó caer una gota de agua sobre una superficie de medición mediante un microinyector de 3 µl. El ángulo de contacto de cinco gotas de agua en la superficie de medición se midió mediante un microscopio, y el valor medio de los ángulos de contacto de agua se seleccionó como resultado del ángulo de contacto de agua. A partir del resultado, se obtuvo el ángulo de contacto con el agua como $23.6 \pm 2.1^\circ$.

Ejemplo 1

La capa de poliamida se lavó con agua destilada y luego se secó a temperatura ambiente. Luego, la capa de poliamida se sumergió en una solución de persulfato de potasio 0.05 M durante 30 minutos. Después de esto, la capa de poliamida se sumergió en un 0.5% en peso de una solución acuosa (disolvente; etanol) de la composición preparada en el Ejemplo de Preparación 2 a temperatura ambiente durante 1 minuto, y se trató en un horno a 80°C durante 10 minutos para formar una capa de revestimiento hidrófila en la superficie de la capa de poliamida. La superficie de la membrana así obtenida se lavó con agua destilada y el rendimiento de la membrana se midió en una solución acuosa de NaCl de 32 000 ppm a una presión de 800 psi. Los resultados se ilustran en la Tabla 1.

Ejemplo 2

Se llevó a cabo el mismo procedimiento como se explica en el Ejemplo 1, excepto que se usó 1% en peso de la composición preparada en el Ejemplo de Preparación 2 en lugar de usar 0.5% en peso como en el Ejemplo 1. La evaluación del rendimiento de la membrana se realizó de la misma manera bajo las mismas condiciones como se describe en el Ejemplo 1. Las propiedades físicas de la capa compleja se ilustran en la Tabla 1.

Ejemplo 3

Se llevó a cabo el mismo procedimiento como se explica en el Ejemplo 1, excepto por el uso de 1.5% en peso de la composición preparada en el Ejemplo de preparación 2 en lugar de usar 0.5% en peso como en el Ejemplo 1. La evaluación del desempeño de la membrana se realizó de la misma manera bajo las mismas condiciones como se describe en el Ejemplo 1. Las propiedades físicas de la capa compleja producida se ilustran en la Tabla 1.

Ejemplo 4

Se llevó a cabo el mismo procedimiento como se explicó en el Ejemplo 1, excepto que se usó 2% en peso de la composición preparada en el Ejemplo de Preparación 2 en lugar de usar 0.5% en peso como en el Ejemplo 1. La evaluación del rendimiento de la membrana se realizó de la misma manera bajo las mismas condiciones como se describe en el Ejemplo 1. Las propiedades físicas de la capa compleja producida se ilustran en la Tabla 1.

Ejemplo 5

Se llevó a cabo el mismo procedimiento como se explica en el Ejemplo 1, excepto por el uso de 2.5% en peso de la composición preparada en el Ejemplo de Preparación 2 en lugar de usar 0.5% en peso como en el Ejemplo 1. La evaluación del rendimiento de la membrana se realizó de la misma manera bajo las mismas condiciones como se describe en el Ejemplo 1. Las propiedades físicas de la capa compleja producida se ilustran en la Tabla 1.

Ejemplo 6

Se llevó a cabo el mismo procedimiento como se explica en el Ejemplo 1, excepto que se usó el 3% en peso de la composición preparada en el Ejemplo de Preparación 2 en lugar de usar el 0.5% en peso como en el Ejemplo 1. La evaluación del rendimiento de la membrana se realizó de la misma manera bajo las mismas condiciones como se describe en el Ejemplo 1. Las propiedades físicas de la capa compleja producida se ilustran en la Tabla 1.

Ejemplo Comparativo 1

Después de lavar la capa de poliamida, no se realizó ningún tratamiento superficial. La evaluación del rendimiento de la membrana se realizó de la misma manera en las mismas condiciones como las descritas en el Ejemplo 1. Las propiedades físicas de la capa compleja se ilustran en la Tabla 1.

Ejemplo Comparativo 2

Después del lavado con agua destilada, la capa de poliamida se secó a temperatura ambiente. Luego, la capa de poliamida se sumergió en una solución de persulfato de potasio 0.05 M durante 30 minutos. Después de eso, la capa de poliamida se sumergió en un 0.5% en peso de una solución acuosa de glicidoxipropil silano a temperatura ambiente durante 1 minuto y se trató en un horno a 80°C durante 10 minutos para formar una capa de recubrimiento en la superficie de la membrana, mejorando la resistencia al cloro. La superficie de la capa así obtenida se lavó con agua destilada, se sumergió en una solución acuosa de PVA al 0.5% en peso a temperatura ambiente durante 1 minuto, y se trató en un horno a 80°C durante 10 minutos para formar una capa de recubrimiento que mejora las propiedades antiincrustantes. La superficie de la capa así obtenida se lavó con agua destilada y el rendimiento de la membrana se midió en una solución acuosa de NaCl de 32 000 ppm a una presión de 800 psi. Los resultados se ilustran en la Tabla 1.

Experimento 2

Evaluación del rechazo inicial por sal y el flujo de permeación inicial.

El rechazo inicial por sal y el flujo de permeación inicial se midieron utilizando una solución acuosa de NaCl de 32 000 ppm en una cantidad en flujo de 1400 ml/min a 25°C. Un aparato de celda de membrana para ósmosis reversa utilizado para la evaluación de las membranas incluye una celda de transmisión de tipo plano, una bomba de alta presión, un baño de almacenamiento y un aparato de enfriamiento. La estructura de la celda de transmisión de tipo plano era de tipo de flujo cruzado, y el área de transmisión efectiva era de 140 cm².

Después de instalar una membrana para ósmosis reversa lavada en la celda de transmisión, se realizó una operación preliminar suficiente durante aproximadamente 1 hora utilizando agua destilada en tercer lugar para estabilizar el aparato de evaluación. Luego, se suministró la solución acuosa de cloruro de sodio de 32 000 ppm, y se llevó a cabo una operación del aparato durante aproximadamente 1 hora hasta que la presión y el flujo de permeación alcanzaron un estado estacionario. Luego, se midió la cantidad de permeación de agua durante 10 minutos, y se calculó el flujo. El rechazo por sal se calculó analizando la concentración de la sal antes y después de la permeación utilizando un medidor de conductividad.

Tabla 1

Membrana de separación	Rechazo inicial por sal (%)	Flujo de permeación inicial (GFD)
Ejemplo 1	96.65	17.85
Ejemplo 2	97.05	17.49
Ejemplo 3	97.74	17.56
Ejemplo 4	98.31	17.46
Ejemplo 5	98.35	15.76
Ejemplo 6	98.84	14.18
Ejemplo Comparativo 1	96.00	18.31
Ejemplo Comparativo 2	91.37	10.25

Como se encuentra en la Tabla 1, el rechazo por salinización inicial de las membranas de separación recubiertas con el material hidrófilo de acuerdo con los Ejemplos 1 a 6 de la presente invención se mejoró cuando se comparó con la membrana de separación no recubierta en el Ejemplo Comparativo 1. Con respecto al flujo de permeación, no se encontró mucha diferencia. Para la membrana que incluye una pluralidad de capas de recubrimiento de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 2, se encontró que el rechazo por sal inicial y el flujo de permeación inicial se redujeron notablemente. El mejor rechazo por sal se obtuvo mientras se mantenía el flujo de permeación inicial para la membrana recubierta con 2% en peso de la composición preparada en el Ejemplo de Preparación 2 como en el Ejemplo 4.

Experimento 3

Evaluación de resistencia al cloro.

La evaluación de la resistencia al cloro se realizó usando una solución de mezcla de una solución acuosa de NaCl de 32 000 ppm y NaOCl de 2000 ppm. Con el fin de excluir la penetración del cloro y la sal a través de la tela no tejida, el soporte de la capa compleja de ósmosis reversa y la capa de polisulfona, se hizo fluir la solución de la mezcla en un aparato de evaluación durante 10 a 30 segundos. Luego, se mantuvo un estado estacionario para inducir la penetración de la sal solo en la superficie de poliamida. El rechazo por sal y el cambio de flujo se midieron según el tiempo.

Se fabricó una capa compleja con el mismo método descrito en el Ejemplo 4 y el Ejemplo Comparativo 1. Inmediatamente después de mezclar una solución acuosa de NaCl de 32 000 ppm y una solución acuosa de NaOCl de 2000 ppm, se evaluó el desempeño de la capa compleja luego de operar el aparato de evaluación a la presión de 800 psi. Después de la medición, la capa compleja se montó en el aparato de evaluación en las mismas condiciones

durante 6 horas y durante 12 horas. Luego, se evaluó el rendimiento de la capa compleja con la presión de 800 psi. Los resultados se ilustran en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2

División	Rechazo inicial por sal después de agregar NaOCl (%)	Rechazo por sal después de 6 horas de exposición a NaOCl (%)	Rechazo por sal después de 12 horas de exposición a NaOCl (%)
Ejemplo 4	98.25	98.14	98.01
Ejemplo Comparativo 1	96.03	93.27	76.39

5

Tabla 3

División	Flujo inicial después de agregar NaOCl (GFD)	Flujo después de 6 horas de exposición a NaOCl (GFD)	Flujo después de 12 horas de exposición a NaOCl (GFD)
Ejemplo 4	17.52	18.35	19.84
Ejemplo Comparativo 1	18.38	23.08	32.15

Experimento 4

Evaluación de propiedades antiincrustantes.

- 10 La evaluación de las propiedades antiincrustantes se realizó utilizando una solución de mezcla de una solución acuosa de NaCl de 32 000 ppm y una solución de caseína acuosa de 100 ppm. Después de evaluar el rechazo por sal inicial y el flujo de permeación inicial, la solución acuosa de caseína de 100 ppm se colocó en un tanque de evaluación. Inmediatamente después de esto, se midieron el rechazo por sal y el cambio del flujo de permeación. La caseína para la evaluación de las propiedades antiincrustantes se usó después de disolver la caseína que incluye la proteína mayormente en una solución acuosa de pH 11 o más.
- 15 Se fabricó una capa compleja según el mismo método descrito en el Ejemplo 4 y en el Ejemplo Comparativo 1. El rendimiento de la capa compleja se evaluó utilizando una solución de mezcla acuosa de una solución acuosa de NaCl de 32 000 ppm y caseína de 100 ppm con una presión de 800 psi, antes y después de la adición de la solución acuosa de caseína. Los resultados medidos se ilustran en la Tabla 4.

Tabla 4

División	Rechazo inicial por sal antes de agregar caseína (%)	Rechazo por sal después de 2 horas de adición de caseína (%).	Flujo inicial antes de agregar la caseína (GFD)	Flujo después de 2 horas de agregar caseína (GFD)
Ejemplo 4	98.27	98.43	17.56	17.48
Ejemplo Comparativo 1	96.12	95.97	18.28	15.08

20

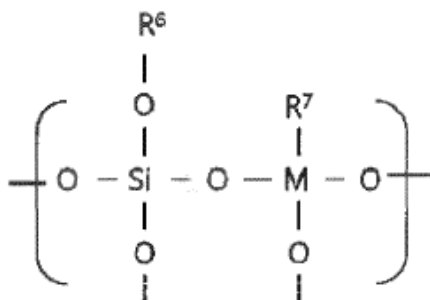
Como se ilustra en las Tablas 2 a 4, una capa de complejo de poliamida recubierta sobre una capa hidrófila de acuerdo con realizaciones de ejemplo puede tener al mismo tiempo una mejor resistencia al cloro y propiedades

antiincrustantes. Dado que la capa recubierta con un material hidrófilo tiene una gran durabilidad con respecto a un detergente como el NaOCl utilizado para disminuir la incrustación y disminuye el grado de incrustación de la superficie de la membrana, la capa recubierta puede aplicarse en una membrana para ósmosis reversa en un equipo de desalinización de agua de mar.

REIVINDICACIONES

1. Una membrana de separación por ósmosis reversa, que comprende un soporte poroso, una capa activa de separación formada sobre la capa de soporte y una capa hidrófila formada sobre la capa activa de separación, caracterizada porque la capa hidrófila incluye un compuesto que tiene una estructura representada por la siguiente Fórmula Química 6,

Fórmula Química 6



en la Fórmula Química 6,

M representa Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III),

- 10 R⁶ representa hidrógeno, un grupo alquilo C₁₋₂₀, C_nH_{2n}-OH, o C_nH_{2n}-CHCH₂O (en donde, n representa un número entero de 1 a 20), y

R⁷ representa un grupo funcional originado a partir de un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo.

2. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde el compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 tiene una estructura mesoporosa.

- 15 3. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde el compuesto que tiene una estructura representada por la Fórmula Química 6 tiene una estructura mesoporosa de tipo tubo hueco.

4. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 3, en donde la estructura mesoporosa de tipo de tubo hueco incluye un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo a través de un enlace físico o químico.

- 20 5. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde el grupo hidrófilo del compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en una sal de sulfonato, ácido sulfúrico, una sal de carboxilato, ácido carboxílico, una sal de fosfato, ácido fosfórico y un grupo hidroxilo (OH).

- 25 6. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde el compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo incluye al menos un grupo funcional seleccionado del grupo que consiste en un grupo hidroxilo (OH), un grupo amina y un fosfato, haciendo posiblemente el grupo funcional un enlace físico o químico con Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III) entre la estructura representada por la Fórmula Química 6.

7. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde el compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo es un agente quelante que posiblemente forma un enlace de coordinación con Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III) entre la estructura representada por la Fórmula Química 6.

- 30 8. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde el compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-3-sulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-sulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-5-sulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-disulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-disulfonato de sodio, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-disulfonato de sodio, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-3-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-4-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-5-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-disulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-disulfónico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-disulfónico, 1,2-dihidroxi-3-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-5-carboxilato de sodio, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-dicarboxilato de sodio, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-dicarboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-3-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-4-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-5-carboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-dicarboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-dicarboxílico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-dicarboxílico, 1,2-dihidroxi-3-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-5-fosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-difosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-difosfato de sodio, 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-difosfato de sodio, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-difosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-3-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-4-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-5-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-4-clorobenceno-3,5-fosfórico, ácido 1,2-dihidroxi-6-clorobenceno-3,5-fosfórico.
- 35 40

3,5-difosfórico, fosfato de dihexadecilo, fosfato de monodecilo y nafion (copolímero de ácido tetrafluoroetilen-perfluoro-3,6-dioxa-4-metil-7-octenosulfónico).

9. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde la capa hidrófila comprende además un agente de acoplamiento de silano.

- 5 10. La membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 1, en donde la capa hidrófila comprende además un material orgánico multifuncional representado por la siguiente Fórmula Química 5,

[Fórmula Química 5] $R^3(EO)_kR^4$

en la Fórmula Química 5, EO representa óxido de etileno, k representa un número entero de 3 a 400, R^3 se selecciona de OH, (met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , di(met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , tri(met)acrilato que tiene C_1 a C_{15} , o vinilo que tiene C_1 a C_{15} , R^4 se selecciona entre hidrógeno, (met)acrilato que tiene C_1 a C_3 , y vinilo que tiene C_1 a C_3 .

10

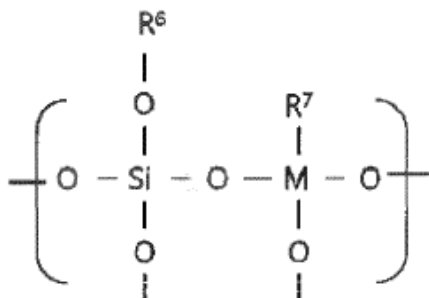
11. Un método para fabricar una membrana de separación por ósmosis reversa que comprende:

formar una capa activa de separación por polimerización interfases sobre un soporte poroso; y

formar una capa hidrófila que comprende un compuesto que tiene una estructura representada por la siguiente fórmula química 6 en la capa activa de separación,

15

Fórmula Química 6



en la Fórmula Química 6,

M representa Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV) o Al(III),

R^6 representa hidrógeno, un grupo alquilo C_{1-20} , $C_nH_{2n}-OH$, o $C_nH_{2n}-CHCH_2O$ (en donde, n representa un número entero de 1 a 20), y

20

R^7 representa un grupo funcional originado a partir de un compuesto orgánico que contiene un grupo hidrófilo.

12. El método de fabricación de una membrana de separación por ósmosis reversa de la reivindicación 11, en donde la formación de la capa hidrófila se realiza mediante un proceso de inmersión.