

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 317**

51 Int. Cl.:

B01D 71/82 (2006.01)

B01D 69/12 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

B01D 71/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.01.2013 PCT/KR2013/000048**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.07.2013 WO13103257**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2013 E 13733795 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 2801401**

54 Título: **Membrana de osmosis inversa excepcionalmente resistente a la contaminación y método para su producción**

30 Prioridad:

05.01.2012 KR 20120001513
03.01.2013 KR 20130000696

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JEONG, SEUNG-PYO y
SHIN, CHONG-KYU

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 715 317 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 de osmosis inversa excepcionalmente resistente a la contaminación y método para su producción

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una membrana de ósmosis inversa y a un método para su fabricación, y más particularmente, a una membrana de ósmosis inversa que incluye una capa de recubrimiento que incluye un copolímero de un compuesto iónico anfótero y metacrilato de glicidilo en la superficie de la membrana y que tiene buenas propiedades antiincrustantes, y un método de fabricación de la misma.

Antecedentes del estado de la técnica

10 El fenómeno de un disolvente que se mueve entre dos soluciones aisladas a través de una membrana semipermeable de una solución que tiene una concentración más baja de un soluto con respecto a otra solución, que tiene una concentración más alta de un soluto, se conoce como un fenómeno osmótico. En este caso, la presión que actúa sobre la solución, incluida la mayor concentración del soluto debido al movimiento del disolvente, se conoce como presión osmótica. Cuando se aplica presión externa, que tiene un nivel más alto que la presión osmótica, el disolvente puede moverse hacia la solución, que tiene la concentración más baja del soluto. Este fenómeno se conoce como una
15 ósmosis inversa. La membrana semipermeable puede separar varias sales y materiales orgánicos utilizando un gradiente de presión como fuerza motriz utilizando el principio de ósmosis inversa. Se puede usar una membrana de separación por ósmosis inversa que utiliza el fenómeno de ósmosis inversa para separar materiales a escala molecular y eliminar sales de una salmuera o agua de mar para suministrar agua disponible para uso doméstico, comercial e industrial.

20 Los ejemplos típicos de la membrana de separación por ósmosis inversa pueden incluir una membrana de separación por ósmosis inversa de poliamida. La membrana de separación por ósmosis inversa de poliamida se puede fabricar formando una capa activa de poliamida sobre un soporte de poros diminutos. Más particularmente, el soporte de poros diminutos puede formarse elaborando una capa de polisulfona sobre una tela no tejida para formar el soporte de poros diminutos, formando una capa de m-fenilendiamina (mPD) sumergiendo el soporte de poros diminutos en una solución acuosa de mPD, y sumergiendo el soporte en un disolvente orgánico de cloruro de trimesoilo (TMC) para hacer
25 contacto con la capa de mPD y TMC para llevar a cabo la polimerización interfacial para formar una capa de poliamida.

Recientemente, con el fin de aumentar la durabilidad y las propiedades antiincrustantes de una membrana de ósmosis inversa, para mejorar su rendimiento, se ha sugerido un método de copolimerización mediante injerto de un monómero de vinilo sobre la superficie de una capa activa de poliamida (publicación de patente de Estados Unidos N°
30 20090308804) y un método para introducir partículas inorgánicas tales como TiO₂ en una capa activa de poliamida (patente de Estados Unidos N° 6.551.536), etc. Sin embargo, de acuerdo con los métodos descritos anteriormente, los efectos que se pueden obtener de ellos son triviales, o el grosor de la membrana de ósmosis inversa puede aumentar debido a las múltiples capas de recubrimiento laminadas. Por lo tanto, la función de purificación de agua puede deteriorarse y el proceso de fabricación puede ser complicado.

35 El documento WO 2010/086852 A1 divulga una membrana de ósmosis inversa que comprende: un soporte poroso; y una capa activa de poliamida formada sobre el soporte poroso. La membrana está recubierta con un copolímero que incluye un compuesto iónico anfótero y (met)acrilato de glicidilo, haciendo la capa de recubrimiento un enlace químico con la capa activa de poliamida.

Divulgación

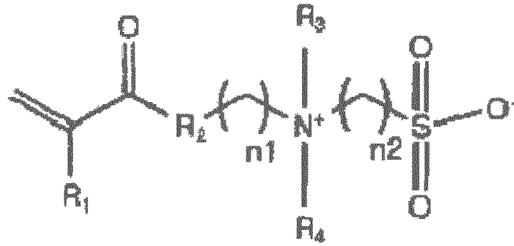
40 Problema técnico

Un aspecto de la presente invención proporciona una membrana de ósmosis inversa que tiene buenas propiedades antiincrustantes y un espesor relativo, mientras mantiene una función de purificación de agua que incluye el rechazo de sal y el flujo de permeación.

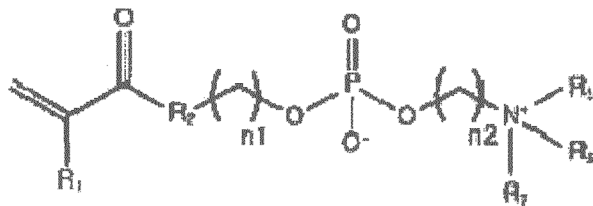
Solución técnica

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una membrana de ósmosis inversa, que comprende: un soporte poroso; una capa activa de poliamida formada sobre el soporte poroso; y una capa de recubrimiento que incluye un copolímero que incluye un compuesto iónico anfótero y (met)acrilato de glicidilo en una relación equivalente de 0,01 a 7 : 0,05 a 3, formando la capa de recubrimiento un enlace químico con la capa activa de poliamida, en donde el compuesto iónico anfótero es un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química
50 1 o un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2.

Fórmula Química 1



Fórmula Química 2



5

En las fórmulas químicas 1 y 2, R₁ representa H o un grupo alquilo C₁₋₁₀, R₂ representa O, NH, S o PH, cada uno de R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇ representa independientemente hidrógeno o un grupo alquilo C₁₋₅, n₁ representa un número entero de 1 a 8, y n₂ representa un número entero de 1 a 4.

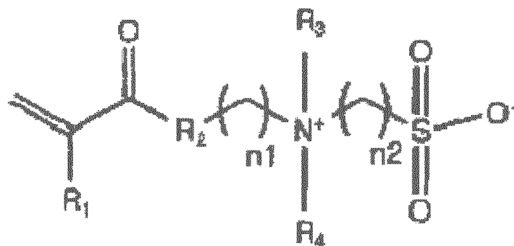
La capa de recubrimiento puede incluir un copolímero que incluye el compuesto iónico anfótero, (met)acrilato de glicidilo, metacrilato de poli(etilenglicol) y el dimetacrilato de poli(etilenglicol).

10

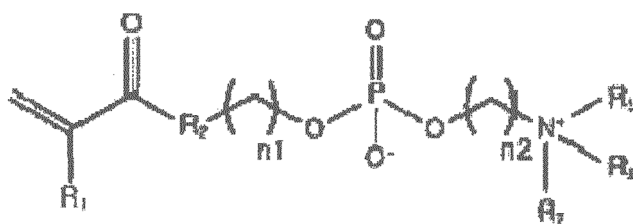
De acuerdo con otra realización de la presente invención, se proporciona un método para fabricar una membrana de ósmosis inversa, que comprende formar una capa de recubrimiento tratando un soporte poroso que incluye una capa activa de poliamida con una solución acuosa que incluye un copolímero que incluye un compuesto iónico anfótero y (met)acrilato de glicidilo, en donde una relación equivalente del compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo es de 0,01 a 7 : 0,05 a 3, en donde el compuesto iónico anfótero es un componente representado por la siguiente Fórmula Química 1 o compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2

15

Fórmula Química 1



Fórmula Química 2



20

en las fórmulas químicas 1 y 2, R₁ representa H o el grupo alquilo C₁₋₁₀, R₂ representa O, NH, S o PH, cada uno de R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇ representa independientemente hidrógeno o un grupo alquilo C₁₋₅, n₁ representa un número entero de 1 a 8, y n₂ representa un número entero de 1 a 4.

5 En este caso, la solución acuosa puede incluir el copolímero en un 0,0001% en peso a un 10% en peso, y el tratamiento se puede llevar a cabo mediante un proceso de inmersión.

Otras realizaciones se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

Efectos ventajosos

10 La membrana de ósmosis inversa en ejemplos de realizaciones tiene una función equivalente o mejor de purificación de agua y buenas propiedades antiincrustantes en comparación con una membrana de ósmosis inversa común. Además, dado que la capa de recubrimiento en ejemplos de realizaciones forma un enlace químico con una capa de poliamida en la superficie de la membrana de ósmosis inversa, la capa de recubrimiento no puede deslaminarse y puede tener una buena durabilidad.

Mejor modo

Realizaciones de ejemplo de la presente invención se describirán ahora en detalle.

15 Los inventores de la presente invención han emprendido investigaciones para desarrollar una membrana de ósmosis inversa que tiene buenas propiedades antiincrustantes y durabilidad sin deteriorar las propiedades de purificación del agua, y han logrado la presente invención formando una capa de recubrimiento que incluye un compuesto iónico anfótero y (met)acrilato de glicidilo sobre una capa activa de poliamida.

20 Una membrana de ósmosis inversa incluye un soporte poroso (1), una capa activa de poliamida (2) y una capa de recubrimiento (3).

25 Como soporte poroso (1), se puede usar una tela no tejida que incluye una capa de recubrimiento de un material polimérico formado sobre la misma. El material polimérico puede incluir, por ejemplo, polisulfona, polietersulfona, policarbonato, óxido de polietileno, poliimida, polieterimida, poliéter éter cetona, polipropileno, polimetilpenteno, cloruro de polimetilo, fluoruro de polivinilideno, etc., sin limitación. Particularmente, la polisulfona se puede usar preferiblemente.

30 La capa (2) activa de poliamida puede formarse mediante una polimerización interfacial de un compuesto de amina y un compuesto de haluro de acilo. En este caso, el compuesto de amina puede incluir, por ejemplo, m-fenilendiamina, p-fenilendiamina, 1,3,6-bencenotriamina, 4-cloro-1,3-fenilendiamina, 6-cloro-1,3-fenilendiamina, 3-cloro-1,4-fenilendiamina, o una mezcla de los mismos, sin limitación. Además, el compuesto de haluro de acilo puede incluir, por ejemplo, cloruro de trimesoilo, cloruro de isoftaloilo, cloruro de tereftaloilo, o una mezcla de los mismos, sin limitación.

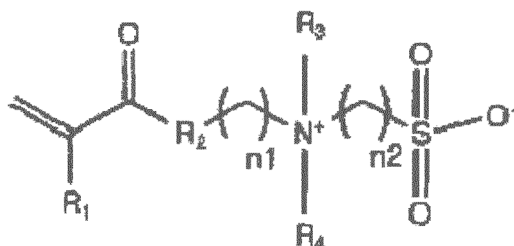
La capa (3) de recubrimiento se caracteriza por incluir un compuesto iónico anfótero y un (met)acrilato de glicidilo.

35 En este caso, el compuesto iónico anfótero es eléctricamente neutro, sin embargo, incluye tanto un grupo cargado catiónicamente como un grupo cargado aniónicamente, y se usa para mejorar la hidrofiliidad de la superficie de la membrana de ósmosis inversa. Al incluir el compuesto iónico anfótero en la capa de recubrimiento en la superficie de la membrana de ósmosis inversa, la energía de la superficie de la membrana de ósmosis inversa se puede aumentar por los grupos cargados presentes en el compuesto iónico anfótero para mejorar la hidrofiliidad. El aumento de la hidrofiliidad debido a la introducción del compuesto iónico anfótero puede ser notablemente más alto que la hidrofiliidad de la propia capa activa de poliamida. Por lo tanto, la permeabilidad al agua de la membrana de ósmosis inversa puede mejorarse, y la adsorción de un material incrustante, en particular, puede evitarse un material biológico orgánico, sobre la superficie de la membrana de ósmosis inversa para mejorar un efecto antiincrustante.

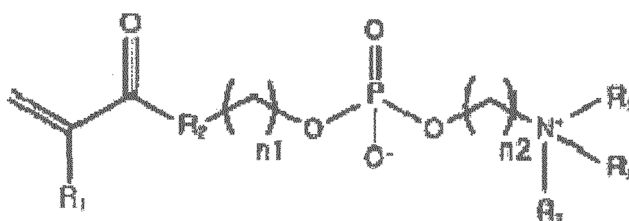
40 El compuesto iónico anfótero usado en el presente concepto inventivo puede incluir cualquier compuesto que incluya un grupo cargado catiónicamente y un grupo cargado aniónicamente en una molécula, sin limitación. En este caso, el grupo cargado catiónicamente puede incluir un grupo amonio, un grupo fosfonio, etc., y el grupo cargado aniónicamente puede incluir un grupo ácido sulfónico, un grupo fosfato, un grupo acetato, etc.

45 El compuesto iónico anfótero es un compuesto representado por la siguiente fórmula química 1 o un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2.

Fórmula Química 1



Fórmula Química 2



5

En las Fórmulas Químicas 1 y 2, R₁ representa H o un grupo alquilo C₁₋₁₀, preferiblemente, H o metilo,

R₂ representa O, NH, S o PH,

cada uno de R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇ representa independientemente hidrógeno o un grupo alquilo C₁₋₅, preferiblemente un grupo alquilo C₁₋₃, y lo más preferiblemente, metilo,

10 n₁ representa un número entero de 1 a 8, preferiblemente, un número entero de 2 a 8, y

n₂ representa un número entero de 1 a 4, preferiblemente, un número entero de 2 a 4.

Más particularmente, el compuesto iónico anfótero puede incluir, sin limitación, al menos uno seleccionado del grupo que consiste en hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [2-(acrilolilamino)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(acrilolilamino)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(acrilolilamino)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(acrilolilamino)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(acrilolilamino)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(acrilolilamino)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(acrilolilamino)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(acrilolilamino)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-

(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(acriloiloxi)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(acriloiloxi)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(acriloiloxi)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(acriloiloxi)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(acriloiloxi)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(acriloiloxi)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(acriloiloxi)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(acriloiloxi)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(acriloiloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(acriloiloxi)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(acriloiloxi)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(acriloiloxi)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(acriloiloxi)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(acriloiloxi)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 2-(acriloiloxi)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(acriloiloxi)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(acriloiloxi)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(acriloiloxi)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(acriloiloxi)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(acriloiloxi)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, y fosfato de 8-(acriloiloxi)octilo 4-(trimetilamonio)butilo.

El (met)acrilato de glicidilo se incluye en la capa de recubrimiento para formar un enlace químico con la capa de recubrimiento de poliamida, e incluye metacrilato de glicidilo o acrilato de glicidilo, y más preferiblemente incluye metacrilato de glicidilo.

El compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo se incluyen preferiblemente como copolímeros. En este caso, los copolímeros pueden formarse polimerizando un monómero de compuesto iónico anfótero con un monómero de (met)acrilato de glicidilo en presencia de un iniciador. El compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo se usan en una proporción equivalente de 0,01 a 7 : 0,05 a 3. Cuando la relación equivalente del compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo satisface el intervalo numérico anterior, la fuerza de unión con la capa activa de poliamida, las propiedades físicas como la ultra hidrofiliicidad y las propiedades antiincrustantes de la capa de recubrimiento pueden ser buenas.

El copolímero en ejemplos de realizaciones puede incluir adicionalmente el compuesto de (met)acrilato de poli(etilenglicol) junto con el compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo. El compuesto de (met)acrilato de poli(etilenglicol) puede incluir, sin limitación, metacrilato de poli(etilenglicol), dimetacrilato de poli(etilenglicol), metacrilato de metilo éter de poli(etilenglicol) que incluye de 3 a 200 cadenas de etilenglicol, y una combinación de los mismos. Preferiblemente, tanto el metacrilato de poli(etilenglicol) como el dimetacrilato de poli(etilenglicol) se pueden usar juntos. Cuando se agrega el compuesto de (met)acrilato de poli(etilenglicol), se pueden maximizar las propiedades antiincrustantes.

Lo más preferiblemente, la capa de recubrimiento en ejemplos de realizaciones puede incluir un copolímero que incluye el compuesto iónico anfótero, el (met)acrilato de glicidilo, el metacrilato de poli(etilenglicol) y el dimetacrilato de poli(etilenglicol).

El copolímero se puede preparar preferiblemente haciendo reaccionar el compuesto iónico anfótero, el (met)acrilato de glicidilo, el metacrilato de poli(etilenglicol) y el dimetacrilato de poli(etilenglicol) en una proporción equivalente de 0,1 a 7,5 : 0,01 a 5 : 0,1 a 5 : 0,01 a 1. Cuando la relación equivalente de cada componente satisface el intervalo

numérico anterior, la fuerza de unión con la capa activa de poliamida, la ultra hidrofiliidad y las propiedades antiincrustantes de la capa de recubrimiento pueden ser buenas.

5 Cuando la capa de recubrimiento que incluye el copolímero que incluye el compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo se forma sobre la capa activa de poliamida, se puede evitar la adsorción de un material incrustante en la superficie de la membrana de ósmosis inversa debido a hidrofiliidad de la capa de recubrimiento. Por lo tanto, se pueden obtener buenas propiedades antiincrustantes. Particularmente, la membrana de ósmosis inversa de acuerdo con el presente concepto inventivo puede tener un buen efecto de prevención sobre la bioincrustación debida a un material orgánico.

10 De acuerdo con los experimentos de los presentes inventores, la membrana de ósmosis inversa que incluye la capa de recubrimiento que incluye el copolímero que incluye el compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo puede tener un rendimiento equivalente o mejor en comparación con una membrana de ósmosis inversa común. Un nivel inicial de rechazo de sal del 97% o más, y un flujo inicial es de 1,02 m/día (25 galones/pie²·día) o más, para la membrana de ósmosis inversa, en ejemplos de realizaciones. Después de dos horas de agregar un material incrustante, caseína, el nivel de rechazo de sal es del 97% o más, y el flujo es de 0,94 a 1,02 m/día (23 a 35 galones/pie²·día) o más para la membrana de osmosis inversa en ejemplos de realizaciones. Por lo tanto, una función de purificación de agua solo puede deteriorarse ligeramente, y las propiedades antiincrustantes de la membrana de ósmosis inversa de acuerdo con ejemplos de realizaciones son buenas, cuando se comparan con las de la membrana de ósmosis inversa común.

20 En lo sucesivo, se explicará un método para fabricar una membrana de ósmosis inversa de acuerdo con el presente concepto inventivo.

La membrana de ósmosis inversa de acuerdo con ejemplos de realizaciones puede fabricarse formando una capa de recubrimiento tratando un soporte poroso que incluye una capa activa de poliamida con una solución acuosa que incluye un compuesto iónico anfótero y (met)acrilato de glicidilo.

25 El método de formación de la capa activa de poliamida sobre el soporte poroso puede no estar limitado a un cierto método, sin embargo, se puede realizar mediante métodos de fabricación de una membrana de ósmosis inversa bien conocida en la técnica. Por ejemplo, se puede formar una capa activa de poliamida sumergiendo un soporte poroso en una solución acuosa de m-fenilendiamina (mPD) para formar una capa de mPD, y sumergiendo el soporte poroso nuevamente en el disolvente orgánico cloruro de trimesoilo (TMC) para efectuar el contacto de la capa de mPD con TMC para realizar una polimerización interfacial. Además, la capa activa de poliamida también se puede formar por medio de un método de aspersión o recubrimiento en lugar del método de inmersión.

35 El tratamiento del soporte poroso que incluye la capa activa de poliamida formada sobre ella con una solución acuosa que incluye un copolímero que incluye el compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo puede realizarse, por ejemplo, sumergiendo el soporte poroso que incluye la capa activa de poliamida en la solución acuosa que incluye el copolímero. En este caso, la cantidad de copolímero en la solución acuosa puede ser de 0,0001 a 10% en peso, preferiblemente, de 0,01 a 5% en peso, y lo más preferiblemente, de 0,5 a 3% en peso. Cuando la cantidad de copolímero en la solución acuosa satisface el intervalo anterior, las propiedades antiincrustantes y la función de purificación del agua pueden ser buenas.

40 El tiempo de inmersión puede ser de aproximadamente 1 minuto a 5 horas, y más preferiblemente, de aproximadamente 1 minuto a 3 horas. Cuando el tiempo de inmersión es inferior a 1 minuto, la capa de recubrimiento puede estar formada de manera insuficiente. Cuando el tiempo de inmersión supera las 5 horas, el grosor de la capa de recubrimiento puede ser demasiado grande, lo que reduce el flujo de permeación de la membrana de ósmosis inversa.

45 Después de formar la capa de recubrimiento sobre la capa activa de poliamida a través del proceso de inmersión, se puede llevar a cabo un proceso de secado de aproximadamente 25°C a 65°C durante aproximadamente 1 a 30 minutos para mejorar la adhesividad entre la capa de recubrimiento y la capa activa de poliamida.

El compuesto iónico anfótero es un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 1 o un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2.

5 sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(acrilolilamino)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(acrilolilamino)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(acriloliloxi)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(acriloliloxi)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(acriloliloxi)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(acriloliloxi)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(acriloliloxi)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(acriloliloxi)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(acriloliloxi)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(acriloliloxi)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(acriloliloxi)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(acriloliloxi)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(acriloliloxi)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(acriloliloxi)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 2-(acriloliloxi)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(acriloliloxi)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(acriloliloxi)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(acriloliloxi)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(acriloliloxi)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(acriloliloxi)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, y fosfato de 8-(acriloliloxi)octilo 4-(trimetilamonio)butilo.

El copolímero del compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo se puede formar polimerizando un monómero de compuesto iónico anfótero con un monómero de (met)acrilato de glicidilo en presencia de un iniciador. El compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo se usan en una proporción equivalente de 0,01 a 7 : 0,05 a 3.

40 El copolímero en ejemplos de realizaciones puede incluir adicionalmente un compuesto de (met)acrilato de poli(etilenglicol), junto con el compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo. El compuesto de (met)acrilato de poli(etilenglicol) puede incluir, sin limitación, metacrilato de poli(etilenglicol), dimetacrilato de poli(etilenglicol), metacrilato de metil éter de poli(etilenglicol), y una combinación de los mismos. Preferiblemente, tanto el metacrilato de poli(etilenglicol) como el dimetacrilato de poli(etilenglicol) se pueden usar juntos. Cuando se agrega el compuesto de (met)acrilato de poli(etilenglicol), se pueden maximizar las propiedades antiincrustantes.

45 Lo más preferiblemente, la capa de recubrimiento en ejemplos de realizaciones puede incluir un copolímero que incluye el compuesto iónico anfótero, (met)acrilato de glicidilo, metacrilato de poli(etilenglicol) y dimetacrilato de poli(etilenglicol).

50 El método para fabricar la membrana de ósmosis inversa de acuerdo con el presente concepto inventivo puede incluir adicionalmente mezclar el compuesto iónico anfótero, el (met)acrilato de glicidilo, el metacrilato de poli(etilenglicol) y el dimetacrilato de poli(etilenglicol) en una proporción equivalente de 0,1 a 7,5 : 0,01 a 5 : 0,1 a 5 : 0,01 a 1 y polimerización. En este caso, la polimerización se puede llevar a cabo preferiblemente de 40°C a 80°C durante 0,1 a 10 horas. En este caso, el proceso de polimerización puede no estar limitado a un cierto proceso y puede incluir polimerización por radicales. El copolímero preparado por la reacción de polimerización puede ser un copolímero aleatorio. El copolímero puede almacenarse preferiblemente a una temperatura de 0°C o menos, y puede usarse fácilmente después de descongelar a temperatura ambiente para restringir la reactividad del grupo funcional glicidilo incluido en el copolímero. Cuando el copolímero se almacena a temperatura ambiente, el grupo funcional glicidilo se puede hidrolizar fácilmente. En este caso, se puede deteriorar la fuerza de unión química de la capa de recubrimiento con la capa activa de poliamida.

Modo para realizar la invención

En lo sucesivo, la presente invención se explicará con más detalle con referencia a las realizaciones preferidas.

Ejemplo de preparación 1

Fabricación de un soporte poroso que incluye una capa activa de poliamida

5 En una solución de N,N-dimetilformamida (DMF), se añadió 18% en peso de polisulfona en forma de contenido sólido y se disolvió a 80°C durante 12 horas o más para preparar una solución homogénea en fase líquida. La solución obtenida de este modo se moldeó para tener un espesor de 45 µm a 50 µm sobre una tela no tejida de un material de poliéster que tiene un espesor de 95 µm a 100 µm para fabricar un soporte poroso de polisulfona.

10 Después de sumergir el soporte poroso de polisulfona así fabricado en una solución acuosa que contiene 2% en peso de metafenilendiamina durante 2 minutos y extraer, se eliminó una cantidad en exceso de la solución acuosa sobre el soporte utilizando un rodillo de 172 kPa (25 psi) y se secó a temperatura ambiente durante 1 minuto.

15 Luego, el soporte se sumergió en una solución orgánica de cloruro de trimesoilo al 0,1% en peso usando un solvente ISOL-C (SK Chem) durante 1 minuto, luego se retiró y se secó en un horno a 60°C durante 10 minutos. Después de eso, el soporte se lavó en una solución acuosa de carbonato de sodio al 0,2% en peso a temperatura ambiente durante 2 horas o más, y se lavó con agua destilada para fabricar un soporte poroso que tiene una capa activa de poliamida que tiene un espesor de 200 nm.

Ejemplo de preparación 2

Preparación del copolímero (A) que incluye un compuesto iónico anfótero

20 Se mezclaron hidróxido de ((3-metacriloilamino)propil)dimetil(3-sulfopropil)-amonio, metacrilato de poli(etilenglicol) y dimetacrilato de poli(etilenglicol) y se hicieron reaccionar a 60°C durante 1 hora mediante polimerización radical utilizando V-50 (Wako pure Chemicals Ind.) como iniciador. Inmediatamente después, se añadió en segundo lugar metacrilato de glicidilo para reaccionar a 60°C durante 1 hora nuevamente para obtener un copolímero aleatorio de cuatro elementos que incluye PGMA-PMPDSAH-PEGMA-PEGDMA. Aquí, PGMA representa metacrilato de poliglicidilo, PMPDSAH representa hidróxido de poli((3-metacriloilamino)propil)dimetil(3-sulfopropil)amonio, PEGMA representa metacrilato de poli(etilenglicol), y PEGDMA representa dimetacrilato de poli(etilenglicol). El copolímero se preparó haciendo reaccionar PMPDSAH : PGMA : PEGMA : PEGDMA en una relación equivalente de 5 : 2 : 3,9 : 0,1.

Ejemplo 1

30 El soporte poroso que incluye la capa activa de poliamida fabricada en el Ejemplo de preparación 1 se lavó con agua destilada, se sumergió en una solución acuosa que incluye el copolímero preparado en el Ejemplo de preparación 2 en un 0,05% en peso durante 1 minuto y se secó en un horno a 60°C durante 10 minutos para formar una capa de recubrimiento.

Ejemplo 2

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 1, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 0,5% en peso del copolímero.

Ejemplo 3

35 Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 1, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye 1% en peso del copolímero.

Ejemplo 4

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 1, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 3% en peso del copolímero.

40 Ejemplo comparativo

El soporte que incluye la capa activa de poliamida fabricada en el Ejemplo de Preparación 1 se usó después del lavado utilizando agua destilada sin realizar ningún tratamiento de superficie para comparación.

Ejemplo de preparación 3

Preparación del copolímero (B) que incluye compuesto iónico anfótero

- 5 Se hizo reaccionar el hidróxido de ((3-metacriloilamino)propil)dimetil(3-sulfopropil)-amonio a 60°C durante 1 hora mediante polimerización por radicales usando V-50 (Wako pure Chemicals Ind.) como iniciador. Inmediatamente después, se añadió metacrilato de glicidilo y se hizo reaccionar nuevamente a 60°C durante 1 hora para obtener un copolímero aleatorio de dos elementos que incluye PGMA-PMPDSAH. Aquí, PGMA representa metacrilato de poliglicidilo, y PMPDSAH representa hidróxido de poli((3-metacriloilamino)propil)dimetil(3-sulfopropil)-amonio. El copolímero se preparó haciendo reaccionar PMPDSAH : PGMA en una relación equivalente de 7 : 2.

Ejemplo 5

- 10 El soporte poroso que incluye la capa activa de poliamida fabricada en el Ejemplo de preparación 1 se lavó con agua destilada, se sumergió en una solución acuosa que incluía el copolímero preparado en el Ejemplo de preparación 3 en un 0,05% en peso durante 1 minuto, y se secó en un horno a 60°C durante 10 minutos para formar una capa de recubrimiento.

Ejemplo 6

- 15 Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 5, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 0,5% en peso del copolímero.

Ejemplo 7

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 5, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye 1% en peso del copolímero.

Ejemplo 8

- 20 Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 5, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 3% en peso del copolímero.

Ejemplo de preparación 4

Preparación del copolímero (C) que incluye compuesto iónico anfótero

- 25 Se mezclaron fosfato de 3-(trimetilamonio)propilo (3-metacriloiloxi)propilo, metacrilato de poli(etilenglicol) y dimetacrilato de poli(etilenglicol) y se hicieron reaccionar a 60°C durante 1 hora mediante polimerización por radicales usando V-50 (Wako pure Chemicals Ind.) como iniciador. Inmediatamente después, se añadió en segundo lugar metacrilato de glicidilo para reaccionar nuevamente a 60°C durante 1 hora para obtener un copolímero aleatorio de cuatro elementos que incluye PGMA-PMPTPP-PEGMA-PEGDMA. Aquí, PGMA representa metacrilato de poliglicidilo, PMPTPP representa fosfato de poli 3-(metacriloiloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, PEGMA representa metacrilato de poli(etilenglicol) y PEGDMA representa dimetacrilato de poli(etilenglicol). El copolímero se preparó haciendo reaccionar PMPTPP : PGMA : PEGMA : PEGDMA en una relación equivalente de 5 : 2 : 3,9 : 0,1.
- 30

Ejemplo 9

- 35 El soporte poroso que incluye la capa activa de poliamida fabricada en el Ejemplo de preparación 1 se lavó con agua destilada, se sumergió en una solución acuosa que incluía el copolímero preparado en el Ejemplo de preparación 4 en un 0,05% en peso durante 1 minuto, y se secó en un horno a 60°C durante 10 minutos para formar una capa de recubrimiento.

Ejemplo 10

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 9, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 0,5% en peso del copolímero.

- 40 **Ejemplo 11**

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 9, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye 1% en peso del copolímero.

Ejemplo 12

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 9, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 3% en peso del copolímero.

Ejemplo de preparación 5

Preparación del copolímero (D) que incluye compuesto iónico anfótero

- 5 Se hizo reaccionar fosfato de (3-metacrililoiloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo a 60°C durante 1 hora mediante polimerización por radicales utilizando V-50 (Wako pure Chemicals Ind.) como iniciador. Inmediatamente después, se añadió metacrilato de glicidilo para reaccionar nuevamente a 60°C durante 1 hora para obtener un copolímero aleatorio de dos elementos que incluye PGMA-PMPTPP. Aquí, PGMA representa metacrilato de poliglicidilo, PMPTPP representa fosfato de poli 3-(metacrililoiloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo. El copolímero se preparó haciendo reaccionar PMPTPP : PGMA en una relación equivalente de 7 : 2.
- 10

Ejemplo 13

- 15 El soporte poroso que incluye la capa activa de poliamida fabricada en el Ejemplo de preparación 1 se lavó con agua destilada, se sumergió en una solución acuosa que incluía el copolímero preparado en el Ejemplo de preparación 5 en un 0,05% en peso durante 1 minuto, y se secó en un horno a 60°C durante 10 minutos para formar una capa de recubrimiento.

Ejemplo 14

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 13, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 0,5% en peso del copolímero.

Ejemplo 15

Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento que el descrito en el Ejemplo 13, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye 1% en peso del copolímero.

Ejemplo 16

- 25 Se formó una capa de recubrimiento realizando el mismo procedimiento descrito en el Ejemplo 13, excepto por el uso de una solución acuosa que incluye el 3% en peso del copolímero.

Experimento 1

Evaluación del rendimiento de purificación de agua

- 30 Se midieron el rechazo inicial de sal y el flujo de permeación inicial de las membranas de ósmosis inversa fabricadas en los Ejemplos 1 a 16 y el Ejemplo comparativo. El rechazo inicial de sal y el flujo de permeación inicial se midieron mientras se suministraba una solución acuosa de cloruro de sodio de 32.000 ppm con una velocidad de flujo de 1.400 mL/min a 25°C. Un aparato de celda de membrana de ósmosis inversa utilizado para la evaluación de la membrana 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 un área efectiva de transmisión era de 140 cm². Después de instalar una membrana de ósmosis inversa lavada en la celda de transmisión, se realizó suficientemente una operación preliminar durante aproximadamente 1 hora utilizando en tercer lugar agua destilada para estabilizar el aparato de evaluación. Luego, se suministró la solución acuosa de cloruro de sodio de 32.000 ppm y se operó el aparato durante aproximadamente 1 hora hasta que la presión y el flujo de permeación alcanzaron un estado estacionario. Luego, se midió la cantidad de agua transmitida durante 10 minutos y se calculó el flujo. El rechazo de la sal se calculó analizando la concentración de la sal antes y después de la transmisión utilizando un medidor de conductividad. Los resultados medidos se ilustran en la Tabla 1 siguiente.
- 35
- 40

Tabla 1

	Rechazo inicial de sal (%)	Flujo inicial de permeación m/día (galón/pie ² ·día)
Ejemplo 1	97,94	1,14 (27,94)
Ejemplo 2	98,78	1,22 (29,97)
Ejemplo 3	98,54	1,21 (29,63)
Ejemplo 4	98,23	1,19 (29,31)
Ejemplo 5	97,84	1,14 (27,99)
Ejemplo 6	98,59	1,21 (29,72)
Ejemplo 7	98,43	1,19 (29,21)
Ejemplo 8	98,31	1,19 (29,09)
Ejemplo 9	97,75	1,14 (27,98)
Ejemplo 10	98,17	1,20 (29,46)
Ejemplo 11	98,23	1,19 (29,32)
Ejemplo 12	98,31	1,19 (29,25)
Ejemplo 13	97,91	1,14 (27,99)
Ejemplo 14	98,23	1,20 (29,48)
Ejemplo 15	98,28	1,19 (29,17)
Ejemplo 16	98,32	1,18 (28,87)
Ejemplo Comparativo	97,79	1,14 (27,96)

Experimento 2

Evaluación de propiedades antiincrustantes

- 5 Se evaluaron las propiedades antiincrustantes de las membranas de ósmosis inversa fabricadas en los Ejemplos 1 a 16 y en el Ejemplo comparativo. 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 a una presión de 5.515 kPa (800 psi). Después de evaluar el rechazo inicial de sal y el flujo de permeación inicial, la solución acuosa de caseína de 100 ppm se insertó en un tanque de evaluación. Inmediatamente después, se midieron el rechazo de la sal y el cambio de flujo. Después de 2 horas, se midieron el rechazo de sal y el cambio de flujo. La caseína se usó después de disolverse en una solución acuosa de pH de 11 o más. Los resultados medidos se ilustran en la Tabla 2.

Tabla 2

	Flujo inicial inmediatamente después de añadir caseína	Flujo inicial después de 2 h de añadir caseína	Rechazo de sal inmediatamente después de añadir caseína	Rechazo de sal después de 2 h de añadir caseína
Ejemplo 1	27,24	23,42	97,81	98,21
Ejemplo 2	30,08	29,88	98,54	99,34
Ejemplo 3	28,94	27,74	98,43	99,09
Ejemplo 4	28,14	26,97	98,64	98,89
Ejemplo 5	27,13	23,54	97,77	98,13
Ejemplo 6	29,32	29,00	98,64	99,19
Ejemplo 7	28,75	27,98	98,51	99,01
Ejemplo 8	28,34	26,99	98,72	98,85
Ejemplo 9	27,38	23,37	97,82	98,19
Ejemplo 10	29,45	29,89	98,58	99,05
Ejemplo 11	28,30	27,70	98,60	99,02
Ejemplo 12	28,08	26,89	98,57	98,91
Ejemplo 13	27,09	23,31	97,88	98,05
Ejemplo 14	29,88	29,34	98,44	99,14
Ejemplo 15	28,68	27,44	98,47	99,04
Ejemplo 16	28,11	26,86	98,60	98,91
Ejemplo Comparativo	26,98	22,93	97,41	98,18

Experimento 3

- 5 Las propiedades antiincrustantes de la membrana de ósmosis inversa fabricada en el Ejemplo 2 se midieron utilizando una solución de mezcla de una solución acuosa de NaCl de 32.000 ppm y una solución de caseína acuosa de 300 ppm. Los resultados se ilustran en la Tabla 3.

Tabla 3

	Flujo inicial inmediatamente después de añadir caseína	Flujo inicial después de 2 h de añadir caseína	Rechazo de sal inmediatamente después de añadir caseína	Rechazo de sal después de 2 h de añadir caseína
Ejemplo 2	31,12	29,12	98,44	99,28
Ejemplo Comparativo	26,28	22,03	97,32	98,07

REIVINDICACIONES

1. Una membrana de ósmosis inversa, que comprende:

un soporte poroso;

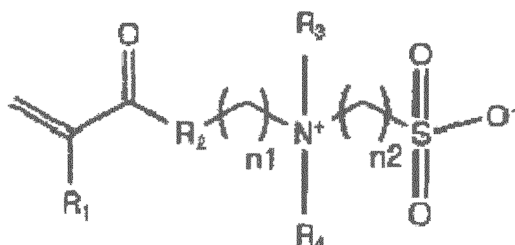
una capa activa de poliamida formada sobre el soporte poroso; y

5 una capa de recubrimiento que incluye un copolímero que incluye un compuesto iónico anfótero y (met)acrilato de glicidilo en una relación equivalente de 0,01 a 7 : 0,05 a 3, la capa de recubrimiento forma un enlace químico con la capa activa de poliamida,

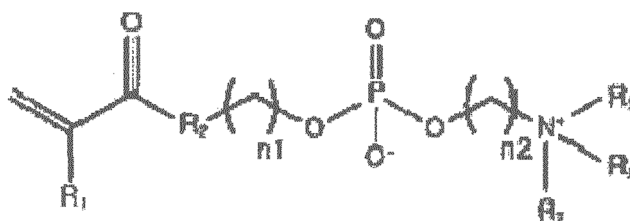
en donde el compuesto iónico anfótero es un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 1 o un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2.

10

Fórmula Química 1



Fórmula Química 2



en las Fórmulas Químicas 1 y 2, R₁ representa H o un grupo alquilo C₁₋₁₀,

15 R₂ representa O, NH, S o PH,

cada uno de R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇ representa independientemente hidrógeno o un grupo alquilo C₁₋₅,

n₁ representa un número entero de 1 a 8, y

n₂ representa un número entero de 1 a 4.

20 2. La membrana de osmosis inversa de la reivindicación 1, en la que el compuesto iónico anfótero es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(metacriloliloxi)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloliloxi)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(metacriloliloxi)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloliloxi)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(metacriloliloxi)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloliloxi)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-

(acriloiloxi)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloiloxi)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(metacrilolilamino)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloilamino)etil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloilamino)etil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloilamino)etil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [2-(acriloilamino)etil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(metacrilolilamino)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloilamino)propil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloilamino)propil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloilamino)propil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [3-(acriloilamino)propil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(metacrilolilamino)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(2-sulfoetil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(3-sulfopropil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(4-sulfobutil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(5-sulfopentil)-amonio, hidróxido de [4-(acriloilamino)butil]-dimetil-(6-sulfohexil)-amonio, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(acriloiloxi)etilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 3-(acriloiloxi)propilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 4-(acriloiloxi)butilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 5-(acriloiloxi)pentilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 6-(acriloiloxi)hexilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 7-(acriloiloxi)heptilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 8-(acriloiloxi)octilo 2-(trimetilamonio)etilo, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(acriloiloxi)etilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 3-(acriloiloxi)propilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 4-(acriloiloxi)butilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 5-(acriloiloxi)pentilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 6-(acriloiloxi)hexilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 7-(acriloiloxi)heptilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 8-(acriloiloxi)octilo 3-(trimetilamonio)propilo, fosfato de 2-(metacriloliloxi)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(metacriloliloxi)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(metacriloliloxi)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(metacriloliloxi)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(metacriloliloxi)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(metacriloliloxi)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 8-(metacriloliloxi)octilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 2-(metacrilolilamino)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(metacrilolilamino)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(metacrilolilamino)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(metacrilolilamino)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(metacrilolilamino)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(metacrilolilamino)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 8-(metacrilolilamino)octilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 2-(acriloiloxi)etilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 3-(acriloiloxi)propilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 4-(acriloiloxi)butilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 5-(acriloiloxi)pentilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 6-(acriloiloxi)hexilo 4-(trimetilamonio)butilo, fosfato de 7-(acriloiloxi)heptilo 4-(trimetilamonio)butilo, y fosfato de 8-(acriloiloxi)octilo 4-(trimetilamonio)butilo.

3. La membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 1, en la que el copolímero comprende además compuesto de (met)acrilato de etilenglicol.

4. La membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 3, en la que el compuesto (met)acrilato de etilenglicol es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en metacrilato de polietilenglicol, dimetacrilato de polietilenglicol y metacrilato de metil éter de poli(etilenglicol).

5. La membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 1, en la que la capa de recubrimiento incluye un copolímero que incluye el compuesto iónico anfótero, el (met)acrilato de glicidilo, el metacrilato de poli(etilenglicol) y el dimetacrilato de poli(etilenglicol).

6. La membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 5, en la que el copolímero se prepara haciendo reaccionar el compuesto iónico anfótero, el (met)acrilato de glicidilo, el metacrilato de poli(etilenglicol) y el dimetacrilato de poli(etilenglicol) en una proporción equivalente de 0,1 a 7,5 : 0,01 a 5 : 0,1 a 5 : 0,01 a 1.

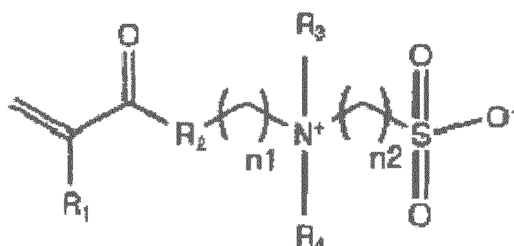
7. La membrana de ósmosis inversa de una de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la membrana de ósmosis inversa tiene un rechazo de la sal después de 2 horas de una introducción de caseína de 97% o más, y tiene un flujo de permeación de 0,94 m/día a 1,02 m/día (23 a 25 galones/pie²-día).

5 8. Un método para fabricar una membrana de ósmosis inversa, que comprende formar una capa de recubrimiento tratando un soporte poroso que incluye una capa activa de poliamida con una solución acuosa que incluye un copolímero que incluye un compuesto iónico anfótero y (met)acrilato de glicidilo, en donde una proporción equivalente del compuesto iónico anfótero y el (met)acrilato de glicidilo es de 0,01 a 7 : 0,05 a 3,

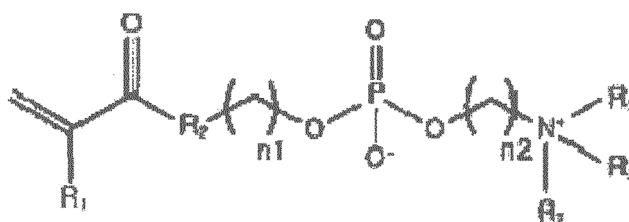
en donde el compuesto iónico anfótero es un componente representado por la siguiente Fórmula Química 1 o un compuesto representado por la siguiente Fórmula Química 2

10

Fórmula Química 1



Fórmula Química 2



en las Fórmulas Químicas 1 y 2, R₁ representa H o un grupo alquilo C₁₋₁₀

15 R₂ representa O, NH, S o PH,

cada uno de R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇ representa independientemente hidrógeno o un grupo alquilo C₁₋₅,

n₁ representa un número entero de 1 a 8, y

n₂ representa un número entero de 1 a 4.

20 9. El método para fabricar una membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 8, en el que la solución acuosa comprende el copolímero del 0,0001% en peso al 10% en peso.

10. El método para fabricar una membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 8, en el que el tratamiento se realiza mediante un proceso de inmersión.

11. El método para fabricar una membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 10, en el que el proceso de inmersión se lleva a cabo durante 1 minuto a 5 horas.

25 12. El método para fabricar una membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 8, en el que el copolímero comprende adicionalmente al menos uno de entre metacrilato de poli(etilenglicol) y dimetacrilato de poli(etilenglicol).

30 13. El método para fabricar una membrana de ósmosis inversa de la reivindicación 8, que comprende además preparar el copolímero mezclando el compuesto iónico anfótero, el (met)acrilato de glicidilo, el metacrilato de poli(etilenglicol) y el dimetacrilato de poli(etilenglicol) en una proporción equivalente de 0,1 a 7,5 : 0,01 a 5 : 0,1 a 5 : 0,01 a 1 y polimerización.