

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 681**

51 Int. Cl.:

B01D 67/00 (2006.01)
B01D 71/82 (2006.01)
B01J 47/12 (2007.01)
C08F 220/58 (2006.01)
C08J 5/18 (2006.01)
C08J 5/22 (2006.01)
B01D 69/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2013 PCT/JP2013/076113**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14050992**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2013 E 13840502 (2)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 2902097**

54 Título: **Membrana polimérica funcional y método para su producción**

30 Prioridad:

28.09.2012 JP 2012218751
07.03.2013 JP 2013045951

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2018

73 Titular/es:

FUJIFILM CORPORATION (100.0%)
26-30, Nishiazabu 2-chome Minato-ku
Tokyo 106-8620, JP

72 Inventor/es:

TAKAMOTO, TETSUFUMI;
AMAO, AKIHITO;
TOIHARA, NAGISA;
IKEDA, MORIHITO;
SANO, SATOSHI y
KODAMA, KEISUKE

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 655 681 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 polimérica funcional y método para su producción

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una membrana polimérica funcional útil para una membrana de intercambio iónico, una membrana de ósmosis inversa, una membrana de ósmosis directa, una membrana de separación de gases y similares; y a un método de producción de las mismas.

10

Antecedentes de la invención

Una membrana polimérica funcional, una membrana de intercambio iónico, una membrana de ósmosis inversa, una membrana de ósmosis directa, una membrana de separación de gases y similares se conocen como membranas que tienen diversos tipos de funciones.

15

Por ejemplo, la membrana de intercambio iónico se usa en electrodesionización (EDI), electrodesionización continua (EDIC), electrodiálisis (ED), inversión de electrodiálisis (IED) y similares.

20

La electrodesionización (EDI) es un proceso de tratamiento de agua en el que los iones se retiran de líquidos acuosos usando una membrana de intercambio iónico y un potencial eléctrico para efectuar el transporte de iones. Se diferencia de otras tecnologías de purificación de agua, tales como el intercambio iónico convencional, en que no requiere el uso de productos químicos tales como ácidos o sosa cáustica. La EDI puede usarse para producir agua ultra pura. La electrodiálisis (ED) y la inversión de electrodiálisis (IED) son procesos de separación electroquímica que retiran iones y similares del agua y otros fluidos.

25

En la membrana de intercambio iónico, se ha realizado un estudio acerca de la mejora de la resistencia de la membrana (por ejemplo, véanse las Bibliografías de Patentes 1 a 3). En la electrodesionización (EDI), la electrodiálisis (ED) y la inversión de electrodiálisis (IED), se producen agua desionizada en la que los iones, etc., se retiran del agua y otros fluidos, y agua concentrada de iones retirados. De este modo, una concentración de un fluido en contacto con la membrana de intercambio iónico cambia en el proceso de separación. Por tanto, se requiere una mejora adicional en el funcionamiento de la membrana polimérica funcional durante el contacto con el fluido que tiene la concentración en un amplio intervalo. Además, también se ha exigido una mejora en las características de la membrana polimérica funcional distinta de la membrana de intercambio iónico.

30

35

Lista de citas

Bibliografías de Patentes

40

Bibliografía de Patente 1: WO 2011/073637 A1
Bibliografía de Patente 2: WO 2011/073638 A1
Bibliografía de Patente 3: WO 2011/025867 A1

Sumario de la invención

45

Problemas que la invención ha de resolver

El estudio de los presentes inventores reveló que una membrana polimérica funcional convencional tiene espacio para permitir una mejora adicional, por ejemplo, en la resistencia de la membrana y la permeabilidad al agua, y tiene la posibilidad de potenciar significativamente una función de la membrana polimérica funcional, reduciendo adicionalmente la resistencia de la membrana y la permeabilidad al agua.

50

Se contempla que la presente invención proporciona una membrana polimérica funcional que es excelente en la permeabilidad selectiva iónica (número de transporte) y una permeabilidad al agua y una resistencia eléctrica bajas y puede usarse en aplicaciones amplias, y un método de producción de la misma. Por encima de todo, en particular, la presente invención proporciona una membrana de intercambio iónico de acuerdo con la reivindicación 1, es decir, una membrana polimérica funcional que tiene una resistencia de la membrana y una permeabilidad al agua bajas y es excelente en el número de transporte iónico, y un método de producción de la misma de acuerdo con la reivindicación 13.

55

60

Medios para resolver el problema

En dicha situación, los presentes inventores han realizado diligentemente un estudio acerca de una estructura de membrana adecuada para una membrana polimérica funcional y, como resultado, han descubierto que una membrana polimérica funcional, preparada permitiendo una reacción de curado de una composición que contiene un compuesto polimerizable que tiene una estructura específica y ajustando una fracción de volumen de poros a un

65

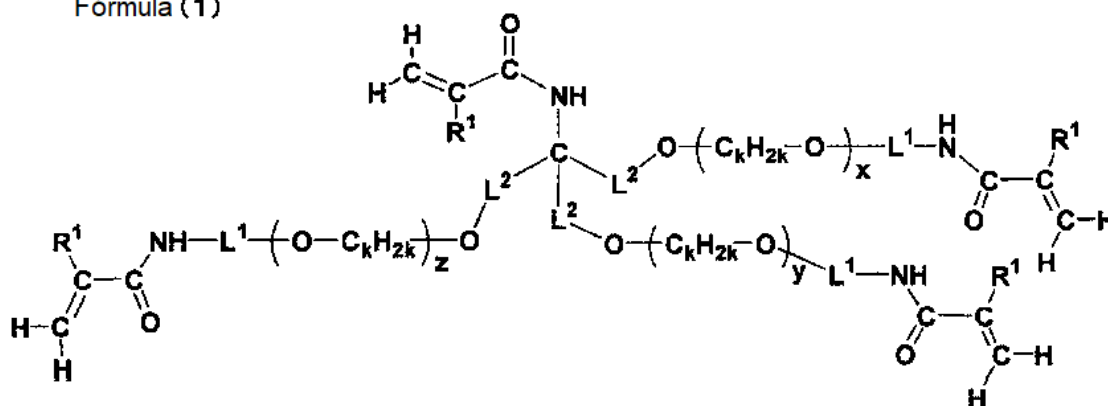
intervalo predeterminado, muestra no solo un número de transporte iónico bueno, sino también una resistencia eléctrica baja, tras el uso como la membrana de intercambio iónico, y una permeabilidad al agua baja. La presente invención se ha completado basándose en los descubrimientos anteriores.

5 Es decir, los problemas anteriormente descritos de la presente invención se resolvieron mediante los siguientes medios.

Una membrana polimérica funcional que tiene una fracción de volumen de poros del 0,6 % o más y del 3,0 % o menos preparada permitiendo una reacción de curado de una composición que contiene un compuesto polimerizable (A) y un monómero copolimerizable (B),

10 en la que el compuesto polimerizable (A) es un compuesto representado por la Fórmula (1), y en la que el monómero copolimerizable (B) es un compuesto polimerizable monofuncional,

Fórmula (1)



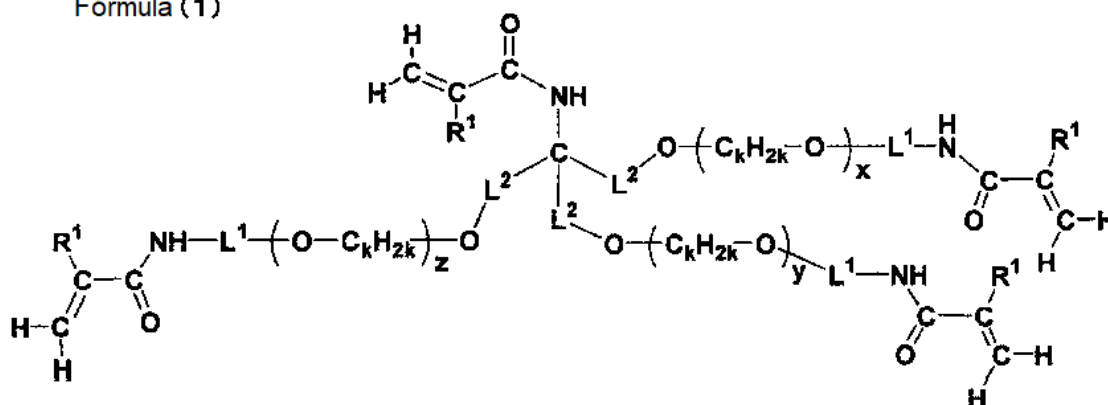
15 en la que R¹ representa un átomo de hidrógeno o un grupo metilo; L¹ representa un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 4 átomos de carbono; en L¹, el átomo de oxígeno y el átomo de nitrógeno enlazados a ambos extremos de L¹ no se enlazan al mismo átomo de carbono de L¹; L² representa un grupo de unión divalente; k representa 2 o 3; x, y y z representan cada uno independientemente un número entero de 0 a 6; y (x+y+z) satisface de 0 a 18, y en la que la relación molar r del compuesto polimerizable (A) con respecto al monómero copolimerizable (B) es de 0,1 < r < 3,5.

Un método de producción de una membrana polimérica funcional, que contiene la etapa de:

25 permitir una reacción de curado de una composición que contiene un compuesto polimerizable (A) y un monómero copolimerizable (B) en la relación molar r de 0,1 < r < 3,5, ajustando de este modo una fracción de volumen de poros del 0,6 % o más y del 3,0 % o menos,

en la que el compuesto polimerizable (A) es un compuesto representado por la Fórmula (1), y en la que el monómero copolimerizable (B) es un compuesto polimerizable monofuncional,

Fórmula (1)



30 en la que R¹ representa un átomo de hidrógeno o un grupo metilo; L¹ representa un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 4 átomos de carbono; en L¹, el átomo de oxígeno y el átomo de nitrógeno enlazados a ambos extremos de L¹ no se enlazan al mismo átomo de carbono de L¹; L² representa un grupo de unión divalente; k representa 2 o 3; x, y y z representan cada uno independientemente un número entero de 0 a 6; y (x+y+z) satisface de 0 a 18, y en la que un disolvente (C) está contenido en la composición, y un contenido del disolvente (C) es de 1 a 35 partes en masa basado en 100 partes en masa de la masa total de la

composición.

"Fracción de volumen de poros" en el presente documento se refiere a un valor calculado a partir de la siguiente Fórmula (b) cuando la resistencia eléctrica de la membrana polimérica funcional (en lo sucesivo en el presente documento, denominada simplemente "membrana" en varios casos) se mide en soluciones de NaCl que tienen cinco concentraciones diferentes, la conductividad eléctrica de la membrana tras la inmersión de la membrana en la solución de NaCl que tiene cada concentración se toma como A (S/cm²), la conductividad eléctrica por unidad de espesor de la membrana en la solución de NaCl que tiene cada concentración se toma como B (S/cm²), y una intersección con el eje y tras A sobre un eje y, y B sobre un eje x se toma como C.

$$\text{Fracción de volumen de poros} = (AC)/B \text{ (b)}$$

Los poros en la presente invención son más pequeños de un límite de detección de microscopio electrónico de barrido (MEB) y no puede detectarse incluso mediante el MEB de emisión de campo Jeol JSM-6335F que tiene un límite de detección de 5 nm y, por tanto, el tamaño medio de poro es presumiblemente inferior a 5 nm.

Específicamente, no puede hacerse ninguna detección incluso a través de la observación, por ejemplo, usando el MEB de emisión de campo Jeol JSM-6335F en condiciones de aplicación de un voltaje de aceleración de 2 kV, una distancia de trabajo de 4 mm, una abertura de 4, una muestra recubierta con Pt en un espesor de 1,5 nm, un aumento de 100.000 veces y una inclinación de 3° en un campo de visión.

Además, los poros son más pequeños que el límite de detección del MEB y, por tanto, los poros también son presumiblemente intersticios entre los átomos. En la presente memoria descriptiva, el término "poros" significa poros incluyendo los intersticios entre los átomos.

Dichos poros presumiblemente se forman por el disolvente, el agua de neutralización o una sal en la composición durante el curado de la composición para formar la membrana polimérica funcional o por contracción durante el curado de la composición. Además, se describirán más adelante condiciones de observación por MEB.

Estos poros son una parte vacía de forma arbitraria, existente dentro de la membrana polimérica funcional, e incluyen tanto los poros cerrados como los poros abiertos. Además, "poros cerrados" significa poros independientes entre sí y pueden estar en contacto con una superficie arbitraria de la membrana. Por otra parte, "poros abiertos" significa poros en los que los poros cerrados están conectados. En estos poros abiertos, los microporos pueden continuarse desde la superficie arbitraria de la membrana a otras superficies en una forma de pasaje.

Además, en la presente memoria descriptiva, la expresión "monómero copolimerizable (B)" en el presente documento significa un monómero que se copolimeriza con el compuesto polimerizable (A) y un compuesto polimerizable que tiene la estructura química diferente de la del compuesto polimerizable (A).

Además, en la presente memoria descriptiva, la descripción "a" se usa con el significado que incluye los valores numéricos que están escritos antes y después de la misma como el valor límite inferior y el valor límite superior. Además, la expresión "grupo disociativo" significa un grupo que es disociable reversiblemente en, y asociable a partir de, un átomo componente, un ion, un grupo atómico o similares.

En la presente memoria descriptiva, el término "(met)acrilo", se usa para significar -C(=O)CH=CH₂ y/o -C(=O)C(CH₃)=CH₂. Además, la descripción "(met)acrilamida" representa acrilamida y/o metacrilamida y la descripción "(met)acrilato" representa acrilato y/o metacrilato.

Además, en cada fórmula, a menos que se indique lo contrario, cuando existe una pluralidad de grupos que tienen signos idénticos, estos grupos pueden ser iguales o diferentes entre sí y, de forma similar, cuando existe repetición de una pluralidad de estructuras parciales, la repetición significa tanto la repetición de estructuras parciales idénticas como la mezcla de repeticiones de diferentes estructuras parciales en un intervalo especificado.

Además, en un isómero geométrico que es un patrón de sustitución en torno a un doble enlace en cada fórmula, para la conveniencia de una representación, incluso si se describe uno de los isómeros, a menos que se indique lo contrario, el isómero también puede incluir un isómero E, un isómero Z o una mezcla de estos isómeros.

En la presente memoria descriptiva, cuando una sustancia se nombra mediante la colocación de una palabra "compuesto" al final, o cuando un compuesto específico es presentado por un nombre y/o una fórmula del mismo, el nombre de la fórmula se usa en el sentido del compuesto en sí, y también una sustancia incluyendo una sal o iones de la misma si la sustancia pertinente tiene una estructura parcial disociable en una fórmula de estructura química de la misma. Adicionalmente, en la presente memoria descriptiva, cuando un grupo específico de átomos o un compuesto específico se denomina poniendo el término "grupo" a los pies del grupo específico de átomos o el compuesto específico con respecto al sustituyente, el grupo significa que el grupo de átomos o el compuesto puede tener adicionalmente un sustituyente arbitrario.

Efectos de la invención

La presente invención puede proporcionar una membrana polimérica funcional que es excelente en número de transporte y tiene una permeabilidad al agua y una resistencia eléctrica bajas y puede usarse en amplias aplicaciones permitiendo una reacción de curado del componente (A) anteriormente descrito y el componente (B) descrito anteriormente y ajustando una fracción de volumen de poros de la membrana al 0,6 % al 3,0 % y un método de producción de la misma.

Otras características y ventajas adicionales de la invención aparecerán más en detalle a partir de la siguiente descripción, refiriéndose apropiadamente a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

{Fig. 1}

La Fig. 1 es una tabla de espectro de RMN-¹H del siguiente compuesto polimerizable 1.

{Fig. 2}

La Fig. 2 muestra esquemáticamente los canales de flujo de un dispositivo para medir la permeabilidad al agua de una membrana.

Modo de realizar la invención

La membrana polimérica funcional (en lo sucesivo en el presente documento, denominada simplemente "membrana" en varios casos) de la presente invención puede usarse para realizar un intercambio iónico, una ósmosis inversa, una ósmosis directa, una separación de gases o similares. Una realización preferida de la presente invención se describirá a continuación tomando como ejemplo un caso en el que la membrana polimérica funcional descrita anteriormente tiene una función como una membrana de intercambio iónico.

La membrana polimérica funcional de la presente invención incluye preferentemente una membrana de intercambio catiónico o una membrana de intercambio aniónico y, en particular, preferentemente, una membrana de intercambio catiónico.

Cuando la membrana tiene un soporte, el espesor de la membrana es preferentemente, incluyendo el soporte, inferior a 1,000 μm, más preferentemente, de 10 a 300 μm y mucho más preferentemente, de 20 a 200 μm.

La membrana polimérica funcional de la presente invención tiene una capacidad de intercambio iónico de, preferentemente, 0,3 meq/g o más, más preferentemente, 0,5 meq/g o más, aún más preferentemente, 0,8 meq/g o más, en particular, preferentemente, 1,0 meq/g o más y, mucho más preferentemente, 1,2 meq/g o más, basada en la masa seca total de la membrana, un soporte poroso arbitrario que se pone continuamente en contacto con la membrana resultante y un soporte poroso y un material de refuerzo arbitrario incluido en la membrana.

Además, el límite superior de la capacidad de intercambio iónico no está particularmente limitado, pero es preferentemente de 4,0 meq/g o menos. En este caso, el término "meq" significa miliequivalentes.

La permeabilidad selectiva iónica a los iones (un catión tal como Na⁺ en el caso de la membrana de intercambio catiónico o un anión tal como Cl⁻ en el caso de la membrana de intercambio aniónico) en la membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención preferentemente supera 0,75, más preferentemente, 0,8, aún más preferentemente, 0,85, en particular, preferentemente, 0,90 y mucho más preferentemente, es aproximadamente de 1 que es un valor teórico.

La membrana polimérica funcional de la presente invención tiene preferentemente una resistencia eléctrica (resistencia de la membrana) inferior a 10 Ω·cm², más preferentemente inferior a 5 Ω·cm² y mucho más preferentemente inferior a 3 Ω·cm². El límite inferior de la resistencia eléctrica no está particularmente limitado, pero es prácticamente de 0,1 Ω·cm² o más.

Entre estos, la resistencia eléctrica (resistencia de la membrana) en una solución acuosa 0,5 M en una concentración de NaCl es preferentemente inferior a 10 Ω·cm², más preferentemente, inferior a 5 Ω·cm², y mucho más preferentemente inferior a 3,5 Ω·cm². La resistencia eléctrica (resistencia de la membrana) en una solución acuosa 4,5 M de la concentración de NaCl es preferentemente inferior a 10 Ω·cm², más preferentemente, inferior a 5 Ω·cm², y, mucho más preferentemente, inferior a 1,5 Ω·cm². El límite inferior de la resistencia eléctrica en una solución acuosa de NaCl en cada concentración no está particularmente limitado, pero es prácticamente de 0,1 Ω·cm² o más.

Además, la resistencia eléctrica de la membrana y la permeabilidad selectiva iónica de la misma en agua pueden medirse mediante los métodos descritos en *Membrane Science*, 319, págs. 217-218 (2008) y *Experimental method in membrane science*, págs. 193-195 (1984), escrito por Masayuki Nakagaki.

Una relación de hinchamiento (relación de un cambio dimensional por hinchamiento) de una membrana de material compuesto funcional en agua de acuerdo con la presente invención es preferentemente inferior al 30 %, más preferentemente, inferior al 15 % y, en particular, preferentemente, inferior al 8 %. El límite inferior de la relación de hinchamiento no está particularmente limitado, pero es preferentemente del % o más. La relación de hinchamiento puede controlarse mediante la selección de un parámetro adecuado tal como un grado de curado y un grado de polimerización en una etapa de curado.

La captación de agua de la membrana de material compuesto funcional de la presente invención es preferentemente inferior al 70 %, más preferentemente inferior al 50 %, aún más preferentemente inferior al 40 % y, en particular, preferentemente, inferior al 30 %, basada en la masa de la membrana seca. El límite inferior de la absorción de agua no está particularmente limitado, pero es prácticamente del 5 % o más.

La permeabilidad al agua de la membrana polimérica funcional de la presente invención es preferentemente de 20×10^{-5} ml/m²/Pa/h o menos, más preferentemente de 15×10^{-5} ml/m²/Pa/h o menos, más preferentemente de 12×10^{-5} ml/m²/Pa/h o menos y mucho más preferentemente de 10×10^{-5} ml/m²/Pa/h. El límite inferior de la permeabilidad al agua no está particularmente limitado, pero es prácticamente de 2,0 ml/m²/Pa/h o más.

Un peso molecular promedio en masa de un polímero que compone la membrana de material compuesto funcional de acuerdo con la presente invención es de cientos de miles o más, porque se forma una reticulación tridimensional y sustancialmente no puede medirse. En general, el peso molecular se considera que es infinito.

A continuación, se describirá cada uno de los componentes de la composición para la formación de la membrana polimérica funcional de la presente invención.

La composición para la formación de la membrana polimérica funcional de la presente invención contiene un compuesto polimerizable (A), un monómero copolimerizable (B) y un disolvente (C) como componentes esenciales y, adicionalmente, un iniciador de la polimerización (D), un inhibidor de la polimerización (E), un compuesto de metal alcalino (F) y similares según sea necesario. La membrana polimérica funcional de la presente invención se forma permitiendo la reacción de curado de esta composición.

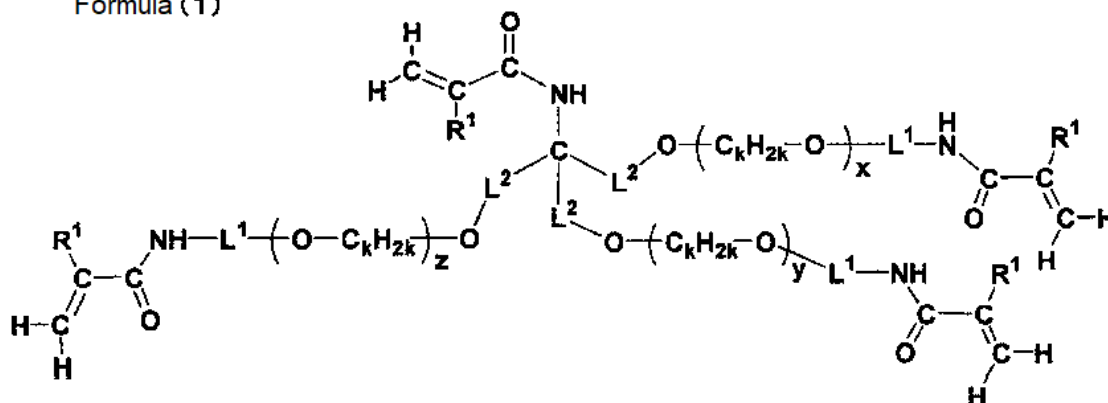
Cada componente contenido en la composición (en lo sucesivo en el presente documento, también denominado "composición de la presente invención") para la formación de la membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención se describirá a continuación.

Compuesto polimerizable (A)

La membrana polimérica funcional de la presente invención se forma permitiendo la reacción de curado de la composición que contiene el compuesto polimerizable de acuerdo con la presente invención. El compuesto polimerizable es un compuesto representado por la Fórmula (1). Dicho compuesto polimerizable tiene una alta capacidad de polimerización y curado y es excelente en la tolerancia al pH y en las características mecánicas. Adicionalmente, dicho compuesto polimerizable se polimeriza fácilmente proporcionando un rayo de energía activa tales como rayos α , rayos γ , rayos X, rayos ultravioletas, luz visible, luz infrarroja o un haz de electrones, o energía tal como calor y, de este modo, puede obtenerse una membrana polimérica.

En lo sucesivo en el presente documento, el compuesto representado por la Fórmula (1) se describe a continuación.

Fórmula (1)



En la Fórmula (1), R¹ representa un átomo de hidrógeno o un grupo metilo. L¹ representa un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 4 átomos de carbono. Sin embargo, en L¹, los átomos de oxígeno y los átomos de nitrógeno enlazados a ambos extremos de L¹ no tienen una estructura que esté enlazada al mismo átomo de

carbono de L^1 . L^2 representa un grupo de unión divalente. k representa 2 o 3. x , y y z representan cada uno independientemente un número entero de 0 a 6; y $(x+y+z)$ satisface de 0 a 18.

5 En la Fórmula (1), los R^1 plurales pueden ser iguales o diferentes entre sí. R^1 es preferentemente un átomo de hidrógeno.

10 En la Fórmula (1), los L^1 plurales puede ser iguales o diferentes entre sí. El número de átomos de carbono del grupo alquileo de L^1 es preferentemente 3 o 4, más preferentemente 3. De estos, un grupo alquileo lineal que tiene 3 átomos de carbono es particularmente preferible. El grupo alquileo de L^1 puede tener adicionalmente un sustituyente. Los ejemplos del sustituyente incluyen un grupo alquilo (preferentemente un grupo metilo), un grupo arilo y un grupo alcoxi.

15 Sin embargo, en L^1 , los átomos de oxígeno y los átomos de nitrógeno enlazados a ambos extremos del L^1 no tienen una estructura que esté unido al mismo átomo de carbono de L^1 . L^1 es un grupo alquileo lineal o ramificado que une el átomo de oxígeno y el átomo de nitrógeno del grupo (met)acrilamida. En el presente documento, en un caso en el que el grupo alquileo tiene una estructura ramificada, se considera que el átomo de oxígeno y el átomo de nitrógeno del grupo (met)acrilamida en ambos extremos se enlazan al mismo átomo de carbono en el grupo alquileo y toman la estructura -O-C-N- (estructura hemiaminal). Sin embargo, el compuesto polimerizable representado por la Fórmula (1) para su uso en la presente invención no incluye un compuesto de una estructura de este tipo. Cuando el compuesto tiene la estructura -O-C-N- en la molécula, la degradación se produce fácilmente en la posición del átomo de carbono. En particular, un compuesto de este tipo se descompone fácilmente durante el almacenamiento y la descomposición se acelera en presencia de agua o humedad para reducir la estabilidad en almacenamiento de la composición de la presente invención.

25 En la Fórmula (1), los ejemplos del grupo de unión divalente representado por L^2 incluyen un grupo alquileo, un grupo arileno, un grupo heterocíclico divalente y un grupo formado por una combinación de éstos. De éstos, es preferible un grupo alquileo. En el presente documento, en un caso en el que el grupo de unión divalente contiene un grupo alquileo, al menos uno seleccionado entre -O-, -S- y -N(Ra)- puede estar contenido adicionalmente en el grupo alquileo. En el presente documento, Ra representa un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono.

35 Además, una expresión "-O- está contenido en los grupos alquileo" significa que los grupos alquileo en una cadena de unión del grupo de unión están unidos a través del heteroátomo descrito anteriormente, tal como -alquileo-O-alquileo-.

Los ejemplos específicos del grupo alquileo que contiene -O- incluyen $-C_2H_4-O-C_2H_4-$ y $-C_3H_6-O-C_3H_6-$.

40 En la Fórmula (1), cuando L^2 contiene un grupo alquileo, los ejemplos del grupo alquileo incluyen metileno, etileno, propileno, butileno, pentileno, hexileno, heptileno, octileno y nonileno. El número de átomos de carbono del grupo alquileo de L^2 es preferentemente de 1 a 6, más preferentemente de 1 a 3 y, en particular, preferentemente, es 1. Este grupo alquileo puede tener adicionalmente un sustituyente. Los ejemplos del sustituyente incluyen un grupo alquilo (preferentemente un grupo metilo), un grupo arilo y un grupo alcoxi.

45 En la Fórmula (1), cuando L^2 contiene un grupo arileno, los ejemplos del grupo arileno incluyen fenileno y naftileno. El número de átomos de carbono del grupo arileno es preferentemente de 6 a 14, más preferentemente de 6 a 10 y, en particular, preferentemente, es 6. Este grupo arileno puede tener adicionalmente un sustituyente. Los ejemplos del sustituyente incluyen un grupo alquilo y un grupo alcoxi.

50 En la Fórmula (1), cuando L^2 contiene un grupo heterocíclico divalente, este grupo heterocíclico es preferentemente un anillo de 5 miembros o de 6 miembros y puede estar condensado. Además, el anillo puede ser un heterociclo aromático o un heterociclo no aromático. Los ejemplos del heterociclo del grupo heterocíclico divalente incluyen piridina, pirazina, pirimidina, piridazina, triazina, quinolina, isoquinolina, quinazolina, cinolina, ftalazina, quinoxalina, pirrol, indol, furano, benzofurano, tiofeno, benzotiofeno, pirazol, imidazol, bencimidazol, triazol, oxazol, benzoxazol, tiazol, benzotiazol, isotiazol, benzisotiazol, tiadiazol, isoxazol, bencisoxazol, pirrolidina, piperidina, piperazina, imidazolidina y tiazolina. Entre ellos, es preferible un heterociclo aromático; y son preferibles piridina, pirazina, pirimidina, piridazina, triazina, pirazol, imidazol, bencimidazol, triazol, tiazol, benzotiazol, isotiazol, benzisotiazol y tiadiazol.

60 En la Fórmula (1), las posiciones de las dos manos de enlace del heterociclo del grupo heterocíclico divalente no están particularmente limitadas. Por ejemplo, para la piridina, la sustitución puede hacerse en la posición 2, la posición 3 y la posición 4 y las dos manos de enlace pueden asimismo estar en cualquier posición.

El heterociclo del grupo heterocíclico divalente puede tener adicionalmente un sustituyente. Los ejemplos del sustituyente incluyen un grupo alquilo, un grupo arilo y un grupo alcoxi.

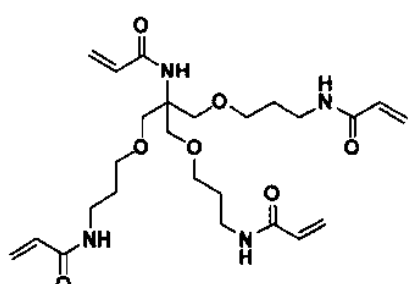
65

En la Fórmula (1), k representa 2 o 3. Los k plurales pueden ser iguales o diferentes entre sí. Además, C_kH_{2k} puede ser una estructura lineal o una estructura ramificada.

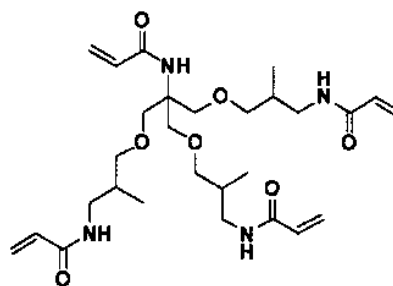
5 En la Fórmula (1), x, y y z representan cada uno independientemente un número entero de 0 a 6, preferentemente un número entero de 0 a 5 y más preferentemente un número entero de 0 a 3. (x+y+z) satisface de 0 a 18, preferentemente satisface de 0 a 15 y más preferentemente satisface de 0 a 9.

Se describen a continuación ejemplos del compuesto polimerizable representado por la Fórmula (1). Sin embargo, la presente invención no se limita a los mismos.

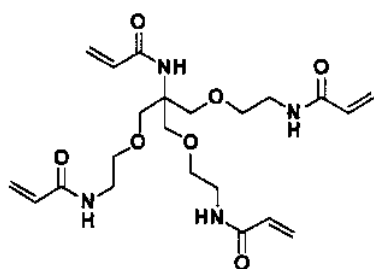
10



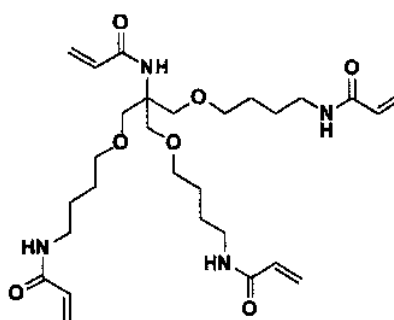
Compuesto polimerizable 1



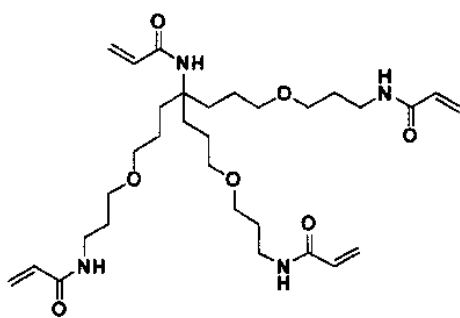
Compuesto polimerizable 2



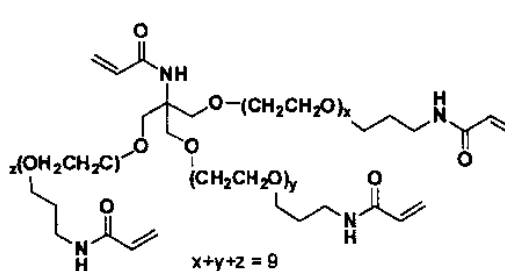
Compuesto polimerizable 3



Compuesto polimerizable 4



Compuesto polimerizable 5



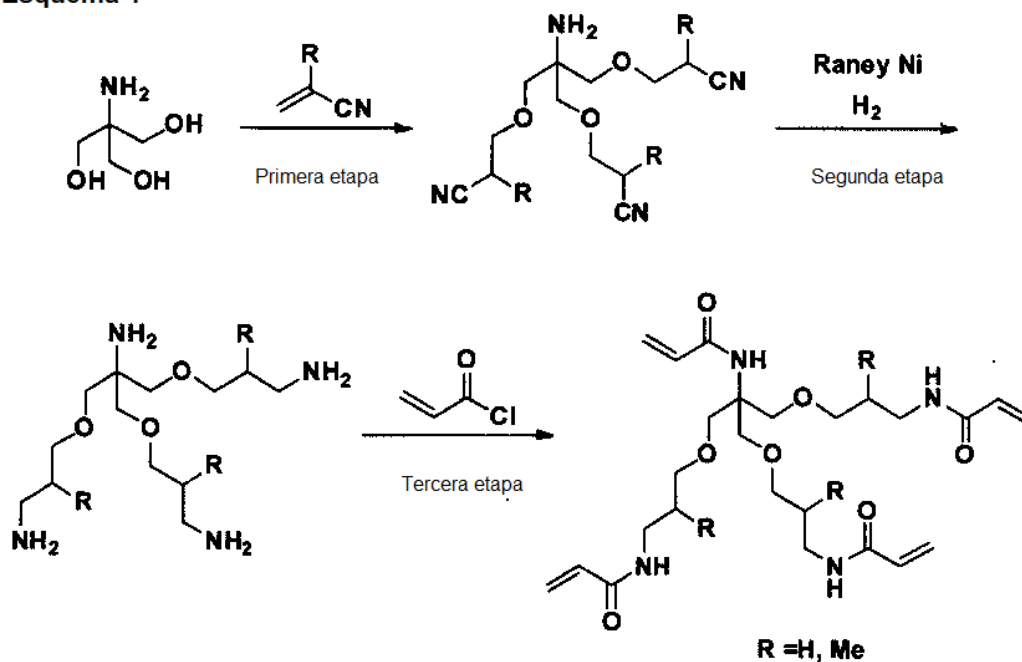
Compuesto polimerizable 6

15

El compuesto polimerizable representado por la Fórmula (1) puede prepararse de acuerdo con, por ejemplo, el siguiente esquema 1 o esquema 2. En la membrana polimérica funcional de la presente invención, el compuesto representado por la Fórmula (1) puede usarse en una combinación de dos o más tipos del mismo. Además, el compuesto representado por la Fórmula (1) puede usarse en combinación con un compuesto representado por la Fórmula (MA) como se describe más adelante.

20

Esquema 1



[Esquema 1]

5 (Primera etapa)

La primera etapa es una etapa de obtención de un compuesto de policiano mediante una reacción de acrilonitrilo y trishidroximetilaminometano.

10 La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 3 a 60 °C durante de 2 a 8 horas.

(Segunda etapa)

15 La segunda etapa es una etapa de reacción del compuesto de policiano con hidrógeno en presencia de un catalizador y de obtención de un compuesto de poliamina mediante una reacción de reducción.

La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 20 a 60 °C durante de 5 a 16 horas.

(Tercera etapa)

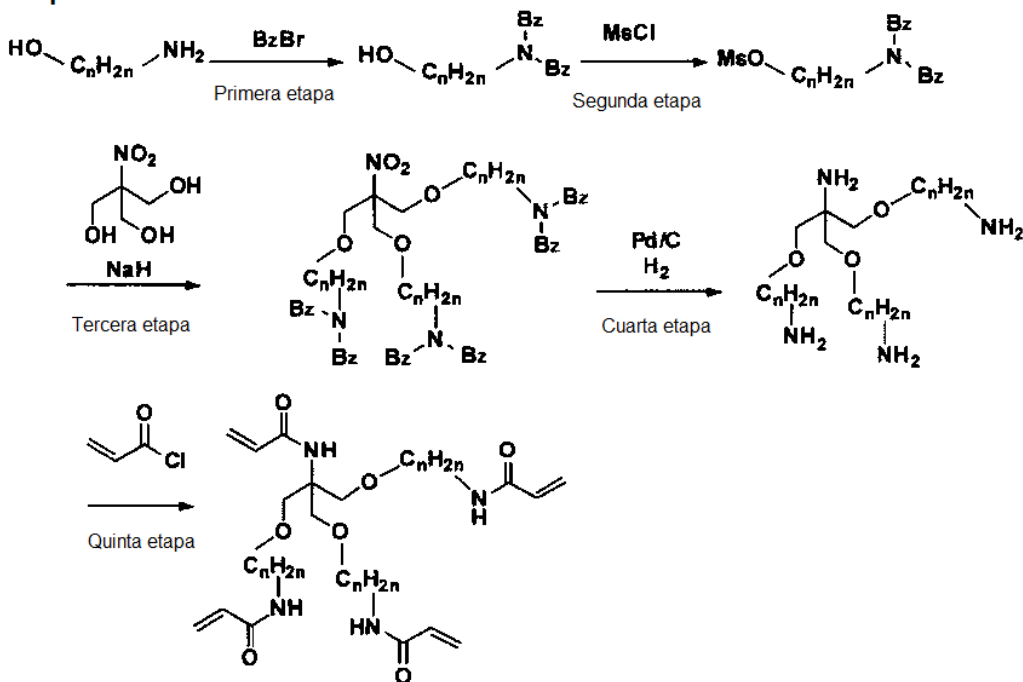
20

La tercera etapa es una etapa de obtención de un compuesto de acrilamida polifuncional mediante una reacción de acilación del compuesto de poliamina y cloruro de ácido acrílico o cloruro de ácido metacrílico.

25

La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 3 a 25 °C durante de 1 a 5 horas. En este caso, en lugar de cloruro de ácido acrílico, el agente acilante puede usar anhídrido acrílico o anhídrido dimetacrílico. En este caso, en la etapa de acilación, mediante el uso tanto de cloruro de ácido acrílico como de cloruro de ácido metacrílico, es posible obtener un compuesto que tenga un grupo acrilamida y grupo metacrilamida en la misma molécula como producto final.

Esquema 2



En el presente documento, "Bz" representa un grupo bencilo y "Ms" representa un grupo metanosulfonilo.

5 [Esquema 2]

(Primera etapa)

10 La primera etapa es una etapa de obtención de un compuesto de amino alcohol protegido en el nitrógeno mediante una reacción de introducción de grupos protectores de acuerdo con un grupo bencilo, un grupo benciloxicarbonilo o similares en un átomo de nitrógeno de un amino alcohol.

La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 3 a 25 °C durante de 3 a 5 horas.

15 (Segunda etapa)

20 La segunda etapa es una etapa de introducción de un grupo saliente tal como un grupo metanosulfonilo (descrito en el esquema 2 descrito anteriormente, como representante) y un grupo p-toluenosulfonilo en un grupo OH del compuesto de amino alcohol protegido en el nitrógeno para obtener un compuesto de sulfonilo.

La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 3 a 25 °C durante de 2 a 5 horas.

(Tercera etapa)

25 La tercera etapa es una etapa de obtención de un compuesto de aducto de amino alcohol mediante una reacción $\text{S}_{\text{N}}2$ del compuesto de sulfonilo y tris hidroximetil nitro metano.

La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 3 a 70 °C durante de 5 a 10 horas.

30 (Cuarta etapa)

La cuarta etapa es una etapa de reacción del compuesto de aducto de amino alcohol con hidrógeno en presencia de un catalizador y de obtención de un compuesto de poliamina mediante una reacción de hidrogenación.

35 La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 20 a 60 °C durante de 5 a 16 horas.

(Quinta etapa)

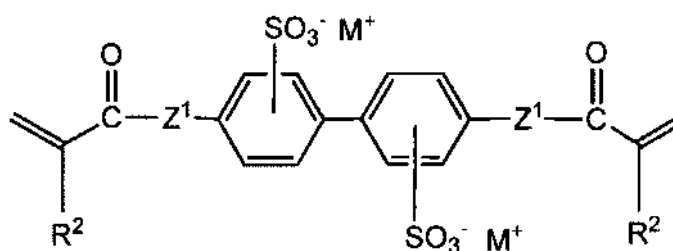
40 La quinta etapa es una etapa de obtención de un compuesto de acrilamida polifuncional mediante una reacción de acilación del compuesto de poliamina y cloruro de ácido acrílico o cloruro de ácido metacrílico.

La reacción en esta etapa se realiza preferentemente a la temperatura de 3 a 25 °C durante de 1 a 5 horas. En este caso, en lugar de cloruro de ácido (met)acrílico, el agente acilante puede usar anhídrido diacrílico o anhídrido dimetacrílico. En este caso, en la etapa de acilación, usando tanto cloruro de ácido acrílico como cloruro de ácido metacrílico, es posible obtener un compuesto que tenga un grupo acrilamida y un grupo metacrilamida en la misma molécula como producto final.

El compuesto obtenido a través de las etapas descritas anteriormente puede obtenerse mediante purificación de la solución de productos de reacción mediante un método habitual. Por ejemplo, es posible realizar una purificación mediante separación de líquidos y una extracción usando un disolvente orgánico, una cristalización usando un disolvente malo, una cromatografía en columna usando gel de sílice o similares.

A continuación, el compuesto representado por la Fórmula (MA) se describe a continuación.

Fórmula (MA)



En la Fórmula (MA), R^2 representa un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo y Z^1 representa -O- o -NRb-. En este caso, Rb representa un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo. M^+ representa un ion hidrógeno o un ion de metal alcalino.

El grupo alquilo de R^2 es un grupo alquilo lineal o ramificado. El número de átomos de carbono del grupo alquilo es preferentemente de 1 a 10, más preferentemente de 1 a 5 y, en particular, preferentemente, de 1 a 3. Los ejemplos específicos de grupo alquilo incluyen metilo, etilo, iso-propilo, terc-butilo, n-octilo, 2-etilhexilo, n-decilo y n-hexadecilo. R^2 es preferentemente un átomo de hidrógeno o un grupo metilo y más preferentemente un átomo de hidrógeno.

Z^1 representa -O- o -NRb-, preferentemente -NRb-.

En este caso, Rb representa un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo. El grupo alquilo es un grupo alquilo lineal o ramificado. El número de átomos de carbono del grupo alquilo es preferentemente de 1 a 10, más preferentemente de 1 a 5 y, en particular, preferentemente, de 1 a 3. Los ejemplos específicos de grupo alquilo incluyen metilo, etilo, iso-propilo, terc-butilo, n-octilo, 2-etilhexilo, n-decilo y n-hexadecilo.

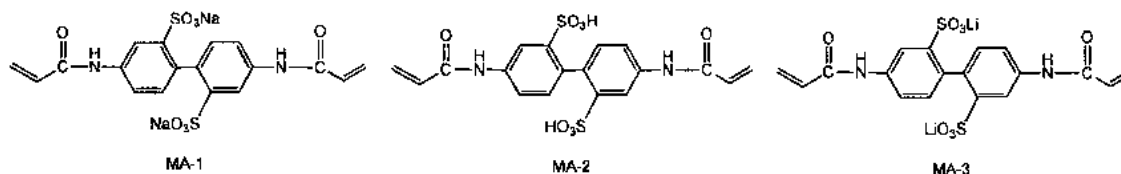
Rb es preferentemente un átomo de hidrógeno, un grupo metilo o un grupo etilo; más preferentemente un átomo de hidrógeno.

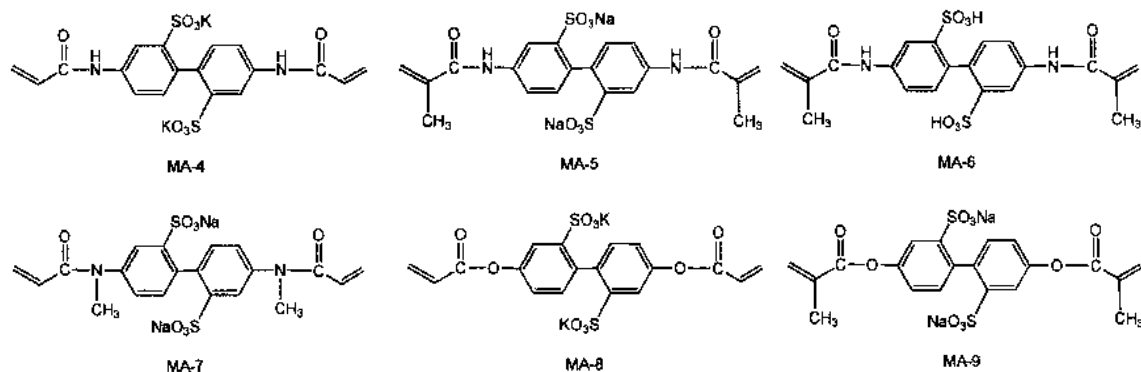
M^+ representa un ion hidrógeno o un ion de metal alcalino. Los ejemplos preferidos del ion de metal alcalino incluyen un ion de litio, un ion de potasio y un ion de sodio.

M^+ es preferentemente un ion hidrógeno, un ion de litio, un ion de potasio o un ion de sodio; más preferentemente un ion de hidrógeno o un ion de sodio; y aún más preferentemente un ion de sodio.

Si la relación está en el intervalo preferido descrito anteriormente, la composición es excelente en las propiedades de endurecimiento deseadas, la tolerancia al pH, la resistencia mecánica y las propiedades blandas.

Se describen a continuación ejemplos del compuesto representado por la Fórmula (MA). Sin embargo, la presente invención no se limita a los mismos.





5 Estos compuestos pueden sintetizarse mediante un método presentado en los Ejemplos que se describen más adelante o un método de acuerdo con los mismos.

10 El contenido de sólidos del compuesto polimerizable (A) descrito anteriormente es preferentemente de 10 a 85 partes en masa y aún más preferentemente, de 20 a 85 partes en masa, basado en 100 partes en masa del sólido total en la composición para la formación de la membrana.

15 Por otra parte, el contenido del compuesto polimerizable (A) descrito anteriormente es preferentemente de 5 a 60 partes en masa y aún más preferentemente, de 10 a 55 partes en masa, basado en 100 partes en masa de la composición para la formación de la membrana, incluyendo el disolvente.

Monómero copolimerizable (B)

20 La membrana polimérica funcional de la presente invención puede obtenerse permitiendo la reacción de curado del compuesto polimerizable (A) descrito anteriormente y el monómero copolimerizable (B) descrito anteriormente, más específicamente, una reacción de polimerización entre ellos. El monómero copolimerizable es un compuesto polimerizable monofuncional. Los ejemplos del mismo incluyen un compuesto de (met)acrilato, un compuesto de (met)acrilamida, un compuesto vinil éter, un compuesto vinílico aromático, un compuesto de N-vinilo (un monómero polimerizable que tiene un enlace amida) y un compuesto de alilo.

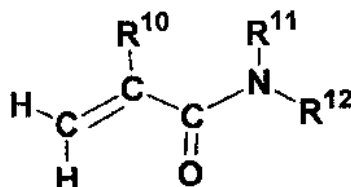
25 En vista de la estabilidad y la tolerancia al pH de la membrana polimérica funcional resultante, estos compuestos incluyen preferentemente uno que no tenga ningún enlace éster, un compuesto de (met)acrilamida, un compuesto de vinil éter, un compuesto vinílico aromático, un compuesto de N-vinilo (un monómero polimerizable que tiene un enlace amida) o un compuesto de alilo y, en particular, preferentemente, un compuesto de (met)acrilamida.

30 Los ejemplos del monómero copolimerizable incluyen compuestos descritos en el documento JP-A-2008-208190 ("JP-A" significa solicitud de patente japonesa publicada no examinada) y el documento JP-A-2008-266561.

35 Estos monómeros copolimerizables tienen preferentemente un grupo disociativo, como se describe más adelante, para proporcionar una función de la membrana polimérica.

Como monómero copolimerizable que tiene una estructura de (met)acrilamida utilizada en la presente invención, es preferible un compuesto representado por la Fórmula (2).

Fórmula (2)



40 En la Fórmula (2), R¹⁰ representa un átomo de hidrógeno o un grupo metilo. R¹¹ representa un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo sustituido o sin sustituir. R¹² representa un grupo alquilo sustituido o sin sustituir. En el presente documento, los grupos alquilo de R¹¹ y R¹² pueden ser cada uno un grupo alquilo lineal o ramificado, o pueden estar enlazados entre sí para formar un anillo.

R¹⁰ es preferentemente un átomo de hidrógeno.

Los ejemplos del grupo alquilo de R¹¹ y R¹² incluyen metilo, etilo, n-propilo, iso-propilo, n-butilo, t-butilo, n-pentilo, n-hexilo, n-octilo, t-octilo, n-decilo y n-octadecilo. El número de átomos de carbono del grupo alquilo es preferentemente de 1 a 18, más preferentemente de 1 a 12 y aún más preferentemente de 1 a 6.

- 5 Estos grupos alquilo son cada uno preferentemente un grupo alquilo lineal o ramificado y pueden tener además un sustituyente. Los ejemplos del sustituyente del grupo alquilo incluyen un grupo alquilo, un grupo arilo, un grupo alcoxi, un grupo ariloxi, un grupo acilo, un átomo de halógeno, un grupo heterocíclico, un grupo alquiltio, un grupo ariltio, un grupo aminorio (incluyendo un grupo aminorio, un grupo alquilaminio, un grupo arilaminio y un grupo aminorio heterocíclico), un grupo amida, un grupo sulfonamida, un grupo carbamoilo, un grupo sulfamoilo, un grupo ciano, un grupo sulfo o una sal del mismo, un grupo carboxi o una sal del mismo, un ácido fosfórico o una sal del mismo y un grupo onio (por ejemplo, un grupo amonio, un grupo sulfonio y un grupo piridinio). En la membrana de intercambio catiónico, los ejemplos específicos incluyen un grupo hidroxilo, un grupo sulfo o una sal del mismo y un grupo carboxi o una sal del mismo.
- 10
- 15 En la presente invención, en particular, con el fin de proporcionar a la función de la membrana de polímero, la función es proporcionada preferentemente por un sustituyente de este grupo alquilo. Por tanto, entre los sustituyentes descritos anteriormente es preferible un grupo disociativo o un sustituyente polar y es particularmente preferible un grupo disociativo.
- 20 El grupo disociativo es preferentemente un grupo hidroxilo (en particular, un grupo hidroxilo fenólico o enólico), un grupo sulfo o una sal del mismo, un grupo carboxi o una sal del mismo o un grupo onio (por ejemplo, un grupo amonio, un grupo piridinio y un grupo sulfonio), cada una de las cuales se ha ejemplificado en lo anterior; y más preferentemente un grupo sulfo o una sal del mismo, un grupo carboxi o una sal del mismo o un grupo onio.
- 25 En la membrana de intercambio catiónico, el grupo disociativo es preferentemente un grupo hidroxilo (en particular, un grupo hidroxilo fenólico o enólico), un grupo sulfo o una sal del mismo, un grupo carboxi o una sal del mismo o un ácido fosfórico o una sal del mismo; y más preferentemente un grupo sulfo o una sal del mismo o un grupo carboxi o una sal del mismo.
- 30 En el presente documento, la sal en el grupo sulfo o el grupo carboxi incluye preferentemente un catión de un átomo de metal alcalino, tal como un ion de litio, un ion de potasio o un ion de sodio.

En la membrana de intercambio aniónico, el grupo disociativo es preferentemente un grupo onio y más preferentemente un grupo representado por la Fórmula (a) o (b).

35



- 40 En las Fórmulas (a) y (b), Rb representa un grupo alquilo o un grupo arilo. Los Rb plurales pueden ser iguales o diferentes entre sí, o dos Rb pueden estar enlazados entre sí para formar un anillo.

X⁻ representa un ion negativo.

- 45 El grupo alquilo de Rb tiene preferentemente de 1 a 18 átomos de carbono, más preferentemente de 1 a 12 átomos de carbono y aún más preferentemente de 1 a 6 átomos de carbono. El grupo alquilo puede tener un sustituyente. Los ejemplos específicos de un sustituyente de este tipo incluyen un sustituyente que puede tener el grupo alquilo en R¹¹ y R¹². Sobre todo, el sustituyente incluye preferentemente un grupo arilo. El grupo alquilo en el que el grupo arilo en Rb está preferentemente sustituido incluye un grupo bencilo.

50

El grupo arilo de Rb tiene preferentemente de 6 a 18 átomos de carbono y más preferentemente de 6 a 12.

El grupo arilo de Rb puede tener un sustituyente. Los ejemplos específicos de un sustituyente de este tipo incluyen un sustituyente que puede tener el grupo alquilo en R¹¹ y R¹².

55

Un anillo formado por la unión de dos de Rb entre sí incluye preferentemente un anillo de 5 miembros o un anillo de 6 miembros.

- 60 Un anillo de este tipo incluye, preferentemente, en la Fórmula (a), un anillo aromático que contiene nitrógeno y, sobre todo, preferentemente, un anillo de piridina.

Los ejemplos específicos de aniones de X⁻ incluyen un ion de halógeno, un ion de ácido carboxílico (por ejemplo, un ion de ácido acético y un ion de ácido benzoico), un ion de ácido sulfúrico, un ion de ácido sulfúrico orgánico (un ion de ácido metanosulfónico, un ion de ácido bencenosulfónico y un ion de ácido p-toluenosulfónico) y OH⁻.

65

Los ejemplos del grupo representado por la Fórmula (a) incluyen trimetilamonio, trietilamonio, tributilamonio, dimetilbencilamonio, dimetilfenilamonio, dimetilcetilamonio y piridinio.

5 Los ejemplos del grupo representado por la fórmula (b) incluyen dimetilsulfonio, metilbencilsulfonio y metilfenilsulfonio.

Entre el grupo representado por la Fórmula (a) o la Fórmula (b), es preferible el grupo representado por la Fórmula (a).

10 El sustituyente que puede tener el grupo alquilo en R¹¹ y R¹² preferentemente incluye un grupo polar, que no sea el grupo disociativo descrito anteriormente, preferentemente, un grupo acilo o un grupo amino y, en particular, preferentemente, un grupo amino. El grupo amino incluye, preferentemente, un grupo amino terciario y preferentemente, un grupo representado por la Fórmula (c).

15 Fórmula (c) -N(Rb)₂

En la fórmula (c), Rb tiene el mismo significado que Rb en la Fórmula (a) y un intervalo preferible del mismo también es igual.

20 Los ejemplos del grupo representado por la Fórmula (c) incluyen dimetilamino y dietilamino.

Entre los sustituyentes que puede tener el grupo alquilo en R¹¹ y R¹², el grupo acilo puede incluir cualquiera de un grupo alquilcarbonilo y un grupo arilcarbonilo, pero preferentemente incluye un grupo alquilcarbonilo. El número de átomos de carbono del grupo alquilcarbonilo es preferentemente de 2 a 12. El número de átomos de carbono del grupo arilcarbonilo es preferentemente de 7 a 12. Los ejemplos del grupo acilo incluyen acetilo, propionilo, pivaloilo y benzoilo.

30 Cuando el grupo alquilo en R¹¹ y R¹² tiene un sustituyente, el número de átomos de carbono en un resto de grupo alquilo es preferentemente de 1 a 6 y, preferentemente, de 1 a 3.

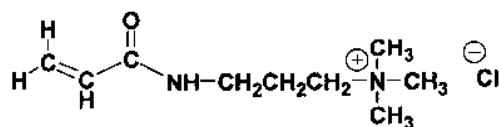
Un anillo formado mediante el enlace de R¹¹ y R¹² entre sí puede incluir cualquiera de un anillo de hidrocarburo o un hetero anillo. En el caso del hetero anillo, un átomo que constituye el anillo incluye, preferentemente, un átomo de oxígeno, un átomo de nitrógeno o un átomo de azufre.

35 El anillo formado mediante el enlace de R¹¹ y R¹² entre sí incluye preferentemente un anillo de 5 miembros o un anillo de 6 miembros.

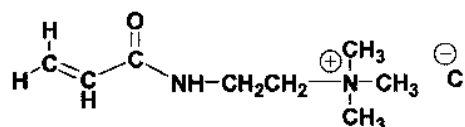
40 Los ejemplos de estos anillos incluyen un anillo de ciclopentano, un anillo de ciclohexano, un anillo de piperidina, un anillo de morfolina, un anillo de piperazina, un anillo de furano, un anillo de pirrol y un anillo de tiofeno.

En la fórmula (2), R¹¹ es preferentemente un átomo de hidrógeno. Además, R¹² es preferentemente un grupo alquilo o un grupo alquilo sustituido con un grupo disociativo o un grupo onio. De éstos, se prefieren un grupo alquilo sustituido con un grupo disociativo y un grupo alquilo sustituido con un grupo onio; se prefieren -C(CH₃)₂CH₂- (un grupo disociativo), -C(CH₃)₂CH₂- (un grupo onio), -(CH₂)₂- (un grupo disociativo), -(CH₂)₂- (un grupo onio), -(CH₂)₃- (un grupo disociativo) y -(CH₂)₃- (un grupo onio); y se prefieren más -C(CH₃)₂CH₂- (un grupo disociativo) y -C(CH₃)₂CH₂- (un grupo onio).

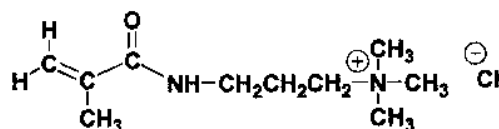
50 Como ejemplos específicos del compuesto polimerizable monofuncional que tiene una estructura de (met)acrilamida representada por la Fórmula (2) descrita anteriormente como monómero copolimerizable, se incluyen los siguientes compuestos ejemplificados (B-1) a (B-23). Sin embargo, la presente invención no se limita a los mismos.



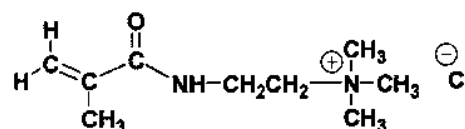
(B-1)



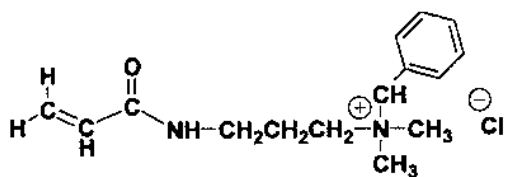
(B-2)



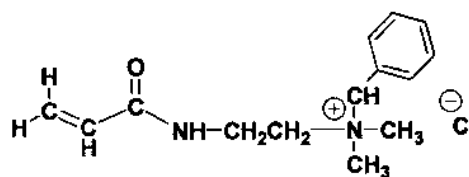
(B-3)



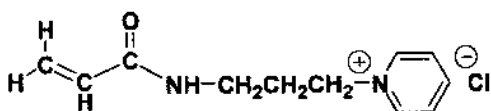
(B-4)



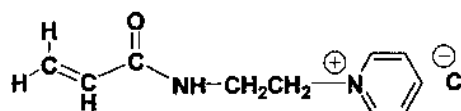
(B-5)



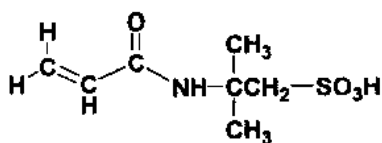
(B-6)



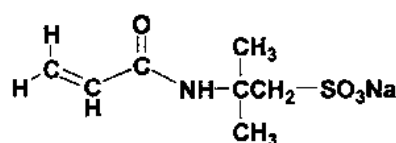
(B-7)



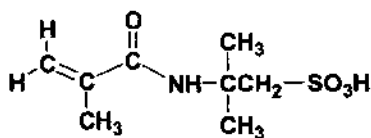
(B-8)



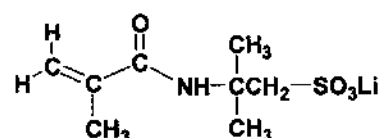
(B-9)



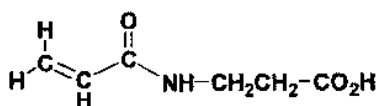
(B-10)



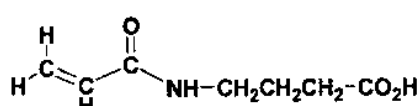
(B-11)



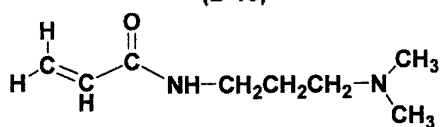
(B-12)



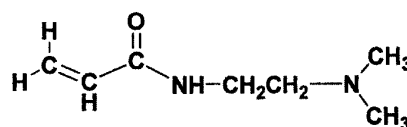
(B-13)



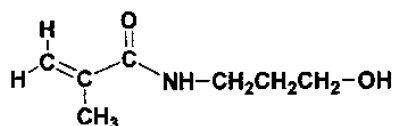
(B-14)



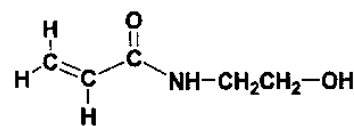
(B-15)



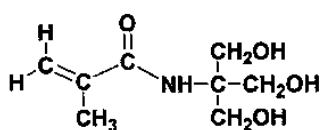
(B-16)



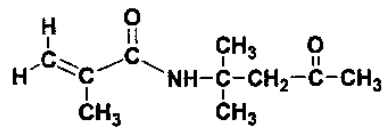
(B-17)



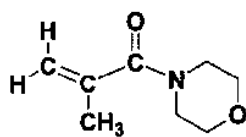
(B-18)



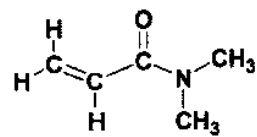
(B-19)



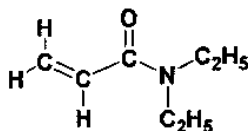
(B-20)



(B-21)



(B-22)



(B-23)

5 Estos compuestos están disponibles de Kohjin Co., Ltd, Kyowa Hakko Chemical Co., Ltd., Fluka Corporation, Sigma-Aldrich Corporation o Toagosei Co., Ltd. o pueden sintetizarse fácilmente mediante un método conocido públicamente.

10 En la composición para la formación de la membrana de acuerdo con la presente invención, una relación molar r de un contenido del compuesto polimerizable (A) con respecto a un contenido del monómero copolimerizable (B) es de $0,1 < r < 3,5$, preferentemente, de $0,1 < r < 1,0$ y, en particular, preferentemente, $0,15 < r < 0,5$.

15 El monómero copolimerizable (B) realiza una acción tal como el ajuste de un equilibrio entre la permeabilidad al agua de la membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención y la resistencia eléctrica de la membrana de acuerdo con la presente invención, o el ajuste de la viscosidad de un líquido de aplicación formado de la composición o la estabilidad en el tiempo o similares.

Disolvente (C)

20 La composición para la formación de la membrana de acuerdo con la presente invención puede contener un disolvente (C).

25 En la presente invención, un contenido del disolvente (C) en la composición descrita anteriormente es de 1 a 35 partes en masa y, preferentemente, de 10 a 30 partes en masa, basado en 100 partes en masa de la composición total.

30 El ajuste del contenido del disolvente en este intervalo permite la producción de una membrana uniforme sin un aumento de la viscosidad de la composición. Además, la aparición de pequeños agujeros (agujeros defectuosos diminutos) se suprime.

35 Preferentemente se usa el disolvente (C) que tenga una solubilidad en agua en una cantidad del 5 % en masa o más, y se prefiere adicionalmente uno que se mezcle libremente con agua. Por tanto, se prefiere un disolvente seleccionado entre agua y una solución hidrosoluble. La solución hidrosoluble incluye, en particular, preferentemente, un disolvente a base de alcohol, un disolvente a base de éter que es un disolvente polar aprótico, un disolvente a base de amida, un disolvente a base de cetona, un disolvente a base de sulfóxido, un disolvente a base de sulfona, un disolvente a base de nitrilo y un disolvente a base de fósforo orgánico. Se prefieren agua y un disolvente a base de alcohol. Los ejemplos de los disolventes a base de alcohol incluyen metanol, etanol, isopropanol, n-butanol, etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol y dipropilenglicol. Entre los disolventes a base de alcohol, son más preferibles etanol, isopropanol, n-butanol y etilenglicol; y es particularmente preferible el isopropanol. Estos disolventes pueden usarse solos en un tipo o en combinación de dos o más tipos. Se prefiere además el uso de agua sola o agua en combinación con un disolvente hidrosoluble. En el uso de agua en combinación con un disolvente hidrosoluble, se usa isopropanol en una cantidad, preferentemente, del 0,1 al 10 %, aún más preferentemente, del 0,5 al 5 % y, aún más preferentemente, del 1,0 al 2,0 %, basada en el 100 % en masa de agua.

45 Los ejemplos específicos preferidos de los disolventes polares apróticos incluyen sulfóxido de dimetilo, dimetilimidazolidinona, sulfolano, N-metilpirrolidona, dimetilformamida, acetonitrilo, acetona, dioxano, tetrametil urea, hexametil fosoramida, piridina, propionitrilo, butanona, ciclohexanona, tetrahidrofurano, tetrahidropirano, diacetato de etilenglicol y γ -butirolactona. Entre estos, se prefieren dimetilsulfóxido, N-metilpirrolidona, dimetilformamida, dimetilimidazolidinona, sulfolano, acetona, acetonitrilo y tetrahidrofurano. Estos disolventes pueden usarse solos o en combinación de dos o más tipos.

Iniciador de la fotopolimerización (D)

La composición para la formación de la membrana polimérica funcional de la presente invención contiene preferentemente un iniciador de la polimerización.

5 Los iniciadores de la polimerización, en la presente invención, incluyen preferentemente un iniciador de la fotopolimerización que pueda permitir la polimerización por irradiación con rayos de energía.

10 Los ejemplos de un iniciador de la fotopolimerización incluyen cetonas aromáticas, compuestos de acilfosfina, compuestos de sales de onio aromáticas, peróxidos orgánicos, compuestos de tio, compuestos de hexaaril biimidazol, compuestos de éster de cetoxima, compuestos de borato, compuestos de azinio, compuestos de metaloceno, compuestos de éster activo, compuestos que tienen un enlace carbono-halógeno, compuestos de alquilamina y similares.

15 Los ejemplos preferibles de las cetonas aromáticas, compuestos de óxido de acilfosfina y compuestos de tio incluyen compuestos que tienen una cadena principal de benzofenona o una cadena principal de tioxantona descritas en "RADIATION CURING IN POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY", págs. 77-117 (1993) y similares. Los ejemplos más preferibles pueden incluir compuestos de α -tiobenzofenona descritos en el documento JP-B-47-6416 ("JP-B" significa publicación de patente japonesa examinada); compuestos de benzoína éter descritos en el documento JP-B-47-3981; compuestos de benzoína α -sustituidos descritos en el documento JP-B-47-22326; derivados de benzoína descritos en el documento JP-B-47-23664; ésteres de fosfonato de aroilo descritos en el documento JP-A-57-30704; dialcoxibenzofenona descrita en el documento JP-B-60-26483; benzoína éteres descritos en el documento JP-B-60-26403 y el documento JP-A-62-81345; α -aminobenzofenonas descritas en el documento JP-B-1-34242, Patente de los EE.UU. N.º 4.318.791 y Patente Europea N.º 0284561A1; p-di(dimetilaminobenzoil)benzofenona descrito en el documento JP-A-2-211452; cetonas aromáticas tio-sustituidas descritas en el documento JP-A-61-194062; sulfuro de acilfosfina descrito en el documento JP-B-2-9597; acilfosfina descrita en el documento JP-B-2-9596; tioxantonas descritas en el documento JP-B-63-61950; cumarinas descritas en el documento JP-B-59-42864 y similares. Adicionalmente, también son preferibles iniciadores de la polimerización descritos en el documento JP-A-2008-105379 y el documento JP-A-2009-114290. Adicionalmente, los ejemplos específicos del iniciador de la polimerización pueden incluir iniciadores de la polimerización como se describen en las páginas 65 a 148 de "System of curing by ultraviolet rays" por Kiyoshi Kato (publicado por SOGO GIYUTSU CENTER CORPORATION, 1989).

35 En la presente invención, el iniciador de la polimerización es preferentemente un iniciador de la polimerización hidrosoluble.

Nótese que, la expresión "hidrosoluble" utilizada en el iniciador de la polimerización significa que el iniciador se disuelve en agua destilada a 25 °C en una cantidad del 0,1 % en masa o más. El iniciador de la polimerización hidrosoluble se disuelve más preferentemente en agua destilada a 25 °C en una cantidad del 0,5 % en masa o más y, en particular, preferentemente, del 1 % en masa o más.

45 Entre ellos, son un iniciador de la fotopolimerización que es adecuado para la composición de tinta de la presente invención las cetonas aromáticas (en particular, un compuesto de benzoína α -hidroxi sustituido) o un compuesto de óxido de acilfosfina. En particular, son preferibles p-fenil benzofenona (fabricada por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.), óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)fenilfosfina (Irgacure 819, fabricado por BASF Japan Ltd.), óxido de 2,4,6-trimetilbenzoil difenilfosfina (Darocur TPO, fabricado por BASF Japan Ltd.), 2-bencil-2-dimetilamino-1-(4-morfolinofenil)-butanona-1 (Irgacure 369, fabricado por BASF Japan Ltd.), 2-metil-1-(4-metiltiofenil)-2-morfolinopropan-1-ona (Irgacure 907, fabricado por BASF Japan Ltd.), 1-[4-(2-hidroxi-etoxi)-fenil]-2-hidroxi-2-metil-1-propan-1-ona (Irgacure 2959, fabricado por BASF Japan Ltd.) y 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-propano-1-ona (Darocur 1173, fabricado por Ciba Specialty Chemicals Inc.); y son mucho más preferibles Irgacure 2959 (fabricado por BASF Japan Ltd.) y Darocur 1173 (fabricado por Ciba Specialty Chemicals Inc.), desde el punto de vista de hidrosolubilidad y resistencia a la hidrólisis.

55 En la presente invención, un contenido del iniciador de polimerización es preferentemente de 0,1 a 10 partes en masa, más preferentemente, de 0,1 a 5 partes en masa y, aún más preferentemente, de 0,3 a 2 partes en masa, basado en 100 partes en masa de la masa total de sólidos en la composición.

Inhibidor de la polimerización (E)

60 Con el fin de proporcionar el líquido de aplicación con estabilidad tras la formación de la membrana polimérica funcional, la composición para la formación de la membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención contiene preferentemente también un inhibidor de la polimerización.

65 Como inhibidor de la polimerización pueden usarse inhibidores de la polimerización conocidos. Los ejemplos de los mismos incluyen un compuesto de fenol, un compuesto de hidroquinona, un compuesto de amina y un compuesto de mercapto.

Los ejemplos específicos del compuesto de fenol incluyen fenol impedido (fenol que tiene un grupo t-butilo en una posición orto y tipificado por 2,6-di-t-butil-4-metilfenol) y bisfenol. Los ejemplos del compuesto de hidroquinona incluyen monometiléter hidroquinona. Los ejemplos del compuesto de amina incluyen N-nitroso-N-fenil hidroxilamina y N,N-dietilhidroxilamina.

5

Estos inhibidores de la polimerización pueden usarse solos en un tipo o en combinación con dos o más tipos.

Un contenido del inhibidor de la polimerización es preferentemente de 0,01 a 5 partes en masa, más preferentemente, de 0,01 a 1 parte en masa y, aún más preferentemente, de 0,01 a 0,5 partes en masa, basado en 100 partes en masa del contenido sólido total en la composición.

10

Compuesto de metal alcalino (F)

La composición de la presente invención puede contener un compuesto de metal alcalino (F) con el fin de mejorar la solubilidad del compuesto descrito anteriormente que tiene estructura de (met)acrilamida. El compuesto de metal alcalino incluye, preferentemente, una sal de hidróxido de litio, sodio o potasio, una sal de cloruro del mismo y una sal de nitrato del mismo. Sobre todo, se prefiere más un compuesto de litio y los ejemplos específicos del mismo incluyen hidróxido de litio, cloruro de litio, bromuro de litio, nitrato de litio, yoduro de litio, sal de clorato de litio, tiocianato de litio, perclorato de litio, tetrafluoroborato de litio, hexafluorofosfato de litio y hexafluoroarseniato de litio.

15

20

En el presente documento, el compuesto de metal alcalino también se usa preferentemente con el fin de neutralizar la composición o una mezcla de solución de la composición.

Estos compuestos de metales alcalinos pueden ser hidratos. Además, estos compuestos pueden usarse solos en un tipo o en combinación con dos o más tipos.

25

Una cantidad de adición cuando se añade el compuesto de metal alcalino es preferentemente de 0,1 a 20 partes en masa, más preferentemente, de 1 a 20 partes en masa, aún más preferentemente, de 5 a 20 partes en masa y, en particular, preferentemente, de 5 a 15 partes en masa, basada en 100 partes en masa del contenido sólido total en la composición.

30

[Otros componentes y similares]

[Tensioactivo]

35

La composición para la formación de la membrana polimérica funcional de la presente invención puede contener diversos compuestos poliméricos con el fin de ajustar las propiedades físicas de la membrana. Los ejemplos de los compuestos poliméricos incluyen polímeros acrílicos, resinas de poliuretano, resinas de poliamida, resinas de poliéster, resinas epoxi, resinas de fenol, resinas de policarbonato, resinas de polivinil butiral, resinas de polivinil formal, goma laca, resinas vinílicas, resinas acrílicas, resinas a base de caucho, ceras y otras resinas naturales. Estos compuestos poliméricos pueden usarse solos o en combinación de dos o más tipos de los mismos.

40

Además, puede añadirse un tensioactivo no iónico, un tensioactivo catiónico, un fluoro tensioactivo orgánico o similares con el fin de ajustar las propiedades físicas del líquido.

45

Los ejemplos específicos del tensioactivo incluyen tensioactivos aniónicos tales como sulfonatos de alquilbenceno, sulfonatos de alquil naftaleno, sales de ácidos grasos superiores, sulfonatos de un éster de ácido graso superior, sulfatos de éster de un alcohol éter superior, sulfonatos de un alcohol éter superior, alquilcarboxilatos de una alquilsulfonamida superior y alquilsulfatos; y tensioactivos no iónicos tales como alquil éteres de polioxietileno, alquil fenil éteres de polioxietileno, ésteres de ácidos grasos de polioxietileno, ésteres de ácidos grasos de sorbitano, aductos de óxido de etileno de acetilenglicol, aductos de óxido de etileno de glicerina y ésteres de ácido graso de polioxietileno sorbitano. Otros ejemplos incluyen tensioactivos anfóteros tales como alquil betaína o amida betaína, agentes tensioactivos basados en silicona, agentes tensioactivos basados en flúor y similares. El tensioactivo puede seleccionarse adecuadamente entre agentes tensioactivos conocidos convencionalmente y derivados de los mismos.

50

55

[Dispersante de polímero]

La composición para la formación de la membrana de la presente invención puede contener un dispersante de polímero.

60

Los ejemplos específicos del dispersante de polímero incluyen polivinilpirrolidona, alcohol polivinílico, polivinil metil éter, óxido de polietileno, polietilenglicol, polipropilenglicol y poli(acrilamida). Entre ellos, se usa preferentemente polivinil pirrolidona.

65

[Preventivo de cráteres]

Un preventivo de cráteres también se conoce como un acondicionador de superficie, un agente de nivelación o un agente de deslizamiento para evitar la irregularidad en una superficie de la membrana y los ejemplos específicos incluyen polisiloxano organomodificado (mezcla de poliéter siloxano y poliéter), un copolímero de polisiloxano modificado con poliéter y un copolímero modificado con silicio.

Los ejemplos específicos de artículos comerciales incluyen Tego Glide 432, Tego Glide 110, Tego Glide 110, Tego Glide 130, Tego Glide 406, Tego Glide 410, Tego Glide 411, Tego Glide 415, Tego Glide 420, Tego Glide 435, Tego Glide 440, Tego Glide 450, Tego Glide 482, Tego Glide A115, Tego Glide B1484 y Tego Glide ZG400 (todos: nombres comerciales), fabricados por Evonik Industries GmbH.

Se añade el preventivo de cráteres en una cantidad, preferentemente, de 0 a 10 partes en masa, más preferentemente, de 0 a 5 partes en masa y aún más preferentemente, de 1 a 2 partes en masa, basada en 100 partes en masa del contenido sólido total en la composición.

Además de lo anterior, la composición para la formación de la membrana de acuerdo con la presente invención puede contener, cuando sea necesario, un mejorador de la viscosidad o un conservante, por ejemplo.

20 <Soporte>

La membrana polimérica funcional de la presente invención puede incluir asimismo una membrana sola, pero preferentemente tiene un soporte como material de refuerzo con el fin de mejorar la resistencia mecánica. El soporte incluye preferentemente un soporte poroso. Este soporte poroso puede formarse como parte de la membrana aplicando y/o impregnando la composición de la presente invención y permitiendo después la reacción de curado.

Los ejemplos específicos del soporte poroso como material de refuerzo incluyen un tejido no tejido o tejido sintético, una película similar a una esponja y una película que tiene orificios pasantes microscópicos. Los ejemplos del material para la formación del soporte poroso utilizado en la presente invención incluyen poliolefina (por ejemplo polietileno y polipropileno), poliacrilonitrilo, cloruro de polivinilo, poliéster, poliamida y copolímeros de los mismos; o membranas porosas a base de, por ejemplo, polisulfona, polietersulfona, polifenilensulfona, sulfuro de polifenileno, poliimida, polieterimida, poliamida, poliamidaimida, poliacrilonitrilo, policarbonato, poliácilato, acetato de celulosa, polipropileno, poli(4-metil-1-penteno), fluoruro de polivinilideno, politetrafluoroetileno, polihexafluoropropileno, policlorotrifluoroetileno y copolímeros de los mismos. De éstos, es preferible la poliolefina en la presente invención.

Se comercializan soportes porosos y materiales de refuerzo disponibles en el mercado de Japan Vilene Company, Ltd., Freudenberg Filtration Technologies SE & Co. Kirguistán (material Novatexx) y Sefar AG, por ejemplo.

Cuando la composición de la presente invención se incorpora en el soporte que es el material de refuerzo poroso mediante aplicación o impregnación antes del curado, el soporte que es el material de refuerzo poroso que se ha de usar incluye preferentemente un soporte de una materia prima que no absorbe ninguna longitud de onda de la irradiación de los rayos de energía utilizados para el curado. Además, la composición de la presente invención puede penetrar preferentemente en los poros del soporte del material de refuerzo poroso.

El soporte poroso tiene preferentemente hidrofilia. Por tanto, el soporte que se ha de usar se somete preferentemente a un tratamiento tal como un tratamiento de descarga de corona, un tratamiento con ozono, un tratamiento con ácido sulfúrico y un tratamiento con un agente de acoplamiento de silano.

50 [Método de producción de una membrana polimérica funcional]

A continuación, se describirá el método de producción de una membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención.

El método de producción de una membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención incluye un método de producción en el que la composición que contiene el compuesto polimerizable (A) y el compuesto polimerizable monofuncional que es el monómero de copolimerización (B) se someten a la reacción de curado para ajustar la fracción de volumen de poros en una cantidad del 0,6 % o más y del 3,0 % o menos.

La composición descrita anteriormente contiene preferentemente el disolvente (C) en la misma y el contenido de disolvente es preferentemente de 1 a 35 partes en masa basado en 100 partes en masa de la masa total de la composición.

Además, el disolvente (C) descrito anteriormente preferentemente es agua o un disolvente hidrosoluble y la composición anteriormente descrita se aplica y/o se impregna en el soporte y después se somete preferentemente a la reacción de curado. Adicionalmente, la reacción de curado descrita anteriormente incluye preferentemente una reacción de curado en el que la composición descrita anteriormente se polimeriza por irradiación con rayos de

energía.

El método de producción de una membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención se describirá en detalle a continuación.

5 Tras la producción de la membrana polimérica funcional en la presente invención, se usa preferentemente el soporte o un soporte temporal (un soporte simplemente para la aplicación de la composición de la presente invención para formar la membrana y el soporte que se despega de la misma después de que se forma la membrana. El soporte y el soporte temporal en lo sucesivo en el presente documento se denominan colectivamente el soporte).

10 Cuando la composición de la presente invención se recubre mediante la aplicación, la impregnación o similar en el soporte, la membrana puede prepararse en un proceso discontinuo usando un soporte inmovilizado, pero también puede prepararse en un proceso continuo usando un soporte en movimiento. El soporte puede tener forma de rollo que se rebobina continuamente. Cuando la membrana se prepara en el proceso continuo, el soporte se coloca sobre una cinta en movimiento continuo para permitir la preparación de la membrana (o una combinación de estos métodos). Si se aplica un método de este tipo, la composición descrita anteriormente de la presente invención puede aplicarse como recubrimiento sobre el soporte en el proceso continuo o puede aplicarse como recubrimiento en un proceso discontinuo a gran escala.

20 Cuando el soporte se usa para reforzar la resistencia mecánica, en particular, se usa el soporte poroso, puede usarse el soporte temporal. En este caso, si la composición de la presente invención se empapa en el soporte poroso y la reacción de curado finaliza, solo se despega el soporte temporal de la membrana.

25 En un soporte temporal de este tipo, no se requiere ninguna consideración de permeación de la sustancia y, a condición de que el soporte temporal pueda inmovilizarse para la formación de la membrana, puede usarse asimismo cualquier material, por ejemplo, incluso una película de PET y una placa metálica tal como una placa de aluminio.

30 Además, la composición de la presente invención puede empaparse en el soporte poroso para permitir el curado sin usar un soporte distinto del soporte poroso.

35 La composición de la presente invención puede aplicarse a la capa de soporte poroso, por ejemplo, mediante recubrimiento por cortina, recubrimiento por extrusión, recubrimiento por cuchilla de aire, recubrimiento por deslizamiento, recubrimiento por rodillo de presión, recubrimiento por rodillo directo, recubrimiento por rodillo inverso, recubrimiento por inmersión, recubrimiento por rodillo de recubrimiento inferior, recubrimiento por varilla o recubrimiento por pulverización. El recubrimiento de múltiples capas puede hacerse simultáneamente o consecutivamente. Para el recubrimiento simultáneo de múltiples capas, se prefieren el recubrimiento por cortina, el recubrimiento por deslizamiento, el recubrimiento por boquilla de ranura ancha y el recubrimiento por extrusión.

40 En consecuencia, en un método preferido, la composición de la presente invención se produce de forma continua en el soporte en movimiento, más preferentemente, de acuerdo con una unidad de producción que incluye una unidad de aplicación de la composición, una fuente de irradiación para el curado de la composición, una unidad de recogida de la membrana y un medio para mover el soporte de la unidad de aplicación de la composición descrita anteriormente a la fuente de irradiación y la unidad de recogida de la membrana.

45 En un proceso de producción preferido de la presente invención, la membrana polimérica funcional de la presente invención se produce mediante un proceso de (i) aplicación y/o impregnación de la composición para la formación de la membrana polimérica funcional de acuerdo con la presente invención en el soporte poroso, (ii) permitir la reacción de curado de la composición mediante irradiación con luz y (iii) retirada de la membrana formada del soporte según se desee.

50 La unidad de aplicación de la composición descrita anteriormente puede colocarse en una posición corriente arriba de la fuente de irradiación y la fuente de irradiación se coloca en una posición corriente arriba de la unidad de recogida de la membrana.

55 Con el fin de aplicar la composición usando una máquina de recubrimiento de alta velocidad, la composición que es el líquido de aplicación tiene preferentemente una fluidez suficiente. La composición de la presente invención tiene preferentemente una viscosidad de menos de 4.000 mPas, más preferentemente de 1 a 1.000 mPas y mucho más preferentemente de 1 a 500 mPas, cuando se mide a 35 °C. Para los métodos de recubrimiento tales como el recubrimiento por perlas deslizantes, la viscosidad preferida es de 1 a 100 mPas cuando se mide a 35 °C.

60 Si se aplica una técnica de recubrimiento de alta velocidad, la composición de la presente invención puede aplicarse sobre el soporte en movimiento a una velocidad superior a 15 m/min o superior a 20 m/min, por ejemplo, y adicionalmente a una velocidad alta tal como 60 m/min o 120 m/min o que alcanza los 400 m/min como máximo.

65

5 Cuando la membrana polimérica funcional se incorpora en el soporte poroso con el fin de mejorar la resistencia mecánica, en particular, como soporte, preferentemente se usa uno en el que el soporte se somete a tratamiento de descarga de corona, tratamiento de descarga luminiscente, tratamiento con llama o tratamiento de irradiación con luz ultravioleta, como se ha mencionado anteriormente, para mejorar la humectabilidad y la resistencia a la adhesión.

10 La reacción de curado se inicia preferentemente a los 60 segundos, más preferentemente, a los 15 segundos, en particular, preferentemente, a los 5 segundos y mucho más preferentemente, a los 3 segundos después de que la composición se aplique o se impregne en el soporte de la presente invención.

15 El tiempo de reacción de curado, en particular, el tiempo de exposición (tiempo de irradiación) para la reacción de curado es preferentemente inferior a 30 segundos, más preferentemente, inferior a 10 segundos y, preferentemente, inferior a 5 segundos, en particular, preferentemente, inferior a 3 segundos y, mucho más preferentemente, inferior a 2 segundos. En el método de recubrimiento continuo descrito anteriormente, el tiempo de reacción de curado está determinado por la velocidad a la que la composición que se mueve en el soporte pasa a través de un haz de irradiación y se mueve, mientras que la irradiación con luz se realiza de forma continua.

20 Cuando se usan rayos de energía de alta intensidad, en particular, luz ultravioleta (luz UV), para la reacción de curado, puede generarse una cantidad considerable de calor. Por tanto, con el fin de evitar el sobrecalentamiento, se usa preferentemente aire de refrigeración para una lámpara y/o el soporte/membrana. Además, se irradia una dosis significativa de luz infrarroja (luz IR) con la luz ultravioleta (luz UV) en varios casos y, por tanto, la luz ultravioleta (luz UV) se irradia preferentemente a través de un filtro de una placa de cuarzo reflectante del IR.

25 Como rayos de energía para la irradiación en la reacción de curado, se prefiere la luz ultravioleta. Como longitud de onda para la irradiación, en el presente documento, es preferible una longitud de onda que coincida con una longitud de onda de absorción de un fotoiniciador arbitrario incluido en la composición y, por ejemplo, se prefiere UV-A (de 400 a 320 nm), UV-B (de 320 a 280 nm) o UV-C (de 280 a 200 nm).

30 Una fuente de luz ultravioleta como fuente de luz de irradiación es una lámpara de arco de mercurio, una lámpara de arco de carbono, una lámpara de mercurio a baja presión, una lámpara de mercurio a presión media, una lámpara de mercurio a alta presión, una lámpara de arco de plasma de flujo turbulento, una lámpara de haluro de metal, una lámpara de xenón, una lámpara de tungsteno, una lámpara de halógeno, láser y un diodo emisor de luz ultravioleta. Se prefieren particularmente lámparas emisoras de luz ultravioleta del tipo de vapor de mercurio a presión media o alta. Además de esto, también se prefiere una en la que se añade un aditivo tal como haluro de metal con el fin de modificar un espectro de emisión de la lámpara. En la mayoría de los casos, son particularmente adecuadas lámparas con máximos de emisión entre 200 y 450 nm.

35 El rendimiento de energía de la fuente de irradiación es preferentemente de 20 a 1.000 W/cm, preferentemente de 40 a 500 W/cm, pero puede ser mayor o menor, a condición de que pueda conseguirse la dosis de exposición deseada. El grado de curado se controla mediante la intensidad de la exposición. La dosis de exposición es preferentemente de al menos 40 mJ/cm², más preferentemente de entre 100 y 2.000 mJ/cm², mucho más preferentemente de entre 150 y 1.500 mJ/cm² como se mide mediante un Radiómetro de UV de alta energía (UV Power Puck™ fabricado por EIT-Instruments Markets) en el intervalo UV-A indicado por el aparato. El tiempo de exposición puede seleccionarse libremente, pero se prefiere el tiempo de exposición mencionado anteriormente y se prefiere en particular un tiempo de menos de 2 segundos.

40 En el recubrimiento de alta velocidad, se usa preferentemente una pluralidad de fuentes de irradiación con el fin de alcanzar una dosis deseada, y en este caso, las intensidades de la exposición de la pluralidad de fuentes de irradiación pueden ser iguales o diferentes entre sí.

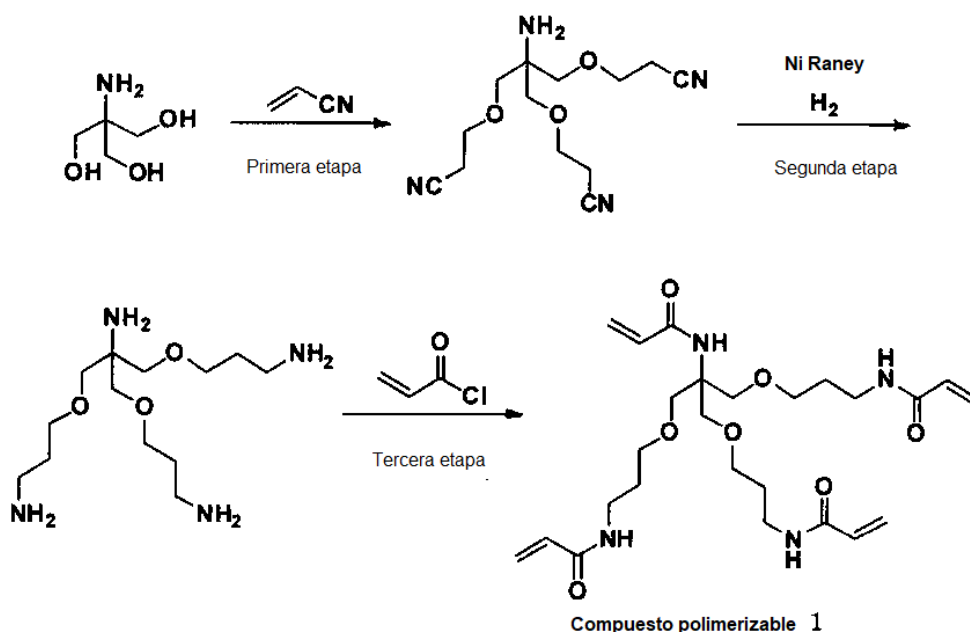
45 En la membrana polimérica funcional de la presente invención, en particular, se pretende principalmente el uso de la membrana en el intercambio iónico. Sin embargo, la membrana polimérica funcional de la presente invención no se limita al intercambio iónico y puede usarse preferentemente también para la ósmosis inversa y la separación de gases.

55 Ejemplos

60 A continuación, la presente invención se describirá en más detalle con referencia a ejemplos, pero la presente invención no se limita a estos ejemplos. A menos que se indique lo contrario, "parte" o "partes" y "porcentaje" o "porcentajes" son en masa.

(Síntesis del compuesto polimerizable representado por la Fórmula (1))

65 El compuesto polimerizable 1 ejemplificado que se describe a continuación se sintetizó de acuerdo con el siguiente esquema.



(Primera etapa)

- 5 Se añadieron 121 g (1 equivalente) de tris(hidroximetil)aminometano (fabricado por Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.), 84 ml de solución acuosa de hidróxido de potasio al 50 % y 423 ml de tolueno a un matraz de tres bocas de 1 l de capacidad, equipado con una barra de agitación y agitado, el sistema de reacción se mantuvo a 20 °C a 25 °C en un baño de agua y se añadieron gota a gota 397,5 g (7,5 equivalentes) de acrilonitrilo durante 2 horas. Después de agitar durante 1,5 horas después del goteo, se añadieron 540 ml de tolueno al sistema de reacción, la mezcla de reacción se trasladó a un embudo de separación y se separó la capa acuosa. La capa orgánica restante se secó con sulfato de magnesio, después se realizó una filtración con celite y el disolvente se separó por destilación a presión reducida, con lo que se obtuvo un aducto de acrilonitrilo. El resultado del análisis por RMN-¹H y EM de la sustancia obtenida mostró una buena coincidencia con el espectro de RMN-¹H de las sustancias conocidas, por lo que la sustancia se usó en la reacción de reducción siguiente sin purificación adicional.

15

(Segunda etapa)

- 20 Se pusieron 24 g del aducto de acrilonitrilo que se obtuvo en primer lugar, 48 g de un catalizador de Ni (níquel Raney 2.400, fabricado por WR Grace & Co.) y 600 ml de una solución 1:1 de agua amoniacal al 25 % y metanol en un autoclave de 1 l de capacidad y se suspendieron, y el recipiente de reacción se cerró. Se introdujo hidrógeno a 10 Mpa en el recipiente de reacción y se dejó reaccionar durante 16 horas a una temperatura de reacción de 25 °C.

- 25 La desaparición de las materias primas se configuró mediante RMN ¹H, la mezcla de reacción se filtró con celite y el celite se lavó varias veces con metanol. El disolvente se separó por destilación a presión reducida del filtrado, con lo que se obtuvo un cuerpo de poliamina. La sustancia obtenida se usó en la siguiente reacción sin purificación adicional.

(Tercera etapa)

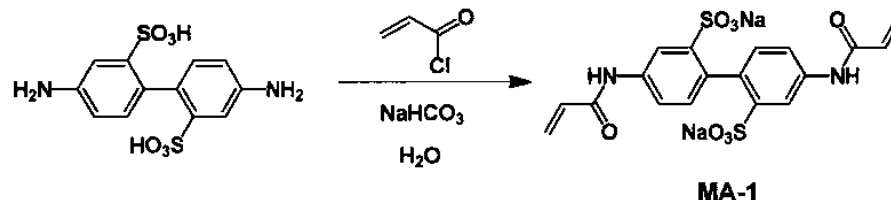
- 30 Se añadieron 30 g del cuerpo de poliamina que se obtuvo en primer lugar, 120 g (14 equivalentes) de NaHCO₃, 1 l de diclorometano y 50 ml de agua a un matraz de tres bocas de 2 l de capacidad, equipado con un agitador, se añadieron gota a gota 92,8 g (10 equivalentes) de cloruro de acrililo durante 3 horas en un baño de hielo y después de ello la mezcla se agitó durante 3 horas a temperatura ambiente. La desaparición de las materias primas se configuró mediante RMN ¹H, después el disolvente se separó por destilación a presión reducida de la mezcla de reacción, la mezcla de reacción se secó con sulfato de magnesio, se realizó una filtración con Celite y el disolvente se separó por destilación a presión reducida. Por último, la mezcla se purificó mediante cromatografía en columna (acetato de etilo/metanol = 4:1), con lo que se obtuvo un sólido de color blanco (rendimiento del 40 %) a temperatura normal. El rendimiento de las tres etapas fue del 40 %.

- 40 El análisis por RMN-¹H del sólido de color blanco resultante se midió en las condiciones de medición que se describen a continuación y se confirmó que el sólido era un compuesto polimerizable 1 objetivo. La Fig. 1 muestra un espectro de RMN-¹H.

Disolvente de RMN-¹H: cloroformo deuterado, patrón interno: TMS

(Síntesis del compuesto polimerizable representado por la Fórmula (MA))

El compuesto polimerizable MA-1 ejemplificado que se describe a continuación se sintetizó de acuerdo con el siguiente esquema.



10 En un matraz de tres bocas de 5 l, se pusieron 288,29 g (3,43 mol) de hidrógenocarbonato de sodio (N.º de producto: 195-01303, fabricado por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) y 1343 ml de agua de intercambio iónico, y mientras la mezcla resultante se agitaba a temperatura ambiente, se añadieron 268,6 g (0,78 mol) de ácido 4,4'-bencidina-2,2'-disulfónico (N.º de producto: B0395, fabricado por Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) poco a poco a la misma. La mezcla resultante se agitó durante 30 minutos a temperatura ambiente y después se enfrió con enfriamiento con hielo y se agitó continuamente. Mientras la mezcla se agitaba con enfriamiento con hielo, se añadieron 138,7 ml (1,53 mol) de cloruro de acrilóilo (N.º de producto: 013-12485, fabricado por Wako Pure

15 Chemical Industries, Ltd.) gota a gota poco a poco con el fin de mantener el interior del sistema a 10 °C o menos. Después de la finalización de la adición gota a gota, la mezcla resultante se agitó con enfriamiento con hielo durante 1 hora y después durante 3 horas a temperatura ambiente. A la mezcla de reacción, se le añadieron 2.686 ml de alcohol isopropílico poco a poco y una materia insoluble formada se separó por filtración. El filtrado resultante se transfirió a una cubeta de acero inoxidable de 30 l y, mientras el filtrado se agitaba a temperatura ambiente, se añadieron 10.744 ml de alcohol isopropílico poco a poco a la misma. El cristal resultante se obtuvo por filtración y después el cristal se lavó con 1.074 ml de solución mixta de alcohol isopropílico:agua (5:1) para obtener 339 g (rendimiento: 87 %) de un compuesto objetivo (MA-1).

20 RMN-¹H (300 MHz, DMSO-d₆) δ: 10,3 (s, 2H), 8,09 (d, J = 2,4 Hz, 2H), 7,71 (dd, J = 2,4, 8,4 Hz, 2H), 7,16 (d, J = 8,4 Hz, 2H), 7,71 (dd, J = 2,4, 8,4 Hz, 2H)

25 (Ejemplo 1)

(Síntesis de una membrana de intercambio catiónico)

30 Un líquido aplicación de una composición que tiene una formulación que se muestra en la Tabla 1 a continuación se aplicó manualmente a una placa de aluminio a una velocidad de aproximadamente 5 m/min usando una varilla de alambre enrollado de 150 μm y, posteriormente, el líquido de aplicación se impregnó en un tejido no tejido (FO-2223-10, 100 μm de grosor, fabricado por Freudenberg & Co. Kirguistán). Un líquido aplicación en exceso se retiró usando una varilla alrededor de la cual no se había enrollado ningún alambre. Una temperatura del líquido de aplicación

35 durante la aplicación fue de aproximadamente 40 °C. Una membrana de intercambio catiónico se preparó usando un sistema de exposición de UV (modelo: Light Hammer 10, válvula D, velocidad de la cinta transportadora: 15 m/min, resistencia del 100 %, fabricado por Fusión UV Systems Inc.) y realizando una reacción de curado del soporte impregnado con líquido de aplicación descrito anteriormente. Una cantidad de exposición fue de 750 mJ/cm² en una región UV-A. La membrana resultante se retiró de la placa de aluminio y se almacenó en una solución 0,1 M de NaCl durante al menos 12 horas.

(Ejemplos 2 a 7)

45 Se prepararon membranas de intercambio catiónico en los Ejemplos 2 a 7 de la misma manera que en la preparación de la membrana de intercambio catiónico del Ejemplo 1 excepto porque la formulación se cambió a las formulaciones que se muestran en la Tabla 1 a continuación, respectivamente.

(Ejemplos Comparativos 1 a 4)

50 Se prepararon membranas de intercambio catiónico en los Ejemplos Comparativos 1 a 4 de la misma manera que en la preparación de la membrana de intercambio catiónico del Ejemplo 1 excepto porque la formulación se cambió a las formulaciones que se describen en la Tabla 1 a continuación, respectivamente.

Tabla 1

Función	Abreviatura	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7
		masa(g)	masa (g)	masa (g)	masa (g)	masa (g)	masa (g)	masa (g)
Disolvente	AP	12,50	12,50	32,33	32,82	32,33	12,5	25,5
Inhibidor de la polimerización	Genorad16	0,50	0,50	0,33	0,33	0,31	0,50	0,33
Agente neutralizante	LiOH•H ₂ O	6,38	8,50	-	-	-	8,50	-
Agente neutralizante	NaOH	-	-	3,66	5,44	1,26	-	5,44
Monómero catiónico	AMPS	32,08	42,77	18,97	28,24	6,52	42,77	28,25
Disolvente	IPA	18,10	18,10	-	-	-	13,58	7,26
Agente de reticulación	Compuesto polimerizable 1	26,80	16,11	-	-	-	16,11	-
Agente de reticulación	MA-1	-	-	42,72	31,21	50,54	-	31,71
Preventivo de cráteres	Tego Glide 432	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98
Iniciador de la polimerización	Darocur 1173	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	0,5

Tabla 1 (continuación)

Función	Abreviatura	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4
		masa (g)	masa (g)	masa (g)	masa (g)
Disolvente	AP	12,50	32,33	16,25	42,5
Inhibidor de la polimerización	Genorad16	0,50	0,33	0,50	0,33
Agente neutralizante	LiOH•H ₂ O	10,62	-	8,50	-
Agente neutralizante	NaOH	-	2,26	-	-5,44
Monómero catiónico	AMPS	53,46	6,52	42,77	28,25
Disolvente	IPA	18,10	-	23,53	12,5
Agente de reticulación	Compuesto polimerizable 1	5,42	-	16,11	-
Agente de reticulación	MA-1	5,42	56,54	-	31,5
Preventivo de cráteres	Tego Glide 432	1,00	1,00	1,00	0,98
Iniciador de la polimerización	Darocur 1173	0,50	1,00	0,5	0,5

5 [Explicación de las abreviaturas de la Tabla 1]

AP: agua pura

Genorad 16: nombre comercial, fabricado por Rahn AG

AMPS: Ácido 2-acrilamida-2-metilpropanosulfónico [Compuesto ejemplificado (B-9)]

10 IPA: alcohol isopropílico

Tego Glide 432: nombre comercial, fabricado por Evonik Industries

Darocur 1173: nombre comercial, fabricado por Ciba Specialty Chemicals Inc.

15 Para las membranas de intercambio catiónico preparadas en los Ejemplos 1 a 7 y los Ejemplos comparativos 1 a 4, se evaluaron los siguientes elementos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2 a continuación.

[Condiciones de medición del MEB]

20 La membrana para la medición se recubrió con 1,5 nm de Pt y la medición se realizó en las siguientes condiciones.

Voltaje de aceleración: 2 kV

Distancia de trabajo: 4 mm

Apertura: 4

Ampliación: 100.000 veces

25 Vista inclinada: 3 °

[Resistencia eléctrica de la membrana ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)]

30 Ambos lados de la membrana se sumergieron en una solución acuosa 0,5 M de NaCl durante aproximadamente 2 horas, se limpiaron usando un papel de filtro seco y la membrana se interpuso entre dos cámaras de una célula de

dos cámaras (área efectiva de la membrana: 1 cm^2 , se usaron electrodos de platino como electrodos). Ambas cámaras se llenaron con 100 ml de NaCl con una concentración idéntica y la célula se colocó en un baño de agua de temperatura constante a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y se dejó reposar hasta que la célula alcanzó el equilibrio. Una temperatura del líquido en la célula alcanzó exactamente $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y después se midió la resistencia eléctrica r_1 usando un puente de corriente alterna (frecuencia: 1.000 Hz). Una concentración de NaCl para la medición se ajustó a $0,5 \text{ M}$, $0,7 \text{ M}$, $1,5 \text{ M}$, $3,5 \text{ M}$ y $4,5 \text{ M}$ y la medición se realizó a partir de un líquido de baja concentración en el orden de concentración. A continuación, la membrana se retiró y se ajustó el líquido solamente a una solución acuosa $0,5 \text{ M}$ de NaCl y se midió la resistencia eléctrica r_2 entre ambos electrodos para determinar la resistencia eléctrica r a partir de una diferencia: $r_1 - r_2$.

En la Tabla 2 a continuación, "resistencia eléctrica de la membrana" se abrevió como "resistencia de la membrana" y se describió.

[Fracción de volumen de poros (%) de una membrana]

Se calculó la conductividad eléctrica A (S/cm^2) de una membrana, de acuerdo con la siguiente Fórmula (a), a partir de la resistencia eléctrica R de la membrana según se mide en el líquido de NaCl $0,5 \text{ M}$, $0,7 \text{ M}$, $1,5 \text{ M}$, $3,5 \text{ M}$ y $4,5 \text{ M}$.

$$A(\text{S}/\text{cm}^2) = 1/R \quad \text{Fórmula (a)}$$

A continuación, se midieron la conductividad eléctrica en cada solución de concentración de NaCl y el espesor de la membrana y se calculó la conductividad eléctrica de la solución por unidad de espesor de la membrana B (S/cm^2) en cada solución de concentración de NaCl. Cuando se preparó un gráfico mediante el establecimiento de la conductividad eléctrica A de esta membrana como el eje y , y la conductividad eléctrica de la solución por unidad de espesor de la membrana B en cada solución de concentración de NaCl como el eje x , una intersección con el eje y de una curva aproximada de los gráficos obtenidos se tomó como C y una fracción de volumen de poros se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula (b).

$$\text{Fracción de volumen de poros} = (AC)/B \quad \text{Fórmula (b)}$$

La permeabilidad selectiva iónica se calculó midiendo el potencial de membrana (V) mediante la medición del potencial de membrana estático. Se separaron dos células electrolíticas (células) mediante una membrana medida. Antes de la medición, la membrana alcanzó el equilibrio en una solución acuosa $0,05 \text{ M}$ de NaCl en aproximadamente 16 horas. Después, las soluciones acuosas de NaCl que tenían diferentes concentraciones se vertieron en las células en un lado dirigido hacia las membranas medidas, respectivamente.

En una célula, se vertieron 100 ml de solución acuosa $0,05 \text{ M}$ NaCl. En la otra célula, se vertieron 100 ml de solución acuosa $0,5 \text{ M}$ de NaCl.

En un baño de temperatura constante, la temperatura de la solución acuosa de NaCl en la célula se estabilizó a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y, después, mientras que ambos líquidos se hacían fluir hacia la cara de la membrana, tanto las células electrolíticas como un electrodo de referencia de Ag/AgCl (fabricado por Metrohm AG) se conectaron con un puente de sal para medir el potencial de membrana (V), y el número de transporte t se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula (c).

Además, un área efectiva de la membrana era de 1 cm^2 .

$$t = (a+b)/2b \quad \text{Fórmula (c)}$$

Un detalle de cada signo en la fórmula (c) descrita anteriormente se muestra a continuación.

a: Potencial de membrana (V)

b: $0,5915 \log(f_1 c_1 / f_2 c_2)$ (V)

f_1 y f_2 : coeficientes de actividad de NaCl en ambas células

c_1 y c_2 : concentraciones de NaCl (M) en ambas células

[Permeabilidad al agua ($\text{ml}/\text{m}^2/\text{Pa}/\text{h}$)]

La permeabilidad al agua de la membrana se midió usando un dispositivo que tiene un canal de flujo 10 que se muestra en la Fig. 1. En la Fig. 1, el signo 1 representa una membrana y los signos 3 y 4 representan canales de flujo de una solución de alimentación (agua pura) y una solución de extracción (NaCl 3 M), respectivamente. Una flecha del signo 2 muestra un flujo de agua separado de la solución de alimentación.

A través de la membrana, se pusieron en contacto 400 ml de solución de alimentación y 400 ml de solución de extracción (área de contacto de la membrana 18 cm^2), y cada solución se dejó fluir a una velocidad de $0,11 \text{ cm/s}$ en una dirección de una flecha de un signo 5 usando una bomba Perista. Una velocidad a la que el agua en la solución

de alimentación penetra en la solución de extracción a través de la membrana se analizó mediante la medición de masas de la solución de alimentación y la solución de extracción a tiempo real para determinar la permeabilidad al agua.

5 Tabla 2

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7
Espesor de la membrana (μm)	110	111	161	159	151	135	151
Fracción de volumen de poros (%)	1,36	1,92	0,70	1,45	1,20	2,24	1,10
Número de transporte	0,97	0,95	0,98	0,97	0,97	0,95	0,97
Permeabilidad al agua ($\text{ml}/\text{m}^2/\text{Pa}/\text{h}$)	$7,74 \times 10^{-5}$	$11,35 \times 10^{-5}$	$3,30 \times 10^{-5}$	$5,95 \times 10^{-5}$	$5,30 \times 10^{-5}$	$11,60 \times 10^{-5}$	$5,30 \times 10^{-5}$
Resistencia de la membrana ($\Omega \cdot \text{cm}^2$) NaCl 0,5 M	3,45	1,33	4,33	3,46	4,35	1,99	3,65
Resistencia de la membrana ($\Omega \cdot \text{cm}^2$) NaCl 4,5 M	1,89	0,95	2,50	2,11	2,16	1,18	2,51
(A) Compuesto polimerizable/ (B) Monómero copolimerizable (relación molar)	0,34	0,15	0,94	0,46	3,24	0,38	1,12

Tabla 2 (continuación)

	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4
Espesor de la membrana (μm)	175	124	166	144
Fracción de volumen de poros (%)	15,09	0,57	3,80	3,11
Número de transporte	0,53	0,99	0,90	0,92
Permeabilidad al agua ($\text{ml}/\text{m}^2/\text{Pa}/\text{h}$)	$34,08 \times 10^{-5}$	$3,20 \times 10^{-5}$	$16,50 \times 10^{-5}$	$14,20 \times 10^{-5}$
Resistencia de la membrana ($\Omega \cdot \text{cm}^2$) NaCl 0,5 M	0,55	6,50	1,70	2,94
Resistencia de la membrana ($\Omega \cdot \text{cm}^2$) NaCl 4,5 M	0,38	2,90	1,00	2,26
(A) Compuesto polimerizable/ (B) Monómero copolimerizable (relación molar)	0,04	3,53	0,38	1,12

10 Como se deduce a partir de la Tabla 2, todas las membranas de intercambio catiónico en los Ejemplos 1 a 7 en las que la fracción de volumen de poros está en el intervalo definido en la presente invención tuvieron la resistencia de la membrana y la permeabilidad al agua bajas en una región de concentración de intervalo amplio y mostraron buenos resultados también para el número de transporte. Por el contrario, las membranas de intercambio catiónico en los Ejemplos Comparativos 1 a 4 en las que la fracción de volumen de poros está fuera del intervalo definido en la presente invención fueron inferiores en una cualquiera de la resistencia de la membrana y la permeabilidad al agua en comparación con todas las membranas de intercambio catiónico en los Ejemplos 1 a 7.

15 Habiendo descrito la invención en relación con las presentes realizaciones, es la intención de los inventores que la invención no se vea limitada por ninguno de los detalles de la descripción, a menos que se especifique lo contrario, sino más bien por el alcance como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

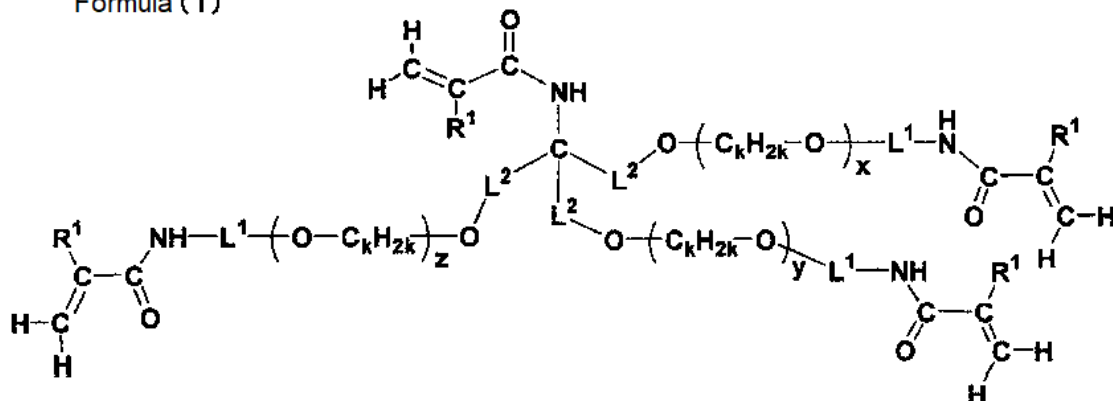
20 LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

- 1 Membrana
- 2 Flecha que muestra que el agua en una solución de alimentación que penetra en una solución de extracción a través de una membrana
- 3 Canal de flujo de la solución de alimentación
- 4 Canal de flujo de la solución de extracción
- 5 Dirección de movimiento de un líquido
- 10 Canal de flujo en un dispositivo para la medición de la permeabilidad al agua

REIVINDICACIONES

1. Una membrana polimérica funcional que tiene una fracción de volumen de poros del 0,6 % o más y del 3,0 % o menos preparada permitiendo una reacción de curado de una composición que contiene un compuesto polimerizable (A) y un monómero copolimerizable (B);
 5 en la que el compuesto polimerizable (A) es un compuesto representado por la Fórmula (1), y en la que el monómero copolimerizable (B) es un compuesto polimerizable monofuncional;

Fórmula (1)



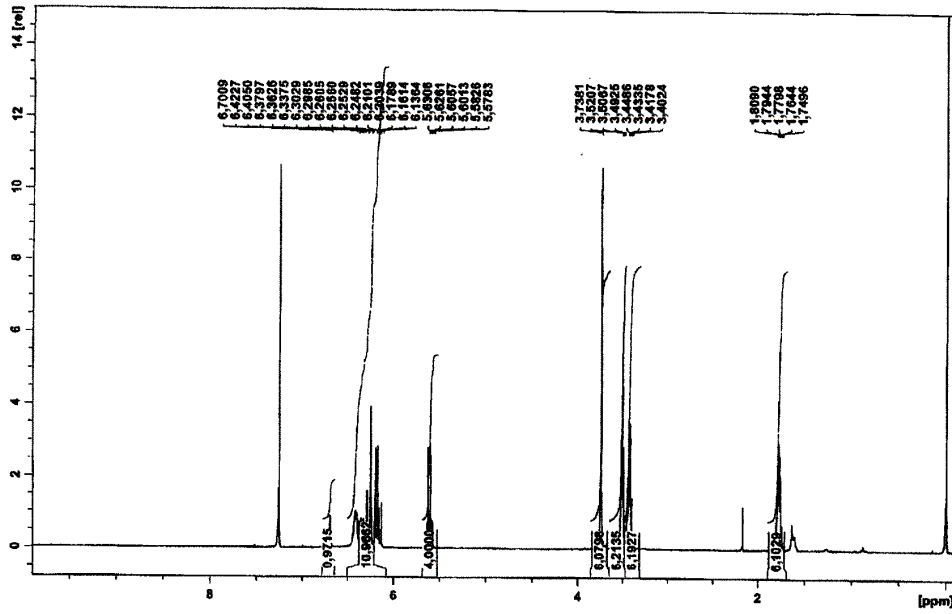
- 10 en la que R¹ representa un átomo de hidrógeno o un grupo metilo; L¹ representa un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 4 átomos de carbono; en L¹, el átomo de oxígeno y el átomo de nitrógeno enlazados a ambos extremos de L¹ no se enlazan al mismo átomo de carbono de L¹; L² representa un grupo de unión divalente; k representa 2 o 3; x, y y z representan cada uno independientemente un número entero de 0 a 6; y (y+x+z) satisface de 0 a 18;
 15 en la que la relación molar r del compuesto polimerizable (A) con respecto al monómero copolimerizable (B) es de 0,1 < r < 3,5;
 en la que un disolvente (C) está contenido en la composición, y un contenido del disolvente (C) es de 1 a 35 partes en masa basado en 100 partes en masa de la masa total de la composición; y
 20 en la que la fracción de volumen de poros se calcula a partir de la siguiente Fórmula (b):

$$\text{Fracción de volumen de poros} = (A-C)/B \quad (b);$$

- 25 cuando la resistencia eléctrica de la membrana polimérica funcional se mide en soluciones de NaCl que tienen cinco concentraciones diferentes, la conductividad eléctrica de la membrana tras la inmersión de la membrana en la solución de NaCl que tiene cada concentración se toma como A (S/cm²), la conductividad eléctrica por unidad de espesor de membrana en la solución de NaCl que tiene cada concentración se toma como B (S/cm²) y una intersección con el eje y tras A sobre un eje y, y B sobre un eje x se toma como C.
- 30 2. La membrana polimérica funcional de acuerdo con la Reivindicación 1, en la que el compuesto polimerizable (A) tiene al menos un grupo etilénicamente insaturado en su molécula, y es soluble en agua.
- 35 3. La membrana polimérica funcional de acuerdo con las Reivindicaciones 1 o 2, en la que el compuesto polimerizable (A) es un compuesto seleccionado entre el grupo que consiste en un compuesto de (met)acrilato, un compuesto de (met)acrilamida, un compuesto de vinil éter, un compuesto de vinilo aromático, un compuesto de N-vinilamida y un compuesto de alilo.
- 40 4. La membrana polimérica funcional de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el monómero copolimerizable (B) tiene un grupo disociativo.
5. La membrana polimérica funcional de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el grupo disociativo se selecciona entre el grupo que consiste en un grupo sulfo o una sal del mismo, un grupo carboxi o una sal del mismo, un grupo amonio y un grupo piridinio.
- 45 6. La membrana polimérica funcional de acuerdo con las Reivindicaciones 4 o 5, en la que el grupo disociativo es un grupo sulfo o una sal del mismo, o un grupo carboxi o una sal del mismo.
- 50 7. La membrana polimérica funcional de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 6, en la que el monómero copolimerizable (B) es un compuesto de (met)acrilato o un compuesto de (met)acrilamida.

8. La membrana polimérica funcional de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 7, en la que un contenido de sólidos del compuesto polimerizable (A) es de 10 a 85 partes en masa basado en 100 partes en masa del contenido sólido total en la composición.
- 5 9. La membrana polimérica funcional de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 8, que contiene un soporte.
- 10 10. La membrana polimérica funcional de acuerdo con la Reivindicación 9, en la que el soporte es un tejido sintético o un tejido no tejido sintético, una película similar a una esponja o una película que tiene orificios pasantes microscópicos.
11. La membrana polimérica funcional de acuerdo con las Reivindicaciones 9 o 10, caracterizada porque el soporte está hecho de poliolefina.
- 15 12. La membrana polimérica funcional de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 11, en la que la membrana polimérica funcional es una membrana de intercambio iónico, una membrana de ósmosis inversa, una membrana de ósmosis directa o una membrana de separación de gases.
- 20 13. Un método de producción de la membrana polimérica funcional de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 12, que comprende la etapa de:
- 25 permitir una reacción de curado de una composición que contiene el compuesto polimerizable (A) y el monómero copolimerizable (B) en la relación molar r $0,1 < r < 3,5$, ajustando de este modo una fracción de volumen de poros del 0,6 % o más y del 3,0 % o menos y en donde un disolvente (C) está contenido en la composición, y un contenido del disolvente (C) es de 1 a 35 partes en masa basado en 100 partes en masa de la masa total de la composición.
- 30 14. El método de acuerdo con la Reivindicación 13, en el que el disolvente (C) es agua o un disolvente miscible en agua.
- 35 15. El método de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 13 a 14, que comprende las etapas de:
- aplicar y/o impregnar la composición a un soporte; y
permitir una reacción de curado de la composición para formar una membrana.
16. El método de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 13 a 15, en el que la reacción de curado incluye una reacción de curado debida a la polimerización de la composición mediante la irradiación de la composición con rayos de energía.

{Fig. 1}



{Fig. 2}

