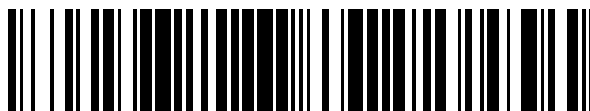


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 335**

51 Int. Cl.:
B01D 71/36 (2006.01)
B01D 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06255038 .9**
96 Fecha de presentación: **29.09.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1769841**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.04.2007**

54 Título: **Membrana hidrófila y procedimiento asociado**

30 Prioridad:
30.09.2005 US 241227

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.03.2012

73 Titular/es:
**GENERAL ELECTRIC COMPANY
ONE RIVER ROAD
SCHENECTADY, NY 12345, US**

72 Inventor/es:
**Duong, Hieu Minh;
Koeniger, Rainer;
Olson, Daniel Robert;
Zhou, Hongyi;
Brunelle, Daniel Joseph y
Olson, Karmin Lorraine**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 377 335 T3

DESCRIPCIÓN

Membrana hidrófila y procedimiento asociado

Antecedentes**Campo técnico**

5 La invención incluye formas de realización que pueden estar relacionadas con una membrana hidrófila. La invención incluye formas de realización que pueden estar relacionadas con un procedimiento de preparación de una membrana hidrófila.

Descripción de la técnica relacionada

10 Las membranas con porosidad, humectabilidad, y resistencia química elevadas pueden ser útiles en, por ejemplo, las aplicaciones de filtración de líquidos por exclusión molecular. Sería deseable el politetrafluoroetileno (PTFE) por su resistencia química, y sería deseable el PTFE expandido (ePTFE) simultáneamente por su resistencia química y porosidad. Sin embargo, debido a la propiedad de hidrofobicidad del PTFE, la filtración de agua líquida es problemática y puede requerir tratamiento.

15 Se puede impartir hidrofiliidad a una membrana de ePTFE mediante, por ejemplo, impregnación usando un copolímero de tetrafluoroetileno/alcohol vinílico. Dichas solución aprovecha la afinidad química del perfluoropolímero en el material de revestimiento con el perfluoropolímero del ePTFE. Sin embargo, la afinidad es suficientemente baja de tal manera que la hidrofiliidad puede ser temporal. Una membrana fluoropolimérica porosa que tiene poros continuos de un lado al otro puede volverse hidrófila revistiendo la membrana interior con una mezcla de tensioactivo fluoroalifático y un poliuretano hidrófilo, pero insoluble en agua. Dicha solución puede aprovechar la afinidad química entre los perfluoropolímeros para formar un sistema de dos capas.

20

En otro enfoque, se puede conseguir la hidrofiliidad de la membrana de PTFE mediante tratamiento de irradiación de la resina en polvo de PTFE. La resina se puede procesar con un porógeno y polvo de PTFE virgen para convertirla en una membrana de PTFE microporosa

25 Se pueden usar membranas de PTFE hidrófilas comercialmente disponibles para la filtración de agua líquida. Además, de las consideraciones de producción problemáticas, los fabricantes de membranas pueden prehumedecer estas membranas y transportarse húmedas hasta los usuarios finales. Dicha membrana puede deshumedecerse o secarse. El secado de la membrana puede volver esta ineficaz y puede necesitar, por ejemplo, consideraciones de transporte indeseables (tales como transporte en húmedo). Otros aspectos indeseables pueden incluir consideraciones económicas tales como la necesidad de una manipulación especial y contenedores herméticos, u un aumento de peso de transporte, y similares.

30

Puede ser deseable disponer de una membrana con propiedades que difieran de las propiedades de las membranas actualmente disponibles. Puede ser deseable disponer de una membrana producida mediante un procedimiento que difiera de los procedimientos actualmente disponibles.

35 El documento US-4778596 da a conocer una membrana semipermeable encapsulada diseñada para ultrafiltración y ósmosis inversa que comprende un sustrato polimérico y una película semipermeable delgada obtenida mediante revestimiento de la superficie externa y todas las superficies internas accesibles del sustrato con al menos una capa de polímero hidrófilo reticulable, y reticular la capa con un compuesto polifuncional que contenga al menos dos grupos funcionales.

Descripción breve

40 La invención proporciona una membrana en una forma de realización. La membrana comprende una membrana base microporosa de PTFE; y un revestimiento reticulable dispuesto sobre una superficie de la membrana. El revestimiento comprende un polímero nucleófilo de polivinilo, y un uretano y/o un isocianato bloqueado.

45 En una forma de realización, una membrana que comprende una membrana base microporosa de PTFE; y un revestimiento reticulado dispuesto sobre una superficie de la membrana. El revestimiento comprende un polímero nucleófilo de polivinilo y un uretano y/o un isocianato bloqueado.

En una realización, se proporciona un procedimiento de formación de una membrana. El procedimiento puede incluir aplicar un revestimiento a una superficie de una membrana base porosa de PTFE.

Descripción detallada

La invención incluye formas de realización que pueden estar relacionadas con una membrana hidrófila. La invención

incluye formas de realización que pueden estar relacionadas con un procedimiento de preparación de una membrana hidrófila.

5 Se puede aplicar un lenguaje aproximado, tal como se usa en el presente documento a lo largo de la memoria y reivindicaciones para modificar cualquier representación cuantitativa que podría variar permisiblemente sin dar como resultado un cambio en la función básica con la cual está relacionada. De acuerdo con esto, un valor modificado por un término o términos, tal como "aproximadamente", no está limitado al valor preciso especificado. En algunos ejemplos, el lenguaje aproximado puede corresponder a la precisión de un instrumento para medir el valor.

10 En una forma de realización, una membrana base inicialmente hidrófoba, tal como una membrana de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE), puede estar revestida con un material precursor polimerizable El material precursor puede reticularse usando un uretano o un isocianato bloqueado.

Membranas de ePTFE adecuadas pueden obtenerse comercialmente de General Electric Energy (Kansas City, Missouri). Tal como se usa en el presente documento, una membrana base puede referirse a una membrana sin revestir, mientras que un término más general de membrana puede referirse a una membrana que comprende una forma de realización de la invención, a no ser que el lenguaje o el contexto indiquen otra cosa.

15 La membrana base puede volverse permeable mediante, por ejemplo, uno o más de perforar, estirar, expandir, burbujear, o extraer la membrana base. Los procedimientos adecuados de preparar la membrana pueden incluir también espumar, cortar en capas finas o colar cualquiera de los materiales adecuados. En formas de realización alternativas, la membrana se puede formar a partir de fibras tejidas o no tejidas.

20 En una forma de realización, se pueden producir poros continuos. La porosidad adecuada puede estar en un intervalo de más de aproximadamente un 10 por ciento en volumen En una forma de realización, la porosidad puede estar en un intervalo de entre aproximadamente 10 por ciento y aproximadamente 20 por ciento, entre aproximadamente 20 por ciento y aproximadamente 30 por ciento, entre aproximadamente 30 por ciento y aproximadamente 40 por ciento, entre aproximadamente 40 por ciento y aproximadamente 50 por ciento, entre aproximadamente 50 por ciento y aproximadamente 60 por ciento, entre aproximadamente 60 por ciento y aproximadamente 70 por ciento, entre aproximadamente 70 por ciento y aproximadamente 80 por ciento, entre aproximadamente 80 por ciento y aproximadamente 90 por ciento, o más de aproximadamente 90 por ciento en volumen. Aquí y a lo largo de la memoria y las reivindicaciones, se pueden combinar y/o intercambiar el intervalo de limitaciones.

Dichos intervalos se identifican por su intervalo de limitaciones, e incluyen todas los subintervalos contenidos en el anterior a no ser que el contexto o el lenguaje indiquen otra cosa.

30 El diámetro del poro puede ser uniforme de poro a poro, y los poros pueden definir un modelo predeterminado alternativamente, el diámetro del poro puede diferir de poro a poro, y los poros pueden definir un modelo irregular. Los diámetros de poro adecuados pueden ser menores de aproximadamente 50 micrómetros. En una forma de realización, un diámetro del poro promedio puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 50 micrómetros a aproximadamente 40 micrómetros, entre aproximadamente 40 micrómetros y aproximadamente 30 micrómetros, entre aproximadamente 30 micrómetros y aproximadamente 20 micrómetros, entre aproximadamente 20 micrómetros y aproximadamente 10 micrómetros, entre aproximadamente 10 micrómetros y aproximadamente 1 micrómetro. En una forma de realización, el diámetro del poro promedio puede ser inferior de aproximadamente 1 micrómetro, en un intervalo de entre aproximadamente 1 micrómetro y aproximadamente 0,5 micrómetros, entre aproximadamente 0,5 micrómetros y aproximadamente 0,25 micrómetros, entre aproximadamente 0,25 micrómetros y aproximadamente 0,1 micrómetros, o menos de aproximadamente 0,1 micrómetros. En una forma de realización, el diámetro del poro promedio puede estar en un intervalo de entre aproximadamente 0,1 micrómetros y aproximadamente 0,01 micrómetros.

45 En una forma de realización, la membrana base puede ser una matriz tridimensional o tener una estructura de tipo red que incluye una pluralidad de nodos interconectados por una pluralidad de fibrillas Las superficies de los nodos y fibrillas pueden definir una pluralidad de poros en la membrana. El tamaño de una fibrilla que ha sido al menos parcialmente sinterizada puede estar en un intervalo de entre aproximadamente 0,05 micrómetros y aproximadamente 0,5 micrómetros de diámetro tomado en una dirección normal a la extensión longitudinal de la fibrilla. El área superficial específica de la membrana porosa puede estar en un intervalo de entre aproximadamente 9 metros cuadrados por gramo de material de membrana a aproximadamente 110 metros cuadrados por gramo de material de membrana.

50 Las superficies de los nodos y fibrillas pueden definir numerosos poros interconexionantes que se extienden a través de la membrana entre las superficies laterales mayores opuestas en una ruta tortuosa. En una forma de realización, el diámetro promedio del poro eficaz de los poros en la membrana puede estar en el intervalo del micrómetro. Un diámetro promedio del poro eficaz adecuado para los poros en la membrana puede estar en un intervalo de entre aproximadamente 0,01 micrómetros y aproximadamente 0,1 micrómetros, entre aproximadamente 0,1 micrómetros y aproximadamente 5 micrómetros, entre aproximadamente 5 micrómetros y aproximadamente 10 micrómetros, o más

de aproximadamente 10 micrómetros.

5 En una forma de realización, la membrana base se puede preparar extruyendo una mezcla de partículas finas de polvo y lubricante. El extrudido posteriormente se puede calandrar. El extrudido calandrado se puede “expandir” o estirar en una o más direcciones para formar fibrillas que conectan nodos para definir una matriz tridimensional o tipo de estructura en enrejado. “Expandido” significa estirado más allá del límite elástico del material para introducir un ajuste permanente o el alargamiento de las fibrillas. La membrana se puede calentar o “sinterizar” para reducir y minimizar la tensión residual en el material de membrana cambiando porciones del material de un estado cristalino a un estado amorfo. En una forma de realización, la membrana puede estar sin sinterizar o parcialmente sinterizada como es apropiado para el uso final contemplado de la membrana.

10 En una forma de realización, la membrana base puede definir varios poros interconectados que comuniquen de manera fluida los entornos adyacentes a las caras principales opuestas de la membrana. La propensión del material de la membrana a permitir que un material líquido, por ejemplo, un líquido polar acuoso, humedezca y pase a través de los poros puede expresarse como una función de una o más propiedades. Las propiedades pueden incluir la energía superficial de la membrana, la tensión superficial del material líquido, el ángulo de contacto relativo entre el material de la membrana y el material líquido, el tamaño o el área de flujo eficaz de los poros, y la compatibilidad del material de la membrana y del material líquido.

15 Las membranas de acuerdo con las formas de realización pueden tener dimensiones diferentes, algunas seleccionadas con referencia a los criterios específicos de aplicación. En una forma de realización, la membrana puede tener un espesor en la dirección del flujo de fluido en un intervalo de menos de aproximadamente 10 micrómetros. En otra forma de realización, la membrana puede tener un espesor en la dirección del flujo de fluido en el intervalo de más de aproximadamente 10 micrómetros, por ejemplo, en un intervalo de entre aproximadamente 10 micrómetros y aproximadamente 100 micrómetros, entre aproximadamente 100 micrómetros y aproximadamente 1 milímetro, entre aproximadamente 1 milímetro y aproximadamente 5 milímetros, o más de aproximadamente 5 milímetros. En una forma de realización, la membrana puede estar formada por una pluralidad de capas diferentes.

20 Perpendicular a la dirección del flujo de fluido, la membrana puede tener una anchura de más de aproximadamente 10 milímetros. En una forma de realización la membrana puede tener una anchura en un intervalo de entre aproximadamente 10 milímetros a aproximadamente 45 milímetros, entre aproximadamente 45 milímetros y aproximadamente 50 milímetros, entre aproximadamente 50 milímetros y aproximadamente 10 centímetros, entre aproximadamente 10 centímetros y aproximadamente 100 centímetros, entre aproximadamente 100 centímetros y aproximadamente 500 centímetros, entre aproximadamente 500 centímetros y aproximadamente 1 metro, o más de aproximadamente 1 metro. La anchura puede ser un diámetro de área circular, o puede ser la distancia al borde periférico más cercano del área poligonal. En una forma de realización, la membrana puede ser rectangular, teniendo una anchura en el intervalo del metro y una longitud indeterminada. Esto es, la membrana puede estar formada en un cilindro determinándose la longitud a distancias predeterminadas durante un funcionamiento en formación continua.

25 Un revestimiento adecuado puede incluir un polímero nucleófilo de polivinilo o material polimerizable, y un medio reticulador o de reticulación. El revestimiento puede formar una red interpenetrante o una estructura polimérica reticulada que une mecánicamente el revestimiento a la membrana base entrelazándose con los poros de la membrana base. En una forma de realización, el revestimiento puede tener afinidad química por la membrana base, o un grupo funcional capaz de interactuar con la membrana base. En una forma de realización, el revestimiento se puede asegurar mecánicamente a la membrana base mediante un procedimiento de reticulación o polimerización irreversible.

30 Polímeros nucleófilos de polivinilo adecuados pueden incluir alcohol polivinílico (PVA), polivinilamina, o una de sus combinaciones. Con referencia particular a una forma de realización, en la que está presente el alcohol polivinílico, el alcohol polivinílico puede reaccionar con el reticulador para formar una red de interpenetración reticulada, en lugar de formar un complejo reversible. En una forma de realización, el reticulador puede llegar a formar parte de la matriz polimérica. En una forma de realización, el reticulador puede funcionar como un catalizador para promover la reticulación de grupos reactivos o funcionales, pero el reticulador puede no estar químicamente unido en la matriz.

35 Se puede obtener comercialmente la polivinilamina adecuada de BASF Corporation (Mount Olive, New Jersey). La polivinilamina puede incluir derivados de polivinilamina. Los derivados adecuados pueden incluir uno o más grupos amino secundarios en lugar de una amina primaria. En una forma de realización, en el esqueleto polimérico pueden aparecer aminas terciarias además de al menos una amina primaria o una amina secundaria. Las aminas secundarias adecuadas pueden incluir uno o más hidrocarburos de cadena corta. El hidrocarburo de cadena corta puede ser alifático, cicloalifático, o aromático. En una forma de realización, el hidrocarburo de cadena corta puede ser metilo.

40 Los polímeros nucleófilos de polivinilo pueden incluir aquellos polímeros nucleófilos de polivinilo que tienen un peso molecular en un intervalo predeterminado de unidades monoméricas. En una forma de realización, el peso molecular del polímero nucleófilo de polivinilo puede ser menor de 2500. En una forma de realización, el peso molecular del polímero nucleófilo de polivinilo puede ser mayor de 2500. En una forma de realización, el peso molecular del polímero

nucleófilo de polivinilo puede estar en un intervalo de entre aproximadamente 2500 y aproximadamente 31.000, entre aproximadamente 31.000 y aproximadamente 50.000, entre aproximadamente 50.000 y aproximadamente 100.000, o más de aproximadamente 100.000.

5 Reticuladores adecuados comprenden uno o más isocianatos o uretanos bloqueados. Los isocianatos bloqueados adecuados pueden incluir un agente bloqueante, y uno o más poliisocianatos aromáticos, poliisocianatos alifáticos, y/o poliisocianatos cicloalifáticos. En una forma de realización, los poliisocianatos pueden incluir uno o más de diisocianato de tolueno, diisocianato de difenilmetano, diisocianato de hexametileno bis-(4-ciclohexilisocianato) de metileno, diisocianato de naftaleno, isocianato de polimetileno-polifenilo, diisocianato de metatetrametilxileno, o isocianato de meta-isopropilbencilo. Es de señalar que en los reticuladores en los que el grupo -NCO no está conjugado con un anillo aromático, el reticulador no está caracterizado como aromático a pesar de la presencia de un grupo aromático que está presente en el reticulador, por ejemplo, se puede considerar el diisocianato de metatetrametilxileno como alifático. En una forma de realización, se puede seleccionar el reticulador con referencia a la presencia, número o cantidad de grupos dimetilo pendientes, o del mismo tipo, que pueden proporcionar impedimento estérico para reducir la actividad del hidroxilo, reducir la propensión de unirse del hidrógeno, y reducir la reactividad del carboxilo.

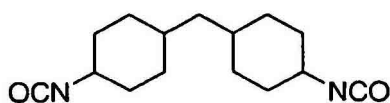
15 En una forma de realización, el reticulador comprende diisocianato de hexametileno o bis-(4-ciclohexil isocianato) de metileno. En una forma de realización, el reticulador consiste esencialmente en un agente bloqueante y diisocianato de hexametileno. En una forma de realización, el reticulador consiste en un agente bloqueante y bis-(4-ciclohexil isocianato) de metileno.

20 El diisocianato de tolueno (TDI) puede ser líquido a temperatura ambiente y está comercialmente disponible como una mezcla de isómeros 2,4 y 2,6. El TDI tiene un punto de fusión a una temperatura en un intervalo de entre aproximadamente 20 grados Celsius a aproximadamente 22 grados Celsius. En calidad comercial, TDI está disponible como 2,4-TDI al 80 %/2,6-TDI al 20 % y 2,4-TDI al 65 %/2,6-TDI al 35 %, en el que el punto de fusión puede estar a una temperatura de aproximadamente 12 grados Celsius. Diisocianato de difenilmetano puede ser sólido a temperatura ambiente. Se puede preparar MDI modificado convirtiendo alguno de los grupos isocianato en grupos carbodiimida, que pueden reaccionar con isocianato en exceso. Se puede preparar MDI líquido mediante la reacción del isocianato con pequeñas cantidades de glicoles.

25 El diisocianato de hexametileno (HDI) (1,6 diisocianato hexano) puede ser líquido a temperatura ambiente. Se pueden preparar al menos dos tipos de poliisocianatos a partir de HDI: HDI de tipo biuret, y HDI de tipo isocianurato. HDI de tipo biuret es un homopolímero de HDI (o HDI polimérico), y se puede obtener tratando HDI con agua. HDI-biuret puede contener menos de aproximadamente un 0,7 % de HDI. Los HDI-isocianuratos pueden contener menos de un 0,3 % de HDI cuando se producen en primer lugar. HDI y sus polímeros pueden ser solubles en disolventes no polares, tales como xileno y tolueno. HDI se puede expresar mediante la estructura que se muestra en la fórmula (I):



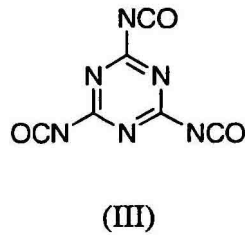
35 El bis-(4-ciclohexilisocianato) de metileno (HMDI) y sus polímeros pueden ser solubles en disolventes no polares, tales como xileno y tolueno. HMDI se puede expresar mediante la estructura que se muestra en la fórmula (II):



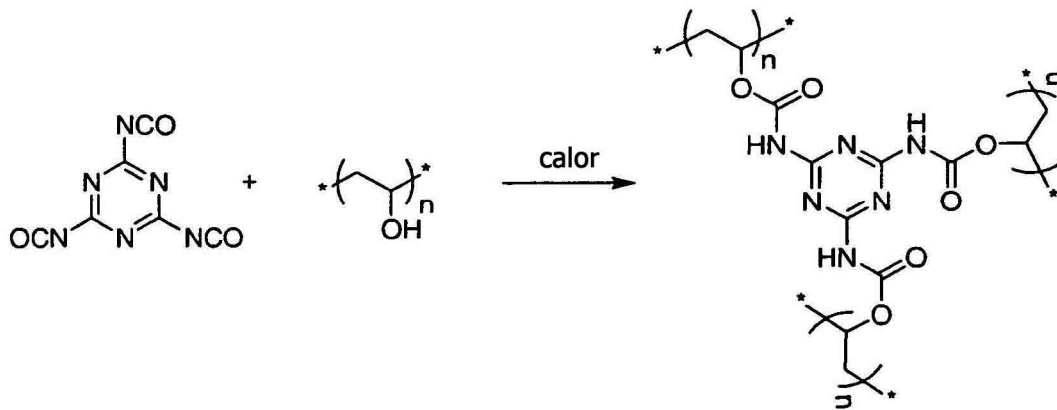
(II)

40 El diisocianato de naftaleno (NDI) y el isocianato de metilo (MIC) pueden ser sólidos a temperatura ambiente. El isocianato de polimetileno-polifenilo (PMPPi) puede ser líquido a temperatura ambiente, y puede incluir de aproximadamente 40 por ciento en peso a aproximadamente 60 por ciento en peso de 4,4'-MDI, siendo el resto otros isómeros de especies triméricas de MDI (por ejemplo, 2,4' y 2') y oligómeros de peso molecular más elevado.

Otro isocianato adecuado puede incluir un material que tiene la fórmula (III):

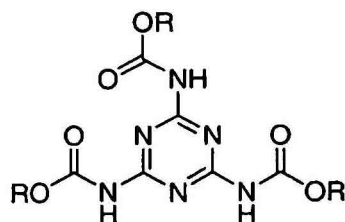


Una polimerización o reticulación de un alcohol polifuncional usando el material de isocianato de fórmula (III), tras el desbloqueo, se puede expresar como:



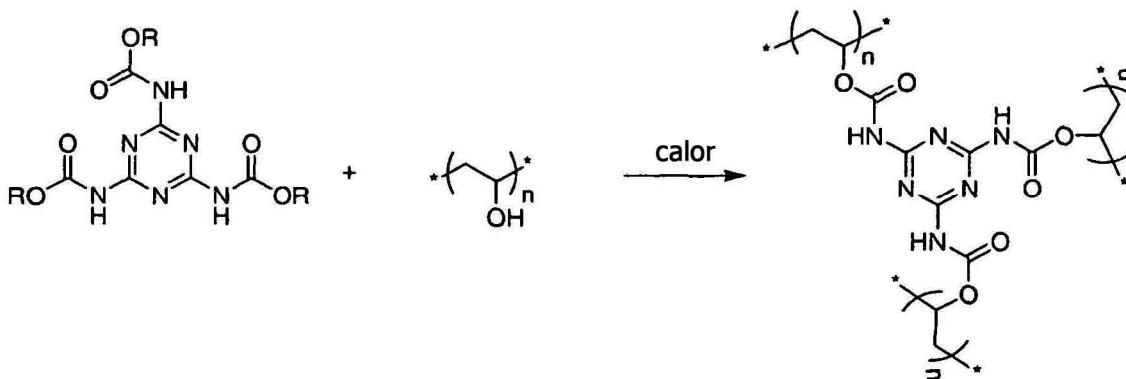
- 5 Isocianatos bloqueados adecuados pueden estar comercialmente disponibles, y/o se pueden formar a partir de, por ejemplo, una reacción de un isocianato con un agente bloqueante, tal como un éster malónico. Otros agentes bloqueantes adecuados pueden incluir una o más aminas, tales como diisopropilamina (DIPA) o t-butil bencilamina (BEBA). Otros agentes bloqueantes más adecuados pueden incluir uno o más de 3,5 dimetilpirazol; metiletilcetoxima; caprolactama; o fenol alquilado.
- 10 Algunos agentes bloqueantes pueden desbloquearse en respuesta a la aplicación de calor. Por ejemplo, 3,5 dimetil pirazol puede desbloquearse a 110 grados Celsius; metiletilcetoxima puede desbloquearse a 150 grados Celsius; los ésteres de ácido malónico pueden desbloquearse a 90 grados Celsius; caprolactama puede desbloquearse a 160 grados Celsius; y fenol alquilado puede desbloquearse a más de aproximadamente 110 grados Celsius. Los aceleradores opcionales, cuando están presentes, pueden disminuir la temperatura de desbloqueo tan baja como
- 15 aproximadamente la temperatura ambiente.
- Uretanos adecuados pueden incluir uno o ambos de los materiales de uretano o isocianatos bloqueados. Un ejemplo de un uretano adecuado puede incluir CYMEL 1158 o CYLINK 2000, que están comercialmente disponibles de Cytec Engineered Materials Inc. (Anaheim, California). Un pH adecuado puede estar en un intervalo de aproximadamente 3 a
- 20 aproximadamente 6. Un peso equivalente adecuado puede ser aproximadamente de 250. La toxicidad puede ser relativamente más baja en comparación con los isocianatos de bajo peso molecular. La viscosidad a aproximadamente 23 grados Celsius puede ser aproximadamente de 10 megaPascales (mPa) por segundo.

En una forma de realización, el uretano puede incluir un material que tiene la fórmula (IV), en la que R es de manera independiente en cada incidencia un alquilo C1 a C4 (por ejemplo, metilo o butilo) a una relación 60/40:



(IV)

Una polimerización o reticulación de un alcohol polifuncional usando el material de uretano de fórmula (IV) se puede expresar como:



- 5 Se pueden usar sales de amonio o aminas (tales como 4-dimetil aminopiridina) para acelerar la reticulación del uretano, que se puede llevar a cabo de otra forma a, por ejemplo, de aproximadamente 100 grados Celsius a aproximadamente 110 grados Celsius. En una forma de realización, se puede añadir aproximadamente 0,5 por ciento en peso de ácido dodecibencenosulfónico para mejorar la estabilidad hidrolítica y/o la dureza.
- 10 Cantidades adecuadas de reticulador pueden ser mayores que aproximadamente 1 por ciento en peso basándose en el polímero. En una forma de realización, la cantidad de reticulador presente puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso, entre aproximadamente 5 por ciento en peso a aproximadamente 10 por ciento en peso, entre aproximadamente 10 por ciento en peso a aproximadamente 15 por ciento en peso, entre aproximadamente 15 por ciento en peso a aproximadamente 20 por ciento en peso, entre aproximadamente 20 por ciento en peso a aproximadamente 25 por ciento en peso, entre aproximadamente 25 por ciento en peso a aproximadamente 30 por ciento en peso, entre aproximadamente 30 por ciento en peso a aproximadamente 40 por ciento en peso, entre aproximadamente 40 por ciento en peso a aproximadamente 50 por ciento en peso, entre aproximadamente 50 por ciento en peso a aproximadamente 60 por ciento en peso, entre aproximadamente 60 por ciento en peso a aproximadamente 75 por ciento en peso, o más de aproximadamente 75 por ciento en peso basándose en el peso total del precursor polimérico nucleófilo de polivinilo.
- 20 Aunque en el reticulador debe estar presente al menos alguna polifuncionalidad, pueden estar presentes también reticuladores monofuncionales. El uso de reticuladores monofuncionales puede ayudar en el control de las propiedades asociadas con el revestimiento hidrófilo de la membrana microporosa.
- 25 Una red interpenetrante reticulada adecuada puede tener un esqueleto flexible y no rígido. En una forma de realización, un esqueleto interpenetrante flexible puede estar exento o esencialmente exento de la funcionalidad epoxi o glicidil éter (endurecido o monomérico).
- 30 En una forma de realización, el revestimiento puede estar depositado sobre la membrana sin bloquear los poros de la membrana. El revestimiento puede ser compatible con el material de la membrana y puede impartir propiedades hidrófilas a la superficie de la membrana. Compatible significa que el material de revestimiento puede mojar la superficie de la membrana. En una forma de realización, el revestimiento puede ser sin poros y/o "pinchazos" para formar un revestimiento continuo. En otra forma de realización, el revestimiento puede tener porciones discontinuas.

5 En una forma de realización, el revestimiento forma una capa que tiene un espesor promedio en un intervalo de entre aproximadamente 1 nanómetros a aproximadamente 500 nanómetros, entre aproximadamente 500 nanómetros a aproximadamente 1 micrómetro, entre aproximadamente 1 micrómetro a aproximadamente 5 micrómetros, o más de aproximadamente 5 micrómetros. La capa de revestimiento puede tener un espesor uniforme, o puede tener un espesor que difiera de área a área.

10 Una membrana preparada de acuerdo con las formas de realización de la invención puede tener una o más propiedades predeterminadas. Dichas propiedades pueden incluir una o más de una humectabilidad de membrana conformada en seco, una capacidad de ciclación húmedo/seco, filtrado de líquido o solución polar, flujo de líquido o solución no acuosa, flujo y/o permanencia en condiciones de pH bajo, flujo y/o permanencia en condiciones de pH alto, flujo y/o permanencia en condiciones de temperatura ambiente, flujo y/o permanencia en condiciones de temperatura elevada, flujo y/o permanencia a presiones elevadas, transparencia a la energía de longitudes de onda predeterminadas, transparencia a la energía acústica, o soporte de material catalítico. Permanencia se refiere a la capacidad del material de revestimiento de mantener la función de una manera continua, por ejemplo, durante más de 1 día o más de un ciclo (húmedo/seco, caliente/frío, pH alto/bajo, y similares).

15 Una propiedad de al menos una forma de realización puede incluir una resistencia a las salidas de temperatura en un intervalo de más de aproximadamente 100 grados Celsius, por ejemplo, en operaciones de autoclavado. En una forma de realización, la salida de temperatura puede estar en un intervalo de entre aproximadamente 100 grados Celsius a aproximadamente 125 grados Celsius. Opcionalmente, la salida de temperatura puede ser también a una presión elevada con respecto a la ambiente. La salida de temperatura puede ser durante un periodo de más de 20 aproximadamente 15 minutos.

25 La resistencia a la radiación ultravioleta (UV) puede permitir la esterilización de la membrana, en una forma de realización, sin pérdida de propiedades. Es de señalar una forma de realización alternativa en la que la reticulación de la composición de revestimiento se puede iniciar o facilitar mediante la exposición a una fuente de irradiación, tal como una fuente ultravioleta, en la que los iniciadores UV puede competir con composiciones que absorben UV, si se encuentran presentes.

30 El caudal del fluido a través de la membrana puede ser dependiente de uno o más factores. Los factores pueden incluir una o más de las propiedades físicas y/o químicas de la membrana, las propiedades del fluido (por ejemplo, viscosidad, pH, soluto, y similares), propiedades ambientales (por ejemplo, temperatura, presión, y similares), y similares. En una forma de realización, la membrana puede ser permeable al vapor más bien que, o adicionalmente al, fluido o líquido. Una velocidad de transmisión de vapor adecuada, cuando está presente, puede estar en un intervalo de menos de aproximadamente 1000 gramos por metro cuadrado por día ($\text{g}/\text{m}^2/\text{día}$), de aproximadamente 1000 $\text{g}/\text{m}^2/\text{día}$ a aproximadamente 1500 $\text{g}/\text{m}^2/\text{día}$, de aproximadamente 1500 g/m^2 a aproximadamente 2000 $\text{g}/\text{m}^2/\text{día}$, o mayor de aproximadamente 2000 $\text{g}/\text{m}^2/\text{día}$. En una forma de realización, la membrana puede ser selectivamente impermeable al líquido o fluido, permaneciendo a la vez permeable al vapor.

35 La membrana se puede usar para filtrar agua. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 1 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial después de 10 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 1ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a aproximadamente 100 grados Celsius después de 10 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor de aproximadamente 10 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a temperatura ambiente después de 10 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor de aproximadamente 10 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a 100 grados Celsius después de 10 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 20 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a temperatura ambiente después de 10 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 20 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a aproximadamente 100 grados Celsius después de 10 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 1 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a temperatura ambiente después de 20 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 1 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a 100 grados Celsius después de 20 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 10 ml/min a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a 100 grados Celsius después de 20 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 10 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a 100 grados Celsius después de 20 ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, el agua puede fluir a través de la membrana a un caudal que es mayor que aproximadamente 20 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial a temperatura ambiente después de 50 ciclos de humedad/sequedad.

55 Se puede medir la estabilidad de las membranas de acuerdo con las formas de realización de la invención con

referencia a la caída de presión a través de la membrana después de uno o más ciclos de humedad/sequedad. Esto es, la membrana puede volver repetidamente a aproximadamente la misma caída de presión después de múltiples ciclos de humedad/sequedad. En una forma de realización, la membrana puede volver a una caída de presión de aproximadamente el 10 por ciento con respecto a una caída de presión inmediatamente anterior. En una forma de realización, los extraíbles de la membrana son menos de aproximadamente un 0,5 por ciento en peso después de cada uno de aproximadamente 10 ciclos de humedad/sequedad a aproximadamente 20 ciclos de humedad/sequedad usando agua a temperatura ambiente o a aproximadamente 100 grados Celsius.

En una forma de realización, la membrana puede ser absorbente, tal como absorbente de agua o de un fluido corporal. Absorbente puede incluir cantidades insignificantes de fluido de entrada y de salida cuando se mantiene el equilibrio con un entorno fluido. Sin embargo, absorbente es distinguible, y se distingue, de fluido. El flujo incluye una capacidad del líquido o del fluido de fluir de una primera superficie a través de la membrana y hacia el exterior de una segunda superficie. De esta manera, en una forma de realización, la membrana puede ser operable para tener un líquido o fluido a través de al menos una porción del material en una dirección predeterminada. La fuerza motriz puede ser osmótica o con capacidad de servir como mecha, o se puede impulsar por uno o más de un gradiente de concentración, gradiente de presión, gradiente de temperatura, o similar.

La membrana puede tener una pluralidad de subcapas. Las subcapas pueden ser iguales que, o diferentes, entre sí. En un aspecto, una o más subcapas pueden incluir una forma de realización de la invención, mientras que otra subcapa puede proporcionar una propiedad tal como, por ejemplo, refuerzo, filtrado selectivo, flexibilidad, soporte, control del flujo, y similares.

Se puede usar una membrana de acuerdo con las formas de realización de la invención, por ejemplo, una membrana de intercambio de protones (PEM) en una celda de combustible. Otras aplicaciones adecuadas pueden incluir filtración de líquidos, separaciones químicas basadas en polaridad, electrolisis, batería, pervaporización, separación gaseosa, separación mediante diálisis, electroquímica industrial tal como la producción cloroalcalina y aplicaciones electroquímicas, catalizadores superácidos, o uso como un medio en una inmovilización enzimática. Otras aplicaciones más adecuadas pueden incluir dispositivos médicos, tales como andamiaje para el crecimiento del tejido.

Ejemplos

Se pretende que los siguientes ejemplos solo ilustren los procedimientos y las realizaciones de acuerdo con la invención, y como tales no deben tomarse como limitaciones impuestas según las reivindicaciones. A no ser que se especifique otra cosa, todos los ingredientes están comercialmente disponibles de los suministradores químicos habituales tales como Alpha Aesar, Inc. (Ward Hill, Massachusetts), Spectrum Chemical Mfg. Corp. (Gardena, California), Cytec Engineered Materials Inc. (Anaheim, California), y similares.

Ejemplo 1 – Preparación de la solución de revestimiento

En un matraz Erlenmeyer de 250 mililitros, se dispusieron 1 gramo de alcohol polivinílico (PVA) ($P_m = 31000$ a 50000), una barra de agitación magnética, y 49 gramos de agua, a temperatura ambiente. La suspensión se agitó vigorosamente a aproximadamente 90 grados Celsius hasta que se obtuvo una solución. La solución de PVA-agua se enfrió a temperatura ambiente. Según necesidad, se añadió un exceso de agua para conseguir el peso total de aproximadamente 50 gramos en el matraz. La solución está lista para tratar una membrana de ePTFE prehidratada con alcohol isopropílico (IPA)/agua. Señalar que la adición de IPA a la solución puede reducir o eliminar la necesidad de una membrana prehidratada. La cantidad de IPA que se puede añadir es proporcional al grado de hidrólisis en el PVA usado.

Ejemplo 2 – Tratamiento de la membrana

Ocho membranas de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) virgen se prehidrataron con IPA/agua y a continuación se trataron con la solución del Ejemplo 1 y una solución del 1,6-diisocianato hexano bloqueado. Las membranas revestidas se calentaron para desbloquear el isocianato, y para reticular el PVA y el reticulador. La reticulación forma una red de acoplamientos mecánicos sobre la membrana tratada.

Las muestras de las membranas tratadas se hidrataron fácilmente cuando se pusieron en contacto con el agua líquida. Se evaluó el caudal inicial del agua. Cuatro de las muestras se sometieron a cinco ciclos de humedad/sequedad usando agua a 22 grados Celsius. Todas las muestras continuaron con el flujo de agua a su través después de la ciclación.

Otras cuatro de las muestras se sometieron a ciclos de humedad/sequedad usando agua a 100 grados Celsius. Las muestras continuaron el flujo de agua a su través después de al menos 3 ciclos de prueba de humedad con agua caliente/sequedad a 1 litro por ciclo. Se observaron varios caudales posteriores. Los caudales varían desde 1 ml/min-cm² a 27 milímetros de caída de la presión de Hg.

Ejemplo 3 – Preparación y ensayo de diferentes soluciones de revestimiento

5 En cada uno de quince matraces Erlenmeyer de 250 mililitros se dispusieron: porciones de 1 gramo de alcohol polivinílico (PVA), una barra de agitación magnética y 49 gramos de agua a temperatura ambiente. Los matraces se identificaron como las Muestras 1-15. Después de agitar a aproximadamente 90 grados Celsius, el PVA en cada una de las Muestras se disuelve en el agua. Las soluciones se enfriaron y el peso total se ajustó para conseguir un peso total de 50 gramos, seguido por la adición de IPA (~ 70-200 % en peso con respecto al peso del agua) con agitación vigorosa y la correspondiente cantidad de uretano (IV) (véase la tabla).

10 En la Tabla 1 se muestra el porcentaje en peso de uretano (IV) y el peso molecular (Pm) del PVA para cada una de las Muestras. Las Muestras 1-5 usan un 2 por ciento en peso, las Muestras 6-10 usan un 5 por ciento en peso y las Muestras 11-15 usan un 10 por ciento en peso de reticulador basándose en el peso del material polimérico nucleófilo de polivinilo.

TABLA 1. Pesos moleculares (Pm) de PVA y el correspondiente porcentaje en peso de uretano (IV) en las Muestras 1-15

Muestra nº	Pm (x 10 ³)	Agente de reticulación
1	9-10	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. PVA
2	13-23	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. PVA
3	31-50	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. PVA
4	85-124	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. PVA
5	146-186	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. PVA
6	9-10	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. PVA
7	13-23	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. PVA
8	31-50	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. PVA
9	85-124	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. PVA
10	146-186	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. PVA
11	9-10	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. PVA
12	13-23	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. PVA
13	31-50	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. PVA
14	85-124	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. PVA
15	146-186	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. PVA

15 Se aplicó cada solución a la membrana de ePTFE microporosa correspondientemente numerada (para un total de 15 muestras de membranas revestidas) sin la prehidratación. Las quince membranas no tratadas se pulverizaron con la solución, y a continuación se revistieron por inmersión en la misma solución para ayudar a la penetración completa del fluido en los poros de la membrana. Cada una de las membranas se calentó a una temperatura para iniciar la reticulación del PVA por el reticulador – Una temperatura suficiente es aproximadamente de 110 grados Celsius – durante un periodo de aproximadamente 2 horas. La temperatura de endurecimiento seca las membranas.

20 Cada una de las membranas se probó para la rehidratación, la resistencia al pH, y el caudal tras haberse expuesto a conjuntos de ciclos de humedad/sequedad. La temperatura del agua durante los ciclos de humedad/sequedad y durante el ensayo del caudal es a temperatura ambiente. El volumen de agua que pasa a través de la membrana para el ensayo del caudal es de 1 litro por ciclo. En la Tabla 2 se relacionan los resultados. Después de ensayar para la rehidratación y el caudal, las membranas se sometieron a la ciclación del pH a partir de un pH de aproximadamente 1 a un pH de aproximadamente 14 durante 10 ciclos. No existe caída apreciable en el caudal tras los ciclos de humedad/sequedad adicionales después de la ciclación del pH.

TABLA 2. Resultados de las pruebas

Tras 10 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 20 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 30 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.

Ejemplo 4 – Preparación y ensayo de diferentes soluciones de revestimiento.

5 Se prepararon quince nuevas membranas y se probaron tal como se muestra en el Ejemplo 3, excepto como sigue. La temperatura del agua durante los ciclos de humedad/sequedad y durante la prueba del flujo es la de en ebullición (es decir, 100 grados Celsius). Las membranas en el Ejemplo 4 no se proporcionan con números de muestras individuales. En la tabla 3 se relacionan los resultados

TABLA 3. Resultados de las pruebas

Tras 10 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 20 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 30 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.

10 Tras ensayar para la rehidratación y el caudal, las quince membranas se sometieron a la ciclación del pH a partir de un pH de aproximadamente 1 a un pH de aproximadamente 14 durante 10 ciclos. No existe caída apreciable en el caudal tras los ciclos de humedad/sequedad adicionales después de la ciclación del pH.

Ejemplo 5 – Preparación del polímero de polivinilamina.

15 Se preparó un polímero de polivinilamina mediante la degradación de Hofmann de la poliácridamida para dar la polivinilamina.

Ejemplo 6 – Preparación de la solución de revestimiento.

20 En un matraz Erlenmeyer de 250 mililitros, se dispusieron 1 gramo de polivinilamina (Pm = 30000 a 50000), una barra de agitación magnética y 49 gramos de agua, a temperatura ambiente. La suspensión se agitó vigorosamente a aproximadamente 90 grados Celsius hasta que se obtuvo una solución. Si es necesario, se añadió agua en exceso para conseguir un peso total de aproximadamente 50 gramos en el matraz. La solución de polivinilamina se enfrió a temperatura ambiente. La solución está lista para tratar una membrana de ePTFE prehidratada con alcohol isopropílico (IPA)/agua. Señalar que la adición de IPA a la solución puede reducir o eliminar la necesidad de una membrana prehidratada.

Ejemplo 7 – Tratamiento de la membrana

25 Ocho membranas de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) virgen se prehidrataron con IPA/agua y a continuación se trataron con la solución del Ejemplo 6 y una solución que contenía un reticulador de isocianato bloqueado. Las membranas revestidas se calentaron para desbloquear el isocianato, y para reticular la polivinilamina con el reticulador para formar una red de acoplamiento mecánicos sobre la membrana tratada.

Las muestras de las membranas tratadas se hidratan fácilmente cuando se ponen en contacto con agua líquida. Se

evaluó el caudal inicial de agua. Cuatro de las muestras se sometieron a cinco ciclos de humedad/sequedad usando agua a 25 grados Celsius. Todas las muestras continuaron el flujo de agua a su través después de la ciclación.

5 Otras cuatro de las muestras se sometieron a ciclos de humedad/sequedad usando agua a 100 grados Celsius. Las muestras continuaron el flujo de agua a su través después de al menos 3 ciclos de prueba de humedad con agua caliente/sequedad a 1 litro por ciclo. Se observaron varios caudales posteriores. Los caudales son al menos de 1 ml/min-cm², con una caída de presión de 27 mm de Hg. Señalar que el caudal es una función del tamaño del poro y de la concentración del polímero en la solución de revestimiento.

Ejemplo 8 – Preparación y prueba de diferentes soluciones de revestimiento.

10 En cada uno de quince matraces Erlenmeyer de 250 mililitros se dispusieron; porciones de 1 gramo de polivinilamina, una barra de agitación magnética y 49 gramos de agua a temperatura ambiente. Los matraces se identificaron como las Muestras 16-30. Después de agitar a aproximadamente 90 grados Celsius (cuando fue necesario), la polivinilamina en cada una de las Muestras se disuelve en agua. Las soluciones se enfriaron y se ajustó el peso total para conseguir un peso total de 50 gramos, seguido por la adición de IPA (~ 70-200 % en peso con respecto al peso del agua) con agitación vigorosa y la correspondiente cantidad de uretano (IV) (véase la tabla).

15 En la Tabla 4 se muestra el porcentaje en peso de uretano (IV) y el peso molecular (Pm) de la polivinilamina de cada una de las Muestras. Las Muestras 16-20 usan un 2 por ciento en peso, las Muestras 21-25 usan un 5 por ciento en peso, y las Muestras 26-30 usan un 10 por ciento en peso del reticulador basándose en el peso del material polimérico nucleófilo de polivinilo.

20 Tabla 4. Pesos moleculares de la polivinilamina y el porcentaje en peso correspondiente de uretano (IV) en las Muestras 16-30

Muestra nº	Pm (x 10 ³)	Agente de reticulación
16	5	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. polivinilamina
17	20	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. polivinilamina
18	50	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. polivinilamina
19	100	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. polivinilamina
20	200	Uretano que tiene la fórmula (IV) 2 % en peso vs. polivinilamina
21	5	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. polivinilamina
22	20	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. polivinilamina
23	50	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. polivinilamina
24	100	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. polivinilamina
25	200	Uretano que tiene la fórmula (IV) 5 % en peso vs. polivinilamina
26	5	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. polivinilamina
27	20	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. polivinilamina
28	50	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. polivinilamina
29	100	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. polivinilamina
30	200	Uretano que tiene la fórmula (IV) 10 % en peso vs. polivinilamina

25 Se aplicó cada solución a la membrana de ePTFE correspondientemente numerada (para un total de 15 muestras de membranas revestidas). Las quince membranas no tratadas se pulverizaron con la solución, y a continuación se revistieron por inmersión en la misma solución para ayudar a la penetración completa del fluido de los poros de la membrana. Cada una de las membranas se calentó a una temperatura para iniciar la reticulación de la polivinilamina mediante el reticulador- una temperatura suficiente es aproximadamente de 110 grados Celsius – durante un periodo de aproximadamente 2 horas. La temperatura de endurecimiento seca las membranas.

Las membranas se prueban cada una para la rehidratación, la resistencia al pH, y el caudal después de haberse expuesto a conjuntos de ciclos de humedad/sequedad. La temperatura del agua durante los ciclos de humedad/sequedad y durante el ensayo del flujo es a temperatura ambiente. El volumen del agua que pasa a través de la membrana para el ensayo del caudal es de 1 litro. En la Tabla 5 se relacionan los resultados.

- 5 Después de ensayar para la rehidratación y el caudal, las membranas se someten a la ciclación del pH a partir de un pH de aproximadamente 3 a un pH de aproximadamente 12 durante 10 ciclos. No existe caída apreciable en el caudal tras los ciclos de humedad/sequedad adicionales después de la ciclación del pH.

TABLA 5: Resultados de las pruebas

Tras 10 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 20 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 30 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.

- 10 **Ejemplo 9** – Preparación y ensayo de las diferentes soluciones de revestimiento

Se prepararon quince nuevas membranas y se probaron tal como se muestra en el Ejemplo 8, excepto como sigue. La temperatura del agua durante los ciclos de humedad/sequedad y durante la prueba del flujo es la de en ebullición (es decir, 100 grados Celsius). Las membranas del Ejemplo 9 no se identificaron mediante números de muestras individuales. En la Tabla 6 se relacionan los resultados.

- 15 TABLA 6. Resultados de las pruebas

Tras 10 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 20 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.
Tras 30 ciclos de humedad/sequedad	Cada membrana se hidrata fácilmente a partir de un estado seco inicial, y el caudal de agua es mayor de aproximadamente 1 ml/min-cm ² a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial.

Tras ensayar para la rehidratación y el caudal, las quince membranas se sometieron a la ciclación del pH a partir de un pH de aproximadamente 3 a un pH de aproximadamente 12 durante 10 ciclos. No existe caída apreciable en el caudal tras los ciclos de humedad/sequedad adicionales después de la ciclación del pH.

- 20 Las formas de realización descritas en el presente documento son ejemplos de composiciones, estructuras, sistemas y procedimientos que tienen elementos que corresponden a los elementos de la invención enumerados en las reivindicaciones. Esta descripción redactada puede permitir a las personas normalmente expertas en la materia preparar y usar las formas de realización que tienen elementos alternativos que corresponden igualmente a los elementos de la invención enumerados en las reivindicaciones. El alcance de la invención incluye de esta manera las
- 25 composiciones, las estructuras, los sistemas y los procedimientos que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, e incluye además otras estructuras, sistemas y procedimientos con diferencias insustanciales entre el lenguaje literal de las reivindicaciones. Aunque solo se han ilustrados algunas características y formas de realización y se describen en el presente documento, una persona normalmente experta en la técnica relevante puede producir muchas modificaciones y cambios.

- 30

REIVINDICACIONES

1.- Una membrana que comprende:

una membrana base microporosa de PTFE ; y

un revestimiento reticulable dispuesto sobre una superficie de la membrana, y

5 el revestimiento que comprende un polímero nucleófilo de polivinilo y un isocianato o un uretano bloqueados, o el isocianato y el uretano bloqueados.

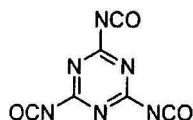
2.- La membrana tal como se define en la reivindicación 1, en la que el polímero nucleófilo de polivinilo comprende uno o ambos de alcohol polivinílico o polivinilamina.

10 3.- La membrana tal como se define en la reivindicación 2, en la que la polivinilamina tiene un peso molecular promedio en un intervalo de menos de 200.000

4.- La membrana tal como se define en la reivindicación 2, en la que el alcohol polivinílico tiene un peso molecular promedio en un intervalo de más de 2500.

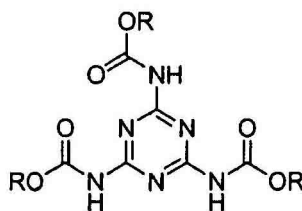
15 5.- La membrana tal como se define en la reivindicación 1, en la que el revestimiento reticulable comprende además un agente bloqueante y uno o más de diisocianato de tolueno, diisocianato de difenilmetano, diisocianato de hexametileno, bis-(4-ciclohexilisocianato) de metileno, diisocianato de naftaleno, isocianato de metilo, o isocianato de polimetilenpolifenilo.

6.- La membrana tal como se define en la reivindicación 1, en la que el revestimiento reticulable comprende un agente bloqueante y un material que tiene la fórmula (III):



(III)

20 7.- La membrana tal como se define en la reivindicación 1, en la que el uretano comprende un material que tiene la fórmula (IV):



(IV)

8.- La membrana tal como se define en la reivindicación 1, en la que el revestimiento está reticulado para volver la membrana hidratable a partir de un estado conformado en seco.

25 9.- La membrana tal como se define en la reivindicación 8, en la que la membrana tiene un caudal de agua que es mayor de 1 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial tras 10 ciclos de humedad/sequedad a temperatura ambiente.

30 10.- La membrana tal como se define en la reivindicación 8, en la que la membrana tiene un caudal de agua que es mayor de 1 ml/min-cm a 27 pulgadas de Hg de presión diferencial tras 10 ciclos de humedad/sequedad a 100 grados Celsius.

11.- Un procedimiento de formar una membrana, que comprende:

aplicar un revestimiento a una superficie de una membrana base de TPFE poroso, en el que el revestimiento comprende un polímero nucleófilo de polivinilo y un isocianato o un uretano bloqueados.