

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 951**

51 Int. Cl.:

C25B 13/08 (2006.01)

C25B 1/10 (2006.01)

D06M 10/00 (2006.01)

D06M 101/22 (2006.01)

D06M 101/30 (2006.01)

H01M 2/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.01.2014 PCT/CN2014/070896**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.07.2014 WO14111053**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2014 E 14741020 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 2947709**

54 Título: **Paño de diafragma para electrolizador de agua y método de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

18.01.2013 CN 201310026190

08.07.2013 CN 201310284342

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

11.06.2020

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome Chuo-ku
Tokyo, 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**YANG, LILI;
TAKEDA, MASAOKI y
ZHANG, YOUJUAN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 765 951 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

Paño de diafragma para electrolizador de agua y método de fabricación del mismo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un tipo de paño de diafragma para un electrolizador de agua y un método de fabricación del mismo.

10 **Antecedentes de la presente invención**

Como el material clave de un electrolizador de agua, el paño del diafragma está dispuesto entre un ánodo y un cátodo del electrolizador de agua para evitar que el gas en el lado del ánodo se mezcle con el gas en el lado del cátodo y así garantizar la pureza del gas. El paño de diafragma tiene los siguientes requisitos sobre sus propiedades: humectabilidad total por electrolito; pequeño tamaño promedio de poro y alta estanqueidad a los gases; gran porosidad; cierta resistencia mecánica y rigidez; resistente a la corrosión de electrolitos alcalinos, resistencia a altas temperaturas, fuerte estabilidad química y fácil industrialización.

Actualmente, las principales fábricas de equipos para producir hidrógeno mediante electrólisis de agua alcalina en China todavía usan paño de amianto como paño de diafragma. Sin embargo, con el avance de la industrialización y el progreso técnico, durante la práctica de producción, poco a poco se reconoce que los diafragmas de amianto tienen algunos problemas. Primero, debido a la propiedad de hinchamiento y la inestabilidad química de los diafragmas de amianto, los diafragmas de amianto puro experimentan un hinchamiento serio en un entorno operativo específico, particularmente bajo una alta carga de corriente, de modo que se reduce la resistencia mecánica de los diafragmas y se acorta la vida útil de los mismos. Por otra parte, limitado por el material de amianto, la temperatura del electrolito debe controlarse por debajo de 90 °C. Cuando la temperatura del electrolito excede los 90 °C, la corrosión de los diafragmas de amianto se agravará, para que el electrolito se contamine y se influya en la vida útil de los diafragmas de amianto. Como resultado, es muy difícil mejorar la eficiencia de un electrolizador aumentando la temperatura de la solución. Además, el material de amianto también tiene los problemas de reducción de fuente, precio elevado y calidad inestable. Considerando de forma exhaustiva las razones anteriores, el desarrollo y la aplicación de material de diafragma novedoso que puede reemplazar los diafragmas de amianto se ha convertido en un tema muy importante en la industria. Los fabricantes de equipos para la producción de hidrógeno por electrólisis del agua también exploran sucesiva y activamente nuevos materiales de diafragma de alto rendimiento que ahorran energía, son respetuosos con el medio ambiente y fáciles de industrializar. Sin embargo, debido a los siguientes problemas, el llamado material de diafragma novedoso todavía no puede reemplazar completamente los diafragmas de amianto actualmente.

La solicitud de patente china CN101372752A desveló paño no tejido hecho de fibra de sulfuro de polifenileno común, donde el paño no tejido se sulfona con el 90 %-98 % de H₂SO₄ a 70-130 °C durante 20-40 minutos y, a continuación, se trata con hidróxido de potasio al 30 % para obtener finalmente un diafragma resistente a altas temperaturas para un electrolizador de agua alcalina. En ello, la invención, como el paño no tejido tiene una tasa de absorción de líquido relativamente alta, el paño no tejido, después de ser tratado con ácido fuerte, necesita consumir una gran cantidad de recursos hídricos y productos químicos valiosos durante un proceso de limpieza y lleva mucho tiempo limpiarlo, y la operación tecnológica es complicada y fácil de contaminar el medio ambiente. Entre tanto, dicho paño no tejido es de baja seguridad y no es adecuado para la producción industrial.

Además, La solicitud de patente china CN101195944A desveló paño de diafragma sin amianto, ecológico y que ahorra energía, que es un paño tejido hecho de una o más fibras de poli(éter-éter-cetona), fibra de sulfuro de polifenileno y fibra de polipropileno. Aunque la estanqueidad a los gases de este paño de diafragma cumple con los requisitos estándar de un diafragma de amianto, la hidrofiliidad del paño de diafragma obtenido es pobre porque la fibra química mencionada tiene una absorción de agua deficiente y, por lo tanto, no puede cumplir realmente los requisitos de uso.

El documento EP-A-0814.897 se refiere a una membrana compuesta ultrafina que comprende una membrana de PTFE expandido que tiene una microestructura porosa de fibrillas poliméricas. La membrana compuesta está impregnada en su totalidad con un material de intercambio iónico. Esta membrana de PTFE expandido tiene un tamaño de poro promedio entre 0,05 y 0,4 micrómetros.

El documento GB-A-2091166 se refiere a una membrana de intercambio iónico que contiene una lámina de PTFE microporosa que tiene porosidad de células abiertas, preferentemente de 3 a 15 micrómetros.

El documento EP-A-0252604 desvela un diafragma tejido para su uso en una celda electrolítica o electroquímica. El diafragma está tejido con hilos hechos de fibras discontinuas hidrófobas sintéticas que tienen una densidad lineal de aproximadamente 3dtex. El documento US-A-4359082 se refiere a un diafragma tejido para electrolitos acuosos que comprende hilos de trama libres de torsión o de baja torsión que imparten capilaridad al diafragma.

El documento EP-A-0571953 desvela una calle de fibra porosa que tiene tamaños de poro nominales de 1 µm a 200 µm y una porosidad de 30 % a 80 %. La superficie de las fibras se vuelve hidrófila al someterla a un tratamiento de plasma a baja temperatura. El documento WO2010/080127A se refiere a telas de PTFE y estructuras laminadas. La tela comprende una pluralidad de fibras de PTFE superpuestas en las intersecciones, al menos algunas de las intersecciones tienen masas de PTFE que bloquean las fibras superpuestas.

Sumario de la presente invención

- 5 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un paño de diafragma para un electrolizador de agua con alta estanqueidad a los gases y excelente permeabilidad a los iones.
- Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un proceso simple, ahorro de energía y sin contaminación ambiental.
- 10 Con el fin de conseguir los anteriores objetivos, la presente invención proporciona un paño de diafragma para un electrolizador de agua, en el que el paño de diafragma es un paño liso o tela de punto compuesto de fibra resistente a los álcalis a una temperatura de uso común de no menos de 150 °C; el tamaño de poro promedio del paño de diafragma es no menos de 3 µm y más pequeño que 10 µm; y bajo la condición de una presión a 3 kPa a 23 °C y 50 % de HR, la calidad de ventilación del paño de diafragma es de 2l/cm²/min o menos; y la temperatura de uso común es una temperatura a la cual la resistencia de la fibra se reduce a la mitad después de la exposición durante 100.000 horas; en el que dicha fibra resistente a los álcalis es fibra de sulfuro de polifenileno que contiene grupos hidrofílicos en su superficie, y en la que los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 µm en el paño de diafragma suponen no menos del 60 % de todos los poros, y el contenido del elemento oxígeno en la superficie de la fibra es 12-40 % en peso; y en el que el factor de cobertura del paño de diafragma es de 2.300 a 3.000 si es un paño simple y de 0,7 a 20 1,5 si es una tela de punto.
- Si el tamaño promedio de poro y la calidad de ventilación de la tela del diafragma se controlan dentro de los intervalos anteriores, se puede garantizar una alta estanqueidad al gas del diafragma para un electrolizador de agua. De esta forma, es difícil que las moléculas de gas y las burbujas lo atraviesen. Como resultado, se puede evitar que el gas del lado del ánodo se mezcle con el gas del lado del cátodo, se garantiza la pureza del gas y la buena seguridad. Desde la perspectiva de garantizar que la tela del separador tenga una alta estanqueidad a los gases a largo plazo, preferentemente, el tamaño promedio de poro del paño del diafragma es inferior a 5 µm y la calidad de ventilación es de 1,5 L/cm²/min o menos.
- 25 En la presente invención, para asegurar que el paño de diafragma de la presente invención tenga una alta estanqueidad al gas y para mejorar la eficiencia de generación del gas y la pureza del gas generado, el tamaño de poro promedio se mantiene dentro de un cierto intervalo y las condiciones de tejido están optimizadas para mejorar la uniformidad del tamaño de poro. En otras palabras, en la presente invención, el tamaño de poro promedio es inferior a 10 µm y los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 µm en la tela del diafragma suponen no menos del 60 % de todos los poros; preferentemente, los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 µm en el paño del diafragma suponen no menos del 80 % de todos los poros; y particularmente preferente, el tamaño de poro promedio es inferior a 5 µm, y los poros con un tamaño de poro de 0,2-5 µm en el paño del diafragma suponen más del 60 % de todos los poros.
- 30 El paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención está formada de fibra resistente a altas temperaturas y resistente a los álcalis a una temperatura de uso común de no menos de 150 °C, que es fibra de poli(sulfuro de fenileno) (PPS). Otras fibras resistentes a altas temperaturas y alcalinas a una temperatura de uso común de no menos de 150 °C incluyen fibra de politetrafluoroetileno (PTFE), fibra de poli(p-fenilbenzobisoxazol) (PBO) y fibra de poli(éter-éter-cetona) (PEEK). Teniendo en cuenta el requisito de rendimiento de uso, coste y procesabilidad hidrofílica, se utiliza la fibra de sulfuro de polifenileno (PPS).
- 35 Además, el factor de cobertura de la tela es un parámetro que caracteriza la tensión de la tela. Cuanto mayor sea el factor de cobertura, más rígida es la tela y más pequeña es la calidad de ventilación y el tamaño de los poros. El tejido de una tela tejida puede ser, por ejemplo, tejido simple, tejido sarga, tejido de raso, tejido derivado y tejido múltiple de la misma, en la que la tela lisa tiene la mayor cantidad de puntos de trama y la mayor tensión. Desde la perspectiva de cumplir mejor el requisito de estanqueidad a los gases del paño del diafragma, el paño liso se usa cuando se elige una tela tejida en la presente invención. Cuando el paño de diafragma es paño liso, el factor de cobertura varía de 2.300 a 3.000, preferentemente de 2.500 a 2.900. Si el factor de cobertura del paño liso es inferior a 2.300, la estanqueidad al gas de la tela es baja debido a la estanqueidad insuficiente de la tela, por lo tanto, es difícil que el paño del diafragma evite que el gas en el lado del cátodo y el gas en el lado del ánodo lo atraviesen, por lo tanto la pureza del gas y la seguridad no pueden garantizarse. Por otro lado, si el factor de cobertura del paño liso es superior a 3.000, los requisitos más altos se proponen para una máquina de tejer y el tejido es difícil. Cuando el paño del diafragma es de trama múltiple, por ejemplo, tela revestida con trama, con trama triple o de múltiples capas, La densidad de urdimbres o tramas se puede mejorar aún más en condiciones limitadas de tensión de tejido, reduciendo así la calidad de ventilación del tejido y mejorando la estanqueidad a los gases. Cuando el paño de diafragma de la presente invención es tela de punto, el factor de cobertura de la tela de punto es de 0,7 a 1,5.
- 40 Cuando en la operación práctica, si el paño de diafragma para un electrolizador de agua puede permanecer hermética durante 2 minutos a una presión de no menos de 200 mm H₂O (2 kPa), el requisito de uso de estanqueidad al gas del paño del diafragma para un electrolizador de agua se puede cumplir básicamente. Desde la perspectiva de asegurar que la tela del diafragma tenga una excelente estanqueidad al gas, permeabilidad a iones y
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

procesabilidad del paño de diafragma, el paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención tiene, preferentemente estanqueidad a los gases restantes durante 2 minutos a una presión de 250-450 mm de H₂O (2,5-4,5kPa). Si la estanqueidad al gas es inferior a 250 mm de H₂O (2,5 kPa), no se puede cumplir el requisito básico del diafragma y se verá afectada la pureza del gas generado. Por otro lado, si la estanqueidad al gas es superior a 450 mm de H₂O (4,5 kPa), es probable que resulte en un tejido difícil y un alto coste; además, la resistencia del separador aumentará y, por lo tanto, aumentará el consumo de energía para una unidad de generación de gas.

El paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención tiene una alta rigidez. Durante el montaje del diafragma, la alta rigidez puede hacer que el separador se arrugue con dificultad durante el proceso de corte y montaje, por lo que es más fácil, más conveniente y más eficiente de montar. Entre tanto, se puede reducir una desviación de tamaño causada en el proceso de corte y una desviación de grosor causada por arrugas en el proceso de montaje del diafragma, así se mejora la uniformidad del diafragma en uso. Además, durante el funcionamiento de un electrolizador, el electrolito fluye en un espacio entre una placa polar y un diafragma, y la alta rigidez del diafragma puede hacer que la tela del diafragma genere una deformación menor cuando la tela del diafragma sufre presión u otra fuerza de acción externa, para que la tela del diafragma tenga una influencia menor en la estanqueidad al gas del diafragma, electrólisis y voltaje, y la estabilidad de la operación del sistema puede asegurarse. En la presente invención, la rigidez del paño de diafragma en ambas direcciones de urdimbre y trama no es inferior a 3 N, preferentemente no inferior a 5 N.

Para mejorar tanto la permeabilidad iónica como la eficiencia de trabajo del diafragma y lograr el propósito de ahorrar energía y reducir el consumo, el inventor o inventores realiza estudios desde la perspectiva de mejorar la hidrofiliidad del diafragma. De manera específica, en el paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención, la fibra resistente a los álcalis y a altas temperaturas a una temperatura de uso común de no menos de 150 °C contiene grupos hidrofílicos en su superficie, y el contenido de elementos de oxígeno en la superficie de la fibra es 12 % en peso o más y 40 % en peso o menos. Si el contenido del elemento oxígeno en la superficie de la fibra es inferior al 12 % en peso, la mejora de la hidrofiliidad de la tela del diafragma es baja, y la tela del diafragma no puede ser completamente humedecida por el electrolito, lo que da como resultado una pobre permeabilidad a iones, una gran resistencia del paño del diafragma, baja eficiencia de electrólisis y gran pérdida de energía. Considerando el equilibrio entre la hidrofiliidad del paño del diafragma y el coste de procesamiento, el contenido de elemento de oxígeno en la superficie de la fibra es 15-40 % en peso, preferentemente dentro del 15-30 % en peso.

El tipo de grupos hidrofílicos y enlaces químicos contenidos en la superficie de la fibra resistente a altas temperaturas y alcalinos a una temperatura de uso común de no menos de 150 °C está relacionado con un método de procesamiento y el tipo de gas de procesamiento. Los grupos hidrofílicos son al menos uno de los grupos carboxilo (COOH), grupos carbonilo (C=O), grupos hidroxilo (-OH), grupos formilo (CHO) o -SO_x. Preferentemente, los grupos hidrofílicos son al menos uno de los grupos carboxilo (COOH), grupos carbonilo (C=O), grupos hidroxilo (-OH) o grupos formilo (CHO), y el contenido total de los grupos hidrofílicos supone 10-60 % del contenido total (número de moles) de los grupos en la superficie de la tela. Considerando el equilibrio entre la hidrofiliidad del diafragma y el coste de procesamiento, más preferentemente, el contenido total de los grupos hidrofílicos supone el 20-50 % del contenido total (número de moles) de los grupos en la superficie de la tela.

Cuando el paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención está compuesto de fibra de sulfuro de polifenileno, no menos del 20 % en peso de la fibra de sulfuro de polifenileno es fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal modificada. Como su área de superficie específica es más grande que la de una sección transversal circular, la fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal modificada puede mejorar la absorción de agua y la conductividad del agua de la tela por absorción. Si el contenido de la fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal modificada es inferior al 20 % en peso, se reducirá la superficie específica de la fibra en los hilos, para que la mejora de la absorción de agua y la conductividad del agua de la tela preparada para el diafragma no sea significativa, la hidrofiliidad del paño del diafragma es pobre, la permeabilidad a los iones y el efecto del ahorro de energía están influidos.

En el paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención, la fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal modificada puede ser una fibra de sulfuro de polifenileno entrecruzada, en matriz, poligonal, con forma de hoja, elíptica o de sección transversal plana. Desde la perspectiva de preparar paño de diafragma con excelente hidrofiliidad, la fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal modificada es, preferentemente, fibra de poli(sulfuro de fenileno) de sección transversal entrecruzada o poligonal. Entre la fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal poligonal, es preferente la fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal hexagonal.

En el paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención, la tela de punto puede ser tela de punto de urdimbre. La tela de punto de urdimbre se obtiene tejiendo hilos o filamentos de sulfuro de polifenileno mediante un equipo de tricotado por urdimbre mediante procesos de punto de urdimbre. El número de hilos que forman el tejido de punto por urdimbre se reduce a la cantidad de hilos que forman el tejido, y los hilos están dispuestos en la misma dirección, para que se pueda mejorar la absorción de agua y la conductividad del agua del

pañó de diafragma. Además, la tela de punto de urdimbre en sí tiene una característica de contracción y, debido a la contracción del tejido de punto de urdimbre, se puede permitir que el paño de diafragma tenga alta densidad y alta estanqueidad a los gases.

- 5 En la presente invención, la tela para el paño del diafragma para un electrolizador de agua se somete a un tratamiento hidrofílico, para que la absorción de agua del paño de diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención pueda mejorarse en no menos del 15 %, en comparación con la tela antes del tratamiento. Si la tasa de mejora de la absorción de agua es inferior al 15 %, el efecto de mejora de la hidrofiliidad es pobre. Teniendo en cuenta el equilibrio entre la hidrofiliidad y la capacidad de procesamiento del paño de diafragma, la tasa de mejora de la absorción de agua es, preferentemente, del 15-200 %, más preferentemente 20-100 %.

15 La presente invención incluye además un método de fabricación del paño de diafragma para un electrolizador de agua. En el método de fabricación, se hilan o tejen fibras resistentes a los álcalis y a altas temperaturas a una temperatura de uso común de no menos de 150 C para obtener telas o tejidos de punto resistentes a los álcalis y a altas temperaturas, la tela tejida o la tela de punto se refinan y se secan después de tejer, y luego la superficie de la tela tejida obtenida o la tela tejida se somete a modificación de descarga por tratamiento con plasma, a una intensidad de tratamiento de 50-500 kW/m², o tratamiento de planchado eléctrico para obtener el producto terminado.

20 La modificación de descarga aumenta el número de grupos hidrofílicos en la superficie de la tela mediante un método de procesamiento físico y, por lo tanto, mejora aún más la hidrofiliidad de la tela del diafragma. En comparación con un método para someter la tela a un tratamiento hidrofílico con un reactivo químico hidrofílico, este método no supondrá ninguna carga para el medio ambiente y puede generar una durabilidad que normalmente no será generada por el reactivo químico hidrofílico en el ambiente alcalino y la hidrofiliidad puede permanecer después del uso a largo plazo en el ambiente alcalino.

30 La modificación de descarga es tratamiento con plasma o el tratamiento de planchado eléctrico, preferentemente tratamiento con plasma. Después de que la tela se somete a tratamiento con plasma, la superficie de la fibra de la tela está grabada de manera que se aumenta el área de la superficie; y, por otro lado, los grupos activos se generan en la superficie de la fibra de manera que se produce la copolimerización de injerto de monómeros hidrofílicos en la superficie del material. Por consiguiente, cuando se aplica en un electrolizador de agua, la tela se moja fácilmente con el electrolito para que se mejore la hidrofiliidad del paño del diafragma.

35 El tratamiento de plasma es, preferentemente, un tratamiento de superficie de plasma al vacío o un tratamiento de superficie de plasma a presión atmosférica. Cuando se emplea el tratamiento de superficie de plasma al vacío, un gas (gas de proceso) para formar plasma puede ser oxígeno o argón, o una mezcla de gases de oxígeno y argón, o puede ser dióxido de carbono o aire. Generalmente, la presión de la cámara de vacío utilizada es de 5-100 Pa y la intensidad del tratamiento es de 50-500 kW/m². Cuando el gas de tratamiento es oxígeno, después del tratamiento de superficie con plasma, se pueden formar grupos polares que contienen oxígeno en la superficie de la fibra, así, el paño del diafragma tiene una excelente hidrofiliidad. Cuando el gas de proceso es argón, como el argón es un gas inerte con alta energía molecular y es fácil de ionizar, la fibra en la superficie de la tela se activa fácilmente para formar grupos polares por completo. Cuando el gas de proceso es una mezcla de gases de oxígeno y argón, bajo la acción combinada de oxígeno y argón, la fibra en la superficie de la tela ionizada por plasma se activa primero, para injertar más fácilmente cuando se encuentra con el componente de oxígeno. Para aumentar el número de grupos hidrofílicos formados y prolongar la duración de sus efectos, el gas de proceso es, preferentemente, una mezcla de gases de oxígeno y argón. Además, como el aire contiene oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono, cuando se usa aire como gas de proceso, la tela tratada con plasma también puede lograr una excelente hidrofiliidad.

50 Cuando se emplea el tratamiento de superficie de plasma al vacío, la presión en la cámara de vacío utilizada es generalmente 5-100 Pa. Considerando el efecto del tratamiento y el consumo de energía, la presión es, preferentemente, 30-70 Pa. La intensidad del tratamiento es de 50-500 kW/m², preferentemente 80-300 kW/m². La intensidad del tratamiento se calcula mediante la siguiente fórmula:

55
$$\text{intensidad de tratamiento} = \text{potencia de descarga (kW)} \times \text{duración (s) de tratamiento} / \text{área de tratamiento (m}^2\text{)},$$

o

$$\text{intensidad de tratamiento} = \text{potencia de descarga (kW)} / \text{tasa de tratamiento (m/s)} / \text{amplitud de tratamiento (m)}.$$

60 Si la intensidad del tratamiento es inferior a 50 kW/m², la energía de las partículas cargadas del plasma es baja, lo que conduce así a una débil acción de reticulación en la superficie de la fibra y muy pocos grupos hidrofílicos generados en la superficie de la fibra, por lo que el paño del diafragma formado finalmente no se humedece fácilmente con electrolito. Si la intensidad del tratamiento es superior a 500 kW/m², el efecto del tratamiento se ha convertido en estable cuando la intensidad del tratamiento alcanza aproximadamente 500 kW/m², de modo que el aumento adicional de la intensidad de tratamiento aumentará el consumo de energía en lugar de mejorar el efecto del tratamiento. Desde la perspectiva de permitir que el número de grupos hidrofílicos en la superficie de la fibra se

sature y evitar el desperdicio de energía, la intensidad del tratamiento es, preferentemente, de 80-300 kW/m². En este caso, la energía de las partículas cargadas aumenta y la acción de reticulación puede desempeñar una función completa.

- 5 Cuando se emplea el tratamiento de la superficie con plasma a presión atmosférica y se usa aire como gas de proceso, la intensidad del tratamiento generalmente se establece en 50-500 kW/m². La intensidad del tratamiento se calcula mediante la siguiente fórmula:

intensidad de tratamiento = potencia de descarga (kW)/tasa de tratamiento (m/s)/amplitud de tratamiento (m).

- 10 Si la intensidad del tratamiento es inferior a 50 kW/m², la energía de las partículas cargadas del plasma es baja, lo que conduce así a una débil acción de reticulación en la superficie de la fibra y muy pocos grupos hidrofílicos generados en la superficie de la fibra, por lo que el paño del diafragma formado finalmente no se humedece fácilmente con electrolito. Si la intensidad del tratamiento es superior a 500 kW/m², el efecto del tratamiento se ha convertido en estable cuando la intensidad del tratamiento alcanza aproximadamente 500 kW/m², de modo que el aumento adicional de la intensidad de tratamiento aumentará el consumo de energía en lugar de mejorar el efecto del tratamiento. Desde la perspectiva de permitir que el número de grupos hidrofílicos en la superficie de la fibra se sature y evitar el desperdicio de energía, la intensidad del tratamiento es, preferentemente, de 80-300 kW/m². En este caso, la energía de las partículas cargadas aumenta y la acción de reticulación puede desempeñar una función completa.

Además, durante o después del tratamiento con plasma, la superficie de la tela puede someterse a modificación de injerto con un reactivo químico de modificación de injerto. Por ejemplo, la superficie de la tela se puede injertar con grupos carboxilo, grupos acrílicos, grupos sulfónicos o similares.

- 25 El paño del diafragma para un electrolizador de agua de la presente invención tiene las características de alta estanqueidad a los gases y excelente permeabilidad a los iones, también tiene bajo coste, seguridad, respeto por el medio ambiente y peso ligero; y el método de fabricación es rápido, de alta eficiencia, sin contaminación, la operación es simple y se produce ahorro de energía.

- 30 En la presente invención, la resistencia a los álcalis, la temperatura de uso común, los grupos hidrofílicos y el contenido total (número de moles) de los grupos hidrofílicos se definen como sigue.

- 35 Resistencia a los álcalis: la resistencia de la fibra todavía se mantiene en no menos del 95 % de la resistencia original después de que la fibra se trata en NaOH al 10 % a 93 °C durante 7 días.

Temperatura de uso común: una temperatura a la cual la resistencia se reducirá a la mitad después de la exposición durante cien mil horas. La temperatura de uso común se calcula mediante la ecuación de Arrhenius.

- 40 Grupos hidrofílicos: grupos atómicos que están débilmente unidos con moléculas de agua mediante su unión con átomos de hidrógeno.

- 45 El porcentaje del contenido total de grupos hidrofílicos en el contenido total (número de moles) de grupos en la superficie de la tela: los componentes químicos en la superficie de la fibra se analizan cualitativa y cuantitativamente mediante una espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS), a continuación se realiza el análisis de separación de picos hasta el Pico C, y el tipo y el contenido de concentración molar de los grupos se juzgan de acuerdo con el resultado de la separación de picos, donde los grupos polares que contienen oxígeno son grupos hidrofílicos, y la suma de los porcentajes de concentración molar de los grupos hidrofílicos es el porcentaje del contenido total de grupos hidrofílicos en el contenido total de grupos en la superficie de la tela.

- 50 **Descripción detallada de la presente invención**

La presente invención se describirá adicionalmente en los siguientes ejemplos. Sin embargo, el alcance de protección de la presente invención no se limita a los mismos.

- 55 En los ejemplos, las propiedades físicas de la fibra se miden mediante los siguientes métodos o se calculan mediante las siguientes fórmulas.

[Factor de cobertura]

- 60 (1) El factor de cobertura de la tela tejida se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$CF = N_w \times \sqrt{D_w} + N_f \times \sqrt{D_f}$$

- 65 En la que, N_w denota la densidad de urdimbre de la tela (hilos/pulgada);

ES 2 765 951 T3

D_w denota la finura de los filamentos de urdimbre en la tela (dtex);
 N_f denota la densidad de trama de la tela (hilos/pulgada);
 D_r denota la finura de los filamentos de trama en la tela (dtex).

- 5 (2) El factor de cobertura de la tela de punto se calcula mediante la siguiente fórmula:
el factor de cobertura de la tela de punto también se conoce como factor de rigidez, que es una relación de la raíz cuadrada de un TEX de hilos y el largo de la puntada (L), es decir, un valor K, donde el valor $K = \sqrt{Tex/L}$

[Tamaño de poro promedio]

- 10 De acuerdo con la norma ASTM F316-03, el tamaño de poro del tejido se mide mediante un porosímetro de flujo capilar (un producto de PMI; Modelo: CFP-1100-AE), y el modo de trabajo se configura como un modo húmedo/seco. El ambiente de prueba es 20 ± 2 °C y 65 ± 4 % de HR. Se coloca una muestra de tela en una cámara de muestra y luego se humedece con fluido de silicona silwick con una tensión superficial de 19,1 dinas/cm. La abrazadera inferior de la cámara de muestra tiene un inserto de disco de metal poroso con un diámetro de 2,54 cm y un espesor de 3,175 mm, mientras que la abrazadera superior de la cámara de muestra tiene un orificio con un diámetro de 3,175 mm, así, el valor del tamaño de poro promedio de la tela se puede leer directamente. Se utiliza un valor promedio de dos veces de medición como el valor de tamaño de poro promedio final.

- 20 La condición de distribución del tamaño de poro y la relación de cada intervalo de tamaño de poro se pueden leer directamente de los resultados de medición específicos, y la relación de tamaño de poro dentro de un cierto intervalo se puede obtener agregando los valores medidos mostrados en los resultados de medición.

[Calidad de ventilación]

- 25 La calidad de la ventilación se mide mediante un probador de permeabilidad al aire a alta presión (un producto de Technoworld; Modelo: W170848) a 23 °C y 50 % de HR. Los métodos de medición específicos son los siguientes: 17 muestras circulares, cada una con un diámetro de 10 cm, se estiran en una dirección de anchura de la tela, la calidad de ventilación de cada muestra se mide a 3 kPa y se utiliza un valor promedio de 13 datos intermedios como resultado final de la prueba.

[Estanqueidad a los gases]

- 35 La estanqueidad a los gases se mide de acuerdo con el término 4.5.2 "Medición de la estanqueidad a los gases" del "paño de diafragma de amianto" de la norma china de la industria de materiales de construcción JC/T211-2009.

[Absorción de agua]

- 40 La absorción de agua del paño de diafragma antes o después del tratamiento hidrofílico se mide de acuerdo con GB/T21655.1-2008.

[Tasa de absorción de agua]

- 45 La tasa de absorción de agua se mide de acuerdo con el término 7.1.1 "Método de la gota descendente" de la norma JIS L1907-2010 "Método de prueba de absorción de agua de un producto de fibra".

[Rigidez]

- 50 La rigidez se mide mediante un probador de rigidez de tela (SASD-672-1) (J.A.KING & COMPANY) de acuerdo con la norma de prueba de rigidez ASTM D4032. El método específico es el siguiente: se preparan muestras de urdimbre y trama, y luego se prueban en un probador de la rigidez una vez regulada la presión a 324 KPa. El ambiente de prueba es 20 ± 2 °C y 65 ± 4 % de HR, y la humidificación de las muestras se realiza durante más de 24 horas.

Requisitos para la obtención de las muestras:

- 55 Urdimbre: longitud * anchura = 8 pulgadas (204 mm) * 4 pulgadas (102 mm)
Trama: longitud * anchura = 4 pulgadas (102 mm) * 8 pulgadas (204 mm)

[Componentes del grupo hidrofílico y contenido del elemento oxígeno en el mismo]

- 60 Los componentes químicos en la superficie de la fibra se analizan cualitativa y cuantitativamente mediante una espectroscopia de fotoelectrones de rayos X ("KRATOS" que es producida por SHIMAZU Co. Ltd.; Modelo: AXIS ULTRA HAS). El contenido del elemento oxígeno en la superficie de la fibra se calcula de acuerdo con el espectro de energía del fotoelectrón de rayos X. La capacidad de enlace de cada pico de carbono/oxígeno puede reconocerse aparentemente de acuerdo con el espectro de energía del fotoelectrón de rayos X, así se determinan los

componentes del grupo hidrofílico.

Ejemplo 1

- 5 Las urdimbres y las tramas se tejen con hilos de sulfuro de polifenileno de 20 s/6 para obtener un paño liso con una densidad de urdimbre de 1,54 hilos/mm (39 hilos/pulgada) y una densidad de trama de 1,06 hilos/mm (27 hilos/pulgada). Después de tejer, el paño liso se refina y se seca, y luego la superficie del paño liso de sulfuro de polifenileno se somete a un tratamiento de plasma al vacío, donde la presión en una cámara de vacío es de 50 Pa, el gas de proceso es una mezcla de gases de oxígeno y argón, y la intensidad del tratamiento es de 150 kW/m².
- 10 Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un factor de cobertura de 2777.89 y un tamaño de poro promedio de 3 μm, y en donde los poros con un tamaño de poro de 0.2-10 μm suponen el 90 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura del paño de diafragma mide 4008 N/5 cm y 3218 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.
- 15 El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de sulfuro de polifenileno del paño de diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido del elemento oxígeno es del 25 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O) y grupos hidroxilo (-OH), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 48 % del contenido total de los grupos en la superficie de la tela. Las propiedades físicas del paño del diafragma del separador para un electrolizador de agua en el Ejemplo 1 se muestran en la Tabla 1.
- 20

Ejemplo 2

- 25 Las urdimbres y las tramas se tejen con hilos de sulfuro de polifenileno de 20 s/4 para obtener un paño liso con una densidad de urdimbre de 1,85 hilos/mm (47 hilos/pulgada) y una densidad de trama de 1,26 hilos/mm (32 hilos/pulgada). Después de tejer, el paño liso se refina y se seca, y luego la superficie del paño liso de sulfuro de polifenileno se somete a un tratamiento de superficie con plasma a presión atmosférica, donde el gas de proceso es aire y la intensidad del tratamiento es de 150 kW/m². Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un factor de cobertura de 2705.82 y un tamaño de poro promedio de 4 μm, y en donde los poros con un tamaño de poro de 0.2-10 μm suponen el 85 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura del paño de diafragma mide 2247 N/5 cm y 2110 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.
- 30
- El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de sulfuro de polifenileno de la tela del diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido del elemento oxígeno es del 30 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O), grupos hidroxilo (-OH) y grupos formilo (CHO), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 45 % del contenido total de los grupos de superficie de la tela. Las propiedades físicas de la tela de diafragma para un electrolizador de agua en el Ejemplo 2 se muestran en la Tabla 1.
- 35
- 40

Ejemplo 3

- 45 La fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal hexagonal se mezcla con fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal circular en una proporción en peso de 20 : 80 y luego se obtienen 15 s/4 hilos de sulfuro de polifenileno mediante un proceso de hilatura. A continuación, los hilos de sulfuro de polifenileno obtenidos se utilizan como urdimbres y tramas para tejer para formar telas lisas con una densidad de urdimbre de 1,54 hilos/mm (39 hilos/pulgada) y una densidad de trama de 1,1 hilos/mm (28 hilos/pulgada). Después de tejer, el paño liso de sulfuro de polifenileno se refina y se seca, y luego la superficie de la tela simple se somete a un tratamiento de superficie con plasma a presión atmosférica, donde el gas de proceso es aire y la intensidad del tratamiento es de 130 kW/m². Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un factor de cobertura de 2658,70 y un tamaño de poro promedio de 5 μm, en el que los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 μm suponen el 80 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 2600 N/5 cm y 2216 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.
- 50
- 55 El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de la fibra de sulfuro de polifenileno del paño de diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido del elemento oxígeno es del 20 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O), grupos hidroxilo (-OH) y grupos formilo (CHO), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 43 % del contenido total de grupos en la superficie de la tela. Las propiedades físicas de la tela de diafragma para un electrolizador de agua en el Ejemplo 3 se muestran en la Tabla 1.
- 60

Ejemplo de referencia 4

- 65 La fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal hexagonal se mezcla con fibra de sulfuro de polifenileno de

sección transversal circular en una proporción en peso de 50:50, para obtener filamentos mezclados con fibras de sulfuro de polifenileno de 220 dtex. Los filamentos obtenidos se tejen por urdimbre para formar un tejido de punto con una densidad longitudinal de 3,5 hileras/mm (89 hileras/pulgada) y una densidad transversal de 2,48 columnas/mm (63 columnas/pulgada). Después de tejer, la tela de punto de sulfuro de polifenileno se refina y se seca, y luego la superficie del tejido se somete a un tratamiento de plasma al vacío, donde la presión en una cámara de vacío es de 50 Pa, el gas de proceso es una mezcla de gases de oxígeno y argón, y la intensidad del tratamiento es de 150 kW/m². Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un factor de cobertura de 1,3 y un tamaño de poro promedio de 7 μm, en el que los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 μm suponen el 60 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 2347 N/5 cm y 1540 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de sulfuro de polifenileno del paño de diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido del elemento oxígeno es del 11 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O) y grupos hidroxilo (-OH), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 21 % del contenido total de los grupos en la superficie de la tela. Las propiedades físicas de la tela de diafragma para un electrolizador de agua en el Ejemplo 4 se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo 5

La fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal hexagonal se mezcla con fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal circular en una proporción en peso de 80 : 20, y luego se obtienen 20 s/6 hilos de sulfuro de polifenileno mediante un proceso de hilatura. A continuación, los hilos obtenidos se usan como urdimbres y tramas para tejer para formar 3/3 de tejido de sarga con una densidad de urdimbre de 2,2 hilos/mm (56 hilos/pulgada) y una densidad de trama de 1,57 hilos/mm (40 hilos/pulgada). Después de tejer, la tela tejida de sarga 3/3 se refina y se seca, y luego la superficie de la tela se somete a un tratamiento de plasma al vacío, donde la presión en una cámara de vacío es de 50 Pa, el gas de proceso es aire y la intensidad del tratamiento es de 100 kW/m². Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un tamaño de poro promedio de 8 μm, en el que los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 μm suponen el 70 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 4980 N/5 cm y 3600 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de sulfuro de polifenileno de la tela del diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido de elemento de oxígeno es 26 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O) y grupos hidroxilo (-OH), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 40 % del contenido total de los grupos de superficie de la tela. Las propiedades físicas de la tela de diafragma para un electrolizador de agua en el Ejemplo 5 se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo de referencia 6

Las urdimbres y las tramas se tejen con filamentos de politetrafluoroetileno 440dtex-60f para obtener un paño liso con una densidad de urdimbre de 2,99 hilos/mm (76 hilos/pulgada) y una densidad de trama de 2,44 hilos/mm (62 hilos/pulgada). Después de tejer, el paño liso se refina y se seca, y luego la superficie del paño liso se somete a un tratamiento de plasma al vacío, donde la presión en una cámara de vacío es de 50 Pa, el gas de proceso es una mezcla de gases de oxígeno y argón, y la intensidad del tratamiento es de 200 kW/m². Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un factor de cobertura de 2895 y un tamaño de poro promedio de 5 μm, en el que los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 μm suponen el 75 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 4008 N/5 cm y 3218 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de politetrafluoroetileno de la tela del diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido del elemento oxígeno es del 20 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O) y grupos hidroxilo (-OH), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 38 % del contenido total de los grupos de superficie de la tela. Las propiedades físicas de la tela de diafragma para un electrolizador de agua en el Ejemplo 6 se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo de referencia 7

Fibra de sulfuro de polifenileno estirada ("TORCON ®" de TORAY; Especificación: S301) con una finura de 1,0 dtex (10 μm de diámetro) y una longitud de corte de 6 mm y fibra de sulfuro de polifenileno no estirada ("TORCON ®" de TORAY; Especificación: S111) con una finura de 3,0 dtex (17 μm de diámetro) y una longitud de corte de 6 mm se dispersan en agua a una proporción en peso de 60 : 40 para formar una dispersión de fabricación de papel. En la parte inferior se proporciona una red de fabricación de papel de malla 140 para papel hecho a mano, y la dispersión se alimenta a una velocidad de 80 g/m² por una pequeña máquina de papel (de KUMAGAI RIKI KOGYO Co., Ltd.) con un tamaño de 25 cmx25 cm y una altura de 40 cm. A continuación, se añade agua a la dispersión para hacer

que la cantidad total de la dispersión sea 20 L, y la dispersión se agita completamente mediante un agitador. El agua en la pequeña máquina de papel se drena, y el papel residual húmedo en la red de fabricación de papel se transfiere a un trozo de papel de filtro. El papel extendido en húmedo descrito y el papel de filtro se colocan en un secador rotativo (SECADORA ROTATIVA DR-200 de KUMAGAI RIKI KOGYO Co., Ltd.) juntos para el secado (una temperatura de 100 °C, una velocidad de 0,5 m/min, una longitud de 1,25 m y una duración de 2,5 min) una vez para obtener tela no tejida húmeda de fibra de sulfuro de polifenileno. En este momento, un lado en contacto con un rodillo de la secadora se usa como superficie (lado frontal) y otro lado que no está en contacto con el rodillo de la secadora se usa como lado interno. El calandrado se realiza bajo una temperatura del rodillo de acero de 200 °C, una presión de línea de 490 N/cm y una velocidad de rotación del rodillo de 5 m/min por un calandrado hidráulico de tres rodillos (de Ligun Company; Modelo: IH tipo H3RCM) que consiste en un rodillo de acero y un rodillo de papel. La superficie (lado frontal) de el paño no tejido estirado en húmedo de fibra de sulfuro de polifenileno se pone en contacto con el rodillo de acero y luego se calienta y presuriza para obtener una tela no tejida prensada de un solo lado. A continuación, el lado interno de el paño no tejido húmeda se pone en contacto con el rollo de acero y luego se calienta y presuriza para obtener una tela no tejida prensada de doble cara. A continuación, la superficie del paño no tejido prensado de doble cara se somete a un tratamiento de plasma al vacío, donde la presión en una cámara de vacío es de 50 Pa, el gas de proceso es una mezcla de gases de oxígeno y argón, y la intensidad del tratamiento es de 150 kW.s/m². Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con una densidad de volumen de 0,94 y un tamaño de poro promedio de 8 µm, en el que los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 µm suponen el 80 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura del paño de diafragma mide 151 N/5 cm y 143 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de politetrafluoroetileno de la tela del diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido del elemento oxígeno es del 25 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O) y grupos hidroxilo (-OH), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 48 % del contenido total de los grupos de superficie de la tela. Las propiedades físicas del paño de diafragma para un electrolizador de agua en el Ejemplo de referencia 7 se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo de referencia 8

Fibra de sulfuro de polifenileno estirada ("TORCON ®" de TORAY; Especificación: S301) con una finura de 1,0 dtex (10 µm de diámetro) y una longitud de corte de 6 mm y fibra de sulfuro de polifenileno no estirada ("TORCON ®" de TORAY; Especificación: S111) con una finura de 3,0 dtex (17 µm de diámetro) y una longitud de corte de 6 mm se dispersan en agua a una proporción en peso de 60 : 40 para formar una dispersión de fabricación de papel. En la parte inferior se proporciona una red de fabricación de papel de malla 140 para papel hecho a mano, y la dispersión se alimenta a una velocidad de 100 g/m² por una pequeña máquina de papel (de KUMAGAI RIKI KOGYO Co., Ltd.) con un tamaño de 25 cmx25 cm y una altura de 40 cm. Las otras condiciones de procesamiento son las mismas que las de la realización 7. Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con una densidad de volumen de 0,96 y un tamaño de poro promedio de 4 µm, en el que los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 µm suponen el 90 % de todos los poros, y la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 204 N/5 cm y 198 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de politetrafluoroetileno de la tela del diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido del elemento oxígeno es del 25 % en peso. Los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno incluyen grupos carbonilo (C=O) y grupos hidroxilo (-OH), y el contenido total de los grupos hidrofílicos que contienen oxígeno supone el 48 % del contenido total de los grupos de superficie de la tela. Las propiedades físicas del paño de diafragma para un electrolizador de agua en el Ejemplo de referencia 8 se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo comparativo 1

Las urdimbres y las tramas se tejen con hilos de sulfuro de polifenileno de 20 s/6 para obtener un paño liso con una densidad de urdimbre de 1,42 hilos/mm (36 hilos/pulgada) y una densidad de trama de 0,87 hilos/mm (22 hilos/pulgada). Después de tejer, el paño liso se refina, se seca y se le da forma para obtener finalmente un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un factor de cobertura de 2441.17 y un tamaño de poro promedio de 12 µm, en el que la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 3800 N/5 cm y 2120 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que el contenido de elemento de oxígeno en la superficie de la fibra de sulfuro de polifenileno es del 2 % en peso. Las propiedades físicas de este paño de diafragma para un electrolizador de agua se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo comparativo 2

Las urdimbres y las tramas se tejen con hilos de sulfuro de polifenileno de 20 s/4 para obtener un paño liso con una densidad de urdimbre de 1,65 hilos/mm (42 hilos/pulgada) y una densidad de trama de 0,94 hilos/mm (24

hilos/pulgada). Después de tejer, el paño liso se refina, se seca y se forma para obtener finalmente un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un factor de cobertura de 2268.13 y un tamaño de poro promedio de 15 μm , en el que la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 2100 N/5 cm y 1980 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

5 El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que el contenido de elementos de oxígeno en la superficie de la fibra de sulfuro de polifenileno es del 4 % en peso. Las propiedades físicas de este paño de diafragma para un electrolizador de agua se muestran en la Tabla 1.

10 Ejemplo comparativo 3

La fibra de sulfuro de polifenileno con una finura de 2,2 dtex y una longitud de 51 mm se somete sucesivamente a apertura, mezclado, cardado, formación de banda y punzonado con aguja para formar tela no tejida, y luego el paño no tejido se sulfona en H_2SO_4 al 98 % a 80 °C durante 30 minutos y luego se trata con una solución de KOH al 30 %. Finalmente, se obtiene un paño de diafragma para un electrolizador de agua con un tamaño de poro promedio de 13 μm , en el que la resistencia a la rotura de la tela del diafragma es de 1180 N/5 cm y 1500 N/5 cm en las direcciones de la urdimbre y la trama, respectivamente.

20 El paño del diafragma preparado se prueba mediante espectroscopia de fotoelectrones de rayos X. Se mide que la superficie de fibra de politetrafluoroetileno de la tela del diafragma contiene grupos hidrofílicos que contienen oxígeno, y el contenido de elemento de oxígeno en la superficie de fibra de politetrafluoroetileno es del 12 % en peso. Las propiedades físicas del electrolizador de agua se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Artículo	ejemplo 1	ejemplo 2	ejemplo 3	ejemplo de referencia 4	ejemplo 5	ejemplo de referencia 6	ejemplo de referencia 7	ejemplo de referencia 8	ejemplo comparativo 1	ejemplo comparativo 2	ejemplo comparativo 3
Contenido de fibra de sección transversal modificada (%)	0	0	20	50	80	0	-	-	0	0	0
Tipo de fibra de sección transversal modificada	-	-	Entrecruzada	Hexagonal	Hexagonal	-	-	-	-	-	-
Forma de tela	Tela tejida	Tela tejida	Tela tejida	Tejido tricotado	Tela tejida	Tela tejida	Paño no tejido	Paño no tejido	Tela tejida	Tela tejida	Paño no tejido
Espesor (mm)	1,0	0,8	0,8	1,2	1,4	0,5	0,09	0,11	0,9	0,8	1,5
Peso (g/m ²)	568	426	455	400	1130	275	83	106	498	419	500
Densidad											
Dirección de la urdimbre (hilos/pulgada*)	39	47	39	89	56	76	-	-	36	42	-
Dirección de la trama (hilos/pulgada*)	27	32	28	63	40	62	-	-	22	24	-
Factor de cobertura (densidad por volumen) (g/cm ³)	2777,89	2705,82	2658,70	1,3	-	2895	-	-	2441,17	2268,13	-
Tamaños de poro promedio (µm)	3	4	5	7	8	5	8	4	-	15	13
Estanqueidad a los gases (mmH ₂ O)	300	370	380	240	320	350	370	480	200	130	180
Calidad de ventilación (L/cm ² /min)	0,68	0,79	1,06	1,59	1,89	1,05	0,82	0,33	2,68	2,98	2,43
Rigidez	27,3	5,6	5,0	3,3	38,6	2,2	2,6	3,4	24,5	4,8	21,5
*hilos/25,5 mm											

REIVINDICACIONES

1. Un paño de diafragma para un electrolizador de agua, caracterizado por que el paño de diafragma es un paño liso o tela de punto compuesto de fibra resistente a los álcalis a una temperatura de uso común de no menos de 150 °C;
- 5 el tamaño de poro promedio del paño de diafragma es de no menos de 3 µm a menos de 10 µm; y bajo la condición de presión de 3 kPa a 23 °C y 50 % de HR, la calidad de ventilación del paño de diafragma es de 2 L/cm²/min o menos, y la temperatura de uso común es una temperatura a la cual la resistencia de la fibra se reduce a la mitad después de la exposición durante 100.000 horas;
- 10 en donde dicha fibra resistente a los álcalis es fibra de sulfuro de polifenileno que contiene grupos hidrofílicos en su superficie, y en donde los poros con un tamaño de poro de 0,2-10 µm en el paño de diafragma suponen no menos del 60 % de todos los poros, y el contenido del elemento oxígeno en la superficie de la fibra es del 12-40 % en peso; y en donde el factor de cobertura del paño de diafragma es de 2.300 a 3.000 si es un paño simple y de 0,7 a 1,5 si es una tela de punto.
- 15 2. El paño de diafragma para un electrolizador de agua según la reivindicación 1, en el que dichos grupos hidrofílicos descritos son al menos uno de los grupos carboxilo, grupos carbonilo, grupos hidroxilo y grupos formilo, y el contenido total de los grupos hidrofílicos supone el 10-60 % del contenido total de los grupos en la superficie de la tela.
- 20 3. El paño de diafragma para un electrolizador de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fibra de sulfuro de polifenileno contiene no menos del 20 % en peso de fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal modificada.
4. El paño de diafragma para un electrolizador de agua según la reivindicación 3, en el que dicha fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal modificada es fibra de sulfuro de polifenileno de sección transversal entrecruzada, en forma de matriz, poligonal, con forma de hoja, elíptica o plana.
- 25 5. El paño de diafragma para un electrolizador de agua según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha tela de punto es tela de punto por urdimbre.
- 30 6. Un método de fabricación del paño de diafragma para un electrolizador de agua como se reivindica en cualquier reivindicación anterior, que comprende las siguientes etapas de: entretejer o tejer con fibra resistente a los álcalis a una temperatura de uso común de no menos de 150 °C para obtener telas o tejidos de punto resistentes a los álcalis y a altas temperaturas, refinar y secar la tela tejida o la tela de punto después de tejer, y luego someter la superficie de la tela tejida o de la tela de punto obtenidas a una modificación de descarga por tratamiento con plasma, a una intensidad de tratamiento de 50-500 kW/m², o tratamiento de planchado eléctrico;
- 35 en donde el contenido del elemento oxígeno en la superficie de la fibra es del 12-40 % en peso; y en donde el factor de cobertura del paño de diafragma es de 2.300 a 3.000 si es un paño simple y de 0,7 a 1,5 si es una tela de punto.