

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT

1 Título de la Invención(200 caracteres o espacios máximos)

MÉTODO PARA SEPARACIÓN DE GASES

2 Datos del Solicitante / Titular

Nombre:	EVONIK FIBRES GMBH	Dirección Electrónica:	patmarks@prietocarrizosa.com
Dirección:	GEWERBEPARK 4, 4861 SCHÖRFLING AM ATTERSEE	Domicilio/País de constitución:	AUSTRIA - TIROL - SCHORFLING AM ATTERSEE

Identificación:

☐ CEDULA DE CIUDADANIA	☐ CEDULA DE EXTRANJERIA
☒ EMPRESA EXTRANJERA	☐ NIT
☐ PASAPORTE	

Número: 2213567377-

3 Solicitantes

Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación
1. EVONIK FIBRES GMBH	EE	2213567377

4 Datos del Inventor

Nombre:	Jorg BALSTER	Dirección Electrónica:	patmarks@prietocarrizosa.com
Dirección:	Schiessstatt 7, 4861 Schorfling am Attersee	Domicilio/País de constitución:	AUSTRIA - TIROL - SCHORFLING AM ATTERSEE
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE ☒ No Aplica Número: -			
5	Inventor(es)		
Apellidos - Nombres		Domicilio	
1.	BALSTER Jorg	AUSTRIA	
2.	UNGERANK Markus	AUSTRIA	
3.	VELTHOEN Ingrid Winette	AUSTRIA	
6	Datos Inventor(es)		
País de Residencia	Departamento/Estado	Ciudad	Dirección
1. AUSTRIA	TIROL	SCHORFLING AM ATTERSEE	Schiessstatt 7, 4861 Schorfling am Attersee
2. AUSTRIA	OBEROSTERREICH	PERG	Munzbacherstrasse 22 4320 Perg
3. AUSTRIA	OBEROSTERREICH	VOCKLABRUCK	Dachsenberg 31, 4881 Strass im Attergau
7	Datos del Representante Legal / Apoderado		
Nombre:	MAURICIO PATIÑO BONNET	Dirección Electrónica:	patmarks@prietocarrizosa.com

Dirección:		CARRERA 9 No. 74-08 OFICINA 305	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT Número: 11342699-				
Presentación de Poder				
Año de Radicación				
Número de Radicación				
8	Datos Solicitud: PCT / WO			
Número Solicitud:		PCT/EP2012/073901	Fecha Solicitud:	29/11/2012
Número Publicacion:		WO 2013/098024	Fecha Publicacion:	04/07/2013
9	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO	
1.	(33) País de origen COMUNIDAD EUROPEA	Codigo del país CE	(31) No. Solicitud 11195776.7	(32) Fecha 27/11/2011
10	Reivindicaciones			
Número reivindicaciones:		16	Pago Reivindicaciones:	Si
11	Reducción de tasas.			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				

12 Documentos Anexos

- ☒ Reivindicaciones
- ☒ Descripción
- ☒ Dibujos y/o Figuras
- ☒ Resumen
- ☐ Certificado Depósito Material Biológico
- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☐ Artes finales 12 x 12 cm
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☒ Otros Anexos

MÉTODO PARA SEPARACIÓN DE GASES

La invención se refiere a un método especial y un aparato especial, en particular encadenamiento de módulos de membrana de separación de gases, para separar mezclas gaseosas que contienen helio y para producir helio en alta pureza.

La obtención de helio a partir de fuentes gaseosas es un proceso muy costoso en términos de energía y hasta ahora se ha logrado esencialmente por medio de destilación criogénica.

Para simplificar este proceso y al menos como un reemplazo parcial de etapas de proceso energéticamente intenso tales como, por ejemplo, destilación criogénica, se ha propuesto el uso de tecnología de membrana. Así, por ejemplo, el documento US 2005/0217479A1 y el arte previo citado en allí presenta diversos ejemplos de purificación de helio de corrientes gaseosas por medio de tecnologías de membrana. En el proceso descrito, sin embargo, sólo se pueden lograr pequeñas purezas de helio; más aún, el rendimiento es muy bajo.

Se sabe en general que las mezclas gaseosas se pueden separar por medio de membranas de separación de gases sobre la base de diferentes permeabilidades (= flujo de material por unidad de tiempo, superficie,

presión diferencial y espesor de capa) de los gases individuales. En general, para producir tales membranas de separación de gases, los plásticos se procesan para dar fibras huecas o membranas planas. Las membranas se caracterizan por una capa de separación muy delgada en la superficie de la membrana, de modo que la permeación (= flujo de material por unidad de tiempo, superficie y presión diferencial) de la membrana sea lo más grande posible.

Además de nuevos materiales de membrana, también se han investigado diferentes vías de conexión de membranas en el arte previo. Se conocen de fuentes bibliográficas una serie de interconexiones de membrana de una etapa o de varias etapas para separar gases. A modo de ejemplo, se puede hacer mención aquí como fuentes bibliográficas de: Baker, IndEngChemRes, Natural Gas Processing with Membranes, 47 (2008); Bhide MemSci, Hybrid procesos for the removal of acid gases from natural gas, 1998; Hhenar, MemSci Application of Cardo-type polyimide (PI) and polyphenylene oxide (PPO) hollow, 2008; EP 0 603 798; EP 0 695 574; US 5.753.011; EP 1 634 946; EP 0 596 268; US 6.565.626 B1; US 6.168.649 B1 y EP 0 799 634. Los métodos especificados tienen la desventaja de que en parte incluyen una pluralidad de etapas de recompresión o de que sólo se

puede lograr una alta pureza del gas de permeato o sólo una alta pureza del gas de retentato. Hasta ahora no hay métodos de membrana apropiados para lograr simultáneamente altas purezas de gas de permeato y gas de retentato. Hasta ahora no existían aún soluciones satisfactorias para la purificación de helio llevadas a cabo exclusivamente por medio de métodos de membrana.

Procediendo de este arte previo, el objeto de la presente invención consistía en proporcionar un método y también un aparato para separar y purificar mezclas gaseosas que contienen helio que no tienen o que sólo tienen, en una medida reducida, las desventajas de los métodos y aparatos del arte previo. En particular, se han de proporcionar métodos y aparatos que pueden producir simultáneamente un gas de permeato que contiene helio y también un gas de retentato en altas purezas. En otro objeto específico, estos métodos y aparatos deberían ser ventajosos en términos de costos de inversión y costos operativos y/o permitir una implementación más simple.

En un siguiente objeto especial, se ha de proporcionar un método/aparato que se puede usar lo más universalmente posible para purificar helio. En particular, debería ser posible separar de modo eficaz y efectivo cualquier corriente gaseosa,

independientemente del contenido de helio, independientemente de la composición de la corriente gaseosa e independientemente del contenido de los demás componentes en la corriente gaseosa.

Otro objeto especial de la presente invención consistía en mantener lo más bajas posibles las pérdidas de helio en comparación con la corriente gaseosa cruda.

Otros objetos no especificados explícitamente surgen del contexto general de las reivindicaciones, descripción, ejemplos y figuras siguientes.

Sorprendentemente, se ha hallado ahora que corrientes puras de permeato (corriente de helio) y retentato pueden obtenerse por medio del método de acuerdo con la reivindicación 1 y el aparato de acuerdo con la reivindicación 2 o una de las reivindicaciones dependientes sin requerir más que un compresor. El aparato de acuerdo con la invención permite obtener simultáneamente helio y una corriente de retentato en alta pureza. Los costos de inversión para la planta son bajos; no requiere métodos de purificación corriente abajo adicionales. En consecuencia, fue posible lograr los objetos fijados con un método de separación de membrana pura.

La presente invención proporciona, en

consecuencia, el aparato y el método en las reivindicaciones y también se explican con mayor detalle en la siguiente descripción y los ejemplos.

La presente invención se describe más abajo en detalle. De antemano, se definen algunos términos importantes.

El cociente de las permeancias de dos gases individuales da la **selectividad** de la membrana para la separación con respecto a los dos gases y, así, indica cuán bien la membrana puede separar una mezcla gaseosa con respecto a los dos componentes. **Permeato** se refiere a la corriente total que se produce en el lado de baja presión de la membrana, los módulos de membrana o la etapa de separación de membrana.

Gas permeato se usa para referirse al componente/los componentes enriquecidos en cada caso en la membrana, en el módulo de membrana o en la etapa de separación de membrana en la **corriente de permeato** en comparación con la respectiva corriente de entrada.

Retentato se usa para referirse a la corriente total que se produce del lado de alta presión de la membrana, módulo de membrana o etapa de separación de membrana que no pasa a través de la membrana.

Gas de retentato se usa para referirse al componente/los componentes enriquecidos en cada caso en

la membrana, en el módulo de membrana o en la etapa de separación de membrana en la **corriente de retentato** en comparación con la respectiva corriente de entrada.

Gas crudo o mezcla de gas crudo o corriente de gas crudo (17) se refiere a una mezcla gaseosa de al menos dos gases o una corriente de esta mezcla gaseosa que se ha de separar por medio del método de acuerdo con la invención y/o el aparato de acuerdo con la invención y que comprende helio como un componente. El contenido de helio puede variar dentro de cualquier límite deseado, pero, con preferencia, está entre el 0,01 y el 80% en volumen, con preferencia particular, entre el 0,1 y el 20% en volumen y con preferencia muy particular, del 1 al 10% en volumen. La corriente gaseosa cruda puede ser una corriente gaseosa no tratada, por ejemplo, subproducto o corriente de gas de desecho provenientes de procesos, etc. o una corriente gaseosa, por ejemplo, de una destilación criogénica, que ya se elaboró con fines de incrementar la fracción de helio. Los ejemplos de corrientes gaseosas apropiadas son gases de procesamiento en los que se usa helio, por ejemplo, como atmósfera de protección.

Corriente de alimentación (5) se refiere a una corriente gaseosa de helio y al menos otro componente que se alimenta a la etapa de separación de la

corriente de alimentación (1). Esta corriente puede corresponder a la corriente gaseosa cruda (17) y/o a la corriente gaseosa cruda comprimida por un compresor. Después de reciclar la segunda corriente de permeato (9) y/o la tercera corriente de retentato (10), sin embargo, la corriente de alimentación (5) está compuesta de los gases de la corriente gaseosa cruda (17), aquellos de la segunda corriente de permeato (9) y/o aquellos de la tercera corriente de retentato (10). La corriente de alimentación (5) se genera, con preferencia, por las corrientes (9) y (10) ya sea mezclando ambas con la corriente gaseosa cruda no comprimida (17) o tanto con la corriente gaseosa cruda comprimida o uno con la corriente gaseosa cruda no comprimida y uno con la corriente gaseosa cruda comprimida o con las corrientes (9) y/o (10) mezcladas con la corriente gaseosa cruda (17) en el compresor. Las combinaciones de las variantes descritas con anterioridad están comprendidas por la presente invención.

La etapa de separación de la corriente de alimentación (1) se refiere a una etapa de separación de membrana para separar la corriente de alimentación (5) en una primera corriente de permeato (6) enriquecida con respecto al helio en comparación con la

corriente de alimentación (5) y una primera corriente de retentato (7) agotada con respecto al helio en comparación con la corriente de alimentación (5).

Etapas de separación de retentato (2) se refiere a una etapa de separación de membrana, que puede tener el mismo diseño o un diseño diferente de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1), para separar la primera corriente de retentato (7) en una segunda corriente de permeato (9) enriquecida con respecto al helio en comparación con la primera corriente de retentato (7) y una segunda corriente de retentato (8) agotada con respecto al helio en comparación con la primera corriente de retentato (7).

Etapas de separación de permeato (3) se refiere a una etapa de separación de membrana, que puede tener el mismo diseño o un diseño diferente de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) y/o la etapa de separación del retentato (2), para separar la primera corriente de permeato (6) en una tercera corriente de retentato (10) agotada con respecto al helio en comparación con la primera corriente de permeato (6) y una tercera corriente de permeato (11) enriquecida con respecto al helio en comparación con la primera corriente de permeato (6).

Con referencia a las formas de realización

preferidas y especiales del método de acuerdo con la invención descrito más abajo y también las formas de realización preferidas y particularmente apropiadas y también los dibujos y descripciones de los dibujos, la invención se describe meramente con mayor detalle a modo de ejemplo, es decir, no está limitada a estas formas de realización y ejemplos de aplicación o a las respectivas combinaciones de características dentro de formas de realización individuales.

Las características Individuales que se brindan y/o se presentan en conexión con formas de realización específicas no están limitadas a estas formas de realización o la combinación con las otras características de estas formas de realización, pero se pueden combinar, dentro del alcance de las posibilidades técnicas, con cualquier otra variante, incluso si no se tratan por separado en los presentes documentos.

Los mismos números de referencia en las figuras individual y representaciones de los dibujos se refieren a componentes idénticos o similares o componentes de idéntica o similar acción. Por referencia a las representaciones en el dibujo, también se enfatizan aquellas características que no se proveen de números de referencia, independientemente de si

tales características se describen más abajo o no. Por otro lado, las características que están contenidas en la presente descripción, pero que no son visibles o se muestran en el dibujo son directamente autoevidentes para un experto en el arte.

El aparato de acuerdo con la invención, ver, por ejemplo, las Figuras 1 a 3, incluye una interconexión de al menos tres etapas de separación de membrana. Cada etapa consiste en uno o varios módulos de separación de gas físicos que se conectan en paralelo y/o en serie dentro de una etapa. La fuerza motriz generada para separar el gas en los módulos es una diferencia de presión parcial entre el lado del retentato y el lado del permeato en las respectivas etapas de separación de membrana. La diferencia de presión parcial puede ser generada ya sea por medio de un compresor (4), que está dispuesto del lado de la alimentación de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) y/o por medio de al menos una, con preferencia, una o dos bombas de vacío (no mostradas en las Figs. 1 a 3), con preferencia, del lado del permeato de la etapa de separación del retentato (2) en la segunda corriente de permeato (9) y/o del lado del permeato de la etapa de separación del permeato (3) en la tercera corriente de permeación (11). Opcionalmente, puede ser ventajoso

generar y/o reforzar la diferencia de presión parcial en una o varias de las etapas de separación de membrana por medio de una corriente de gas de lavado del lado del permeato.

En una forma de realización preferida de la presente invención, un compresor (4) lleva la mezcla gaseosa cruda o la mezcla gaseosa de la corriente gaseosa cruda (17) y la segunda corriente de permeato (9) y/o la tercera corriente de retentato (10) a la presión deseada en el rango de 5 a 100 bar, pero, con preferencia, a una presión de 5 a 50 bar o, con preferencia particular, de 10 a 25 bar. La corriente de alimentación (5) resultante se alimenta a la etapa de separación de la corriente de alimentación (1). En la etapa de separación de la corriente de alimentación (1), se obtiene una preseparación de la mezcla gaseosa cruda en componentes de permeación más fácil (gas de permeato), que, en gran medida, llega al permeato de la primera etapa y componentes de permeación menos rápida (gas de retentato), que se retienen predominantemente por la membrana y se acumulan en el retentato.

El método de acuerdo con la invención y/o el aparato de acuerdo con la invención se puede llevar a cabo, en especial cuando se purifica helio crudo, sin reciclar las corrientes de material (9) y (10) (ver el

Ejemplo 2).

Sin embargo, en particular si el contenido de helio en la corriente gaseosa cruda (17) es muy bajo y/o se desea una alta pureza de helio en la tercera corriente de permeato (11), el método de acuerdo con la invención y/o el aparato de acuerdo con la invención se caracteriza, en una variante preferida, por el hecho de que se diseña de modo tal que la concentración de helio en la corriente de alimentación (5) se incremente como resultado del reciclado de la segunda corriente de permeato (9) y de la tercera corriente de retentato (10), con preferencia, en al menos el 2%, con preferencia particular, en al menos el 3%, con preferencia muy particular, del 4 al 10% y con preferencia especial, del 5 al 10%, en cada caso, en comparación con la concentración de helio en la corriente gaseosa cruda (17). El aumento puede depender de la composición de la corriente gaseosa cruda (17) y es particularmente marcado en bajas concentraciones de helio (0,01 al 10%). En general, el aumento de la concentración de helio está entre el 2 y el 10%, con preferencia particular, entre el 3 y el 5%, cuando el contenido del gas de permeato en la corriente gaseosa cruda (17) esté entre el 2 y el 7%.

Los inventores descubrieron que el rendimiento

para el proceso general de helio y gas de retentato aumenta y, así, la pérdida de gas se reduce si la concentración del helio en la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) se incrementa. En el mismo corte de separación de la etapa (= relación de corriente de permeato a corriente de alimentación de la etapa en cuestión), considerablemente menos cantidad de helio llega al retentato de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) si la concentración al menos del helio en la corriente de alimentación (5) se incrementa. Análogamente, se estableció una reducción del rendimiento si la concentración de helio en la corriente de alimentación (5) por purificar se reduce en comparación con la corriente gaseosa cruda. De esta manera, el corte de separación de la etapa para una concentración del 10% de helio en la corriente de alimentación (5) por purificar está entre el 2 y el 30%, con preferencia, entre el 5 y el 25% y con preferencia particular, entre el 10 y el 15%. En una forma de realización de particular preferencia de la presente invención, el método de acuerdo con la invención y/o el aparato de acuerdo con la invención se diseña por ello de forma tal que el contenido de helio en la corriente de alimentación (5) es mayor o igual al 2% en volumen, con preferencia, más del 5% en volumen y

muy particularmente, más del 10% en volumen, en base al volumen de la corriente de alimentación (5), después de reciclar la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10).

Tal como se acaba de explicar, este incremento en la concentración de helio en la corriente de alimentación (5) aumenta la eficacia de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) que, a su vez, da como resultado menos gas de retentato que entra en la primera corriente de permeato (6). Esto, a su vez, aumenta la eficacia de la etapa de separación de permeato (3) y asegura que, también aquí, menos gas de retentato no deseado pase a la tercera corriente de permeato (10).

En general, es posible decir que, en la etapa de separación de la corriente de alimentación (1), con preferencia, del 20 al 100%, con preferencia particular, del 30 al 90% y con preferencia muy particular, del 40 al 70%, de helio pasa a la corriente de alimentación (5) al permeato.

El retentato de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) se alimenta, opcionalmente con reducción de presión por medio de una válvula de alivio de presión opcionalmente presente (12) o con aumento de presión, por medio de la primera

corriente de retentato (7), a la etapa de separación del retentato (2), donde tiene lugar la purificación fina de la corriente de retentato (7). Del lado del retentato de la etapa de separación del retentato (2), es decir, en la segunda corriente de retentato (8), hay con preferencia una válvula de alivio de presión (13), por medio de la cual se puede mantener la presión en el sistema y se mantiene constante. El contenido de componentes menos fácilmente permeables o de un gas de retentato B se incrementa luego en la etapa de separación del retentato (2), de modo que el contenido de componente B o de un gas de retentato B en la segunda corriente de retentato (8) sea, con preferencia, de más del 80% en volumen, con preferencia particular, de más del 90% en volumen, con preferencia muy particular, del 90 al 99,9% en volumen y con preferencia especial, del 92% al 99,5% en volumen. En una variante de particular preferencia, el método de acuerdo con la invención y/o el aparato de acuerdo con la invención se caracteriza porque al menos el 95% en volumen, con preferencia, al menos el 97% en volumen, con preferencia particular, al menos el 99% en volumen y con preferencia muy particular, al menos el 99,5% en volumen, del componente de retentato de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1)

introducido en el aparato con la corriente gaseosa cruda (17) se eliminan del sistema a través de la segunda corriente de retentato (8).

El corte de separación de la etapa de la etapa de separación del retentato (2) para una concentración del helio del 5% en la primera corriente de retentato (7) está entre el 2 y el 30%, con preferencia, entre el 5 y el 15%.

El permeato que contiene helio de la etapa de separación del retentato (2) se recicla por medio de la segunda corriente de permeato (9), se alimenta a la corriente de alimentación (5) y se reprocesa -lo cual se prefiere- o se descarta. Como se explicó recién en la definición de la expresión "corriente de alimentación", el reciclado puede tener lugar en diferentes vías según se use un compresor (4) o incluso un compresor de múltiples etapas (4). En el caso de un compresor de una única etapa (4), la segunda corriente de permeato (9) se alimenta, con preferencia, al lado de succión del compresor (4) (ver la Fig. 1). Si se usa un compresor de múltiples etapas, luego se prefiere introducir la segunda corriente de permeato (9) en el compresor entre dos etapas de compresión (ver las Figs. 2 y 3).

El permeato de la etapa de separación de la

corriente de alimentación (1) muy enriquecido con helio se pasa a la etapa de separación del permeato (3) por medio de la primera corriente de permeato (6). De ser necesario, se puede usar una válvula de alivio de presión (14) en la corriente de retentato de la etapa de separación del permeato (3), es decir, la tercera corriente de retentato (10), para evitar que la presión del de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) caiga a presión ambiente (ver la Fig. 1). De esta manera, la fuerza motriz para la etapa de separación del permeato (3) se puede retener. La etapa de separación del permeato (3) produce, con preferencia, un permeato (corriente de producto de helio) con un contenido de helio mayor al 50% en volumen, con preferencia, del 70 al 99,9% en volumen, con preferencia particular, del 80 al 99% en volumen, con preferencia especial, del 85 al 98% en volumen y con preferencia muy específica, del 90 al 96% en volumen, que se elimina del aparato por medio de la tercera corriente de permeato (11). En una forma de realización de particular preferencia, el aparato de acuerdo con la invención se diseña de modo tal que a lo sumo el 50% en volumen, con preferencia, a lo sumo el 30% en volumen, con preferencia particular, a lo sumo del 1 al 20% en volumen, con preferencia muy

particular, a lo sumo del 2 al 15% en volumen y con preferencia especial, del 4 al 10% en volumen, del componente de retentato de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) introducido en el aparato con la corriente gaseosa cruda (17) se eliminan del sistema por medio de la tercera corriente de permeato (11). En otra variante de particular preferencia, el método de acuerdo con la invención y/o el aparato de acuerdo con la invención se caracteriza así porque al menos el 95% en volumen, con preferencia, al menos el 97% en volumen, con preferencia particular, al menos el 99% en volumen y con preferencia muy particular, al menos el 99,5% en volumen, del helio de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) introducido en el aparato con la corriente gaseosa cruda (17) se eliminan por medio de la tercera corriente de permeato (11).

El corte de separación de la etapa de la etapa de separación del permeato (3) está entre el 30 y el 95%, con preferencia, entre el 50 y el 70%.

La tercera corriente de retentato (10) se recicla, se alimenta a la corriente de alimentación (5) y se reprocesa -lo cual se prefiere- o se descarta. Como ya se explicó con anterioridad, el reciclado puede tener lugar por diferentes vías y puede depender, por

ejemplo, de si se usa un compresor (4) o incluso un compresor de múltiples etapas (4). En el caso de un compresor de una única etapa (4), se alimenta la tercera corriente de retentato (10) con preferencia al lado de succión del compresor (4) (ver la Fig. 2). Si se usa un compresor de múltiples etapas, entonces se prefiere introducir la tercera corriente de retentato (10) en el compresor entre dos etapas de compresión (ver las Figs. 2 y 3).

En una forma de realización de particular preferencia, el método de acuerdo con la invención o el aparato de acuerdo con la invención se caracteriza porque se diseña de tal modo que el volumen de gas reciclado en la segunda corriente de permeato (9) y en la tercera corriente de retentato (10) es en total inferior al 50% en volumen, con preferencia, del 5 al 40% en volumen, con preferencia muy particular, del 5 al 30% en volumen y con preferencia especial, del 10 al 25% en volumen, del volumen de la corriente gaseosa cruda (17). El control de la cantidad de las corrientes de gas de reciclado se puede efectuar, por ejemplo, por medio de la sección de los respectivos módulos de membrana en las etapas de separación de membrana (1) a (3) o por medio del control y la regulación de presiones en el sistema o por medio de las tasas de

flujo. En consecuencia, el método de acuerdo con la invención o el aparato se caracteriza porque, a pesar de los reflujos muy bajos, se asegura el aumento en la concentración de helio en la corriente de alimentación (5), explicada con mayor detalle con anterioridad. Esto aumenta la eficacia del método general de modo considerable.

La primera corriente de permeato (6) se transporta, con preferencia, de modo tal que la presión de alimentación de la etapa de separación del permeato (3), con preferencia, por medio de una válvula de alivio de presión (14) del lado del retentato de la etapa de separación del permeato (3), es de 1 a 30 bar, con preferencia, de 2 a 20 bar y con preferencia particular, de 2 a 10 bar.

Como ya se explicó, es particularmente ventajoso cuando se usa un compresor de múltiples etapas (4). En este caso, se puede dispensar una completa descompresión del retentato de la etapa de separación del permeato (3), ya que el retentato de la etapa de separación del permeato (3) se puede alimentar entre dos etapas de compresor del compresor (4) (ver las Figs. 2 y 3).

Como la etapa de separación del retentato (2) después de la descompresión a la presión de

alimentación se operaría en general en el rango de presión limitado por la selectividad, puede ser de utilidad descomprimir la segunda corriente de permeato (9) meramente hasta un nivel de presión mayor de una unidad multietapa de mayor presión, es decir, de un compresor de múltiples etapas (4), ya que los costos operativos de la unidad de compresión se reducen así sin alterar significativamente el resultado de separación. En una forma de realización de particular preferencia de la presente invención, se usa por ello un compresor de múltiples etapas (4) y las corrientes gaseosas (9) y (10) se alimentan en este compresor en cada caso entre dos etapas de compresión. Tal interconexión se muestra en la Fig. 3.

Como recién se mencionó, el aparato de acuerdo con la invención puede comprender uno o varias válvulas de alivio de presión (12), (13) o (14). En una forma de realización preferida, se asegura, con preferencia, por medio de una válvula de alivio de presión (14), que la caída de la presión en la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) se limite de 1 a 30 bar, con preferencia, de 2 a 20 bar y con preferencia particular, de 3 a 10 bar. Al mismo tiempo o alternativamente, se asegura, con preferencia, por medio de una válvula de alivio de presión (13), que la

caída de la presión en la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) y la etapa de separación del retentato (2) se limite de 1 a 100 bar, con preferencia, de 5 a 80 bar y con preferencia particular, de 10 a 70 bar.

El aparato de acuerdo con la invención o el método de acuerdo con la invención se puede realizar, en principio, con todas las membranas que son capaces de separar mezclas gaseosas binarias o mezclas de múltiples gases. Los materiales de la membrana usados son preferente, pero no exclusivamente, plásticos. Los plásticos apropiados en la capa activa de separación son, preferencia particular, poliimidas, poliamidas, polisulfonas, acetatos de celulosa y derivados, óxidos de polifenileno, polisiloxanos, polímeros con microporosidad intrínseca, membranas de matriz mixta, membranas de transporte facilitado, óxidos de polietileno, óxidos de polipropileno, membranas de carbono o zeolitas o mezclas de ellos.

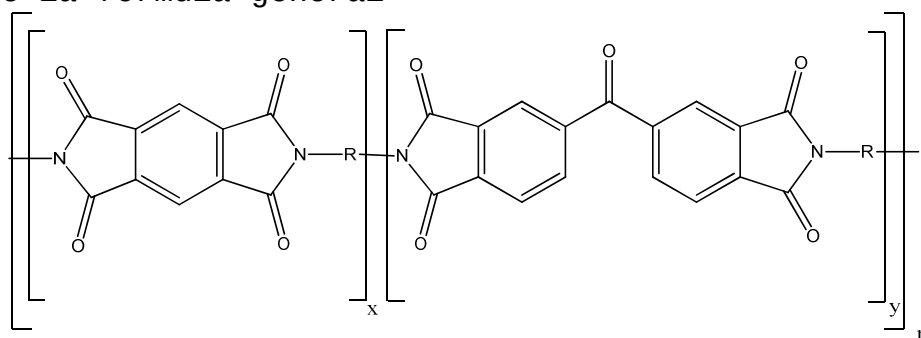
En forma de realización de particular preferencia de la presente invención, los módulos de membrana de separación de gases tienen una selectividad de gases mixtos (= relación de corriente de material enriquecido en He a corriente de material agotado de He a través de la membrana) para helio/metano o para helio/nitrógeno

de al menos 40, con preferencia, de 50 a 400, con preferencia particular, de 100 a 350 y con preferencia muy particular, de 150 a 300. Para helio/metano, la invención también incluye las formas de realización específicamente preferidas con selectividades de gases mixtos de 200 a 350 y con preferencia muy especial, de 250 a 300. Estas membranas altamente selectivas tienen la ventaja de que la separación es más efectiva y menos permeato de la etapa de separación del retentato (2) y/o menos retentato de la etapa de separación del permeato (3) debe ser reciclado. Su uso es, por ende, una buena opción para regular las corrientes de reciclado de acuerdo con la invención. Por otra parte, en el evento de su uso y cuando se usa un compresor de una única etapa (4), se tiene que comprimir doblemente menos gas, que se asocia con ventajas económicas cuando se opera la planta. Con estos módulos de membrana muy selectivos, sólo hasta el 30%, con preferencia, hasta el 20%, con preferencia particular, hasta aproximadamente el 10%, del gas introducido como gas crudo en la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) debe ser doblemente comprimido, con un módulo de membrana con una selectividad de sólo 40 y sin otras medidas de regulación, es posible que la doble compresión sea de hasta el 50%. Para membranas

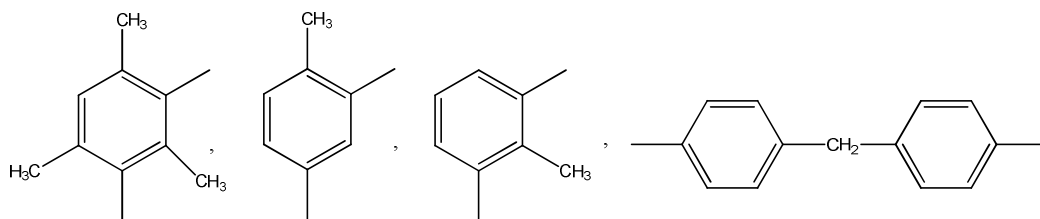
con una selectividad de gas mixta inferior a 40, apenas es posible una concentración de más del 50% de helio en el gas de producto con el rango de contenido de helio establecido del gas crudo. Los datos anteriores se refieren a experimentos en los que se cargaron una mezcla gaseosa con el 0,4 al 7% de helio y un segundo componente B (= alimentación), cuando más del 99% de componente B estaba presente en el gas de retentato de la etapa (2) y más del 50% de helio estaba presente en la corriente de permeato de la etapa (3).

El uso de tales membranas altamente selectivas es así una opción preferida para realizar el proceso de acuerdo con la invención de una manera significativamente más económica y reducir el tamaño necesario del compresor y la energía requerida.

Las membranas de particular preferencia tienen, como materiales para la capa activa de separación o como material para la membrana completa, una poliimida de la fórmula general

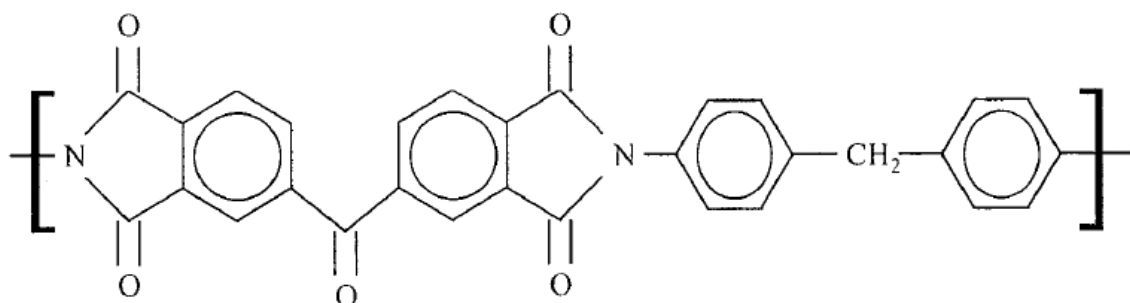


R está seleccionado del grupo que consiste en

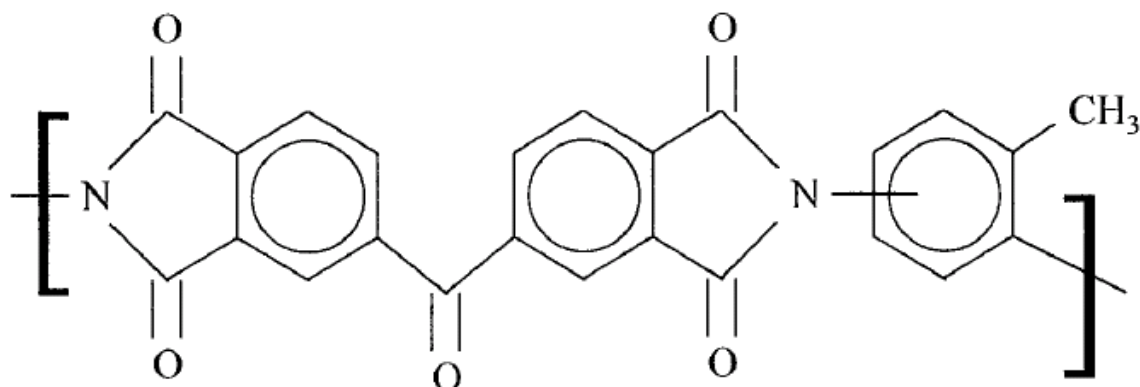


x, y: fracción molar, en la que $0 < x < 0,5$ y $1 > y > 0,5$.

Las membranas de muy particular preferencia comprenden, como material para la capa activa de separación de las membranas, una poliimida que comprende del 10 al 90% en peso, con preferencia, del 15 al 25% en peso y con preferencia muy particular, del 20% en peso de



y del 90 al 10% en peso, con preferencia, del 85 al 75% en peso y con preferencia muy particular, del 80% en peso de



Las poliimidas de particular preferencia se registran en los resúmenes químicos bajo los números: CAS N.º 9046-51-9 y CAS N.º 134119-41-8.

La preparación de tales membranas se describe en los documentos US 2006/0196355 y WO 2011/009919. Para evitar puras repeticiones, el contenido de estas dos memorias descriptivas de patentes se incorpora en su totalidad en el contenido de la presente descripción. Se da particular preferencia a las membranas de acuerdo con el documento WO 2011/009919 que, en comparación con las membranas del documento US 2006/0196355, así como la preparación más simple y de mejores costos, tienen la ventaja de que tienen mayor resistencia en el método de acuerdo con la invención. En particular, tienen mejor resistencia térmica.

Membranas de particular preferencia son disponibles de Evonik Fibres GmbH bajo el nombre de Polyimide P84 y muy particularmente como Polyimide P84 HT.

De acuerdo con la invención, las membranas se usan, con preferencia, en forma de membranas de fibras huecas y/o membranas planas. Las membranas se forman para dar módulos que luego se usan en la tarea de la separación. Los módulos que se pueden usar son todos módulos de separación de gases conocidos en el arte tales como, por ejemplo, pero no exclusivamente, módulos de separación de gas de fibras huecas, módulos de separación de gas enrollados en espiral, módulos de separación de gas en cojín o módulos de separación de gas de haces tubulares.

El método de acuerdo con la invención/el aparato de acuerdo con la invención tiene en particular las ventajas de que es un método de membrana puro.

Por otra parte, con el método de acuerdo con la invención/el aparato de acuerdo con la invención, es posible producir simultáneamente una corriente de retentato pura (8) y una corriente de permeato pura (11).

Se ha de ver otra ventaja en el hecho de que el método de acuerdo con la invención/el aparato de acuerdo con la invención se puede llevar a cabo con un gasto menos considerable en términos de aparatología y energía que los métodos del arte previo.

En particular, en virtud de la combinación de las

características de acuerdo con la invención de control de la cantidad de corriente de retentato reciclada y aumento del componente de permeato en la corriente de alimentación (5) y también en las formas de realización de particular preferencia de la característica selectividad de gases mixtos, es posible proporcionar un aparato o un método que es considerablemente superior a los métodos del arte previo.

Como se describió con anterioridad, el método de acuerdo con la invención se puede usar a fin de obtener corrientes de helio en alta pureza. En principio, sin embargo, el método también se puede usar a fin de producir "helio crudo". "Helio crudo" se refiere a helio con una pureza del 50 al 70% en volumen de helio, que se puede alimentar en un posterior procesamiento o purificación. El método de acuerdo con la invención también puede reemplazar por completo plantas de elaboración de helio convencionales. También puede reemplazar, sin embargo, sólo partes o etapas parciales. Esto permite así la mayor flexibilidad posible.

Un método de elaboración de helio convencional a partir de mezclas gaseosas consiste, por ejemplo, en las etapas de:

a) eliminación de CO_2 , por ejemplo, por absorción de

amina

- b) secado, por ejemplo, por medio de tamiz molecular
- c) eliminación de hidrocarburos, por ejemplo, por medio de carbón activado
- d) concentración de helio, por ejemplo, por destilación por fraccionamiento dando un "helio crudo" con una pureza del 50 al 70% en volumen
- e) eliminación de N_2 y CH_4 , por ejemplo, por enfriamiento hasta $-193\text{ }^{\circ}\text{C}$
- f) conversión catalítica de H_2 en H_2O
- g) opcionalmente otras etapas de elaboración.

Esto da helio con una pureza de hasta el 99,99% en volumen.

El método de acuerdo con la invención puede reemplazar aquí en particular las etapas d) y/o e), pero también las otras etapas mencionadas.

Métodos de medición:

Para determinar la selectividad de gases mixtos He/CH_4 o He/N_2 , los módulos de membrana se operan con una mezcla del 50% de He y 50% de N_2 o 50% de He y 50% de CH_4 a temperatura ambiente ($23\text{ }^{\circ}\text{C}$) en la alimentación. La composición del permeato y del retentato se mide aquí a diversas presiones (5, 10, 15,

20 bar (g)). Estas mediciones se pueden usar luego para calcular las permeancias de He y de N₂ o CH₄ para el rango de presión medido general (5 a 20 bar). La relación de estas permeancias corresponde luego a la selectividad de gases mixtos.

Los siguientes ejemplos pretenden ilustrar y describir la presente invención con mayor detalle, pero no la limitan de modo alguno.

Ejemplos

Observación preliminar general

Los ejemplos siguientes se basan en cálculos de simulación. La base son módulos de membrana que comprenden 619 membranas de fibras huecas de P84HT. La selectividad de gases mixtos real es He/N₂ = 175 y He/CH₄ = 290. Para los cálculos de simulación, sin embargo, sólo se tomaron las siguientes selectividades de gases mixtos como una base: He/N₂ = 150 y He/CH₄ = 250.

Para los cálculos de simulación, se asumió que se usa la interconexión mostrada en la Fig. 1. Cada etapa de separación de membrana consiste en los módulos antes mencionados.

1 m³/h de una mezcla gaseosa cruda con la composición dada en los ejemplos se introduce en una

cámara de mezcla y luego, opcionalmente junto con el gas reciclado proveniente de corrientes gaseosas (9) y (10), se comprime a la presión dada en los ejemplos. El gas comprimido a 20 °C se aplica a la etapa de separación de la corriente de alimentación (1). El retentato de esta etapa se alimenta por medio de la primera corriente de retentato (7) a la etapa de separación del retentato (2). Una válvula de reducción (13) del lado del retentato de la etapa de separación del retentato (2) determina la fuerza motriz a través de la membrana de las etapas de separación de membrana (1) y (2). La caída de la presión en la membrana de la etapa (1) no va hasta la presión ambiente sino que está limitada por una válvula de reducción (14) del lado del retentato de la etapa de separación del permeato (3) a la presión establecida en los ejemplos. La suma de las corrientes gaseosas recicladas (9) y (10) se da en los ejemplos siguientes.

Ejemplo 1 de acuerdo con la invención: preparación de "helio crudo"

La corriente gaseosa cruda preparada en una mezcladora es una mezcla de

0,4% en volumen de He

16,1% en volumen de N₂

83,5% en volumen de CH₄.

La suma de las corrientes de material reciclado (9) y (10) era del 14% en volumen. La presión de alimentación era de 20 bar(a). El rendimiento de hielo en base a la cantidad de helio usada era de > 97% en peso. Otras composiciones y presiones de las corrientes gaseosas obtenidas pueden hallarse en la tabla 1 siguiente.

Tabla 1:

	He [vol.%]	N ₂ [vol.%]	CH ₄ [vol.%]	Presión p [bar (a)]
Corriente de alimentación (5) después del primer reciclado	2,91	16,37	80,72	20,07
Primera corriente de permeato (6)	22,9	18,51	58,59	2,31
Primera corriente de retentato (7)	1,78	16,25	81,97	20,07
Segunda corriente de	0,01	16,13	83,86	20,00

retentato (8)				
Segunda corriente de permeato (9)	26,67	17,9	55,43	0,28
Tercera corriente de retentato (10)	18,18	19,38	62,44	2,3
Tercera corriente de permeato (11) = corriente de producto de He	69,9	9,8	20,3	1

A partir de una mezcla gaseosa cruda comparable en el arte previo próximo, a saber el documento US 2005/0217479, Ejemplo 4, sólo se logra una concentración de helio del 10% en volumen. El rendimiento de hielo es del 62%. Esto confirma el progreso técnico significativo que se logró por medio del método de acuerdo con la invención.

Ejemplo 2 de acuerdo con la invención: preparación de helio con alta pureza a partir de "helio crudo"

La corriente gaseosa cruda preparada en una mezcladora es una "mezcla de helio crudo" de

50% en volumen de He

46% en volumen de N₂

3% en volumen de CH₄

1% en volumen de H₂.

No hay reciclado de corrientes de material (9) y (10). La presión de alimentación era de 16 bar(a). Se obtuvo una corriente de producto (11) (1 bar(a)) con la siguiente composición:

90,2% en volumen de He

7,7% en volumen de N₂

0,3% en volumen de CH₄

1,8% en volumen de H₂

The corriente de retentato (8) (16 bar(a)) tenía la siguiente composición:

0,7% en volumen de He

93,0% en volumen de N₂

6,3% en volumen de CH₄

0,1% en volumen de H₂

El rendimiento de helio era de > 99% en peso. Esto muestra que en la corriente de helio ya muy purificada se puede obtener una etapa de procedimiento y en altos rendimientos con el método de acuerdo con la invención.

Ejemplo 3 de acuerdo con la invención: preparación de helio con alta pureza

3a) The corriente gaseosa cruda preparada en una mezcladora es una mezcla de

3% en volumen de He

16,1% en volumen de N₂

80,9% en volumen de CH₄.

La suma de las corrientes de material reciclado (9) y (10) era del 14% en volumen. La presión de alimentación era de 20 bar(a). El rendimiento de hielo en base a la cantidad de helio usada era de > 95% en peso. Otras composiciones y presiones de la corriente gaseosas obtenidas pueden hallarse en la tabla 2 siguiente.

Tabla 2:

	He [vol.%]	N ₂ [vol.%]	CH ₄ [vol.%]	Presión p [bar (a)]
Corriente de alimentación (5) después del primer reciclado	7,03	16,07	76,9	20,08
Primera corriente de	49,72	12,46	37,82	2,32

permeato (6)				
Primera corriente de retentato (7)	3,53	16,37	80,1	20,08
Segunda corriente de retentato (8)	0,03	16,56	83,41	20,00
Segunda corriente de permeato (9)	43,23	14,19	42,58	0,28
Tercera corriente de retentato (10)	24,14	18,53	57,33	2,3
Tercera corriente de permeato (11) = corriente de producto de He	94,96	1,73	3,31	1

3b) The corriente gaseosa cruda preparada en una mezcladora es una mezcla de
6% en volumen de He
16,1% en volumen de N₂
77,9% en volumen de CH₄.

La suma de las corrientes de material reciclado

(9) y (10) era del 15% en volumen. La presión de alimentación era de 20 bar(a). El rendimiento de hielo rea de > 97% en peso. Otras composiciones y presiones de la corriente gaseosas obtenidas pueden hallarse en la tabla 3 siguiente.

Tabla 3:

	He [vol.%]	N ₂ [vol.%]	CH ₄ [vol.%]	Presión p [bar (a)]
Corriente de alimentación (5) después del primer reciclado	10,26	16,04	73,7	20,08
Primera corriente de permeato (6)	63,14	9,44	27,42	2,32
Primera corriente de retentato (7)	4,15	16,80	79,05	20,08
Segunda corriente de retentato (8)	0,03	17,09	82,88	20,00

Segunda corriente de permeato (9)	46,47	13,77	39,76	0,28
Tercera corriente de retentato (10)	26,69	18,53	54,78	2,3
Tercera corriente de permeato (11) = corriente de producto de He	97,62	0,85	1,53	1

Estos ejemplos muestran que el helio con alta pureza se puede obtener con el método de acuerdo con la invención sin producir helio crudo como intermediario y, consecuentemente, se pueden reemplazar dos etapas de la clásica preparación de helio.

Ejemplo 4 de acuerdo con la invención: preparación de helio con alta pureza a partir de una corriente gaseosa de He/N₂

En una mezcladora, se prepara una mezcla de 2,7% en volumen de He
97,3% en volumen de N₂.

La suma de las corrientes de material reciclado (9) y (10) era del 20% en volumen. La presión de

alimentación era de 16 bar(a). Se obtuvo una corriente de producto (11) (1 bar(a)) con > 90% de contenido de helio y una corriente de retentato (8) (16 bar(a)) con un contenido de helio del 0,04% en volumen.

El rendimiento de hielo era de > 99,5% en peso. Esto muestra que se puede obtener una corriente de helio ya altamente purificada y simultáneamente una corriente de retentato altamente purificada con el método de acuerdo con la invención en una etapa de proceso y en altos rendimientos.

En el próximo arte previo, a saber, el documento US 2005/0217479, Ejemplo 3, se logra sólo una concentración de helio del 28% en volumen a partir de una mezcla gaseosa cruda comparable. El rendimiento de hielo es del 75%. La corriente de retentato aún contiene 0,7% en volumen de helio. Esto otra vez confirma el progreso técnico significativo que se logró a través del método de acuerdo con la invención. El método de acuerdo con la invención puede producir no sólo una corriente de helio ya altamente enriquecida, sino que también puede dar simultáneamente una corriente de N₂ ultrapura y, en consecuencia, dos productos valiosos al mismo tiempo.

Lista de figuras:

Fig. 1: Ejemplo de una interconexión de una pluralidad de módulos de membrana de acuerdo con la invención

Fig. 2: Interconexión de 3 etapas de módulos de membrana con un compresor y reciclado de retentato de la etapa de separación del permeato (3) sin descompresión total en una etapa de compresión incrementada del compresor (4)

Fig. 3: Interconexión de 3 etapas de módulos de membrana con un compresor y reciclado de retentato de la tercera etapa sin descompresión total y reciclado de permeato de la segunda etapa en una etapa de compresión incrementada del compresor (4)

Lista de números de referencia:

- 1: Etapa de separación de la corriente de alimentación
- 2: Etapa de separación del retentato
- 3: Etapa de separación del permeato
- 4: Compresor de una única etapa o de múltiples etapas
- 5: Corriente de alimentación
- 6: Primera corriente de permeato
- 7: Primera corriente de retentato
- 8: Segunda corriente de retentato
- 9: Segunda corriente de permeato

- 10: Tercera corriente de retentato
- 11: Tercera corriente de permeato
- 12: Válvula de alivio de presión opcional en la primera corriente de retentato 7
- 13: Válvula de alivio de presión opcional en la segunda corriente de retentato 8
- 14: Válvula de alivio de presión opcional en la tercera corriente de retentato 10
- 15: Bomba de vacío (no mostrada en las figuras)
- 16: Cámara de mezcla (no mostrada en las figuras)
- 17: Corriente gaseosa cruda

REIVINDICACIONES

1. Método para separar gases que contienen helio, CARACTERIZADO porque se lleva a cabo en un aparato que tiene una etapa de separación de la corriente de alimentación (1), una etapa de separación del retentato (2) y una etapa de separación del permeato (3), así como al menos un compresor (4) y/o al menos una, con preferencia, una o dos bombas de vacío (15),

la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) separa una corriente de alimentación (5) que consiste en helio y al menos otro componente en una primera corriente de permeato (6) enriquecida con respecto al helio en comparación con la corriente de alimentación (5) y una primera corriente de retentato (7) agotada con respecto al helio en comparación con la corriente de alimentación (5),

la etapa de separación del retentato (2) separa la primera corriente de retentato (7) en una segunda corriente de permeato (9) enriquecida con respecto al helio en comparación con la primera corriente de retentato (7) y una segunda corriente de retentato (8) agotada con respecto al helio en comparación con la primera corriente de retentato (7),

la etapa de separación del permeato (3) separa

la primera corriente de permeato (6) en una tercera corriente de retentato (10) agotada con respecto al helio en comparación con la primera corriente de permeato (6) y una tercera corriente de permeato (11) enriquecida con respecto al helio en comparación con la primera corriente de permeato (6),

la tercera corriente de permeato (11) se elimina como producto o luego se procesa y opcionalmente la segunda corriente de retentato (8) se elimina como un primer producto procesado o procesado luego o descartado,

la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10) se alimentan en la corriente de alimentación (5) o se descartan,

la primera corriente de permeato (6) no se somete a recompresión,

después de reciclar la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10), el control del volumen de gas reciclado con la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10) a la corriente de alimentación (5) se ajusta de modo tal que, en total, se recicle menos del 50% en volumen, con preferencia, del 5 al 40% en volumen, con preferencia muy particular, del 5 al 30% en volumen y con preferencia especial, del 10 al 25% en

volumen, del volumen de la corriente gaseosa cruda (17),

y

después de reciclar la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10), la concentración de helio después del primer reciclado de la segunda corriente de permeato (9) y de la tercera corriente de retentato (10) en la corriente de alimentación (5) se incrementa, con preferencia, en al menos el 2%, con preferencia particular, en al menos el 3%, con preferencia particular, en el 4 al 10% y con preferencia muy particular, en el 5 la 10%, en cada caso, en comparación con la concentración en la corriente gaseosa cruda (17).

2. Aparato para separar gases que contienen helio, CARACTERIZADO porque

tiene una etapa de separación de la corriente de alimentación (1), una etapa de separación del retentato (2) y una etapa de separación del permeato (3), así como al menos un compresor (4) y/o al menos una, con preferencia, una o dos bombas de vacío (15),

la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) se diseña de modo tal que separe una corriente de alimentación (5) que consiste en helio y al menos otro componente en una primera corriente de

permeato (6) enriquecida con respecto al helio en comparación con la corriente de alimentación (5) y una primera corriente de retentato (7) agotada con respecto al helio en comparación con la corriente de alimentación (5),

la etapa de separación del retentato (2) se diseña de modo tal que separe la primera corriente de retentato (7) en una segunda corriente de permeato (9) enriquecida con respecto al helio en comparación con la primera corriente de retentato (7) y una segunda corriente de retentato (8) agotada con respecto al helio en comparación con la primera corriente de retentato (7),

la etapa de separación del permeato (3) se diseña de modo tal que separe la primera corriente de permeato (6) en una tercera corriente de retentato (10) agotada con respecto al helio en comparación con la primera corriente de permeato (6) y una tercera corriente de permeato (11) enriquecida con respecto al helio en comparación con la primera corriente de permeato (6),

el aparato se diseña de modo tal que la tercera corriente de permeato (11) se pueda eliminar como un producto o se procese luego y opcionalmente la segunda corriente de retentato (8) se pueda eliminar como otro

producto o se procede luego o se descarte,

el aparato se diseña de modo tal que la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10) se pueda alimentar en la corriente de alimentación (5) o se descarte,

el aparato se diseña de modo tal que la primera corriente de permeato (6) no se someta a una recompresión,

después del reciclado de la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10), el reciclado del volumen de gas reciclado con la segunda corriente de permeato (9) y con la tercera corriente de retentato (10) en la corriente de alimentación (5) se regula de modo tal que, en total, se recicla menos del 50% en volumen, con preferencia, del 5 al 40% en volumen, con preferencia muy particular, del 5 al 30% en volumen y con preferencia especial, del 10 al 25% en volumen, del volumen de la corriente gaseosa cruda (17),

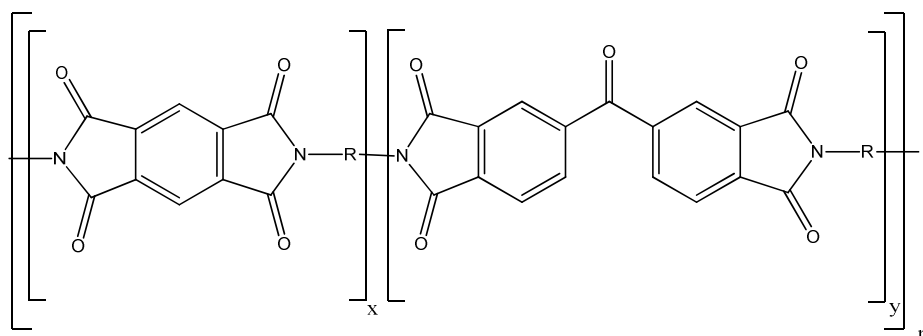
y

después del reciclado de la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10), el reciclado de la segunda corriente de permeato (9) y de la tercera corriente de retentato (10) se regula de modo tal que la concentración de helio

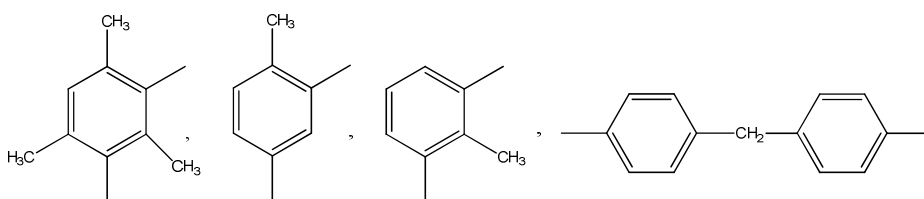
después del primer reciclado de la segunda corriente de permeato (9) y de la tercera corriente de retentato (10) en la corriente de alimentación (5) se incrementa, con preferencia, en al menos el 2%, con preferencia particular, en al menos el 3%, con preferencia particular, del 4 al 10% y con preferencia muy particular, del 5 al 10%, en cada caso en comparación con la concentración en la corriente gaseosa cruda (17).

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o aparato de acuerdo con la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque, al menos en la etapa de separación de la corriente de alimentación (1), pero con preferencia en la etapa de separación de la corriente de alimentación (1), la etapa de separación del retentato (2) y la etapa de separación del permeato (3), se usan módulos de membrana de separación de gases con una selectividad por gases mixtos para helio/metano o para helio/nitrógeno de al menos 40, con preferencia, de 50 a 400, con preferencia particular, de 150 a 300.

4. Método o aparato de acuerdo con la reivindicación 3, CARACTERIZADO porque el material usado para la capa activa de separación de las membranas es una poliimida de la fórmula general

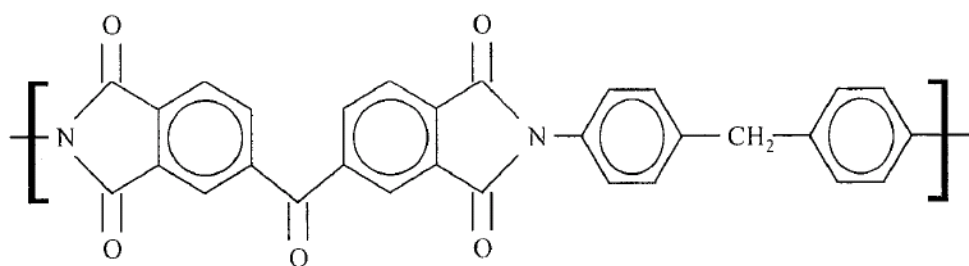


R está seleccionado del grupo que consiste en



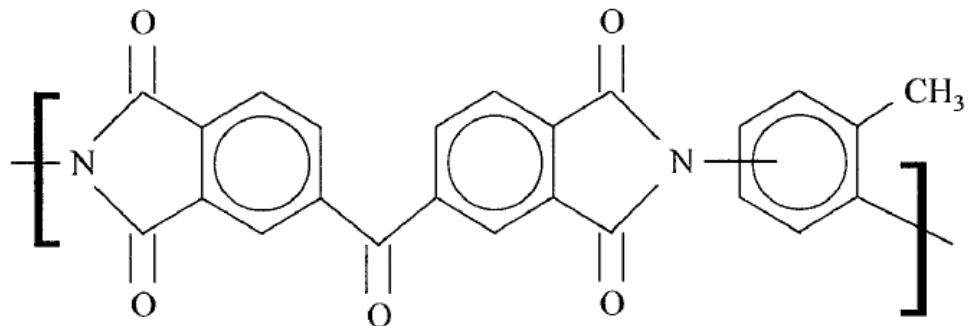
x, y: fracción molar, en la que $0 < x < 0,5$ y $1 > y > 0,5$.

5. Método o aparato de acuerdo con la reivindicación 4, CARACTERIZADO porque el material usado para la capa activa de separación de las membranas es una poliimida que comprende 10 al 90% en peso, con preferencia, 15 al 25% en peso y con preferencia muy particular, el 20% en peso de



y 90 al 10% en peso, con preferencia, 85 al 75% en peso y con preferencia muy particular, el 80% en

peso de



6.Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque la segunda corriente de permeato (9) y la tercera corriente de retentato (10) del lado de succión del compresor (4) se pasan para reprocesamiento.

7.Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque se usan un compresor de múltiples etapas (4).

8.Método o aparato de acuerdo con la reivindicación 7, CARACTERIZADO porque la segunda corriente de permeato (9) y/o la tercera corriente de retentato (10) se introducen en el compresor (4) entre dos etapas de compresión.

9.Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque la primera corriente de retentato (7) y/o la segunda corriente de retentato (8) y/o la tercera corriente de retentato (10) se pasan a través de una válvula de alivio de presión.

10. Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque al menos una de las etapas de separación de membrana (1) a (3) comprende más de un módulo de membrana de separación de gases que se conectan en paralelo y/o en serie.

11. Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque los módulos de membrana de separación de gases consisten en membranas de fibras huecas y/o membranas planas.

12. Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque al menos el 95%, con preferencia, al menos el 97%, con preferencia particular, al menos el 99% y con preferencia muy particular, al menos el 99,5% de helio introducido en el aparato con la corriente gaseosa cruda (17) se elimina del sistema por medio de la tercera corriente de permeato (11).

13. Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque la presión del lado del permeato (6) de la etapa de separación de la corriente de alimentación (1) se ajusta, con preferencia, por medio de una válvula de alivio de presión (14) del lado del retentato de la

etapa de separación del permeato (3) a 1 a 30 bar, con preferencia, 2 a 20 bar y con preferencia particular, 2 a 10 bar.

14. Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque la presión de la primera y la segunda corriente de retentato (7) y (8) se ajusta, con preferencia, por medio de una válvula de alivio de presión (13) en la segunda corriente de retentato (8) a 1 a 100 bar, con preferencia, 5 a 80 bar y con preferencia particular, 10 a 70 bar.

15. Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque la fuerza motriz usada para la tarea de separación es una diferencia de presión parcial entre el lado del retentato y el lado del permeato en las respectivas etapas de separación de membrana, habiendo sido generada la diferencia de presión parcial por un compresor en la corriente de alimentación (5) y/o por una bomba de vacío (15) en la segunda y/o la tercera corriente de permeato (9) y/o (11) y/o por una corriente de gas de lavado del lado del permeato.

16. Método o aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 ó 15, CARACTERIZADO porque la presión del permeato de la etapa de separación de la

corriente de alimentación (1) es idéntica o mayor en comparación con la presión ambiente, lo que significa que aún hay una diferencia de presión parcial entre retentato y permeato de la etapa de separación del permeato (3) y, en consecuencia, una fuerza motriz está presente para el caso de que el permeato de la etapa de separación del permeato (3) esté a presión ambiente o se aplique presión subatmosférica.

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

WOLF, Oliver
c/o Evonik Industries AG
CI-IPM-PAT
Postcode 84/339
Rodenbacher Chaussee 4
Hanau 63457
ALLEMAGNE

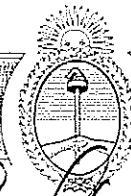
Date of mailing (day/month/year) 21 February 2014 (21.02.2014)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 2011P00509WO	
International application No. PCT/EP2012/073901	International filing date (day/month/year) 29 November 2012 (29.11.2012)

1. The following indications appeared on record concerning:		
☒ the applicant	☒ the inventor	☐ the agent ☐ the common representative
Name and Address BALSTER, Jörg Unterm Berge 22 45659 Recklinghausen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	E-mail address	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
☐ the person	☐ the name	☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence
Name and Address BALSTER, Jörg Schleißstatt 7 A-4861 Schörfling am Attersee Austria	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	E-mail address ☐ Notifications by e-mail authorized	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
☒ the receiving Office	☐ the International Preliminary Examining Authority	
☐ the International Searching Authority	☒ the designated Offices concerned	
☐ the Authority(ies) specified for supplementary search	☐ the elected Offices concerned	
	☐ other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Sevillano Carine e-mail pt05.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 05
Facsimile No. +41 22 338 89 75	



ACTUACION NOTARIAL
LEY 404



PNE 99.730



N 016084381

CECBA - LEY404 GCBA

LEGALIZACION

130218 078071



13:46:29

18/02/2013

FOLIO 64.- PRIMERA COPIA.- ESCRITURA NÚMERO: VEINTIUNO.-

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE PODER: MESSERER, Karen a favor de PATIÑO, Mauricio y otros del poder otorgado por EVONIK FIBRES GmbH.-

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Capital de la República Argentina, el día

QUINCE de FEBRERO del año DOS MIL TRECE, ante mí María Silvina Lasarte,

Escribana Autorizante, titular del Registro Notarial Número 1788, COMPARECE:

Karen MESSERER, argentina, nacida el 19 de noviembre de 1976, hija de Walter

Messerer y Elsa Onelia Romanelli, casada en primeras nupcias con Andrés Guillermo

Dunckel, titular del Documento Nacional de Identidad número 25.670.178, con

domicilio en la Avenida del Libertador 5.954, Piso 7º, de esta Ciudad de Buenos

Aires.- La compareciente es mayor de edad.- INTERVIENE: por su propio derecho.-

Y la compareciente EXPRESA: PRIMERO: Que la Sociedad "EVONIK FIBRES

GmbH", con domicilio en Gewerbepark 4, 4861 Schörfing am Attersee, Austria, le

confirió con fecha 20 de Diciembre de 2012, en dicho país, un Poder, el cual mediante

escritura número 20, del día de la fecha, pasada ante mí, al folio 61, protocolo

corriente, de este Registro Notarial Numero 1.788 a mi cargo, fue incorporado y

transcripto al mismo, cuya primera copia tengo para este acto a la vista y en lo

pertinente transcribiré en la presente.- SEGUNDO: La compareciente manifiesta bajo

juramento que el poder invocado, se encuentra plenamente vigente en virtud de no

haberle sido revocado, suspendido ni limitado en ninguna de sus partes.- TERCERO:

En consecuencia DICE: Que en uso de la facultad conferida SUSTITUYE

PARCIALMENTE el poder mencionado a favor de Mauricio PATIÑO y/o Jorge

DI TERLIZZI y/o Martín CARRIZOSA, al solo y único objeto de que en nombre y

representación de la Sociedad "EVONIK FIBRES GmbH" y actuando en forma

individual, indistinta y/o alternadamente, se presenten exclusivamente ante las

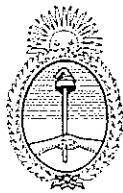
13:46:29

18/02/2013

APOSTILLA

130218 143852





N 016084361

autoridades de **COLOMBIA**, que correspondan y realicen los actos enumerados en el
citado poder y con las facultades que surgen del mismo, el que transcrito en lo
pertinente dice: "FOLIO 61.- PRIMERA COPIA.- ESCRITURA NÚMERO:
VEINTE.- ...- En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, ..., el día QUINCE de
FEBRERO del año DOS MIL TRECE, ante mí ..., COMPARECE: Karen
MESSERER, argentina, nacida el 19 de noviembre de 1976, hija de Walter Messerer
y Elsa Onelia Romanelli, casada en primeras nupcias con Andrés Guillermo Dunckel,
titular del Documento Nacional de Identidad Número 25.670.178, con domicilio en la
Avenida del Libertador 5.954, Piso 7º, de esta Ciudad de Buenos Aires.- La
compareciente es mayor de edad.- INTERVIENE: por su propio derecho.- Y la
compareciente EXPRESA: Que a los efectos que hubiere lugar, solicita de mí, la
Autorizante, LA INCORPORACIÓN y TRANSCRIPCIÓN en este protocolo del
PODER que fuera conferido en Vöcklabruck, Austria, el día 20 de Diciembre de
2012, por la Sociedad "EVONIK FIBRES GmbH", con domicilio en Gewerbepark 4,
4861 Schörfling am Attersee, Austria, a favor de Gerardo Messerer y/o Dagmar
Messerer y/o Karen Messerer y/o Moeller & Co. S.A., indistintamente, sobre cuya
plena vigencia responde la requirente bajo juramento.- Yo, la Autorizante, hago
constar: a) Que el instrumento de poder cuya incorporación y transcripción a este
protocolo solicita la compareciente, se encuentra extendido en idioma castellano, con
firma debidamente certificada, legalizado con el Sello de Apostilla de la Convención
de La Haya del 5 de octubre de 1961 y traducido en lo pertinente al idioma nacional
por la Traductora Pública Ingeborg Clara Luisa Schiersmann de Luque.- b) Que la
compareciente en virtud de lo manifestado tiene interés legítimo en su requerimiento.-
En consecuencia, me hace entrega en este acto del original del instrumento de poder
relacionado con su respectiva traducción al idioma nacional, el que agrego a la



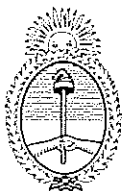
ACTUACION NOTARIAL

LEY 404



N° 016084362

1 presente y transcripto dice: "PODER Los abajo firmante/s Evonik Fibres GmbH
2 domiciliados en Gewerbepark 4, 4861 Schörfing am Attersee, Austria declaran por el
3 presente otorgar a Gerardo MESSERER y/o Dagmar MESSERER y/o Karen
4 MESSERER y/o MOELLER & CO. S.A. indistintamente poder general amplio y
5 suficiente para recabar de las autoridades ..., sud y centroamericanas ... que
6 correspondan, la obtención de patentes de invención, el registro y la renovación de
7 marcas y modelos y/o derechos de propiedad intelectual y/o nombres de dominio, a
8 cuyo efecto los faculta/n para llevar a cabo ante dichas autoridades todas las gestiones
9 neccsarias al objeto indicado, presentar solicitudes, formular descripciones,
10 oposiciones, protestos, declaraciones, apelaciones y reclamos, oblar impuestos,
11 justificar explotacioncs, solicitar testimonios, aceptar transferencias, recibir
12 documentos y valores, percibir y hacer cuanto fuere necesario ante las autoridades
13 administrativas de cualquier orden. Por otra parte, les confieren mandato para que en
14 su nombre y representación puedan iniciar y proseguir cualquier juicio que
15 actualmente los que suscriben tengan o en el futuro tuvieran ..., en Sudamérica,
16 Centroamérica ..., con motivo de su nombre, marcas de fábrica o de comercio,
17 patentes de invención y modelos y/o de sus derechos de propiedad intelectual que
18 actualmente posean o adquieran en lo sucesivo, promover juicios de cualquier
19 jurisdicción, criminales, correccionales, civiles o comerciales, contra los
20 falsificadores, usurpadores o imitadores y contra los tenedores de artículos que
21 infrinjan su nombre, marcas o patentes de invención, seguir los juicios por oposición u
22 otros en que fueran parte como actores o demandados, defender el nombre, las
23 marcas, patentes y modelos y/o de derechos de propiedad intelectual y/o nombres de
24 dominio, haciendo las protestas del caso o diciendo de nulidad. Al efecto, podrán
25 presentarse con escritos, querellas, pedidos, y lo que fuere necesario ante cualquier



N 016084362

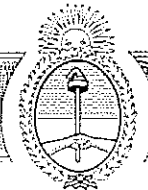
autoridad judicial, presentar testigos, documentos y demás justificativos, rendir
pruebas de cualquier especie, pedir nombramientos de peritos, pedir y absolver
posiciones, asistir a juicios verbales, declinar y prorrogar de jurisdicción, tachar,
recusar, apelar, transar, someter a arbitraje o mediación, hacer renunciaciones, exigir y dar
cauciones, pedir embargos preventivos, definitivos o inhibiciones y su levantamiento,
pedir la venta de los bienes de los deudores, solicitar y obtener el cumplimiento de
sentencias, prestar juramentos, decir de nulidad, desistir, percibir, otorgar recibos y en
general practicar todos los actos y diligencias que sean precisos al desempeño de este
mandato. Podrán asimismo sustituir el presente poder en todo o en parte. ... Dado y
firmado en Vöcklabruck (sigue fecha en idioma extranjero) – Evonik Fibras GmbH -
Sigue una firma ilegible.”.- ES COPIA FIEL, doy fe.- En hojas adjuntas consta: a) La
certificación notarial de la firma obrante en el poder, efectuada por el Doctor Michael
Schobesberger, Notario Suplente del Escribano Público de Vöcklabruck, Austria,
Doctor Wolfgang Gebetsberger; y b) La legalización de la firma y sello del nombrado
notario, efectuada por la Presidente del Tribunal Regional de Wels, Austria (Sello de
Apostilla de la Convención de La Haya del 5 de octubre de 1961).- En hojas adjuntas
sigue la referida traducción al idioma nacional la que transcrita textualmente, dice:
“TRADUCCIÓN PUBLICA – A continuación de un Poder de Evonik Fibras GmbH a
favor de los señores Gerardo Messerer y/o Dagmar Messerer y otros, firmado el 02 de
Diciembre de 2012, aparecen las siguientes legalizaciones: ... – Dr. Wolfgang
Gebetsberger, Notario Público, Vöcklabruck – Acta Nr. 3895/K del libro de
certificaciones para 2012 - Certifico la autenticidad de la firma del Sr. Dr. Herbert
Griesser, nacido el 19 de enero de 1952, con domicilio en Dr. Max-Auerstrasse 71,
4840 Vöcklabruck, gerente de Evonik Fibras GmbH, con sede en 4861 Schörfling am
Attersee, con domicilio comercial en Gewerbepark 4, 4861 Schörfling am Attersee.-

9

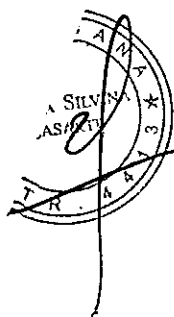


ACTUACION NOTARIAL

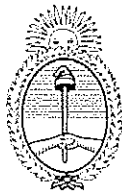
LEY 404



N 016084363

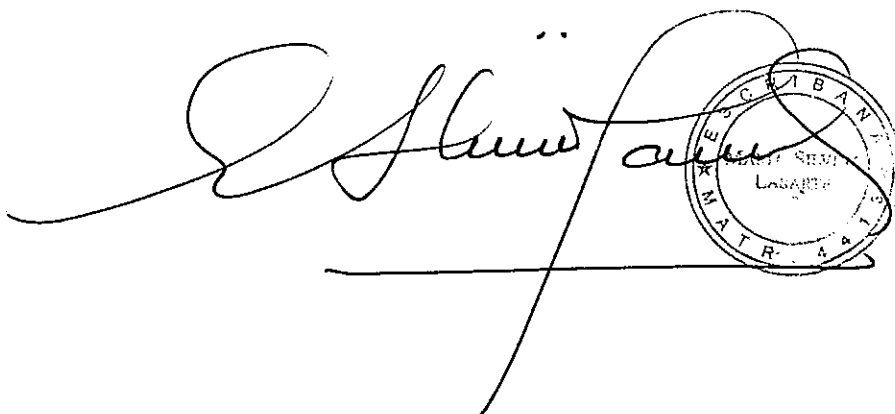
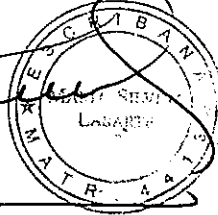


1 Al mismo tiempo confirmo, según el Art. 89a del Reglamento Notarial y después de
2 haber consultado por vía electrónica el Registro de Sociedades en el día de la fecha,
3 que el Dr. Herbert Griesser, en su carácter de gerente están autorizados para
4 representar individualmente con validez legal a la sociedad Evonik Fibras GmbH,
5 inscripta bajo FN 143483.- Vöcklerbruck, 20 de diciembre de 2012 – Firmado,
6 ilegible, Dr. Michael Schobesberger, Suplente del Notario Wolfgang Gebetsberger,
7 con sede en Vöcklabruck. Sello del Notario Dr. Wolfgang Gebetsberger.- Sigue
8 Apostille de la República de Austria con la legalización de la firma del Dr. Michael
9 Schobesberger, Suplente del Notario Dr. Wolfgang Gebetsberger y del sello del
10 Notario Dr. Wolfgang Gebetsberger por la Presidente del Tribunal Regional de Wels,
11 en Wels, el 27 de diciembre de 2012, bajo ZL ju 4418/12/05 Sello del Tribunal
12 Regional de Wels. Firmado, ilegible.- ES TRADUCCIÓN PÚBLICA al español, en
13 dos páginas, de la parte del documento adjunto, redactada en alemán, idioma de mi
14 matrícula, a la que me remito y he tenido a la vista. Buenos Aires, 05 de febrero de
15 2013.- Hay una firma ilegible. Hay un sello que dice: “Ingeborg C.L. Schiersmann
16 Traductora Pública – Alemán - Mat. Cap. Fed. T° IV - F° 299 - Prov. Bs. As. T° V –
17 F° 205 - Mat. CTCBA 63”.- ES COPIA FIEL, doy fe.- A continuación hay un sello
18 que dice: “COLEGIO DE TRADUCTORES PÚBLICOS DE LA CIUDAD DE
19 BUENOS AIRES - Corresponde a la Legalización N° 7888/13. Sigue una firma
20 ilegible: Natalia Soledad Testa”.- ES COPIA FIEL, doy fe.- ...- A continuación sigue
21 la legalización de la firma de la nombrada traductora, ...- En este estado la
22 compareciente DICE: que en la forma expresada deja INCORPORADO y
23 TRANSCRIPTO en este Protocolo el Poder que agrego a la presente, ...- Constancias
24 Notariales: Identidad de la compareciente (Artículo 1.002 del Código Civil): Se
25 justifica la misma por conocimiento de la Autorizante.- ...- LEO esta escritura a la



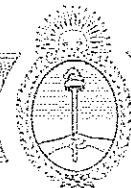
N 016084363

compareciente, quien así la otorga y en prueba de conformidad, la firma ante mí, doy
fe.- Karen MESSERER. Ante mí: MARÍA SILVINA LASARTE. Escribana. Está mi
sello. ..."- **ES COPIA FIEL**, de las partes pertinentes de la escritura de referencia,
doy fe.- **CUARTO:** Finalmente la compareciente expresa: a) Que el presente
otorgamiento no significa renunciar al ejercicio de las facultades sustituidas; b) Que
los nombrados apoderados sustitutos no podrán sustituir el presente poder en ninguna
de sus partes; y c) Que el presente instrumento no se encuentra alcanzado por el
Impuesto de Sellos, en virtud de no revestir carácter oneroso.- **Constancias**
Notariales: Identidad de la compareciente (Artículo 1.002 del Código Civil): Se
justifica la misma por conocimiento de la Autorizante.- Informo a la compareciente
respecto de los alcances de las cláusulas contenidas en la presente escritura y del
derecho de leer por sí este instrumento.- **LEO** esta escritura a la compareciente, quien
así la otorga y en prueba de conformidad la firma ante mí, doy fe.- Karen
MESSERER. Ante mí: MARÍA SILVINA LASARTE. Escribana. Está mi sello.
CONCUERDA con su escritura matriz que pasó ante mí, al folio 64 del Registro
Notarial número 1788, a mi cargo. PARA LA PODERDANTE expido la presente
PRIMERA COPIA en tres (3) sellos de actuación notarial numerados
correlativamente desde el número N 016084361 al presente inclusive, que sello y
firmo en la fecha y lugar de su otorgamiento, doy fe.-



LEGALIZACION
LEY 404



L 011274752

EL COLEGIO DE ESCRIBANOS de la Ciudad de Buenos Aires, Capital Federal de la República Argentina, en virtud de las facultades que le confiere la ley orgánica vigente, LEGALIZA la firma y sello del escribano **MARIA SILVINA LASARTE** obrantes en el documento anexo, presentado en el día de la fecha bajo el N° **130218078071/6** La presente legalización no juzga sobre el contenido y forma del documento.



Buenos Aires, Lunes 18 de Febrero de 2013

ESC. SANTIAGO RAFAEL BLOUSSON
COLEGIO DE ESCRIBANOS
LEGALIZADOR



REPÚBLICA ARGENTINA

MINISTERIO *de*
RELACIONES EXTERIORES
COMERCIO INTERNACIONAL Y CULTO

MINISTERIO *de*

RELACIONES EXTERIORES

COMERCIO INTERNACIONAL Y CULTO

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. País: REPÚBLICA ARGENTINA
El presente documento público DE LEGALIZACIÓN
2. Ha sido firmado por SANTIAGO RAFAEL BLOUSSON
3. Quien actúa en calidad de LEGALIZADOR
4. Lleva el sello/timbre del COLEGIO DE ESCRIBANOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.
5. En LA CIUDAD DE BUENOS AIRES 6. El día 18/02/2013
7. Por EL COLEGIO DE ESCRIBANOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, COMERCIO INTERNACIONAL Y CULTO (Convenio 02/09/2003)
8. Bajo el Número: 130218143852
9. Sello/Timbre:

El presente documento público DE LEGALIZACIÓN

2. Ha sido firmado por SANTIAGO RAFAEL BLOUSSON

3. Quien actúa en calidad de **LEGALIZADOR**

4. Lleva el sello/timbre del COLEGIO DE ESCRIBANOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.

5. En LA CIUDAD DE BUENOS AIRES 6. El día 18/02/2013

7. Por EL COLEGIO DE ESCRIBANOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, COMERCIO INTERNACIONAL Y CULTO (Convenio 02/09/2003).

8. Bajo el Número: 130218143852

9. Sello/Timbre:



10. ~~Firma~~

33C RAISELDA J. JATIB
COLEGIO DE ESCRIBANOS
LEGALIZADORA

COLEGIO DE ESCRIBANOS
REALIZADORA

LEGALIZADO

RESUMEN

La invención se refiere a un aparato especial, en particular, encadenamiento de módulos de membrana de separación de gases y un método especial para separar mezclas gaseosas que contienen helio.

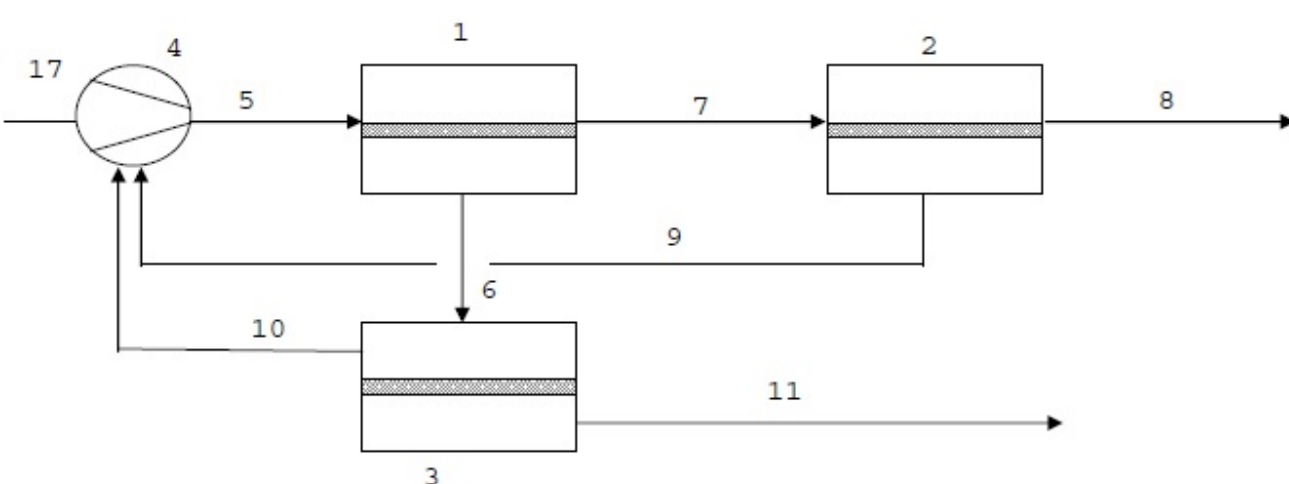


Fig. 3: Interconexión en 3 etapas de módulos de membrana con un compresor y reciclado de retentato de la tercera etapa sin constricción y reciclado de permeato de la segunda etapa en una etapa de compresión mayor

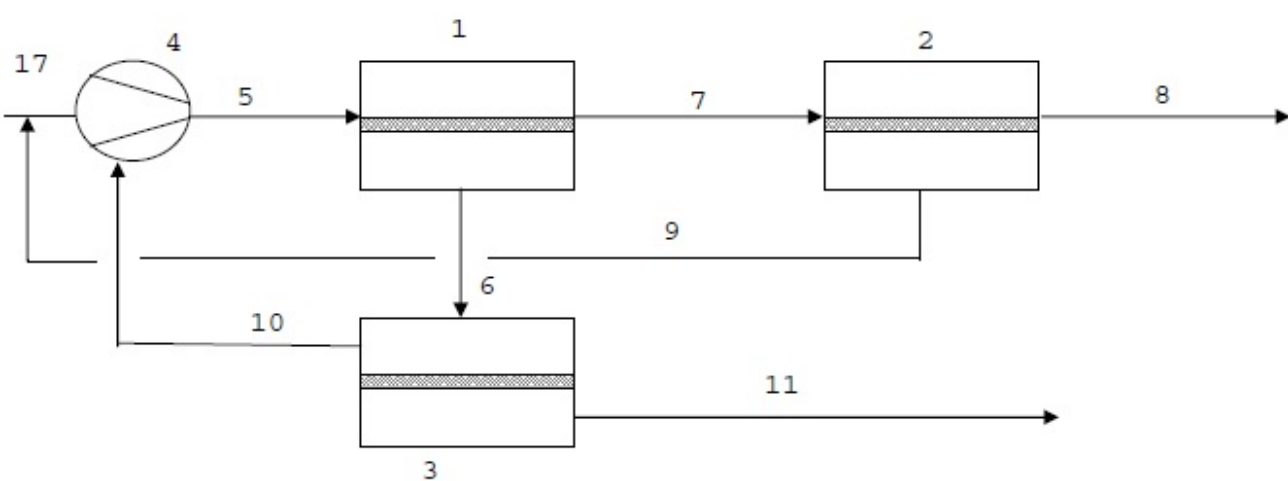


Fig. 2: Interconexión en 3 etapas de módulos de membrana con un compresor y reciclado de retentato de la etapa de separación de membrana (3) sin constricción en una etapa de compresión mayor

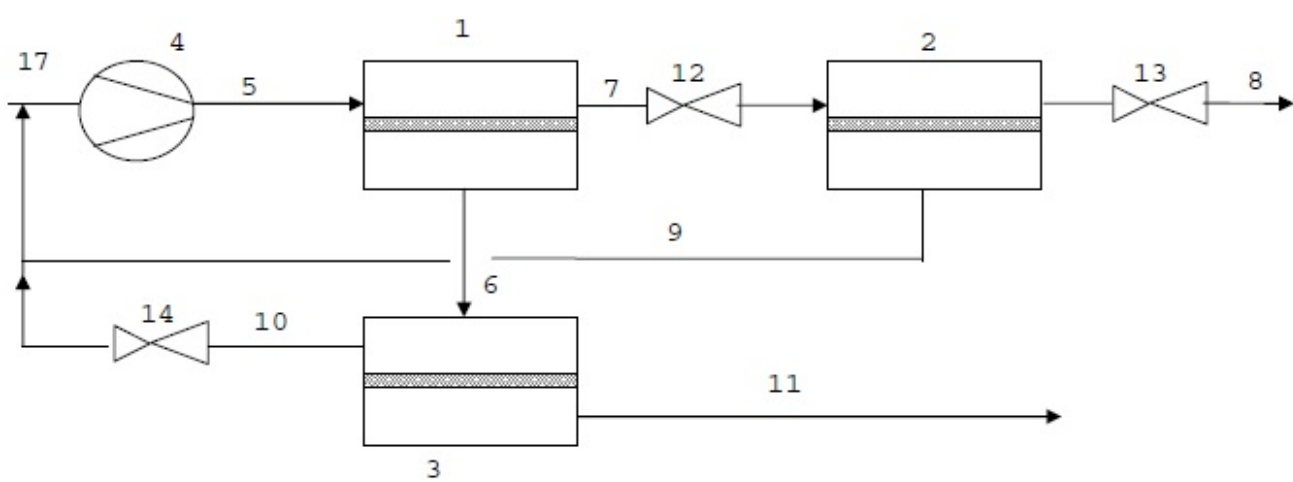


Fig. 1: Un ejemplo de una interconexión de una pluralidad de módulo de membranas de acuerdo con la invención